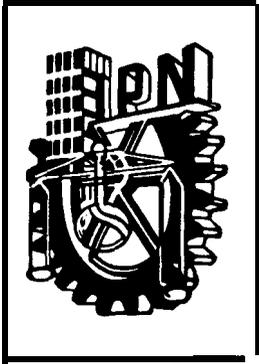


CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I. P. N.
DONATIVO

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

CIENCIAS MARINAS



INTERACCION TROFICA ENTRE DOS ESPECIES DE SARDINA
Opisthonema oglinum (le Sueur, 1818) y *Harengula jaguana*
Poey, 1865 (Osteichthyes: Clupeidae)
QUE COEXISTEN EN LAS COSTAS DE CELESTUN, **YUCATAN**,
MEXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

LIZBETH DEL SOCORRO CHUMBA SEGURA

LA PAZ, B.C.S. ABRIL DE 1995

INDICE

	Pag.
RESUMEN.....	
ABSTRACT.....	
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	4
3. AREA DE ESTUDIO	10
3.1. Ubicación	10
3.2. Clima	11
3.3. Vegetación	12
3.4. Geomorfología	13
3.5. Hidrología	13
4. JUSTIFICACION.....	16
4.1. Metas	16
5. OBJETIVOS	17
6. MATERIALES Y METODOS	17
7. RESULTADOS	22
8. DISCUSION	27
9. CONCLUSIONES	37
10. RECOMENDACIONES	38
11. BIBLIOGRAFIA CITADA	40
12. ANEXOS	
11.1. TABLAS.	46
11.2. FIGURAS.....	61

GLOSARIO

Afloramiento Agua filtrada a través del suelo calizo y que encuentra de nuevo la superficie a través de las fallas del terreno.

Competencia Cuando dos o más organismos en la misma comunidad buscan el mismo recurso que se encuentra en corto suministro en relación a la cantidad buscada.

Especialización alimentaria Tendencia de ciertas especies de peces como *H. jaguana* y *O. oglinum* de consumir un tipo de alimento determinado durante las fases finales del crecimiento.

Espectro Trófico Las especies que forman el alimento de una determinada especie consumidora a través de su ciclo de vida.

Manto freático Mantos acuíferos que se encuentran entre 80 y 120 m en las zonas más altas y a 3 y 10 m en las bajas de los que se extrae agua por perforación de pozos.

Nicho Es el papel ecológico de un organismo después de que el organismo se ha adaptado a todos los factores bióticos y abióticos (dimensiones) de su ambiente.

Penilaguna Laguna de agua salobre que se extiende a lo largo de gran parte de la costa, en la costa norte de Yucatán recibe el nombre de "ciénaga". Su anchura varía de medio a unos pocos kilómetros y es de poca profundidad y en parte pantanosa.

Relaciones tróficas Este término comprende al menos dos categorías, las relaciones depredador presa y las relaciones de competencia.

Repartición del recurso es la subdivisión del recurso en o entre los organismos coexistentes, a menudo se supone que está relacionado con la competencia.

Selectividad Es una habilidad del consumidor que le permite ingerir una cantidad determinada de organismos la cual es independiente de la proporción de organismos en la composición total de la comunidad.

Sobreposición de nicho es el uso compartido de recursos u otras variables ambientales por dos especies. La sobreposición no está directamente relacionada a la competencia.

LISTAS DE TABLAS

- Tabla 1. Composición del alimento de *Harengula jaguana* expresada en porcentajes de área (% A) y de frecuencia de ocurrencia (% FO).
- 'Tabla II. Composición del alimento de *H. jaguana*, en porcentaje de área (%A), durante el crecimiento. Se indica el índice de diversidad de Shanon (H').
- Tabla III. Índice de repleción gástrica (IRG) y el error estándar en *H. jaguana*, durante el crecimiento.
- Tabla IV. Composición del alimento de *H. jaguana*, en porcentaje de área (%A), durante las épocas del año.
- Tabla V. El factor de condición (K) y el error estándar de *H. jaguana* en los intervalos de talla con frecuencias mayores, a través de las épocas del año.
- Tabla VI. Distribución de tallas de *H. jaguana* a través de las épocas del año.
- Tabla VII. Índice gonadosomático (IG) y el error estándar en *H. jaguana* durante el crecimiento.
- Tabla VIII. Composición del alimento de *H. jaguana*, en porcentaje de área (%A), durante el desarrollo gonádico.
- Tabla IX. Distribución de tallas de *H. jaguana* durante el desarrollo gonádico.
- Tabla X. Composición del alimento de *Opisthonema oglinum*, en porcentajes de área (%A) y de frecuencia de ocurrencia (% FO).
- Tabla XI. Composición del alimento de *O. oglinum*, en porcentaje de área (%A), durante el crecimiento. Se indica el índice de Shanon (H').
- Tabla XII. Índice de repleción gástrica (IRG) y el error estándar en *O. oglinum* durante el crecimiento.
- "Tabla XIII. Composición del alimento de *O. oglinum* en porcentaje de área (%A) durante las épocas del año.
- Tabla XIV. El factor de condición (K) y el error estándar en *O. oglinum* a través de las épocas del año, en los intervalos de talla con mayor frecuencia (marca de clase de 15.5).
- Tabla XV. Distribución de tallas de *O. oglinum* durante las épocas del año.

- Tabla XVI. Índice Gonadosomático (IG) y el error estándar en *O. oglinum* durante el crecimiento.
- Tabla XVII. Composición del alimento de *O. oglinum*, en porcentaje de área (%A) durante las fases de desarrollo gonádico.
- Tabla XVIII. Distribución de tallas de *O. oglinum* durante las fases de desarrollo gonádico.
- Tabla XIX. Índice de sobreposición trófica de Morisita (1959) entre *H. jaguana* (marcas de clase entre 10.5 y 14. cm) y *O. oglinum* (marcas de clase entre 13.5 y 16.5 cm).
- Tabla XX. Índice de sobreposición trófica de Morisita (1959) y Petraitis (1979) entre *H. jaguana* y *O. oglinum* por época.
- Tabla XXI. Composición del espectro trófico de varias especies de *Harengula* y *Opisthonema* en Yucatán y Cuba.
- Tabla XXII. Composición del espectro trófico de *H. jaguana* y *O. oglinum* de diferentes regiones.

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1. Localización de Celestún en el estado de, Yucatán. Área de estudio.
- Fig. 2. Precipitación Celestún, Yucatán durante 1989.
- Fig. 3. Variación de la dieta de *H. jaguana* durante el crecimiento, expresado en porcentaje de área (% A). También se marca el índice de diversidad (H') del alimento por cada intervalo de talla.
- Fig. 4. Dendrograma basado en la similitud de la abundancia de los tipos de alimento (Índice de Morisita) consumidos por *Harengula jaguana* durante el crecimiento.
- Fig. 5. Variación del índice de repleción gástrica (IRG) con el crecimiento de *Harengula jaguana*.
- Fig. 6. Variación de la dieta de *Harengula jaguana* durante las épocas del año, expresado en porcentaje de área (% A).
- Fig. 7. Variación estacional del factor de condición (K) de *Harengula jaguana*.
- Fig. 8. Variación del índice gonadosomático (IG) con el crecimiento de *H. jaguana*.
- Fig. 9. Variación de la dieta de *H. jaguana* expresado en porcentaje

de área (% A) durante las fase de desarrollo gonádico.

Fig. 10. Variación de la dieta de 0. *oglinum* durante el crecimiento, expresado en porcentaje de área (% A). También se marca el índice de diversidad (H') del alimento por intervalo de talla.

Fig. 11. Dendrograma basado en la similitud de abundancia de los tipos de alimento consumidos por 0. *oglinum* durante el crecimiento.

Fig. 12. Variación del índice de repleción gástrica (IRG) con el crecimiento de 0. *oglinum*.

Fig. 13. Variación de la dieta de 0. *oglinum* durante las épocas del año, expresado en porcentaje de área (% A).

Fig. 14. Variación estacional del factor de condición (K) de 0. *oglinum*.

Fig. 15. Variación del Índice Gonadosomático (IG) con el crecimiento de 0. *oglinum*

Fig. 16. Variación de la dieta de 0. *oglinum*, expresada en porcentaje de área (% A) durante las fases del desarrollo gonádico.

**INTERACCION TROFICA ENTRE DOS ESPECIES DE SARDINA
Opis thonema oglinum y *Harengula jaguana* (Osteichthyes:Clupeidae)
QUE COEXISTEN EN LAS COSTAS DE CELESTUN, YUCATAN, MEXICO.**

RESUMEN

Dentro de la pesquería artesanal con chinchorro playero realizado en las costas de Celestún, zona NW del estado de Yucatán, México, las sardinias *Harengula jaguana* (vivita escamuda) y *Opisthonema oglinum* (vivita de hebra), constituyen una proporción importante del total de la captura.

Debido a su abundancia e importancia económica al ser utilizadas como carnada y en la producción de harina de pescado; este trabajo pretende contribuir a describir y entender las relaciones tróficas de la comunidad en la que actúa el chinchorro, mediante la comparación del espectro alimentario de dos especies de sardina en una base ontogenética, estacional y a través de su desarrollo gonádico, a fin de determinar el grado de interacción trófica y en consecuencia dar una respuesta a su coexistencia en un mismo cardumen.

Para tal efecto se recolectó directamente de la pesquería con chinchorro un total de 353 ejemplares de *H. jaguana* y 340 de *O. oglinum* durante un año (marzo de 1989 a marzo de 1990), comprendiendo un intervalo de talla entre 6.5 y 17.5 cm de longitud patrón (L.P.). Se determinó para ambas especies el análisis trófico, el estado de madurez gonádica, la variación de la dieta y el grado de interacción y sobreposición trófica.

H. jaguana es preferentemente piscívora, mientras que *O. oglinum* consume principalmente poliquetos. En ambas especies el espectro y su diversidad trófica varían, aunque ambas consumen poliquetos y peces en casi todas las tallas, en las menores la diferencia en la alimentación se dá por la ingestión de organismos del plancton y del bentos, se observa una tendencia al consumo de peces en las tallas mayores de 13.5 cm L.P., esto muestra una especialización en las últimas etapas de crecimiento.

A nivel estacional esta variación trófica también se presenta siendo los peces la principal fuente de alimento para ambas especies en las épocas de secas y nortes mientras que en lluvias ambas consumen poliquetos y *H. jaguana* incluye crustáceos del bentos y de organismos planctónicos. Durante el desarrollo gonádico también existen variaciones en la alimentación, los organismos inmaduros de las dos especies consumen poliquetos, mientras que durante el proceso de maduración, los peces y los poliquetos son la principal fuente de alimento en *H. jaguana* y los poliquetos para *O. oglinum*. La aparición de pocos ejemplares maduros impidió establecer el patrón trófico de este grupo.

La sobreposición de dietas (0.92) revela que la alimentación de las vivitas escamuda y de hebra es semejante, lo cual no indica necesariamente competencia, ésta puede ser evitada por la variación

trófica ontogenética y estacional que se presenta para ambas especies, su diferencia en comportamiento y en distribución espacial y temporal y por la repartición de los recursos alimentarios que permite una disminución de la competencia por el alimento y la coexistencia de ambas especies.

TROPHIC INTERACTION BETWEEN *Harengula jaguana* AND *Opisthonema oglinum* (OSTEICHTHYES: CLUPEIDAE) COEXISTING ALONG CELESTUN SHORE, YUCATAN, MEXICO.

ABSTRACT

H. jaguana (scaled sardine) and *O. oglinum* (thread herring) constitute an important part of the total catches from the beach seine fisheries developed in Celestun, Yucatan, Mexico. Because of their abundance, these species represent a great economical support in the area, where are used as bait and for producing fish flour.

The purpose of this is to compare the trophic content between two species of sardines *H. jaguana* and *O. oglinum* through an ontogenetic basis, gonadic phases and seasonally, to determine their trophic interaction index and to explain their coexistence in a mixed shoal.

A sample of 353 specimens of *H. jaguana* and 340 of *O. oglinum* were collected directly from the beach seine fisheries landings during a year (march 1989 to march 1990). The standard length (S. L.) ranges from 6.5 to 17.5 cm.

Trophic analysis, gonadic phases, diet variations, regarding trophic interactions and the overlap index were determined for both species.

H. jaguana is piscivore while *O. oglinum* is a polychaeta feeder. In both species trophic content and feeding diversity vary during growth. Although in most interval length both species eat polychaetes and fish, the the smallest individuals (less than 13.5 cm S. L.) consume organisms from benthic microcrustaceans and plankton, and the largest individuals ingest fish. In this way, an specialization it was found in the adult individuals.

A trophic variation is also found at seasonal level, fishes represent the main food source for both species in dry and during north winds ("nortes") while in rainy season both species eat polychaeta but *H. jaguana* also consume benthic crustaceans and planktonic organisms.

During gonadic development variations in food preference were also found. Inmature organisms in both species eat polychaeta while during maturing processes fishes are the main source.

According to their growth, the presence of few mature specimens are related to the migration movements in both species. The overlapping analysis (0.92) between diets reveals similarities in food preferences which indicates probably but not necessarily a competition. Among the components which allow a decrease of competition between species, the seasonal and ontogenetic trophic variation in both species were only analyzed, however the others

components which permit the decrement of competition and the species coexistence such as behavioral differences, spatial and temporal distributions and also the partitioning of resources should be considered in future studies.

Moreover, it is necessary to continue with biological and ecological studies of the community within which the beach seine fishery acts to afford data to allow calculating energy flux of the ecosystem which finally permit to attain an optimum and sustainable management of these resources.

INTERACCION TROFICA ENTRE DOS ESPECIES DE SARDINA
***Opisthonema oglinum* y *Harengula jaguana* (Osteichthyes:Clupeidae)**
QUE COEXISTEN EN LAS COSTAS DE CELESTUN, YUCATAN, MEXICO.

1. INTRODUCCION

En las costas de Celestún, zona NW de Yucatán, habitan dos especies de peces de la familia Clupeidae, la sardina de hebra (o vivita de hebra), *Opisthonema oglinum* (Le Sueur, 1818) y la sardina escamuda (o vivita escamuda), *Harengula jaguana* Poey, 1865. La primera toma el nombre común "de hebra" por su carácter morfológico más conspicuo: el último radio de la aleta dorsal muy alargado y filamentosos; y la segunda, por la fuerte adherencia de sus escamas. Ambas deben el nombre de vivitas que les dan en la región de Celestún a su conducta de activas nadadoras pelágicas.

La sardina escamuda se reporta en el Atlántico occidental, desde Nueva Jersey E.U.A., las Bermudas, Florida, Golfo de México y desde el Caribe hasta el Sur de Brasil (Whitehead, 1985). De la misma manera la sardina de hebra se distribuye en el Atlántico occidental, desde el Golfo de Maine E.U.A, las Bermudas, por todo el Golfo de México en el Caribe e Indias Occidentales hasta Santa Catarina al Sur de Brasil (Berry y Barret, 1963).

Ambas especies de sardinias forman parte de las capturas con chinchorro playero de la región de Celestún y son utilizadas como carnada viva para la pesca de especies de alto valor comercial como el mero *Epinephelus morio* y el huachinango *Lutjanus campechanus*) así también para la elaboración de harina de pescado (Fraga *et al*, 1986). De las 54 especies que componen esta pesquería costera, 7 especies agrupadas en 5 familias representan el 92.3 % de la captura total, las especies son: *Orthopristis chrysoptera*, 53.1 %; *Archosargus rhomboidalis*, 14.9%; *Opisthonema oglinum*, 12.0 %; *Eucinostomus gula*, 3.9 %; *Lagodon rhomboides*, 3.9 %; *Arius melanopus*, 3 % y *Harengula jaguana*, 1.5 %, perteneciente a las familias Pomadasyidae, Sparidae, Gerreidae, Aridae y Clupeidae, esta última ocupa el 13.5 % (Arreguín *et. al.*, 1987).

A pesar de la importancia relativa que estas especies representan en la pesca local existe muy poca información sobre su

biología y ecología que contribuyan a aportar datos para determinar interacciones tróficas un paso muy importante para entender las bases dinámicas de la estructura de la comunidad.

Dentro de los procesos biológicos, la alimentación es uno de los más importantes ya que siendo una forma de relación entre el individuo y el medio, es la principal vía de interacción entre los componentes bióticos de las comunidades. Desde el punto de vista fisiológico (para el individuo), **el proceso** de alimentación permite el ingreso de la **energía** necesaria para abastecer los procesos metabólicos del mantenimiento, la actividad motora, el crecimiento y la reproducción.

En el marco de la comunidad de la cual forman parte los individuos, mediante la explotación de los recursos alimentarios del ecosistema se establecen relaciones adaptativas de tipo trófico como **la** depredación, la competencia, y otras, que regulan la abundancia de cada población y cuya compartimentación en tiempo y espacio contribuye a disminuir las tensas interacciones bióticas existentes en comunidades de alta diversidad como son las de las plataformas tropicales (James, 1988; Wootton, 1990 y Claro-Madruga, en prensa).

En las comunidades tropicales existe gran variedad de recursos alimentarios. Además, la existencia de cierta fluctuación de los factores ambientales (principalmente temperatura, salinidad y concentración de nutrientes), sobre todo en zonas litorales y lagunas costeras de plataformas continentales con un marcado pulso anual del escurrimiento superficial o subterráneo, o en zonas de afloramiento, da lugar **a** la existencia de una marcada dinámica estacional de la composición del espectro alimentario y hasta de la intensidad de alimentación en los peces (*Batllori-San Pedro Op. cit.*; Claro-Madruga *Op. cit.*).

Por otro lado, se ha observado también una clara fluctuación en la composición del espectro alimentario, en la proporción de las fuentes de alimento y de la intensidad de alimentación, respecto a la talla de varios peces tropicales (Claro-Madruga, 1981; Sierra-Sierra y Popova, 1982; Livingston, 1984; Sierra-Sierra, 1986, 1987;

Bustamante-Pola **et al.**, en prensa; y Vega-Cendejas y Hernández de Santillana 1987). Livingston (1982) y **Vega-Cendejas** (1990) reportan la existencia de "unidades tróficas ontogénicas", las cuales indican diferentes requerimientos energéticos que dependen del estado de desarrollo del individuo.

La variación de la dieta con el crecimiento ocasiona una reducción de la competencia intraespecífica por el alimento y proporciona una compartimentación del nicho trófico de cada especie en determinado cuerpo de agua.

Las variaciones de los hábitos alimentarios en el tiempo y con la edad están dadas por dos elementos importantes: los cambios de preferencia alimentaria de las especies ocasionadas por el aumento de talla y altura de la boca así como su conducta (posición en la columna de agua, grado de gregarismo, movilidad), y por la disponibilidad del alimento; todo ello dentro de un adecuado balance bioenergético entre el costo de su captura y el beneficio de su ingestión (Wootton, 1990 y Claro-Madruga, en prensa).

Vega-Cendejas (1990) planteó la necesidad de desarrollar estudios taxonómicos, ecológicos y biológicos de la ictiofauna de la zona costera de Celestún para evaluar y proponer un uso y administración racional de las especies que son explotadas o que representarían recursos pesqueros potenciales. Y de manera más específica, Finucane y Vaught (1986), Leonce Valencia (1989), Arce Ibarra (1989) y Mexicano Cíntora (1990), exponen la necesidad de conocer aspectos de la biología y ecología de *Opisthonema oglinum* y de *Harengula jaguana*, que aportaran más información sobre las especies de sardina que representan un recurso de alguna manera explotado en las costas de Celestún de la zona del Golfo de México.

En este trabajo se propone contribuir al conocimiento de la biología y la ecología de las sardinias de las costas de Celestún y en particular sobre alimentación, exponiendo que es indispensable llevar a cabo estudios el mencionado tema, ya que el conocimiento de la dinámica de la alimentación a lo largo del ciclo de vida, ofrece información que interesa para entender los mecanismos de adaptación del pez a las condiciones de su ambiente y sus cambios

temporales, así como la dinámica de sus poblaciones y de la comunidad en su conjunto.

La hipótesis en que se fundamenta este trabajo establece que las vivitas de hebra y escamuda de las costas de Celestún, Yucatán, México, se alimentan de grupos similares de alimento en proporciones variables y forman parte de un cardumen mixto.

La coexistencia de *Opisthonema oglinum* y *Harengula jaguana* ha sido expuesta por Fuss *et al*, (1969) y Springer y Woodburn (1960) (citado por Finucane y Vaught, 1986) y por Fisher (1978) quienes reportan la presencia de juveniles de *H. jaguana* en los cardúmenes de juveniles de *O. oglinum*. Además las observaciones de los pescadores apoyan la suposición de la existencia de los cardúmenes mixtos de las sardinias de las costas de Celestún.

En el desarrollo de este trabajo se espera probar que las vivitas escamuda y de hebra capturadas en la pesquería artesanal de Celestún, Yuc., se alimentan de los mismos grupos de alimento pero en proporciones diferentes, lo cual les permite coexistir en cardúmenes mixtos, en este caso se intenta conocer a través de las interacciones tróficas, los aspectos que le permiten llevar a cabo esa coexistencia. Entonces los objetivos que se planteaan permitirán conocer la composición del espectro alimentario y su variación estacional y ontogénica y con base en lo anterior determinar el grado de interacción trófica entre las dos especies de sardina que forman parte de la captura de la pesca por chinchorro en las costas de Celestún Yucatán.

2. ANTECEDENTES

La información existente en la literatura sobre los hábitos alimentarios de las sardinias de hebra y escamuda es muy escasa y en gran parte aparece compilada (junto con otros datos biológicos) en el trabajo de Moode y Ross (1983) y Finucane y Vaught (1986) respectivamente.

En particular, en la plataforma mexicana del Golfo de México, no se han realizado investigaciones sobre aspectos de la biología de la sardina de hebra. Los datos de la literatura sobre

Opisthonema oglinum provienen de muestras obtenidas de la Florida, las Indias occidentales y Brasil (Randall, 1967; Carr y Adams, 1973).

Randall (1967) analizó el contenido estomacal de 23 ejemplares de 122-177 mm LP, provenientes de las Antillas. Sus resultados mostraron una composición del espectro alimentario constituida por varios componentes del zooplancton, invertebrados bénticos y pequeños peces con predominio de copépodos, poliquetos y larvas de camarones.

Carr y Adams (1973) por su parte, analizaron el contenido estomacal de 56 juveniles (21-40 mm L.P.) en Crystal River, Florida y encontraron un alto porcentaje de larvas velíger. Según estos autores, la proporción de este componente decrece con el aumento de la talla de los peces y es sustituido gradualmente por el consumo de copépodos, misidáceos y larvas megalopas. La aparición de gran cantidad de detritus en los estómagos de todas las tallas la atribuyen más a la presencia de material suspendido que al consumo directo del sedimento.

Los datos de Fuss *et al.* (1969); (citado por Carr y Adams, 1973) obtenidos del análisis de 34 ejemplares de *O. oglinum* colectados en las capturas comerciales de Fort Myers en la Florida, reporta a los copépodos como alimento predominante además de pelecípodos, gasterópodos y cirripedios como componentes comunes. También mencionan Carr y Adams (Op. *cit.*) los datos registrados por Beeve y Tee-Van (1928) los cuales encontraron que los juveniles se alimentaban de zooplancton y los individuos mayores de pequeños peces, cangrejos y camarones.

En Brasil, Furtado-Ogawa (1970) registró una composición del espectro alimentario compuesto por crustáceos, algas microscópicas, huevos planctónicos y ocasionalmente rotíferos, peces, anélidos e insectos. En esa misma región, Filho (1979) encontró una dieta consistente en larvas de crustáceos, copépodos y diatomeas, y ocasionalmente rotíferos, peces, anélidos e insectos.

Kinch (1979), quien analizó 167 estómagos de *O. oglinum* en

estadio juvenil colectados en las costas de Florida reporta una dieta compuesta principalmente por larvas de crustáceos, copépodos y diatomeas, junto con pequeñas cantidades de material vegetal, poliquetos y peces.

En cuanto a la sardina escamuda *Harengula jaguana*, los únicos datos encontrados en la literatura provienen de Moode y Ross (1983), quienes estudiaron las relaciones tróficas de varias especies de peces en una zona frente a Mississippi y Alabama, E.U.A. Se analizaron 325 estómagos durante los meses de mayo a julio y los autores encontraron que los copépodos calanoides constituyeron el alimento principal, aunque se hallaron también copépodos ciclopoideos y harpacticoideos, larvas velíger, pelecípodos y zoéas de decápodos. También observaron que los peces pequeños se alimentaban de día y de noche, y los mayores en la noche y el crepúsculo.

En Cuba, existen numerosos estudios sobre alimentación, en particular, Silva-Lee (1974), García-Galano (1976), y Sierra-Sierra y Díaz-Zaballa (1984) estudiaron la alimentación y conducta defensivo-alimentaria de dos especies de sardinias *Harengula clupeiola* y *H. humeralis* de las costa de la ciudad de La Habana. El primer autor reportó que *H. humeralis* consume principalmente larvas de peces, crustáceos y poliquetos. García-Galano (*Op. cit.*) encontró que en *H. clupeiola*, por su abundancia numérica, los copépodos constituyeron el alimento principal (45 %) y que predominó el grupo de los copépodos calanoideos (45 %), mientras que en *H. humeralis* los copépodos sólo constituyeron el 17 % del alimento, siendo el copépodo *Oithona* el más abundante; con respecto al análisis gravimétrico en *H. clupeiola* los crustáceos (47 %) son el alimento más abundante y *H. humeralis* se alimenta principalmente de poliquetos (55 %). Unos años más tarde, Sierra-Sierra y Díaz-Zaballa (1984) realizaron un estudio más detallado y demostraron la existencia de una marcada diferencia en la composición de las dietas de ambas especies a pesar de constituir un mismo cardumen.

Por la gran cantidad de información que ofrece sobre el patrón estacional y ontogénico de la alimentación a continuación se

presentan los datos obtenidos por Sierra-Sierra (1987) sobre la alimentación de *H. humeralis* en la región SW de la plataforma cubana. según este autor, predominaron en la dieta de las sardinas los crustáceos (70% del peso del alimento), especialmente pequeños camarones y larvas de decápodos, y poliquetos (17%).

Estos peces pelágicos altamente gregarios y típicamente zooplanctófagos, realizan una activa selección del alimento. En esa investigación se detectó una marcada variación ontogénica de la composición del espectro alimentario tendiente a la sustitución de las pequeñas larvas de decápodos por poliquetos, camarones y larvas de peces, de mayor tamaño que los primeros. A su vez, se encontró un incremento de la proporción del consumo de larvas de camarones carídeos en marzo, mes incluido en la temporada de reproducción de algunas especies de camarones carídeos (Williams, 1965). Sierra-Sierra (1987) asoció el alto porcentaje de poliquetos del mes de febrero, al aumento de su disponibilidad. Asimismo este autor afirma que la existencia de cierta sucesión estacional en el consumo de diferentes componentes alimentarios está dada por la disponibilidad de alimento.

Por otra parte la variación estacional del índice de repleción gástrica (IRG) mostró un incremento de la actividad alimentaria en el invierno, época en que comienza la temporada reproductiva de la especie (García-Cagide, 1988) y una gran correspondencia entre el IRG y el índice hepatosomático (IH) como indicador de la actividad metabólica del organismo.

Los datos anteriores junto con los de Bustamante-Pola (1987) y García-Arteaga (1992) y García-Arteaga (en prensa) constituyen el estudio más completo sobre la biología y ecofisiología de una sardina del género *Harengula* en el Atlántico occidental.

En las costas de Celestún, Mexicano-Cíntora (1990) obtuvo datos sobre la reproducción de *H. jaguana* y *O. oglinum* y Leonce-Valencia (1989; 1991) estudió el crecimiento de *H. jaguana*. De acuerdo con el primer autor *H. jaguana* se reproduce de abril a octubre aproximadamente a partir de los 120 mm de longitud furcal (LF), mientras que en *O. oglinum* el período reproductivo se

extiende de junio a noviembre y son adultos cuando alcanzan los 151-154 mm LF. También se presenta información sobre la fecundidad, la composición del diámetro de los oocitos en los ovarios, la relación longitud-peso, etc.

Por su parte, Leonce-Valencia (1991) reporta la existencia de siete grupos de edad en la población investigada de la vivita escarnuda. Asimismo concluye que el intervalo de valores K de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (1938) (citado por Leonce-Valencia, 1991) para *H. jaguana es* cercano a 0.26 y el valor obtenido de C=0.8, muestra oscilaciones estacionales en el crecimiento que son atribuibles a variaciones en las condiciones ambientales, como es la temperatura y reporta que la tasa mensual mínima de crecimiento ocurre en abril, época en que se forma el anillo anual de crecimiento en los otolitos de esta especie (C y WP son parámetro que caracterizan la variación estacional del crecimiento propuesta por Pauly y Gaschutz, (1979) (citado por Leonce-Valencia, *Op. cit.*).

Vega-Cendejas y Hernández de Santillana (1987) describieron los hábitos alimenticios de los peces dominantes en la laguna de Celestún, concluyendo que se alimentan de diversas fuentes, algunas tienden a especializarse, pero pueden usar alimentos alternativos de acuerdo a su disponibilidad y que el omnivorismo y la progresión ontogenética alimentaria hacen difícil la ubicación de una especie determinada en un nivel trófico particular. Posteriormente Arreguín-Sánchez et. al. (1992) y Vega-Cendejas et. al. (1992) determinaron las principales entradas y salidas energéticas del ecosistema a través de un modelo (ECOPATH) basado en los hábitos alimentarios de las especies que constituyen la pesquería de chinchorro en el Banco de Campeche. En este modelo se muestra una matriz predador presa en la que *O. oglinum* consume de un total de 1.0; 0.52 de microcrustáceos, 0.22 de productores bénticos, 0.11 de otros peces y 0.15 de otros alimentos, ocupando el nivel trófico de 2.5 con biomasa de 11.04 g/m² y producción de 17.66 gm⁻² año⁻¹ en peso seco mientras que *H. jaguana* consume 0.37 de microcrustáceos, 0.36 de otros peces, 0.17 de anélidos y 0.1 de otros elementos y

ocupa un nivel trófico menor de 3.5 con biomasa de 10.45 g/ m² y producción de 16.41 g m⁻² año⁻¹ en peso seco .

Vega-Cendejas *et. al.* (1992) analizó las interacciones tróficas entre las 12 especies más representativas de la pesquería artesanal con chinchorro playero del puerto de Celestún. A través de un análisis de similaridad identificó cinco principales categorías alimentarias, los que se alimentan de microcrustáceos, de poliquetos, piscívoros, omnívoros y herbívoros. A partir de este estudio *Opisthonema oglinum*, junto con *Orthopristis chrysoptera* (Pomadasyidae), *Eucinostomus gula* y *E. argenteus* (Gerreidae) por presentar dietas similares las incluyen en un mismo gremio trófico, esto es, los que se alimentan principalmente de microcrustáceos y en menor cantidad de poliquetos, decápodos y peces. Asimismo encuentra que *Harengula jaguana* es un piscívoro cuya dieta se superpone a la de *Bairdiella chrysura* (Sciaenidae).

El objetivo de la ecología trófica no sólo es conocer las especies que conforman el alimento de una especie a través de su ciclo de vida, sino también las interacciones tróficas dentro de la comunidad o del ecosistema compartidos (trama trófica comunitaria) (Angelescu y Anganuzzi, 1983). Son varios los trabajos que desarrollan ambos objetivos.

Zaret y Rand (1971) después de analizar el espectro trófico, calcula el índice de sobreposición alimentaria para nueve especies simpátricas de peces (géneros: *Astyanax*, *Roeboides*, *Aquidens*, *Eleotris*, *Piabucina*, *Poecilia*, *Neoheterandria*, *Rhamdia* y *Synbranchus*) de estanques del río Pedro Miguel en la zona del Canal de Panamá, sus resultados muestran que la sobreposición en época de secas es mínima y también la abundancia de alimento, lo cual sugiere incremento en la competencia por alimento en esa época.

Lasiak (1984) analiza los hábitos alimenticios de *Lithognathus mormyrus*, *Lithognathus lithognathus* y *Umbrina capensis* de playa King de la Bahía Algoa y calcula la sobreposición alimentaria, encontrando que los valores altos no indican necesariamente competencia potencial por alimento.

Scrimgeour y Winterbourn (1987) investigaron las

periodicidades de las dietas y la repartición de los recursos de *Cheimarrichthys* y *Gobiomorphus hubbsi* del río Ashley en South Island en Nueva Zelanda, concluyen que las larvas de insectos acuáticos dominan la dieta y que la sobreposición fué alta, pero la periodicidad del alimento fué diferente, ocasionando la división de los recursos, al consumir sus presas en diferentes proporciones y principalmente usando los recursos en tiempos diferentes.

Cowx (1989) examina los hábitos alimentarios de los ciprínidos *Rutilus rutilus* y *Leuciscus leuciscus* y el grado de interacción entre estas especies coexistentes en un río (cuenca del Exe) del Sur de Inglaterra, este autor encuentra que las especies mencionadas cuando coexisten en la cuenca del Exe, muestran disminución en la sobreposición de la dieta y en la tasa de crecimiento de una o ambas especies, implicando competencia. Sin embargo notaba que la sobreposición se debía a alimentos que no se encontraban restringidos como detritus, algas y macrofitas.

Vega-Cendejas (1990) determina los patrones tróficos y evalúa la interacción trófica de *Arius melanopus* y *A. felis* y concluye que en el período de secas encuentra la mayor sobreposición al incidir sobre los mismos alimentos, aunque por tener diferencias tróficas ontogénicas se encuentran en sincronía con los patrones de productividad.

3. AREA DE ESTUDIO

3.1 Ubicación

El estado de Yucatán se localiza en el hemisferio N al W del meridiano de Greenwich, entre los paralelos 19° 06' y 21° 37' de latitud N y los meridianos 87° 32' y 90° 23' de longitud W, hallándose dentro de la zona tropical. Se encuentra situado en el sureste de la República Mexicana, en la parte N de la Península de Yucatán. Limita al N y al W con el Golfo de México, al E y SE con el Estado de Quintana Roo, y al W y SW con el estado de Campeche. El Estado cuenta actualmente con 14 municipios con litoral, dentro de los cuales se encuentra Celestún, cuyo puerto aporta aproximadamente un 20.5 % del volumen total que se pesca en el

Estado (INEGI, 1986).

En particular, la laguna de Celestún se localiza entre los paralelos 20° 45' y 20° 58' de latitud N y los meridianos 90° 15' y 90° 25' de longitud W, en el litoral occidental de la península de Yucatán, limitando al S con el estado de Campeche (Fig. 1).

La laguna costera de Celestún tiene una extensión aproximada de 22.5 km, y 2.24 km en su parte más ancha y 0.48 en la parte más angosta. El área aproximada de la laguna es de 22.7 km². En su parte media la cruza el puente que comunica al puerto de Celestún con la carretera a Mérida. La laguna se comunica de manera permanente con el Golfo de México a través de una boca cuyo ancho es de 0.46 km situado en la parte S de la misma. Su forma es rectangular con orientación NE-SW, cuenta con un canal de marea que la recorre a todo lo largo con profundidades que van de 3.5 m en la boca, a 0.5 m en la zona interna, con un promedio de 1.5 m (Batllori, 1988).

El área donde se realiza la pesquería artesanal con chinchorro playero (Fig. 1) se extiende tomando como punto de partida la población de Celestún al S donde desemboca la laguna y a 10 km hacia el N (Castro-Suaste, com. pers.).

3.2 Clima

La región litoral W de Yucatán se caracteriza por tener un régimen climático de carácter marino. De acuerdo con la clasificación de Koeppen, es del tipo BSK X NL que se interpreta como de estepa caliente, con lluvias escasas pero torrenciales, con una amplitud máxima entre las temperaturas promedio mensuales de 5°C en la franja litoral de 15 km de ancho y temperatura promedio mensual mínima de 18°C.

El resto de la región corresponde a la clasificación AWG que se define como sabana, con una temperatura máxima anterior al solsticio de verano, y que varía, como promedio, de 14°C en diciembre a 40° C en mayo, con una media anual de 23-27°C (García, 1973).

En el estado, la humedad relativa llega a 80% en la costa y a

72% en el interior. La precipitación pluvial anual varía de 600 a 1000 mm, de la costa hacia tierra adentro, con un período de lluvias de mayo a octubre, en el cual ocurre aproximadamente el 70% de la precipitación pluvial (Batllori, 1988).

En la temporada de lluvias, las formaciones nubosas más características son las del tipo cúmulo y estrato-cúmulo con lluvias por la tarde. Para el período de septiembre a noviembre se presentan cúmulos con gran desarrollo vertical, que producen las más intensas precipitaciones y pueden prolongarse hasta las primeras horas de la noche. De diciembre en adelante y en presencia de "nortes" las formaciones más importantes son cirros y cirroestratos de nubosidad alta. Por razón de los tipos y la evolución nubosa que predominan, son pocos los días completamente nublados y muy numerosos en cambio los que tienen muchas horas de sol brillante al año. Beltrán (1958) menciona que en el puerto de Progreso el promedio anual es de 2.473 h. (casi el 60 % de las horas luz).

La diferencia entre la precipitación y la evaporación da la medida del déficit anual de agua que sufre la región (de hasta 754 mm), siendo septiembre el mes que presenta un excedente neto de agua. Durante la época de seca hay una marcada falta de precipitación pluvial con intensidades que van de 43.3 mm en diciembre hasta 131.2 mm en abril. Cuando comienza la época de lluvias aumenta de forma gradual el almacenamiento y filtración de agua hacia las venas subterráneas y gran parte se pierde aún por evaporación (Batllori, 1988).

3.3 Vegetación.

Entre las comunidades vegetales se destaca la presencia del manglar, dunas y selva baja decidua las cuales producen una combinación de especies xeromórficas, arbustos y árboles (Espejel, 1986).

La vegetación que circunda la laguna es un bosque de manglar. Las especies dominantes son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia*

germinans, *Conocarpus erectus*, *Batis maritima* y *Sesuvium portulacastrum* (Trejo, 1986).

3.4 Geomorfología

La costa N de la península de Yucatán presenta una franja litoral conchífero-arenosa la cual se encuentra separada de tierra firme por una penilaguna cuya anchura es variable a todo lo largo (Barrera, 1982). En el cordón litoral se presentan areniscas calcáreas con o sin material conchífero y en el interior extensas zonas cubiertas de material calizo permeable, margas calizas y calcíferas con inclusiones de dolomita, óxidos de hierro y arcilla (Beltrán, 1958). El suelo de la zona de estudio es calizo-cárstico de gran permeabilidad, con terrenos pobres para las actividades agrícolas. El suelo arenoso de la playa es clasificado como regosol-calcárico con mas del 90 % de CaCO₃, dado por los elementos coralinos; cerca de las lagunas los suelos tienen alto contenido de arcilla y materia orgánica (Espejel, 1986).

3.5 Hidrología

La laguna de Celestún es un típico sistema estuarino en el que el intercambio se lleva a cabo por una boca que siempre permanece abierta todo el año. Los únicos aportes de agua dulce con que cuenta el sistema son los afloramientos que resultan de la filtración del agua freática de la región en la laguna y en la zona costera adyacente. Otro aporte en forma secundaria es la precipitación pluvial en la época de lluvias. Por lo anterior este sistema presenta salinidades muy variables y debido a eso la flora y la fauna de origen marino, dulce y terrestre deben tener un alto valor de adaptación a los cambios ambientales (Day y Yáñez-Arancibia, 1982).

Los valores de temperatura mínimos corresponden a marzo (25°C) y los máximos a julio y agosto (31°C). En la época de estiaje (marzo-junio) se detectaron valores altos de salinidad superficial

en la parte más cercana al mar, que van de 20 partes por mil hasta 37 en los bajos frente a la boca de Celestún, esto es debido a la poca o nula precipitación pluvial y a la alta tasa de evaporación que se dan en esta época. A partir del mes de julio, las lluvias provocaron una disminución de la salinidad. Los valores de pH fluctuaron entre 7.6 y 9.0, esta variable está siendo amortiguada por el sistema CO_2 carbonatos. La precipitación pluvial hace bajar la alcalinidad y carbonos totales por simple dilución, además de que provoca la entrada de los ácidos a la laguna (sustancias húmicas y taninos) producto de la descomposición de la materia orgánica de los manglares y pantanos (Valdes et al, 1988).

La dilución de las sales disueltas formando un ambiente salobre y principalmente una reducción de los tiempos de residencia de las aguas en el sistema (Batllori San Pedro, 1988).

Debido a los movimientos del agua se producen exportaciones masivas del agua de la laguna hacia la zona costera. Este fenómeno empobrece al sistema tanto en número de organismos y biomasa como en variedad de formas o grupos (Batllori, 1988).

De marzo a abril el sistema se desarrolla bajo condiciones relativamente uniformes y con características marinas. En la época de secas (febrero, marzo y abril), los apendicularios, copépodos en general, larvas de decápodos, huevos y larvas de peces, medusas y quetognatos formaron una configuración con asociaciones muy altas. También presentaron asociaciones altas, formas raras como estomatópodos, cirripedios, sifonautas, cumáceos, sergéstidos, ascidias y misidáceos. Muchas de las formas del bentos como anfípodos e isópodos no presentaron grados de asociación significativa con la configuración anterior. El hecho de que los grupos del bentos no estén relacionados entre ellos es muy probable que se deba a que estos organismos presentan migraciones verticales nocturnas para obtener su alimentación (en abril y junio) Gómez-Flores, 1987).

De marzo a abril, la distribución de los organismos tanto en densidad como en biomasa, es ligeramente mayor dentro de la laguna que en la zona costera adyacente. En términos de biomasa la especie

más representativa es el copépodo *Acartia lilljeborgii* en la zona costera y en el interior de la laguna (Batllori-San Pedro, 1988).

Al término de la temporada de lluvias (mayo a octubre), el grupo de los *Acartia* vuelve a ser dominante en esta época y se representa por *A. lilljeborgii* y *A. tonsa* principalmente. A partir de agosto se presentan nuevas asociaciones en la comunidad con grupos característicos del bentos como los cumáceos y los isópodos. Los anfípodos presentan un mayor grado de asociación pero persisten en la tendencia a permanecer como grupo independiente (Batllori San Pedro, *Op. Cit.*).

En cuanto a la producción primaria, Herrera-Silveira (1988) distingue la zona de la boca con características marinas en la que los procesos de mezcla favorecen la productividad primaria fitoplanctónica mientras que las bajas concentraciones de nutrientes la limitan (150-500 g C/m³ día).

La zona costera se caracteriza por ser típicamente marina, presenta cierta influencia de la laguna con altas concentraciones de nutrientes y masas de agua de relativa menor salinidad. Sin embargo, la cantidad de nutrientes disueltos es mucho menor que en la laguna, pero en ningún momento llegan a ser limitantes para el desarrollo fitoplanctónico, que presenta aquí una mayor diversidad de pigmentos fotosintéticos. La actividad productiva de fitoplancton tiene valores de productividad neta más altos que en la laguna (en ciertas épocas del año) dominando sobre los procesos respiratorios (Batllori-San Pedro, 1988). Según Herrera-Silveira (1988) el 37 % de la producción primaria neta fitoplanctónica anual de la laguna se lleva a cabo en esta zona. Los valores de saturación de oxígeno se mantienen alrededor del 100 % siendo también responsables de esto los pastos marinos que se desarrollan extensamente sobre los bordes de esta zona. La cantidad de materia orgánica en los sedimentos nunca excede el 0.5 %. La salinidad de la zona costera adyacente varía muy poco con el tiempo (4 ‰) . Por lo que se estima que el agua que entra a la laguna tiene una salinidad promedio de 36.45 ‰). Son los consumidores primarios o herbívoros los que aprovechan de una manera significativa los

recursos de material particulado que exporta la laguna, lo cual se refleja en la transferencia más eficiente de la energía disponible. En esta zona desembocan a partir de abril todos los elementos bénticos que son arrastrados por las aguas desde el interior de la laguna, para que en el mes de julio, cuando se presenta el flujo más elevado se produzca un lavado del sistema que incluye a la zona costera y afecta a todos los componentes del zooplancton arrastrándolos hacia la zona litoral (Batllori-San Pedro, 1988).

4. JUSTIFICACION

El conocimiento de los hábitos alimentarios y la interacción trófica de las sardinas de hebra (*Opisthonema oglinum*) y escamuda (*Harengula jaguana*), que habitan en las costas de Celestún, Yuc., brinda información de interés para el conocimiento de la trama trófica de la ictiofauna de esta importante región, importante tanto desde el punto de vista ecológico como pesquero.

Se contribuye asimismo al conocimiento del funcionamiento de las comunidades que habitan el amplio y diverso ecosistema nerítico de la plataforma continental del lado oriental de México, y aporta datos para aplicar modelos de circulación de energía y producción biológica a través de la trama trófica que apoyen a un adecuado manejo de las dos especies de sardinas de esta zona, sobretodo de la vivita de hebra que actualmente se encuentra sujeta a explotación y que es virtualmente desconocido en su biología y ecología.

5. OBJETIVO GENERAL

Conocer los hábitos alimentarios de *H. jaguana* y *O. oglinum* y su variación estacional y ontogénica y con base en lo anterior determinar el grado de interacción trófica entre las dos especies de sardina que forman parte de la captura de la pesquería artesanal con chinchorro en las costas de Celestún Yucatán, México.

5.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Describir el espectro alimentario de las sardinas de hebra (*Opisthonema oglinum*) y escamuda (*Harengula jaguana*).
2. Establecer las variaciones de la alimentación con respecto a su ontogenia, sus fases de desarrollo gonádico y a un patrón estacional (secas, lluvias y nortes).
3. Evaluar el grado de interacción trófica que existe entre ambas especies.

5.1 METAS

Contribuir al conocimiento de la biología y al conocimiento teórico de la interacción trófica entre dos especies de clupeidos *Harengula jaguana* y de *Opisthonema oglinum* que habitan en la laguna de Celestún, Yucatán, Mex., esclareciendo su forma de alimentación y la utilización de los recursos alimentarios disponibles en las zonas donde habitan, uno de los ecosistemas costeros de mayor importancia ecológica y pesquera del NW de la Península de Yucatán.

6. MATERIALES Y METODOS

El muestreo se efectuó mensualmente desde marzo de 1989 hasta marzo de 1990, incluyéndose de esta manera las épocas de nortes (septiembre, octubre, noviembre y enero), secas (febrero, marzo abril y mayo) y lluvias (junio, julio y agosto). El establecimiento de las épocas del año para 1989 tuvo como base los datos de precipitación pluvial total mensual para Celestún, obtenidos de la estación de la Comisión Nacional del Agua (Fig. 2).

Los peces se tomaron de forma aleatoria de las capturas de la pesquería artesanal con chinchorro de las costas de Celestún, las dimensiones del chinchorro en promedio fueron 800 m de largo, 4 m de caída y 1.5 cm de abertura de malla. Se analizó un total de 749 individuos (353 vivitas escamudas y 340 de hebra). De este total el 93 % de las vivitas escamudas y el 37 % de las de hebra presentaron alimento y/o material alimentario identificable.

Los individuos fueron determinados con las claves de Whitehead (1985). En cada uno se registró la longitud patrón con un ictiómetro convencional de 1mm de precisión y con una balanza Ohaus, el peso húmedo con y 0.01 g de precisión, respectivamente. Después de ser eviscerados los organismos, las gónadas fueron etiquetadas y colocadas en hielo para ser transportadas al laboratorio en donde fueron analizadas y pesadas. En tanto que los tractos digestivos se fijaron con formol al 10 % para detener la digestión.

En el laboratorio las gonadas (197 de *H. jaguana* y 219 de *O. oglinum*) se pesaron en una balanza analítica y se determinó el estado de desarrollo, de acuerdo al criterio de Snyder (1983); Mexicano-Cíntora (1987). Esta determinación de desarrollo gonádico a nivel macroscópico sirvió para relacionarlo con la variación de la dieta durante las diferentes fases de desarrollo de las sardinas.

La fases se reconocieron de la siguiente manera: en la fase I (inmadura) las gónadas son muy pequeñas y en forma de hebra, muy cercanas y bajo la columna vertebral; son transparentes, translúcidas, sin color o gris-café. En la fase II (madurando), las gónadas han crecido hasta llenar la cavidad del cuerpo; los testículos son desde rojizo a blanco y los ovarios se vuelven opacos, son de color amarillos a naranja. En la fase III (maduros) los gametos están maduros, los ovocitos son redondos y transparentes. los productos fluyen libremente del cuerpo con poca o sin presión sobre el abdomen.

Para realizar el análisis del alimento en cada especie se usó un método descrito por Hyslop (1980). Para éste autor ningún método dá una descripción completa de la dieta, para conjuntar la máxima información se debería usar un método para medir cantidad y uno para medir volumen o masa del material presente y parece improbable que algún índice de importancia relativa sea el más preciso ya que involucra dos fuentes de error y variación. Por lo anterior y teniendo en consideración el tipo de elementos alimentarios que *H. jaguana* y *O. oglinum* consumen (organismos de 1 mm y menores como

los copépodos por un lado y por otra parte peces juvenil-adulto de longitudes mayores de 5 cm) y el grado de digestión alto, se estableció medir el área ocupada por cada grupo de alimento.

La proporción de cada componente se obtuvo de la siguiente manera: después de haber separado los componentes alimentarios por grupos taxonómicos, se distribuyó cada uno sobre una superficie dividida en milímetros para determinar el área que ocupaban. Los organismos presa se identificaron (con los trabajos de Newell y Newell, 1979; Boltovskoy, 1981; Meglistch, 1983 y Olvera-Limas y Cid-Del Prado, 1983) hasta el nivel taxonómico más bajo posible dependiendo del grado de digestión en que se encontraban.

Con los datos obtenidos del análisis biológico de los peces, se calcularon además los siguientes índices, porcentajes y proporciones:

- Frecuencia de ocurrencia es el porcentaje de peces en la muestra que contiene el componente en el tracto digestivo (Hynes, 1950, citado por Prejs y Colomine, 1981). De acuerdo con este valor las presas pertenecen a tres categorías: Preferenciales que caracterizan al régimen alimenticio, si $FO > 50 \%$. Secundarias, son las que sustituyen a las anteriores cuando éstas faltan, si $10 \% < FO < 50 \%$. Y accidentales, si $FO < 10 \%$.

- Factor de condición de Fulton (K) (citado por Rodríguez-Gutiérrez, 1992). A partir del cual se determinó el grado de bienestar para los peces que se encontraron en el intervalo de talla más frecuente para las tres épocas del año, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$K = P \times 100 / L^3$$

en donde:

P = Peso del cuerpo (g)

L = Longitud patrón del cuerpo (cm)

- El índice de repleción gástrica (IRG) fue utilizado como un

indicador indirecto de la intensidad de la alimentación. Este último se determinó para ambas especies con el número total de ejemplares colectados.

$$\text{IRG} = \text{Peso del alimento (g)} \times 100 / \text{Peso del cuerpo (g)}$$

- El índice gonadosomático (IGS) (Rossenblum, *et. al.* 1987, citado por Rodríguez-Gutiérrez, 1992), cuyo valor máximo se alcanza antes de la reproducción y los "picos" indicarían el número de desoves posibles en el año. Este índice fué calculado en los organismos con alimento en su tubo digestivo.

$$\text{IGS} = (P_g/P_t)100$$

en donde:

P_g = Peso de la gónada

P_t = Peso del ejemplar

- La variación de la dieta en el crecimiento de las dos especies de sardina se obtuvo al aplicar la técnica de conglomerados mediante el Índice de Similitud de Morisita (1959)

- Para determinar la diversidad del alimento por talla se aplicó el Índice de Shannon (citado por Magurran, 1988). Este índice que es función de las abundancias relativas (proporciones) de las especies en la comunidad tiene tres propiedades que lo hacen apropiado para medir diversidad. 1) Para un número dado de especies H' toma su máximo valor cuando $p_i = 1/s$ para todo i ; en otras palabras, cuando todas las especies s están presentes en iguales proporciones. 2) Dadas dos comunidades completamente equitativas, la que tiene el número mayor de especies tiene el mayor valor de H' . 3) H' puede dividirse en componentes que son aditivos, la utilidad de esta propiedad es que permite dividir la diversidad en componentes cuando los individuos se clasifican en más de un modo.

Su fórmula es la siguiente:

en donde:

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

p_i = Proporción de individuos que se encuentran en la i -ésima especie.

Para cuantificar el grado de superposición de las dietas de ambas especies, se usó el Índice de Morisita (1959) modificado por Horn (1966).

$$C_r = \frac{2 \sum_{i=1}^s x_i y_i}{\sum_{i=1}^s x_i^2 + \sum_{i=1}^s y_i^2}$$

en donde:

S es el número total de categorías de alimento

X_i y **Y_i** son las proporciones de la dieta total de las especies **X** y **Y** tomadas de una categoría dada de alimento **i**.

La fórmula original de Morisita (1959) fué simplificada usando un estimador de Lambda apropiado para un modelo de muestreo con reemplazo. Este simple índice es útil como una medida empírica, aunque su probabilidad de interpretación solamente es rigurosa cuando x_i y y_i son muy grandes. Esta fórmula es apropiada cuando los datos son expresados como la proporción x_i y_i de las respectivas muestras compuestas de especies i . La fórmula usada en este caso tiene ventaja sobre la original, puesto que su límite superior es exactamente 1. El valor del índice de Morisita (1959) varía desde 0 cuando las muestras son completamente distintas hasta 1 cuando las muestras son idénticas con respecto a la composición proporcional de la especie. Así también se utilizó el índice de sobreposición específico de nicho de Petraitis (1979) para determinar el grado de superposición de una especie sobre la otra.

$$E_{1,2} = \sum_j^r (p_{1j} \ln p_{2j}) - \sum_j^r (p_{1j} \ln n_{1j})$$

en donde:

j = representa el j -ésimo recurso

p = representa las proporciones de las especies 1 y 2 (de la curva de utilización del recurso).

La medida de sobreposición de Petraitis (*Op. Cit.*) se basa en la probabilidad de que el uso de los recursos por una especie sea idéntica a la otra.

El grado de sobreposición específica de una especie sobre otra es la probabilidad de que la curva de uso del recurso, para la especie i haya sido obtenida de la curva de uso del recurso, para la especie k .

A partir de estos resultados de la sobreposición específica se calcula la prueba U de Mann Whitney que se distribuye como una Chi cuadrada, que sirve para probar la hipótesis nula " Las curvas de uso de los recursos se superponen por completo".

La cantidad de sobreposición general entre las especies de una comunidad la define Petraitis (*Op. Cit*) como la probabilidad de que la curva de uso del recurso de todas las especies sea obtenida de una curva común de uso del recurso. Esta sobreposición general es probada mediante la prueba V la cual se distribuye como Chi cuadrada.

Se incluye un valor de sobreposición general ajustado, el cual es 0 cuando no existe sobreposición y toma valor de 1 cuando existe sobreposición completa, siempre que los valores de la sobreposición general se encuentren entre 0.5 y 1.

7. RESULTADOS

Vivita escamuda (*Harengula jaguana* Poey, 1865)

La Tabla I muestra la composición del alimento de la sardina escamuda de la costa de Celestún. El mayor porcentaje de área correspondió a peces juveniles (46.6 %), con casi la mitad del área del alimento consumido. Le siguen en importancia los poliquetos (38.7%) de las familias Nereidae, Maldanidae y Onuphidae. Los crustáceos planctónicos (cladóceros, ostrácodos, copépodos y larvas de camarones y cangrejos) ocupan el 5.1 %, y los cumáceos, tanaidá-

ceos, isópodos, y misidáceos, representan en conjunto el 9.6 % del área ocupada por todo el alimento. Por su frecuencia de ocurrencia los crustáceos constituyen el alimento preferencial.

Esta composición general del espectro trófico sufre, sin embargo, modificaciones con el incremento de la talla de los peces. La figura 3 y la tabla II muestra una tendencia a la disminución del consumo de poliquetos con el crecimiento y al aumento y sustitución por peces.

Respecto a la diversidad trófica (H') se observa que los valores más altos se presentan en los individuos con intervalo de talla de 6.5, 11.5 y 12.5 cm LP y a partir de los 13 cm la diversidad disminuye (Fig. 3 y tabla II), aunque utilizan los mismos grupos de alimento, se observa que los principales porcentajes de alimento corresponden a poliquetos y peces.

Los cambios de la dieta consumida a través del crecimiento pueden notarse mediante el análisis de conglomerados con base en la similitud del alimento consumido por los peces en cada intervalo de talla (Índice de Morisita, 1959). El dendrograma de la figura 4 muestra los dos agrupamientos que señalan las modificaciones de la dieta con la talla (solamente se incluyeron los intervalos con frecuencia mayor de 13), los cuales son: 1) el grupo formado por individuos entre los intervalos de 9.5 y 10.5 cm L.P. los cuales consumen de 58 a 65 % de poliquetos y 2) el grupo formado por los peces entre 11.5 a 14.5 cm LP los cuales consumen entre 48 y 56 % de peces juveniles.

La variación del IRG con la talla (a partir del intervalo de 9.5 cm) exhibe una elevación paulatina con el aumento de la talla (Fig. 5 y tabla III).

En cuanto a la variación estacional de la composición del alimento, se observa una mayor proporción de peces en secas (60 %) y en nortes (59 %) y un incremento del consumo de crustáceos del zooplancton (20 %) mientras que en lluvias se observa un mayor consumo de poliquetos (49 %) y más del 20 % tanto de crustáceos del zooplancton como del bentos (Fig. 6 y tabla IV).

Estacionalmente el factor de condición calculado para marcas

de clase de 10.5 y 11.5 en las tres épocas, tiene su menor valor (0.00211) en secas y el mayor (0.00223) en nortes (Fig. 7 y tabla V).

El índice gonadosomático no muestra un patrón definido. Fué calculado a partir de la marca de clase de 9.5 cm L.P. debido a que las tallas menores tienen frecuencias menores de 20 datos (Fig. 8 y tablas VI y VII).

Aunque son pocos los datos (Fig. 9 y tabla VIII) para el espectro trófico de *H. jaguana* por fase de desarrollo gonádico se muestra que para 49 individuos en la fase I los peces consumen mayor cantidad de poliquetos, los 30 peces que son de la fase II incluyen en su dieta poliquetos y peces principalmente. En el caso de los peces en la fase III fueron solamente 4 los individuos (Tabla IX) con alimento en el tubo digestivo, conteniendo 85% de peces.

Vivita de hebra (*Opisthonema oglinum*) Le Sueur, 1818

La composición general del espectro trófico de la vivita de hebra (Tabla X) es similar al de la vivita escamuda, los juveniles de peces y los poliquetos ocupan el mayor porcentaje, aunque los peces (36.6%) son de menor importancia y los poliquetos (50%) los más abundantes (familias Nereidae, Maldanidae y Onuphidae). Los crustáceos planctónicos (7.3%) (copépodos y larvas de camarones) y los misidáceos, cumáceos, tanaidáceos, isópodos y anfípodos, fueron el 13 %. En esta especie los copépodos (4 % en total), pero principalmente los Harpacticoida tienen un porcentaje mayor que en *H. jaguana* (0.07 % en total). Por su frecuencia de ocurrencia los crustáceos constituyen el alimento preferencial.

Para la variación de la alimentación con respecto a la talla del pez se muestran en la figura 10 y tabla XI los intervalos desde 10.5 cm hasta 17.5 cm L.P., pero para establecer las tendencias alimentarias con el crecimiento se usaron los intervalos entre 13.5 y 16.5 cm debido al bajo número de individuos en los demás intervalos de talla, los datos mencionados muestran una reducción en el consumo de poliquetos y un aumento de peces, los cuales

alcanzan un porcentaje muy elevado (85 %) en individuos de mayor talla (de 16.5 cm L.P.), el valor más alto de diversidad se presentó en el intervalo de 14.5 cm. Es interesante observar que aunque son pocos los datos en las tallas más pequeñas, puede tenerse una idea del tipo de alimentación representado por una proporción variada de los distintos componentes como crustáceos del plancton y del bentos, peces y poliquetos, esta dieta variada se refleja en diversidades entre 0.9 y 1.2.

El análisis de conglomerados con base en la similitud del alimento consumido por intervalo de talla (Índice de Morisita, 1959), determina tres agrupamientos, los cuales señalan los cambios en la dieta con el crecimiento: 1) los que consumen principalmente microcrustáceos del plancton y del bentos (11.5 cm de L.P.), 2) los que se alimentan de más del 43 % de poliquetos y 3) los de mayor talla (16.5 cm) que se alimentan de más de un 80 % de peces (Fig. 11 y tabla XI).

La variación del IRG con el tamaño de los individuos exhibe una tendencia a la caída de la actividad alimentaria desde los 11.5 cm a 13.5 cm de L.P., hay que aclarar que son pocos los datos para las tallas mencionadas. Se puede establecer que a partir de los 14.5 cm de L.P. el IRG comienza a disminuir hasta alcanzar su menor valor en los peces de mayor tamaño (16.5 cm L.P.), (Fig. 12 y tabla XII). El pico que se observa en los 14.0-15.0 cm de L. P., sugiere la existencia de una elevación con la talla hasta ese intervalo y una caída posterior.

En cuanto a la variación estacional de la alimentación se aprecia una cierta analogía con la de la vivita escamuda: en las épocas de secas y nortes, los peces (61 % y 77 %), son el alimento más abundante, con un 17 % de crustáceos del plancton y del bentos en nortes, en la época de lluvias, la proporción de juveniles de peces es mínima (10 %) y la de poliquetos es máxima (75 %), en esta misma época los crustáceos del plancton y del bentos son consumidos en un 15 % (Fig. 13 y tabla XIII).

Estacionalmente el factor de condición (K) tiene su máximo valor (0.00194) en la época de lluvias (Fig. 14 y tabla XIV y XV).

Sin tomar en cuenta los intervalos de talla menores de 13.5 cm L. P. por tener frecuencias menores, se encuentra que el índice gonadosomático (IG) aumenta ligeramente a partir de intervalo de 14.5 cm L. P. (Fig. 15 y tabla XVI).

A pesar de la poca cantidad de datos en la determinación de la alimentación por fase gonádica, puede observarse variaciones de la dieta con respecto al estado de madurez gonádica, las fases I y II se caracterizan por consumir mayormente poliquetos (55 y 67 %) y la fase III por un 92 % de juveniles de peces (Fig. 16 y tabla XVII y XVIII).

INDICES DE SOBREPOSICION DE DIETAS.

Los valores del índice de sobreposición (Morisita, 1959) (Tabla XIX) de las dietas entre *H. jaguana* y *O. oglinum* varía entre 0.6 a 0.98. Los valores mayores ocurren entre *O. oglinum* de 15.5 cm. y *H. jaguana* de 10.5, 11.5 y 14.5 cm LP y *O. oglinum* de 14.5 cm LP con *H. jaguana* de 10.5 cm L.P., los menores se presentaron entre *O. oglinum* de 13.5 y 16.5 y *H. jaguana* de 12.5 y 10.5 cm L.P. respectivamente. Los valores de sobreposición por época del año fueron altos, de 0.90 en secas, 0.88 en lluvias y de 0.93 en nortes (Tabla XX).

El Índice de Petraitis (1979) calculado para las épocas del año indica valores de sobreposición general entre 0.88 y 0.99 y los valores de la sobreposición específica fluctúan entre 0.73 y 0.85 (Tabla XX). En todos los casos los valores de U y de V (estadísticos de prueba distribuido como Chi cuadrada, para sobreposición específica y general respectivamente) exceden los valores críticos de Chi cuadrada (tabulados), por tanto se rechaza la hipótesis nula (Hay sobreposición completa entre las dietas de las dos especies) y se acepta la hipótesis alternativa (No existe sobreposición completa entre las dos especies). Estos valores sólo indican que los valores de sobreposición son altos.

El ajuste propuesto por Smith (1980), el cual es mencionado por Petraitis (Op. Cit.) indica que aunque los valores de sobreposición son altos (entre 0.82 y 0.97), estos sólo prueban que

la sobreposición es parcial, esto es, la fuerza relativa de la sobreposición se prueba solamente contra una sobreposición completa. El uso del índice ajustado permite distinguir entre ausencia de sobreposición (valor de cero) y sobreposición completa (valor de 1).

8. DISCUSION

Más de la mitad del alimento de la vivita escamuda está compuesto de peces (47 %), crustáceos planctónicos y del bentos (15 %) como los cladóceros, ostrácodos, copépodos y larvas de decápodos, por una parte y tanaidáceos por otra, mientras que la de hebra aunque consume un 37 % de peces juveniles y 7 % de crustáceos del plancton, la mayor cantidad de su dieta se compone de organismos que habitan generalmente en el bentos, como los poliquetos (50 %) y los cumáceos, misidáceos, tanaidáceos, isópodos y anfípodos (6%), los cuales constituyen el resto de su alimento. Por su frecuencia de ocurrencia ambas tienen a los crustáceos como alimento preferencial (Tablas I y X).

Otros autores han registrado una forma de alimentación mixta en Cuba (García-Galano, 1976, Sierra y Díaz-Zaballa, 1984; Sierra, 1987). Sierra (1987) cita que numerosos investigadores (Werner, 1974; Confer et. al., 1978; Durbin 1979) y observaciones personales atestiguan de la existencia de cierta conducta depredadora en los zooplanctófagos, y que estos no son simples filtradores.

Además, el alto porcentaje (79% del peso) de poliquetos en la dieta de *Harengula humeralis* hallado por Sierra y Díaz-Zaballa (1984) se debió probablemente a la concentración masiva en el desove de estos organismos en la columna de agua en el mes de febrero.

Es posible que la relación entre el tamaño del depredador y de la presa, y sobre todo entre el tamaño del ojo y su capacidad visual, por un lado, y el tamaño de la partícula alimenticia, por el otro, permita a las pequeñas sardinas seleccionar el alimento. De esa forma, los organismos de hábitos preferentemente bénticos son capturados por las sardinas en sus ascensos nictemareales y

estacionales de alimentación y reproducción.

En ese contexto, Carr y Adams (1973) registraron que la ausencia de granos de arena y la mezcla de detritus además del zooplancton en los estómagos de *Harengula pensacolae* sugiere que el detritus es consumido como material suspendido más que del bentos.

Es interesante destacar la gran semejanza que se observa en el espectro trófico general de ambas sardinias de las costas de Celestún. Los peces constituyen su alimento principal con un porcentaje de 47-37 %. Las pequeñas diferencias entre las proporciones de estos componentes en una y otra especie no son notables, aunque los peces ocuparon el primer lugar en la sardina escamuda (47 %), y los poliquetos en la de hebra (50 %), y otra diferencia se encuentra en los crustáceos, un análisis más fino conduciría a encontrar diferencias más claras entre este grupo.

La composición general del alimento de esta especie concuerda con los resultados de Vega-Cendejas *et. al.* (en prensa) quien concluye que *H. jaguana* es predominantemente piscívora:

La composición del alimento de las sardinias de Celestún presenta diferencias con lo reportado por otros autores (Tablas XXI y XXII). En el caso de *H. jaguana*, de Isla Horn, Mississippi en Alabama (Moode y Ross, 1983) reportaron como dominantes a los copépodos.

En cuanto a otras especies del género *Harengula*, Carr y Adams (1973) encontraron en *Harengula pensacolae* que las larvas veliger ocuparon un 77 % de los estómagos en los ejemplares pequeños y en los mayores las larvas megalopas de cangrejos constituyeron el alimento principal, mientras que en este trabajo se registró además misidáceos, cumáceos, tanaidáceos, poliquetos y decápodos. En las costas de Cuba, Sierra y Díaz-Zaballa (1984) y Sierra (1987) reportaron en especies cercanas como *H. humeralis* y *H. clupeiola*, que los crustáceos planctónicos resultaron el alimento principal en la segunda, y los poliquetos en la primera. Anteriormente, García-Galano (1976) había observado en las costas de La Habana una alimentación más parecida sobre especies de los mismos grupos, con

preferencia hacia los poliquetos en *H. humeralis*. En la costa SW de Cuba, sin embargo, el espectro de esta última especie fue más diverso, y estuvo compuesto principalmente por larvas y juveniles de peces (4%), pequeños camarones carídeos (16%), poliquetos (17%) y crustáceos planctónicos (54%). Esta composición es más cercana a la que se encontró en la costa de Celestún, aunque en este caso los crustáceos planctónicos no fueron tan importantes.

Por otra parte, Hildebrand (1963), Randall, (1967), Fuss y Kelly, (1968), Fuss et. al. (1969) y Furtado Ogawa (1970) reportan principalmente copépodos en la dieta de *O. oglinum* en las costas de Florida, Indias Orientales, Isla Horn, Mississippi y Ceará en Brasil, respectivamente. Carr y Adams (1973) encuentran mísidos y larvas velíger; Filho (1979) registró además larvas de crustáceos en Crystal River, Florida, y en Pernambuco, Brasil.

En la costa de Celestún, las sardinas consumen, además de lo anteriormente reportado, otros organismos como tanaidáceos, cumáceos, anfípodos y larvas de braquiuros.

La diversidad de la proporción de los diferentes componentes alimentarios dentro de una misma especie y entre especies cercanas muestra la gran plasticidad de la alimentación de las sardinas de estos géneros, dentro de los marcos de la zooplanctofagia y el consumo de pequeños crustáceos, poliquetos y juveniles de peces. Evidentemente la composición del espectro trófico está relacionada con la disponibilidad de los diferentes componentes alimentarios del sistema en donde habitan. De acuerdo con Batllori-San Pedro (1981) todos los componentes alimentarios encontrados son abundantes en la zona costera de Celestún y la abundancia de copépodos harpacticoideos en el medio es alta, sin embargo se observan diferencias en la cantidad de alimento consumido, ya que aparecen en los estómagos de *Opisthonema oglinum*, pero no en los de *Harengula jaguana*, en donde los copépodos harpacticoideos estuvieron presentes en poca proporción (Tabla I).

Al parecer, la preferencia de *H. jaguana* está mas dirigida hacia juveniles de peces y crustáceos y los crustáceos bénticos, esto demuestra la existencia de ciertas diferencias en cuanto a

grupos taxonómicos más pequeños. García (1976) encontró una alimentación similar en *H. humeralis* y en *H. clupeola* del SW de Cuba; la primera especie prefirió al copépodo *Oithona* sp. y la segunda copépodos Calanoida. Es probable que la distinción esté asociada con el tamaño de ambos grupos de copépodos.

Aunque en este trabajo se seleccionaron grupos de alimento para encontrar similitudes en la dieta de ambas especies, y son semejantes los grupos de alimento, es claro que las dos unidades tróficas (agrupamientos) encontradas en *H. jaguana* y las tres en *O. oglinum*, muestra una tendencia a la especialización alimentaria (al consumo de peces). Al respecto Mac Pherson (1981) considera que especies con progresiones alimenticias tienden a la especialización en las últimas etapas del crecimiento, también Livingston (1982), Livingston (1984) y Vega-Cendejas (1990) encuentran este mismo comportamiento alimentario (especialización alimentaria).

Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que al igual que en otras especies de sardinas (Sierra, 1987 y Bustamante *et al.*, en prensa) existe cierta variación ontogénica de la composición del alimento (Figs. 3 y 10 y tablas II y XI) tendiente a la sustitución de los pequeños poliquetos por las larvas y juveniles de peces, de mayor tamaño y movilidad, y probablemente mayor valor calórico.

Se observa un proceso de cambio de alimento a partir de las clases de talla, de 9.5 cm en *H. jaguana* y de 13.5 cm LP en *O. oglinum*. A pesar del número bajo de datos en peces de menor talla para las dos especies, es útil distinguir que la alimentación contiene mayor cantidad de microcrustáceos del plancton y del bentos; es en esta fase del ciclo de vida en donde los microcrustáceos bénticos, los copépodos y las larvas de decápodos componen parte importante del alimento, dado por su pequeño tamaño. Para determinar el espectro alimentario en tallas menores, el muestreo tendría que dirigirse hacia esas tallas.

La alimentación en ambos tipos de sardina para ejemplares mayores de 15 cm L. P. se basa casi exclusivamente en juveniles de peces. El incremento del tamaño de la presa con la edad del pez

consumidor está asociado al aumento de la boca en los peces y a la capacidad de capturar presas mayores, lo que contribuye a disminuir el gasto energético en la captura de alimento de mayor tamaño y movilidad.

La variación ontogénica del IRG (Fig. 5) en las sardinias escarnudas, muestra aumento a partir del intervalo de 10.5 cm LP, que se relaciona con el incremento del consumo de peces a partir de esa talla (tabla III).

En la sardina de hebra, el curso ontogénico de la intensidad del consumo de alimento es diferente, no se observa una tendencia clara del IRG, éste disminuye a partir del intervalos 14.5 (Fig. 12).

Evidentemente el resultado entre el ingreso de energía por efecto de la alimentación y los gastos metabólicos, son diferentes en las dos especies.

En la sardina *H. humeralis* estudiada en Cuba, Sierra (1987) registró un aumento del IRG a partir del alcance del estado adulto, de manera similar como se observó en *H. jaguana*, sin embargo no ocurre algo semejante en *O. oglinum*. El análisis del IRG es un elemento más para determinar patrones de alimentación a través de la ontogenia, pero con un análisis más fino de los elementos de alimentación. Sin embargo el uso de intervalos de talla que no están bien representadas en el presente trabajo y el cálculo del IRG de esas tallas permitiría mostrar mejor los patrones de alimentación requeridos.

A nivel de la comunidad íctica las modificaciones de los hábitos alimentarios con el transcurso del ciclo de vida permiten explotar más completamente los recursos alimenticios y disminuir la competencia intraespecífica al funcionar las distintas clases de talla como unidades funcionales diferentes.

En este trabajo desafortunadamente no se obtuvieron peces de tallas pequeñas (menores de 6.5 cm L. P.), y los individuos con tallas menores de 9.5 L. P. en *H. jaguana* y de 13.5 cm L. P. en *O. oglinum* fueron escasos (tablas II y XI), debido a esto no pudo describirse la totalidad del curso ontogénico de la alimentación.

De acuerdo con Leonce Valencia (1989) el muestreo con chinchorro del cual provienen las muestras de este trabajo captura las edades de uno a seis años, luego entonces no se registró lo ocurrido en el primer año de edad.

Con respecto a la edad evaluada y el tipo de alimentación, para *H. jaguana* se relacionan al menos cinco de las edades con alimentación característica para cada edad y con respecto a la agrupación por talla para 0. *oglinum*, se considera que cada intervalo corresponde a un grupo de edad diferente de acuerdo a los datos de Arce-Ibarra (1989) quien establece seis grupos de edad (de 85 a 160 mm LP) para esta especie.

La tendencia al aumento de la actividad alimentaria sobre los crustáceos en las épocas de lluvias y nortes debe estar relacionada con el incremento de la productividad de la laguna y por tanto de la zona costera debido al enriquecimiento de las aguas subterráneas (durante la época de lluvias) y la agitación provocada por los vientos, durante la época de nortes. En este sentido, Batllori San Pedro (1988) reportó un incremento en la densidad del zooplancton, incluyendo microcrustáceos bénticos que ascienden a la columna de agua como ostrácodos y miscidáceos, en octubre-noviembre (nortes) y en junio (lluvias).

En la zona SW de Cuba, Sierra (1987), Sierra y Popova (1982) y Bustamante et. al. (en prensa) encontraron un aumento del consumo de zooplancton en las sardinas *Harengula humeralis* y *Jenkinsia lamprotaenia* y en los juveniles de *Caranx ruber* hacia febrero-marzo (fin de la época de norte) como consecuencia de la acción combinada de la fase final del escurrimiento terrestre de fines de la época de lluvias (mayo-octubre) y la agitación de la masa de agua en la plataforma por acción de los nortes. Por su parte el alto consumo de poliquetos en verano puede tener su explicación en la intensificación de la actividad reproductiva de este grupo durante período, y por tanto al incremento de su disponibilidad al ascender a la columna de agua para el desove según Sierra y Díaz-Zaballa (1984).

En *H. jaguana* la presencia de 77 % de peces y 17 % de

crustáceos en temporada de nortes (Fig. 6 y tabla XIII) se asocia a los grandes volúmenes de agua que experimentan un descenso de temperatura tanto por el efecto localizado de estos fenómenos como por la entrada constante de agua dulce por el manto freático. Este ambiente promueve el desarrollo de organismos más grandes en las poblaciones de copépodos principalmente en la zona costera como indica Batllori-San Pedro (1988).

En la época de lluvias ambas especies de sardina consumen principalmente los poliquetos (49 y 75% respectivamente) (Figs. 6 y 13). Esto se relaciona con un descenso de la salinidad aunado al arrastre de material terrígeno e incremento de nutrientes disueltos así como el aporte de materia orgánica proveniente de los manglares que rodean la laguna (Batllori San Pedro, 1988).

Es conveniente hacer notar que la alimentación durante las fases gonádicas no pudo establecerse claramente por la escasez de datos, principalmente en individuos de fase III. Sin embargo, los resultados aquí obtenidos pueden tomarse como punto de partida, para realizar análisis de individuos maduros, los cuales deben ser capturados en áreas más alejadas de la costa.

Con los resultados obtenidos en este trabajo sólo se establecen comparaciones entre la alimentación en las fases I y II ya que la III en *H. jaguana* sólo contaba con 4 individuos.

Son altas las proporciones de poliquetos consumidos en la fase I, al parecer este alimento proporciona la energía necesaria para los organismos inmaduros en ambas especies. Pero en la fase II (preparación de la maduración gonádica) que es cuando se requiere del consumo de peces, éstos empiezan a ser consumidos en un porcentaje mayor por *H. jaguana* pero no en *O. oglinum*, ésta diferencia se podría relacionar con los requerimientos energéticos diferentes por especie. Para tener la composición alimentaria de los individuos maduros se recomienda llevar a cabo un muestreo especialmente dirigido a la colecta de ejemplares maduros para establecer el patrón alimentario de ambas especies. En la escamuda se observan individuos en proceso de maduración en el intervalo de 10.5 cm L. P.; asimismo para *H. humeralis* García-Cagide (1988)

reporta que esta especie se diferencia sexualmente desde los 6 cm L. F., en tanto que en *O. oglinum* la diferenciación sexual puede notarse a los 10 cm L. P. y mucho más a los 12 cm L. P. Con respecto a ésta última Berkeley y Houde (1984) determinan la primera madurez en los machos a los 145 mm L. F. y en las hembras a 125 cm L. F. Mexicano Cíntora (1990) reporta tallas medias de maduración entre 11 y 12 cm de L. P. para *H. jaguana* y entre 14 y 15 cm L. P. para *O. oglinum*.

La aparición de solamente cuatro ejemplares de *H. jaguana* y de 17 de *O. oglinum* maduros (fase III), se relaciona con la escasez de individuos maduros en la zona donde se aplica el chinchorro playero, Mexicano-Cíntora (Op. Cit.), menciona que para obtener individuos maduros tiene que ampliarse el área de muestreo. Ambas especies presentan movimientos migratorios que se relacionan con el crecimiento de los peces (Fuss y Kelly, 1968). De tal modo que los peces mayores emigran hacia aguas más profundas lejos de la costa donde no tienen acceso las pequeñas embarcaciones que pescan en el puerto de Celestún, por lo cual en las capturas de esta pesquería que es de corto alcance el mayor porcentaje comprende organismos pequeños.

En este caso, los pocos ejemplares de *H. jaguana* se encontraban entre los intervalos de 10.5 y 15.5 y los de *O. oglinum* entre 13.5 y 16.5 (Tabla IX y XVIII). Las tallas de madurez reportados por Mexicano-Cíntora son 154 mm para hembras y 151 mm L. F. para los machos. Reporta incidencia de desoves de septiembre a noviembre y encuentra en abril individuos de *H. jaguana* con alta proporción de maduración. Los máximos valores del índice gonadosomático (IG) los encuentra en abril.

La sobreposición de dietas se calculó entre peces de tallas mayores de 10 cm L. P. en *H. jaguana* y de marcas de clase de 13.5 cm L. P. en *O. oglinum* (Tabla XIX), para evitar comparar marcas de clase con pocos individuos. También se pudo comparar las dietas en peces de tallas semejantes y diferentes entre sí.

El índice general de sobreposición de dietas de Morisita (1959) entre *H. jaguana* y *O. oglinum* de 0.87 no difiere de los

valores de los índices entre las diferentes tallas (tabla XIX), los cuales también fueron altos (entre 0.67 y 0.94), excepto en las marcas de clase de 10.5 y 12.5 de *H. jaguana* contra las de 16.5 y 13.5 de *O. oglinum* con un valor de 0.59 y 0.55 respectivamente, esta baja sobreposición puede explicarse por la diferencia entre las proporciones de poliquetos y peces que se consumen en las tallas analizadas (tablas II y XI). En los otros valores menores de 0.7 (0.67 y 0.68) también se observan diferencias en las proporciones de grupos de alimento.

Aparentemente, los valores de sobreposición de nicho entre tallas por ser altos, podrían indicar una alta competencia interespecífica, pero para que ésta exista, ambas especies de sardina tendrían que buscar el mismo recurso que se encontrara en bajo suministro, pero este no es el caso de la comunidad en estudio ya que la disponibilidad del alimento es grande en esta zona como lo menciona Batllori-San Pedro (1988), es por eso que no es probable la competencia, sin embargo Connel (mencionado por Hixon, 1978) explica que la prueba inequívoca para determinar la competencia interespecífica involucra trabajos experimentales de la distribución espacial de los organismos y sus recursos.

Al respecto Lasiak (1984) encuentra que valores altos del índice de Morisita (1959) entre especies coexistentes no indican necesariamente competencia potencial por alimento, pero aclara que la segregación de nicho puede deberse a diferencias en comportamiento espacial y temporal. De la misma manera Sale (mencionado por Cowx, 1989) consideró que se podría inferir una competencia entre especies con sobreposición alimentaria, si se presentara deterioro de la tasa de crecimiento de una de ellas. Es claro que en este trabajo sólo se disponía de pocas marcas de clase, por lo tanto no se calculó la tasa de crecimiento de las especies, para determinar deterioro en alguna de las especies. Tendría que determinarse la existencia de un deterioro en la tasa de crecimiento de una o ambas especies para saber si se presenta una competencia entre las vivitas de Celestún, Yucatán, México, como señala Sale (1979).

A partir de la determinación del espectro alimentario de ambas especies se nota que existe una selección de presas de mayor talla (consumo de peces en las tallas mayores) con el aumento del tamaño del cuerpo y de la boca; esto es, esta variación ontogénica de la dieta que da lugar a unidades tróficas distintas, permite la disminución de la competencia interespecífica.

Los valores de sobreposición de nicho trófico de Petraitis (1979), entre ambas especies con respecto a los tipos de alimento como entre las épocas del año (Tabla XX) indican que la sobreposición de dietas para las dos sardinas no es completa, aunque los valores de sobreposición sean altos. Sin embargo la fuerza relativa de la sobreposición de nicho trófico, se está probando sólo con respecto a una sobreposición completa.

A pesar de esto, es claro, como también es señalado por el índice de Morisita, que las dietas se sobreponen de un modo muy notable.

A pesar de que estos índices no dan más información con respecto a la manera en que se superponen las dietas, se puede suponer que la abundancia y la disponibilidad del alimento que existe en el medio y la variación alimentaria ontogénica permiten que las sardinas exploten recursos alimentarios en diferentes proporción. Lo cual provoca una disminución de la competencia interespecífica que se espera cuando dos especies que coexisten como las sardinas en estudio, se alimentan de los grupos similares de alimento.

Los factores que permiten la coexistencia de los clupeidos en estudio, podrían compararse a los que mencionan Chao y Musick (1977) en su estudio sobre sciénidos del estuario York en Virginia, los cuales son:

a) La diferencia en su distribución espacial y temporal. La distribución temporal de las especies en estudio, se observó a través de las distintas frecuencias por intervalos de talla en la colecta estacional por individuo (tablas XI y XV). Además de las observaciones de los pescadores acerca de las proporciones

diferentes por especie por época. Y la distribución de los individuos desovantes en zonas más profundas según Mexicano-Cíntora (1990).

b) Las diferencias en su adaptación al hábitat y en sus hábitos alimentarios. Esto ha sido señalado en este trabajo, apuntando que existen grupos similares de alimento para ambas especies pero se observaron diferencias en las proporciones de alimento a través del crecimiento y de las épocas, a pesar de que la disponibilidad del alimento no es limitante en esta zona.

c) La abundancia de los recursos. Aunque no se determinó en este caso la abundancia de los recursos, no parece ser éste un factor limitante para la coexistencia de las sardinias. Sin embargo es conveniente incluir objetivos que comparen la dieta de las sardinias y la disponibilidad del recurso, para aclarar esta relación trófica.

9. CONCLUSIONES

1. Aunque *H. jaguana* de Celestún es preferentemente piscívora, en su dieta también incluye organismos del bentos, como tanaidáceos, isópodos y anfípodos (9.6%), La dieta de *O. oglinum* **es** principalmente consumidora de poliquetos y de microcrustáceos del bentos (55 %) pero poco menos de la mitad de su dieta está formada por juveniles de peces y crustáceos planctónicos (44 %).

2. La composición e intensidad de la alimentación varía con el crecimiento de cada una de las dos sardinias. En *H. jaguana*, **se** eleva la intensidad de la alimentación a partir de los 10.5 cm pero no en *O. oglinum*. De modo general, los poliquetos son sustituidos paulatinamente por peces juveniles en el crecimiento.

3. Aunque los poliquetos (más del 14 %) y los peces (más del 20 %), son consumidos por ambas especies y en la mayoría de intervalos de talla; los individuos de menor talla de *H. jaguana* de 9.5 a 10.5 cm L.P. consumen microcrustáceos bénticos y los individuos de *O. oglinum* de 11.5 cm L.P. prefieren plancton.

4. Los intervalos de talla analizados en *H. jaguana* incluyen edades determinadas por Leonce-Valencia (1989). Los cuatro grupos de tallas que se observan con respecto a la similitud del alimento consumido se relacionan con un cambio en la alimentación a causa del crecimiento.

5. Ambas especies se alimentan principalmente de peces juveniles durante las épocas de secas y nortes. Mientras que en la época de lluvias el alimento principal en *O. oglinum* son los peces y en *H. jaguana* lo constituyen poliquetos además de microcrustaceos bénticos y organismos del plancton.

6. La composición y proporción del alimento varía dependiendo del estado de madurez gonádica, los inmaduros consumen mayor cantidad de poliquetos y los que se encuentran madurando consumen poliquetos (hebra) o peces (escamuda), esto indica diferencias en los requerimientos energéticos del individuo a través de su desarrollo.

7. No se pudo establecer el patrón de alimentación para los individuos maduros debido a que en este muestreo se encontraron pocos individuos en esta fase, esto se explica por las migraciones que realizan estas especies a agua más profundas con fines reproductivos.

8. La superposición de las dietas de las vivitas escamuda y de hebra es alta. Sin embargo, no necesariamente existe la competencia entre ambas especies, puede estar disminuida por varios factores: la variación trófica ontogénica y por diferencias en comportamiento y en su distribución temporal y espacial por tallas.

10. RECOMENDACIONES

Es necesario continuar estos estudios sobre la estructura trófica de ambas especies de sardina a fin de incluir el análisis trófico de individuos de tallas menores que permitan diferenciar

las etapas tróficas a través de la ontogenia de la especie.

Para estudios futuros sobre la ecología trófica de las sardinas se recomienda complementar estas investigaciones con el análisis cuantitativo de las comunidades planctónica y **béntica** a fin de comparar las variaciones del espectro trófico con la disponibilidad del alimento en el medio. También es recomendable determinar los parámetros **fisicoquímicos** de la zona de estudio para que expliquen los cambios del tipo de alimento **pesente** en el medio.

Es conveniente complementar esta información sobre la ecología trófica de ambas especies de sardina con individuos de menor talla de la laguna costera de Celestún y con capturas realizadas a mayor profundidad con el fin de muestrear organismos maduros.

10. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Angelescu, V. y A. Anganuzzi. 1983 Ecología trófica de la anchoita (*Engraulidae:Engraulis anchoita*) del mar Argentino. Parte III. Requerimiento trófico individual en relación con el crecimiento, ciclo sexual y las migraciones estacionales. *Rev. Invest. Pesq.* 5:194-223.
- Arce-Ibarra, A. M. 1989. Edad y crecimiento de la vivita de hebra *Opisthonema oglinum que es* capturada por la flota menor de Celestún, Yucatán, México. CINVESTAV I.P.N. unidad Mérida. Reporte de especialidad.
- Arreguín-Sánchez, F. E. A. Chávez., C. A. Martínez, J. A. Sánchez, M. A. Olvera y P. Castañeda. 1987. Análisis integral de la pesquería de chinchorro del puerto de Celestún, Yucatán, México. 25 Aniv. Inst. Nal. Pesca. *SEPECA CRIP YUCALPETEN*. México.
- Arreguín-Sánchez, F. ,E. Valero-Pacheco, M. E. Vega-Cendejas y M. Hernández de Santillana. 1992. A list approach to estimate community response to fishing using trophic box models: The beach seine fishery from the northeastern coast of Yucatan. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Inc. 43 rd. Annual Session.
- Barrera, A. (1982). Los petenes del Norte de Yucatán: su exploración ecológica en perspectiva. *Biótica*. 7(2):163-166.
- Batlloori-San Pedro, E. A. 1988. *Producción secundaria en el estero de Celestún*. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del I. P. N. Unidad Mérida, Yucatán, México. 140 pp.
- Beltrán, E. 1958. *Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento*. Parte 2. IMRNR, A. C. 273 pp.
- Beebe, W., and J. Tee-Van. 1928. The fishes of Port au Prince, Haiti with a summary of the known species of marine fish of the Island of Haiti and Santo Domingo. *Zoologica* 10(1):1-279.
- Berkeley, S. A. and E. D. Houde. 1984. Age, growth and mortality of coastal herrings in the eastern Gulf of Mexico. Final report to the Gulf and So. *Atl. Fish. Devel. Found.*, Inc., Proj. 21-12-32272, pag. var.
- Berry, F. H. and I. Barrett. 1963. Gillraker analysis and speciation in the thread herring genus *Opisthonema* *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 7(2):111-190

- Boltovskoy, D. (ed) 1981. **Atlas de zooplancton del Atlántico Suroccidental y Métodos de trabajo con Zooplancton Marino**. Pub. Esp. de INDEP. Mar de Plata. Argentina. 936 p.
- Bustamante, G. 1987. Características ecofísicas **de la sardina de ley, *Harengula humeralis* (Cuvier, 1829), en aguas cubanas**. Reporte de Investigación Instituto de Oceanología 56:1-17.
- Bustamante, G., A. García-Cagide, J. P. García-Arteaga y L. M. Sierra (en prensa). Ecología de la manjúa ***Jenkinsia lamprotaenia*** (Pisces: Clupeidae), en el Golfo de Batabanó, Cuba. ***Scientia Marina***, Barcelona.
- Carr, W. E. S. y C. A. Adams. 1973. Food habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near Crystal River, Florida. ***Trans. Amer. Fish.Soc.*** 102(3)511-540.
- Chávez, E. A., F. Arreguín-Sánchez y C.A. Martínez. (MS). Bioeconomics assesment of a tropical multispecies fishery of the a tropical multispecies fishery of the South Gulf of Mexico. Submitted to the World Fisheries Congress, Athens, Greece, April 1992.
- Claro, R. 1981. **Ecología y ciclo de vida de la biajaiba *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en la plataforma cubana**. II. Biología pesquera. ***Inf. Cient. Téc Acad. Cienc. Cuba.*** 177:1 -53.
- Claro, R. (Ed). (En prensa). Ecología de los peces marinos de Cuba. ***Editorial Academia***.
- Confer, J. L., G. L. Howick, M. H. Coezette, S. L. Kramer y S. Fitzgibon. 1978 Visual predation by planktivores. ***Oikos***, 31(1)27-37.
- Cowx, I. G. 1989. Interactions between the roach, ***Rutilus rutilus***, and Dace, ***Leuciscus leuciscus***, populations in a river catchment in south-west England. ***J. Fish. Biol.*** 35(Supplement A), 279-284
- Day, J. W. y Yáñez-Arancibia, A. 1982. Coastal lagoons and estuaries, Ecosystem approach. ***Ciencia Interamericana***. 2(12):11-26.
- Durbin, A. G. 1979. Food selection by plankton feeding fishes. En **Predator-prey systems in fisheries management. *Publ. Sport Fishing Invest.***, Washington, EEUU., 203-218.
- Espejel, I. 1986. **Studies on coastal sand dune vegetation of Yucatan Peninsula**. Acta Anus. Ups., Comprehensive summaries of Upssala Dissertation from the Faculty of Science. 1986. 32 pp. Upssala ISPN al-554-837-6

- Filho, A. D. V. 1979. Estudo ecologico da regio de Itamaraca, Pernambuco, Brasil. IV. Alimentacao da sardina Bandeira, ***Opisthonema oglinum*** (Le Sueur, 1818), no Canal de Santa Cruz. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. P. E., Recife 14:105-116.
- Finucane, J. H. y R. N. Vaught. 1986. Species profile of Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum* (Lesueur, 1818). **NOAA Technical Memorandum** NMFS-SEFC-182
- Fraga, J. E. , C. Tavera y H. Gómez. 1986 **La industria de harina de pescado en Celestiín**. Universidad Autónoma de Yucatán Facultad de Ciencias Antropológicas. Tesis de Licenciatura. Mérida, Yuc. México. 156 p.
- Furtado-Ogawa, E. 1970. Alimentacao da sardina bandeira, ***Opisthonema oglinum*** (Le Sueur), no estado do Ceara. Arq. **Cien. Mar.** 10(2):201-202.
- Fuss, C. M., Jr. and J. A. Kelly, Jr. 1968. Biology of thread-herring. In: Sykes, J. E. report of the bureau of commercial fisheries biological laboratory, St. Petersburg Beach, Florida, fiscal year 1967. U.S. **Fish Wildl. Serv. Circ.** 290:14-15.
- Fuss, C. M. Jr., J. A. Kelly, Jr. and K. W. Prest, Jr. 1969. Gulf thread herring: aspects of the developing fishery and biological research. **Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.** 21:111-125.
- García Arteaga, J. P. 1992. **Edad y crecimiento de algunos peces neríticos de Cuba**. Tesis doctoral. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Oceanología. Ciudad de La Habana. 170 p.
- García-Arteaga, J.P. (en prensa). **Edad y crecimiento de la sardina de *Harengula humeralis* (Pisces: Clupeidae) en la plataforma suroccidental de Cuba**. Editorial Academia, La Habana.
- García Cagide A. 1988. Particularidades de la reproducción de la sardina de ley, ***Harengula humeralis*** (Cuvier, 1829), en la región oriental del Golfo de Batabanó, Cuba. **Rep. Invest. Oceanol.** Acad. Cienc. Cuba, 12:1-15.
- García, E. 1973. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptara las condiciones de la República Mexicana)**. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 pp.
- García Galano, T. 1976. Alimentación natural de dos especies de sardinas ***Harengula humeralis*** (Cuvier) y ***Harengula clupeola*** (Cuvier). **Ciencias Serie 8 Invest. Mar;** 24:1-16.

- Gómez-Flores, A. 1987. **Distribución y abundancia del zooplancton en el estero de Celestún, Yucatán, México**, (Abril y julio de 1985). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B. C. 50 p.
- Herrera-Silveira, J. A. 1988. **Productividad primaria fitoplanctónica de la laguna de Celestún, Yucatán**. Tesis de maestría. CINVESTAV-IPN. Unidad Mérida. 95 pp.
- Hildebrand, S. F. 1963. Family Clupeidae. In: Bigelow, H. B. (Ed) **Fishes of the western North Atlantic. Sears Found. Mar. Res., Yale Univ., Mem. 1, pt.III:257-454**
- Hixon, M. A. 1978. Competition between Californian reef fishes. Niche inclusion or coextension? **Proceedings of the second pacific Northwest Technical Workshop. A Washington Sea Grant Publication**. University of Washington. Seattle.
- Horn, H. S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. **The American Naturalist**. Vol. 100 (914). 419-124.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach content analysis-a review on methods and their application. **J. Fish. Biol.** 17, 411-429
- INEGI. 1986. **Anuario Estadístico del Estado de Yucatán. Gobierno del Estado de Yucatán**. México.
- James, A. G. 1988 Are clupeids microphagist herviborous or omnivorous? A review of the diets of some commercially important clupeids. S. **Afr. J. Mar. Sci.** 7 :161-77.
- Kinch, J. C. 1979. Trophic habits of the juvenile fishes within artificial waterways-Marco Island, Florida. **Contrib. Mar. Sci.** 22-77-90.
- Lasiak, T. A. 1984. Aspects of the biology of three bentic-feeding teleost from Kings's Beach, Algoa Bay. S. **Afr. J. Zool.** 19(1):50-56.
- Leonce-Valencia, C. O. 1989. **Crecimiento de Harengula jaguana del Area de Celestún en el Estado de Yucatán**. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala México D. F. Tesis profesional.
- Leonce-Valencia, C. O. 1991. **Edad y crecimiento de la sardina escamuda Harengula jaguana en Celestún, Yucatán**. XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán, México.
- Le Sueur, 1817, Journ. Ac. Sci. Philadelphia, p. 359.

- Livingston, R. J. 1982. Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system. **Marine Ecology. 7:** 1-12
- Livingston, R. J. 1984. Trophic response of fishes to habitat variability in coastal seagrass system. *Ecology* 65 (4), 1258-1275
- Ludwing, A. J. y J. F. Reynolds. 1988. **Statistical Ecology.** John Wiley and Sons. 337 p.
- Magurran, A. E. ,1988. **Ecological diversity and its measurement** Croom Helm. London. 179 pp.
- Mac Phearson, E. 1981. Resource partitioning in a Mediterranean Demersal Fish Community. **Marine Ecology Progress Series 4,** 183-193 p.
- Meglistch, P. A. 1983. **Zoología de los vertebrados.** Madrid. E. Blume.
- Mexicano-Cíntora, G. 1990. **Aspectos reproductivos de los clupeidos Harengula jaguana y Opisthonema oglinum de las costas de Celestún, Yucatán.** II Congreso de Ciencias del Mar en la Habana Cuba, 18-22 de junio. La Habana Cuba.
- Moode, T. y S. T. Ross 1983 Trophic relationships of fishes occurring within a surf zone habitat in the Northern of México. **Northeast Gulf Science** 6(2):109-120.
- Morisita, M. 1959. Measuring interespecific association and similarity between communities. **Memoirs Faculty Kyushu University Series.** E. 3:65-80
- Nikolski, G. V. 1963. **The ecology of the fishes.** Academic Press. 352 p.
- Olvera-Limas, R. y A. Cid del Prado. 1983. Identificación de larvas y juveniles de Engraulidae y Clupeidae de las pesquerías del Puerto de Celestún, Yucatán, México. **Ciencia Pesquera** (4):1-3
- Petraltis, P. S. 1979. Likelihood measures of niche breadth and overlap.. **Ecology,** 60:703-710
- Poey, 1865. Report. Físico. Nat. Cuba, 1 - 189 (Bahia Jaqua, Cuba).
- Prejs, A. y G. Colomine. 1981. **Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces.** Universidad Central de Venezuela y Universidad de Varsovia, Polonia. Caracas. 127 pp.

- Randall, J.E. 1967. Foods habits of reef fishes of the west studies. *Stud. Trop. Oceanogr*, Miami. 5:665-847.
- Rodríguez-Gutiérrez, M. 1992. *Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces*. AGT Editor, S. A. 79 pp.
- Scrimgeour, G. J. and A. M. Winterbourn. 1987. Diet, food resource partitioning and feeding periodicity of two riffle-dwelling fish species in a New Zealand river. *J. Fish. Biol.* 31:309-324.
- SEPESCA, 1986. *Anuario estadístico de pesca*. Secretaría de Pesca.
- Sierra, L. M. y O. A. Popova. 1982. Particularidades de la alimentación del civil (*Caranx bartholomaei* Bloch) en la región sur occidental de la plataforma cubana. *Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba*, 3:1 -19.
- Sierra, L. M. y Díaz-Zaballa. 1984 Alimentación de dos especies de sardina, *Harengula humeralis* (Cuvier, 1829) y *Harengula clupei* (Cuvier, 1829) en la costa N de la Ciudad de la Habana (rada del Instituto de Oceanología) *Reporte de Investigación del Instituto de Oceanología No 25* Academia de Ciencias de Cuba. 17 pp.
- Sierra, L. M. 1986. Ecología de la alimentación de algunos peces neríticos de Cuba [inédito], tesis de candidatura (Ph. D.), Instituto de Oceanología, *Academia de Ciencias de Cuba, La Habana*, 116 pp, 30 tabs., 41 figs.
- Sierra, L. 1987. Peculiaridades de la alimentación de la sardina de ley, *Harengula humeralis* (Cuvier, 1829) en la región oriental del Golfo de Batabanó, Cuba. *Rep. Invest. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba*, 69:1-19.
- Silva, A. 1974. Algunos datos sobre la biología de la sardina de ley, *Harengula humeralis* (Cuvier y Valenciennes), en la costa NW de Cuba. *Acad. Cien. Cuba, ser. oceanol.*, 25:1-14.
- Snyder, D. E. 1983. Fish eggs and larvae. In: Nielsen A. and D. L. Johnson (Eds). *Fishery techniques*. American Fishery Society, Bethesda, Maryland, USA.
- Smith, 'R. L. 1980 *Ecology and field ecology*. Harper and Row Publishers. 835 p.
- Trejo A. 1986. *Estudio de la vegetación de la zona costera inundable de perteneciente a los bordes de la Laguna de Celestún Yucatán.*, México. Los manglares. Reporte de Servicio Social UAMI. 30 pp.

- Valdés, D. S., J. Trejo, E. Real. 1988. Estudio hidrológico de la Laguna de Celestún, Yucatán, México, durante 1985. *Ciencias Marinas* 14(2):45-68
- Vega-Cendejas, M. E. y Hernández de Santillana M. J. 1987. Aspectos trofodinámicos de las comunidades de peces de la Ría de Celestún, Yucatán, México. *Congreso Internacional de Ciencias del Mar, La Habana Cuba.*
- Vega Cendejas, M. E. 1990. Interacción trófica entre dos bagres (*Arius melanopus* Agassiz, 1829) y *Arius felis* Linnaeus, 1766) en las costas de Celestún Yucatán, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México*, 15(1):185-194
- Vega-Cendejas, M. E. , F. Arreguín-Sánchez y M. Hernández-de Santillana. 1992. *Trophic fluxes in a beach seine fishery of the Campeche Bank.* In: Christensen, V. y D. Pauly. *Trophic Models of Marine Session.* Copenhagen. October. ICLARM. Conf. Proc. 24 (en prensa).
- Vega-Cendejas, M. E., M. Hernández y F. Arreguín-Sánchez. 1994. Trophic interrelations in a beach seine from the northwestern coast of the Yucatan Península, México. *Journal of Fish Biology.* 44,647-659.
- Werner, E. E. 1974. The fish size, prey size, handling time relation in several sunfishes and some implications. *J. Fish. Res. Board. Can.*, 31:1531-1536.
- Whitehead, P.J.P. 1985. *FAO species catalogue Vol.7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrate catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolf herrings. Part 1 - Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae.* FAO Fish. Synop. (125) Vol. 7, Pt.1:303 p.
- Williams, A. B. 1965. Marine decapod crustaceans of the Carolinas. *Fish. Bull.*, 65(1):1-297.
- Wootton, R. J. 1990. *Ecology of teleost fishes.* Fish and Fisheries Series 1. Chapman and Hall. 404 pp.
- Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day. Jr. 1980. *Ecological characterization of Terminos Lagoon a tropical lagoon estuarine system in the Southern Gulf of Mexico.* p. 431-440. In: P. Laserre and H. Postma (Eds). *Coastal lagoons.* Oceanológica Acta. Vol. Spec. 5(4):462 p.
- Zaret, T. M. and A. S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology*, Vol 52 (2):336-343

Tabla 1. Composición del alimento de *Harengula jaguana*, expresada en porcentaje del área (%A) y de frecuencia de ocurrencia (%FO).

Componentes alimentarios	% A	% FO
	N=330	LP= 6.5-15.5
CRUSTACEA	14.69	53.3
ZOOPLANCTON		
Cladocera	0.06	4.52
Ostracoda	0.06	0.46
Copepoda		
Calanoida	0.15	2.55
Cyclopoida	0.05	4.60
Harpacticoida	0.07	5.1
Decapoda		
Penaeidae Larvas	1.61	5.91
Sergestidae Larvas	0.03	0.46
Brachiura Megalopa	2.88	3.01
Zoea	0.20	1.85
TOTAL	5.11	28.46
BENTOS		
Cumacea	0.33	5.68
Tanaidacea	6.43	0.81
Isopoda	0.14	5.78
Anfipoda	0.78	4.0
Mysidacea	1.90	8.57
TOTAL	9.58	16.27
POLIQUETOS	30.72	12.17
PECES		
Clupeiformes	24.72	6.49
Otros	21.85	7.99
TOTAL	46.57	14.18
OTROS	0.02	1.13

N= Número de individuos analizados

L.P.= Longitud patrón en cm.

TABLA II. Composición del alimento de *H. jaguana*, en porcentaje de área (%A) durante el crecimiento, . Se da el Índice de diversidad de Shanon (H').

Marca de clase	n	TIPOS DE ALIMENTO					H'
		Crustáceos	Microbentos	Poliquetos	Peces	otros	
6.5	6	7.15	3.66	50.62	38.57	0	1.1
7.5	7	36.48	58.08	5.44	0	0	1.0
8.5	6	12.48	1.85	11.56	74.11	0	0.8
9.5	27	2.0	10.37	65.0	22.48	0.15	0.9
10.5	69	4.6	5.53	58.43	31.35	0.09	1.0
11.5	83	1.92	8.41	41.42	48.17	0.08	1.02
12.5	81	1.73	14.42	31.35	52.48	0	1.1
13.5	49	1.04	0.76	41.83	56.37	0	0.79
14.5	18	0.14	5.3	43.2	51.36	0	0.91
15.5	5	0.96	5.94	0	93.1	0	0.19
TOTAL	345						

n= Número de individuos con alimento
H'=Índice de diversidad de Shanon

TABLA III. Índice de repleción gástrica (IRG) y el error estándar en *H. jaguana* durante el crecimiento.

MARCA DE CLASE	n	IRG	ERROR ESTANDAR
6.5	5	4.5	3.2
7.5	7	6.2	3.6
8.5	8	1.4	0.5
9.5	24	0.2	0.2
10.5	73	0.6	0.1
11.5	95	1.6	0.3
12.5	79	2.3	0.4
13.5	43	2.9	0.4
14.5	13	4.0	0.9
15.5	6	1.5	0.7

n=Número de individuos con alimento.

Tabla IV. Composición del alimento en *H. jaguana*, en porcentaje de área (%A) durante las épocas del año.

EPOCAS	A L I M E N T O S (%A)				
	CRUSTACEOS	MICROBENTOS	POLIQUETOS	PECES	OTROS
SECA	22.29	1.79	16.36	59.56	0
LLWIAS	20.22	21.81	48.54	9.32	0.11
NORTES	9.73	9.37	24.97	59.12	0.01

Tabla V. El factor de condición (K) y el error estandar de *H. jaguana* en los intervalos de talla de mayor frecuencia, a través de las épocas del año.

Epoca	Marca de Clase	n	K	Error Estandar
Seca	11.5	23	0.00211	0.0001
Lluvia	10.5	32	0.00216	0.00004
Norte	10.5	25	0.0223	0.00002

TABLA VI. Distribución de tallas de *H. jaguana* a través de las épocas del año.

MARCA	SECA (n)	LLUVIAS (n)	NORTES (n)
6.5	0	0	6
7.5	0	0	7
8.5	4	0	2
9.5	5	16	6
10.5	12	32	25
11.5	23	18	42
12.5	31	11	39
13.5	36	4	9
14.5	13	2	3
15.5	1	4	0
TOTAL	125	72	139

Tabla VII. Índice gonadosomático (IG) y el error estándar en *H. jaguana* durante el crecimiento.

MARCA DE CLASE	n	IG	ERROR ESTANDAR
6.5	1	6.03	0
7.5	3	0.68	0.48
8.5	8	1.28	0.65
9.5	18	0.82	0.22
10.5	53	1.23	0.17
11.5	68	1.16	0.12
12.5	48	1.1	0.14
13.5	19	1.04	0.17
14.5	9	1.17	0.23
15.5	4	1.34	0.77
T O T A L	231		

Tabla VIII. Composición del alimento en *H. jaguana*, en porcentaje de área (% A) durante el desarrollo gonádico.

Fases	A L I M E N T O S (%A)				
	CRUST.	C. MICB.	POLIQUETOS	PECES	OTROS
I	1.84	0.07	54.73	42.73	0
II	11	3.8	41.45	43.75	0
III	12.8	0.78	1.88	84.76	0.05

Tabla IX. Distribución de talla de H. *jaguana* durante el desarrollo gonádico.

Marca de clase	Fases		
	I	II	III
6.5	0	0	0
7.5	0	0	0
8.5	1	0	0
9.5	2	1	0
10.5	7	4	1
11.5	16	5	0
12.5	14	4	1
13.5	6	10	1
14.5	2	5	0
15.5	1	1	1
Total	49	30	4

Tabla X. Composición del alimento de *Opisthonema oglinum* expresada en porcentaje de área (%A) y de frecuencia de ocurrencia (% FO).

Componentes alimentarios	% A	% FO
	N=126	LP= 10.5-17.5
CRUSTACEA	13.01	70.64
ZOOPLANCTON		
Ostracoda	0.12	1.49
Copepoda		
Calanoida	0.46	6.32
Cyclopoida	0.78	11.15
Harpacticoida	2.76	14.5
Decapoda		
Penaeidae Larvas	3.15	5.58
Brachiura Megalopa	0.01	0.37
Zoea	0.05	2.23
TOTAL	7.33	42.64
BENTOS		
Cumacea	0.99	6.32
Tanaidacea	0.34	3.35
Isopoda	0.15	0.37
Anfipoda	3.41	15.61
Mysidacea	0.79	3.35
TOTAL	5.68	29.00
POLIQUETOS	50.25	7.81
PECES		
Clupeiformes	8.66	2.23
Otras larvas	27.93	5.2
TOTAL	36.59	7.43
OTROS	0.25	10.38

N= Número de individuos analizados

L.P.= Longitud patrón en cm.

Tabla XIII. Composición del alimento de *O. oglinum*, en porcentaje de área (%A) durante las épocas del año.

EPOCAS	A L I M E N T O S				
	CRUSTACEOS	MICROBENTOS	POLIQUETOS	PECES	OTROS
SECA	0.14	1.79	37.2	60.84	0.03
LLUVIAS	9.3	6.11	74.74	9.68	0.17
NORTES	13.4	3.97	5.85	76.74	0.04

Tabla XIV. El Factor de condición (K) y el error estándar en *O. oglinum* a través de las épocas del año, en los intervalos de talla con mayor frecuencia (marca de clase de 15.5)

Epocas	n	K	Error Estandar
SECA	39	0.00185	0.00002
LLUVIAS	16	0.00194	0.00004
NORTES	18	0.00191	0.00003

TABLA XV. Distribución de tallas de *O. oglinum* durante las épocas del año.

MARCA	SECA (n)	LLUVIAS (n)	NORTES (n)
10.5	12	2	0
11.5	15	4	0
12.5	9	0	0
13.5	10	19	0
14.5	29	31	3
15.5	39	16	18
TOTAL	114	72	21

Tabla XVI. Índice gonadosomático (IG) y el error estándar en *O. oqlinum* durante el crecimiento.

MARCA DE CLASE	n	IG	ERROR ESTANDAR
10.5	5	1.42	1.29
11.5	9	1.93	0.56
12.5	9	1.45	0.41
13.5	33	1.97	0.13
14.5	79	1.82	0.09
15.5	96	1.97	0.10
16.5	34	2.48	0.22
17.5	5	1.95	0.82
T O T A L	270		

Tabla XVII. Composición del alimento de *O. oqlinum*, en porcentaje de área (%A) durante las fases de desarrollo gonádico.

FASES	AL I M E N T O (%A)				
	CRUSTACEOS	MICROBENTOS	POLIQUETOS	PECES	OTROS
I	0	5.3	54.65	39.61	0.44
II	12.07	4.59	68.5	14.53	0.27
III	3.3	0	3.96	92.43	0.31

Tabla XVIII. Distribución de tallas de *O. oglinum* durante las fases de desarrollo gonádico.

MARCA DE CLASE	F	AS	E	S
	1	II		III
10.5	2	0		0
11.5	0	2		0
12.5	1	2		0
13.5	1	5		1
14.5	6	13		5
15.5	9	15		10
16.5	0	3		1
TOTAL	19	40		17

TABLA XIX. Índice de sobreposición trófica (Morisita, 1959) entre *H. jaguana* (marca de clase 10.5-14.5) y *O. oglinum* (marca de clase 13.5-14.5).

H. jaguana

Marca de clase	n=69 10.5	n=83 11.5	n=81 12.5	n=49 13.5	n=18 14.5
n=29 13.5	0.86	0.68	0.55	0.79	0.83
n=63 14.5	0.92	0.86	0.81	0.67	0.83
n=73 15.5	0.98	0.92	0.83	0.90	0.92
n=23 16.5	0.59	0.82	0.86	0.87	0.83

Tabla XX. Índice de sobreposición trófica de Morisita (1959) y de Petraitis (1979) entre *H. jaguana* y *O. oglinum* por época del año.

Epocas	Morisita	Petraitis General	Petraitis Específico	Petraitis ajustado
Seca	0.90	0.88	0.73	0.82
Lluvias	0.88	0.99	0.83	0.97
Nortes	0.93	0.89	0.85	0.

Tabla XXI. Composición del espectro trófico de varias especies de sardina (Harengula y Opisthonema) en Yucatán y Cuba. Los datos se dan, según la fuente original, en porcentaje de: (P) del peso total del alimento, (M) de la materia orgánica y (A) del área ocupada por el alimento. 1. Peces (larvas y juveniles pequeños); 2. Camarones; 3. Zooplacton; 4. Otros crustaceos; 5. Poliquetos, 6. Vegetales; 7. Otros.
a. Costa NW de Cuba. b. Costa SW de Cuba.

Especies	Componentes alimentarios							Referencias
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>H. jaguana (A)</i>	46.6	-	13.1	5.11	38.7	-	0	Este trabajo
<i>H. humeralis (P)</i>	0.3	-	21.2	-	78.4	-		Sierra y Díaz-Zavalla (1984). (a)
<i>H. (P)umeralis</i>	4	16.1	53.9	-	17.1	0.5	8	Sierra (1976). (a)
<i>H. humeralis (M)</i>	8		47		43.0	1.0	2.0	García (1976). (a)
<i>H. clupeiola (P)</i>			98.7	-	1.3	-		Sierra y Díaz-Zavalla (1984). (a)
<i>H. clupeiola (M)</i>	4		30		55.0	5.0	6	García (1976). (a)
<i>O. oglinum (A)</i>	36.6	-	7.3	5.7	49.8	-	0.3	Este trabajo
<i>O. oglinum (P)</i>			26.6	42-76	22.4	17.1	-	Randall (1967)

TABLA XXII. Composición del espectro trófico de *Harengula jaguana* y *O. oglinum* de diferentes regiones.

Especie y Lugar	Componentes alimentarios							Referencias
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>H. kunsei</i> Hawai (PR)	-	50	75	-	15	-	5	Hiatt y Strarbourg, 1960
<i>H. jaguana</i> ^a Mississippi (PR)	-	-	90	-	-	-	-	Moode y Ross, 1983
<i>H. pensacolae</i> Florida (PR)	-	-	-	16-49	-	-	-	Odum, 1971
<i>O. oglinum</i> Haiti (P)	P	P	P	P	-	-	-	Beebe y Tee-Van, 1928
<i>O. oglinum</i> Florida	-	-	*	-	-	*	*	Fuss y Kelly, 1928
<i>O. oglinum</i> Florida	-	-	*	-	-	-	-	Fuss, Kelly y Prest, 1969
<i>O. oglinum</i> Antillas	*	17	26	*	22	-	-	Randall, 1967
<i>O. oglinum</i> Haiti	*	*	*	*	-	-	-	Beebe y Tee-Van, 1928
<i>O. oglinum</i> ^a Florida (V)	-	42-76	-	-	-	22-33	-	Carr y Adams, 1973
<i>O. oglinum</i> Brasil	-	*	-	-	*	*	-	Furtado-Ogawa, 1970
<i>O. oglinum</i> Brasil	*	-	*	-	*	*	-	Filho, 1970
<i>O. oglinum</i> Florida	-	-	-	-	-	-	*	Kinch, 1979

1. Peces; 2. camarones; 3. zooplancton; 4. otros crustáceos; 5. poliquetos; 6. vegetales; 7. otros. Los datos se dan, según la fuente original, en % del peso total del alimento (W); en % del volúmen (V); en % de presencia (PR); presencia (P). ^a Peces menores de 55 mm LP

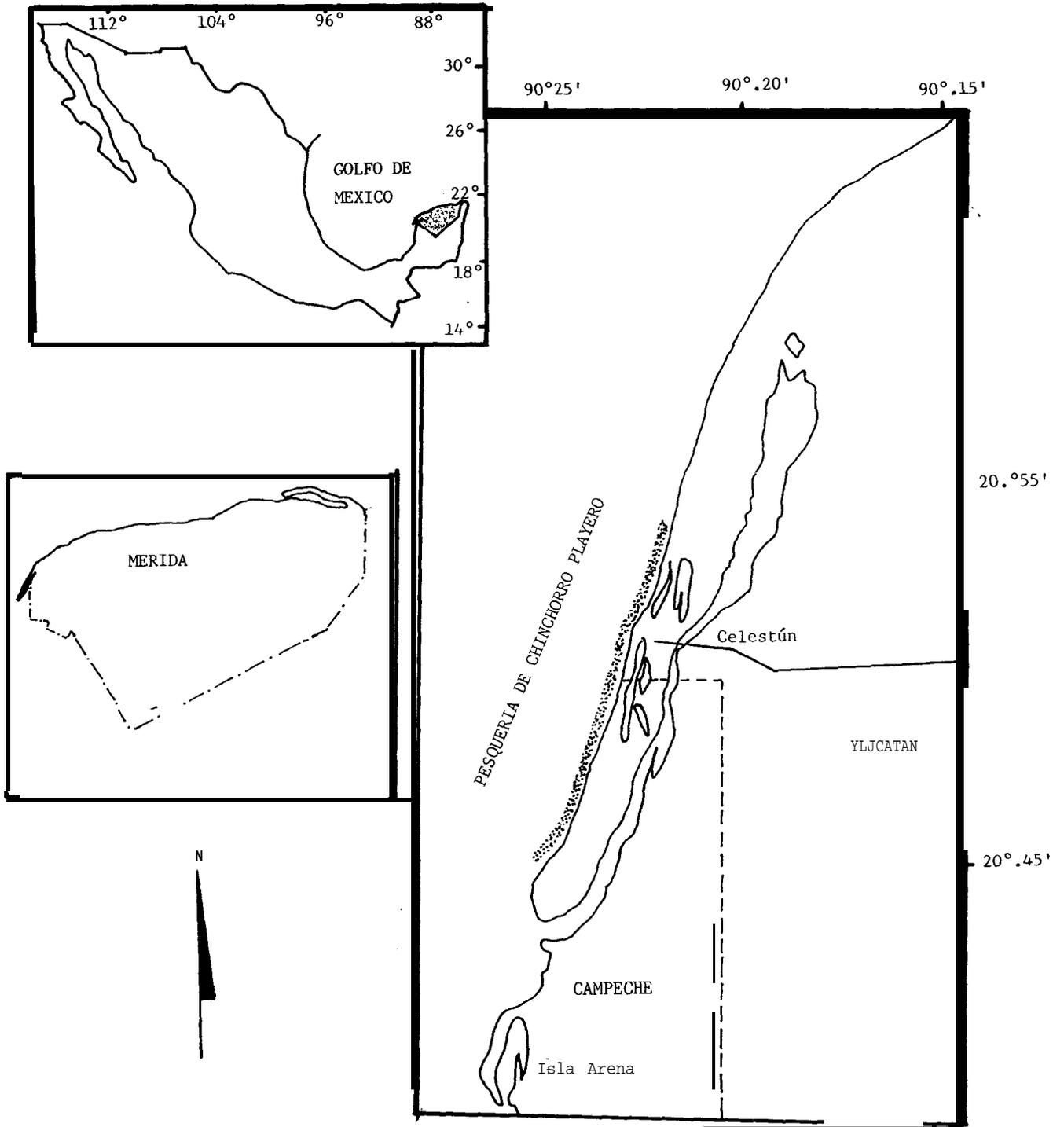


FIG. 1 Localización de Celestún en el Estado de Yucatán
 Área de Estudio.

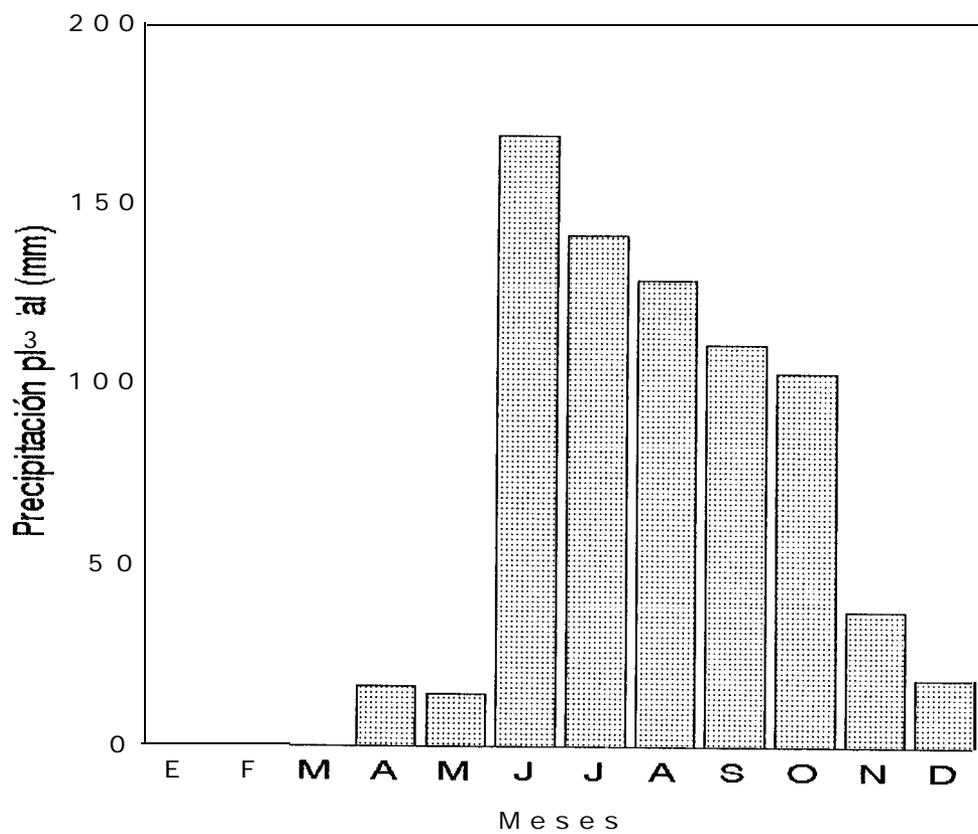


Fig. 2 Precipitación mensual total en Celestún, Yucatán durante 1989.

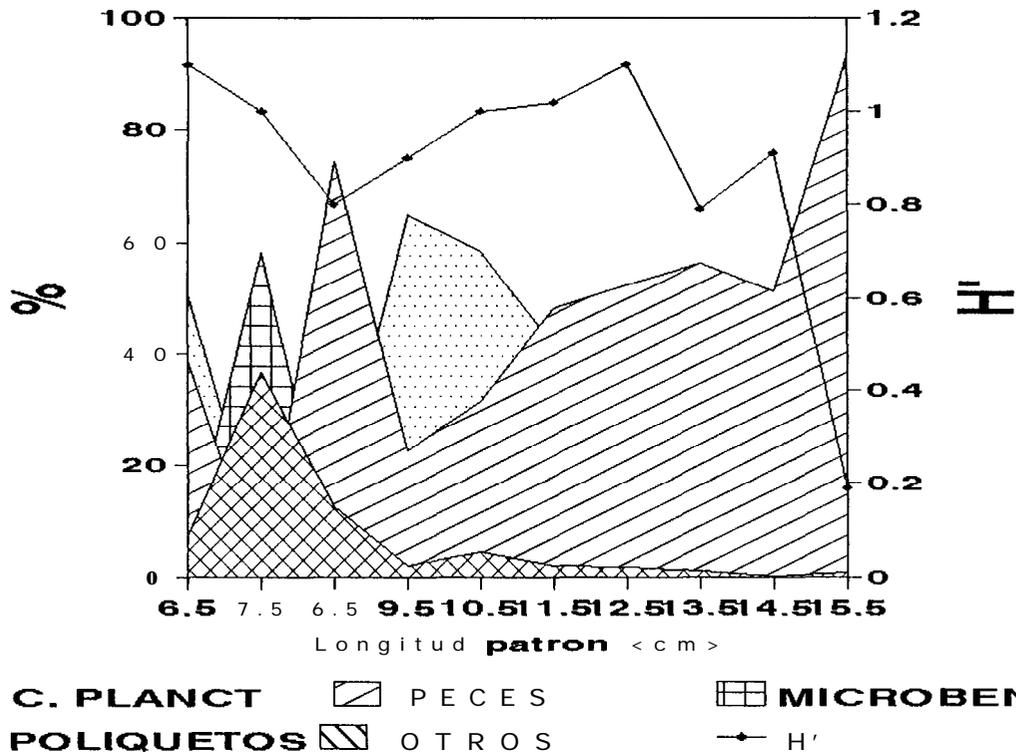


Fig. 3 Variación de la dieta de *H. jaguana* durante el crecimiento, expresado en porcentaje de área (%A). También se marca el índice de diversidad (H') del alimento por intervalo de talla.

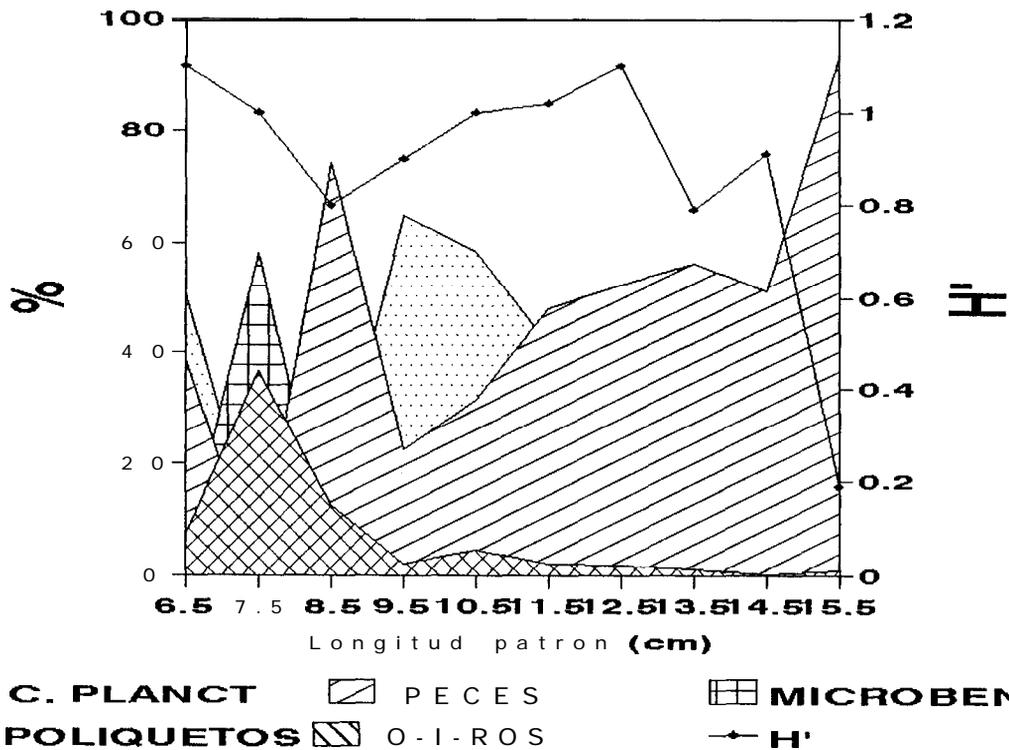


Fig. 3 Variación de la dieta de *H. jaguana* durante el crecimiento, expresado en porcentaje de área (%A). También se marca el índice de diversidad (H') del alimento por intervalo de talla.

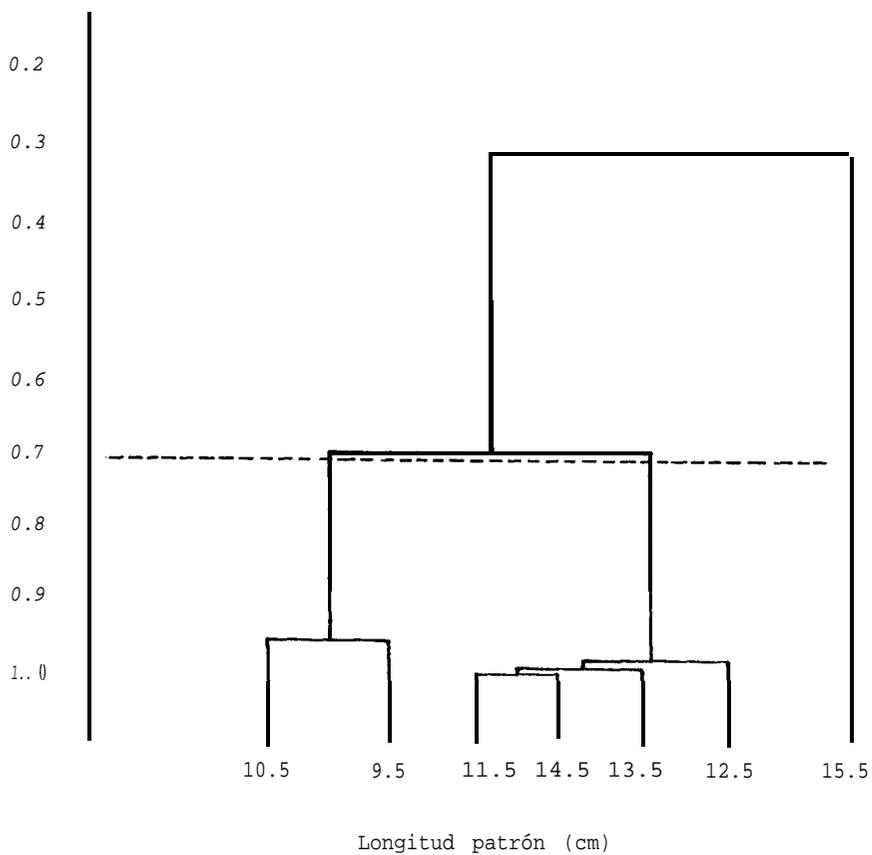


Fig.4 Dendrograma basado en la similitud de la abundancia de los tipos de alimentos (Índice de **Morisita**) consumidos por Harengula jaguana durante el crecimiento.

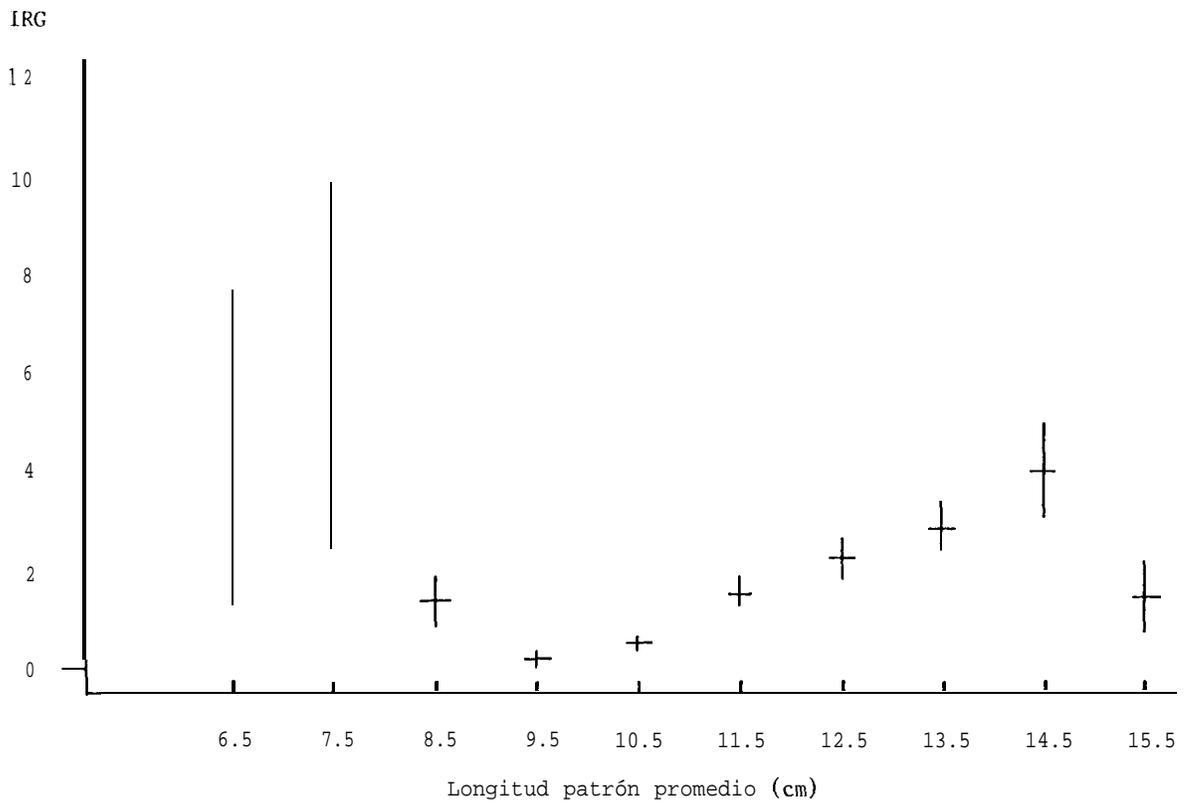


FIG. 5 Variación del índice de repleción gástrica (IRG) con el crecimiento de H. jaguana

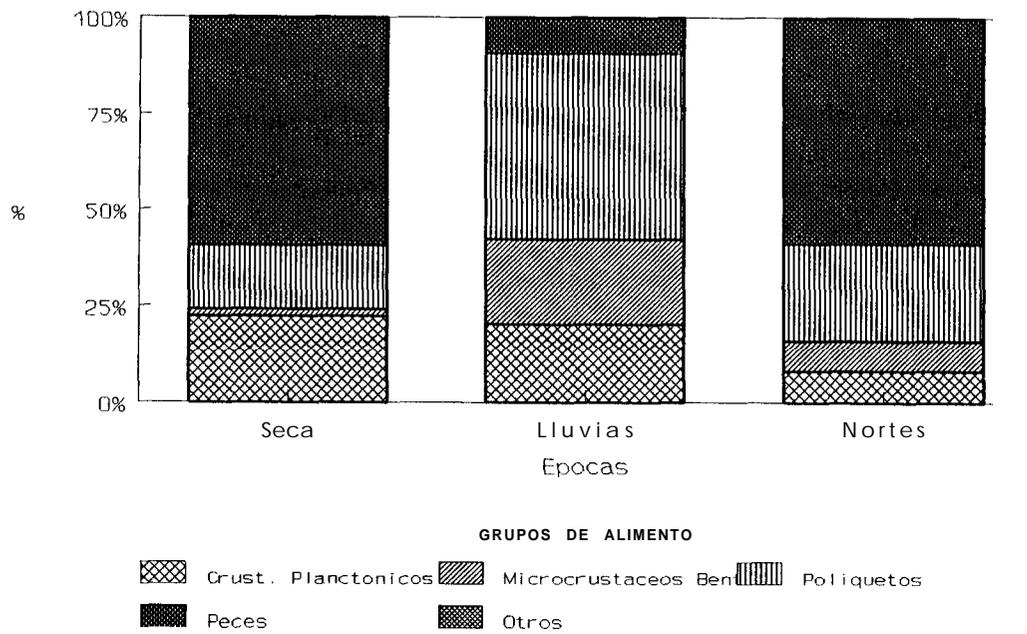


Fig. 6. Variación de la dieta de *Harengula jaguana* durante las épocas del año, expresada en porcentaje de área (%A).

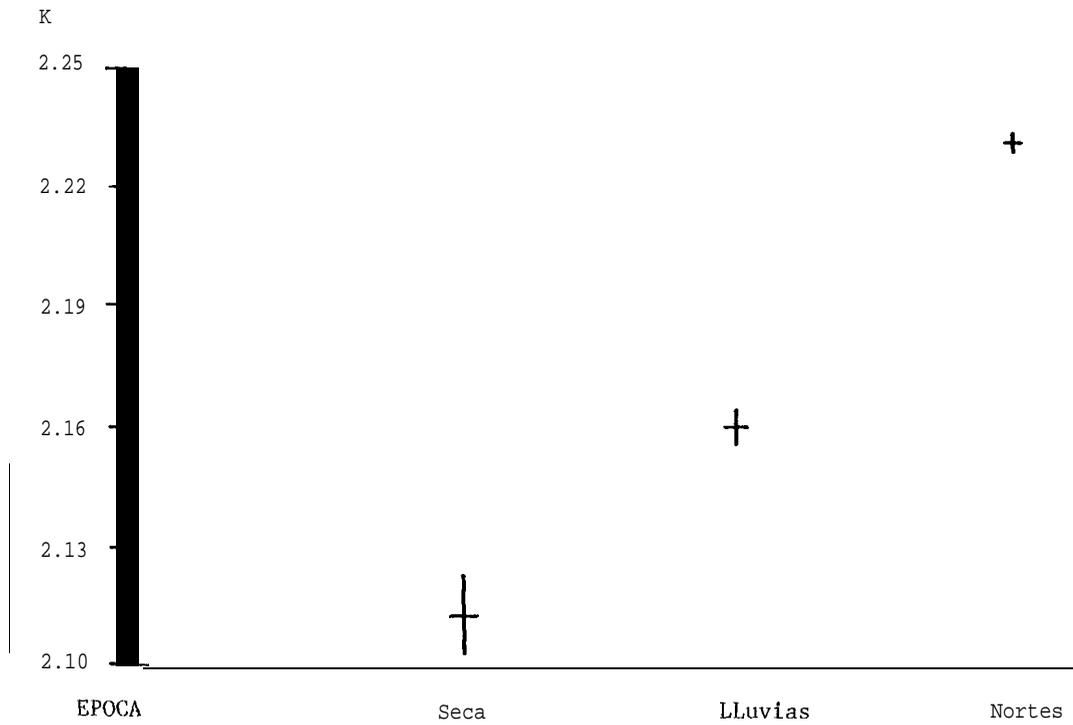


Fig. 7 Variación estacional del factor de condición (K) de H. jaguana.

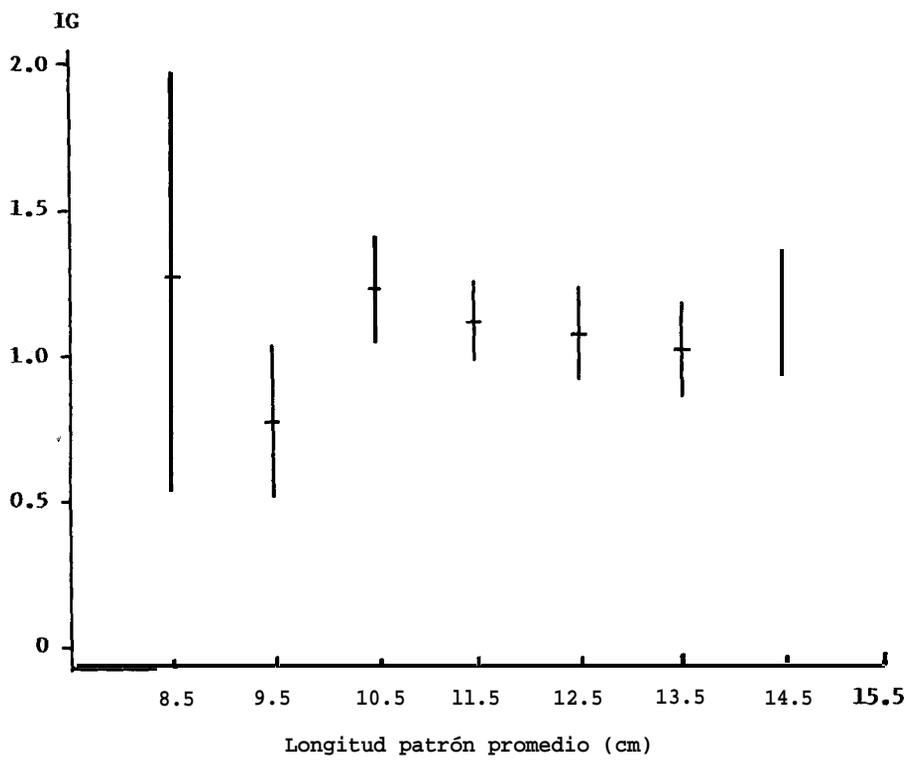


FIG. 8 Variación del índice gonadosomático (IG) con el crecimiento en H. jaguana.

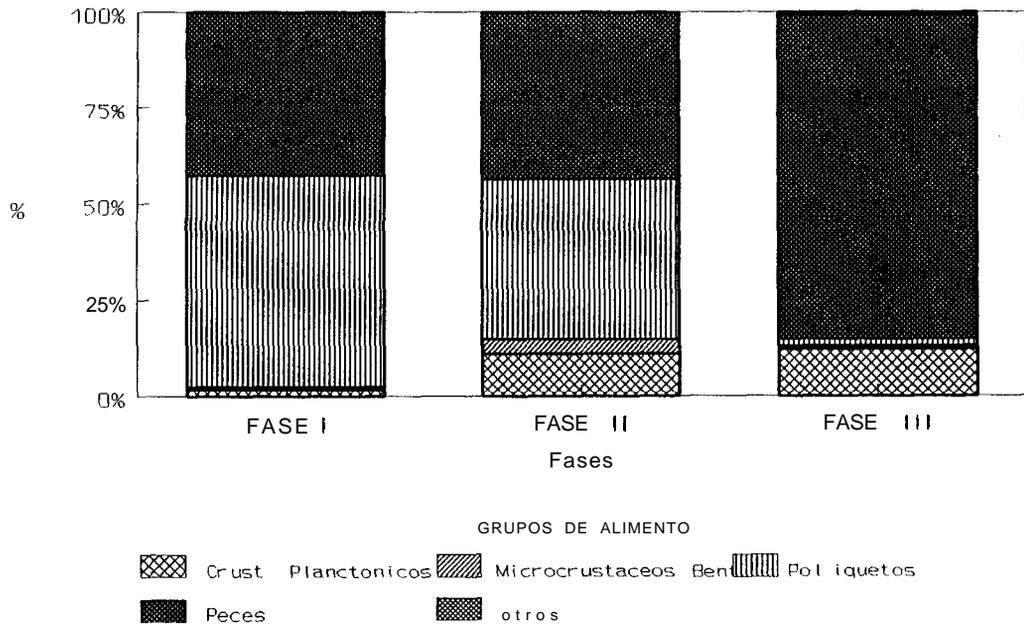
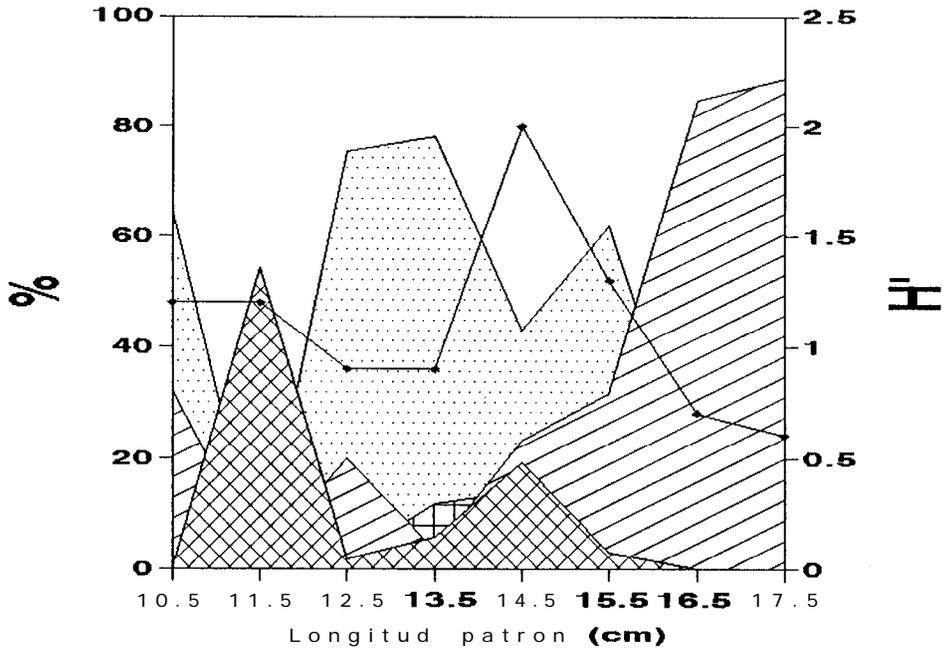


Fig. 9. Variación de la dieta de *H. jaguana* expresado en porcentaje de área (%A) durante las fases de desarrollo gonádico.



C. PLANCT.
 PECES
 MICROBENT.

POLIQUETOS
 OTROS
 H'

Fig. 10 Variación de la dieta de *O. ogliunm* durante el crecimiento, expresado en porcentaje de área (%A). También se marca el índice de diversidad (H') del alimento por intervalo de talla.

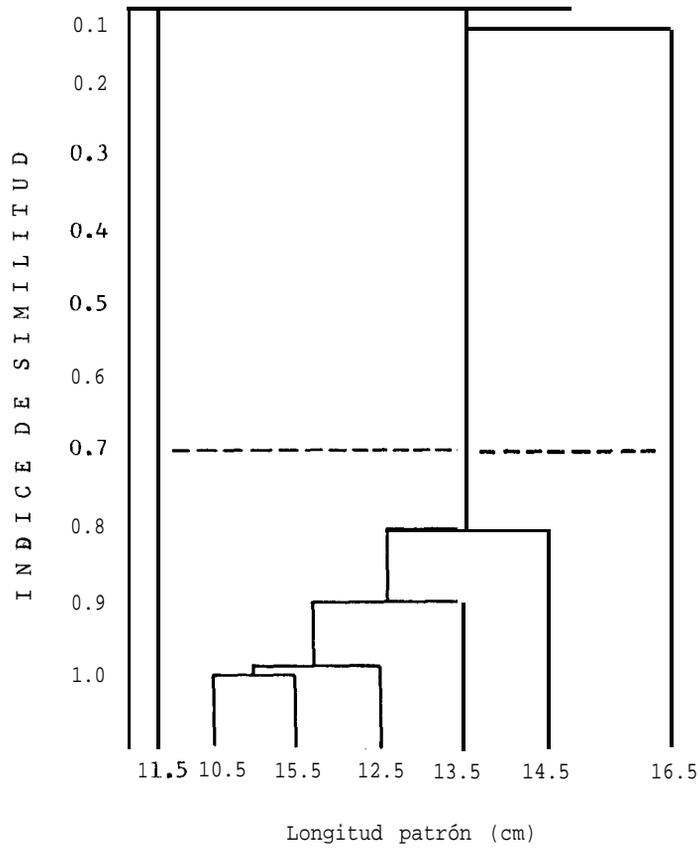


FIG. 11 Dendrograma basado en la similitud de abundancia de los tipos de alimentación consumidos por Opisthonema oglinum durante el crecimiento.

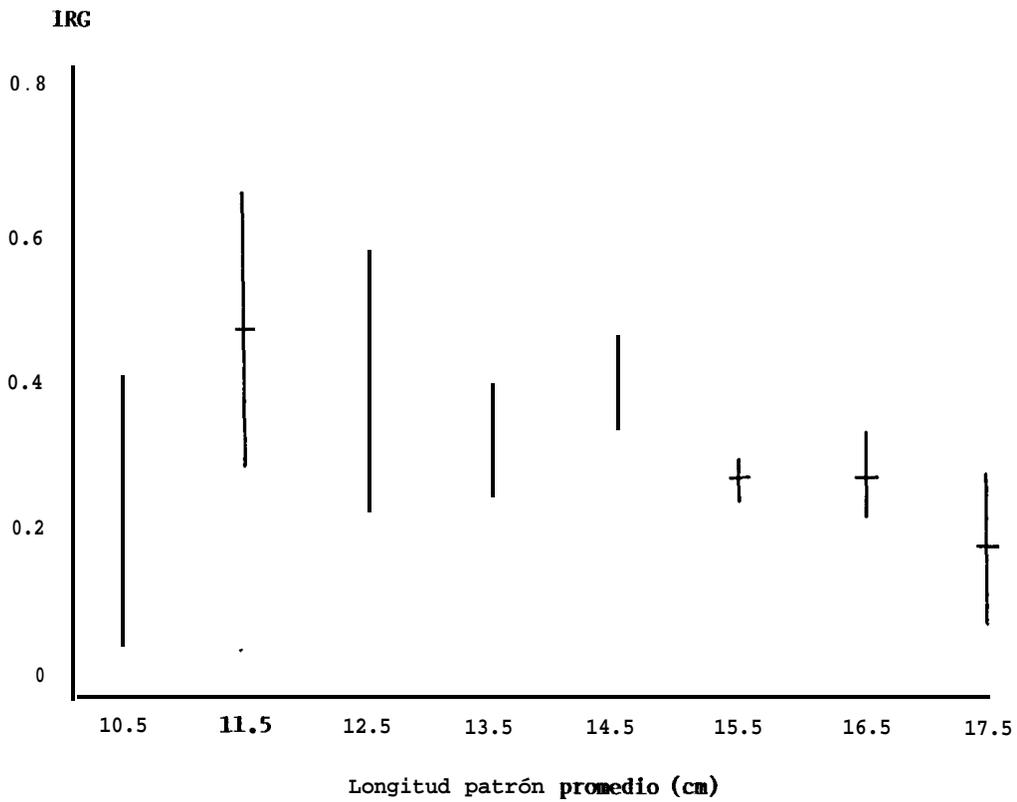


Fig. 12 Variación del índice de repleción gástrica (IRG) con el crecimiento de O. oglinum.

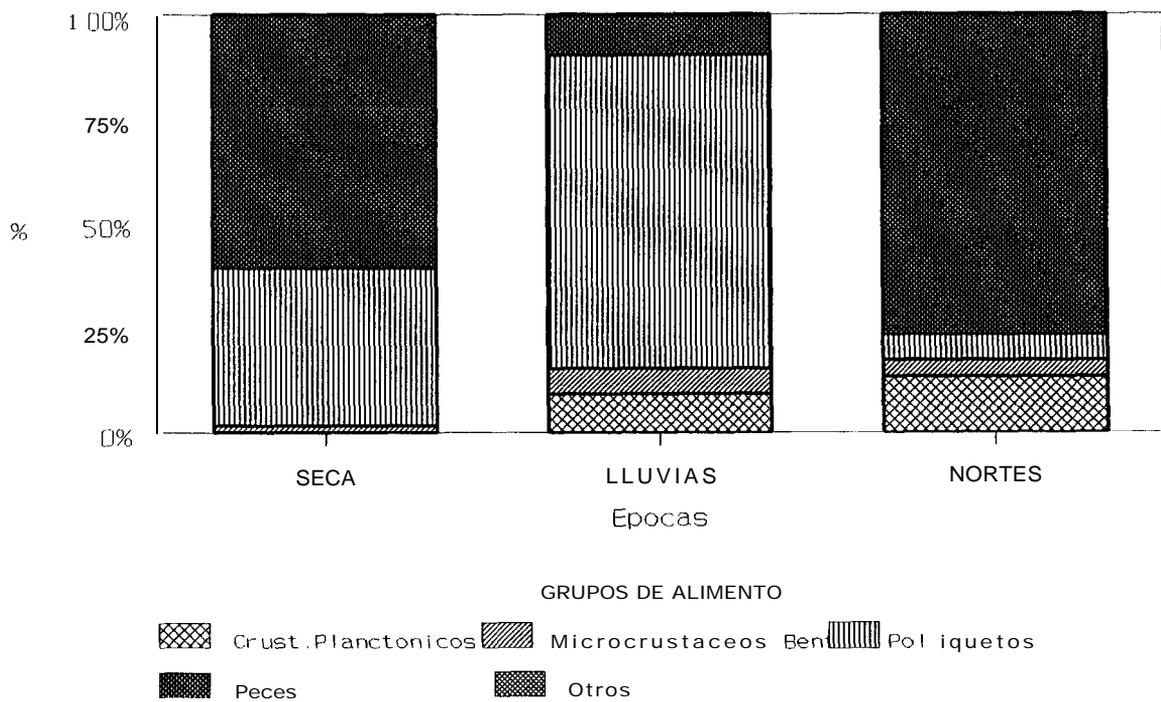


Fig. 13. Variación de la dieta de *O. oglinum* durante las épocas del año, expresada en porcentaje de Brea (%A).

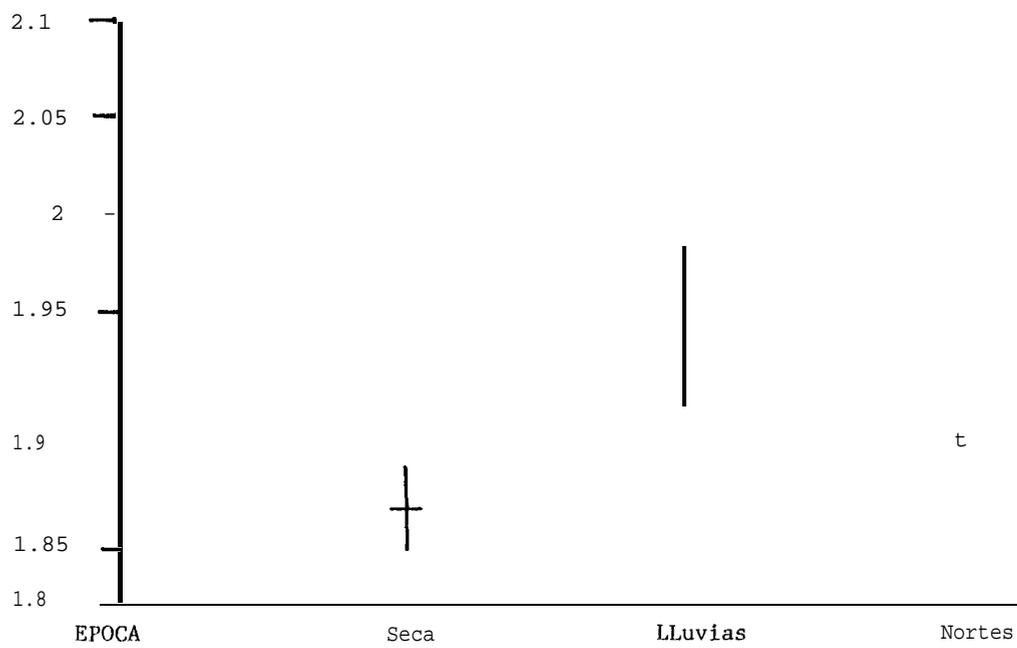


Fig. 14 Variación estacional del factor de condición (K) de O. oglinum.

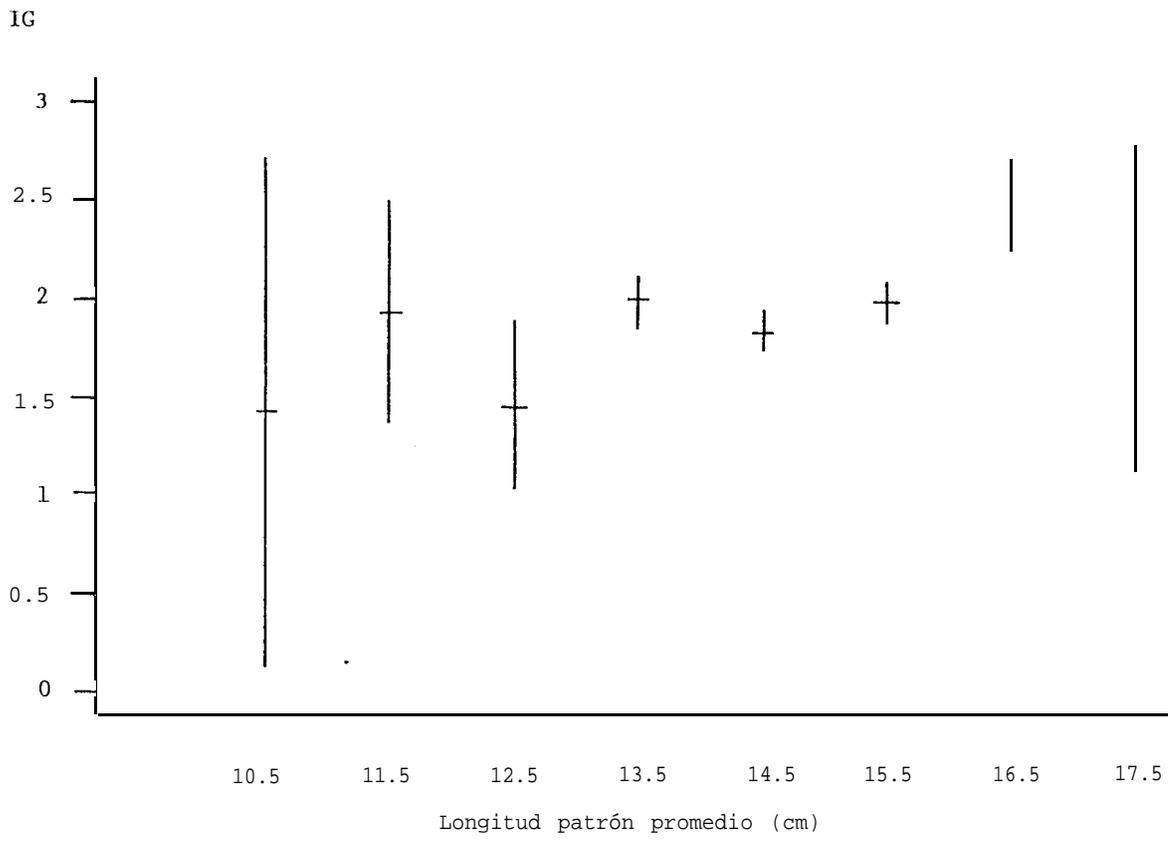


FIG.15 Variación del índice gonadosomatico (IG) con el crecimiento en *S. oglinum*.

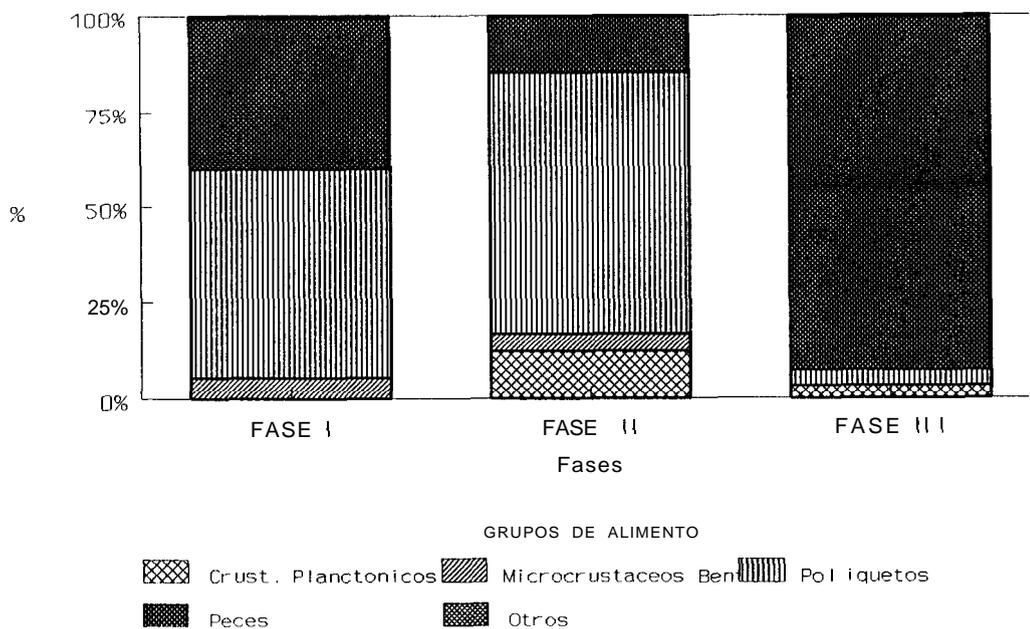


Fig. 16. Variación de la dieta de *O. oglinum*, expresado en porcentajes de área (%A) durante las fases de desarrollo gonádico.