

176
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ECOLOGIA TROFICA EN DOS POBLACIONES DE
PECES TROPICALES COSTEROS (*Polydactylus octonemus* y
Lutjanus synagris) DEL SUR DEL GOLFO DE MEXICO

TESIS PROFESIONAL

B I O L O G O

EVELIA RIVERA ARRIAGA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
Origen del Estudio	2
Planteamiento y Justificación	5
Antecedentes	6
Hipotesis	10
Objetivos	10
ÁREA DE ESTUDIO	11
Boca del Carmen	11
Boca de Puerto Real	12
MATERIAL Y METODOS	13
Actividades de Campo	13
Actividades de Laboratorio	13
Selección del Material de Estudio	13
Examen de los Estómagos	14
Cronología Alimentaria	17
Estimación de la Fracción del Camarón Consumida	17
Biomasa Media Anual del Pez	17
Consumo Anual por Unidad de Biomasa del Pez	19
Fracción del Peso de Camarón en la Dieta	19
RESULTADOS	21
Alimentación y Hábitos Alimentarios	21
<i>Polydactylus octonemus</i>	21
Diversidad de los Grupos Tróficos	21
Análisis de Frecuencia del Alimento	22
Análisis Gravimétrico	22
Análisis Numérico	22
Índice de Importancia Relativa (IRI)	22
Índice de Importancia Relativa (IIR)	22
<i>Lutjanus synagris</i>	28
Diversidad de los Grupos Tróficos	28
Análisis de Frecuencia del Alimento	29
Análisis Gravimétrico	29

Análisis Numérico	29
Índice de Importancia Relativa (IRI)	29
Índice de Importancia Relativa (IIR)	29
Cronología Alimentaria de Ambas Especies	29
Consumo Anual de Camarón de Ambas Especies	38
DISCUSION	40
Alimentación y Hábitos Alimentarios	40
Cronología Alimentaria	42
Implementación Metodológica	44
Proporción de Camarón en la Dieta del Pez	45
CONCLUSIONES	47
AGRADECIMIENTOS	49
LITERATURA CITADA	50
ANEXOS	56

RESUMEN

En este trabajo se implementó una estrategia para la determinación de uno de los aspectos (interacciones tróficas) de las interrelaciones entre las comunidades de peces de la Sonda de Campeche y la Laguna de Términos. Se efectuó una serie de tres muestreos estacionales, cubriéndose ciclos de 24 horas para cada una de las diferentes épocas climático-ecológicas de la región. El estudio se efectuó en la Sonda de Campeche frente a las bocas de conexión (Boca de Puerto Real y Boca del Carmen) de la Laguna de Términos, México.

Polydactylus octonemus y *Lutjanus synagris* son componentes demerso-pelágicos de la comunidad demersal de la Sonda de Campeche, gregarios y eurihalinos. *P. octonemus* es frecuente en aguas someras y salobres, mientras que *L. synagris* es de profundidades intermedias y aguas claras. Son frecuentes en fondos arenosos, aunque también se les han encontrado en fondos fangosos. Al sur del Golfo de México, en la región de la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche, estas especies han sido reportadas como dominantes por los altos valores de abundancia en peso, número y frecuencia de captura en arrastres de fondo.

En la Boca de Puerto Real (con persistente influencia marina) domina en términos de abundancia *Lutjanus synagris* durante la época de secas y se alimenta preferentemente de camarones peneidos, otros crustáceos y peces, por lo que se le considera un consumidor de tercer orden. En la Boca del Carmen (con persistente influencia estuarina) domina en términos de abundancia *Polydactylus octonemus* durante la época de lluvias y se alimenta preferentemente de camarones peneidos, poliquetos y otros crustáceos, por lo que se le considera un consumidor de segundo orden con características de oportunista.

Polydactylus octonemus presenta un amplio espectro trófico con más de catorce grupos (= items) tróficos variando de acuerdo a la época del año, la hora del día y la localidad. La cronología alimentaria muestra una clara preferencia por alimentarse en las horas de escasa luz (18:00 y 06:00 hrs) o bien en la noche (22:00 hrs), excepto en la época de secas en la boca del Carmen y en la época de lluvias en la boca de Puerto Real en donde se alimentan durante el día (10:00 a 14:00 hrs). La depredación anual de camarón en la dieta de ésta especie se calculó en ca. 10 000 ton/año.

Lutjanus synagris presenta un espectro trófico amplio con más de diecisiete items tróficos, variando de acuerdo a la época del año, la hora del día y la localidad. La cronología alimentaria muestra una clara preferencia por alimentarse durante la noche (22:00 a 02:00 hrs). La depredación anual de camarón en la dieta de ésta especie se calculó en ca. 2 000 ton/año.

INTRODUCCION

Origen del Estudio

Las interacciones ecológicas estuario-plataforma están involucradas en el estudio del flujo de energía y materiales entre los estuarios y las aguas costeras, e incluye procesos químicos, físicos, biológicos y sedimentarios, los cuales conforman la clave para el entendimiento del funcionamiento de los sistemas costeros. El estuario y la plataforma continental adyacente junto con las bocas de conexión conforman un reconocido sistema ecológico. El intercambio de organismos vivos es resultado de dichos procesos y es reflejado en actividad trófica y en el comportamiento en general. Los peces juveniles y adultos cruzan a través de las bocas de conexión, mostrando patrones regulares de migración. Se ha reportado frecuentemente que existe una probable interacción entre los ecosistemas costeros y la plataforma continental adyacente como un factor determinante en la composición de las comunidades y en la productividad pesquera de algunas especies.

En la región de la Laguna de Términos se presentan fuertes interacciones físicas, químicas y biológicas entre las aguas protegidas y el mar abierto a través de dos grandes bocas de conexión, a saber la Boca de Puerto Real (BPR) y la Boca del Carmen (BCA) (Fig. 1). La distribución y abundancia de las comunidades de peces en la Sonda de Campeche está enormemente influenciada por la Laguna de Términos y otros sistemas estuarinos adyacentes. Como sistema ecológico, nutricionalmente rico y físicamente controlado, la laguna, las bocas de conexión y la plataforma continental adyacente son habitats distintos.

En los estudios de ecología costera, el análisis de la alimentación y hábitos alimentarios de la macrofauna, es uno de los aspectos que más información ecológica proporciona sobre el ecosistema. Este tipo de información ecológica sugiere que deben seguirse ciertos pasos o etapas para abordar la progresión de la complejidad involucrada. Por ejemplo en el trabajo de Yáñez-Arancibia y Nugent (1977) se discute que los estudios de alimentación y hábitos alimentarios, proporcionan la información para describir en escalas de espacio y tiempo el espectro trófico de cualquier especie en particular. A su vez la integración de diversos espectros tróficos proporcionan los datos para la comprensión de la trama trófica o alimentaria de la comunidad. Si la trama trófica está cuidadosamente descrita, este tipo de estudio es el más cercano a entender de manera directa el flujo de la energía entre poblaciones heterogéneas dentro de la comunidad y la dinámica de ésta dentro del ecosistema.

En la zona costera, por la dinámica natural del necton, el papel ecológico de los peces en el ecosistema es diverso, por ejemplo en: 1) La transformación del potencial energético del detritus ya sea por: a) consumo directo, y/o por b) depredación sobre organismos detritívoros. De esa manera niveles tróficos superiores continúan la progresión de la cadena alimentaria iniciada a partir del detritus. 2) La

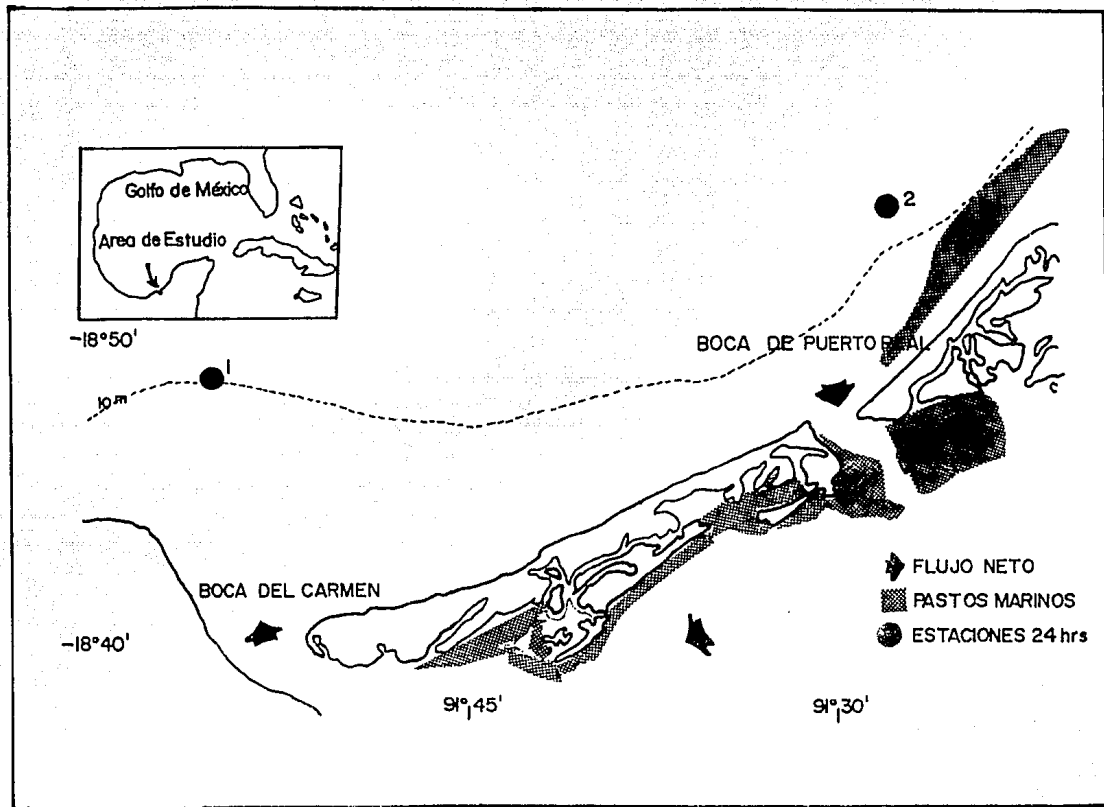


Fig 1. Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos. Se muestran las principales características fisiográficas y batimétricas del área. También se indica la localización de las estaciones de muestreo de los tres cruces de investigación realizados.

conducción de la energía de los niveles tróficos, de esa manera la energía es utilizable por a) otros peces, b) aves, y c) el hombre. 3) El intercambio de energía con ecosistemas vecinos por exportación de energía a través de: a) aves depredadoras, b) migración de peces adultos para desovar en el mar, c) peces que penetran a alimentarse y se retiran luego, y d) por pesca del hombre; además por importación de energía por a) peces que penetran a alimentarse y son capturados, adultos y juveniles, b) penetración de juveniles que utilizan el estuario como áreas naturales de crianza. Se han encontrado que más del 80% de los peces litorales utilizan los estuarios y lagunas costeras y/o sus áreas de influencia, en algún momento de su vida. 4) El almacenamiento de energía a través de peces juveniles que penetran al estuario y pasan gran parte de su vida allí completando una importante etapa de su desarrollo. Los estuarios y lagunas costeras representan ecosistemas donde se alimentan, protegen y crecen. 5) Por tratarse de poblaciones neotónicas, que se trasladan, entran y salen del estuario, cíclica o irregularmente, los peces juegan una situación de balance o de regulación energética del ecosistema. Estos cinco aspectos fueron planteados como hipótesis por Yáñez-Arancibia y Nugent (1977), y trabajos recientes han incidido directamente en estos planteamientos; por ejemplo: Ellis *et al.* (1979), Kitchel *et al.* (1979), Kerr (1982), Yáñez-Arancibia y Day (1982), Deegan y Thompson (1985), Yáñez-Arancibia *et al.* (1985a), Weinstein (1985), Yáñez-Arancibia (1985), y Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986).

Es evidente, que el desarrollo de estudios sobre las interacciones tróficas entre poblaciones y entre ecosistemas vecinos es importante para generar criterios de vinculación directa con evaluación y manejo de recursos. Por ejemplo, la alimentación y hábitos alimentarios indican: 1) las relaciones tróficas de las diferentes especies y aspectos del flujo de la energía en las comunidades costeras, 2) proporciona información de las interacciones depredador-presa o productor-consumidor y esto tiene relevancia particular con el ecosistema cuando existen otros grupos distintos de peces que también tienen importancia pesquera, como el camarón y 3) indica las relaciones ecológicas de los organismos lo que sirve para interpretar mejor la dinámica general de los sistemas costeros y sugerir recomendaciones para la administración adecuada de los recursos.

Por otra parte, esto es doblemente importante por generar información científica que pueda aplicarse en piscicultura costera (Yáñez-Arancibia, 1977) esto se refiere a que los requerimientos alimentarios de las especies determinan características a) autoecológicas, b) biocenóticas y c) fisiológicas propias para cada especie. Autoecológicas en el sentido de las adaptaciones morfológicas del aparato digestivo, además de la forma del individuo, sus métodos de capturar el alimento y sus horas de alimentación. Biocenóticas en el sentido de su papel ecológico dentro de la comunidad y su posición dentro de la trama trófica del ecosistema. Fisiológicas en relación a su capacidad enzimática de digestión, la tasa de absorción, periodicidad de alimentación, y la relación entre la absorción y una nueva ingestión de alimento.

En las costas tropicales de México, más del 75% de los peces son consumidores secundarios y, los

cambios en la estructura trófica de ellos, está en relación con la edad, la localidad (habitat), la disponibilidad de alimento, la época del año, o la hora del día. Estos peces son predominantemente demersales y tienen una amplia distribución en el ecosistema costero. La mayoría de ellos son importantes para determinar las características particulares de las comunidades de peces tropicales, y contienen mucha información ecológica debido a su alta diversidad, su abundancia numérica, su amplio espectro trófico y su especificidad de habitat para distintas etapas de su ciclo de vida (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a). Las ventajas adaptativas de los consumidores de segundo orden son bien conocidas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1986). Sin embargo, existe escasa literatura publicada sobre la relación competencia-depredación entre los camarones peneidos y los peces demersales. Mientras algunos peces pequeños pueden competir con el camarón por el espacio y el alimento, la mayor interacción biológica entre estos dos conjuntos faunísticos es sin lugar a dudas el hecho de que los peces se alimentan de camarón (Pauly y Mathews, 1986).

Planteamiento y Justificación

El sur del Golfo de México es un área importante para estudios ecológicos. Es una de las principales zonas pesqueras en México y una región de gran actividad petrolera y de desarrollo de infraestructura costera en general; particularmente la Sonda de Campeche frente a la Laguna de Términos es un ecosistema de gran productividad biológica y alta disponibilidad de alimento donde las estrategias reproductivas y alimentarias de los peces están muy relacionadas con los procesos físicos y biológicos de la región (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). En este sistema, los peces litorales utilizan las bocas de conexión entre la Sonda de Campeche y la Laguna de Términos como una zona de paso entre el estuario y la plataforma continental adyacente, donde las poblaciones nectónicas se trasladan hacia el interior o exterior de la laguna, regulando la estructura y el balance energético del ecosistema (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977). Aparentemente uno de los principales papeles ecológicos de los peces en el ecosistema, es controlar la estructura de algunas comunidades a través de la competencia y depredación, transporte de nutrientes y contribución al flujo energético conduciéndolo a través de las cadenas alimentarias entre los habitats hasta los límites del ecosistema (Yáñez-Arancibia, 1985). Estas hipótesis han recibido una gran atención en investigaciones de los últimos años sobre ecología del necton estuarino. Sin embargo, aún se requieren investigaciones y trabajos experimentales para precisar algunas generalizaciones. La ecología experimental de peces costeros es complicada dada la dificultad de manipulación y a que la variabilidad ambiental es difícil de lograr en condiciones controladas (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988).

Por otro lado, existen pocos estudios que se relacionen directamente con la ecología trofodinámica de peces en bocas de conexión estuario-mar, o acerca del papel de los peces juveniles marinos en este habitat. La zona de interacciones ecológicas entre la Sonda de Campeche en la plataforma continental y la Laguna de Términos en las aguas protegidas, es un excelente ecosistema para estudiar y entender

los efectos de depredación demersal sobre grupos importantes como los camarones peneidos. Como parte de una línea de investigación, el Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina (ICMyL-UNAM) ha desarrollado el proyecto UNAM-CONACyT: "Interacciones ecológicas estuario-mar en la región de la Laguna de Términos: fisicoquímica, contaminación, ecología trófica, modelos matemáticos y análisis del sistema y sus recursos bióticos", con clave PCECBNA-021925, enfatizando este tipo de estudio sobre la interacción ecológica estuario-plataforma en la región del Golfo de México.

Antecedentes

Recientemente se ha prestado atención a los patrones de distribución de las especies estuarinas en función de las relaciones depredador-presa dentro de un ecosistema. Convencionalmente, se atribuye la estructura de la comunidad a cuatro parámetros: depredación, competencia, distribución y heterogeneidad espacial. La depredación puede ser una importante fuerza evolutiva en la estructuración de una comunidad de peces, la opción de escoger un habitat por parte de una especie dada parecería estar íntimamente relacionada con las tramas tróficas así como con la repartición de recursos (Weinstein, 1985).

Las bocas de conexión entre la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche, por sus características ambientales (BCA con influencia estuarina, y BPR con influencia marina), representan un excelente ecosistema para estudiar y entender las interacciones estuario-plataforma y en particular la depredación demersal sobre grupos comercialmente importantes como los camarones peneidos. En la región de Tabasco a Yucatán es bien conocida la importancia del recurso camaronero así como la alta diversidad ictiofaunística demersal (Klima *et al.*, 1987). En esta región, la comunidad de peces está constituida por más de 350 especies que se encuentran ocasional, estacional o permanentemente en el sistema. De éstas, se han definido tanto por su abundancia numérica y en peso como por su elevada frecuencia en las capturas un grupo de 56 especies que son consideradas como dominantes o típicas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). El estudio de estas especies dominantes es fundamental para entender la biología demersal costera tropical y la dinámica de las poblaciones y comunidades. De este grupo de especies, para el presente estudio de alimentación, se seleccionaron dos cuyos comportamientos permiten efectuar comparaciones. Tales especies son *Polydactylus octonemus* y *Lutjanus synagris* (Fig. 2a y b).

Polydactylus octonemus y *Lutjanus synagris* son componentes demerso-pelágicos de la comunidad demersal. Gregarios y eurihalinos; la primera especie es frecuente en aguas someras y salobres, mientras que la segunda es de profundidades intermedias y aguas claras. Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986) las consideran comunes de aguas someras, marinas y estuarinas en diversas áreas del Golfo de México. Son frecuentes en fondos fangosos. Al sur del Golfo de México, en la región de la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche, estas especies han sido reportadas como dominantes. Ambas especies también

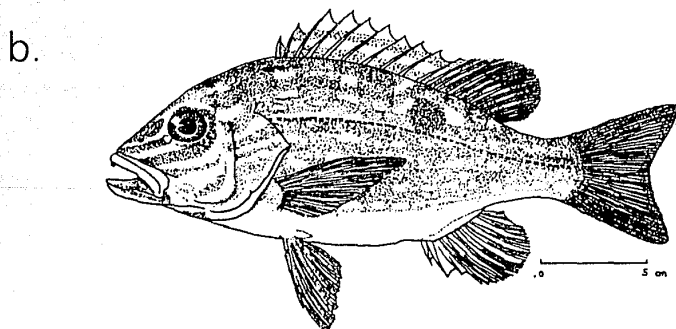
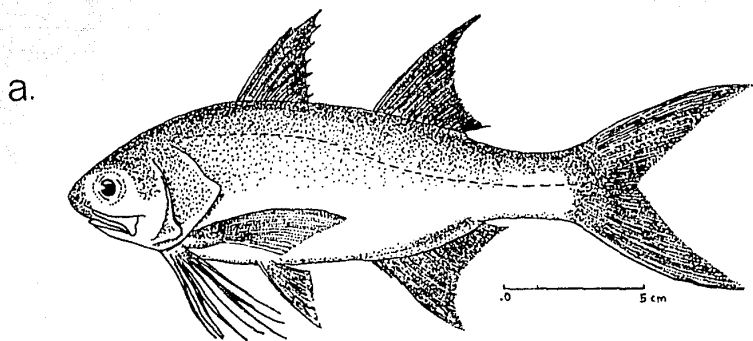


Fig 2. a) *Polydactylus octonemus* y b) *Lutjanus synagris*. Tomadas de FAO Species Identification Sheets (Fischer, 1978)

se encuentran como visitantes ocasionales o cíclicos de varios de los subsistemas de la Laguna de Términos y por lo tanto son claves para la realización de un estudio trófico que implica la interacción del sistema estuario-plataforma.

Polydactylus octonemus (Girard, 1858), con los nombres vulgares de "ratón", "barbudo" y "ochobarbas" (Fig. 2a), se distribuye desde Massachussets hasta la Florida y toda la costa del Golfo de México, las Antillas, Mar Caribe y hasta Brasil (Fischer, 1978; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). Fischer (1978) establece que *P. octonemus* es una especie demersal, se alimenta en fondos fangosos o arenosos, y dado su espectro trófico es considerada como un consumidor de segundo orden. Se le encuentra a profundidades que van desde los 11 a los 54 metros, y alcanza una talla promedio de 105-252 mm. Para la Sonda de Campeche Yáñez-Arancibia *et al.* (1985a) consideran a esta especie como dominante, con una amplia distribución y alta frecuencia de aparición en las capturas, por lo que su potencial pesquero es elevado; sin embargo, es un recurso que se explota eventualmente por lo que el consumo humano es ocasional en forma de harinas o de pulpa. Pocos son los estudios sobre la biología de esta especie. Gunter (1945) reporta que la reproducción de *P. octonemus* aparentemente tiene lugar fuera de la línea de costa a fines del invierno y principios de la primavera, y Chittenden y McEachran (1976) calculan que el promedio de vida de esta especie es de un año. Acerca de la alimentación y hábitos alimentarios de *P. octonemus*, Aburto y Santes (1987) para las costas de Veracruz, México, reportaron que se alimenta principalmente del meiobentos.

Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758), con los nombres vulgares de "pargo", "biajaiba" y "mordedor de callejón" (Fig. 2b). Se distribuye desde Carolina del Norte, las Bermudas, la Florida, Golfo de México, las Antillas, oeste del Mar Caribe hasta Brasil (Fischer, 1978; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). *L. synagris* es un consumidor de tercer grado y es una especie común en las aguas demersales en la Sonda de Campeche no obstante sus hábitos pelágicos, reportada como abundante con una elevada frecuencia de captura y amplia distribución en el área de estudio, es un recurso muy explotado el cual se consume fresco (Druzhinin, 1970; Reshetnikov y Claro, 1975; Dumas *et al.*, 1979; Claro, 1981; Ayala-Pérez, 1984; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985a). Se le captura en profundidades que oscilan entre los 11 y 43 metros registrándose un rango de talla de 95-337 mm (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985b). En cuanto a la biología de esta especie, Reshetnikov y Claro (1975) reportan que las hembras de *L. synagris* crecen con mayor rapidez que los machos y viven más tiempo, entre los 6 y 7 años, alcanzando la madurez sexual entre los 2 y 3 años de vida. Druzhinin (1970) y Dumas *et al.* (1979) establecen que el periodo de desove es de marzo a septiembre. En cuanto a los estudios sobre alimentación Fischer (1978) y Ayala-Pérez (1984) para las costas del Golfo de México reportan una marcada preferencia por diferentes organismos del medio y macrobentos.

El camarón es uno de los recursos pesqueros fundamentales del país ya que representa una fuente importante de divisas y proporciona empleos para un sector de la población pesquera. En el Golfo de México, el recurso está compuesto por varias especies entre las cuales destacan el camarón rosado *Penaeus duorarum*, el camarón café *P. aztecus*, y el camarón blanco *P. setiferus*, quienes por su talla y volumen de captura constituyen las especies comerciales más importantes. *P. setiferus* se distribuye desde Punta Frontera, Tabasco hasta la Boca de Puerto Real en la Laguna de Términos. *P. aztecus* tiene una distribución muy densa entre la Punta Frontera, Tabasco y el noreste de la Boca de Puerto Real. *P. duorarum* se distribuye al oeste de la Sonda de Campeche. Aunque las tres especies conviven en una amplia zona existen claras diferencias en la distribución batimétrica con las dos especies anteriores. *P. setiferus* se encuentra generalmente cercano a la costa a bajas profundidades sobre sustratos de lodo o arena-lodo (Gracia, 1989).

Chittenden y McEachran (1976), y Soto y Gracia (1987) señalan para la Sonda de Campeche que las concentraciones más altas de *P. setiferus* se localizan en las zonas influenciadas por las descargas fluviales del sistema Grijalva-Usumacinta y frente a la Boca del Carmen en la Laguna de Términos. La utilización diferencial de manera espacio-temporal de la laguna por las tres especies atenúa las posibles interacciones competitivas y permite el establecimiento de las fases estuarinas del ciclo de vida de estos peneidos. Así, dichas fases para *Penaeus duorarum* se establecen preferencialmente en los ambientes de influencia marina en la Laguna de Términos sobre sustratos cubiertos principalmente por *Thalassia testudinum*. *P. setiferus*, aunque coexiste temporalmente con *Penaeus duorarum*, presenta una exclusión, ya que se establece en sustratos limo-arcillosos del área suroeste de la laguna y subsistemas lagunares adyacentes que reciben la descarga directa de los ríos. Hildebrand (1954) reporta la distribución de *P. aztecus* al noreste de la Sonda de Campeche, y Gracia (1989) establece que se distribuye en la misma zona que *P. setiferus*, sólo que la mayor abundancia se presenta en el interior de la laguna en un periodo corto (dos meses), cuando la población de *P. setiferus* disminuye en número. Las postlarvas planctónicas de *P. setiferus* constituyen un alto porcentaje (47-80%) de las que entran a la laguna; entre las cuales se encuentran los géneros *Penaeus* (*P. setiferus*, *P. duorarum*, *P. aztecus*), *Trachypenaeus*, *Sicyonia* y *Xiphopenaeus*. En la Boca del Carmen las postlarvas de *P. setiferus* también predominan sobre otros peneidos durante el proceso de inmigración y el número de organismos que entran es mayor con respecto a la Boca de Puerto Real. *P. setiferus* presenta un patrón de inmigración variable con tres máximos de abundancia durante el período anual (junio-julio, noviembre y enero).

Hipótesis

La hipótesis que se plantea en este trabajo en base a los antecedentes descritos es: "Si entre las comunidades de peces de la Laguna de Términos y de la Sonda de Campeche existe una activa interrelación y mutua dependencia, entonces las bocas de conexión de Puerto Real y del Carmen presentan una intensa utilización e intercambio de organismos por parte de estas comunidades. Si éste intercambio de poblaciones se encuentra estrechamente relacionado con procesos físicos que modulan el componente biológico de las bocas, entonces la conducta alimentaria de las comunidades de peces será diferente en ambas bocas y variará con la hora del día así como con la época del año. Las diferencias biológicas serán el reflejo de las adaptaciones y estrategias de comportamiento específico para procesos diferentes".

La estrategia utilizada para la determinación de las interrelaciones entre las comunidades de peces de la Sonda de Campeche y la Laguna de Términos, comprende un diseño de muestreo específico para ambas bocas de conexión de la laguna, cubriendo ciclos nictimerales en las diferentes épocas climáticas.

Objetivos

1. Establecer la alimentación y hábitos alimentarios de las especies dominantes de *Polydactylus octonemus* y *Lutjanus synagris*, frente a las bocas de conexión entre la laguna de Términos y la Sonda de Campeche.
2. Determinar la cronología alimentaria de las especies *P. octonemus* y *L. synagris* y las variaciones estacionales en la disponibilidad de grupos tróficos.
3. Implementar la metodología que cuantifique la depredación del camarón por parte de las especies seleccionadas relacionándola con los cambios temporales.
4. Precisar la magnitud de la depredación de estas dos especies sobre las comunidades de camarón peneido, estimando la biomasa por estrato en el área de estudio.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en las bocas de conexión de Puerto Real ($10^{\circ} 55'N$ y $91^{\circ} 29'W$) y del Carmen ($18^{\circ} 48'N$ y $91^{\circ} 57'W$) en el extremo oriental de la Plataforma Continental interna de la Sonda de Campeche, frente a la Laguna de Términos. La descripción ambiental del área ha sido discutida en los trabajos de Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1983) y Yáñez-Arancibia *et al.*, (1983) (Fig. 1).

En la región de estudio el clima es predominantemente cálido subhúmedo. Por su localización tropical, no presenta una fuerte variación estacional, sin embargo, Yáñez-Arancibia y Day (1982) sugieren tres épocas climáticas en relación a la precipitación, frecuencia de vientos y temperatura del aire. Estas épocas son: la época de lluvias de junio a septiembre, la época de nortes de octubre a enero y la época de secas de febrero a mayo.

En general el patrón de corrientes determina que la dinámica de las aguas neríticas contribuye a determinar en el área de estudio una alta complejidad ambiental. El aporte de aguas epicontinentales y estuarinas, propias de la zona costera y las corrientes litorales son los principales factores que la caracterizan hidrológicamente (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1983). A través de la boca del Carmen existe un flujo neto de agua de la Laguna de Términos a la plataforma continental adyacente, sucediendo el efecto contrario en la boca de Puerto Real (Graham *et al.*, 1981).

En la plataforma continental interna, la dirección e intensidad de la circulación costera cambia estacionalmente, así como la temperatura y la radiación que recibe, estableciéndose un gradiente fisicoquímico semipermanente de salinidad, pH, oxígeno disuelto y materia orgánica, muy relacionado al intercambio con la laguna a través de sus bocas de conexión. Estos procesos aunados a la distribución de los sedimentos en la plataforma continental determinan la existencia de dos hábitat o subsistemas ecológicos claramente delimitados, denominados Zona A frente a la boca del Carmen y la Zona B frente a la boca de Puerto Real (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1983).

Boca del Carmen. Está localizada en la zona A de la Sonda de Campeche con características principalmente salobres debido al flujo neto del agua dulce proveniente de los sistemas fluvio-lagunares reflejándose en esta zona por los siguientes parámetros: aguas turbias (transparencia 7-42%), sedimento limo-arcilloso con 10% a 16% de $CaCO_3$ y alto contenido de materia orgánica (10%), pH de 6.5 a 8.4, salinidad superficial de 35 a 37 ppm., temperatura superficial de 22.8 a 27.7 C, y temperatura de fondo de 23.3 a 28 C. La topografía y patrón sedimentario están fuertemente afectados por las corrientes, en la Boca del Carmen se presenta un delta de sedimentos en el exterior de la laguna hacia la plataforma continental, sin vegetación aparente, encontrándose próximo a la Isla del Carmen un canal de 13.5 metros que se dirige hacia el mar. Durante las épocas de lluvias y nortes, predominan las condiciones

salobres, mientras que en época de secas, las condiciones oceánicas son dominantes. La vegetación terrestre está compuesta en su mayoría por manglares (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983).

Boca de Puerto Real. La Boca de Puerto Real se localiza en la parte este de la Laguna de Términos frente a la zona B de la Sonda de Campeche, de características principalmente marinas, debido al flujo neto de entrada de aguas que provienen del Golfo de México. Esta zona típicamente marina presenta los siguientes parámetros: aguas transparentes (transparencia 53-99 %), presencia de vegetación acuática compuesta de pastos marinos y macroalgas, sedimentos arenosos con 70 % a 90 % de CaCO_3 y bajo contenido de materia orgánica, salinidad superficial y de fondo de 35.7 a 37.2 ppm, temperatura superficial de 21.1 a 28.8 °C y de fondo 24.2 a 28.1 °C. En la boca de Puerto Real se presenta un delta hacia el interior de la laguna, con un canal principal de circulación hacia el Este, caracterizándose por la presencia de praderas de pastos marinos (*Thalassia testudinum*). La vegetación costera emergente en el área se compone principalmente de manglares y plantaciones de cocos, así como de hierbas que crecen sobre la playa. La vegetación sumergida consiste principalmente de *Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii*, y *Syringodium filiforme*, así como de macroalgas, los sedimentos incluyen material orgánico y no-clástico (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983).

Los parámetros ambientales en ambas bocas de conexión, generalmente muestran un patrón estacional similar. Sus fluctuaciones están relacionadas con los cambios climáticos característicos de cada estación. Los valores más altos se toman durante el final de la época de secas y al comienzo de la época de lluvias, cuando la turbidez se incrementa debido al aporte de materia orgánica y partículas en suspensión por parte de los ríos, ocasionando además un importante decremento en la salinidad, la temperatura y la transparencia. Este decremento alcanza su valor mínimo durante la época de nortes, cuando los fenómenos antes citados se intensifican. Los vientos del norte alcanzan mayores velocidades repercutiendo en el patrón de circulación y en el régimen hidrológico de la laguna (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1983).

MATERIAL Y METODOS

Actividades de Campo

Frente a cada una de las bocas de conexión entre la Laguna de Términos y la Plataforma Continental adyacente, se localizó una estación fija de muestreo sobre la isobata de los 10 metros. En estas estaciones se realizó una serie de tres muestreos estacionales a bordo del B/O "Justo Sierra", realizándose un ciclo nictemeral en cada boca para cada una de las tres épocas climáticas de la región, definidas por Yáñez-Arancibia y Day (1982) de la siguiente manera:

1. Crucero IMECO-PILOTO (Investigaciones Multidisciplinarias sobre los efectos contaminantes de la Bahía de Campeche, febrero de 1984, época de secas).
2. Crucero ECOESMAR-I (Ecología Estuario-Mar, enero de 1985, época de nortes).
3. Crucero ECOESMAR-II (Ecología Estuario-Mar, septiembre de 1985, época de lluvias)

cada ciclo de 24 horas consistió en realizar cada cuatro horas una colecta de peces, usándose una red de arrastre camaronesa (tipo comercial). Antes de cada arrastre se realizó una revisión del tipo de fondo a través de ecorregistros. En cada estación se registraron datos de temperatura, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto, tipo de sedimento y pH.

Las colectas fueron procesadas a bordo según la descripción metodológica propuesta por Sánchez-Gil y Yáñez-Arancibia (1985), de acuerdo a los siguientes pasos principales: a) la separación de los grupos taxonómicos principales, b) identificación taxonómica de las especies, c) cuantificación del número de individuos de cada especie, su peso total y rango de longitud, d) preparación de la muestra para su traslado al laboratorio.

Actividades de Laboratorio

La posición taxonómica de las especies fue determinada utilizando los trabajos de Cervigon (1966), Randall (1968), Pérez-Farfante (1970), Gallaway *et al.* (1972), Topp y Hoff (1972), Franks *et al.* (1972), Castro-Aguirre (1978) y Fischer (1978) entre otros que conforman la literatura clásica para el Golfo de México. Esto se complementó con las claves elaboradas en el Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, y las colecciones de referencia depositadas en este mismo laboratorio.

Selección del material de estudio

A través del análisis de la distribución, frecuencia relativa y abundancia, tanto en número como en peso de cada especie, se determinaron las especies de peces típicas o dominantes de esta región para cada una de las épocas climáticas (Espinosa Fajardo, 1987). Para la realización de los objetivos de ésta

tesis, tomando en consideración los espectros tróficos y los hábitos alimentarios, se seleccionaron dos de estas especies dominantes: *Polydactylus octonemus* que comprendió el 13.08% en número y el 17.38% en peso de la captura total, y *Lutjanus synagris* que comprendió el 13.88% en número y el 15.26% en peso de la captura total. Estas dos especies presentan hábitos alimentarios y comportamiento contrastantes.

De estas especies se examinaron un total de 793 estómagos de la siguiente manera: de *Polydactylus octonemus* se revisaron 350 estómagos de los cuales 221 tuvieron alimento. De *Lutjanus synagris* se revisaron 448 estómagos de los cuales 228 contienen alimento. La distribución de individuos y de estómagos llenos por época climática y por boca de conexión se encuentran en la Tabla 1.

Examen de los estómagos

El análisis de los estómagos se hizo siguiendo el criterio de Laevastu (1971). El grado de llenado de los estómagos se determinó mediante la aplicación de un índice empírico de repleción gástrica:

FASES REPLEXION	LLENADO DEL ESTOMAGO
I Lleno	mayor a 3/4 Capacidad total
II Medio Lleno	3/4 a 1/4 Capacidad total
III Vacío	menor a 1/4 Capacidad total

Para las fases de digestión del contenido estomacal se siguió un criterio empírico que consideró tres fases (Laevastu, 1971):

Fases de Digestion:

FASE 1. Material recién ingerido. Aún no se inicia el proceso de digestión. Las presas pueden ser fácilmente identificadas.

FASE 2. Digestión avanzada. La digestión ya iniciada hace que muchas de las estructuras de las presas se hayan destruído, por lo que su identificación es sólo parcial.

FASE 3. Digestión terminada. El contenido estomacal está completamente digerido e irreconocible.

Todos los contenidos estomacales se analizaron con la ayuda de un microscopio estereoscópico, identificando cada grupo alimenticio hasta el nivel taxonómico que fue posible.

Para este examen Yáñez-Arancibia (1975) y Hyslop (1980) han discutido varios métodos para analizar el contenido estomacal de los peces. Para *P. octonemus* y *L. synagris* se eligieron los métodos de a) frecuencia, b) gravimétrico, c) numérico y d) los índices de importancia relativa (IIR y IRI) de cada grupo trófico.

a) Método de Frecuencia: éste método señala la periodicidad y/o preferencia con que son ingeridos

Tabla 1. Relación de la Distribución de Individuos de Polydactylus octonemus y Lutjanus synagris por Epocas Climáticas y por Localidad en la Plataforma Continental Adyacente.

Polydactylus octonemus

EPOCA	No. IND	EST.LL	T A L L A			B C A		B P R	
	Total	Total	(mm)			No.Ind.	Est.LL	No.Ind.	Est.LL
SECAS	29	22	87	---	241	17	16	12	6
NORTES	120	96	91	---	249	95	65	25	21
LLUVIAS	201	113	139	---	241	159	76	42	37
	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TOTAL	350	221	87	---	249	271	157	79	64

Lutjanus synagris

EPOCA	No. IND	EST.LL	T A L L A			B C A		B P R	
	Total	Total	(mm)			No.Ind.	Est.LL	No.Ind.	Est.LL
SECAS	167	66	65	---	356	0	0	167	66
NORTES	102	53	56	---	252	2	2	100	51
LLUVIAS	179	109	46	---	219	89	44	90	65
	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TOTAL	448	228	46	---	356	91	46	357	182

BCA = Boca del Carmen, BPR = Boca de Puerto Real, No.Ind. = Numero de individuos, Est.LL = Estomagos con alimento analizados.

ciertos alimentos.

$$f = ne / Ne (100) \quad \dots(1)$$

donde f es la frecuencia porcentual de aparición de un tipo de alimento, ne es el número de estómagos con un tipo de alimento, y Ne es el número de estómagos total con alimento examinados.

b) Método Gravimétrico: es la medición de la masa de organismos utilizando una balanza. El peso se determinó como húmedo (Glenn y Ward, 1968).

$$W = we / We (100) \quad \dots (2)$$

donde W es el porcentaje en peso húmedo de un grupo de alimento particular, we es la suma del peso de éste grupo en todos los estómagos, y We es la suma del peso del contenido estomacal de todos los estómagos. Para el presente trabajo se utilizó peso en fijador (húmedo).

c) Método Numérico: se estima el número de individuos en cada categoría para todos los estómagos y el total se expresa como una proporción o bien un porcentaje del total de individuos en todas las categorías tróficas.

$$N = nee / Nee (100) \quad \dots (3)$$

donde N es el porcentaje numérico de un grupo trófico dado, nee es la suma de los elementos de éste grupo en todos los estómagos, y Nee es la suma de los elementos de los grupos tróficos en todos los estómagos.

d) Índice de Importancia Relativa: cuantifica la importancia relativa de determinado grupo trófico dentro del espectro trófico de cada especie, que relacione los parámetros más importantes en el estudio de la alimentación de los peces que ingieren organismos y partículas de diferente tamaño.

En base a esto, Pinkas *et al.* (1971), incorporan el porcentaje por número (N), peso (W) y frecuencia de aparición (f) en la fórmula:

$$IRI = (\%N + \%W) \%f \quad \dots (4)$$

Yáñez-Arancibia *et al.* (1976) define el índice de importancia relativa de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$IIR = \%f \times \%W / 100 \quad \dots (5)$$

donde IIR representa el índice de importancia relativa que tiene cada grupo trófico en particular, f representa la frecuencia o porcentaje de ocurrencia, y W representa el porcentaje de peso del alimento ingerido.

Este índice, es una relación matemática para cuantificar la importancia relativa de determinado grupo trófico dentro de la alimentación de cada especie. Relaciona la frecuencia y el peso del alimento por

ser los parámetros más importantes dentro de la alimentación de los peces y descarta el parámetro numérico para evitar errores de interpretación energética, ya que da la misma importancia a organismos pequeños y grandes.

La combinación de IIR, f y W permite graficar el espectro trófico combinado en un cuadrante graduado, quedando delimitado por el porcentaje gravimétrico, de frecuencia y evaluado por el índice de importancia relativa en relación a tres cuadrantes (Fig. 3):

Cuadrante I (ABCD). Zona de grupos tróficos accidentales o circunstanciales. Está definido por el rango combinado de frecuencia y peso de 0 a 20 % que representa grupos tróficos de baja importancia se define el rango de 0 a 10 %, que son grupos de importancia relativa baja.

Cuadrante II (DEFG). Zona que define los grupos tróficos secundarios presentando un rango combinado de peso y frecuencia de 20 a 40 % que representa grupos tróficos de importancia secundaria y un rango para el índice de importancia relativa de 10 a 40 % siendo grupos de importancia relativa secundaria.

Cuadrante III (HIJK). Zona de grupos tróficos preferenciales siendo determinados por un rango combinado de peso y frecuencia de 40 a 100 %.

Cronología alimentaria

Para determinar la cronología alimentaria de las especies estudiadas, se graficó la proporción de los estómagos llenos en relación al total de estómagos analizados para cada hora de muestreo. A lo largo del ciclo nictimeral tanto por época del año como por boca de conexión.

Estimación de la Fracción de Camarón Consumida

Para obtener la proporción de camarón consumida por parte de las especies seleccionadas, se implementó la metodología propuesta por Pauly y Mathews (1986) la cual comprendió varios pasos de acuerdo a la siguiente fórmula:

Proporción del camarón en la dieta del pez

$$= B \times Q/B \times \%Wc \quad \dots (6)$$

donde **B** es la media de la biomasa anual del pez, **Q/B** es el consumo anual de alimento por unidad de biomasa del pez, y **Wc** es el peso porcentual de la fracción anual de camarón consumida por el pez. Para el cálculo de cada uno de los parámetros definidos se siguió la metodología descrita a continuación:

Biomasa Media Anual del Pez (B)

Se obtuvo utilizando la metodología referente a "muestras ponderadas de captura por esfuerzo y en biomasa" propuesto por BURMA por Pauly (1984), la cual comprende cinco etapas:

a) Estimación de los parámetros "a" (peso al tiempo cero) y "b" (tasa instantánea de crecimiento) de la relación longitud-peso de la fórmula (Pauly, 1983):

$$W = a L^b \quad \dots (7)$$

b) De la relación longitud/peso (L/W) se estimó el peso que corresponda al límite inferior y al límite superior de cada clase de longitud.

c) De la estimación de los pesos correspondientes a los límites inferior y el límite superior de cada clase de longitud, se determinó la media del peso del pez.

d) Cada una de las medias de los pesos se multiplicó por su correspondiente frecuencia.

e) La suma de las medias de los pesos obtenida del inciso (d), representa el peso de la muestra (Ws). Esta se multiplica por el número de peces de la muestra para obtener la biomasa media anual del pez.

Consumo Anual de Alimento por Unidad de Biomasa del Pez (Q/B)

Pauly (1987 y 1989), propone un índice para determinar el nivel metabólico en peces basados en el modelo:

$$Q/B = T^{0.61} \times AR^{0.52} / 1.2 W^{-0.02} \quad \dots (8)$$

donde T es la temperatura (22 °C), W es el peso máximo de la especie (como se define en la fórmula de von Bertalanffy) dentro de la muestra. Los valores de W que se utilizaron, obtuvieron sustituyendo en la fórmula (7) la longitud máxima registrada en la literatura y en la población muestreada. AR es el índice del nivel de actividad de un pez, el cual mide el área de la aleta caudal del pez y caracteriza el modo de nadar de éste (Fig. 4). Esto se obtuvo con la siguiente fórmula propuesta por Pauly *et al.* (1987), Palomares (1987), y Pauly y Palomares (1987):

$$AR = h^2 / s \quad \dots (9)$$

donde h es la altura y s es el área de la aleta caudal. Un valor alto de AR indica que el pez es un nadador rápido y continuo, y por el contrario un valor bajo de AR indica que el pez es un nadador lento y ocasional.

Fracción del Peso de Camarón en la Dieta

Se obtuvo a partir de la suma de los pesos de las fracciones en porcentaje de peso de camarón en cada época del año y en cada boca de conexión para cada especie.

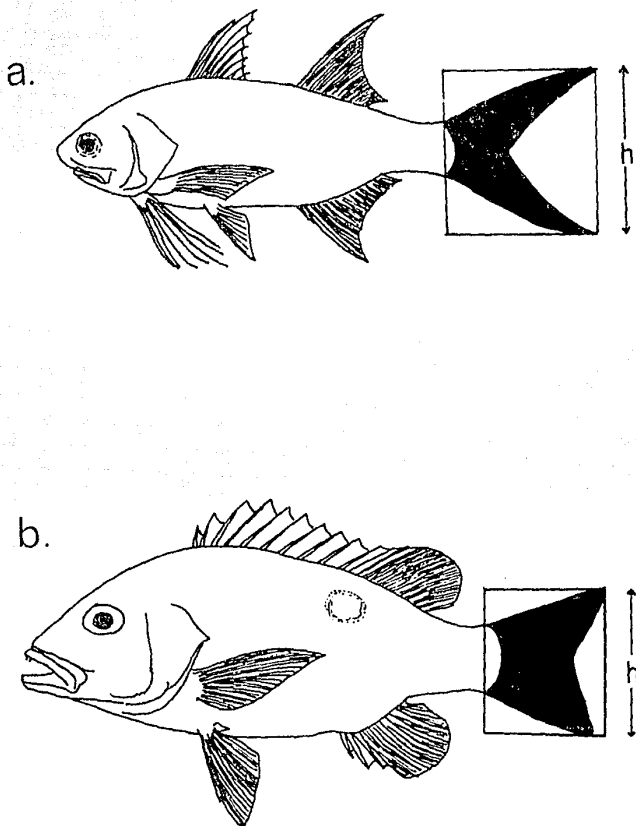


Fig 4. Definición del área de la Aleta Caudal de las especies a) *Polydactylus octonemus*, y b) *Lutjanus synagris*. Según Pauly y Palomares (1988).

RESULTADOS

Alimentación y Hábitos alimentarios

Polydactylus octonemus

Se colectó un total de 350 individuos distribuidos por épocas y por bocas de la siguiente manera: **Epoca de Secas** con 29 individuos, 17 en la boca del Carmen y 12 en la boca de Puerto Real. **Epoca de Nortes** con 120 individuos, 95 en la boca del Carmen y 25 en la boca de Puerto Real. **Epoca de Lluvias** con 201 individuos, 159 en la boca del Carmen y 42 en la boca de Puerto Real (Tabla 1). Se analizaron un total de 221 estómagos llenos, distribuidos por épocas y por bocas de la siguiente manera: **Epoca de Secas** con 22 estómagos, 16 en la boca del Carmen y 6 en la boca de Puerto Real. **Epoca de Nortes** con 86 estómagos, 65 en la boca del Carmen y 21 en la boca de Puerto Real. **Epoca de Lluvias** con 113 estómagos, 76 en la boca del Carmen y 37 en la boca de Puerto Real (Tabla 1).

Diversidad de los Grupos Tróficos

El espectro trófico de esta especie está constituido por catorce grupos tróficos, variando de acuerdo a la época del año y a la localidad de la siguiente manera:

GRUPO TROFICO	EPOCAS CLIMATICAS					
	SECAS		NORTES		LLUVIAS	
	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR
CAMARONES (CAM)	x		x	x	x	x
CARIDEOS (CAR)		x	x	x	x	x
LARVAS INVERTEBRADOS (LAR)			x	x	x	x
HUEVOS INVERTEBRADOS (HUE)			x			x
CANGREJOS (CAN)			x	x	x	x
RESTOS CRUSTACEOS (REST. CRUST)	x	x	x	x	x	x
RESTOS CAMARONES (REST. CAM)			x	x	x	x
PERACARIDOS (PER)		x	x		x	
ANFIPODOS (ANF)		x		x	x	
POLIQUETOS (POL)		x	x		x	
PECES (PEC)	x	x	x	x	x	x
ESCAMAS (ESC)	x			x		x
MATERIA DIGERIDA (MAT DIG)		x				
BIVALVOS (BIV)		x				x
TOTAL	5	8	10	9	10	10

Análisis de Frecuencia del Alimento

Los valores más altos de frecuencia de aparición en la boca del Carmen (BCA) los presentaron los restos de crustáceos, camarones y carideos en las épocas de secas y lluvias; y en la época de nortes el valor más alto lo tuvieron los poliquetos. Mientras que para la boca de Puerto Real (BPR), los camarones y los restos de crustáceos representaron el valor más alto de frecuencia para las épocas de nortes y lluvias. El valor más alto en la época de secas lo presentaron los poliquetos (Tablas 2a, b, y c; Figs. 5 a-f).

Análisis Gravimétrico

Los grupos con los valores más altos de porcentaje en peso para la boca del Carmen fueron los camarones y peces para la época de secas, los camarones y poliquetos para la época de nortes y los restos de crustáceos y restos de camarones para la época de lluvias. En la boca de Puerto Real para las épocas de nortes y lluvias, los camarones y restos de camarones tuvieron los valores más altos, mientras que para la época de secas los carideos fueron los de mayor porcentaje (Tablas 2a, b, y c; Figs 6 a-f).

Análisis Numérico

En la boca del Carmen el mayor número de individuos por grupo trófico lo tuvieron los camarones y carideos en las tres épocas del año. De manera particular se observó un número significativo de peces en la época de secas, de larvas en la época de nortes y de anfípodos y huevos en la época de lluvias. En la boca de Puerto Real las larvas representaron un número considerable en las épocas de secas y nortes. De manera particular también los camarones y carideos tuvieron valores altos en las épocas de nortes y lluvias para la misma boca (Tablas 2a, b y c).

Índice de Importancia Relativa IRI = $F(N + G)$

Se observó que los grupos alimentarios con los valores más altos en la boca del Carmen para la época de secas fueron los camarones y los peces, en la época de nortes los poliquetos y en la época de lluvias los restos de crustáceos. Mientras que en la boca de Puerto Real, para las tres épocas del año, los camarones, carideos, restos de crustáceos y restos de camarones son los grupos con mayor importancia relativa (Tablas 2a, b y c; Figs. 7 a-f).

Índice de Importancia Relativa IIR = $F(G) / 100$

En la boca del Carmen los grupos que resultaron preferenciales en la dieta del pez fueron, en la época de secas los camarones y los peces, en la época de nortes los poliquetos y los restos de crustáceos (aunque los otros grupos presentes tuvieron también valores altos), y en la época de lluvias los restos de crustáceos fueron los más importantes. Mientras que en la boca de Puerto Real los camarones y restos de crustáceos fueron los grupos tróficos con más importancia en las épocas de nortes y lluvias, en la época de secas los carideos (Tablas 2a, b y c; Figs 8 a-f).

Tabla 2. Analisis de la Alimentacion por Grupos Tróficos de *Polystoechilus octonemus* por Epocas Climaticas y por Localidad

a. EPOCA DE SECAS

GRUPO TRÓFICO	FRECUENCIA		% PESO		IIR		% NUMERO		IRI	
	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR
CAWARON	50		37.3039		108.6519		90		18.65195	
CARIDEOS	16.6667		86.4923		14.70941		0.2929		14.41551	
LARVAS INVERTEBRADOS							99.589			
HUEVOS INVERTEBRADOS	16.6667		7.3924		1.232069				1.232069	
RESTOS CRUSTACEOS	42.5	18.75	5.4489	1.6912	3.400562	0.3171			3.400562	0.3171
RESTOS CAWARONES	12.5		2.437		0.312125				0.312125	
PERICARIDOS	16.6667					0.029		0.029		
ANFIPODOS	16.6667		4.106		0.742834		0.0505		0.654334	
FOLIVUETOS	30.3333						*			
PECES	18.75	16.6667	54.7583	0.1532	10.26710	0.054533		0.029	10.26710	0.025533
ESCAMAS	6.25						10			
MATERIA DIGERIDA					0.1182					
RIVALVOS	16.6667		0.0462		0.007760					0.007760

No. TOTAL DE INDIVIDUOS CON ESTOMAGOS LLENOS = 22

BCA = 16 BPR = 6

b. EPOCA DE NORITES

GRUPO TRÓFICO	FRECUENCIA		% PESO		IIR		% NUMERO		IRI	
	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR
CAWARON	19.5	85.7143	22.4784	46.0714	36.59798	48.37863	32.2147	14.566	4.383288	34.31263
CARIDEOS	29.2998	52.3809	12.9075	17.3936	52.43973	53.20502	48.657	44.094	3.781734	9.111028
LARVAS INVERTEBRADOS	21.5385	38.0952	1.3947		12.96739	36.480	12.667	36.482	0.360397	
CAWAROS	24.6124	38.0952	1.9034	2.8362	5.585529	2.917075	5.117	1.837	0.468529	1.630075
RESTOS CRUSTACEOS	36.9221	85.7143	13.3823	22.2003	4.941160	19.02883			4.941160	19.02883
RESTOS CAWARONES	16.9221	4.7619	6.758		1.143663				1.941363	
ESTOMATÓPODOS	3.0769	4.7619	0.217	0.629	0.174376	0.292452	0.1677	0.2625	0.006676	0.029952
PERICARIDOS					0.1443					
ANFIPODOS						0.2625	0.0808	0.2625		
ISOPODOS	47.6923		38.8209		19.26958		0.755		18.51458	
FOLIVUETOS	6.1538	33.3333	2.1076	16.5088	0.465197	6.527227	0.3355	1.0498	0.129697	5.502927
PECES										
ESCAMAS					0.2571		1.492471		1.4425	0.048971

No. TOTAL DE INDIVIDUOS CON ESTOMAGOS LLENOS = 86

BCA = 65 BPR = 21

c. EPOCA DE LLUVIAS

GRUPO TRÓFICO	FRECUENCIA		% PESO		IIR		% NUMERO		IRI	
	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR
CAWARON	23.6842	91.8919	3.1785	46.778	19.96280	78.43419	19.21	35.449	0.752602	42.98519
CARIDEOS	32.8947	64.8648	3.6593	14.4991	36.74800	63.99181	35.541	54.437	1.207065	9.404812
LARVAS INVERTEBRADOS	1.3158									
HUEVOS INVERTEBRADOS	1.3158		0.0133		16.77717		16.777		0.000175	
CAWAROS	18.4211	16.2162	1.8626	0.1504	0.731111	1.964389	0.363	1.94	0.342111	0.024389
RESTOS CRUSTACEOS	61.8421	21.6216	47.7659	5.3877	29.53943	1.164906			29.53943	1.164906
RESTOS CAWARONES	9.2105	75.6757	42.8761	28.2854	3.949103	21.46517			3.949103	21.46517
PERICARIDOS	2.6316									
ANFIPODOS	11.8421		0.1105		18.99758		18.9846		0.013085	
ISOPODOS	3.9474				0.2207		0.2207			
FOLIVUETOS	1.3158		0.4744		0.226942		0.2207		0.06242	
PECES	7.8947	43.2432	0.0495		0.666107		0.6622		0.083907	
ESCAMAS		5.4054		4.7462		0.193051		7.9365		
RIVALVOS				0.1533				0.1764		

No. TOTAL DE INDIVIDUOS CON ESTOMAGOS LLENOS = 113

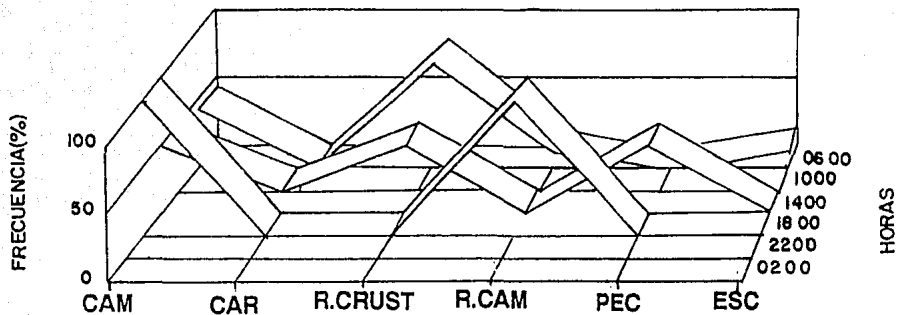
BCA = 76 BPR = 37

BCA = Boca del Carmen, BPR = Boca de Puerto Real

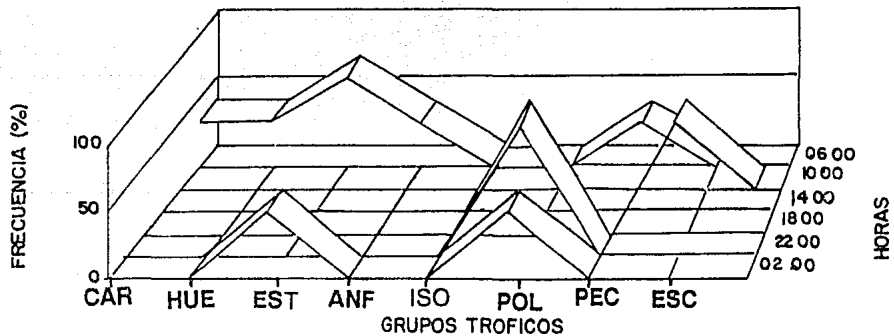
Fig 5. *Polydactylus octonemus*. Distribución de Frecuencia (f) de los Grupos Tróficos en un Ciclo de 24 horas para las Tres Epocas Climáticas muestradas: Epoca de Secas a) BCA, b) BPR; Epoca de Nortes c) BCA, d) BPR; Epoca de Lluvias e) BCA, f) BPR.

POLYDACTYLUS OCTONEMUS

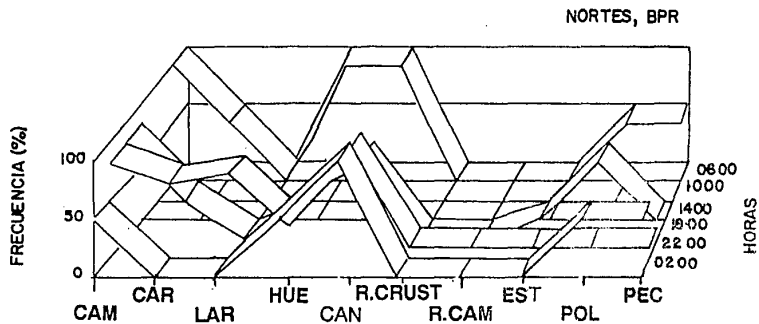
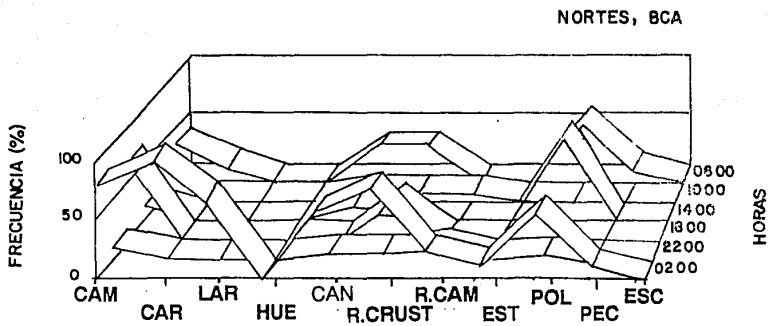
SECAS, BCA



SECAS, BPR



POLYDACTYLUS OCTONEMUS



GRUPOS TROFICOS

POLYDACTYLUS OCTONEMUS

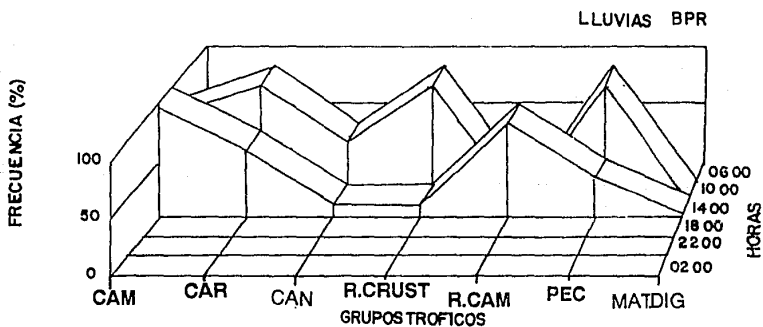
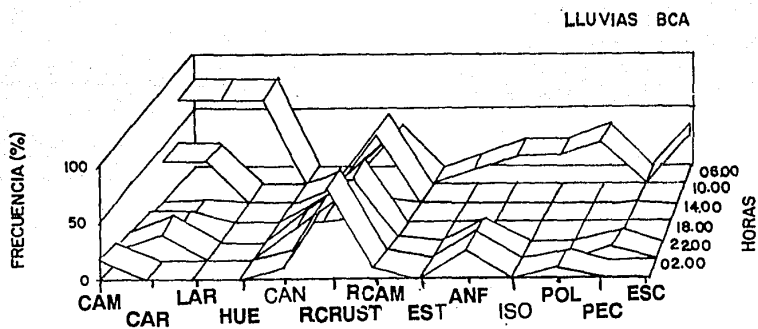
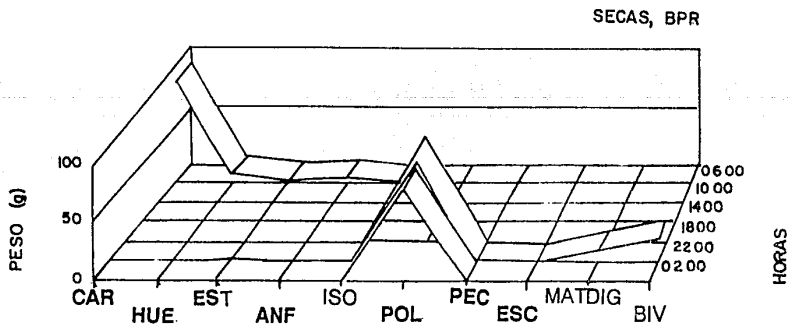
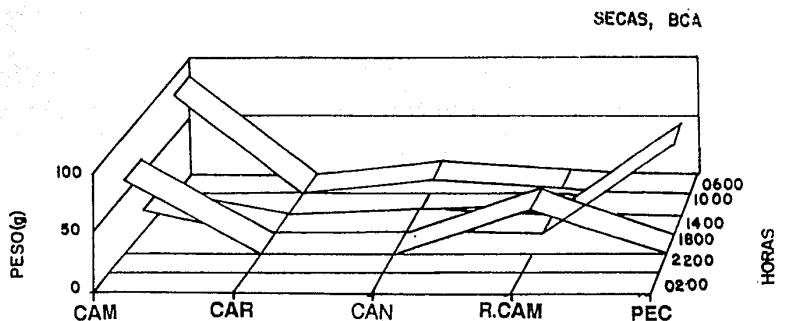


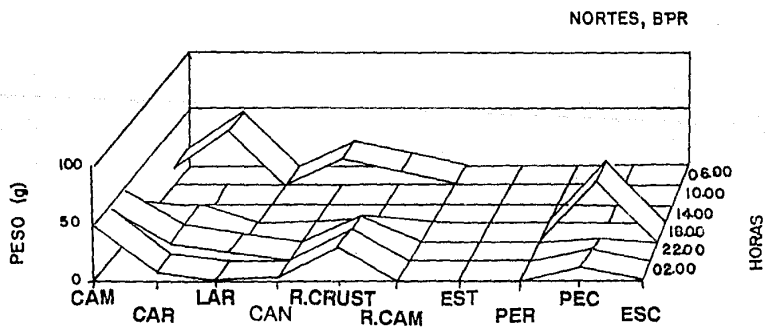
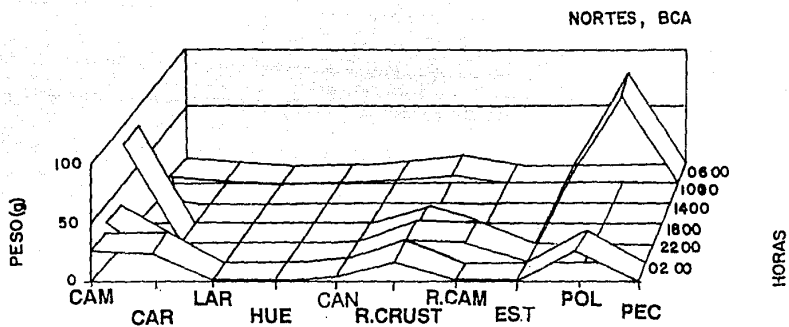
Fig 6. *Polydactylus octonemus*. Distribución del Análisis Gravimétrico (W) de los Grupos Tróficos en un Ciclo de 24 horas para las Tres Epocas Climáticas muestreadas: Epoca de Secas a) BCA, b) BPR; Epoca de Nortes c) BCA, d) BPR; Epoca de Lluvias e) BCA, f) BPR.

POLYDACTYLUS OCTONEMUS



GRUPOS TROFICOS

POLYDACTYLUS OCTONEMUS



GRUPOS TROFICOS

POLYDACTYLUS OCTONEMUS

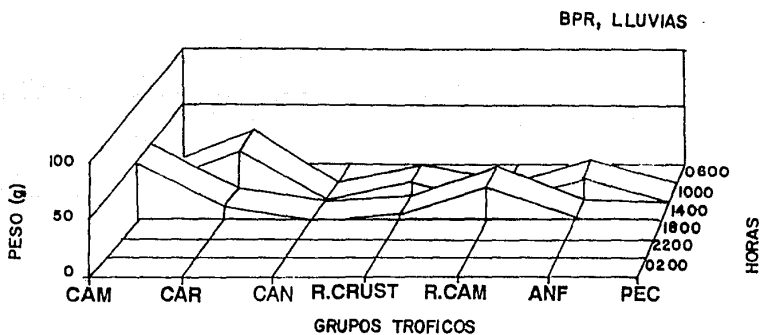
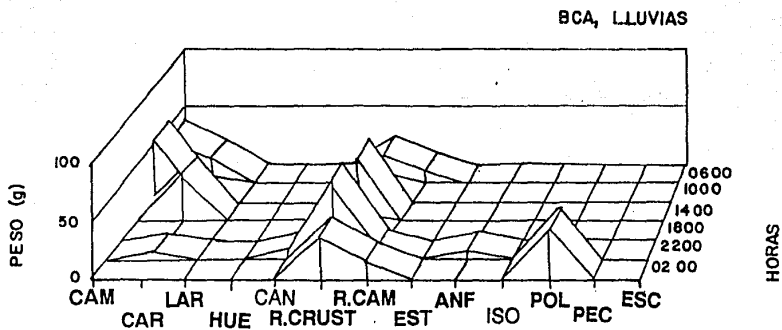
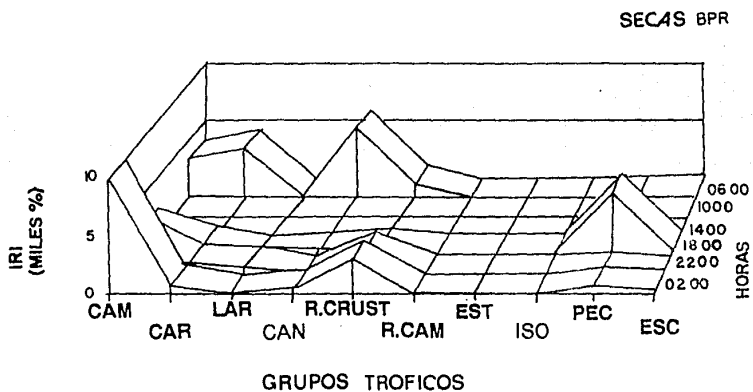
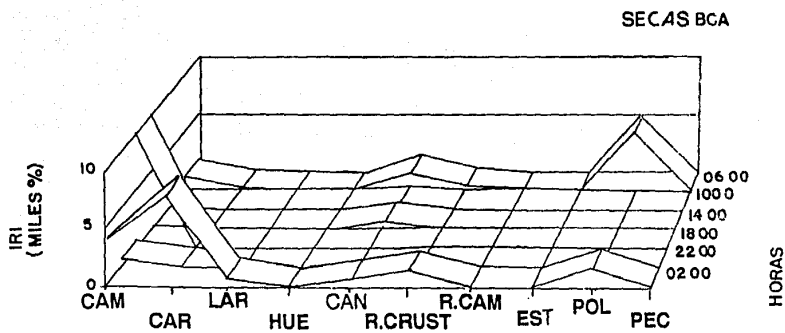
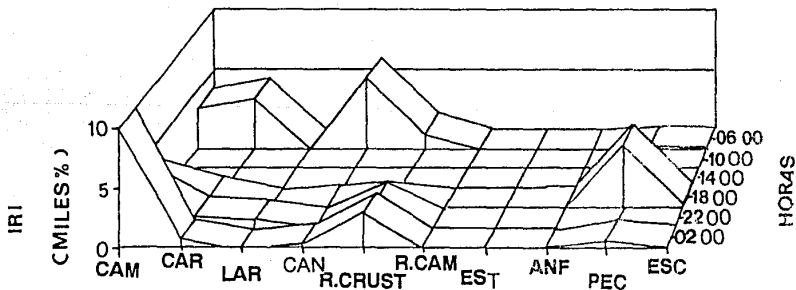
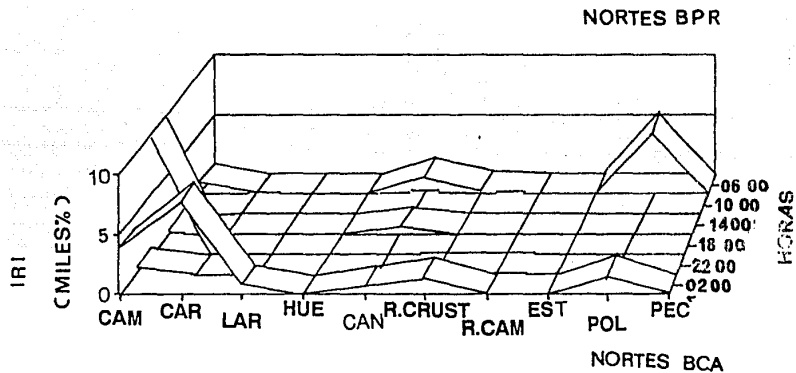


Fig 7. *Polydactylus octonemus*. Distribución del Índice de Importancia Relativa (IRI) de los Grupos Tróficos en un Ciclo de 24 horas para las Tres Epocas Climáticas muestreadas: Epoca de Secas a) BCA, b) BPR; Epoca de Nortes c) BCA, d) BPR; Epoca de Lluvias e) BCA, f) BPR.

POLYDACTYLUS OCTONEMUS



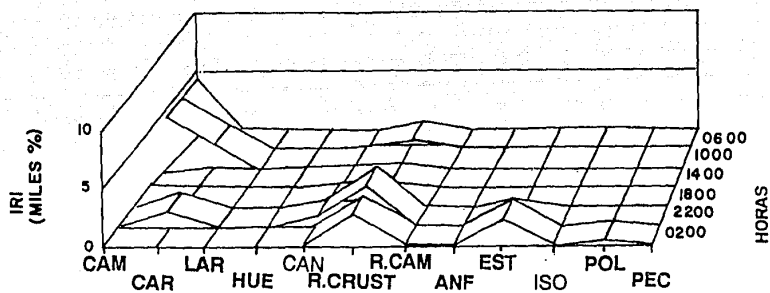
POLYDACTYLUS OCTONEMUS



GRUPOS TROFICOS

POLYDACTYLUS OCTONEMUS

LLUVIAS, BCA



LLUVIAS BPR

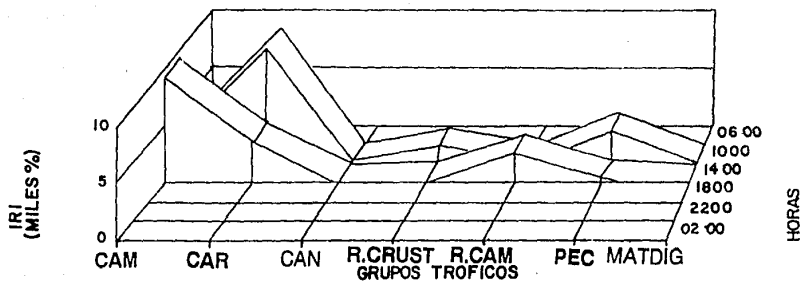
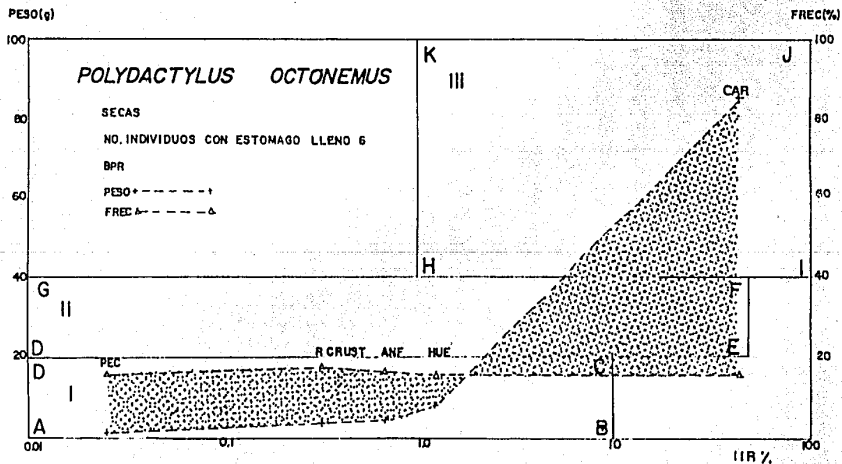
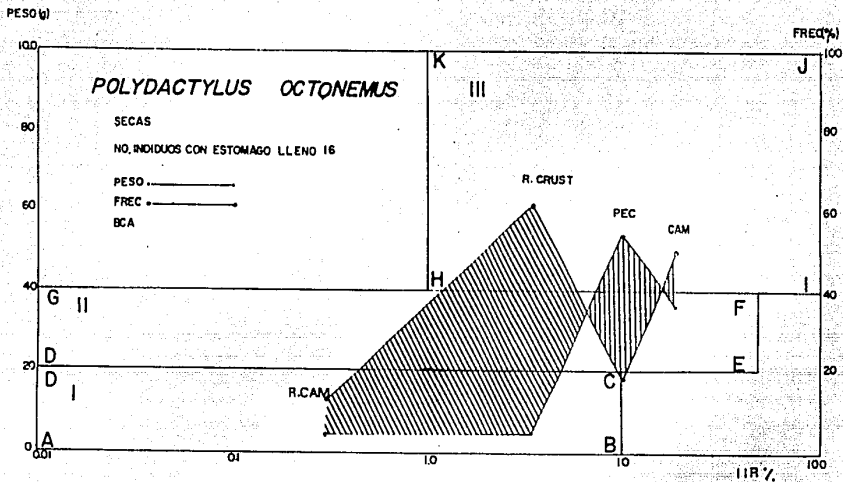
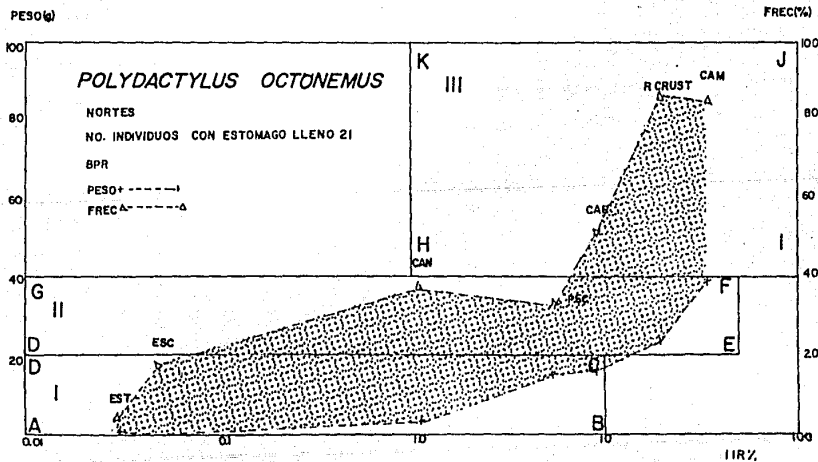
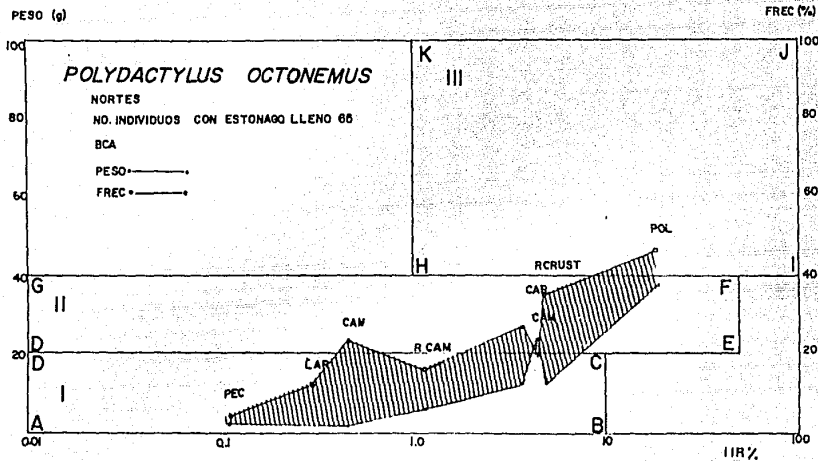
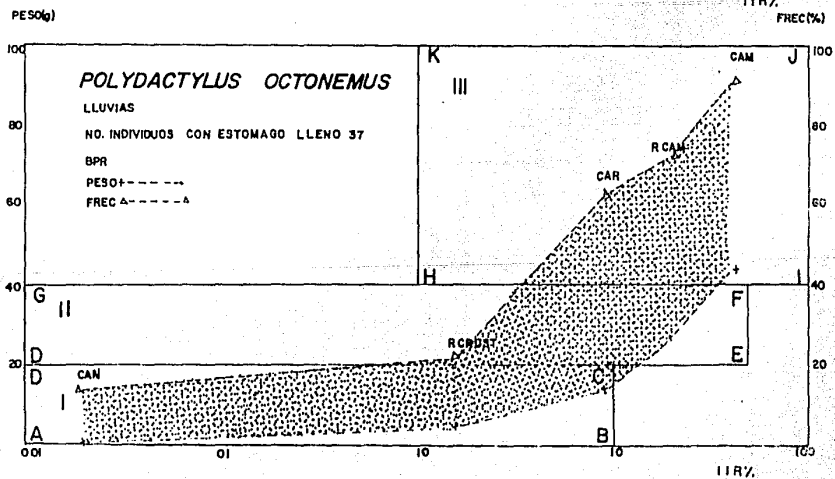
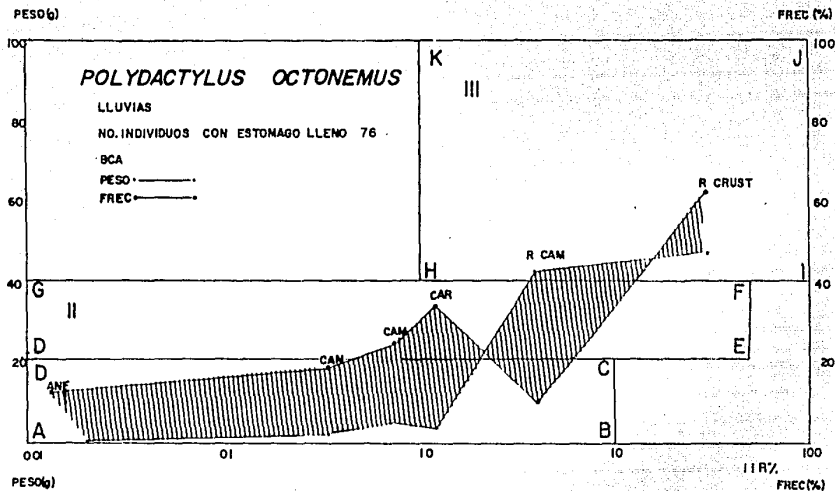


Fig 8. *Polydactylus octonemus*. Distribución del Índice de Importancia Relativa (IIR) de los Grupos Tróficos en un Ciclo de 24 horas para las Tres Epocas Climáticas muestreadas: Epoca de Secas a) BCA, b) BPR; Epoca de Nortes c) BCA, d) BPR; Epoca de Lluvias e) BCA, f) BPR. 33







Lutjanus synagris

Se colectó un total de 448 individuos distribuidos por épocas y por bocas de la siguiente manera: Epoca de Secas con 167 individuos en la boca de Puerto Real, no capturándose ninguno en la boca del Carmen. Epoca de Nortes con 102 individuos, 2 en la boca del Carmen y 100 en la boca de Puerto Real. Epoca de Lluvias con 179 individuos, 89 en la boca del Carmen y 90 en la boca de Puerto Real (Tabla 1).

Se analizaron un total de 228 estómagos llenos, distribuidos por épocas y por bocas de la siguiente manera: Epoca de Secas con 66 estómagos llenos en la boca de Puerto Real. Epoca de Nortes con 53 estómagos llenos, 2 en la boca del Carmen y 51 en la boca de Puerto Real. Epoca de Lluvias con 109 estómagos llenos, 44 en la boca del Carmen y 65 en la boca de Puerto Real (Tabla 1).

Diversidad de los Grupos Tróficos

El espectro trófico de ésta especie está constituido por diecisiete items variando de acuerdo a la época del año y por boca de conexión de la siguiente manera:

GRUPOS TROFICOS	EPOCAS CLIMATICAS					
	SECAS		NORTES		LLUVIAS	
	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BPR
CAMARONES (CAM)	x			x	x	x
CARIDEOS (CAR)	x			x	x	x
LARVAS INVERTEBRADOS (LAR)	x				x	x
HUEVOS INVERTEBRADOS (HUE)	x				x	x
CANGREJOS (CAN)	x			x	x	x
RESTOS CRUSTACEOS (REST. CRUST)	x	x		x	x	x
RESTOS CAMARONES (REST. CAM)	x				x	x
ESTOMATOPODOS (EST)					x	
PERACARIDOS (PER)					x	
ANFIPODOS (ANF)					x	
ISOPODOS (ISO)					x	
POLIQUETOS (POL)				x	x	
PECES (PEC)	x	x		x	x	x
ESCAMAS (ESC)	x			x	x	x
MATERIA DIGERIDA (MAT. DIG)		x				
BIVALVOS (BIV)	x					
VEGETALES (VEG)	x					
TOTAL	11	2		7	14	9

Análisis de Frecuencia del Alimento

Los restos de crustáceos presentaron los valores más altos de frecuencia en **ambas bocas de conexión** para las épocas de nortes y lluvias. Así como también se observaron frecuencias altas en la **boca de Puerto Real** para los camarones en la época de secas y para los peces en la época de nortes.

Análisis Gravimétrico

Los peces consituyeron los valores más altos del porcentaje en peso en la época de nortes en **ambas bocas de conexión**. En la boca del Carmen para la época de lluvias y en la **boca de Puerto Real** para la época de secas los camarones tuvieron el mayor porcentaje en peso. Los peces presentaron el valor más alto para la época de lluvias en la **boca de Puerto Real** (Tabla 3a, b y c; Figs 10 a-f).

Análisis Numérico

Para la época de nortes en **ambas bocas de conexión** los peces tuvieron el mayor número de individuos, aunque también el número de los camarones y las escamas en la **boca de Puerto Real** fue alto. El número de escamas y el de los huevos de invertebrados fue muy alto en la época de lluvias para ambas bocas de conexión. En la época de secas en la **boca de Puerto Real** los huevos fueron muy numerosos (Tablas 3a, b y c).

Indice de Importancia Relativa (IRI)

Los grupos tróficos más importantes en la **boca del Carmen** fueron los restos de crustáceos para las épocas de nortes y lluvias además de los peces y camarones respectivamente para cada época. En la **boca de Puerto Real** los camarones fueron los grupos con valores más altos en las épocas de secas y nortes además de los carideos y peces para cada época respectivamente. En la misma boca en la época de lluvias los restos de crustáceos se consideraron como los más importantes (Tabla 3a, b y c; Figs. 11 a-f).

Indice de Importancia Relativa (IIR)

Para la **boca del Carmen** en la época de nortes los grupos tróficos preferenciales fueron los peces y los restos de crustáceos. Mientras que en la época de lluvias los camarones, carideos, restos de crustáceos y cangrejos tuvieron valores de importancia. En la **boca de Puerto Real** los camarones tuvieron valores muy altos en las tres épocas climáticas, al mismo tiempo que los carideos en la época de secas, los peces en la época de nortes y los restos de crustáceos en la época de lluvias (Tabla 3a, b, y c; Figs. 12 a-f).

Cronología Alimentaria de Ambas Especies

Los resultados de éste estudio muestran un notable cambio en la cronología alimentaria de las especies analizadas de acuerdo con la época del año, la localidad y la hora del día (Tabla 4). Así se tiene

Tabela 3. Análisis de la Alimentación por Grupos Tróficos de *Lutjanus synagris* por Ereas climáticas y por localidad.

a. ÉPOCA DE SECAS

GRUPO TRÓFICO	FRECUENCIA		% PESO		IIR		% NÚMERO		IRI	
	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR
CAMARÓN	45,4545	44,0164	20,20243	0,195	20,00743					
CARIDEOS	25,7575	40,3488	10,54314	0,1502	10,39264					
LARVAS INVERTEBRADOS	10,606	0,3848	24,12444	24,02	0,10447					
MUELOS INVERTEBRADOS	25,7575	6,655	71,95188	70,23	1,721892					
CANGREJOS	15,1515	2,5174	5,747423	5,365	0,391423					
RESTOS CRUSTACEOS	16,6666	2,8692	0,344925		0,344925					
RESTOS CAMARONES	1,5151	1,6027	0,024292		0,024292					
PECES	4,5454	1,5103	0,084949	0,0163	0,068649					
ESCAMAS	3,0303	0,1423	0,008412	0,0041	0,004312					
MATERIA DIFERIDA	1,5151	0,1229	0,001962		0,001962					
RIVALDOE	1,5151									
VEGETALES				0,0091	0,0091					

No. TOTAL DE INDIVIDUOS CON ESTOMAGO LLENO = 66
BCA= 0 BPR= 66

b. ÉPOCA DE MORTES

GRUPO TRÓFICO	FRECUENCIA		% PESO		IIR		% NÚMERO		IRI	
	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR
CAMARÓN	20,3019	3,9216	29,9254	70,20841	21,66	8,463456				
CARIDEOS	3,9216	4,2484	4,2484	4,927616	3,7333	0,194056				
CANGREJOS	11,7647	10,3203	10,40094	11,66	1,209799					
RESTOS CRUSTACEOS	100	30,3333	20,4365	7,0163	21,4365	2,33964				
FOLIOLETOS		1,9608	2,4792	2,498808	1,66	0,048612				
PECES	50	33,3333	79,5635	45,2619	00,0635	45,59523	100	33,33	39,78175	15,03726
ESCAMAS	7,9431		0,085	0,163431		0,006666				

No. TOTAL DE INDIVIDUOS CON ESTOMAGOS LLENIOS = 53
BCA= 2 BPR= 51

c. ÉPOCA DE LLUVIAS

GRUPO TRÓFICO	FRECUENCIA		% PESO		IIR		% NÚMERO		IRI	
	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR
CAMARÓN	29,5455	26,1538	74,9153	21,2677	17,50453	10,24431	7,189	4,682	10,31589	5,563211
CARIDEOS	15,9091	27,6923	2,7707	16,6244	5,342793	13,36529	4,902	8,745	0,446793	4,620294
LARVAS INVERTEBRADOS	11,3636	1,5385	0,9492	0,0861	13,03206	3,533993	13,725	3,533	0,107963	0,000093
MUELOS INVERTEBRADOS	6,8162	4,6154	0,0295	6,7992	24,18562	77,06847	24,183	77,032	0,002625	0,034470
CANGREJOS	40,9091	35,3846	8,9405	19,8366	16,72947	10,28710	13,072	3,268	3,657473	7,019191
RESTOS CRUSTACEOS	61,3636	78,4615	26,4623	19,162	16,23921	14,25917			16,23621	14,25917
RESTOS CAMARONES	2,2727	3,0769								
ESTOMATÓPODOS	2,2727		0,682							
PEPASCARIDOS	2,2727									
AMFÍPODOS	11,3636	0,3656	3,363545	3,922	0,041545					
ISOPUJOS	2,2727									
FOLIOLETOS	2,2727									
PECES	15,9091	23,0769	23,8584	22,5374	6,409656	6,078933	2,614	1,670	3,795656	5,209333
ESCAMAS	13,6363	3,0769	1,6996	0,0294	30,62176	1,069904	30,39	1,06	0,231762	0,000904

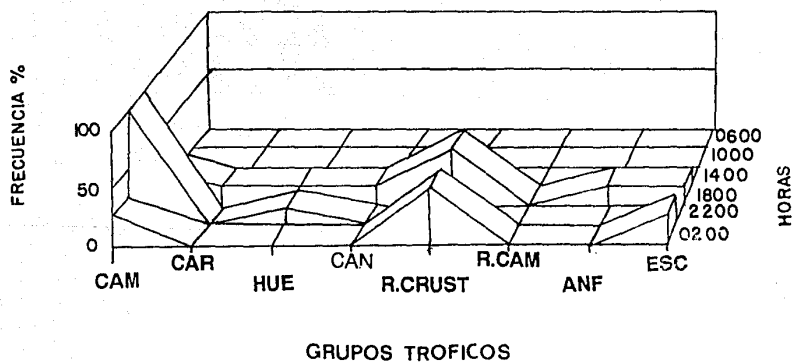
No. TOTAL DE INDIVIDUOS CON ESTOMAGOS LLENIOS= 109
BCA= 44 BPR= 65

BCA = Boca del Carmen, BPR = Boca de Puerto Real

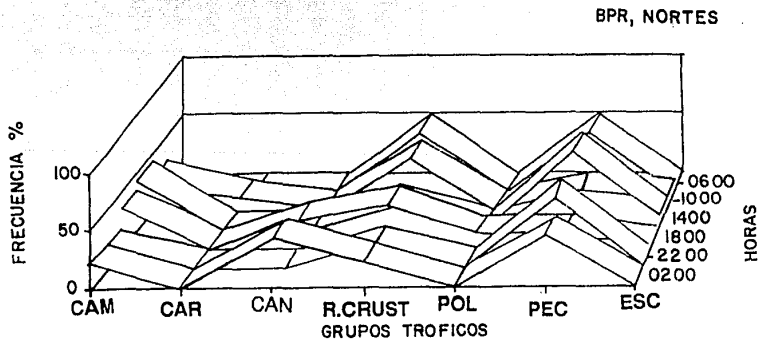
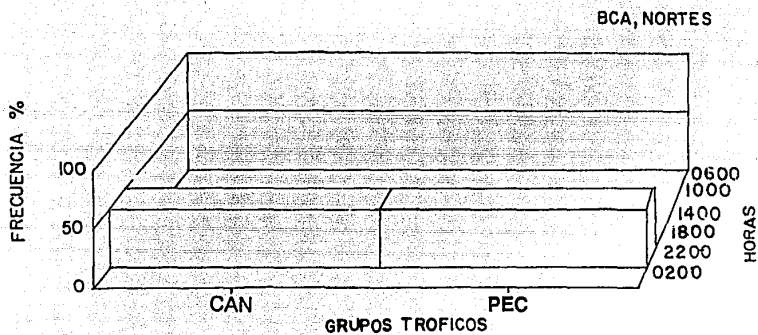
Fig 9. *Lutjanus synagris*. Distribución de las Frecuencias (f) de los Grupos Tróficos en un Ciclo de 24 horas para las Tres Epocas Climáticas muestreadas: Epoca de Secas a) BPR; Epoca de Nortes b) BCA, c) BPR; Epoca de Lluvias d) BCA, e) BPR.

LUTJANUS SYNAGRIS

BPR, SECAS



LUTJANUS SYNAGRIS



LUTJANUS SYNAGRIS

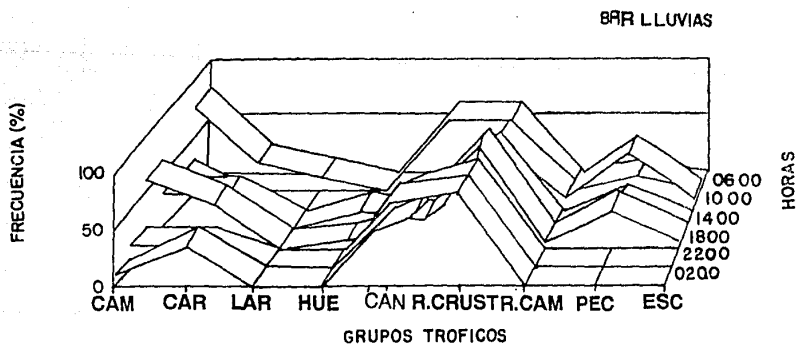
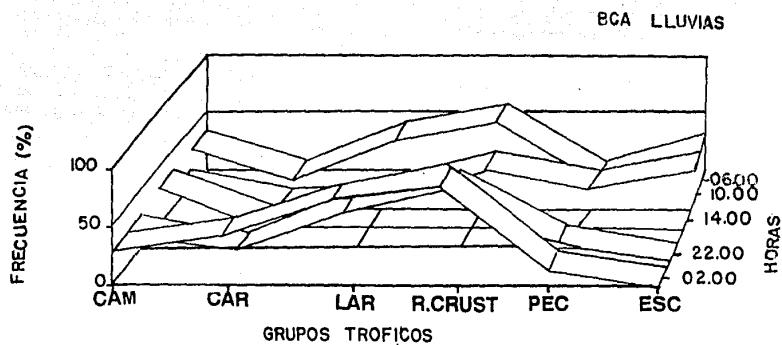
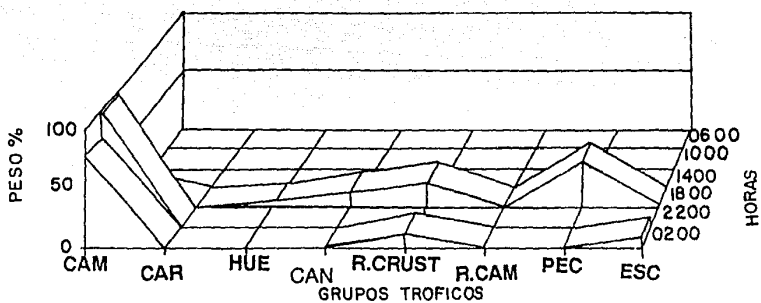


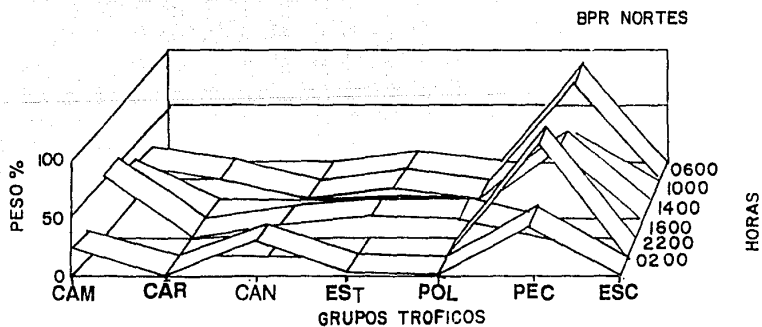
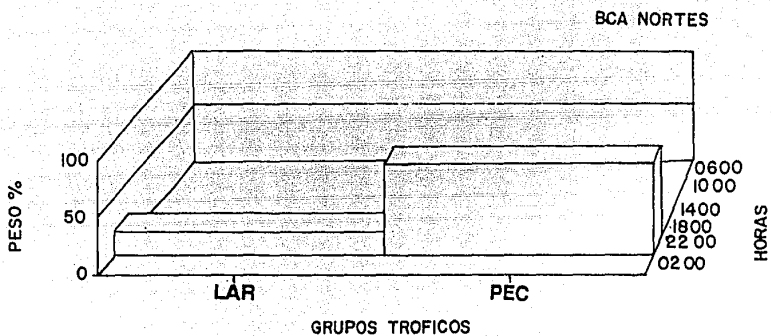
Fig 10. *Lutjanus synagris*. Distribución del Análisis Gravimétrico de los Grupos Tróficos en un Ciclo de 24 horas para las Tres Epocas Climáticas muestreadas: Epoca de Secas a) BPR; Epoca de Nortes b) BCA, c) BPR; Epoca de Lluvias d) BCA, e) BPR.

LUTJANUS SYNAGRIS

BPR, SECAS



LUTJANUS SYNAGRIS



LUTJANUS SYNAGRIS

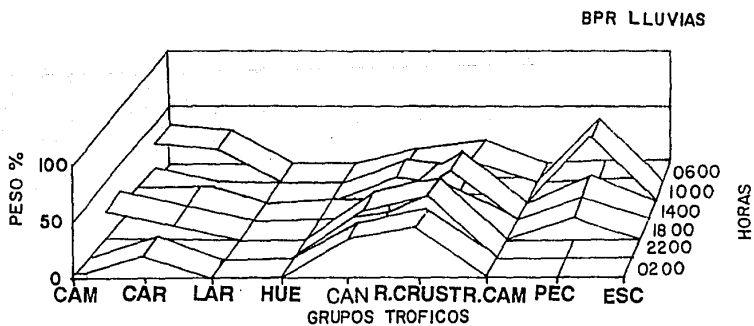
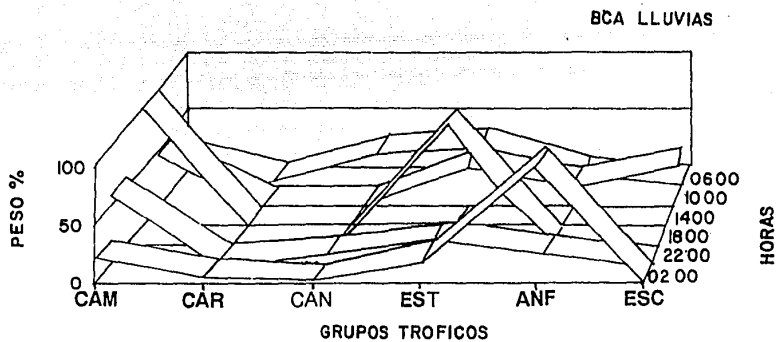
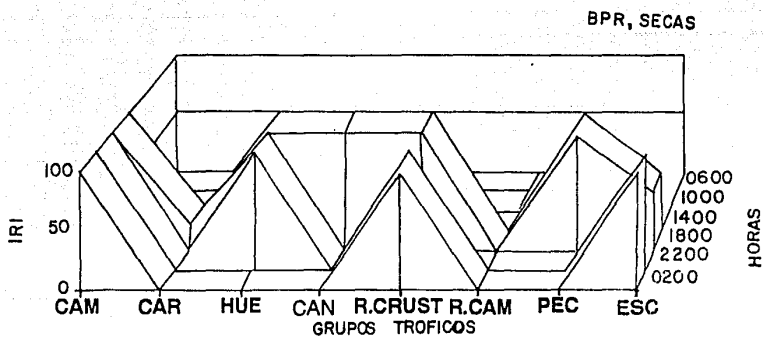
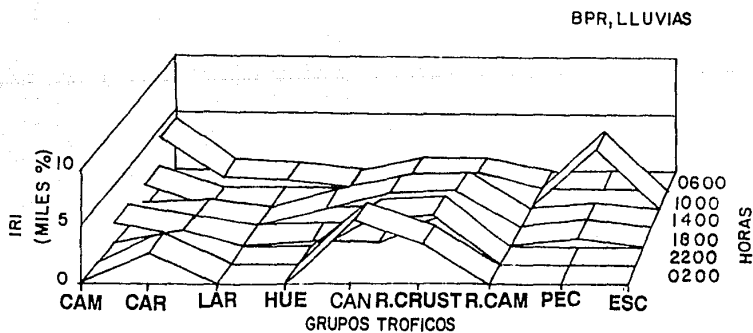
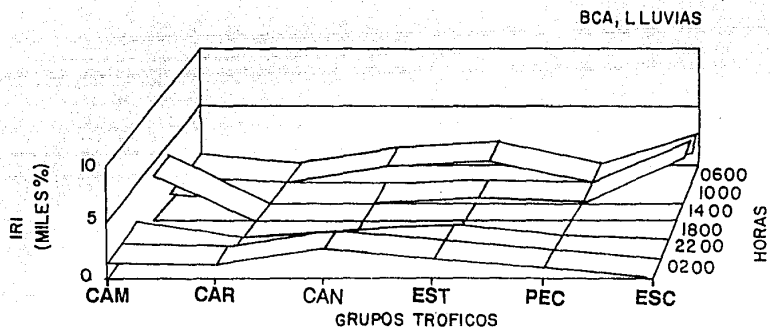


Fig 11. *Lutjanus synagris*. Distribución del Índice de Importancia Relativa (IRI) de los Grupos Tróficos en un Ciclo de 24 horas para las Tres Epocas Climáticas muestrandas: Epoca de Secas a) BPR; Epoca de Nortes b) BCA, c) BPR; Epoca de Lluvias d) BCA, e) BPR.

LUTJANUS SYNAGRIS



LUTJANUS SYNAGRIS



LUTJANUS SYNAGRIS

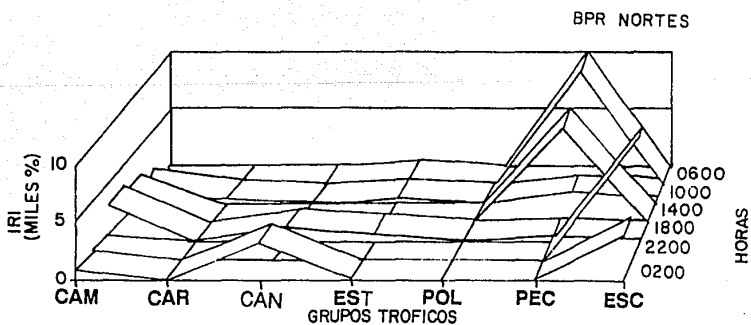
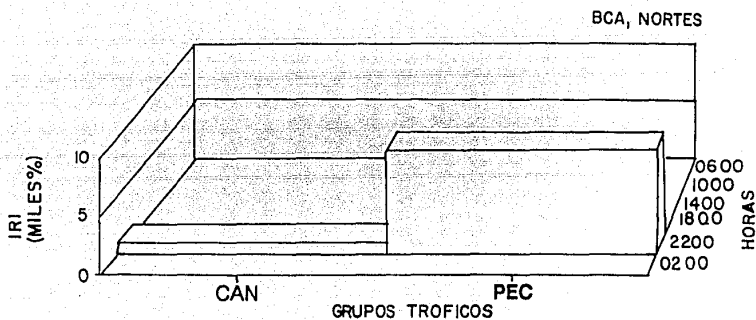
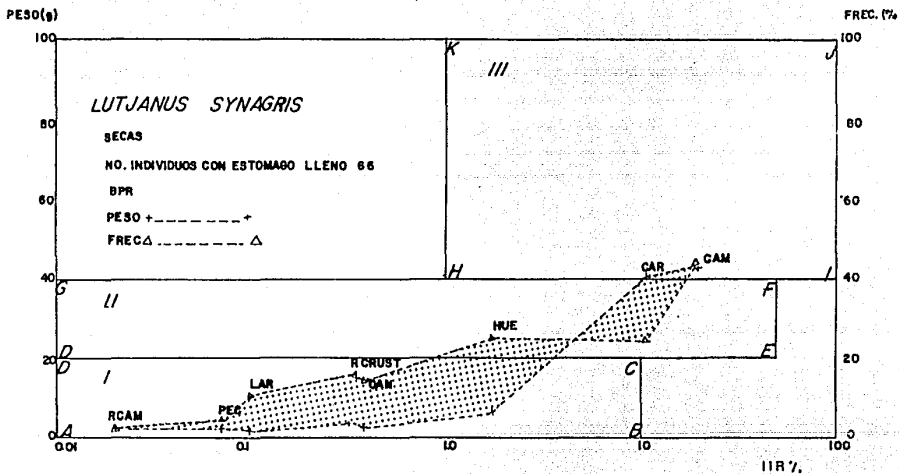
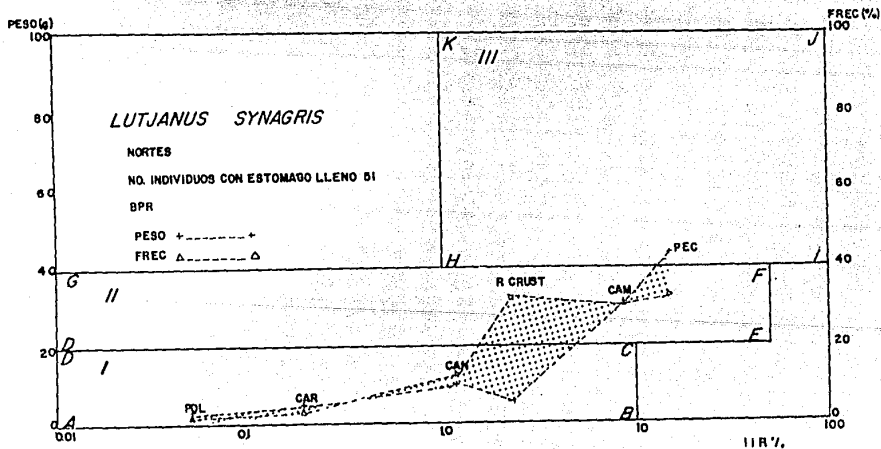
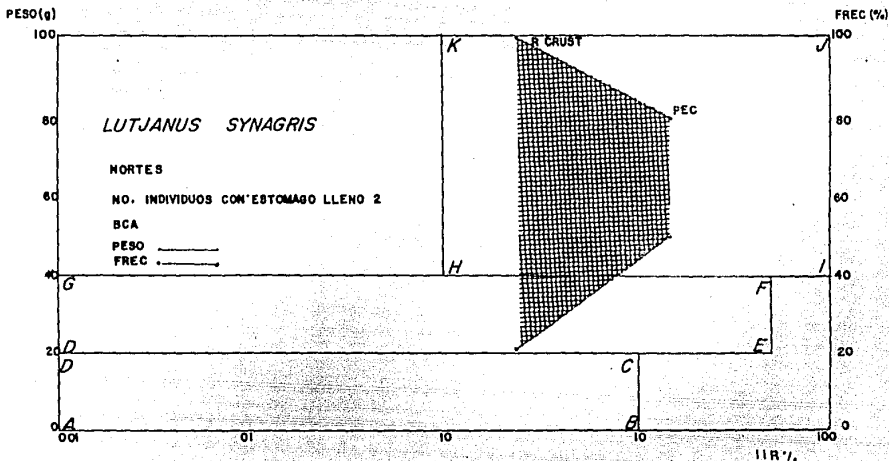


Fig 12. *Lutjanus synagris*. Distribución del Índice de Importancia Relativa (IIR) de los Grupos Tróficos en un Ciclo de 24 horas para las Tres Epocas Climáticas muestreadas: Epoca de Secas a) BPR; Epoca de Nortes b) BCA, c) BPR; Epoca de Lluvias d) BCA, e) BPR.





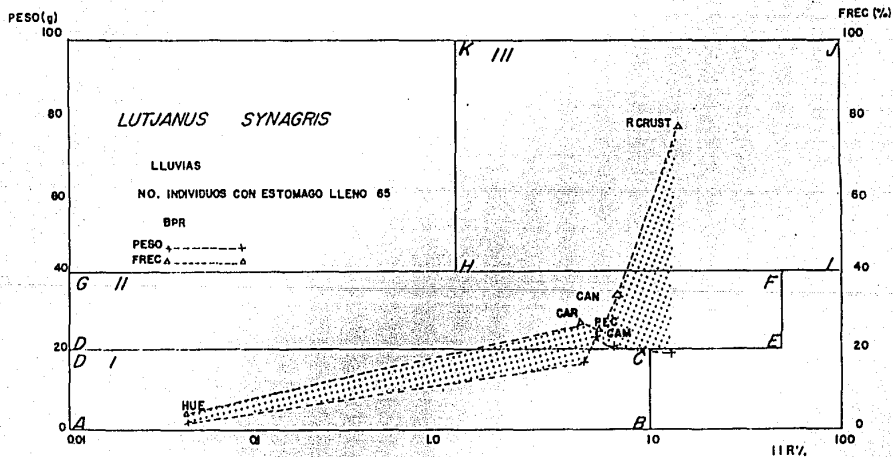
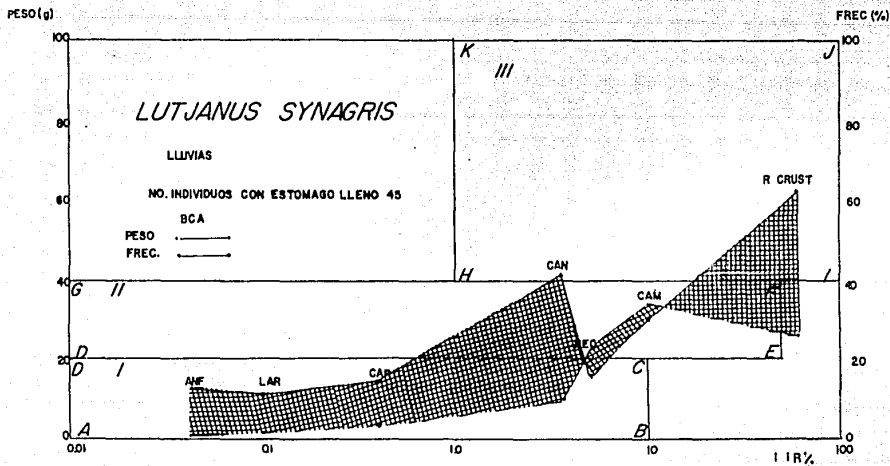


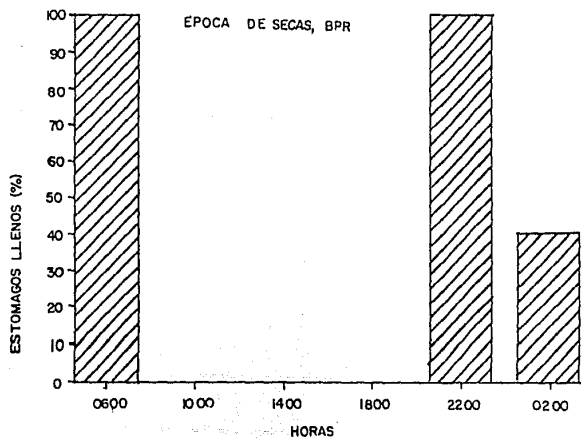
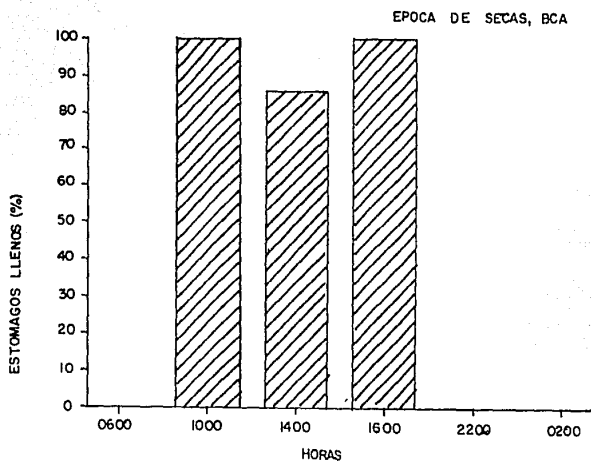
Tabla 4. Porcentaje de Estomagos con Alimento de Polydactylus octonemus y de Lutjanus synagris a lo largo de un Ciclo de 24 horas en cada Epoca Climática muestreada

<u>Polydactylus octonemus</u>						
HORAS	SECAS (%)		NORTES (%)		LLUVIAS (%)	
	BCA	BPR	BCA	BPR	BCA	BPR
06:00	0	100	64.3	100	88.9	0
10:00	100	0	80.0	66.7	100	0
14:00	85.7	0	38.1	0	50.0	94.3
18:00	100	0	75.0	75.0	30.0	0
22:00	0	100	100	91.6	74.1	0
02:00	0	40.0	90.0	100	26.3	0
<u>Lutjanus synagris</u>						
HORAS	SECAS (%)		NORTES (%)		LLUVIAS (%)	
	BPR	BCA	BCA	BPR	BCA	BPR
06:00	67.3	0	50.0	92.3	100	
10:00	35.3	0	42.3	31.6	40.0	
14:00	28.6	0	45.0	15.8	65.0	
18:00	30.0	0	50.0	14.3	100	
22:00	36.8	100	62.5	83.3	100	
02:00	11.4	0	90.0	100	91.7	

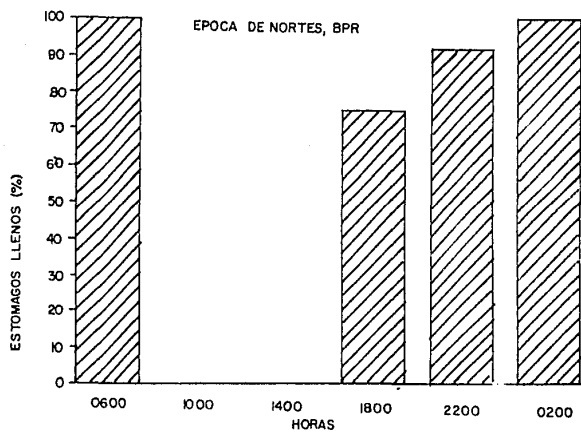
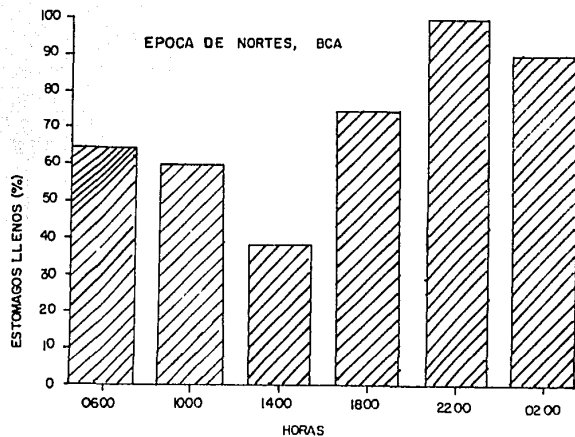
BCA = Boca del Carmen, BPR = Boca de Puerto Real.

Fig 13. *Polydactylus octonemus*. Cronología Alimentaria en cada una de las Bocas de Conexión (BCA y BPR) de la Laguna de Términos. Se muestran las variaciones estacionales en las Tres Epocas Climáticas: Epoca de Secas a) BCA, b) BPR; Epoca de Nortes c) BCA, b) BPR; Epoca de Lluvias a) BCA, b) BPR.

POLYDACTYLUS OCTONEMUS



POLYDACTYLUS OCTONEMUS



POLYDACTYLUS OCTONEMUS

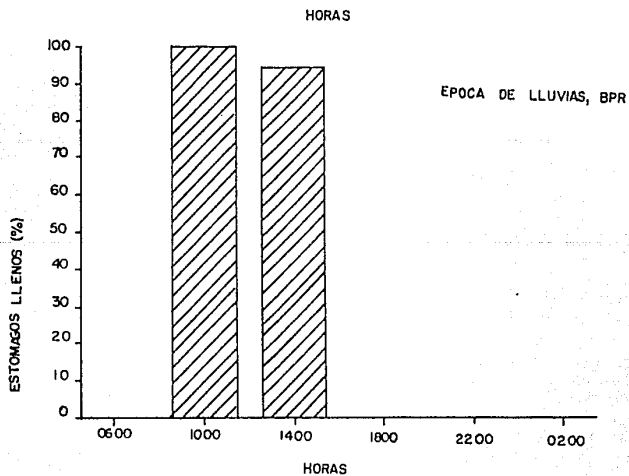
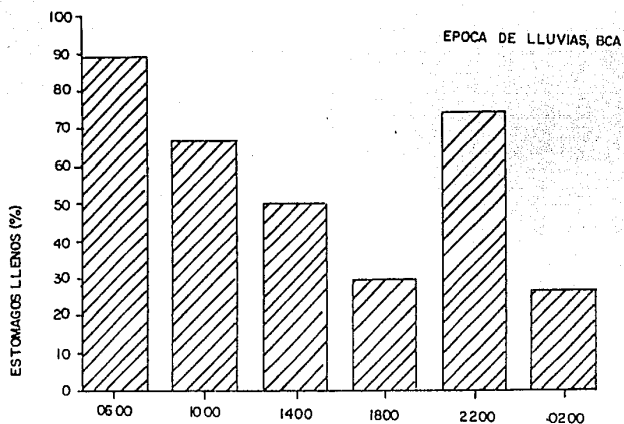
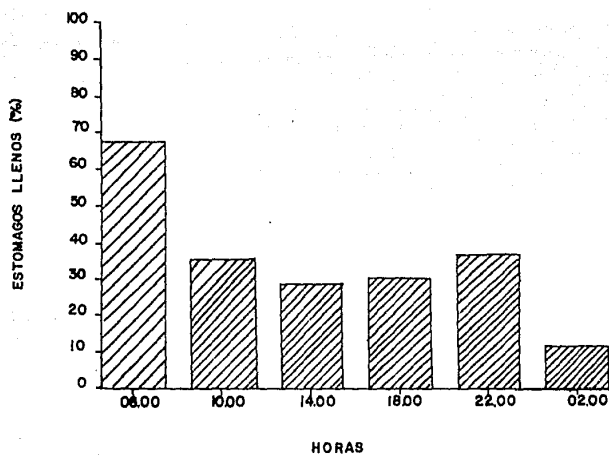


Fig 14. *LuJanus synagris*. Cronología Alimentaria en cada una de las Bocas de Conexión (BCA y BPR) de la Laguna de Términos. Se muestran las variaciones estacionales en las Tres Epocas Climáticas: Epoca de Secas a) BPR; Epoca de Nortes a) BCA, b) BPR; Epoca de Lluvias a) BCA, b) BPR.

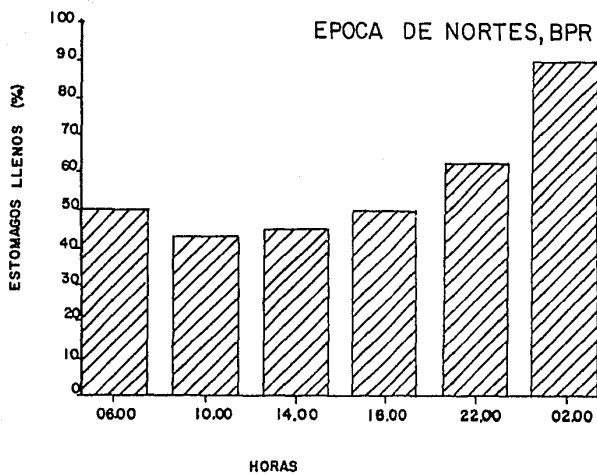
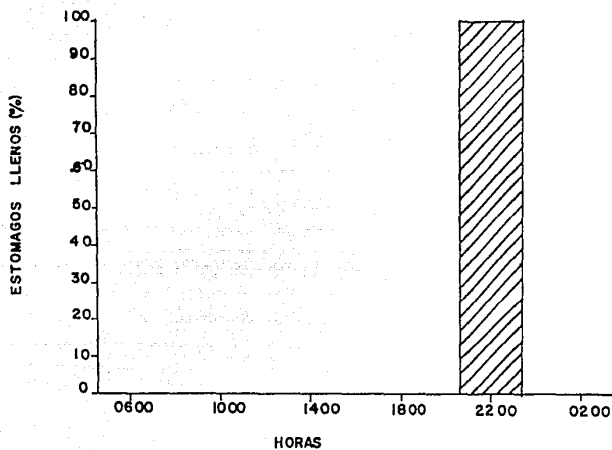
LUTJANUS SYNAGRIS

EPOCA DE SECAS, BPR



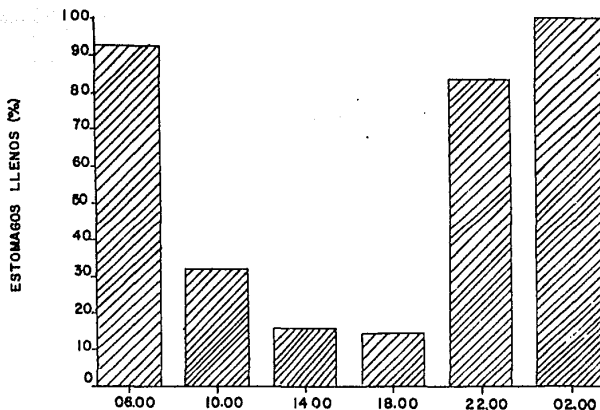
LUTJANUS SYNAGRIS

EPOCA DE NORTES, BCA



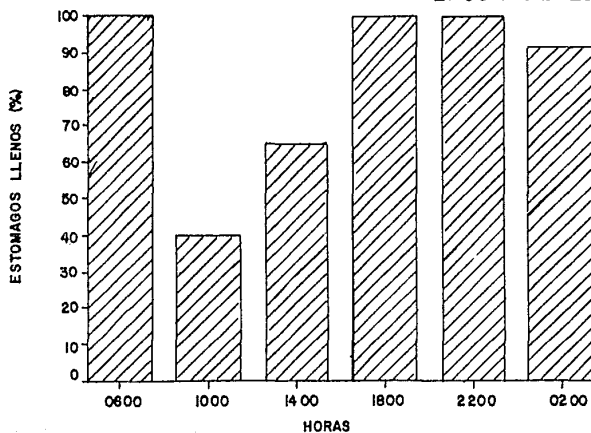
LUTJANUS SYNAGRIS

EPOCA DE LLUVIAS, BCA



HORAS

EPOCA DE LLUVIAS, BPR



que *Polydactylus octonemus* se alimenta preferentemente en las horas de poca luz, desde las 18:00 a las 06:00 horas. Excepto en la época de secas en la boca del Carmen así como en la boca de Puerto Real en la época de lluvias, en donde el mayor porcentaje de estómagos llenos se registra en las horas con luz, esto es entre las 10:00 y las 14:00 horas. Es importante observar que los pulsos en el ciclo de alimentación de ésta especie, no son constantes durante todo el año ni en ambas localidades. Sin embargo, se puede establecer que presenta un sólo pulso de alimentación durante las tres épocas climáticas y en las dos localidades de estudio (Figs. 13 a-f).

Lutjanus synagris es una especie de hábitos nocturnos y su alimentación la lleva a cabo durante la noche, entre las 22:00 y las 02:00 horas. Durante todo el año y en ambas bocas de conexión se observa un solo pulso de alimentación que coincide en las tres épocas del año (Figs. 14 a-f).

Consumo Anual de Camaron de Ambas Especies

Se analizó un total de 221 estómagos llenos de *P. octonemus* y un total de 228 estómagos de *L. synagris*, distribuidos por época y por localidad de acuerdo a lo presentado en la Tabla 1. En referencia al análisis efectuado y atendiendo a la implementación metodológica propuesta (Material y Métodos). Se obtuvieron los resultados del consumo anual de camarón, por parte de ambas especies, con datos obtenidos de la literatura (Fischer, 1978) y de campo. *Lutjanus synagris* consume ca. de 2 000 ton/año (datos de campo) o ca. de 1 700 ton/año (datos de literatura), mientras que *Polydactylus octonemus* consume según datos de campo ca. de 10 000 ton/año, o ca. de 7 000 ton/año (datos de literatura) (Tabla 5).

Tabla 5. Consumo de Camaron en la Dieta de Polydactylus octonemus y de Lutjanus synagris comparados en Datos de Campo y Datos de Literatura.

	CONSUMO (Datos de Campo)	CONSUMO (Datos de Literatura)
<u>Polydactylus octonemus</u>	9604.47 ton/año	7009.59 ton/año
<u>Lutjanus synagris</u>	1887.01 ton/año	1692.28 ton/año

DISCUSION

Alimentación y Hábitos Alimentarios

En un ecosistema, las relaciones tróficas dan una idea de las interacciones existentes dentro de la comunidad, y permiten una aproximación en cuanto al conocimiento de los niveles tróficos que haya en la misma (Darnell, 1961; Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1986). De ahí la importancia del estudio de la alimentación y hábitos alimentarios de *P. octonemus* y de *L. synagris*. Los hábitos de éstas especies, al igual que los del resto de los peces, cambian de acuerdo a características biológicas como la edad, las migraciones horizontales y/o verticales de los peces y sus presas la separación espacio-temporal de los nichos, las estrategias de alimentación de cada especie en particular, la abundancia, la disponibilidad, la preferencia y la competencia por un determinado grupo trófico; así como por características físicas como la localidad, la época del año, y la hora del día, entre otras. El estudio de las relaciones tróficas en los ecosistemas determinan las interacciones existentes dentro de la comunidad y permite una aproximación en cuanto al conocimiento de los niveles tróficos que hay en la misma (Darnell, 1961; Ellis *et al.*, 1976; Marshall, 1976; Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977; Windell y Bowen, 1978; Berg, 1979; Arntz y Finger, 1981; Robb, 1981; Greenfield *et al.*, 1983; Clements y Livingston, 1984; de Sylva, 1985; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1986; Blaber y Bulman, 1987).

Analizando los resultados de distribución y abundancia de *P. octonemus*, esta especie presenta una clara preferencia por la boca del Carmen en las tres épocas climáticas (Tabla 1), lo cual coincide con la distribución del camarón blanco, *Peneus setiferus*, reportada por Soto y Gracia (1987) y Gracia (1989). Autores como Hildebrand (1954), Chittenden y McEachran (1976), reportan a la especie asociada a los bancos de camarón blanco.

No obstante de lo escaso de la literatura con respecto a la alimentación de ésta especie en México, existen reportes para otras especies del género *Polydactylus* en las costas de Bombay tales como *P. heptadactylus* (Cuvier) y *P. indicus* (Shaw) cuyos espectros tróficos incluyen una amplia variedad de organismos del meio bentos (Suseelan y Somasekharan, 1969). Asimismo, Longhurst (1957) reporta para las costas del estuario del río Sierra Leona que *P. quadrifilis* (Cuvier, 1829) se alimenta de grandes cantidades de diferentes organismos del meio y macrobentos. En todos los casos, se establece una marcada predilección sobre camarones, peces y crustáceos.

La alimentación de *P. octonemus* comprende un espectro trófico que abarca al menos catorce grupos, en donde el alimento preferencial lo constituyen los camarones peneidos, carideos, restos de crustáceos y en menor proporción los peces y poliuetos (Tablas 2a, b y c). Cabe destacar que los porcentajes de estos grupos tróficos presentaron diferencias no sólo estacionales sino también nictemerales y de acuerdo a la localidad, todo esto repercute en la relación depredador-presa. El porcentaje más alto en

peso lo tienen los camarones peneidos y los carideos en las tres épocas del año; otros crustáceos y poliquetos durante el día y los camarones peneidos durante la noche; los camarones peneidos y otros crustáceos en la boca del Carmen, y los carideos en la boca de Puerto Real (Figs. 5, 6, 7, 8). De acuerdo al análisis del contenido estomacal de *Polydactylus octonemus* se puede establecer, según el criterio de Yáñez-Arancibia (1978) que la especie es un **consumidor de segundo orden** para la región de la Laguna de Términos, debido a la amplitud de su espectro trófico, y con características de **oportunista**.

Por otra parte, se observa que la mayor abundancia de individuos de *L. synagris*, se registró en la época de lluvias y la menor abundancia en la época de nortes. Esta especie se capturó principalmente en la Boca de Puerto Real durante la época de secas y nortes, mientras que en la época de lluvias se presentó en ambas bocas de conexión. De esta manera, la especie se relaciona principalmente a la distribución del camarón rosado (*Penaeus duorarum*) reportada por Gracia y Soto (1986) y Soto y Gracia (1988). Hildebrand (1954) menciona que esta especie es poco frecuente en áreas de distribución del camarón café (*Peneus aztecus*) en el noroeste de la Sonda de Campeche (Tabla 1).

Para esta especie, existen amplios antecedentes sobre los hábitos alimentarios a nivel mundial, para las costas de Florida (Randall, 1968; Springer y Woodburn, 1960; Parrish, 1987; Munro, 1987), Cuba (Claro, 1981); y en todos los casos se reporta una marcada preferencia por los camarones peneidos, cangrejos estomatópodos y peces. Lo anterior concuerda, en términos generales, con los resultados de la alimentación de *L. synagris* ya que para las bocas de conexión en la región de la Laguna de Términos, presenta un espectro trófico de al menos diecisiete grupos, de los cuales los que destacan son los camarones peneidos, los carideos, otros crustáceos y peces. Esta especie presenta una alimentación constante a lo largo del año, esto es, no se registraron diferencias estacionales, nictimerales ni por localidad, esto en cuanto a los grupos tróficos preferenciales ya que los peces y camarones presentaron los porcentajes más altos durante todo el ciclo estudiado (Figs. 9, 10, 11, 12).

Debido a las variaciones del espectro alimentario observadas en los resultados obtenidos en *Lutjanus synagris*, se le considera como un **consumidor de tercer orden**, y por la amplitud de su espectro trófico se considera a esta especie como un **depredador facultativo**, de acuerdo al criterio de Randall (1968) y Claro (1981), es decir, se le incluye dentro del grupo de peces carnívoros no forzosamente ictiófagos que se alimenta, en considerable medida, de organismos bentónicos y crustáceos, preferentemente camarones peneidos.

Es importante señalar que entre las comunidades de peces de la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche existe una activa interrelación y mutua dependencia. Las Bocas de Conexión de Puerto Real y del Carmen presentan una intensa utilización e intercambio de organismos por parte de estas comunidades. Dado lo anterior, y de acuerdo con los resultados de este estudio, se observa que la disponibilidad, abundancia y distribución de los grupos tróficos presentan diferencias durante las tres

épocas climáticas, con la hora del día e incluso con la localidad (Figs. 5 a la 12). Lo cual es resultado de la dinámica físico-ambiental que modula el componente biológico, lo cual se manifiesta en las relaciones entre depredador-presa con la disponibilidad de alimento existente en cada boca de conexión.

Cronología Alimentaria

Es muy común determinar la conducta trófica de una población de peces por la observación diaria del nivel de alimento en el estómago del pez (Darnell y Mereiotto, 1962; Eggers, 1977; Jarre *et al.*, 1989). Sin embargo la mayoría de las técnicas utilizadas para estudiar la ecología trófica son estáticas en lugar de ser dinámicas (Dill, 1983). Por lo tanto, es muy importante poder determinar directamente la cronología alimentaria de los peces en su habitat natural en un ciclo de 24 horas. Uno de los principales problemas a ser resuelto, es el conocimiento de la intensidad de alimentación de la especie de acuerdo con los criterios de Darnell y Mereiotto (1962) y Eggers (1977) los cuales consideran, que cuando el pez se alimenta breve pero intensamente en periodos separados y en intervalos de tiempo suficientes para cambiar sustancialmente el nivel de alimento del estómago durante ese intervalo, se puede detectar una cronología de alimentación diaria. Sin embargo, este tipo de observaciones sólo se ha logrado en acuarios implementados en el laboratorio.

El análisis cronológico se obtuvo de la relación de los estómagos llenos en función del total analizado espacial y temporalmente, lo cual permitió realizar el estudio de cada especie sin la necesidad de montar acuarios. La estrategia implementada para el presente estudio descrita en la sección de Material y Métodos, comprendió una serie de muestreos cada cuatro horas, en ambas bocas de conexión de la Laguna de Términos, cubriendo ciclos nictimerales en las diferentes épocas climáticas. Aunque en algunos casos el número de individuos fue pequeño o nulo (Tabla 1), al efectuar el análisis anterior se logró una buena apreciación de los pulsos de alimentación de las especies estudiadas, aún cuando no concuerda con lo propuesto por Jarre *et al.* (1989), donde se sugiere que los muestreos se efectúen cada dos horas para lograr resultados óptimos.

De este análisis cabe destacar, que la época de mayor intensidad de alimentación para *P. octonemus* se presenta en la época de nortes y para *L. synagris* se tiene en la época de lluvias, ambas especies en las dos bocas de conexión. Asimismo, se puede determinar la preferencia de las dos especies por alimentarse con escasa luz, esto es, al amanecer (06:00 hrs) y/o al anoecer (18:00 hrs) (Figs. 13 y 14). También se observaron diferencias particulares, esto es, se encontró que *P. octonemus* se alimentó en horas de abundante luz (desde las 10:00 a las 14:00 hrs) durante las épocas de secas en la boca del Carmen y de lluvias en la boca de Puerto Real. Mientras que *L. synagris* se alimentó únicamente por las noches (Figs. 13 a-f y 14 a-f). Esto concuerda con lo planteado en el trabajo de Sierra y Claro (1979) para el caso de los lutjanidos, donde se discute la relación que existe entre la baja de la temperatura y la disminución de la alimentación y la velocidad de digestión.

La cronología nictimeral obtenida en cada época climática y en dos localidades diferentes (BCA y BPR), presenta variaciones debidas a:

a) La abundancia de la presa. El depredador va a comer en lapsos mayores o menores dependiendo la misma, modificándose de manera intrínseca la intensidad de la alimentación. Para ambas especies, la mayor actividad de alimentación se caracterizó en las horas de escasa luz (06:00 y 18:00 hrs), lo que coincidió con la mayor abundancia de los grupos preferenciales, como son para *P. octonemus* camarones, restos de otros crustáceos y poliquetos; mientras que para *L. synagris* fueron los camarones, otros crustáceos y peces (Figs. 8 y 12).

b) Composición de especies. Un sistema tropical costero es muy rico en diversidad de especies. Los resultados analizados, integran un esquema alimentario de al menos catorce items en la alimentación de *P. octonemus*, y para *L. synagris* al menos de diecisiete items, presentándose variaciones estacionales, pero manteniéndose una alta diversidad en el espectro trófico durante el ciclo estudiado.

c) Intensidad de luz. La cantidad de horas-luz/día en todo el año repercute en las relaciones depredador-presa, debidas a las estrategias biológicas de cada uno de los componentes del ecosistema. La cronología alimentaria determinada para ambas especies en relación con la intensidad de la luz, se establecieron diferencias ya que *L. synagris* se alimenta únicamente de noche, mientras que *P. octonemus*, aunque tiene preferencia por alimentarse con escasa luz (de las 18:00 a las 06:00 hrs), mostró algunas particularidades de acuerdo a la época del año, esto es, en secas (BCA) y en lluvias (BPR), cuando se observó que la especie se alimentaba de las 10:00 a las 14:00 hrs (Figs 13 y 14).

d) Flujo neto de agua que entra o bien sale de la laguna a través de las bocas de conexión. Durante las tres épocas climáticas, se observa que la dinámica ambiental de cada boca se modifica debido al patrón de vientos y la intensidad de la descarga fluvial, esto trasciende directamente en la distribución y abundancia de las especies estudiadas y en los grupos tróficos. Como se observa para *P. octonemus* el cual tuvo preferencia por la boca del Carmen (de persistente influencia de aguas estuarina), y fue más abundante en la época de lluvias; mientras que *L. synagris* se capturó principalmente en la boca de Puerto Real (de persistente influencia marina), y fue más abundante en la época de secas.

e) La biología de cada una de las especies y de cada grupo trófico. Como se aprecia en la alimentación y hábitos alimentarios de ambas especies, se presenta un amplio espectro trófico; sin embargo, tienen preferencia por items particulares, los cuales están o no disponibles para sus depredadores dependiendo de sus propios ciclos de vida, la época climática o bien la localidad.

Implementación Metodológica

La mayoría de los métodos para estimar el consumo de alimento de una población se basa en la cantidad de alimento encontrada en los estómagos en periodos sucesivos de tiempo; por ello, las estimaciones de consumo de alimento en la naturaleza muchas veces se basa en experimentos de laboratorio, (por ejemplo los rangos de evacuación gástrica). Algunos autores como Prejs y Colomine (1981) Pauly (1986) y Palomares (1987), consideran que la estimación del alimento consumido a través de estos métodos, puede ser poco confiable porque en la mayor parte de los casos tanto el stress como la ración de alimento dada a los peces suele sezar la eficiencia de conversión del alimento.

Pauly (1986), Pauly y Palomares (1987), y Pauly *et al.* (1987) proponen un método para estimar el consumo de alimento en una población de peces. Este método no requiere de un muestreo secuencial para estimar el rango de evacuación gástrica, ni tampoco revisar el contenido estomacal. Este modelo asume que los individuos de la población a estudiar crecen de acuerdo con la teoría del crecimiento de von Bertalanffy (ver fórmula 7). De los cuatro elementos que este modelo requiere, el parámetro beta es el más importante, ya que corresponde a la tasa instantánea de crecimiento de la relación longitud- peso de dicha fórmula. Estos autores, dan una serie de recomendaciones para reducir las incertidumbres asociadas a éste. Una de estas, es utilizar los resultados obtenidos en los experimentos de laboratorio; y otra, es identificar las propiedades anatómicas, fisiológicas y ecológicas de los peces, utilizando los datos de crecimiento obtenidos en el campo, para predecir el consumo de alimento de una población natural (Ver Anexo 1a y b).

La cantidad de alimento que es convertida en músculo por una población de peces a través del proceso de crecimiento, es uno de los parámetros más difíciles de obtener; sin embargo, en las tendencias metodológicas actuales, es requerido en los modelos que intentan explicar las interacciones entre las poblaciones en un ecosistema multiespecífico (Palomares, 1987). El objetivo principal de estos modelos es relacionar una población de peces dada con los grupos tróficos requeridos por ella. Así, la estimación de la biomasa de la presa que va a satisfacer los requerimientos alimentarios del depredador, resulta tanto en información acerca del nivel trófico de éste, como del flujo de energía dentro de un ecosistema (Ivlev, 1961).

En este estudio se adaptó esta metodología con el fin de comprender algunas de las interacciones tróficas de dos poblaciones dominantes de peces de un sistema de alta diversidad como lo es la región: de la Laguna de Términos. Para integrar el modelo se utilizaron los parámetros poblacionales de las especies estudiadas y se seleccionó como grupo alimentario la fracción de camarón en la dieta del pez; ya que esta conforma, por un lado, uno de los principales items en los requerimientos alimentarios de ambas especies, (Figs. 8 y 12); y por otro, uno de los recursos pesqueros más importantes de la región. La estimación de la biomasa de camarón, como requerimiento alimentario de dos de las especies más

frecuentes y abundantes en el área de estudio. Este tipo de implementación metodológica, presenta una visión cuantitativa complementaria en el desarrollo de modelos pesqueros, por su implicación en la población sobre la mortalidad natural, longevidad y crecimiento.

Por otro lado Pauly (1989) propone que el área de la aleta caudal de los peces puede ser un indicador de los diferentes hábitos de las especies; y esto resulta en un dato numérico que puede ser comparado en términos cuantitativos. Obviamente este índice sólo funciona si los peces cuentan únicamente con su aleta caudal como órgano de propulsión, el cual es el caso de las dos especies estudiadas (Fig. 3). El área de la aleta caudal caracteriza la forma de nadar de un pez. Si tenemos un área grande, esto indica que el pez es un nadador rápido y constante, mientras que si el área es pequeña se tratará de un pez lento y de movimientos reducidos, esto naturalmente está relacionado con sus hábitos alimentarios. El área de la aleta caudal en ambas especies estudiadas es similar, por lo que los hábitos alimentarios y el espectro trófico de éstas son similares, esto es, el área de la aleta caudal fue de 0.80 en *Polydactylus octonemus* y de 0.98 en *Lutjanus synagris*, lo que indica que las especies son de movimientos reducidos, que para el presente estudio se considera como alimentación omnívora, de aquí que *P. octonemus* es un consumidor de segundo orden y *L. synagris* un carnívoro facultativo, ambas con un amplio espectro trófico (Ver Anexo 2).

Proporción de Camarón en la Dieta del Pez

En el sur del Golfo de México, existen alrededor de once grupos pesqueros comprendidos en casi cuarenta especies de peces de importancia comercial y todas interactúan entre sí en las tramas tróficas del sistema (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988). En esta región, la Sonda de Campeche destaca por las capturas de peces pero principalmente la de camarones peneidos, como lo destacan Yáñez-Arancibia y Aguirre-León (1987), quienes analizan las estadísticas pesqueras de casi cincuenta años de capturas en la región de la Laguna de Términos.

Pauly y Mathews (1986), Pauly y Palomares (1987), Pauly *et al.* (1987) y Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1988), consideran que determinando la tasa de depredación de los peces demersales sobre los camarones, en función a las biomásas de cada uno en el ecosistema, se puede facilitar la comprensión de las interacciones entre los peces y camarones y su impacto potencial en la trama trófica sobre los camarones. Esto es importante para la toma de decisiones en el manejo del recurso sobre el descarte de fauna acompañante en las capturas comerciales. Sin embargo, las estimaciones de depredación de camarón en el ecosistema son difíciles de determinar en este momento. Esto es en parte porque mientras existe una buena documentación acerca de las interacciones ecológicas entre camarones y peces, hay una fuerte carencia de información cuantitativa sobre la depredación del camarón por los peces (Sheridan *et al.*, 1984).

Las especies de peces consideradas en este estudio, conforman grupos pesqueros de diferente apreciación comercial en la región, cabe mencionar que la familia Polynemidae tiene poco valor

comercial en las costas occidentales y centrales del Atlántico debido a que las opiniones acerca del sabor de su carne son muy dispares (Fischer, 1978). Así que la captura de *P. octonemus* en la región es incidental y ocurre con mucha frecuencia en los arrastres de camarones peneidos pero su consumo es local (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). Mientras que la familia de los Lutjanidos es muy apreciada por el agradable sabor de su carne y conforma una de las pesquerías establecidas más importantes de la región (Fischer, 1978; Stevenson, 1982; Ayala-Pérez, 1984; Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1986). No obstante, *P. octonemus* así como *L. synagris* conforman una parte importante de la fauna de acompañamiento del camarón.

Por otro lado, la Laguna de Términos y sus áreas de influencia hacia la plataforma de Tabasco/Campeche tienen una potencialidad de camarón mínima estimada por Fischer (1978) en 22 000 ton/año; Yáñez-Arancibia y Aguirre-León (1987) reportan una captura de 15 000 ton/año de camarones, mientras Gracia (1989) para la Sonda de Campeche reporta una captura de 17 000 ton/año. Las diferencias entre las cantidades de camarón ingerido por la población de peces y el capturado en las pesquerías es grande, según lo muestran los resultados de éste trabajo. Así tenemos que *P. octonemus* consume cerca de 10 000 toneladas de camarón al año, mientras que *L. synagris* consume cerca de 2 000 ton/año (Tabla 5). Esto quiere decir que, entre las dos especies consumen cerca de la pesca anual de camarón peneido reportada para la región, lo cual de suma importancia, ya que el impacto que la población de camarón peneido recibe a través de la pesca comercial es similar al impacto que recibe por parte de sus depredadores naturales, teniendo en cuenta que en el presente trabajo sólo se consideran a dos de las especies de las 350 que se han capturado de manera experimental con redes de arrastre en el sur del Golfo de México.

Las interacciones en las capturas entre el camarón y los peces han recibido poca atención y no se han hecho intentos serios para utilizar la fauna de acompañamiento y comercializarla a gran escala. Las interacciones biológicas entre peces y camarones están apenas tomándose en cuenta y esto afecta muchas decisiones de manejo del recurso. Esto se basa en que, mientras muchos peces pequeños pueden competir con el camarón por alimento, la mayor interacción biológica entre los peces y el camarón es sin lugar a dudas a nivel de relaciones tróficas, esto es, que el pez come camarón (Pauly y Neal, 1985; Pauly y Mathews, 1986; Pauly y Palomares, 1987; Pauly *et al.*, 1987).

Las implicaciones del conocimiento de éste impacto son múltiples, ya que conllevan no sólo al entendimiento de las interacciones biológicas de la pesquería de camarón, sino también de la ecología de los recursos en un sistema tropical de alta diversidad, donde la evaluación de las interacciones entre los recursos actualmente explotados y otros potenciales (como los demersales), son indispensables para aspirar a un incremento pesquero hacia el año 2 000. La implementación de nuevas metodologías que permitan este conocimiento, es una necesidad marcada en los países ribereños tropicales; sin embargo, se requiere de la investigación científica integrada que proporcione los datos que las sostengan.

CONCLUSIONES

Polydactylus octonemus

1. El espectro trófico de *P. octonemus* esta constituido al menos por catorce grupos, de los cuales los más importantes fueron los camarones peneidos, poliquetos y otros crustáceos. De acuerdo a esto se le considera un consumidor de segundo orden, con características de oportunista, depredando preferentemente sobre camarones peneidos.
2. Los porcentajes de los grupos tróficos presentaron diferencias estacionales, a lo largo del día y por boca de conexión, todo esto debido a características físico-ambientales interactuantes en el sistema y que repercuten en la relación depredador-presa. Así el porcentaje más alto en peso en la dieta de *P. octonemus* lo tienen los camarones peneidos y los carideos en las tres épocas climáticas; otros crustáceos y poliquetos durante el día y los camarones peneidos y carideos durante la noche; los camarones peneidos y otros crustáceos en la boca del Carmen, y los camarones peneidos y los carideos en la boca de Puerto Real.
3. La mayor intensidad de alimentación para ésta especie se presenta en la época de nortes en ambas bocas de conexión.
4. Se detecta la preferencia de *P. octonemus* por alimentarse con escasa luz desde el anochecer (18:00) hasta el amanecer (06:00 hrs). Se presenta un sólo pulso de alimentación en las tres épocas climáticas.
5. La proporción de camarón en la dieta de *P. octonemus* se calculó en cerca de 10 000 ton/año, lo cual es una cantidad importante considerando el monto de la captura comercial anual reportada.

Lutjanus synagris

1. El espectro trófico de *L. synagris* esta constituido al menos por diecisiete grupos, de los cuales los más importantes fueron los camarones peneidos, carideos, otros crustáceos y peces. De acuerdo a esto se le considera como un consumidor de tercer orden, facultativo y no forzosamente ictiófago que se alimenta de peces y crustáceos.
2. Los porcentajes de los grupos tróficos presentaron diferencias estacionales, a lo largo del día y en la localidad, todo esto debido a características físico-ambientales interactuantes en el sistema y que repercuten en la relación depredador-presa. Así el porcentaje más alto en peso en la dieta de *L. synagris* lo tienen los camarones peneidos y los peces en las tres épocas climáticas; los grupos más importantes arriba mencionados tienen porcentajes elevados tanto en el día como en la noche, y los camarones peneidos y los peces presentan valores altos en ambas bocas de conexión.

3. La mayor intensidad de alimentación para ésta especie se presenta en la época de lluvias en ambas bocas de conexión.
4. Se detecta la preferencia de *Lutjanus synagris* por alimentarse de noche (22:00 a 02:00 hrs). Presentando un solo pulso de alimentación en las tres épocas climáticas.
5. La proporción de camarón en la dieta de *L. synagris* se calculó en cerca de 2 000 ton/año.

Implementación Metodológica

1. La metodología utilizada permitió la obtención de la proporción del camarón en la dieta de ambas especies sin la necesidad de montar acuarios de experimentación, lo cual es de gran ayuda cuando sólo se tienen datos de campo.
2. La estimación del área de la aleta caudal del pez es un indicador de los diferentes hábitos de las especies, estableciéndose que ambas especies presentan movimientos reducidos y su alimentación es principalmente omnívora.
3. La metodología utilizada en el presente estudio permitió relacionar cuantitativamente las poblaciones de peces *P. octonemus* y *L. synagris* con el grupo de los camarones a través de la trama trófica; determinando el impacto potencial sobre la población de camarón.
4. El monto del consumo de camarones por parte de ambas especies está cerca de la pesca anual de camarón peneido reportada. Esto es de gran importancia ya que el impacto que la población de camarón está recibiendo por parte de la pesca comercial es similar al impacto que recibe por parte de sus depredadores naturales, teniendo en cuenta que en el presente trabajo sólo se considera a dos de ellos en una comunidad tropical de alta diversidad asociada con el recurso.
5. Es necesario efectuar más estudios tendientes a conocer más ampliamente las relaciones tróficas entre las poblaciones de la comunidad demersal, así como las implicaciones ecológicas y económicas de dichas relaciones.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo institucional y económico para la realización del presente estudio. El trabajo forma parte del Proyecto de Investigación UNAM-CONACYT: "Interacciones ecológicas estuario-mar en la región de la Laguna de Términos: fisicoquímica, contaminación, ecología trófica, modelos matemáticos y análisis del sistema y sus recursos bióticos", con clave PCECBNA-021925.

Al Dr. Alejandro Yáñez-Arancibia por la dirección y asesoría de este trabajo de tesis, su apoyo bibliográfico y estímulo constante a lo largo del desarrollo del trabajo; así como también al Dr. Daniel Pauly por sus comentarios y apoyo bibliográfico. De manera especial a las M. en C. Patricia Sánchez-Gil y Ana Laura Lara-Dominguez por la asesoría en la realización de todo el trabajo, sus comentarios y sugerencias para la elaboración de este manuscrito. A los profesores M. en C. Raúl F. Gío-Argáez, Dr. Carlos Rosas y Fernando Díaz por la cuidadosa revisión del texto y sus valiosos comentarios y sugerencias. Especial agradecimiento al Biól. Jorge A. Gutiérrez Lara por su constante apoyo y la elaboración final de este texto. A la Biól. Sandra P. Bolaños Montes de Oca por la elaboración de las figuras de este trabajo. Al Fís. Eduardo Sáinz-Hernández por la elaboración final del trabajo. A los compañeros del Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina por sus críticas y comentarios en diferentes etapas de este estudio, en especial al Ing. Manuel Marengo Pérez y a los M. en C. Carlos Espinosa-Fajardo, Arturo Aguirre-León, Luis A. Ayala Pérez, Hernán Guillén y Guillermo Villalobos-Zapata.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

LITERATURA CITADA

- ABURTO, J.M. y R.V., SANTES 1987. Contenido estomacal de *Polydactylus octonemus* (Mugiliformes: Polynemidae). En: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y Sociedad Mexicana de Zoología (Eds.) *Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología*. Villahermosa, Tabasco, 13 a 16 octubre de 1987.
- ARNTZ, W.E. y I. FINGER, 1981. Demersal fish in western Baltic: their feeding relations, food coincidence and food selection. *International Council for the Exploration of the Sea. Ref. Biol. Oceanography Cttee.*
- AYALA-PEREZ, L.A., 1984. Determinación de algunos parámetros poblacionales y de la biología pesquera de la bíaiba *Lutjanus synagris* (Linneo, 1758). (Pisces: Lutjanidae). México. Tesis Licenciatura. UNAM.
- BERG, J., 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiuseculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.* 50 (3): 263-273.
- BLABER, S.J.M. y C.M. BULMAN, 1987. Diets of fishes of the upper continental slope of eastern Tasmania: content, caloric values, dietary overlap and trophic relationships. *Marine Biology* 95: 345-356.
- CASTRO-AGUIRRE, J.L., 1978. Catálogo Sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. *Dir. Gral. Inst. Nat. Pesca, México, Serie Científica*, 19: 298 p.
- CERVIGON, F., 1966. Los peces Marinos de Venezuela. Estación de Investigaciones Marinas de Margarita. *Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Caracas, Monografía*, 12: 439-951.
- CLARO, R., 1981. Ecología y ciclo de vida de la bíaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la Plataforma Cubana. III Nutrición. *Cuba. Ciencias Biológicas* 6.
- CLEMENTS, W.H. y R.J. LIVINGSTON, 1984. Prey selectivity of the fringed fieldfish *Monacanthus ciliatus* (Pisces: Monacanthidae): role of prey accessibility. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* (16): 291-295.
- CHITTENDEN, M.E. Jr., y J.Mc.EACHRAN, 1976. Composition, Ecology and dynamics of demersal fish communities on the Northwestern Gulf of Mexico, continental shelf, with a similar synopsis for the entire Gulf.
- DARNELL, R.M., 1961. Trophic spectrum of an estuarine community, based on studies of lake Pontchartrain, Louisiana. *Ecol.* 3 (42): July.
- DARNELL, R.M. y R.R. MEIEROTTO, 1962. Determination of feeding chronology in fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 3 (91): July.
- DEEGAN, L.A. y B.A. THOMPSON, 1985. The ecology of fish communities in the Mississippi river deltaic plain, Chap. 4: 35-56. In: Yáñez-Arancibia (Ed.) *Fish community Ecology in Estuaries and coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, UNAM Press, México, 645 p.
- DE SYLVA, D.P., 1985. Nektonic food webs in estuaries. Chap. 11: 233-246. In: Yáñez-Arancibia (Ed.) *Fish community Ecology in Estuaries and coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, UNAM Press, México, 645 p.
- DILL, L.M., 1983. Adaptive flexibility in the foraging behavior of fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40 (4): 398-408.
- DRUZHININ, A.D., 1970. The range and biology of snappers (Fam. Lutjanidae). All-Union Research Inst. for Sea Fisheries and Oceanography (VNIRO) Moscow
- DUMAS, T., N. MILLARES y M. BORRERO, 1979. Fecundidad en bíaiba (*Lutjanus synagris*, L., 1758). *Rev. Cub. Inv. Pesq.* 4 (3): 19-30.

- DURBIN, A.G., S.W. NIXON y C.A. OVIATT, 1979. Effects of the spawning migration of the alewife, *Alosa pseudoharengus*, on fresh water ecosystems. *Ecology*, 60 (1): 8-17.
- EGGERS, D.M., 1977. Factors interpreting data obtained by diel sampling of fish stomachs. *J. Fish. Res. Board Can.*, 34 (2): 290-294.
- ELLIS, J.E., J.A. WIENS, Ch.F. RODELL y J.C. ANWAY, 1976. A conceptual model of diet selection as an ecosystem process. *J. Theor. Biol.*, 60: 93-108.
- ESPINOSA-FAJARDO, C.A., 1988. Patrón de Abundancia (Densidad y Biomasa) de las comunidades de peces demersales marinos frente a las bocas de conexión Laguna de Términos-Sonda de Campeche (Sur del Golfo de México). Tesis de Posgrado. UNAM.
- FISCHER, W. (Ed.), 1978. *FAO Species identification sheets for fishery purposes. Western central atlantic (Fishing area 31)*. FAO Roma (Italia), Vols. I-VI.
- FRANKS, J.S., J.Y. CHRISTMAS, W.L. SILER, R. COMBS, R. WALER y C. BURNS, 1972. A study of the nektonic and benthic faunas of the shallow Gulf of Mexico of the State of Mississippi. *Gulf Res. Rep.*, 4: 184 p.
- GALLAWAY, B.J., J.C. PARKER y D. MOORE, 1972. *Key to the Estuarine and Marine Fishes of Texas*. Department of Wild Life and Fisheries Science, Texas Aand M. University, 162 p.
- GLENN, C.L. y F.J. WARD, 1968. "Wet" Weight as a method for measuring Stomach Contents of Walleyes, *Stizostedion vitreum vitreum*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 25 (7): 1505-1507.
- GRACIA GASCA, A., 1989. Ecología y Pesquería del Camarón Blanco *Penaeus setiferus* (Linnaeus, 1767) en la Laguna de Términos Sonda de Campeche. México. Tesis Doctorado en Ciencias (Biología). UNAM.
- GRACIA GASCA, A. y L.A. SOTO, 1986. Condiciones de reclutamiento en las poblaciones de camarones Peneidos en un sistema lagunar-marino tropical: Laguna de Términos-Banco de Campeche. In: Yáñez-Arancibia, A. y D. Pauly (Eds.), IOC-FAO Workshop on Recruitment in Tropical Coastal Demersal Communities. *IOC Workshop Report No. 44*: 235-242.
- GRAHAM, D.S., J.P. DANIELS, J.M. HILL y J.M. DAY Jr., 1982. A preliminary model of the circulation of Laguna de Terminos, Campeche, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. Mexico*. 8 (1): 51-62.
- GREENFIELD, D.W., T.A. GREENFIELD y S.L. BRINTON, 1983. Spatial and Trophic interactions between *Gambusia sexradiata* and *Gambusia puncticulata yucatanana*. (Pisces: Poeciliidae) in Belize, Central America. *Copeia*. 598-607.
- GUNTER, G., 1945. Studies on Marine Fishes of Texas I. *Publ. Inst. Mar. Sci Univ. Texas*. Vol. 1: 1-190.
- HILDEBRAND, H., 1954. A study of the fauna of brown shrimp (*Penaeus aztecus*, Ives) grounds in the western Gulf of Mexico. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas*. 3 (2): 233-366.
- HYSLOP, E.J., 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. The fisheries of the british islands. 411-429.
- IVLEV, V.S., 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale Univ. Press, New Haven: 302 p.
- JARRE, A., MA. L. PALOMARES, M.L. SORIANO, V.C. SAMBILAY Jr. y D. PAULY, 1989. Some Improved Analytical and Comparative Methods for Estimating the Food Consumption of Fishes. Paper 12: 1-19. In: ICES 1989 MSM Symposium.
- KERR, S.R., 1982. Estimating the energy budgets of actively predatory fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 371-379.
- KITCHELL, J.F., R.V. O'NEILL, D. WEBB, G.W. GALLEPP, S.M. BARTELL, J.F. KOONCE y B.S. AUSMUS, 1979. Consumer regulation nutrient cycling. *Bio. Science*, 29 (1): 28-34.

- KLIMA, E.F., R.G. CASTRO MELENDEZ, N. BAXTER, F.J. PATELLA, T.J. CODY y L.F. SULLIVAN, 1987. Mexus-Gulf shrimp research, 1987-84. *Mar. Fish. Rev.*, 49 (1): 21-30.
- LAEVASTU, T., 1971. Manual de métodos de biología pesquera. Publicación FAO. Ed. Acribia. España. 243 p.
- LAGLER, K.F., J.E. BARDACH, R.R. MILLER y D.R. MAY PASSINO, 1977. Ictiología. Primera Edición. AGT Editor, México, 489 p.
- LONGHURST, A.R., 1957. The food of the demersal fish of a West african estuary. *J. Anim. Ecol.* (26): 369-387.
- MARSHALL, A., 1976. Feeding ecology of calgrass fish communities. *Trans. of the Am. Fish. Soc.* (105): 4, July. 524-519.
- MUNRO, J.L., 1987. Workshop synthesis and directions for future research. (ICLARM, South Pacific Off, Townsville, Qld. 4810, Australia). In: *Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management*. Polovina, J.J. y S. Ralston (Eds.). Publ. by: Westview press, boulder, Co. (USA). Ocean Resour. Mar. Policy Ser. 639-359.
- PALOMARES, M.L., 1987. Comparative studies on the food consumption of marine fishes with emphasis on species occurring in the Philippines. Masteral Thesis. Quezon city, Philippines.
- PAULY, D., 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO, *Documento Técnico de Pesca 234*: 57 p.
- PAULY, D., 1984. BURMA Methods for assessing the marine stocks of BURMA, with emphasis on the demersal species. FAO. *Field Document 6*. Rome.
- PAULY, D., 1986. A simple method for estimating the food consumption of fish populations from growth data and food conversion experiments. *Fish. Bull.* (84):4.
- PAULY, D., 1987. On the compatibility of a new expression for gross conversion efficiency with the von Bertalanffy growth equation. *Fish. Bull.* (85): 1.
- PAULY, D., 1989. A simple Index of Metabolic Level in fishes. ICLARM. *Fishbyte*. 22 p.
- PAULY, D. y R. NEAL, 1985 Shrimp vs. Fish in Southeast Asian fisheries: The biological, technological and social problems. Cap 10: 487-510. In: Yáñez-Arancibia A., (Ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D.F. 748 p.
- PAULY, D., y Ch. P. MATHEWS, 1986. Kuwaits finfish catch three times more shrimp than its trawlers. *Naga (ICLARM)*, JANUARY., 9 (1): 11-12.
- PAULY, D. y M.L. PALOMARES, 1987. Shrimp Consumption by Fish in Kuwait waters: a methodology, preliminary results and their implications for management and research. *Kuwait Bull. of Marine Science*. 9: 101-125.
- PAULY, D., M. SORIANO y M.L. PALOMARES, 1987. Improved construction, parametrization and interpretation of steady-state ecosystem models. Presented at the ninth Shrimp and Fin Fisheries Management Workshop, 7-9 December. Kuwait.
- PARRISH, J.D., 1987. The trophic biology of snappers and groupers (Hawaii Coop. Fish. Res. Unit., Univ. Hawaii, Honolulu, USA). In: *tropical Snappers and groupers biology and fisheries management*. Polovina, J.J. y S. Ralston (Eds.). Publ. by: Westview Press, boulder, Co. (USA). Ocean Resour. Mar. Polycy. Ser. 405-463.
- PEREZ-FARFANTE, I., 1970. Claves ilustradas para la identificación de los camarones marinos comerciales de la América Latina. México. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq. *Serie Divulgación*. Instructivo (3): 50.
- PINKAS, L., M.S. OLIPHANT y I.L.K. IVERSON, 1971. Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull. Calif.*, 152: 1-105.

- PREJS, A. y G. COLOMINE, 1981. *Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces*. Ed. Caracas, Venezuela. 127 p.
- RESHETNIKOV, Y.S. y R.M. CLARO, 1975. Cycles of biological processes in tropical fishes with reference to *Lutjanus synagris*. S.N. Severtsov. Institute of Evolutionary Morphology and Animal Ecology (IEMEZH). Moscow and Institute of Oceanology, Habana, Cuba.
- RANDALL, J.E., 1968. *Caribbean Reef Fishes*. T.F.H. Publications Inc., New Jersey. 318 p.
- ROBB, A.P., 1981. Observations on the food and diel feeding behavior of pelagic O-group gadois in the northern North Sea. *J. Fish Biol.* 18: 183-194.
- SANCHEZ-GIL, P. y A. YAÑEZ-ARANCIBIA, 1985. Evaluación Ecológica de Recursos Demersales Costeros Tropicales: Un enfoque metodológico en el sur del Golfo de México, Cap. 7: 275-314. In: Yáñez-Arancibia A., (Ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D.F. 748 p.
- SHERIDAN, P.F., D.L. TRIMM y B.M. BAKER, 1984. Reproduction and food habits of seven species of northern Gulf of Mexico fishes. *Contributions in Marine Science*. (27): 175-204.
- SIERRA-SIERRA, L.M. y R. CLARO-MADRUGA, 1979. Variación estacional de la velocidad de digestión en dos especies de peces lutjanidos, la bajaiba (*Lutjanus synagris*) y el caballero (*Lutjanus griseus*). Cuba. *Ciencias Biológicas* 3.
- SOTO, L.A. y A. GRACIA, 1987. Evaluación de los efectos de hidrocarburos fósiles sobre las poblaciones de camarones peneidos en el Banco de Campeche. *An. Inst. de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 14 (en prensa).
- STEVENSON, D.K., 1982. Una revisión de los recursos marinos de la región de la Comisión de Pesca para el Atlántico centro-occidental (COPACO). FAO Documentos Técnicos de Pesca, 211: 1-146.
- SPRINGER, V.G. y K.D. WOODBURN, 1960. An ecological study of the fishes of the Tampa Bay area. *Fla. St. Bd. Prof. Pap. Serv.*, 1: 1-104
- SUSEELAN, C. y K.V. SOMASEKHARAN NAIR, 1969. Food and feeding habits of the demersal fishes off Bombay. *Indian J. Fish.*, (16): 56-74.
- TOPP, R.W. y F.H. HOFF Jr., 1972. Flat Fishes (Pleuronectiformes). *Fla. Dept. Nat. Res. Mem. Hourglass Cruises*, 4 (2): 1-135.
- WEINSTEIN, M.P., 1985. Distributional ecology of fishes inhabiting warm-temperate and tropical estuaries: Community relationships and implications, Chap. 14: 285-310. In: Yáñez-Arancibia (Ed.) *Fish community Ecology in Estuaries and coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*, 645 p. Dr (R) UNAM press México, ISBN 968-837-618-3.
- WINDEL, J.T. y S.H. BOWEN, 1978. Methods for study of diets based on analysis of stomach contents. In: Bagenal, T. (Ed.), *Methods for the assessment of fish production in fresh waters*. 3rd. ed. Oxford. Blackwell Scientific Publ., 219-254.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras: Nota científica. *An. Cen. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 2 (1): 53-60, 1 fig.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., 1977. Piscicultura en lagunas costeras: perspectivas en México. In: Stewart, H.B. (Ed.), Symposium on progress in marine research in the Caribbean and adjacent regions. Caracas, Venezuela, 12-16 July 1976. Papers on fisheries, aquaculture and marine biology. FAO *Fish. Rep.*, (200): 529-547.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efmeras del Pacífico de México. *Cen. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Publ. Esp.*, 2: 306 p.

- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., 1985. Recursos Demersales de Alta Diversidad en las Costas Tropicales: Perspectiva Ecológica, Cap. 1: 17-38. In: Yáñez-Arancibia A., (Ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D.F. 748 p.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. y R.S. NUGENT, 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An, Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* Univ. Nal. Auton. Mexico., 4 (1): 107-114.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. y J.W. DAY Jr., 1982. Ecological characterization of Terminos lagoon, a tropical lagoon estuarine system in the southern Gulf of Mexico, p. 431-440. In: Lasserre, P. y H. Postma (Eds.) *Coastal lagoons. Oceanologica Acta. Vol. Spec., 5 (4): 462 p.*
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. SANCHEZ-GIL, 1983. Environmental behavior of Campeche Sound Ecological system, off Terminos lagoon, Mexico: Preliminary results. *An, Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* Univ. Nal. Auton. Mexico. 10 (1): 117-136.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. SANCHEZ-GIL, 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México: caracterización ambiental, ecología y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades. *Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México., Publ. Esp 9: 230 p.*
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. y A. AGUIRRE-LEON, 1987. Pesquerías en la región de la Laguna de Términos. Cap. 22: 431-452. In: Yáñez-Arancibia, A. y J.W. Day Jr. (Eds.) *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el sur del Golfo de México: La Región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. Coast. Ecol. Inst. LSU. Editorial Universitaria, México, D.F.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. y P. SANCHEZ-GIL, 1988. *Ecología de los recursos demersales marinos, fundamentos en costas tropicales*. AGT Editor, México 228 p.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., J. CUIRIEL GOMEZ y V. LEYTON, 1976. Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caenilesceus* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae) *An, Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* Univ. Nal. Auton. Mexico. 3 (1): 125-180.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., F. AMEZCUA-LINARES y J.W. DAY Jr., 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in the Southern Gulf of Mexico, p. 456-482. In: V. Kennedy, (Ed.) *Estuarine Perspectives*. Academic Press Inc., New York, 534 p.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., A.L. LARA-DOMINGUEZ y A. AGUIRRE-LEON, 1986. Feeding ecology of tropical estuarine fishes in relation to recruitment processes. In: Yáñez-Arancibia A. y D. Pauly (Eds.) *Recruitment processes in tropical coastal demersal communities*. Ocean science in relation to living resources (OSRL), International recruitment project (IREP), COI-FAO-UNESCO Workshop Press series, (44), Paris.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., A.L. LARA-DOMINGUEZ, P. CHAVANCE, y D. FLORES-HERNANDEZ, 1983. Environmental behavior of Terminos lagoon ecological system. Campeche, Mexico. *An, Inst. Cienc. del Mar y Limnol.* Univ. Nal. Auton. Mexico., 10 (1): 137-176.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., P. SANCHEZ-GIL, y A.L. LARA-DOMINGUEZ, 1985a. Inventario Evaluativo de los recursos de peces marinos del sur del Golfo de México: Los recursos actuales, los potenciales reales y perspectivas, Cap. 6: 255-274. In: Yáñez-Arancibia A., (Ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D.F. 748 p.

- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., P. SANCHEZ-GIL, G.J. VILLALOBOS-ZAPATA y R. RODRIGUEZ CAPETILLO, 1985b. Distribución y abundancia de las especies dominantes en las Poblaciones de Peces Demersales de la Plataforma Continental Mexicana del Golfo de México, Cap. 8: 315-398. In: Yáñez-Arancibia A., (Ed.) *Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca Acompañante del Camarón*. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D.F. 748 p.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., A.L. LARA-DOMINGUEZ, A. AGUIRRE-LEON y S. DIAZ-RUIZ, 1986. Foods habits ecology of tropical estuarine fishes in relation to recruitment processes. In: A. Yáñez-Arancibia y D. Pauly (Eds.) *IOC-FAO workshop on recruitment in tropical coastal demersal communities*. Workshop report. 44 p.

Anexo Ia. Cálculos para la obtención de la Biomasa Anual de Polydactylus octonemus a partir del método BURMA (Pauly, 1984).

<u>Polydactylus octonemus</u>							
LONG x	N	W INF	W SUP	W x	N*x	N*FP	N*FP*x
8.5	3	26.24	37.26	44.87	134.61	121.98	5473.242
9.5	27	37.26	51.06	62.79	1695.33	1097.82	69932.11
10.5	36	51.06	68.01	85.065	3062.34	1463.76	124514.7
11.5	23	68.01	88.44	112.23	2591.29	935.18	104955.2
12.5	23	88.44	112.69	144.785	3330.055	935.18	135400.0
13.5	28	112.69	141.15	183.265	5131.42	1138.48	208643.5
14.5	17	141.15	174.14	228.22	3879.74	691.22	157750.2
15.5	17	174.14	212.05	280.165	4762.805	691.22	193655.6
16.5	28	212.05	255.23	339.665	9510.62	1138.48	386701.8
17.5	29	255.23	304.06	407.26	11810.54	1179.14	480216.5
18.5	24	304.06	358.9	483.51	11604.24	975.84	471828.3
19.5	23	358.9	420.13	568.965	13086.19	935.18	532084.6
20.5	26	420.13	488.14	664.2	17269.2	1057.16	702165.6
21.5	17	488.14	563.3	769.79	13086.43	691.22	532094.2
22.5	17	563.3	645.99	886.295	15067.01	691.22	612624.8
23.5	9	645.99	736.61	1014.295	9128.655	365.94	371171.1
24.5	2	736.61	835.53	1154.375	2308.75	81.32	93873.77
25.5	1	835.53	943.16	1307.11	1307.11	40.66	53147.09

TOTAL = 120756.3 WS = 5235232.

NUMERO DE PECES DE LA MUESTRA = 350

FP = 40.66

BIOMASA ANUAL = 5235232. 512 g.

LONG x = longitud de x, N = frecuencia de los individuos, W INF = peso en el límite inferior, W SUP = peso en el límite superior, W x = media peso del pez, FP = frecuencia ponderal, WS = peso de la muestra.

Anexo Ib. Cálculos para la obtención de la Biomasa Anual de Lutjanus synagris a partir del método BURMA (Pauly, 1984).

<u>Lutjanus synagris</u>								
LONG x	N	W INF	W SUP	W x	N*Wx	N*FP	N*FP*Wx	
4.5	6	2.89	5.11	5.445	32.67	201.9	1099.345	
5.5	9	5.11	8.19	9.205	82.845	302.85	2787.734	
6.5	20	8.19	12.28	14.33	286.6	673	9644.09	
7.5	28	12.28	17.5	21.03	588.84	942.2	19814.46	
8.5	44	17.5	23.97	29.485	1297.34	1480.6	43655.49	
9.5	33	23.97	31.82	39.89	1316.04	1110.45	44284.74	
10.5	30	31.82	41.17	52.405	1572.15	1009.5	52902.84	
11.5	31	41.17	52.12	67.23	2084.13	1043.15	70130.97	
12.5	38	52.12	64.81	84.525	3211.95	1279.7	108082.1	
13.5	50	64.81	79.33	104.475	5223.75	1682.5	175779.1	
14.5	54	79.33	95.81	127.235	6870.69	1817.1	231198.7	
15.5	36	95.81	114.36	152.99	5507.64	1211.4	185332.0	
16.5	28	114.36	135.07	181.895	5093.06	942.2	171381.4	
17.5	21	135.07	158.08	214.11	4496.31	706.65	151300.8	
18.5	6	158.08	183.48	249.82	1498.92	201.9	50438.65	
19.5	7	183.48	211.37	239.165	2024.155	235.55	68112.81	
20.5	3	211.37	241.87	332.305	996.915	100.78	33546.18	
21.5	0	241.87	275.08	379.41	0	0	0	
22.5	2	275.08	311.1	430.63	861.26	67.3	28981.39	
23.5	1	311.1	350.05	496.125	496.125	33.65	16358.10	
24.5	1	350.05	392.01	546.055	546.055	33.65	18374.75	

WS = 44077.44 TOTAL = 1483206.

NUMERO DE PECES DE LA MUESTRA = 448

FP = 33.65

BIOMASA ANUAL = 1483206. 649 g.

LONG x = longitud x, N = frecuencia de individuos, W INF = peso en el límite inferior, W SUP = peso en el límite superior, W x = media del pez, FP = frecuencia ponderal, WS = peso de la muestra.

Anexo 2. Cálculos para la obtención del Área de la Aleta Caudal de *Polydactylus octonemus* y de *Lutjanus synagris* a partir de la Fórmula propuesta por Pauly y Palomares (1988).

<i>Lutjanus synagris</i>					<i>Polydactylus octonemus</i>				
LONG	h	AREA	h SQ	AR	LONG	h	AREA	h SQ	AR
40	47	1880	2209	1.175	56	48	2240	1600	0.714285
42	45	1890	2025	1.071428	58	43	2494	1849	0.741375
39	52	2028	2784	1.333333	46	32	1472	1024	0.695652
29	39	1131	1521	1.344827	40	30	1200	900	0.75
20	17	340	289	0.85	35	31	1085	961	0.985714
24	22	528	484	0.916666	30	24	720	576	0.8
23	20	460	400	0.859565	33	28	924	784	0.848484
22	20	440	400	0.909090	35	29	1015	841	0.828571
22	21	462	441	0.954545	38	28	1064	784	0.736842
22	20	440	400	0.909090	64	56	3584	3136	0.875
28	19	380	361	0.95	61	51	3111	2601	0.836065
21	18	378	324	0.857142	54	48	2592	2304	0.888888
18	18	324	324	1	59	49	2891	2401	0.839508
19	19	361	361	1	62	52	3224	2704	0.838789
17	16	272	256	0.941176	61	50	3050	2500	0.819672
17	16	272	256	0.941176	52	44	2288	1936	0.846153
17	16	272	256	0.941176	59	51	3009	2601	0.864406
17	16	272	256	0.941176	59	39	2301	1521	0.661016
17	16	272	256	0.941176	52	44	2288	1936	0.846153
17	16	272	256	0.941176	59	52	3068	2704	0.881285
17	16	272	256	0.941176	60	48	2880	2304	0.8
17	16	272	256	0.941176	63	51	3213	2601	0.809523
17	16	272	256	0.941176	57	39	2223	1521	0.684210
17	16	272	256	0.941176	60	50	3000	2500	0.833333
17	16	272	256	0.941176	55	44	2420	1936	0.8
17	16	272	256	0.941176	47	39	1823	1521	0.829787
16	16	256	256	1	50	39	1950	1521	0.78
18	17	306	289	0.944444	47	38	1786	1444	0.808510
16	15	240	225	0.9375	51	41	2091	1681	0.803921
16	15	240	225	0.9375	51	48	2448	2304	0.941176
13	12	156	144	0.923076					
15	16	240	256	1.066666					
12	12	144	144	1					

PROMEDIO = 0.977090

PROMEDIO = 0.809310

Winf = 960.4979
Q/B = 0.767511
ANTILOS Q/B = 5.85

Winf = 1882.26
Q/B = 0.672273
ANTILOS Q/B = 4.70

LONG = longitud de la aleta caudal, h = altura de la aleta caudal, AREA = área de la aleta caudal, h SQ = altura al cuadrado, AR = área de la aleta caudal.

Anexo 3. Valores de los parámetros para la obtención de la Biomasa de Consumo de Polydactylus octonemus y Lutjanus synagris.

	<u>Lutjanus synagris</u>	<u>Polydactylus octonemus</u>
AR	0.977	0.809
W lit	960.5	1882.26
W exp	356	249
Q/B lit	5.86	4.7
Q/B exp	6.53	6.44

AR = área de la aleta caudal, W lit = peso máximo reportado en la literatura, W exp = peso máximo, de los datos de campo, Q/B lit = biomasa de consumo obtenida a partir de los datos de literatura, Q/B exp = biomasa de consumo obtenida a partir de los datos de campo.