

Universidad de la República
Facultad de Ciencias


**PROGRAMA DE DESARROLLO DE LAS
CIENCIAS BÁSICAS
(PEDECIBA)**

REPRODUCCIÓN, ALIMENTACIÓN Y
CRECIMIENTO DE *UROPHYCIS*
BRASILIENSIS (Kaup 1858) (PISCES
PHYCIDAE) EN LA COSTA URUGUAYA

Alicia A. Acuña Plavan

Tesis de Doctorado en Biología
Opción Zoología

Montevideo
2000



a CAMILA y SOLEDAD
porque me esperaron para jugar a las muñecas
a EDUARDO
por acompañarme en todas las etapas de la tesis



Resumen

Reproducción, alimentación y crecimiento de *Urophycis brasiliensis* (Kaup 1858) (Pisces Phycidae) en la costa uruguaya

Alicia A. Acuña Plavan

La importancia socio-económica de *Urophycis brasiliensis* (Kaup 1858) en la pesquería artesanal del Uruguay y el exiguo conocimiento sobre la biología de este recurso promovieron la realización del presente estudio.

Los objetivos propuestos abarcaron diversos aspectos biológicos (reproducción, alimentación y crecimiento) y ecológicos a fin de contribuir a las pautas del manejo integrado de la pesquería artesanal de la brótola.

La estrategia reproductiva es el desove múltiple de tipo sincrónico y prolongado durante el año (verano, otoño e invierno). Los machos fueron más escasos y pequeños que las hembras. El análisis histológico de los ovarios determinó 9 estadios de madurez y mostró un stock que en su mayoría no estaba en período reproductivo. Los estadios inmaduro e hidratado estuvieron ausentes en las muestras estudiadas. Se pudo elaborar una escala, con fines pesqueros, de 4 estadios. Las brótolas capturadas fueron mayores de 22 cm de longitud total y todas estaban sexualmente activas. El índice gonadosomático de las hembras fue útil para construir el ciclo ovárico. En el caso de los machos, los valores más altos del índice ocurrieron en ejemplares de áreas profundas. La pesca artesanal no actúa sobre el área de desove de la especie.

De los estudios de la alimentación se desprende que la presa de mayor preferencia de la brótola es la *Artemesia longinaris* entre 23 especies identificadas en la dieta. Su naturaleza generalista le permite alimentarse camarones, cangrejos y moluscos. Cuando es adulta aumenta la abundancia de peces en el régimen alimenticio. No hubo diferencias significativas entre la composición de la dieta de los individuos capturados en los dos puertos de estudio (Piriápolis y La Paloma), pero se observó en el otoño una disminución del consumo de crustáceos.

La estructura de tallas comprendió individuos entre 23 y 64 cm. En La Paloma predominaron individuos mayores de 46 cm, mientras en Piriápolis la composición de longitudes fue más amplia. Para la determinación de la edad se utilizó el *sagitta* con cortes transversales en su eje menor. Esta metodología permitió adjudicarle la edad a 273 ejemplares (70%). Las edades determinadas oscilaron entre 4 y 23 años. La pesca artesanal captura individuos fundamentalmente entre 8 y 15 años cuyas tallas medias fueron 33 y 50 cm respectivamente. La ecuación de la relación longitud-peso para las hembras de la brótola fue: $\ln P = 3,1323 \ln L - 5,3553$. Los parámetros de crecimiento calculados con la clave talla-edad correspondieron a: $L_{\infty} = 71,4$ cm; $K = 0,072$ y $t_0 = -1,272$.

La presencia de la brótola de mayo a noviembre en Montevideo y la permanencia durante todo el año en la costa este uruguaya se debe a la influencia de aguas con temperaturas inferiores a 19°C. La relación de su estrategia reproductiva, las demandas alimenticias para el crecimiento y su

actividad migratoria, conducen a la brótola a realizar importantes inversiones energéticas para las cuales almacena reservas en el hígado. El reparto equilibrado del presupuesto energético se evidenció con un factor de condición poco variable durante los 3 años de estudio.

La pesca artesanal es la explotación dominante de *U. brasiliensis* en el Uruguay. La mayor biomasa desembarcada se registra en Piriápolis y La Paloma principalmente utilizando el palangre como arte de pesca. La gran incidencia socio-económica ocurre en el verano ante el requerimiento turístico. Las principales características de la pesquería artesanal son: el uso de un arte de pesca que selecciona las tallas comerciales, la extracción de individuos no desovantes y un esfuerzo de pesca que se ha mantenido constante. Los resultados bioecológicos y pesqueros alcanzados en esta investigación entre 1993 y 1995 contribuyen a los lineamientos para elaborar una estrategia de manejo integrado.

Índice

Índice	i
Lista de Figuras	ii
Lista de Tablas	iii
Lista de Anexos	iv
Capítulo 1. Introducción General	
Categorías taxonómicas que integran el Orden Gadiformes	1
Origen del Orden Gadiformes	2
Distribución geográfica de los grupos	5
El género <i>Urophycis</i> en el Atlántico Sur	9
Presentación de la especie estudiada	13
Antecedentes	14
Objetivo de la tesis	17
Capítulo 2. Área de Estudio	18
Características Generales	18
Sedimentos	22
Turbiedad	24
Distribución de la salinidad y la temperatura	25
Mareas	26
Corrientes	28
Condiciones climáticas	29
Temperatura y salinidad en Piriápolis y La Paloma	30
Capítulo 3. Muestreo de Campo	34
Metodología en el campo	37
Capítulo 4. Reproducción	42
Introducción	42
Materiales y Métodos	47
Determinación del sexo y de los grados de madurez	48
Análisis histológico	48
Cálculo de los índices gonadosomático y hepático y el factor de condición.	52
Resultados	53

Ovarios	53
Ciclo ovárico	62
Testículos	64
Cambios estacionales y espaciales de los estadios de madurez	68
Longitud y grados de madures de hembras y machos	68
Índice gonadosomático	72
Índice hepático y factor de condición	76
Proporción de sexos	80
Longitud y sexo	80
Discusión	83
Capítulo 5. Alimentación	92
Introducción	92
Materiales y Métodos	95
Procesamiento de las muestras	95
Análisis de las muestras	96
Análisis estadístico	97
Resultados	98
Composición de la dieta	98
Variación espacial de la dieta	104
Variación estacional de la dieta	106
Variaciones de la dieta con la talla de los peces	106
Discusión	112
Capítulo 6. Edad y Crecimiento	126
Introducción	126
Materiales y Métodos	130
Otolitos	130
Extracción y preparación	130
Método de lectura	130
Validación	137
Relación longitud-peso	139
Estimación de los parámetros del crecimiento	139
Resultados	140
Otolito: ubicación y descripción	140
Determinación de las marcas de crecimiento	140
Validación de la lectura	142

Estructura de tallas	142
Elaboración de la clave talla-edad	142
Obtención de los parámetros de crecimiento	146
Relación largo-peso	146
Discusión	150
Capítulo 7. Aspectos Pesqueros	158
La Pesca en el Uruguay	158
Pesquería artesanal de la brótola	163
Captura y desembarque de la brótola	168
Capítulo 8. Consideraciones Generales	174
Consideraciones ecológicos	174
Pautas para el manejo del recurso	178
REFERENCIAS	183

Capítulo 1

Introducción General

Antecedentes

U. brasiliensis (brótola) es una especie, bentónica-demersal que se distribuye sobre la plataforma continental desde los 23° S (Río de Janeiro) (Figueiredo & Menezes, 1978) hasta los 35° S (Goldstein, 1986) (Fig. 1.3).

La brótola en la costa uruguaya y argentina, es más abundante en aguas someras (60 m) (Vaz-Ferreira, 1969; Goldstein, 1988; Cohen *et al.*, 1990), suele encontrarse a menos de 200 m (Abella *et al.*, 1979), y su abundancia disminuye más allá de los 180 m (Haimovici *et al.*, 1994). En general vive sobre fondos arenosos, alternados con grava o fango (Goldstein, 1986). En la costa uruguaya los pescadores artesanales también la capturan en áreas rocosas.

En contraste con la amplia información existente sobre aspectos biológicos y pesqueros de los gádidos, para *U. brasiliensis*, los estudios son escasos y están vinculados básicamente a la alimentación (Mora & Pintos, 1980; Goldstein, 1986; Goldstein, 1988), algunos aspectos de la reproducción (Chaves, 1989; Vizziano *et al.*, 1993) y características generales de su biología (Mora *et al.*, 1985; Cousseau, 1993). Varias investigaciones sobre evaluaciones de comunidades ícticas marinas brasileñas citan como integrante a *U. brasiliensis* (Haimovici *et al.*, 1989; Ruffino & Castello, 1992/93; Capitoli *et al.*, 1994); y plantean que tiene preferencia por las aguas frías y concentraciones bajas de salinidad (Braga & Gointein, 1984; Rossi-Wongtschowski & Paes, 1993; Haimovici *et al.*, 1994) y está asociada a fenómenos

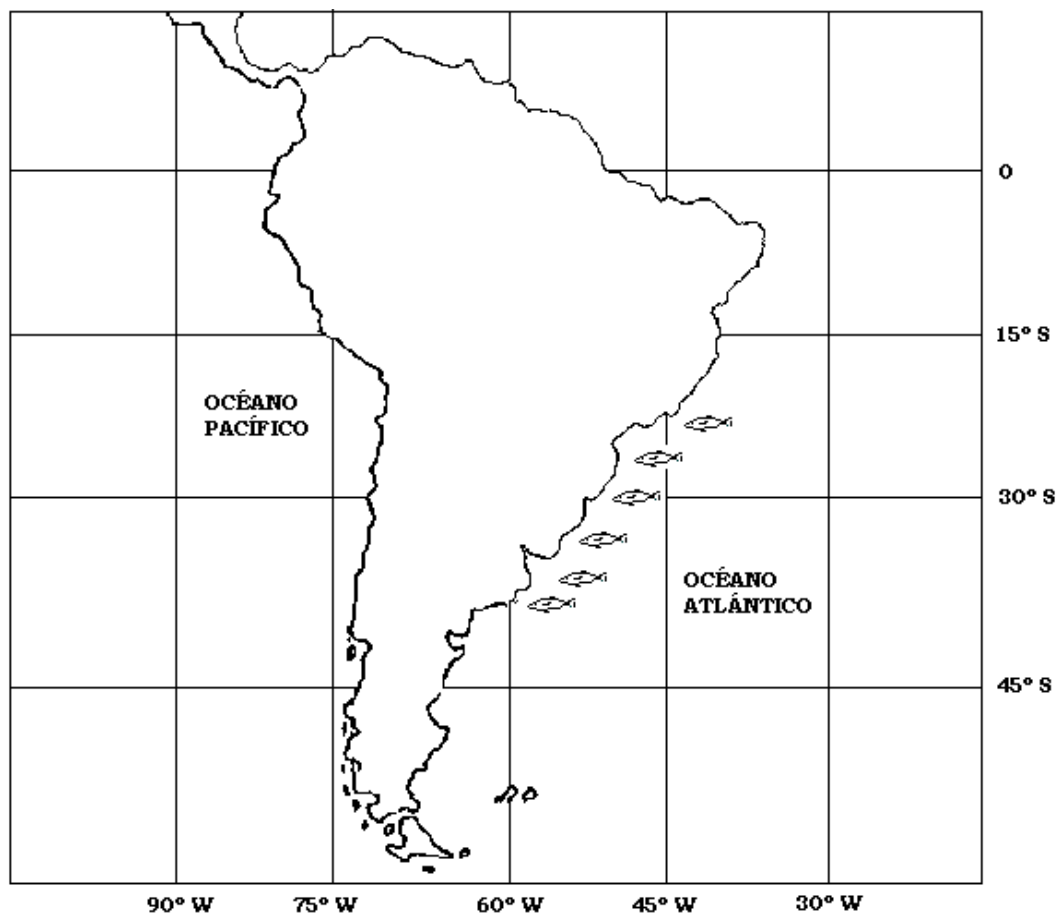


Fig. 1.3. Distribución geográfica (23°S - 40°S) de *U. brasiliensis* en el Atlántico Sudoccidental (Figueiredo & Menezes, 1978).

de surgencia (Fagundes Netto & Gaelzer, 1991).

La brótola integra la ictiofauna costera uruguaya del Río de la Plata exterior y del Océano Atlántico (Abella *et al.*, 1979; Nión, 1998). Es ampliamente conocida en la gastronomía por la calidad de su carne. Es una “vedette” de la pesca deportiva y uno de nuestros peces más famosos. En nuestro país, es capturada en forma artesanal. A pesar de que los volúmenes de pesca no son muy elevados, 250 ton. (Anónimo, 1991), tiene relevancia social y económica dado que su valor de venta alcanza hasta U\$ 8 el kg en temporada alta.

La información biológica sobre la brótola para la costa uruguaya se refiere a los hábitos alimenticios de ejemplares capturados frente a las costas de Montevideo y a las características anatómicas del tubo digestivo (Mora & Pintos, 1980). También existen resultados primarios sobre la histología del ovario (Vizziano *et al.*, 1993). Estos trabajos han aportado los conocimientos preliminares en cuestión pero persisten enormes vacíos sobre la alimentación, crecimiento y reproducción de la brótola.

Con las consideraciones anteriores, en el marco del programa de investigación sobre Ecología de Peces se inició en 1991 en la Facultad de Ciencias el proyecto: “Estudio biológico y pesquero de la brótola, *Urophycis brasiliensis* en la costa uruguaya” donde se procuró abordar algunos aspectos del ciclo de vida de esta especie para esta región.

Objetivos de la tesis

La administración adecuada de un recurso pesquero necesita del conocimiento de la biología y ecología de la especie, así como una evaluación económica y social de la pesquería.

Dado el escaso conocimiento biológico de *U. brasiliensis*, la importancia

económica que presenta en el mercado interno uruguayo y el gran interés de su captura por los pescadores artesanales, se consideró primordial abordar los siguientes temas:

- I. Biología reproductiva: describir el desarrollo gonádico y determinar el tipo, área y época de puesta mediante técnicas histológicas e índices gonadales.
- II. Dieta y relaciones tróficas: determinar espectro trófico y analizar la variabilidad de la dieta a lo largo del año, entre tamaños de los ejemplares y entre áreas de pesca.
- III. Estructura etaria y ritmo de crecimiento: determinar la edad mediante el uso de los otolitos y los parámetros de crecimiento.

Estos objetivos permitirán un importante aporte para la formulación de una estrategia integrada de manejo de la pesquería artesanal de la brótola en el Uruguay.

Categorías taxonómicas que integran el Orden Gadiformes

La estructuración del orden Gadiformes y de los taxones inferiores que la componen son aun objeto de discusión entre los especialistas que han estudiado con detalle este grupo. Los diferentes conceptos sobre la composición de los Gadiformes existen como resultado de la explicación de diversas hipótesis de relaciones y la propuesta de distintas filosofías de clasificación filogenética. La diversidad del orden Gadiformes es tan grande que se puede suponer la existencia de varios linajes (Nelson, 1994).

La primera referencia del grupo es el tratado de Svetovidov (1948) sobre los Gadiformes. Este autor considera al grupo de la siguiente forma:

Suborden MURAENOLEPOIDEI: Familia Muraenolepididae

Suborden GADOIDEI:	Familia Moridae
	Familia Bregmacerotidae
	Familia Gadidae

Dentro de la Familia Gadidae incluye a Merlucciidae y como integrante de la familia Melanonidae a Moridae. Los macrúridos deberían estar en un orden propio, próximo a los Gadiformes y a algunos de los Acanthopterygii.

Cousseau (1993) realiza una revisión de las investigaciones posteriores a Svetovidov (1948) que clasifican nuevamente el orden Gadiformes, donde en algunos casos llegan a subdividirla en 13 familias (Tabla 1.1).

Origen del Orden Gadiformes

La determinación del origen de los Gadiformes, así como la evolución de los mismos, tiene como uno de sus puntos primordiales el estudio de los fósiles y resulta excesivamente complicado proponer criterios unificadores entre los distintos investigadores.

Svetovidov (1948) sitúa el origen de los Gadoideos en el Paleoceno, hace aproximadamente 66 millones de años. De acuerdo al mismo autor, la fauna del Mar de Tethys durante el Paleoceno era de carácter tropical y extremadamente rica en especies, pero los gádidos actuales estaban ausentes. Durante la segunda mitad del Oligoceno aparece el género *Merluccius*. A partir del Mioceno, el Mar de Tethys disminuyó gradualmente de tamaño, un cierto número de islas emergieron y la porción Noroeste se separó haciéndose más fría. A fines del Terciario, se produjo un enfriamiento del clima y por lo tanto la fauna tropical del Paleoceno desapareció de la porción europea de ese mar. Svetovidov (1948) opina que los patrones básicos de distribución actual de los Gadiformes se desarrollaron a comienzos del Cuaternario bajo la influencia de bajas temperaturas y fuertes glaciaciones, habiendo irradiado

en primer lugar hacia el Atlántico Norte y luego hacia el Pacífico.

Por su parte, Nikolsky (1954) habla de un origen para los Gadiformes en aguas marinas tropicales superficiales y que de allí se distribuyeron por el Hemisferio Norte (Gadidae); en aguas profundas (Moridae) y en el Hemisferio Sur

Tabla 1.1. Las familias integrantes del Orden Gadiformes de acuerdo a diversos autores (Modificado de Cousseau, 1993).

Familia	Cervigón (1980) *	Nelson (1984)	Cohen (1984)	Fahay y Markle (1989)	Rosen y Patterson (1989)**	Howes (1989)	Markle (1989)	Cohen <i>et al</i> (1990)	Nelson (1994)
<i>Muraenolepididae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Moridae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Melanonidae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bregmacerotidae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gadidae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Merlucciidae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Macrouridae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Steindachneriidae</i>	X			X		X	X		X
<i>Euclichthyidae</i>			X		X	X	X	X	X
<i>Lotidae</i>			X		X	X	X		
<i>Phycidae</i>			X		X	X	X		X
<i>Ranicipitidae</i>						X	X		X
<i>Macrouronidae</i>							X		X

* De acuerdo a Marshall y Cohen (1973)

**De acuerdo a Cohen (1984)

(*Muraenolepididae*). Además, Nikolsky señala que la Familia *Gadidae* estuvo representada por cuatro géneros en el Mar de Tethys durante el Oligoceno, penetraron en la cuenca polar cuando dicho mar se fundió con otros contemporáneos, y a partir de ese momento se produjo la especiación. Por lo tanto,

Nikolsky (1954) estima que la cuenca ártica debería ser considerada como un centro de dispersión secundario.

Hay una gran abundancia de Gadiformes fósiles en el Oligoceno y Mioceno de Rusia. En el Eoceno son mucho menos comunes. Los restos más antiguos que pueden ser adscritos a un Gadoideo, proceden de la base del Paleoceno del Oeste de Groenlandia (Cervigón, 1980).

Cousseau (1993) indica que los Gadiformes del Atlántico Sudoccidental (24° - 55° S) están presentes en toda el área, tanto en la plataforma como en el talud, y propone que existe una estrecha relación entre la distribución geográfica de las especies y la Corriente de Malvinas. El mismo autor señala que esa afinidad no se manifiesta en dos especies de brótola (*Urophycis. brasiliensis* y *Urophycis. cirratus*) y dos macrúridos (*Hymenocephalus (H.) billsamorum* y *Malacocephalus occidentalis*) por provenir de aguas tropicales. De la comparación específica con plataformas continentales africanas y australianas, se desprende que el endemismo en el Atlántico Sudoccidental es muy bajo; sólo dos especies (*Lepidion ensiferus* y *Merluccius hubbsi*) parecen ser propias del Atlántico Sudoccidental. Las aguas frías y templado-frías corresponden al hábitat de la mayoría de las especies y a pesar de la distancia están más relacionadas con la Antártida que con el Brasil.

La abundancia relativa y la escasa biomasa de las especies de Gadiformes en el Atlántico Sudoccidental apoyan las propuestas de que éste es un grupo relativamente reciente en proceso de adaptación, en plena expansión y que no habrían ocupado aun todos los nichos tróficos (Cousseau, 1993). Además, Cousseau establece que se originaron en Chile y Nueva Zelanda. Por su parte, Nelson (1994) presenta la postura de Scott *et al.* (1986) que sugieren que aunque se cree que los gádidos evolucionaron en el hemisferio norte, ellos podrían tener origen en el hemisferio sur. Esta posición se apoya en el hallazgo de un fósil encontrado

por Eastman & Grande (1991) (citado en Nelson, 1994).

Distribución geográfica de los grupos

Una circunstancia destacable en la distribución de los Gadiformes es que en general el número de especies y su abundancia relativa es mucho mayor en el Hemisferio Norte que en el Hemisferio Sur. Sobre un total de 66 especies registradas hasta el momento sólo 16 (24 %) corresponden a este último hemisferio (Cousseau, 1993).

Los Gadiformes son predominantemente marinos, bentopelágicos y de aguas frías. Son costeros en latitudes altas y medias y de profundidad en los trópicos. Únicamente una especie, *Lota lota* vive y se reproduce en agua dulce (Cohen *et al.*, 1990).

Si hacemos referencia al Suborden Gadoidei en el que están encuadradas las familias más típicas de Gadiformes y las que poseen los representantes con mayor importancia económica, la máxima abundancia se encuentra en las aguas frías del Hemisferio Norte; excepto Bregmacerotidae que es de aguas tropicales y subtropicales y Moridae que es una familia cosmopolita de aguas profundas (Cervigón, 1980).

Determinados géneros y especies son típicamente circumpolares árticos como *Arctogadus*, *Boreogadus* y *Gadus*. La mayoría de los géneros y especies son Atlántico-boreales como *Brosme*, *Phycis*, *Lota*, *Molva*, *Merluccius*, *Trisopterus*, *Pollachius*, *Melanogrammus*, *Gadiculus* y *Micromesistius*. En el Hemisferio Sur los Gadoidei están muy pobremente representados por algunas especies de *Gaidropsaurus*, *Merluccius*, *Micromesistius* y *Urophycis*, en general.

Un aspecto biogeográfico interesante es que la diversidad específica es mucho más elevada en el Atlántico Boreal que en el Pacífico, contrariamente a lo que suele suceder con otros grupos de peces (Cervigón, 1980). Solamente el género *Theragra*

es endémico del Pacífico Norte y en conjunto se puede afirmar que la fauna de Gadoidei del Pacífico procede del Atlántico Norte a través del Ártico, donde probablemente tuvieron su origen varias formas y pudieron pasar al Pacífico, durante el Plioceno.

Aunque los Gadoidei son principalmente de aguas frías en latitudes templado-frías, es indudable la presencia de poblaciones de algunas especies a cierta profundidad en aguas tropicales, como lo demuestra la captura de grandes ejemplares de *Urophycis* y *Merluccius* en el sur del Caribe (Cervigón, 1980).

A continuación se describe la distribución geográfica y hábitat de las 8 familias clasificadas por Cohen *et al.* (1990):

Familia MACROURIDAE

Los representantes de esta familia, de la que se conocen unas 300 especies, son en su mayoría peces bentónicos que viven en fondos del talud continental entre 200 y 2000 m de profundidad. Existe evidencia, sin embargo, de que ciertas especies de los géneros *Nematonurus*, *Echinomacrurus*, *Lionurus* y *Chalinura* son abisales; otras especies del género *Cynomacrurus*, *Odontomacrurus*, *Macrouridea* y *Squalogadus* son batipelágicos: en total, el 95% de los Macruridae conocidos son bentónicos o bentopelágicos del talud continental. La mayoría de los Macruridae tienen una distribución geográfica relativamente restringida, incluso las especies abisales, solamente *Nematonurus armatus* ha sido capturada en tres océanos (Cohen *et al.*, 1990).

Familia MURAENOLEPIDIDAE

Ésta es la única Familia del Orden endémica del Hemisferio Sur; está representada actualmente por un sólo género, *Muraenolepsis*, con cuatro especies: *M. marmoratus*, *M. microcephalus*, *M. orangiensis* y *M. microps* que corresponden al sur de la Convergencia Antártica, solamente *M. orangiensis* y *M.*

microps han sido observadas fuera de la costa de la Patagonia y proximidades de las Islas Malvinas.

Familia MORIDAE

Está constituida por un grupo de peces que habitan en profundidades por debajo de los 500 m y con una distribución cosmopolita.

Familia MELANONIDAE

Es una familia pequeña, integrada por un género y dos especies (Cohen *et al.*, 1990) que habitan en el Atlántico y Pacífico Sur.

Familia MERLUCCIIDAE

Esta familia está presente en todo el mundo en mares templado-fríos. El género *Merluccius* tiene gran importancia económica. Principalmente en latitudes templadas y templado-frías de ambas vertientes del Atlántico y del Pacífico es explotada por su gran abundancia. En América existen seis especies del género *Merluccius* (Cervigón, 1980). A lo largo de toda la costa de Argentina *M. hubbsi* es una especie sumamente abundante y constituye uno de los recursos pesqueros más destacados de la plataforma de ese país. *Steindachneriidae* incluida por Cohen *et al.* (1990) como una subfamilia es monotípica y su única especie *Steindachneria argentea* es endémica del Atlántico Tropical de América, donde vive en profundidades entre 180 y 360 m, desde el norte del Golfo de México hasta por lo menos las costas de Guayana.

Familia BREGMACEROTIDAE

Los integrantes de esta familia son pelágicos marinos de aguas tropicales y subtropicales; con un sólo género, *Bregmaceros*; y algunas especies son localmente abundantes.

Familia EUCLICHTHYIDAE

Esta familia tiene una única especie, capturada por arrastre en aguas templadas de

Nueva Zelanda y Australia y es de escasa importancia pesquera por su baja abundancia.

Familia GADIDAE

Es la familia más conocida y la que dio origen al orden. Forman parte de ella numerosas especies de importancia para el hombre. La mayoría vive sobre la plataforma continental del Atlántico Norte, pero unas pocas especies son encontradas en aguas profundas. Se conocen 21 géneros de gádidos (Cohen *et al.*, 1990), la mayoría de los cuales vive en aguas templadas y templado-frías del Hemisferio Norte (Cervigón, 1980). En la costa atlántica de América del Norte las dos especies más importantes son el bacalao, *Gadus morhua* y el eglefino, *Melanogrammus aeglefinus*. *Melanogrammus* es un género monotípico, cuya especie *M. aeglefinus* es una especie nerítica Nor-Atlántica. En el Hemisferio Norte y especialmente en el Atlántico Nor-Oriental existen muchas otras especies de Gadidae con escaso valor económico, como algunas del género *Molva* y *Pollachius*. De las 53 especies de esta familia sólo tres, todas marinas, viven en el Atlántico Sudoccidental (Cousseau, 1993), perteneciendo dos de ellas al género *Urophycis*. Este último es característico de aguas frías, se encuentra distribuido en el Atlántico Occidental desde las costas orientales de Canadá hasta las costas argentinas, alguna especie también está presente en el Atlántico Nororiental. El género no se encuentra representado en las costas del Pacífico Norte y Sur.

El género *Urophycis* en el Atlántico Sur

El género *Urophycis* se encuentra en el Atlántico Occidental desde las costas orientales de Canadá hasta las costas argentinas (Tabla 1.2). Sus especies pueden ser estrictamente costeras y estuariales, y de aguas oceánicas. En algunas especies, los estadios juveniles permanecen en la costa, mientras que sus adultos alcanzan

hasta 500 m de profundidad (Cohen *et al.*, 1990).

Como ya fue expresado, la mayor dispersión de los Gadiformes sobre la plataforma del Atlántico Sur ocurre en las áreas con predominancia de las aguas subantárticas, no ocurriendo así con *U. brasiliensis* y *U. cirratus*. Su distribución tiene explicación en la procedencia del origen norteño (aguas subtropicales y templadas) (Cousseau, 1993).

En el Uruguay, el género *Urophycis* está representado por dos especies marinas de distinta distribución batimétrica y de gran semejanza externa. La brótola (*U. brasiliensis*) (Fig. 1.1) que es costera, posee un prolongamiento del tercer radio de la aleta dorsal y su ojo es pequeño, mientras que *U. cirratus* (Fig. 1.2) es más frecuente a partir de los 60 m de profundidad, no posee prolongamiento de la aleta dorsal y su ojo es grande (Señarís & Mora, 1988).

Presentación de la especie estudiada

Nomenclatura

Nombre válido:

Urophycis brasiliensis (Kaup, 1858)

Sinonimia:

Phycis brasiliensis Kaup, 1858 (Montevideo). Günther, 1862; Steindachner, 1881 (citado por Perugia 1891); Perugia 1891

Laemonema longifilis Günther, 1880

Urophycis latus Miranda Ribeiro, 1903

Urophycis brasiliensis: Lahille, 1906; Figueiredo & Menezes, 1978; Cousseau, 1990; Nelson, 1994

Taxonomía (Nelson, 1994)

Phylum VERTEBRATA

Subphylum CRANIATA

Superclase GNATHOSTOMATA

Grado TELEOSTOMI

Clase ACTINOPTERYGII

Subclase NEOPTERYGII

División TELEOSTEI

Subdivisión EUTELEOSTEI

Superorden PARACANTHOPTERYGII

Orden GADIFORMES

Familia PHYCIDAE

Subfamilia PHYCINAE

Nombres vulgares

Brasil - Abrótea

Uruguay y Argentina - Brótola

Inglés - Brazilian codling

Francés - Phycis brésilien

España - Brótola brasileña.

Tabla 1.2. Distribución geográfica de las especies del género *Urophycis* de acuerdo a Cohen *et al* (1990).

Especie		Distribución geográfica
<i>U. chuss</i>	(Walbaum, 1792)	Atlántico Nor occidental: North Carolina hasta el sur de Nueva Escocia.
<i>U. earllei</i>	(Bean, 1880)	Sur este de la costa de Estado Unidos: Cabo Hatteras al Noreste de la costa de Florida.
<i>U. floridana</i>	(Bean & Dressel, 1884)	Beaufort: sur de North Carolina a lo largo de la costa y en el Golfo de México hasta el 23° N.
<i>U. regia</i>	(Walbaum, 1792)	Sur de Nueva Inglaterra hasta el Noreste de la costa de Florida. También en el Noreste de la costa de Florida y en el Noreste del Golfo de México.
<i>U. tenuis</i>	(Mitchill, 1814)	Desde el Labrador al Grand Banks of Newfoundland (North Carolina). También, en el este de Islandia y en el sur de Florida.
<i>U. brasiliensis</i>	(Kaup, 1858)	Atlántico Sudoccidental, desde Río de Janeiro hasta el norte de Argentina.
<i>U. cirrata</i>	(Goode & Bean, 1896)	Costas de Florida y el Golfo de México. También en el Atlántico Sudoccidental.

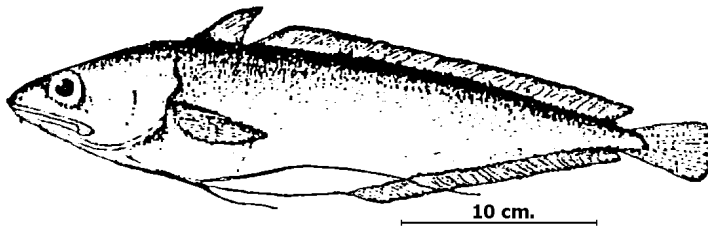


Fig.1.2. Ejemplar de *U. cirrata* tomado de Señaris & Mora (1988).

Capítulo 2

Área de Estudio

Características generales

La costa uruguaya tiene 670 km de extensión desde la desembocadura del Río Uruguay (34°S - 58°W) hasta el límite NE en el Arroyo Chuy (33°S - 53°W) (MTOPI-PNUD, 1979) (Fig. 2.1). Esta costa es bañada por aguas fluviales, estuariales y marinas del Río de la Plata en dirección NO-SE y por el SE-NE, las costeras oceánicas. Estas últimas están constituidas por la mezcla de los aportes del Río de la Plata y subtropicales de la Corriente de Brasil (alta salinidad y cálidas) y subantárticos de la Corriente de las Malvinas (baja salinidad y frías) (Castello & Möller, 1977; Boltovskoy, 1981; Blanco, 1989). Por su parte, cada uno de estos sistemas acuáticos posee características hidrológicas particulares que interactúan en el espacio y tiempo. Ambos, junto a la geomorfología costera y las condiciones climáticas influyen en la distribución y abundancia de las especies otorgándole al sistema una alta dinámica, que lo distinguen de los otros del área Subtropical (Hubold, 1980; Guerrero *et al.*, 1997).

El litoral uruguayo es utilizado como medio de transporte marítimo hacia y desde varios puertos, para recreación, pesca y turismo, especialmente a lo largo

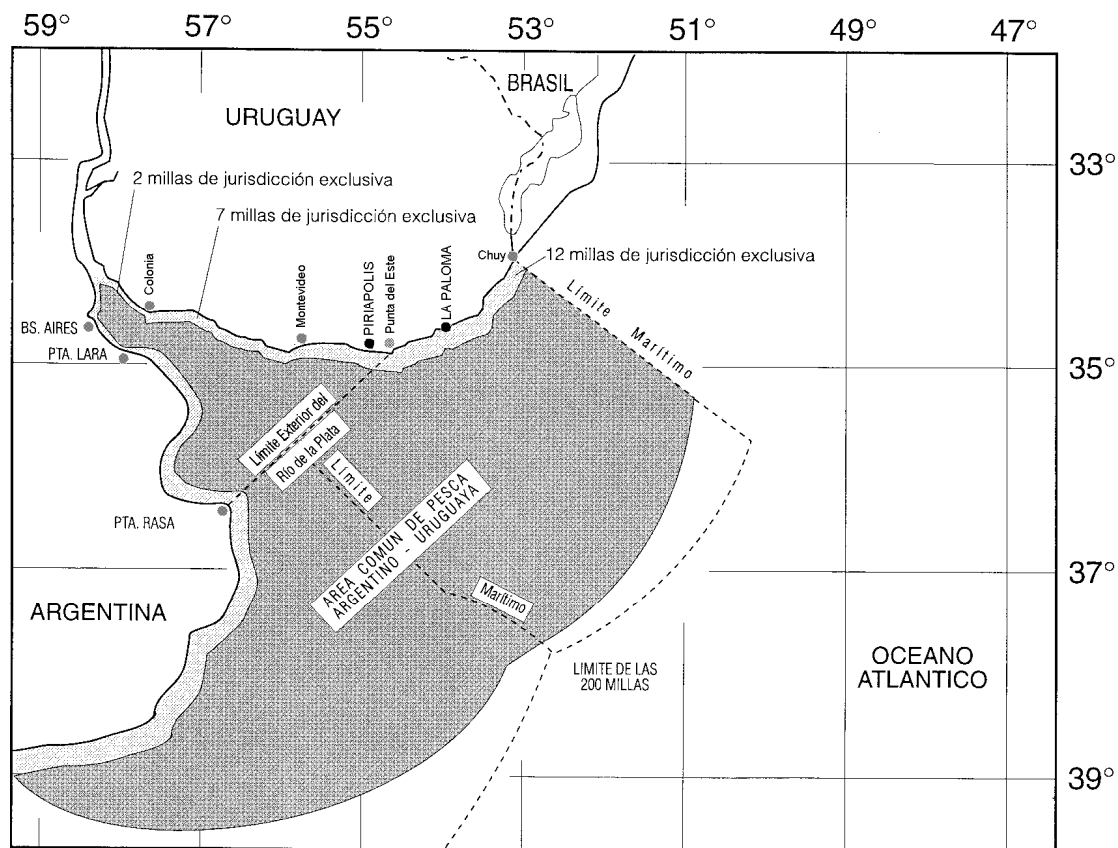


Fig. 2.1. El Río de la Plata y área oceánica uruguaya. Zonas limítrofes Argentino-Uruguaya comprendidas en el Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. (Modificado del Boletín Estadístico Pesquero. INAPE, 1995)

de la costa arenosa. Sustenta una amplia variedad de especies, algunas de las cuales tienen un importante valor nutricional y económico, por lo que se comercializan a partir de la pesca artesanal e industrial (Cousseau, 1985; Nión, 1998). Sin embargo, algunos usos están en conflicto; sobre sus aguas se vierten desperdicios sin tratar provenientes de industrias, ciudades y de la deposición de residuos del dragado (CARP-SHN-SOHMA, 1990; Framiñán & Brown, 1996). También recibe influencias de la tierra y desechos de petróleo de barcos, que a menudo contaminan las playas arenosas con alquitrán (Kurucz *et al.*, 1998).

Las ciudades de Piriápolis (estuarial y/o marina) y La Paloma (oceánica – costera) son importantes centros turísticos y pesqueros que tuvieron sus orígenes

a comienzos de este siglo (Fig. 2.1). En ellas se establecieron pescadores artesanales que generación tras generación extraen recursos marinos (peces, crustáceos, moluscos, etc.) para su comercialización y subsistencia. Las áreas de pesca de la brótola están distantes de la costa entre 5 a 10 a km y corresponden a la región exterior del Río de la Plata (Ottman & Urien, 1965; 1966) en la zona próxima al Canal Oriental Exterior (Nagy *et al.*, 1998) y la costa atlántica (Fig. 2.1).

La costa platense uruguaya tiene una longitud de 450 km con una profundidad media entre 10 y 25 m, decreciente hacia la boca del río (Fig. 2.2). La región SE de la costa uruguaya abarca 220 km entre Punta del Este y el arroyo Chuy (MTOPI-NUD, 1979). En estas zonas predominan playas arenosas, con barras, cordones litorales y dunas (López Laborde, 1998). Algunas puntas pedregosas se alternan con playas de arena fina, donde cada una se caracteriza por su distribución batimétrica, pendiente y exposición al oleaje (MTOPI-NUD, 1979).

Desde el punto de vista hidrológico el Río de la Plata constituye un

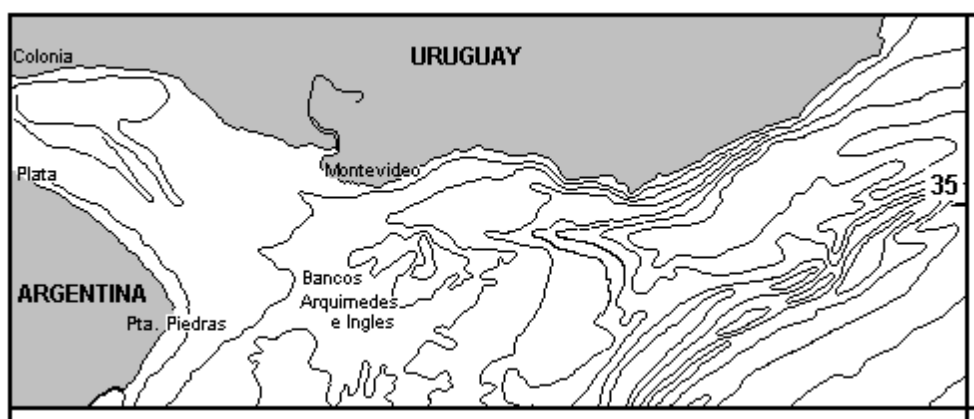


Fig. 2.2. Batimetría, morfología y zonación del Río de la Plata. (Modificado de López Laborde, 1998). SIN TERMINAR

complejo y único sistema fluvio-marino. Recibe el aporte de agua dulce de los ríos Uruguay y Paraná con un promedio histórico en torno a 20.000 m³s⁻¹ anuales

(hasta fines de los 70) y con un incremento hasta $25.000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ para la década 1983-1992, y con una variabilidad interanual asociada con los eventos ENSO (Nagy *et al.*, 1998).

La acción combinada de los tributarios del Río de la Plata, las corrientes y la acción de los vientos en la región producen el aporte permanente de sedimentos (Urien, 1972) y la presencia de un fondo surcado por canales que delimitan bancos (López Laborde, 1998).

Una síntesis morfo-hidrológica presentada por Nagy (1989) y Nagy *et al* (1987; 1998) divide al río en dos grandes regiones compuestas de zonas (subsectores) clasificadas según sus características morfológicas y variabilidad hidrodinámica (Fig. 2.3).

Sedimentos

La gran masa de sedimentos acarreada por los ríos afecta la morfología, la turbiedad, las características del sustrato, la producción primaria y secundaria y las comunidades de organismos a lo largo de todo el Río de la Plata (Boschi, 1988). De acuerdo a los estudios de Urien (1967) y actualizados por López Laborde (1987; 1998), los fondos del Río de la Plata son fundamentalmente de sedimento fino (arcillas limosas, limos arcillosos y limos), por lo general separados de la costa por una franja litoral arenosa que es mantenida por la acción de las olas durante marea alta. En el Río de la Plata superior e intermedio predomina esta situación; en cambio la región exterior y la plataforma continental adyacente están cubiertas fundamentalmente por arena relictas (pre-transgresiva).

De acuerdo a las unidades morfológicas presentadas por López Laborde

(1998) existen en el Río de la Plata numerosos bancos que dejan entre sí canales. La zona de transición estuarina y el Canal Oriental exterior caracterizan las zonas del Río de la Plata donde se realiza la pesca artesanal de la brótola (Fig. 2.3). El Canal Oriental en las proximidades de Punta del Este cambia aumentando abruptamente su profundidad a 25 m (López Laborde, 1998).

A lo largo de la costa atlántica del Uruguay, entre Punta del Este y Cabo Polonio se extiende una franja arenosa de entre 9 y 18 km de ancho. A partir de este punto se expande hasta cerca de 56 km sobre la plataforma marina del Brasil (Arena *et al.*, 1993). En las proximidades se distribuye una zona de fondo fangoso de 50 m de profundidad (“Pozo de Fango”) y otra de arena y grava que se reparte desde La Paloma hasta cerca de Punta Palmar (Fig. 2.2) (MTO-PNUD, 1979).

Turbiedad

La distribución media del frente de turbiedad estaría relacionada a la topografía del fondo y coincide con la isóbata de 5 m en la costa sur y sigue la geometría de la Barra del Indio (Framiñán & Brown, 1996) (Fig. 2.2). La existencia del frente y de la geoforma “Barra del Indio” se asocian a la floculación inducida por electrolitos marinos (Nagy *et al.*, 1998; López Laborde *et al.*, 1999). Las variaciones estacionales responden a la descarga del Río de la Plata y a las características de los vientos (Nagy *et al.*, 1998). El frente de turbiedad está localizado más al oeste durante el verano, cuando la descarga de los ríos es mínima y predominan los vientos del sector E-NE. Durante la primavera, cuando los vientos fuertes del SO están presentes, el frente alcanza la posición más al este a lo largo de la costa uruguaya. Para el otoño e invierno, con máxima descarga del río, los valores son máximos cerca de las costas argentinas y uruguayas y amplia variabilidad en el centro del río (Framiñán & Brown, 1996).

Distribución de la salinidad y la temperatura

La zona de transición estuarial presenta cambios en la salinidad que dependen a escala horaria de la marea, a escala sinóptica (3-8 días) del viento y a estacional e interanual del caudal fluvial (Nagy *et al.*, 1998). Guerrero *et al.* (1997) encuentran que la distribución estacional de la salinidad está fuertemente asociada al balance de los vientos que se dirigen hacia afuera de la costa (abril a agosto) y los que se orientan hacia la zona costera (octubre a febrero), y en menor medida por el drenaje de agua dulce. El Canal Oriental se extiende en una dirección E-O del este del “Canal Norte” a Punta del Este (López Laborde, 1998). Es un sistema de dos flujos, con una o dos haloclinas marcadas. Esta situación ocurre debido a la morfología del Canal Oriental y la fuerza de “Coriolis” que promueven la descarga del río y la intrusión marina (Nagy *et al.*, 1998).

La influencia del Río de la Plata se detecta hasta las costas de La Paloma (Poplawsky, 1983). Nagy *et al.* (1998) destacan que la salinidad mínima histórica (4 ups) en La Paloma se registró en junio de 1983 por la ocurrencia de descargas fluviales extraordinarias asociadas a “El Niño” de 1982 (Nagy & Martínez, 1996). Mientras no hubo estacionalidad en la costa uruguaya para la salinidad de fondo, sí se constató variabilidad para las salinidades de superficie (Fig. 2.4ab) (Guerrero *et al.*, 1997). Donde, salinidades de 30 ups son registradas en la primavera-verano en la costa este (a partir de Punta del Este) contra salinidades de 25 ups en otoño-invierno (Guerrero *et al.*, 1997).

La descarga fluvial y el viento controlan la ubicación de los frentes salino y de turbiedad (Nagy *et al.*, 1987; Framiñán & Brown, 1996) y consecuentemente la ubicación geográfica de las zonas fértiles (Nagy & Blanco, 1987; Nagy *et al.*, 1998). La penetración de agua más salada es debido a la mayor profundidad de los canales Oriental y Norte contra la costa uruguaya y a la acción de los vientos

del mar, pudiendo llegar más allá de Punta Espinillo (Dpto. de Montevideo) (Fig. 2.3) (Urien, 1967; Nagy *et al.*, 1987).

Datos presentados por Guerrero *et al.* (1997) indican que la temperatura en superficie y fondo permaneció casi homogénea (10°C y 12°C) en la zona estuarial durante el invierno. En la costa uruguaya la temperatura superficial en el verano-otoño osciló entre 20°C y 22°C (Fig. 2.4c), y se nota para ese mismo período la influencia de las aguas de la plataforma continental sobre el Río de la Plata exterior (Fig. 2.4d). Por su parte, Mazzeta y Gazcue (1995) encuentran estacionalidad marcada de la temperatura superficial durante los períodos 1955-1960 y 1981-1986 en las costas de Montevideo y La Paloma.

Mareas

En la costa uruguaya la marea es semidiurna, con desigualdades diurnas, y asimétrica, con una amplitud cercana a los 40 cm. La onda mareal oceánica está modificada en el río por los vientos, la fuerza de Coriolis, la profundidad y la disminución de la sección transversal. Las amplitudes mareales son mayores en la costa sur (con un máximo de cerca de 1 m) que en la costa norte, donde la máxima amplitud es de sólo 40 cm (Balay, 1961; CARP-SIHN-SHOMA, 1990; Nagy *et al.*, 1998). El nivel del mar está más influido por la fuerza del viento que por la marea astronómica. Valores extremos mayores de 3,5 m han sido medidos durante el pasaje de oleajes de tormentas en la costa y hay ocurrencia de niveles de al menos 2 m todos los años (Nagy *et al.*, 1998).

Corrientes

Desde el Sur del continente, la corriente de las Malvinas se incorpora al Océano Atlántico Sur y tiene su límite N entre el Río de la Plata y el Cabo Frío, variando según la estación del año, pero prolongándose probablemente bajo la corriente del Brasil en dirección septentrional (Castello & Möller, 1977). Esta

última es la rama de la corriente Ecuatorial del Atlántico Sur que se dirige en dirección sudeste, que llega hasta la altura del Río de la Plata en verano, si bien no pasa de los 30°S en invierno (Hubold, 1980). La planicie costera y la plataforma continental del sur del Brasil y el Uruguay es el punto de encuentro entre las corrientes de Brasil y Malvinas. En esta zona la plataforma continental es ancha y se extiende de 100 a 200 km al este de la línea de playa (Hubold, 1980).

Lusquiños y Valdéz (1971) y Hubold (1980) reportan la influencia NNE del Río de la Plata a lo largo de la plataforma continental. Dependiendo de la descarga fluvial, el tipo de estratificación prevaleciente y los patrones de circulación asociados, puede ser posible un transporte activo de los sedimentos en suspensión desde la plataforma continental uruguaya hacia la del sur del Brasil (Ayup, 1987).

Condiciones climáticas

La región del Río de la Plata está situada bajo la influencia del anticiclón del Atlántico sur (Monteiro, 1968; Nobre *et al.*, 1986). Por lo tanto, sus patrones anuales climáticos dependen principalmente de la posición de esta característica de circulación principal. De hecho, los vientos del norte y noreste prevalecen a lo largo del año, pero en invierno el desplazamiento hacia el norte de la banda de alta presión subtropical provoca un incremento en la frecuencia de los vientos occidentales, mientras que en verano se levanta un viento de este a sudeste (Nagy *et al.*, 1998).

La circulación atmosférica general en la región es controlada por la influencia de una alta presión casi permanente del Pacífico Sur que genera vientos del SO y S. Además, la influencia del sistema de altas presiones del Atlántico Sur, que periódicamente derivan en masas de aire frío marítimas desde

el Atlántico SO actúan sobre el área litoral. Esta circulación general es modificada por la acción de los sistemas de baja presión localizados en la parte N del Uruguay que tienen un movimiento N-NE y generan vientos del NE al SE. Otra importante característica de la región del Río de la Plata es que los sistemas frontales con trayectorias SO-NE interactúan con los sistemas litorales de baja presión. Esta interacción puede generar fuertes vientos sobre 30 ms^{-1} desde el SE en eventos extremos, y tormentas afectando el área por varios días. Este fenómeno es llamado de “sudestada” y es el típico ciclón frontal extratropical que causa estragos en los litorales del Río de la Plata (Nagy *et al.*, 1998).

En contraste, con una variación anual muy débil, la velocidad del viento muestra una fuerte variabilidad diaria. Además, pronunciadas brisas terrestres y marinas pueden observarse no sólo a lo largo de la costa oceánica sino también en la costa norte del Río de la Plata intermedio, incluyendo Montevideo y sus alrededores hacia el este. Una mayor velocidad se puede encontrar en las partes expuestas del litoral Atlántico (Punta del Este), donde los promedios mensuales pueden acercarse a aquellos que se encuentran más al sur, en la zona de latitud intermedia dominada por los vientos occidentales, como la Patagonia (Nagy *et al.*, 1998).

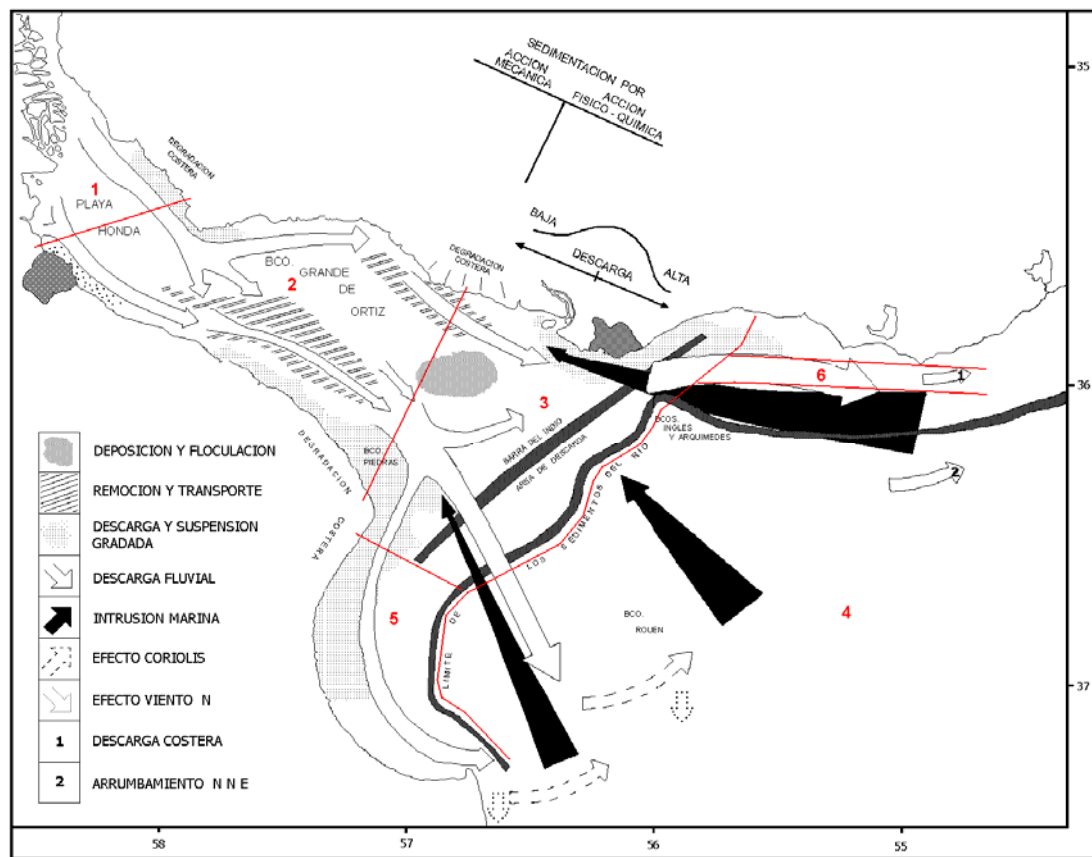


Fig. 2 3. Zonación morfo-hidrológica del Río de la Plata. 1= Cuencas del delta del Río Paraná; 2= río mareal; 3= transición estuarina; 4= región exterior o marina; 5= Bahía de Samborombón; 6= Canal Oriental Exterior. (Modificado de Nagy *et al.*, 1997).

Temperatura y salinidad en Piriápolis y La Paloma

Registros de temperatura y salinidad superficial son realizados en las estaciones del SOHMA (Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada) ubicadas en los puertos de Piriápolis y La Paloma. Los promedios de temperatura y salinidad de Piriápolis (Fig. 2.5ab) y La Paloma (Fig. 25cd) fueron examinados mensualmente entre 1986 a 1995. Además, se obtuvieron datos mensuales superficiales en el área de estudio entre 1993 a 1995 (Anexo 2.1a-d).

Examinando los promedios mensuales de temperatura y salinidad para el período entre 1986 y 1995 se desprenden los siguientes resultados:

I- la temperatura registrada en Piriápolis durante el otoño-invierno fluctuó entre 9°C y 12°C y en La Paloma entre 12°C y 19°C. La máxima del verano fue 18°C (enero) en Piriápolis y 22°C (febrero) en La Paloma.

II. la salinidad media de mayo a julio en Piriápolis osciló entre 13 y 15 ups

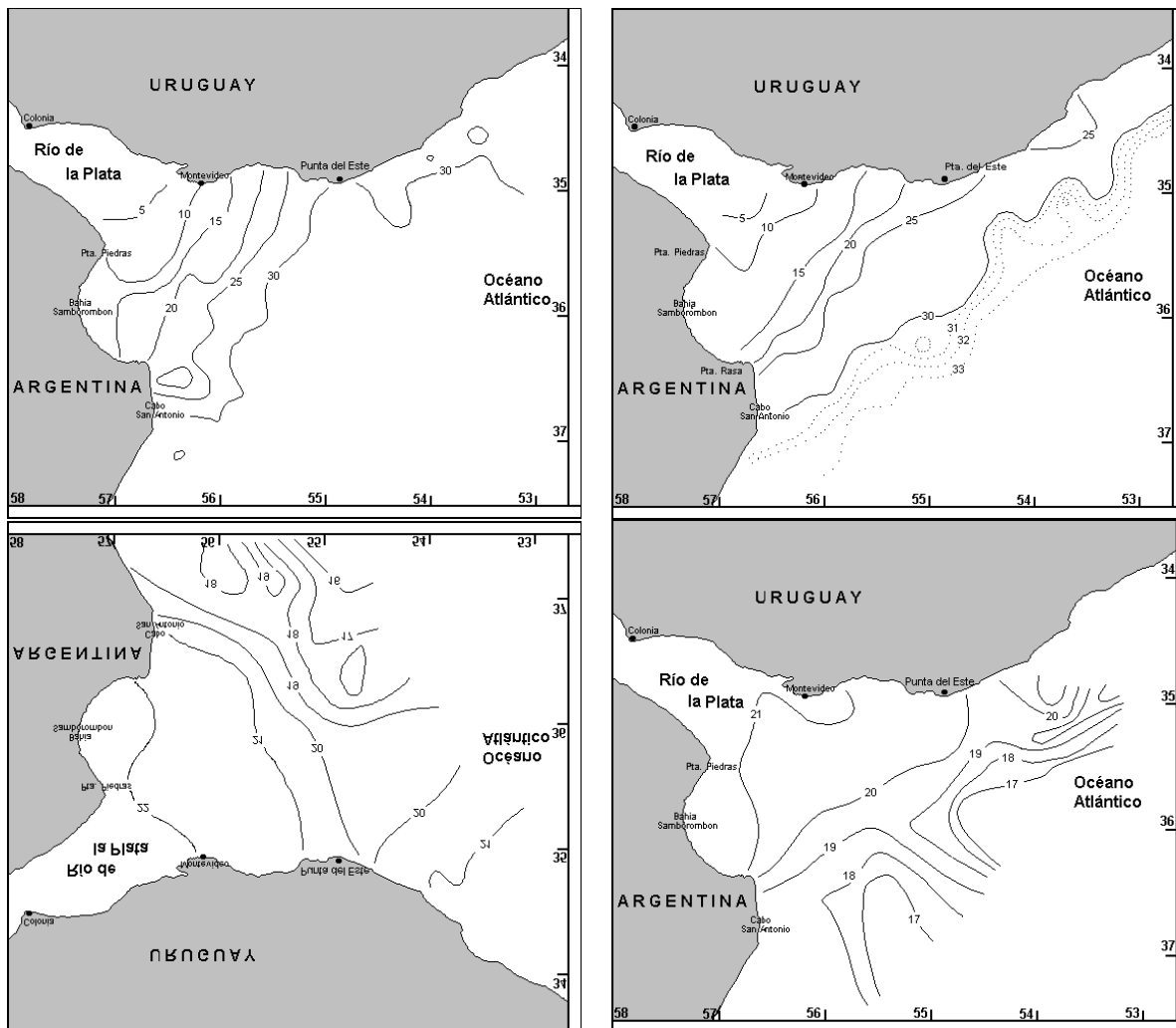


Fig. 2. 4a-d. Distribución de la salinidad (ups) superficial de (a) primavera-verano y (b) otoño-invierno y de la temperatura (°C) (c) superficial y de (d) fondo de primavera-verano en el Río de la Plata. (Tomado de Guerrero *et al.*, 1997).

alcanzando en verano 26 ups (Enero). En La Paloma, también fue menor la salinidad del invierno (20 ups) en contraposición al verano (31 ups). La máxima variación de la salinidad ocurrió en invierno tanto en Piriápolis como La Paloma (Fig. 2.5bd).

A pesar de los escasos registros realizados para el puerto de Piriápolis, entre 1993 y 1995 se aprecia que tanto la temperatura mensual como la salinidad son más bajos en este puerto respecto a La Paloma (Tabla 2.1a-d). La temperatura en Piriápolis durante la primavera-verano osciló entre 9 y 16 °C y en otoño-invierno varió entre 8 y 14°C. En cambio, en La Paloma para el primer período se registraron temperaturas entre 15 y 22°C y para el segundo entre 11 y 19°C. La salinidad en Piriápolis fue máxima (24 ups) en mayo de 1994 y febrero de 1995 y mínima (11 ups) en mayo de este último año. En La Paloma durante casi todo 1994 se registraron salinidades altas para la región; como ser, 31 ups en marzo, setiembre y octubre-noviembre. La salinidad más baja (18 ups) fue en abril de 1995

Los datos de temperatura para el período de estudio (1993-1995) presentaron tendencias similares a los 9 años analizados para los puertos de Piriápolis y La Paloma. En cambio, la salinidad presentó valores más altos en 1994 entre los años de estudio.

Anexo 2.1. Promedios mensuales de temperatura (°C) y salinidad (ups) en los puertos de (a) (b) Piriápolis y (c) (d) La Paloma entre 1993 y 1995. (Datos suministrados por el Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada-SOHMA).

Piriápolis	Temperatura (a)	1993	1994	1995
	Enero			
	Febrero	15,6		14,9
	Marzo			15,2
	Abril		12,6	14
	Mayo		8,8	7,8
	Junio		7,7	7,4
	Julio			
	Agosto			
	Setiembre			
	Octubre		9,2	9,4
	Noviembre		10,7	
Diciembre			9,9	
Piriápolis	Salinidad (b)	1993	1994	1995
	Enero			
	Febrero	20,0		24,3
	Marzo			14,0
	Abril		19,2	11,3
	Mayo	14,4	24,3	10,6
	Junio		21,9	13,8
	Julio			
	Agosto			
	Setiembre			
	Octubre		24,3	17,8
	Noviembre		23,7	
Diciembre			22,9	
La Paloma	Temperatura (c)	1993	1994	1995
	Enero	22,1	21,1	21,3
	Febrero	22,7	22,2	21,4
	Marzo	21,6	20,5	21,2
	Abril	19,4	18,5	17,6
	Mayo	17,4	16,8	15,4
	Junio	14,2	14	12,6
	Julio	11,2	11,3	10,9
	Agosto	11,5	11,6	10,7
	Setiembre	13,0	13,6	12,5
	Octubre	14,5	15,3	16,3
	Noviembre	17,8	17,9	16,2
Diciembre	19,7	20,5	20,6	
La Paloma	Salinidad (d)	1993	1994	1995
	Enero			30,4
	Febrero		27,4	
	Marzo	24,3	30,9	
	Abril			18,4
	Mayo	24,9		
	Junio	20,4		20,7
	Julio		23,9	
	Agosto		25,8	30,0
	Setiembre		31,4	
	Octubre	20,9	30,6	
	Noviembre		30,6	
Diciembre				

Capítulo 3

Muestreo de Campo

Los ejemplares de *U. brasiliensis*, utilizados en este estudio se obtuvieron de las capturas realizadas por la flota artesanal frente a las costas de Piriápolis (34° 51'50"S - 55°17'5"W) y La Paloma (34°38'03"S - 54°07'24"W) (Fig. 2.2), entre 8 y 20 m de profundidad. Adicionalmente, en noviembre de 1994 y marzo de 1995 se obtuvieron 417 ejemplares en dos cruceros del B/I "Aldebarán" del Instituto Nacional de Pesca (Anexo 3.1). Estos cruceros se realizaron entre profundidades mínimas de 5 a 10 m y máximas de 58 a 60 m (Fig. 3.1).

La Tabla 3.1 presenta la periodicidad mensual y los lugares de colecta de los ejemplares entre agosto 1993 y setiembre de 1995.

En total se realizaron 30 salidas de campo y se colectaron 2786 individuos (Anexo 3.2). Participaron en ellas entre 2 y 6 personas (Anexo 3.2) en el procesamiento biológico de los peces.

La operación de la captura de la brótola realizada por los pescadores artesanales se detalla en el capítulo 7, con la descripción del tipo de embarcación y el arte de pesca utilizados.

El muestreo biológico se llevó a cabo una vez llegados los peces a la playa y antes de la comercialización en los puestos de venta de Piriápolis. En cambio, en La Paloma se compraban los desembarcados y generalmente, se procesaban en el Servicio Hidrográfico, Oceanográfico y Meteorológico de la Armada (SOHMA) ubicado en el Puerto de La Paloma.

Metodología en el campo

El muestreo biológico se realizó de la siguiente manera:

- a) medición de la longitud total en centímetros (cm) y peso en gramos (g) de cada ejemplar (Gulland, 1966);
- b) extracción de otolitos, gónadas, hígado y estómago (Bowen, 1983);.
- c) determinación macroscópica del sexo y el grado de madurez. La escala de madurez utilizada fue la propuesta por Vazzoler (1996);
- d) pesado de gónadas, estómagos e hígados (precisión de 0,01 g);
- e) almacenamiento de los otolitos en sobre de papel, previa limpieza de los mismos y
- f) preservación de las gónadas y estómagos en formol 10 % neutralizado con bórax.

La información disponible sobre la pesquería de la brótola provino de los boletines estadísticos pesqueros y datos de desembarques de las capturas aportados por el Instituto Nacional de Pesca (INAPE); informes realizados por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) y el Centro Cooperativista del Uruguay (CCU) y directamente de los pescadores artesanales.

Tabla 3.1. Colecta de ejemplares de *U. brasiliensis* desembarcados por la flota artesanal de Piriápolis y La Paloma desde agosto de 1993 hasta agosto de 1995.

Año	Lugar de desembarque	Meses de muestreo											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1993	LA PALOMA												
	PIRIAPOLIS								●	●		●	●
1994	LA PALOMA	●	●	●			●		●		●		●
	PIRIAPOLIS							●				●	●
1995	LA PALOMA	●	●	●	●	●		●		●			
	PIRIAPOLIS	●	●		●		●	●	●				

Capítulo 4

Reproducción

Introducción

La reproducción es el proceso biológico que hace posible la perpetuación de las especies. Los peces, fundamentalmente los teleósteos poseen la más alta riqueza específica y han conquistado diversos ambientes acuáticos (Bone & Marshall, 1982). El éxito alcanzado ha sido posible por el desarrollo de distintas estrategias de vida, entre ellas, las reproductivas (Vazzoler, 1996). Cada especie posee adaptaciones anatómicas, fisiológicas, comportamentales y energéticas (estrategias reproductivas) definidas genéticamente en un patrón comportamental de desove relacionadas a las condiciones ecológicas existentes (Wootton, 1984). Ante las fluctuaciones ambientales, algunos peces muestran gran plasticidad que se refleja en las distintas respuestas tácticas a partir de un patrón estratégico (Roff, 1982, Wootton, 1984; Lambert & Ware, 1984). Los factores más importantes que regulan las tácticas reproductivas son las condiciones abióticas, la disponibilidad de alimento y la predación (Vazzoler, 1996).

Estudios que abarcan aspectos sobre: distribución de recursos energéticos, control hormonal, comportamiento reproductivo, tamaño de primera madurez, proporción de sexos, épocas y áreas de puesta, tipo de desarrollo ovocitario, fecundidad, período de eclosión, etc., permiten discernir las tácticas adoptadas por las especies o poblaciones (Lam, 1983; Wootton, 1990). Las orientaciones más comunes abordadas en las investigaciones son el diagnóstico del grado de madurez gonadal, el establecimiento del área y período de puesta (variabilidad temporal y espacial), la determinación de los índices gonadales, la

proporción de sexos y el tamaño de madurez.

El desarrollo del ciclo gonadal incluye los diferentes estadios de madurez, desde las gónadas inmaduras hasta las post desovadas. Las escalas de madurez macro y microscópicas se determinan a partir de la identificación de los estadios de madurez de las gónadas en la población (Crim & Gleve, 1990; Vazzoler, 1996). El mayor problema de las escalas macroscópicas, estriba en que las calificaciones visuales varían según las especies estudiadas, lo que ha originado una gran variedad de escalas (Macer, 1974; Hilge, 1976/1977; Treasurer & Holliday, 1981; Wallace & Selman, 1981; Selman & Wallace, 1989; Wright, 1992). Además, la terminología utilizada en dichas escalas puede resultar ambigua ya que a veces no se perciben las diferencias que separan un estadio de otro. La clasificación de ejemplares inmaduros como adultos puede ocasionar errores muy graves, particularmente si los peces considerados pertenecen a una especie que está sometida a explotación (Calvo & Morriconi, 1988).

El análisis histológico constituye un método muy confiable para la determinación del ciclo sexual, ya que el diagnóstico se obtiene de observaciones realizadas directamente sobre los ovocitos presentes en una porción de la gónada, estableciéndose niveles de desarrollo más precisos (West, 1990). Si se alcanza la mejor definición en ambas escalas (macro y microscópicas) se minimizan los errores en los análisis posteriores de los resultados (Calvo & Morriconi, 1988; Wootton, 1990).

La estimación del índice gonadal es un método ampliamente empleado para detectar temporadas de puesta. Dicho índice relaciona el peso de la gónada con el peso corporal o bien con la longitud del pez; las gónadas inmaduras se caracterizan por valores bajos del índice, mientras que las gónadas maduras proporcionan valores altos. Sin embargo, existe desacuerdo sobre la validez de estos índices. de Vlaming *et al.* (1982) mencionan que generalmente no se realiza

la valoración de una serie de fundamentos teóricos en las especies en que se utilizan los índices gonadales y que en muchos casos estos no son buenos indicadores de la actividad reproductiva. Hunter *et al.* (1985) han aclarado que tanto los índices de madurez visual como los gonadales pueden ser indicadores complementarios de la actividad reproductiva. Agregan que de ninguna manera pueden ser confiables para establecer adecuadamente el desarrollo gonádico o para detectar diferencias muy sutiles, tales como discernir entre gónadas con folículos post ovulatorios y gónadas atrésicas.

El tipo de desove de un pez es determinado por la relación entre el desarrollo ovocitario, la frecuencia de desove durante el período reproductivo y el número de estos períodos durante su vida (Vazzoler, 1996). La distribución de tamaños de los ovocitos en los ovarios y su posterior liberación ha permitido clasificar a las gónadas femeninas en tres tipos básicos: ovarios sincrónicos, de grupo sincrónico y asincrónicos (Wallace & Sellman, 1981). En el primer tipo, las células ovocitarias maduran concomitantemente, siendo eliminadas en una sola vez durante el período de desove. En el segundo tipo se evidencian, al menos dos tamaños de ovocitos, los del stock de reserva y los que maduran y finalmente son expulsados. Cada lote se desarrolla sincrónicamente y a medida que alcanzan la madurez completa son liberados; de este modo, para cada período de desove, se verifica la liberación sucesiva de lotes de ovocitos maduros (Vazzoler, 1996). En los ovarios asincrónicos todos los estadios de desarrollo ovocitario están presentes al mismo tiempo y su liberación se realiza a medida que van alcanzando la madurez completa (West, 1990). En función de la frecuencia de desove, las estrategias reproductivas pueden clasificarse en: a) un solo desove en la vida (de Vlaming, 1983); b) un desove por año durante varios años (Blaxter & Holliday, 1963); c) desoves múltiples de varios paquetes dentro de una estación (Blaxter & Hunter, 1982) y d) desoves continuos (Clarke, 1989). Algunos peces

pueden presentar alta plasticidad en su estrategia reproductiva desarrollando alguna combinación de los tipos mencionados (McEvoy & McEvoy, 1992). Los desovantes múltiples son también conocidos como desovantes fraccionados o parciales (Holden & Raitt, 1974) y pueden mostrar patrones determinados o indeterminados de desarrollo de ovocitos.

Los peces ajustan los ciclos reproductivos a los ciclos de producción acuática y a los factores abióticos existentes (Cushing, 1968; Harden Jones, 1980). Nikolski (1963) establece que en aguas tropicales y subtropicales los peces tienen normalmente una época de reproducción que se prolonga por varios meses. Durante estos períodos desovan sucesivamente y los alevinos encuentran condiciones ambientales similares para vivir (Bye, 1984). Los peces con períodos de desove prolongados se caracterizan por presentar un proceso continuo de maduración ovocitaria, donde se encuentran prácticamente todas las etapas de desarrollo, desde previtelogénesis hasta ovocitos maduros. Por esta razón, también se les conoce con el nombre de desovantes múltiples o parciales (Hunter *et al.*, 1985). En cambio, en ambientes variables a escala anual, los peces deberán acomodar los desoves a los momentos favorables para la fertilización y sobrevivencia de las larvas (Bye, 1984). Así, en áreas templadas, la reproducción de peces marinos está generalmente caracterizada por un único pico anual de actividad reproductiva (Wilk *et al.*, 1990). AGREGAR AQUÍ LO DEL HIGADO

Durante las colectas periódicas de las gónadas es importante registrar la proporción de machos y hembras presente en la muestra, así como la longitud total de cada pez para determinar los tamaños de madurez sexual en machos y hembras. Esta última información es fundamental para la administración pesquera ya que fijará la talla mínima admisible para la captura y el tamaño de la malla de las redes de pesca que pueda utilizarse (Vazzoler, 1996).

La información sobre los aspectos reproductivos de la brótola a lo largo de

su extensa área de distribución (23°S a 40°S) es sumamente escasa. Los estudios realizados en la costa brasileña (24°S) determinaron que posee múltiples desoves por temporada reproductiva (Chaves, 1989). Este autor también obtuvo los diámetros ovocitarios en el período comprendido entre las etapas de vitelogenénesis e hidratación preovulatoria.

Estudios preliminares en Montevideo y Piriápolis entre 1984 y 1989, basados en observaciones macroscópicas de ovarios, señalan que los estadios predominantes son los inmaduros y en maduración (Mora *et al.*, 1985). En la zona atlántica (La Paloma) se identificaron macroscópicamente ovarios en avanzado estado de madurez así como hígados voluminosos. El análisis histológico de 361 hembras evidenció individuos en maduración inicial durante casi todo el año pero, las hembras totalmente maduras se observaron solamente en el mes de abril en La Paloma (Vizziano *et al.*, 1993). Los desovados parciales regresivos y en recuperación fueron identificados entre los meses de enero y marzo. Además, estos autores establecieron que la brótola posee desove fraccionado y es del grupo sincrónico, y proponen que esta especie realiza una migración reproductiva probablemente hacia la zona atlántica.

Teniendo en cuenta estos antecedentes se identificaron varios problemas, por ejemplo, no pudieron definir si los estadios maduros encontrados en La Paloma son indicadores de un próximo desove y otro, cual es el significado del tamaño de los hígados de la brótola de la costa uruguaya.

HIPÓTESIS: La reproducción de la brótola (U. brasiliensis) se realiza con un desove fraccionado, como grupo sincrónico y ocurre en La Paloma entre el verano y el otoño.

OBJETIVOS:

- Describir los aspectos macroscópicos e histológicos de los ovarios y testículos y el ciclo reproductivo de las hembras de la brótola.
- Analizar espacial y temporalmente la frecuencia de los diferentes estadios de madurez sexual de las hembras.
- Calcular los índices gonadosomático y hepático y el factor de condición y analizar su evolución temporal

Materiales y Métodos

En cada campaña de muestreo se seleccionaron al azar 30 a 40 ovarios (n= 900) de ejemplares capturados por la pesca artesanal (ver Capítulo 3) para el análisis histológico de los estadios de madurez microscópicos. En el caso de los testículos se siguió la misma metodología examinándose la totalidad de la muestra (n= 75). Adicionalmente, se obtuvieron 21 machos y 396 hembras de dos cruceros del B/I “Aldebarán” del Instituto Nacional de Pesca frente a la costa uruguaya cuya información sólo se utilizó para las comparaciones de los estadios macroscópicos. Del último crucero se obtuvo un espécimen pequeño de referencia (10 cm) hembra, cuyo estadio de madurez correspondió al virginal.

Determinación del sexo y de los grados de madurez

Una vez que los ejemplares fueron sexados macroscópicamente, se determinó visualmente el grado de madurez según la escala de Vazzoler (1981). Se acompañó el diagnóstico con una tablilla de campo donde se consideraba el tamaño, color, textura y vascularización de las gónadas (Tabla 4.1). Previo a la fijación de las gónadas en una solución de formaldehído al 10% neutralizado con bórax, se realizó un registro fotográfico de los estadios más representativos en la muestra considerando las características mencionadas.

La distribución espacial y temporal de los estadios de madurez de las

hembras se analizó estacionalmente considerando los individuos clasificados por la escala histológica.

Para la identificación de estructuras testiculares y el diagnóstico del grado de madurez se analizaron 20 ejemplares.

Análisis histológico

En el laboratorio se extrajo una sección transversal de un centímetro de grosor a los ovarios y los testículos. Para el caso de los ovarios, los cortes se realizaron siempre en la hemigónada más grande, aproximadamente en la región media (Fig. 4.1). Luego, cada trozo se colocó en una gasa debidamente rotulada, se ató con hilo y se colocó la muestra a lavar en agua corriente durante 24 horas para eliminar restos del fijador. Se compararon secciones de la región anterior, Tabla 4.1

Tabla 4.1. Tablilla de campo para la identificación de los estadios de madurez macroscópicos (I, II, II/III, III, IV, V) de *U. brasiliensis*. A, B, C1, C2, D, E, F, G = códigos de colores. 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 = códigos de textura.

<i>Estadios de madurez</i>		<i>Color</i>		<i>Textura</i>		<i>Vascularización</i>	
I	Virgen	A	Transparente	0	Muy flácido	C	Con
II	Reposo	B	Rojo	1	Sin textura	S	Sin
II/III	En maduración	C1	Rosado total	2	Lechoso		
III	Maduro	C2	Rosado c/violeta	3	Lechoso-consistente		
IV	Desovante	D	Blanco lechoso	4	Consistente		
V	Desovado	E	Crema	5	Consistente-granulado		
		F	Amarillo huevo	6	Granulado		
		G	Anaranjado				

media y caudal de 10 ovarios y no se pudo constatar ninguna diferencia importante con respecto a la organización histológica ovárica. El mismo proceso se siguió para los testículos que tampoco presentaron variaciones de la espermatogénesis a lo largo de los mismos (Ganter & Jolles, 1970).

El procesamiento histológico comprendió las etapas convencionales de deshidratación, inclusión, corte, tinción y montaje (Crim & Glebe, 1990).

Para las etapas de deshidratación y aclarado fue empleada una serie de alcoholes con graduación creciente para completar la deshidratación final en cloroformo.

ALCOHOLES	DURACIÓN (Minutos)
70 I	30
70 II	30
95 I	30
95 II	30
100 I	30
100 II	60

Luego el tejido fue sumergido en cloroformo, que ofició de intermediario para la inclusión. Durante 30 minutos se colocó en una mezcla 1:1 de cloroformo y alcohol 100. Luego, otros 30 minutos en cloroformo puro y finalmente, en un nuevo puro durante 30 minutos más.

La inclusión se realizó en parafina 56 °C. Se comenzó con parafina I y se



Fig. 4.1. Aspecto del ovario de *U. brasiliensis* en el momento de su colecta, y orientación que ocupa en la cavidad celómica. Corresponde a un ejemplar maduro del invierno de 1995. D= dorsal; A= anterior; P= posterior; V= ventral; G= Gonoporo; HGs= Hemigónada superior; Hgi= Hemigónada inferior.

hicieron pasajes por parafina II y III, todos ellos de 30 minutos aproximadamente cada uno.

Posteriormente los bloques de parafina se tallaron y con un micrótopo de

rotación Reichert-Jung se realizaron cortes transversales. Se obtuvieron láminas de 5 y 7 μm de espesor. Previo al corte, se preparó un baño (48°C) donde se manipuló la “cinta” de láminas cortadas para colocarla en el portaobjeto previamente cubierta con Albúmina de Mayer para su pegado. Una vez montados, los portaobjetos se colocaron en un coplin con una gota de formol al 10% y en una estufa a 30°C durante 12 horas.

Paso previo a la coloración la eliminación de la parafina se realizó en baños sucesivos de xilol.

ETAPAS	DURACIÓN (Minutos)
Xilol I	10
Xilol II	10
Alcohol 100	10
Alcohol 95	10
Alcohol 70	10
Agua destilada o desionizada	10

Para la coloración se utilizó hematoxilina de Mayer y eosina en solución acuosa al 1% (Vizziano & Berois, 1990 b).

La observación de las láminas se realizó en un microscopio Vanox Olympus con objetivos 4X, 20X, 40X y 100X, con iluminación transmitida.

Cálculo de los índices gonadosomático y hepático y el factor de condición

El índice gonadosomático (IGS) se calculó según Wootton (1990):

$$\text{IGS (\%)} = \left(\frac{\text{peso del ovario}}{\text{peso total del cuerpo}} \right) \times 100$$

De acuerdo a Fouda *et al.* (1993) fue obtenido el índice hepatosomático (IHS):

$$\text{IHS (\%)} = \left(\frac{\text{peso del hígado}}{\text{peso total del cuerpo}} \right) \times 100$$

La relación entre la longitud y el peso constituye un factor frecuentemente usado por los biólogos pesqueros para cuantificar el estado de “bienestar” de los peces, conocido como factor de condición (K) (Weatherley & Gill, 1987):

$$\text{K (\%)} = \left[\frac{\text{peso del pez}}{(\text{longitud del pez})^3} \right] * 100$$

Los dos índices mencionados se analizaron para cada una de las estaciones del año a lo largo de los tres años de estudio (1993, 1994 y 1995) en los dos puertos de desembarque (Piriápolis y La Paloma). El número de ejemplares analizados fue: de 1094 y 653 para el IGS y IHS respectivamente (Piriápolis), y 972 y 815 para el IGS y IHS (La Paloma) respectivamente. Asimismo, para cada uno (IGS, IHS) se calculó un valor medio para cada estadio de madurez ovárica histológicamente determinado. El 5% se usó como el límite de confianza (Zar, 1974).

Resultados

Ovarios

Caracterización macroscópica de los ovarios

En *U. brasiliensis*, las gónadas, en número par, se ubican sobre el intestino y debajo de la vejiga gaseosa. Los ovarios son alargados y asimétricos, de extremos redondeados (Fig. 4.1) y su sección transversal es circular. Una de las hemigónadas es aproximadamente un 20% más larga que la otra. En la región caudal, ambas hemigónadas se fusionan y desembocan en el orificio urogenital. En el interior del ovario se observa una luz hacia donde se liberan los óvulos durante la ovulación y que se continúa por un oviducto que finalmente

desemboca en el orificio urogenital (condición cistovárica).

Grados de madurez histológicos

Se diagnosticaron ocho estadios microscópicos para las hembras de *U. brasiliensis* (Fig. 4.2a-h). El ovario *virginal* (Estadio I) no estuvo presente en las muestras obtenidas en Piriápolis y La Paloma. Histológicamente no fue posible distinguir entre los peces que inician la madurez por primera vez y aquellos que están recuperándose de un desove lejano; por lo tanto, los individuos que pertenecieron a ambos grupos se clasificaron como en *reposo* (Estadio II). El estadio VI, correspondiente al hidratado u ovario en desove, no se observó nunca en las muestras.

A continuación se presenta una descripción de los estadios de madurez determinados histológicamente en el ovario de *U. brasiliensis*:

Estadio I: Virginal o inmaduro:

Las lamelas ovígeras muestran forma de trébol y organización interna bien definida. Están presentes las ovogonias y pocos ovocitos basófilos (Fig. 4.2a). La pared ovárica es muy fina.

Estadio II: Reposo:

En esta etapa, que sigue al desove, se observa la reorganización en la lamela ovígera que está integrada en su totalidad por ovocitos basófilos del stock de reserva (Fig. 4.2b). El espacio intercelular, que es grande al principio llega a ser menor en el curso de la mitosis.

Estadio III: Vitelogénesis lipídica:

Al inicio de esta etapa los ovocitos presentan un citoplasma con aspecto espumoso. Luego comienzan a aparecer gotas lipídicas en la periferia del citoplasma de algunos ovocitos (Fig. 4.2c). Los ovocitos del stock de reserva que son pequeños, muestran un citoplasma altamente basófilo y el núcleo de la célula presenta varios nucleolos. Las atresias son escasas. La membrana gonadal muestra un espesor medio. Las lamelas están en estrecha relación, el lumen se reduce.

Estadio IV: Vitelogénesis proteica:

Los ovocitos incorporan vitelo proteico, limitando el vitelo lipídico a la periferia del citoplasma. A la vez, los ovocitos con vitelo lipídico no desaparecen completamente. La reserva de ovocitos y las células atrésicas se mantienen (Fig. 4.2d). La organización lamelar se hace difícil de apreciar. Se conserva el espesor de la pared ovárica.

Estadio V: Maduro:

La organización lamelar se pierde completamente, no hay espacios entre las lamelas (Fig. 4.2e). El citoplasma es no más basófilo; predomina el color rosado de la eosina. Las células con vitelogénesis proteica completa son dominantes, unos pocos ovocitos en vitelogénesis lipídica están presentes. La membrana coriónica muestra una marcada acidofilia. No hubieron ovarios hidratados.

Estadio VII: Desovado parcial:

El aspecto más llamativo de esta etapa es la presencia de folículos post ovulatorios (Fig. 4.2f). Estas estructuras son consideradas indicadoras de desove por ser componentes del folículo ovárico (células foliculares y tecas) que quedan

como residuos después de que el ovocito ha sido liberado. Son rápidamente reabsorbidas, por lo que su permanencia en la gónada es efimera y varía de acuerdo a la especie. Simultáneamente, se observan ovocitos en vitelogénesis lipídica y proteica que serán desovados posteriormente. Algunos ovocitos de reserva están todavía presentes. La organización lamelar sigue disminuyendo, como así también el lumen intercelular. Se detectan algunos sectores con hemorragias.

Estadio VIII: Desovado parcial regresivo:

Puede observarse tanto folículos post ovulatorios así como un número grande de atresias (Fig. 4.2g). Estas últimas se observan en ovocitos que muestran tanto vitelogénesis lipídica como proteica. Continúa la desorganización lamelar.

Estadio IX: Desovado

Los folículos post ovulatorios son abundantes. Las áreas hemorrágicas son más frecuentes que en el estadio VII. Se observa en el lumen del ovario una sustancia amorfa basófila, invadida por células sanguíneas de la línea blanca (Fig. 4.2h). El lumen del ovario alcanza su máximo tamaño.

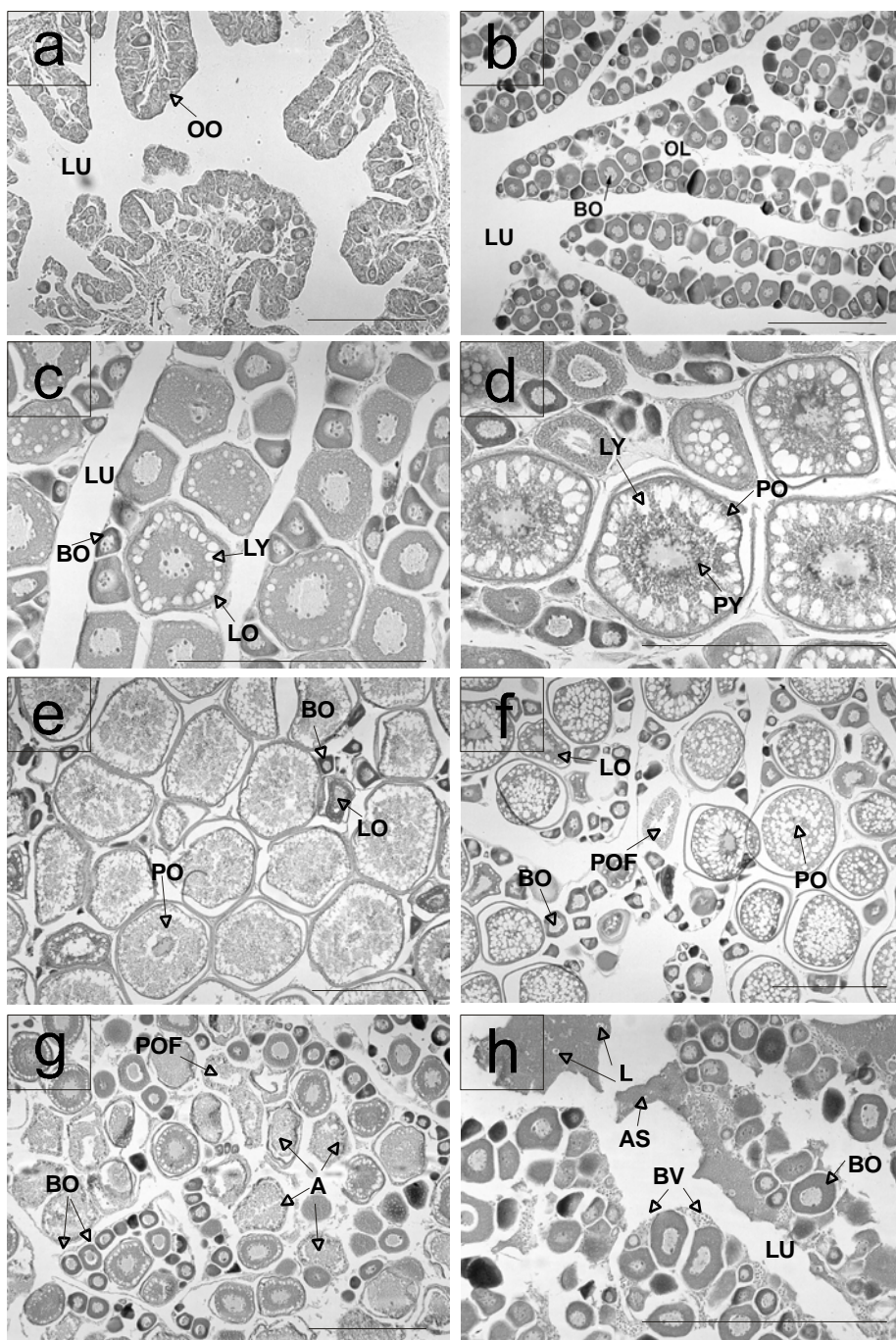
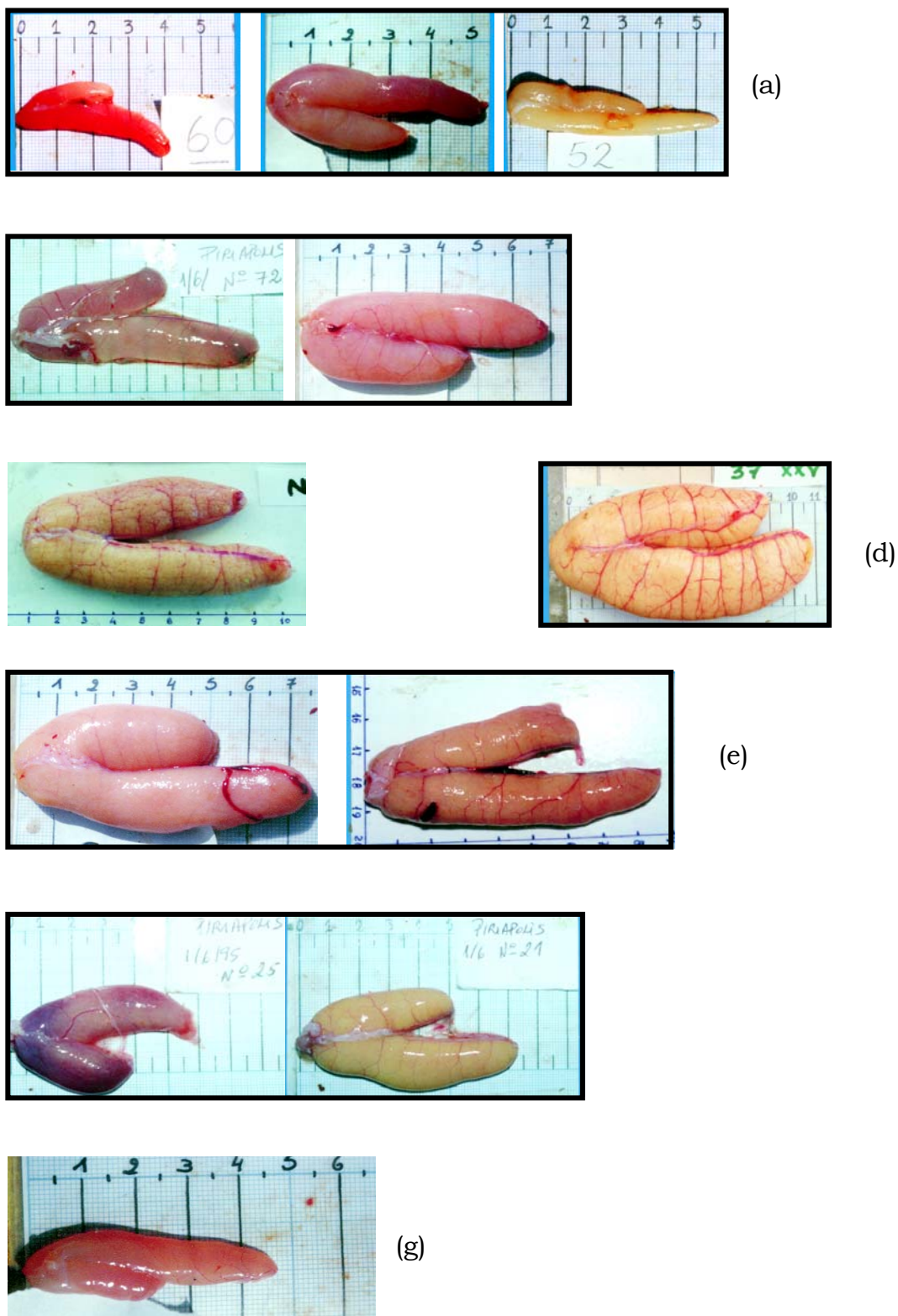


Fig. 4.2a-h. Secciones histológicas presentando los estadios de madurez del ovario de *U. brasiliensis* identificados en este estudio. Los estadios son: (a) I-virginal, (b) II-reposo. (c) III-vitelogénesis lipídica, (d) IV-vitelogénesis proteica, (e) V-maduro, (f) VII-desove parcial, (g) VIII- desove parcial regresivo y (h) IX-desove total. A= atresia; AS= sustancia amorfa; BO= ovocito basófilo; BV= vaso sanguíneo; L= leucocitos; LO= ovocito lipídico; LU= lúmen; LY= vitelo lipídico; OO= ovogonia; OL= lamela ovígera; PO= ovocito protéico; POF= folículo postovulatorio; PY= vitelo proteico. En todos los casos, la escala corresponde a 100 μ m (barra).

Tabla 4.2. Coincidencias y no coincidencias entre los diagnósticos macroscópicos y microscópicos de los estadios de madurez de los ovarios de *U. brasiliensis*. n = número de ejemplares para cada estadio; N= número de no coincidencias y coincidencias.

Grados de madurez	No coincidencias		Coincidencias		n.
	N	%	N	%	
II	129	21,6	469	78,4	598
III	28	42,4	38	57,6	66
IV	19	82,6	4	17,4	23
V	4	21,1	15	78,9	19
VII	27	93,1	2	6,9	29
VIII	124	97,6	3	2,4	127
IX	40	90,9	4	9,1	44
TOTAL	371	40,9	535	59,1	906

Fig 4.3a-g. Imágenes macroscópicas de los ovarios de *U. brasiliensis* clasificadas para una escala pesquera de 4 estadios: (a) 2- Reposo; (b) 3- Maduración; (c) 4- Desovante, con su correspondiente denominación en la escala histológica (Tabla 4.3): II- Recuperación; III- Vitelogénesis lipídica; IV- Vitelogénesis proteica; V- Maduro; VII- Desovado parcial; VIII- Desovado parcial regresivo; IX- Desovado total).



Escalas de madurez macro y microscópicas

Al carecer de antecedentes sobre un patrón macroscópico de los estadios de madurez de los ovarios de la brótola, los determinados por la escala de Vazzoler (1981) se corroboraron con los resultados histológicos correspondientes. Desde el inicio del estudio fue claro que éste análisis era necesario a fin de evitar resultados erróneos con respecto a la madurez de la hembra de *U. brasiliensis*. Desde luego, la apreciación de las características externas de las gónadas (color, textura y vascularización) de un mismo estadio pueden tener un fuerte componente subjetivo, ya que participaron varios muestreadores. Al comparar los estadios de madurez obtenidos por el examen macroscópico externo de la gónada con los resultados del estudio histológico, hubo mayor o menor coincidencia dependiendo del estadio considerado (Tabla 4.2).

Las observaciones macroscópicas dan cuenta de que para un mismo estadio de madurez histológico existen de 2 o 3 imágenes macroscópicas diferentes. Esto ocurrió fundamentalmente en los estadios III, VII, VIII y IX (Fig. 4.3b,e-g). Comparando la clasificación de madurez histológica y macroscópica (Tabla 4.3) se dedujo la siguiente aproximación macroscópica descriptiva de los ovarios:

2- *Recuperación - Reposo*: predomina la textura blanda, la vascularización muy variada y la coloración entre rosado (predominio) o rosado con zonas violetas (Fig. 4.3a).

3- *Maduración - Vitelogénesis lipídica*: los colores son muy variados, no sólo se observan los colores rosado y rosado con violeta sino que también cremas y hasta amarillos. La textura es más consistente y la presencia de vascularización es lo que predomina (Fig.4.3b).

3- *Maduración - Vitelogénesis proteica*: aquí, al contrario de los anteriores, predomina el color anaranjado, seguido por amarillo. La textura es consistente y granulada, con vascularización (Fig. 4.3c).

3- *Maduración - Maduro*: el color predominante es anaranjado, la textura es granulada y presenta vascularización muy marcada (Fig. 4.3d).

4- *Desovante - Desovado parcial*: la gama de colores es muy grande, desde rosados a anaranjados. Los ovarios están vascularizados y son bastante consistentes (Fig. 4.3e).

4- *Desovante - Desovado parcial regresivo*: prevalecen los mismos colores que en el grado II y no muestran vascularización. También son flácidos, se ha perdido totalmente la textura granulada (Fig. 4.3f).

4- *Desovante - Desovado total*: distribución de colores muy similar que el grado VII, así como también la textura, principalmente flácidos y con vascularización (Fig. 4.3g).

De la evaluación de los resultados y la comparación entre escalas macro y microscópicas se propone una clasificación más sencilla (escala de madurez pesquera) con 4 estadios: 1- Inmaduro, 2- Reposo, 3- Maduración y 4- Desovante (Tabla 4.3).

Ciclo ovárico

El ovario de *U. brasiliensis* cumple un ciclo similar al descrito para otros peces teleósteos del área subtropical (Vizziano & Berois, 1990a; Chaves, 1996). Anualmente, los ovarios de las hembras de brótola transcurren por ocho estadios de maduración sexual (Fig.4.4).

Tabla 4.3. Descripción de los ocho estadios de madurez histológicos del ovario de *U. brasiliensis*, el aspecto externo de la gónada observado *in situ* y la escala correspondiente establecida para los fines pesqueros. El estadio de madurez VI (hidratado) no estuvo presente en las muestras analizadas en este estudio. Mientras que los ovarios vírgenes (Estadio I) no se encontraron en las capturas artesanales, este estadio pudo ser incluido debido a un espécimen inmaduro capturado por el B/I “Aldebarán”.

Estadios de madurez		Aspecto histológico	Aspecto externo	Escala pesquera
I	Virginal o inmaduro	Lamela muestra forma de trébol. Ovogonias y escasos ovocitos de stock de reserva. Pared ovárica muy delgada.	Ovario muy pequeño y filiforme. Translúcido, flácido en forma de hilo. Carente de vascularización.	1 Inmaduro
II	Reposo	Comienza a recuperarse la organización lamelar. Luz entre los ovocitos. Básicamente ovocitos basófilos de stock de reserva. En algunos casos vasodilatación marcada.	Dos a cuatro veces el tamaño del ovario virginal. Gran variedad de coloraciones (rosado, rojo intenso y morado). Flácido y algo consistente, con escasa vascularización.	2 Recuperación
II	Vitelogénesis lipídica	Se empieza a desorganizar las lamelas. Ovocitos basófilos incorporan vitelo lipídico en la periferia. Citoplasma espumoso y con vesículas vitelinas.	El tamaño del ovario aumenta. Aspecto blanquecino-amarillento. Consistencia marcada. Escasa vascularización.	3 Maduración
IV	Vitelogénesis proteica	Aparece el vitelo proteico que se entremezcla con el lipídico ya existente. Permanece el stock de reserva y la atresia. Prácticamente se pierde la organización lamelar.	Ovario de gran tamaño, color amarillento. Consistencia granulada y vascularización marcada.	3 Maduración
V	Maduro	Prevalecen los ovocitos en vitelogénesis total. El núcleo celular y la membrana pelúcida muestran alta acidofilia.	El ovario alcanza el máximo tamaño, es anaranjado y muy consistente. Los ovocitos son opacos se individualizan a simple vista. La vascularización está muy desarrollada.	3 Maduración
VII	Desovante parcial	Presencia de folículos postovulatorios y áreas hemorrágicas. Se conserva una moda de ovocitos en vitelogénesis lipídica, protéica y stock de reserva. Aumenta la desorganización interna.	Aspecto similar al estadio de vitelogénesis (estadio IV), con menor consistencia (flácido).	4. Desovante
VIII	Desovante parcial regresivo	Folículos postovulatorios y moda en vitelogénesis lipídica y protéica atrésica.	Aspecto similar al estadio de recuperación, con mayor flacidez.	4 Desovante
IX	Desovante	Folículos postovulatorios, marcadas áreas hemorrágicas. Presencia de sustancia amorfa basófila invadida por elementos leucocitarios. Sólo ovocitos basófilos.	Aspecto similar al estadio previo.	4 Desovante

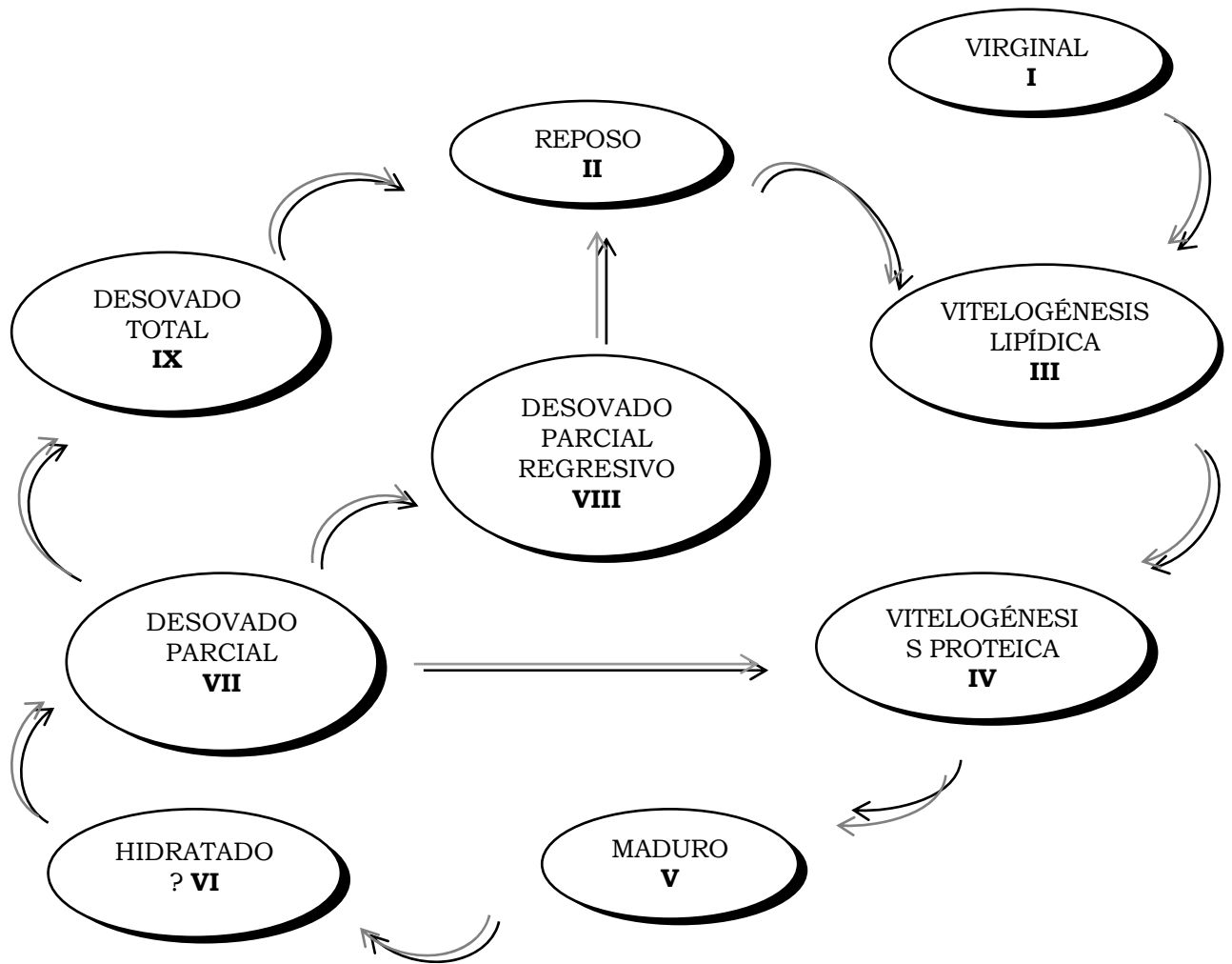


Fig. 4.4. Ciclo ovárico de *U. brasiliensis* en la costa uruguaya presentando los distintos estadios de madurez sexual.

Testículos

Los machos de brótola presentan dos testículos aplanados, muy festoneados y de tamaños disímiles (Fig. 4.5). Poseen una coloración blanquecina y su superficie es lisa. Está formado por lóbulos irregulares, de mayor tamaño en el sector cefálico que en el caudal, unidos a nivel del vaso deferente que recorre longitudinalmente ambos testículos. En el sector caudal ambos testículos se fusionan y desembocan juntos en el orificio genitourinario.

La caracterización morfológica presentada anteriormente corresponde al tipo III de gónadas masculinas de los gádidos descritas por Vladykov (1972).

A nivel microscópico el testículo de brótola corresponde al tipo lobular de Billard (1986) con túbulos anastomosados. Toda la actividad espermatogénica se desarrolla de la misma forma a lo largo del testículo. Histológicamente corresponde al tipo espermatogonial irrestricto de Grier (1981), el más común dentro de los peces teleósteos, donde es posible encontrar espermatogonias en toda la longitud de los túbulos. En la zona caudal del testículo se observa una zona sin epitelio espermatogénico pero con una gran concentración de espermatozoides, prontos para ser evacuados.

La baja representatividad de los machos en las muestras imposibilitó realizar un estudio de la variación espacio-temporal de los grados de madurez testiculares. Sin embargo fueron observados estadios histológicos de maduración media (Fig. 4.6) y tardía, así como también testículos parcialmente evacuados (Fig. 4.7) y post evacuados.

Cambios estacionales y espaciales de los estadios de madurez

En ambas áreas de captura (Piriápolis y La Paloma), el estadio 2 (recuperación) estuvo presente en los muestreos a lo largo de todo el año,

alcanzando altos porcentajes en la captura total (Fig. 4.8a,b). En Piriápolis, durante los tres años de estudio, el pico de madurez (Estadio 3) se encontró en invierno (Fig. 4.8a). En La Paloma se observó en verano y otoño (Fig. 4.8b). En las dos áreas de muestreo, el porcentaje del estadio 4 varió durante todo el año. En Piriápolis, la mayor abundancia de individuos desovantes (40%) fue detectada en la captura de primavera de 1993 (Fig. 4.8a), pero en los siguientes años este estadio estuvo presente en pequeñas proporciones. En La Paloma, las gónadas de los especímenes clasificados como desovantes fueron encontradas principalmente en verano (36 y 51%) pero también en otoño (15 y 54%) (Fig. 4.8b).

En la tabla 4.4 se presenta la distribución estacional de los estadios de madurez diagnosticados histológicamente para ambas zonas de pesca. Se observa que en Piriápolis los estadios III son abundantes en los inviernos de 1994 y 1995, mientras en La Paloma los estadios VIII (desovado parcial regresivo) y IX (desovado) son abundantes en verano y otoño de 1994 y verano de 1995.

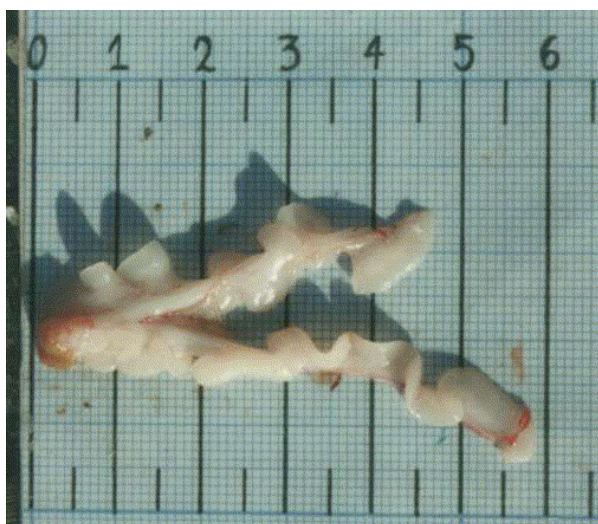


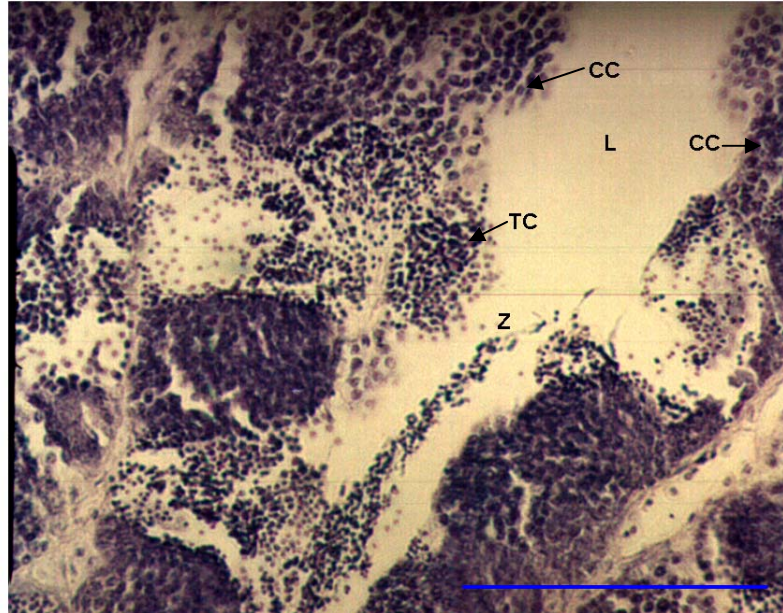
Fig. 4.5. Aspecto del testículo de *U. brasiliensis* en el momento de su colecta y orientación que ocupa en la cavidad celómica. Corresponde a un ejemplar inmaduro de la primavera de 1994. D= Dorsal; V= ventral.

Lo

fur

ocu

Tal



en
n)

Fig. 4.6. Sección histológica del testículo de *U. brasiliensis* en un estadio de maduración media. Z = espermatozoa; CC = cisto espermático; TC = cisto de espermátida; L = lumen del túbulo espermatogónico.

Barra de la escala = 100 μ m.

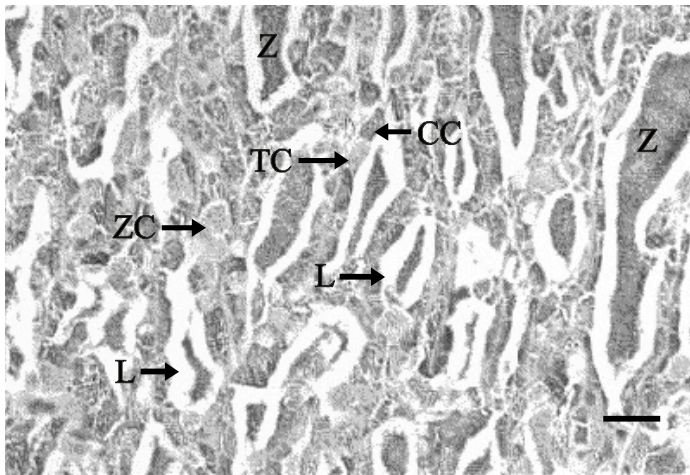


Fig. 4.7. Sección histológica del testículo de *U. brasiliensis* en un estadio parcialmente evacuado. Z = espermatozoa; CC = cisto espermático; TC = cisto de espermátida; ZC = cisto de espermatozoa; L = lumen del túbulo espermatogónico. Barra de la escala = 100 μ m.

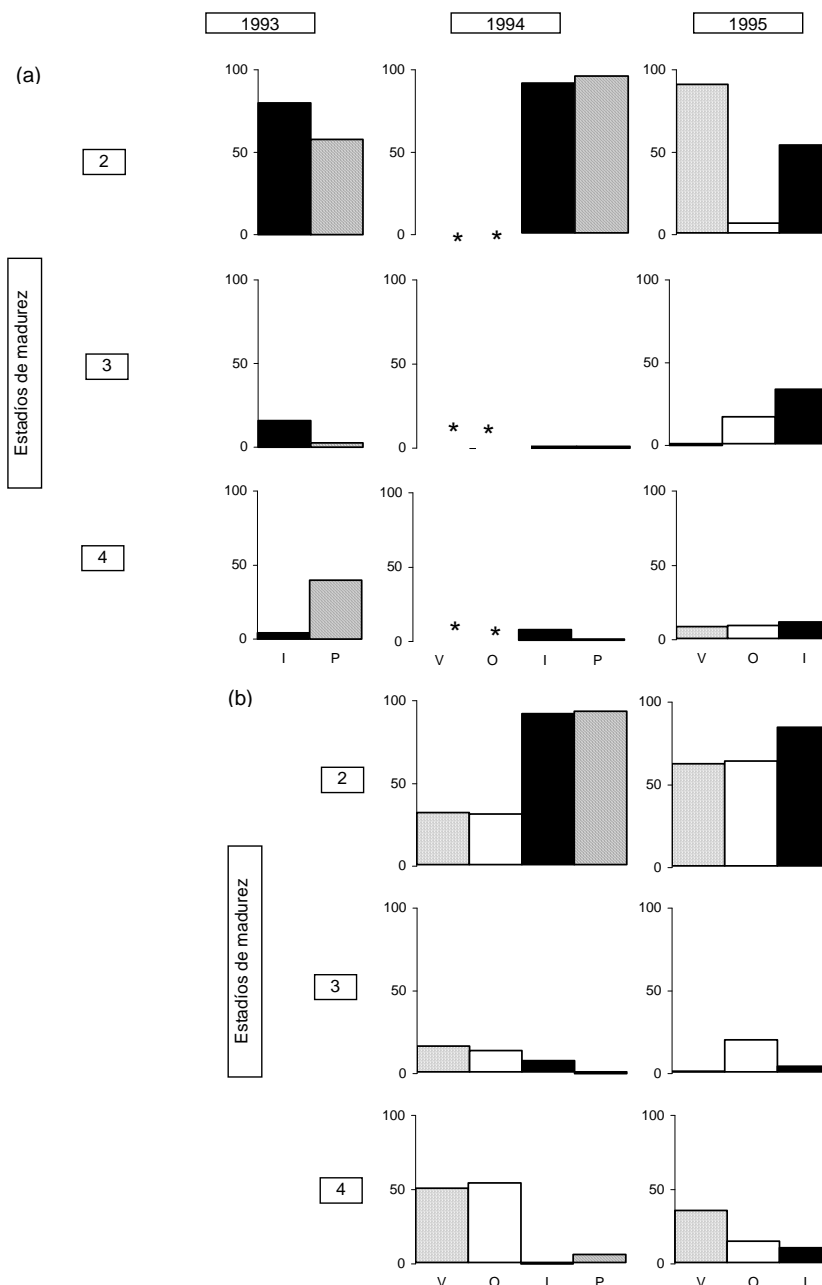


Fig. 4.8. Estadios de madurez de la hembra de *U. brasiliensis* en función de la estación del año en Piriápolis (a) y La Paloma (b). Los datos obtenidos entre el invierno de 1993 y el invierno de 1995 fueron agrupados en períodos de 3 meses: I = invierno (julio a setiembre), P = primavera (octubre a diciembre), V = verano (enero a marzo) y O = otoño (abril a junio). Los estadios de madurez (2, 3 y 4) se refieren a las categorías establecidas en la propuesta pesquera (Tabla 4.3). El símbolo * indica el período en que no hubo muestras de peces.

Tabla 4.4. Distribución estacional porcentual de los estadios de madurez de las hembras de *U. brasiliensis* diagnosticados histológicamente en los ejemplares desembarcados en (A) Piriápolis y (B) La Paloma entre 1993 y 1995. INV= invierno; PRIM= primavera; VER= verano; OTO= otoño.

(A)		II	III	IV	V	VII	VIII	IX
1993	INV	80	16	0	0	2	2	0
	PRIM	58	1	1	1	0	0	0
1994	INV	58	30	3	5	3	3	0
	PRIM	98	0	0	0	0	2	0
1995	VER	91	0	0	0	4	5	0
	OTO	73	13	2	2	0	2	8
	INV	57	29	5	0	5	0	4

(B)		II	III	IV	V	VII	VIII	IX
1994	VER	32	2	8	7	8	30	13
	OTO	32	0	3	9	5	32	16
	INV	92	8	0	0	0	0	0
	PRIM	94	0	0	0	2	2	2
1995	VER	63	0	2	0	7	18	10
	OTO	64	12	5	3	2	5	8
	INV	85	2	2	0	2	7	2

Las frecuencias de los estadios de madurez de la escala pesquera en función de ocho clases de longitud, día a conocer que el estadio 2 (recuperación) ocurre en todos los tamaños (Fig. 4.9). Mientras que el 100% de los individuos más pequeños presentes en la captura fueron clasificados como en recuperación, solamente el 8% de los más grandes mostró este estadio. Los peces maduros (Estadio 3) aparecen a partir de los 36 cm, alcanzando un máximo de 39% en la clase de longitud de 56 a 60 cm. El más alto porcentaje de peces desovantes (Estadio 4) (53%) fue encontrado en la clase de longitud de 56 a 60 cm. Mientras tanto, las gónadas clasificadas como desovadas aparecen tempranamente en ejemplares entre 26 y 30 cm (Fig. 4.9).

En los machos fueron observados signos de maduración a una longitud media de 32,6 cm (Tabla 4.5).

Indice gonadosomático

En la etapa madura existieron IGS significativamente más altos que en otras etapas, mientras en los restantes estadios los valores máximos de IGS se distribuyeron desde 0,5 a 1,0 (Fig. 4.10). Un IGS medio de $4,8 \pm 0,7$ fue calculado para el estadio V de las hembras correspondiente a especímenes maduros, determinados histológicamente ($n = 900$) (Fig. 4.10). El IGS medio calculado para 171 hembras obtenidas de las capturas del B/I "Aldebarán" en noviembre de 1994 fue $0,78 \pm 0,04$ y su máximo absoluto 4,17.

Con respecto, a las variaciones anuales para las hembras costeras ($n = 2066$), el IGS medio más alto fue constatado en el otoño para el sitio de muestreo oceánico (La Paloma) (Fig. 4.11b). Se observaron incrementos de IGS en los períodos invernales en los peces capturados en Piriápolis (Fig. 4.11a).

El IGS testicular promedio de ejemplares costeros ($n = 58$) fue $0,6 \pm 0,1$. Para los de aguas profundas ($n = 11$), el mínimo y máximo absoluto fue 0,8 y 2,8 respectivamente. El promedio de IGS en áreas lejanas a la costa fue significativamente más alto ($1,9 \pm 0,5$) que el costero indicando una mayor actividad reproductiva para finales de primavera. En la distribución estacional, los IGS medios de los machos capturados en la costa, presentaron dos picos, en invierno de 1993 y 1995 (Fig. 4.12) coincidiendo con lo encontrado con las hembras de Piriápolis.

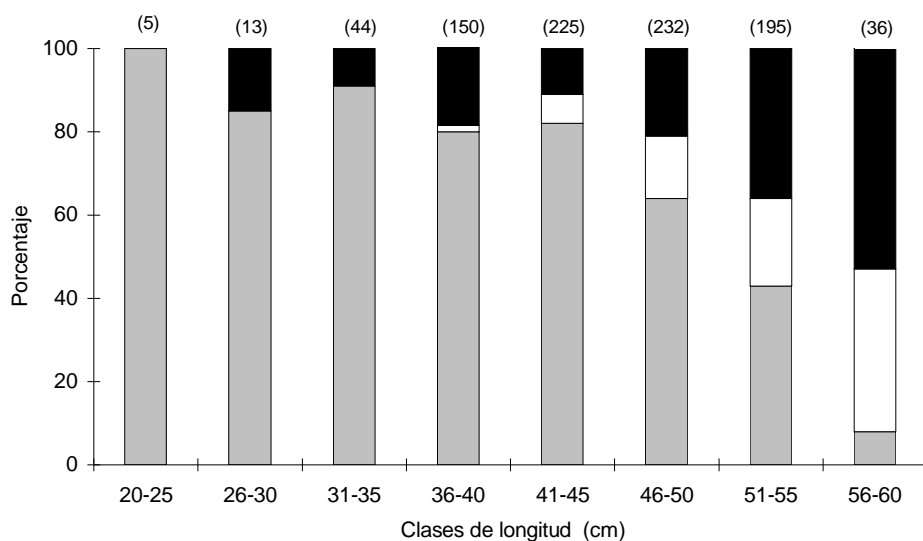


Fig. 4.9. Composición de los estadios de madurez para ocho clases de longitud analizados en 900 especímenes hembras de *U. brasiliensis*. El número en la parte superior de la columna indica el tamaño de las muestras para cada clase. Los estadios de madurez están referidos a las categorías establecidas para los estudios de campo (Ver Tabla 4.3). El estadio 1 (Inmaduro) está ausente de las muestras artesanales; los estadios 2, 3 y 4 son representados en las columnas de gris, blanco y negro respectivamente.

Índice hepático y factor de condición

El índice hepático (IHS) de las hembras discriminado para cada estadio de madurez presentó a partir de la vitelogénesis lipídica (estadio III) valores medios mayores a 4,0 alcanzando el máximo ($6,2 \pm 0,1$) en el estadio V (maduro). Este crecimiento es más notorio en el índice hepatosomático que en el gonádico (Fig. 4.13). Los ejemplares capturados en Piriápolis ($n = 653$) mantuvieron el IHS entre $2,0 \pm 0,2$ (primavera de 1994) y $3,3 \pm 0,4$ (invierno de 1994) en cambio, el IHS en La Paloma ($n = 815$) osciló entre $1,8 \pm 0,2$ (invierno de 1994) y $4,9 \pm 0,8$ (otoño de 1994) (Fig. 4.14).

El IHS de los machos presentó sus máximos en el invierno de 1994 y de 1995 (Fig. 4.12).

El factor de condición en las hembras fue constante durante los tres años y osciló entre 0,78 y 0,85. En los inviernos de 1994 y 1995 existió un comportamiento opuesto entre Piriápolis y La Paloma coincidiendo con los períodos reproductivos. Para los machos el “bienestar” también fue constante.

Proporción de sexos

Las hembras representaron el 97% ($n = 2786$) de las capturas artesanales muestreadas. La cantidad de machos discriminados por locales de pesca registró 65 ejemplares para Piriápolis y 8 para La Paloma. Consecuentemente se obtuvo una clara y significativa ($p < 0,05$) desviación de la relación 1:1 entre machos y hembras. Esta situación se repite para los peces de profundidad (B/I "Aldebarán") los machos representaron el 5% ($n = 418$).

Longitud y sexo

La talla de los machos ($\bar{x} = 34,7$ cm) fue significativamente menor ($p <$

0,05) a la de las hembras y osciló entre 26,4 y 51,2 cm en aguas someras. Los machos fueron significativamente ($p < 0,05$) más grandes que aquellos que se distribuyen en zonas más profundas, donde la talla promedio fue de 29,35 y osciló entre 22,6 y 34,2 (Tabla 4.6). La figura 4.15 muestra las tallas de machos y hembras capturadas por el “Aldebarán”.

Tabla 4.5. Longitud media (cm) de los machos de *U. brasiliensis* para cada estadio de madurez determinado histológicamente. n= tamaño de la muestra; SD= desvío estándar.

Estadios de madurez	Longitud (cm)		
	n	Media	SD
<i>Maduración media y tardía</i>	12	32,6	4,5
<i>Desovado parcial</i>	7	39,3	3,4
<i>Postdesovado</i>	1	48,7	—

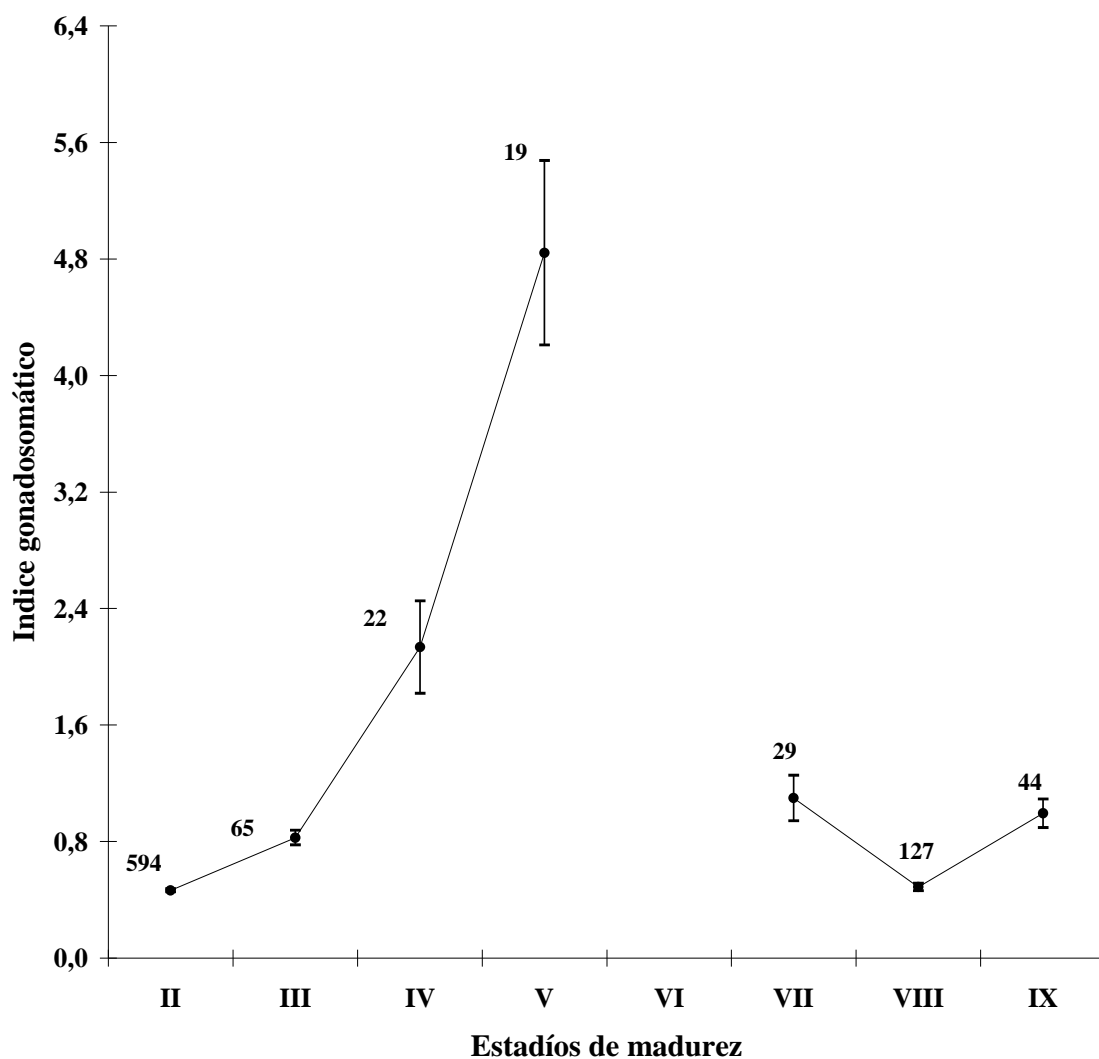


Fig. 4.10. Índice gonadosomático medio y su intervalo de confianza ($p < 0,05$) para cada estadio de madurez de las hembras de *U. brasiliensis* del conjunto de ejemplares desembarcados en Piriápolis y La Paloma. El número de muestras analizadas es indicado arriba de cada punto. El estadio hidratado (estadio VI) no estuvo presente en las capturas.

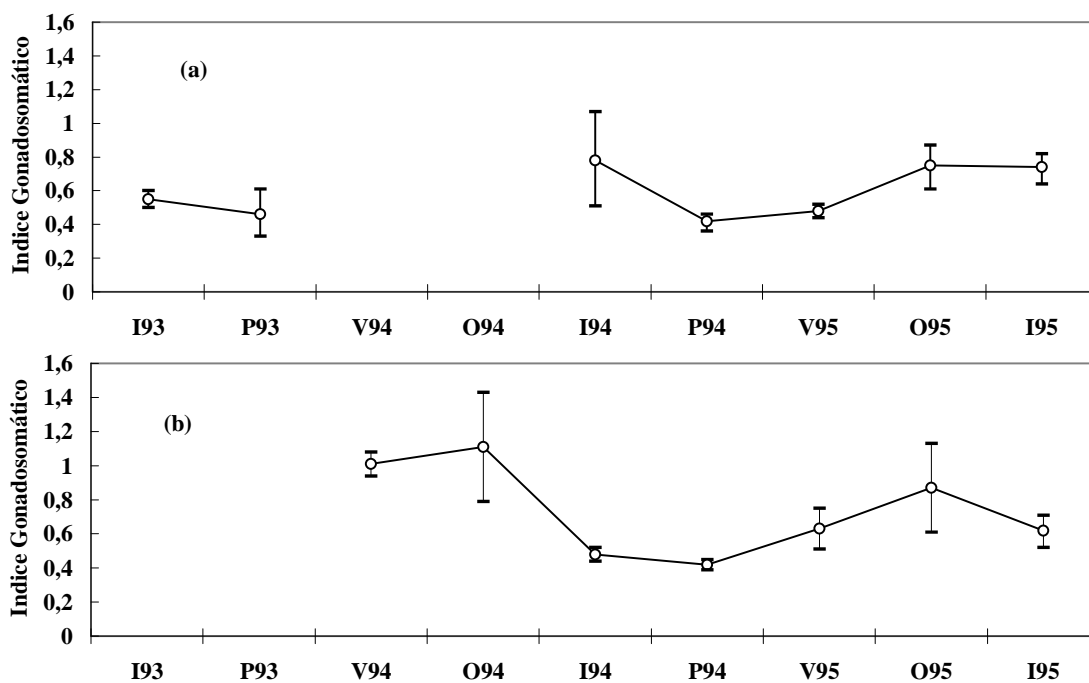


Fig. 4.11. Índice gonadosomático medio y su intervalo de confianza ($p < 0,05$) de las hembras de *U. brasiliensis* desembarcadas en Piriópolis (a) y La Paloma (b) entre el invierno de 1993 y el invierno de 1995. Los datos son agrupados cada tres meses, correspondiendo a: I = invierno (julio a setiembre), P = primavera (octubre a diciembre), V = verano (enero a marzo), O = otoño (abril a junio).

Fig. 4.13. Índices hepatosomático (IHS) y gonadosomático (IGS) para cada estadio de madurez de las hembras de *U. brasiliensis* desembarcadas en Piriápolis y La Paloma. El estadio hidratado (estadio VI) no estuvo presente en las capturas.

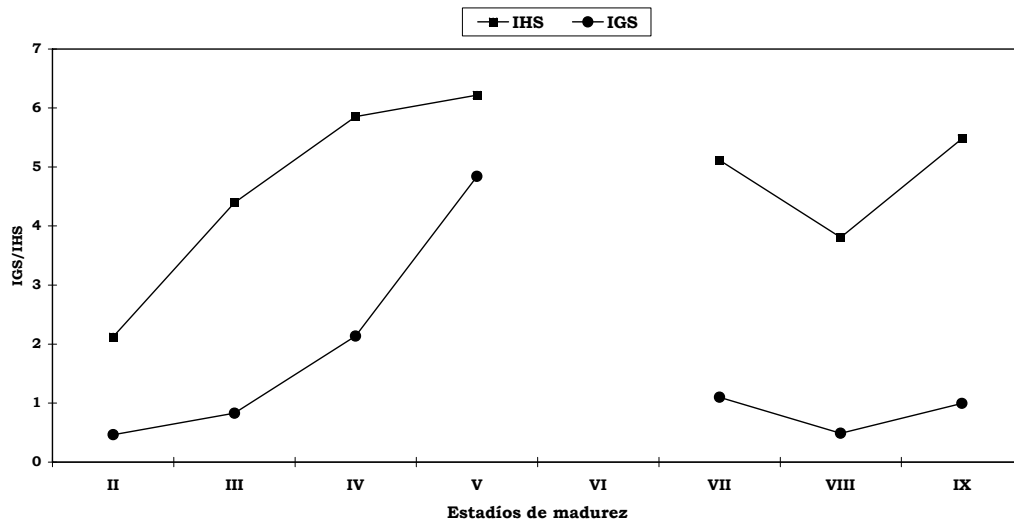


Fig. 4.14. Índice hepatosomático medio y su intervalo de confianza ($p < 0,05$) de las hembras de *U. brasiliensis* desembarcadas en Piriápolis (a) y La Paloma (b) entre el invierno de 1993 y el invierno de 1995. Los datos son agrupados cada tres meses, correspondiendo a: I = invierno (julio a setiembre), P = primavera (octubre a diciembre), V = verano (enero a marzo), O = otoño (abril a junio).

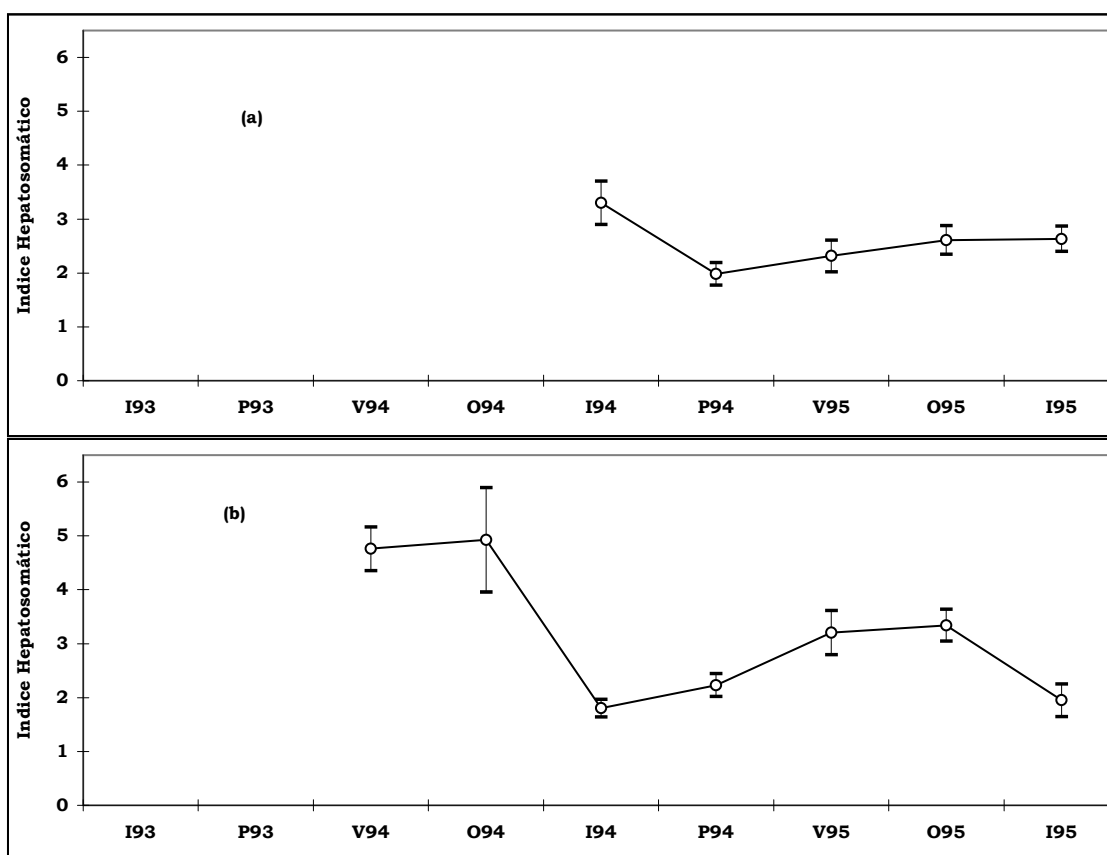


Tabla 4.6. Longitud (cm) media de los machos de *U. brasiliensis* capturados por la pesca artesanal y el B/I “Aldebarán”. n= tamaño de la muestra; SD= desvío estándar.

Lugar de muestreo	Longitud (cm)		
	n	Media	SD
<i>Desembarque artesanal</i>	58	34,3	4,0
<i>B/I “Aldebarán”</i>	21	29,4	3,2

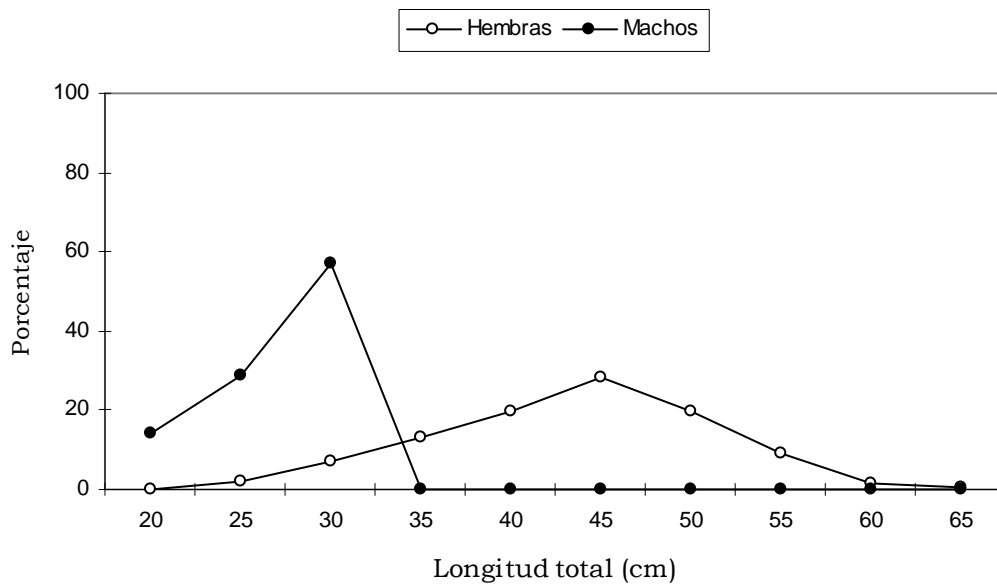


Fig. 4.15. Distribución de la longitud total (cm) de hembras y machos de *U. brasiliensis* de los individuos capturados por el B/I “Aldebarán”.

Discusión

Entre los resultados de los diagnósticos macroscópicos y microscópicos se encontraron diferencias importantes para las hembras de *U. brasiliensis*. Esto demuestra que la determinación macroscópica *in situ* de los estadios de madurez de la brótola se podría realizar sólo si el observador tiene un conocimiento exhaustivo de las características externas del ovario. Los estudios histológicos advirtieron que para un mismo estadio microscópico le corresponden de dos a tres imágenes macroscópicas.

El estadio inmaduro (virginal) no presentaría dificultades de diagnóstico macroscópico, tomando en cuenta la talla del individuo y el tamaño del ovario y testículo. Pero, al inicio de este estudio fueron diagnosticados macroscópicamente ejemplares inmaduros cuya identificación histológica reveló que el estadio correspondía al reposo. Dentro de los individuos en maduración (equivalentes a los estadios microscópicos: III, IV y V), el que corresponde al estadio III presenta problemas de identificación en el color, pero la consistencia y la vascularización podrían exhibir características distintivas de este estadio. Los restantes son más fácilmente diagnosticables debido a su tamaño (gónadas grandes), colores predominantes y gran consistencia en la textura. Sin embargo, la dificultad mayor se presentó con la caracterización de los desovantes (VII, VIII, IX). Para estos estadios, el previo conocimiento del área y período de desove ayudaría a discernirlos más fácilmente. El estadio VII, por ser el parcial regresivo, tiene elementos reproductivos del período de maduración (colores anaranjados y mayor consistencia), pero el tamaño de la gónada, la flacidez y la presencia de mucha vascularización podrían ser los elementos distintivos para diagnosticarlo. En el estadio VIII, la coincidencia en colores con el estadio II (reposo) confunde la identificación, pero la presencia de color rosado con violeta

junto con la vascularización aumentada facilita la clasificación.

Uno de los objetivos del presente estudio sobre la biología reproductiva fue establecer una escala histológica de madurez para las hembras de *U. brasiliensis*. Por primera vez, se describieron las etapas virginales y de desove de esta especie. A pesar de lo fiable que es la asignación histológica, no todos los estadios pudieron determinarse claramente, tales como los individuos en reposo (estadio II). Esto se hace más difícil cuando no se conoce el tamaño de primera madurez y el momento exacto del desove. Con respecto a los estadios histológicos, el ciclo ovárico de esta especie coincide con lo observado en otros teleósteos de la región; por ejemplo *Micropogonias furnieri* (Macchi & Christiansen, 1992) y *Macrodon ancylodon* (Vizziano & Berois, 1990b).

En resumen, la apariencia morfológica de los estadios identificables histológicamente es ampliamente variable y por lo tanto hay diferencias entre las escalas. Este es un problema que ocurre en otros teleósteos como *Encrasicholina heteroloba* (Wright, 1992), una anchoíta tropical de vida corta, y otras especies de aguas templadas explotadas comercialmente (Hilge, 1976/77). Comparando la utilidad de las diferentes escalas de madurez en estudios pesqueros, Hilge (1976/77) llega a la conclusión, que una herramienta práctica para la investigación pesquera sería una escala macroscópica de 4 estadios compuesta de juveniles, en maduración, maduros y desovantes, escala que prevendría equivocaciones. La utilización de los análisis histológicos se vuelve imprescindible si el objetivo es un estudio detallado de la reproducción. La determinación de la madurez se efectúa a fin de distinguir entre animales juveniles y adultos, para estimar la edad de madurez sexual, y el momento del desove. La tendencia de elaborar tablas con mayor número de estadios de maduración puede ser evitada reduciendo el número de etapas a unas pocas fases naturales con definiciones exactas. Esto también es válido para *U. brasiliensis*. Los avances

realizados al contrastar los diagnósticos de la escala macro y microscópica dieron la oportunidad de proponer una “escala de madurez pesquera” que consiste en las 4 etapas más importantes del ciclo de madurez (Tabla 4.3). Esto permitirá una clasificación más simplificada con diagnósticos que podrían realizarse más rápidamente en los muestreos de desembarque o en los barcos de investigación. Sin embargo, debido a las características del tipo de desove de *U. brasiliensis*, los cuatro estadios tienen diferentes denominaciones (Tabla 4.3).

Del análisis de los datos macro y microscópicos obtenidos concluimos que el desove es múltiple y del tipo grupo sincrónico.

Los resultados sobre cambios estacionales y espaciales de los estadios de madurez de las dos áreas de muestreo (Piriápolis y La Paloma), separadas por sólo 150 km, indican actividad reproductiva. En Piriápolis se observan entre julio y diciembre, y en La Paloma de marzo a mayo. Sin embargo nuestros resultados no permiten establecer con certeza el lugar ni el período de desove de la brótola. Ni en nuestros muestreos, ni en los de Vizziano *et al.* (1993) se encontró el estadio hidratado, lo que permitiría concluir que la flota pesquera artesanal uruguaya no opera en el área de desove. De todas formas, se debe tomar en cuenta que el estadio hidratado tiene una corta duración (West, 1990).

Según observaciones en el sur de Brasil, las hembras dominan en las capturas de *U. brasiliensis* durante todo el año, excepto en los meses estivales (M. Haimovici, com. pers.). Esto puede indicar una migración reproductiva de la especie al terreno común de desove, probablemente situado en profundidades mayores (> 20 m) fuera de la costa uruguaya.

No existen datos de hallazgos de huevos y larvas de *U. brasiliensis* para nuestras costas. En el área de distribución de Argentina, los huevos y larvas de esta especie no han sido observadas (Cousseau, 1993). Lo contrario ocurre en el sur del Brasil, donde larvas que oscilaron entre 2,8 y 36 mm estuvieron

presentes durante todo el año. Las mayores densidades fueron registradas fuera de la costa en invierno y primavera en predominio de aguas tropicales y costeras (Sinque *et al.*, 1997).

La observación del estadio de desove parcial y la presencia de ovarios maduros en gran parte del año, permite confirmar la existencia de desoves múltiple, ocurriendo en un período prolongado del año. Estos extensos períodos reproductivos también ocurrieron en otras especies del mismo género. En un estudio efectuado en la Bahía de New York, Wilk *et al.*, (1990) observaron desoves de *Urophycis* spp. durante cinco meses del año.

La alta variabilidad de la temperatura, salinidad y disponibilidad alimentaria son características de la mayor parte del área de distribución de la brótola, incluyendo la costa uruguaya (ver Capítulo 2). Períodos de reproducción prolongados y múltiples desoves son comunes entre los teleósteos tropicales y subtropicales (Nikolsky, 1963; Burt *et al.*, 1988). Se supone que esto último se debe a la carencia de señales ambientales que inducen a desovar en un tiempo específico del año. En mares templados, hay distintos ciclos anuales de intensidad de luz, temperatura, nutrientes y vientos, los cuales dirigen los ciclos de productividad. Una abundante fuente de alimento estará disponible para los adultos en forma de grasa lo cual podría utilizarse para la subsecuente producción de gametos (de Vlaming, 1972). En el caso de la brótola y otras especies no tropicales, algunas de gran importancia comercial en el Atlántico sur, tal como *Engraulis anchoita* (Acuña & Castello, 1986), *Micropogonias furnieri* (Acuña *et al.*, 1992) y la merluza, *Merluccius hubbsi* (Bezzi *et al.*, 1995), los desoves múltiples pueden interpretarse como una estrategia reproductiva. Aumentan el número de huevos que pueden producirse al año (Burt *et al.*, 1988), distribuyendo el riesgo de predación sobre los huevos y las larvas durante un período extenso (Lambert & Ware, 1984) y actúa como una compensación contra

fluctuaciones adversas en la cantidad de alimento disponible para las larvas (McEvoy & McEvoy, 1992). Esto podría asegurar el éxito reproductivo en ambientes no predecibles (Ricker, 1954; Bye, 1984; Murphy, 1966; Erickson *et al.*, 1985). En otras palabras, la carencia de un corto, pero bien definido período reproductivo, puede también ser interpretada como la incapacidad de los peces para hacer frente a las señales de desove en ambientes múltiples y muy variables.

En lo que se refiere al tamaño y los estadios de madurez, hay antecedentes en las capturas en el sur del Brasil, donde las hembras maduras de *U. brasiliensis* se encuentran desde los 40 cm en adelante, mientras el tamaño mínimo de los machos maduros se acercó a los 23 cm (Ruffino & Castello, 1992/93). En los resultados para la costa uruguaya, los ejemplares más pequeños identificados como desovantes median 26,5 cm y 28,5 cm, pero la mayor abundancia de hembras desovantes fueron observadas a partir de la clase de talla entre 36 cm y 40 cm (Fig. 4.9). *U. chuss* madura a los 23 cm (Wilk *et al.*, 1990) o 29 cm (Musick, 1974), mientras *U. tenuis* se encuentra madura a los 50 cm (Musick, 1974).

En cuanto, al índice gonadosomático (IGS), Vizziano *et al.* (1993), estudiando las hembras de brótola colectadas en la costa uruguaya, encontraron un máximo de 7.7, valor ligeramente inferior al aquí reportado. Desafortunadamente, en ambos casos, la ausencia de gónadas hidratadas en los muestreos, impidió una mejor definición del período y el área de reproducción. La única publicación sobre la especie que menciona el estadio hidratado de *U. brasiliensis* (Chaves, 1989), analiza especímenes tomados en la costa del estado de São Paulo (Brasil), no haciendo referencia al IGS ni al período de reproducción. De todas maneras, pueden esperarse grandes diferencias en los valores de IGS según el área de captura. Por ejemplo, para el “white hake”, *U.*

regia y el “red hake”, *U. chuss*, Eklund & Targett (1990) reportan valores medios de IGS hasta de 9 y 11, respectivamente, mientras Wilk *et al.*, (1990) trabajando en peces de las mismas especies, pero capturados en áreas diferentes del Atlántico Norte encuentran valores que eran más bajos.

Se ha discutido para ciertas especies la utilidad de los índices gonadales (de Vlaming, 1982). Sin embargo, en el caso de *U. brasiliensis*, el IGS junto con la información sobre la distribución espacial y temporal de los estadios de madurez, se considera muy valioso. Debido a la carencia de datos para algunos meses, las capturas se agruparon estacionalmente. La variación anual del IGS promedio se equiparó muy bien con la frecuencia de las etapas de madurez de los peces (Fig. 4.8 y 4.11). Mientras que los valores de IGS medio de *U. brasiliensis*, son levemente más bajos y similares en la mayoría de los estadios, en el caso de los peces que son maduros (estadio V) o en vitelogénesis proteica (estadio IV) se observan valores significativamente más altos.

La presencia de IGS testiculares más elevados en la zona de mayor profundidad reafirman que los eventos reproductivos de *U. brasiliensis* probablemente se desarrollen en áreas no alcanzadas por la pesca artesanal.

Según Fouda *et al.*, (1993) el almacenamiento de reservas en los períodos de productividad del ecosistema, le permite a los peces utilizar la energía acumulada en momentos y lugares donde la alimentación no es ventajosa o suficiente. En *U. brasiliensis* los máximos de IGS indican que las hembras están maduras y los del IHS que se han acumulado gran cantidad de reservas alimenticias, dado que el hígado alcanzaría su máximo peso (Crupkin *et al.*, 1988). Comúnmente sucede que antes de la madurez hay un extenso período de acumulación de reservas en el hígado (Heindinger & Crawford 1977; Delahunty & de Vlaming, 1980; Bastrop *et al.*, 1992) que está asociado con el esfuerzo reproductivo (Sayer *et al.*, 1995). Contrariamente, en este caso, las reservas son

almacenadas paralelamente a la madurez y utilizadas durante o luego del desove, lo que podría estar compensando el desgaste de una larga migración reproductiva. De esta forma, las brótolas logran mantener el bienestar (factor de condición), con sólo una leve caída en los períodos reproductivos. Dicha caída podría deberse al alejamiento de su área óptima de alimentación. La única información encontrada para el género *Urophycis* es presentada por Petrov (1973) donde la gordura (peso del hígado/peso del pez en porcentaje) de *U. tenuis* oscila entre 2,5 y 10% y aumenta con el tamaño del pez, pero no hay diferencias esenciales entre machos y hembras.

Resultó sorprendente la muy escasa presencia de machos en las muestras tanto costeras como de profundidad. Goldstein (1986), para la población frente a Mar del Plata (40°S), expresa: "tampoco se los ha diferenciado entre machos y hembras dado que estas últimas son claramente dominantes en todas las muestras analizadas". La brótola apareció en todas las fajas de profundidad de 10 a 100 m en la costa del sur del Brasil, donde los ejemplares grandes estuvieron más cerca de ésta y los machos predominaron en profundidades mayores. En aproximadamente 1000 individuos analizados en esta población, las hembras representaron 80% (Com. pers. M. Haimovici). La presencia abundante de las hembras en los muestreos realizados por el "Aldebarán" advierte que los machos no son abundantes ni en aguas someras ni en las profundas. La abundancia de hembras se reitera en *U. regia* (spotted hake) y *U. chuss* (red hake) donde se propone que la selectividad del arte provoca esta situación (Eklund & Targett, 1990). Pero en nuestro caso, se aleja la posible incidencia de la selectividad del arte de pesca utilizado por los pescadores artesanales, dado que en los arrastres de fondo realizados por el "Aldebarán" no se modifica substancialmente la relación. Cabe hipotetizar entonces, que existe una distribución segregada de los sexos. O bien los machos pueden estar restringidos en forma periódica a áreas pequeñas

(parches), o son poco abundantes, por lo que la posibilidad de ser capturados disminuye, o ambos fenómenos son concomitantes. Se debe considerar que durante todo el período de muestreo no se colectaron individuos menores de 22 cm, tanto machos como hembras y que además todos eran sexualmente activos. Por lo tanto, independientemente de que pueda haber una selectividad del arte de pesca en relación a la talla, es muy posible que también exista una distribución diferencial de los individuos sexualmente activos respecto de aquellos que no lo son. Sedberry & Musick (1978) plantean que existe una relación tamaño-profundidad atribuida al cambio ontogenético, el cual permite una reducción de la competencia intraespecífica. En *U. tenuis* se observó que de mayo a junio no había hembras desovantes mientras que, se encontró un considerable número de machos en estadio de madurez V. Esto fue imputado a la distribución vertical diferente entre machos y hembras cuando desovan (Petrov, 1973).

CONCLUSIONES

- * Primer estudio comparativo y evaluatorio de la escala macroscópica aplicada en el campo y los resultados alcanzados con los estudios histológicos en *U. brasiliensis*.
- * Por primera vez se describe el estadio de madurez virginal en su escala microscópica. También se alcanza identificar los estadios de desove (parcial, parcial regresivo y desovante).
- * Se propone una escala de madurez pesquera para ser aplicada a las investigaciones de biología pesquera.
- * Se verifica fehacientemente el desove múltiple de tipo sincrónico.
- * Alta aproximación a la ubicación espacial y estacional del prolongado período de madurez y desove.
- * Se postula que la alta variabilidad oceanográfica no da señales para un desove

preciso en tiempo y espacio.

- * Las hembras maduran más tempranamente que las de otras regiones vecinas.
- * El índice gonadosomático fue valioso para evaluar el ciclo ovárico. En los machos da pautas para sugerir que el desove ocurre lejos de la costa uruguaya.
- * La pesca artesanal no actúa sobre el grupo desovante
- * El índice hepatosomático indicaría que realiza prolongadas migraciones.
- * La ausencia de machos señala una distribución segregada de los sexos.

En resumen, los datos presentados permiten apoyar la hipótesis de que la brótola madura como grupo sincrónico con un desove fraccionado durante verano-otoño en La Paloma y hay señales de desove en Piriápolis durante el invierno.

Estudios a profundizar: para ello considerar los ejemplares capturados en La Paloma en verano dada la proximidad de la actividad reproductiva por la presencia de estadios III y desovantes y el pico de IGS e IHS.

- * Realizar insimulación artificial para cuantificar el tiempo que lleva la hidratación, el desove y el crecimiento larval.
- * Analizar el contenido químico del hígado durante un año en las áreas de la costa uruguaya por tamaño y por estadio de madurez.

Capítulo 5

Alimentación

Introducción

Para un mejor entendimiento de la biología de los peces es necesario interpretar las interrelaciones que existen entre éstos y el medio del cual forman parte. Los estudios sobre la alimentación permiten conocer los tipos de alimento (dieta) que los peces consumen y la abundancia de las especies consumidas, hábitos alimenticios y el nivel trófico que ocupan con sus relaciones tróficas inter e intraespecíficas (Wootton, 1990). Toda esta información favorecerá el análisis de los aspectos trófodinámicos y la ecología del ambiente (Gerking, 1994).

Existen dos líneas en los estudios de alimentación de peces; una de ellas cualitativa, que es la que se encarga de describir la dieta de los peces (Bowen, 1983; Cailliet *et al.*, 1986). Dicho enfoque examina las posibles diferencias estacionales de la dieta y/o entre dietas de grupos poblacionales de hábitats distintos (variación espacial) así como, las interrelaciones con otras especies de peces. La segunda línea, cuantitativa, pretende estimar la cantidad de alimento consumido por un individuo o una población e involucra estimaciones de ración diaria de alimento o de gastos energéticos, mediante estudios de campo y de laboratorio (Hyslop, 1980).

Dentro de la primera orientación, existe una amplia literatura que refiere a la gran variedad de métodos que se diferencian en el criterio para determinar la importancia de cada una de las componentes alimenticias (Hynes, 1950; Windell

& Bowen, 1978; Hyslop, 1980; Bowen, 1983). Entre éstos se destaca, el Índice de Importancia Relativa (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971) para compensar los inconvenientes que se presentan al trabajar con contenidos alimenticios predigeridos o digeridos. Dicho índice incorpora la frecuencia porcentual numérica, volumétrica y de ocurrencia. Otros métodos cuantitativos analizan la importancia alimenticia como el Coeficiente alimentario (Hureau, 1970) de muy simple manejo.

Todas las funciones básicas como el crecimiento, el desarrollo, la reproducción y las migraciones se dan a expensas del consumo de alimento y del balance energético posterior a la ingesta (Wootton, 1990). Además, los distintos patrones de alimentación son factores que determinan frecuentemente, la distribución de los peces en el ecosistema durante el desarrollo de su vida y son herramientas indispensables para entender el papel que juegan dentro del ambiente marino (Nikolsky, 1963; Lagler *et al.*, 1977).

La brótola es un organismo bento-demersal (Olivier *et al.*, 1966). Resultados de estudios preliminares realizados en las costas del Departamento de Montevideo (Uruguay) y de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) establecen que sus hábitos alimenticios son macrófago-carnívoros (Mora & Pintos, 1980). *U. brasiliensis* tiene una dieta preferentemente de camarones y tendencia a la ictiofagia en las tallas mayores, para la cual posee adaptaciones para la aprehensión y retención de peces (Goldstein, 1986; 1988). Desde el punto de vista ecológico ocupa el lugar de los grandes predadores (Goldstein, 1988). Para la zona costera de Piriápolis y La Paloma no existen antecedentes sobre aspectos tróficos de la brótola.

Las áreas consideradas en este estudio están ubicadas en el litoral uruguayo, en un ecotono subtropical con cuatro estaciones climáticas bien definidas y que se caracteriza por ser altamente dinámico (ver Capítulo 2). De

esta forma, se establece un importante gradiente ambiental, con una alta variabilidad espacial y temporal que sería la responsable de la distribución de las especies costeras, además de actuar como barrera ecológica para muchas otras. La zonación de las comunidades bentónicas del litoral rocoso del Uruguay presenta dos áreas bien definidas: un sector de régimen fluvio-marino (entre Atlántida y Piriápolis) con una marcada influencia del Río de la Plata, y un sector oceánico (al este del Cabo Santa María), entre los cuales existe un ecotono comprendido entre Playa Verde y Punta José Ignacio, Dpto. de Maldonado (Fig. 2.1) (Maytía & Scarabino, 1979). El Río de la Plata actuaría como una barrera ecológica para la distribución latitudinal de muchas especies litorales entre 29° S y 43° S, provocando que las comunidades del norte y del sur sean bastante diferentes (Escofet *et al.*, 1979; Masello & Menafrá, 1998). También el Río de la Plata, por sus características mixohalinas y poikilohalinas, alberga una ictiofauna típicamente eurihalina y tolerante a cambios acentuados de temperatura y turbidez (Abella *et al.*, 1979); como es el caso de la familia Sciaenidae (Nión, 1998).

Los peces predadores pueden ser flexibles a los cambios de ofrecimientos alimenticios en tiempo y espacio, o adquirir una fuerte especialización trófica (Gerking, 1994). La ocupación de diferentes hábitats marinos por poblaciones de una misma especie conlleva ofertas alimenticias distintas. En el caso de *U. brasiliensis* existe información incipiente en esta temática así como también para los demás integrantes de la ictiofauna costera uruguaya.

HIPOTESIS: la composición de la dieta de la brótola es diferente entre las zonas estuarial y oceánica.

OBJETIVOS:

- Determinar la composición de la dieta de los ejemplares desembarcados por la pesca artesanal en Piriápolis y La Paloma.
- Estimar la existencia de variaciones estacionales en la alimentación en cada zona y entre ellas.
- Determinar las posibles diferencias ontogenéticas de la dieta.

Materiales y Métodos

Los estómagos fueron extraídos considerando la estructura del tubo digestivo descrita por Mora & Pintos (1980) y Goldstein (1986). Luego de pesados (precisión de 0,01 g), fueron preservados en formol 10% neutralizado con bórax.

Se analizaron los contenidos estomacales de 1550 ejemplares del total de 2786 individuos. Para el análisis estadístico se utilizaron las muestras (n=583) que corresponden al período invierno 1994 al otoño de 1995 (Tabla 3.1).

Procesamiento de las muestras

Los contenidos estomacales se examinaron en el laboratorio, de acuerdo a la metodología descrita por Bowen (1983) y se determinó el número y peso húmedo (con precisión 0,01 g) de los ítem-presa identificados al menor nivel taxonómico posible. Para esto se utilizó un microscopio estereoscópico y claves de identificación de peces (Menni *et al.*, 1984; Figueiredo & Menezes, 1978); crustáceos (Boschi, 1969; Boschi *et al.*, 1992); así como la consulta con investigadores especializados en los diferentes grupos taxonómicos. Se

identificaron taxonómicamente 34 ítem-presa que se agruparon en cuatro grandes categorías de alimento: crustáceos, peces, moluscos y otros (piedras, parásitos y restos vegetales).

Análisis de las muestras

A los diferentes componentes de la dieta encontrados en cada estómago se les aplicaron los siguientes métodos de cuantificación (Hyslop, 1980):

Porcentaje de frecuencia de ocurrencia (% Fi): frecuencia (expresada en porcentaje) con que el ítem-presa o categoría de alimento aparece en el total de los estómagos con contenido.

Porcentaje en peso (% Pi): porcentaje del peso de cada ítem-presa o categoría de alimento respecto al peso total del contenido de todos los estómagos.

Porcentaje de la frecuencia numérica (% Ni): porcentaje del número de ítem-presa o de una categoría de alimento presente con respecto a la suma total de todas las categorías encontradas en todos los estómagos.

Estos valores fueron calculados para cada ítem-presa y categoría de los alimentos presentes en los contenidos de los ejemplares capturados en Piriápolis y La Paloma discriminados para las 4 estaciones del año y para cuatro clases de talla: clase 1 (20 a 30 cm), clase 2 (31 a 40 cm), clase 3 (41 a 50 cm) y clase 4 (51 a 60 cm).

A partir de estos resultados, se aplicó el Índice de Importancia Relativa (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971), para los ítem-presa y categorías de alimentos presentes en los contenidos de los ejemplares capturados en Piriápolis y La Paloma.

$$IIR = ((\% Ni + \% Pi) * \% Fi)$$

Además, el IIR se utilizó para investigar las posibles diferencias en la composición de la dieta entre estaciones del año y clases de talla.

De acuerdo a Hureau (1970) se procedió a determinar el Coeficiente alimentario (Q) de las categorías de alimento por estación del año y para cada área de estudio:

$$Q = N_i \% * P_i \%$$

Tres categorías fueron consideradas:

Presas preferenciales = $Q > 200$ (máximo 10.000)

Presas secundarias = $20 < Q < 200$

Presas accidentales = $Q < 20$.

Análisis estadístico

Se utilizó el IIR como variable, tanto para los ítem-presa como para las categorías de alimento. Para estudiar si las posibles diferencias alimentarias se debían a la incidencia del lugar de muestreo, clases de talla, estaciones del año y las interacciones de segundo orden se construyeron matrices de similitud porcentual (ISP, Índice de Renkonen) (Krebs, 1989) (Anexo 5.1; Anexo 5.2).

Del análisis de cada una de las matrices se eligieron aquellos factores con menor superposición: estaciones (5 ítemss con el valor más alto del IIR para el caso de los ítem-presa) y talla (para todas las categorías de alimento), como forma de encontrar en cuales de estos factores existe la mayor variabilidad en las dietas. Se verificó la homogeneidad de varianza mediante el test de Bartlett (Zar, 1984); debido a que el mismo fue significativo (Anexo 5.3; Anexo 5.4) se aplicó la transformación: $\log(x + 1)$ para estabilizar las varianzas, la que fue ineficaz. Por

lo tanto, se recurrió al test no paramétrico de Kruskal & Wallis (Zar, 1979) para verificar las diferencias entre estaciones por un lado y talla por otro.

Resultados

De los 1550 ejemplares el 10 % (159) tenían los estómagos evaginados, los que se descartaron de los análisis. De los 1391 restantes considerados en buenas condiciones, 54 % de los estómagos tenían contenido y 46 % estaban vacíos (Tabla 5.1).

Composición de la dieta

La composición específica de la dieta de *U. brasiliensis* estuvo integrada por 23 especies completamente identificadas (Tabla 5.2).

La especie más depredada por la brótola de la costa uruguaya fue el camarón, *Artemesia longinaris* (Fig. 5.1a, b) con valores de IIR=4192 (Piriápolis) y IIR=2684 (La Paloma) (Tabla 5.3). Se asume que los restos de camarones no identificados se distribuyen en las mismas proporciones que las especies determinadas. Los otros ítems crustáceos tuvieron baja representatividad (Tabla 5.3), pese a lo cual, se destaca la amplia variedad específica, de cangrejos (Tabla 5.2) (Fig. 5.2 a). Los peces fueron un ítem importante en la dieta, pero su identificación fue difícil debido al avanzado estado de digestión en que se encontraban generalmente (Fig. 5.2b).

Tabla 5.1. Número total de estómagos analizados: con contenido, vacíos y el rango de tallas de los ejemplares de *U. brasiliensis* colectados en Piriápolis y La Paloma para cada estación del año (otoño, invierno, primavera y verano).

	Piriápolis				La Paloma			
	Totales	Con contenido	Vacíos	Rango de talla (cm)	Totales	Con contenido	Vacíos	Rango de talla (cm)
Otoño	98	56	42	26 - 58	117	71	46	33 - 60
Invierno	316	159	157	23 - 55	131	57	74	28 - 52
Primavera	204	85	119	25 - 56	193	113	80	28 - 58
Verano	117	87	30	24 - 55	215	117	98	26 - 60
Totales	735	387	348	23 - 58	656	358	298	26 - 60

Tabla 5.2. Composición de la dieta de *Urophycis brasiliensis*

Mollusca

Gastropoda	Nassariidae	<i>Buccinanops gradatum</i> <i>Buccinanops globulosum</i>
	Columbelliae	<i>Anachis paessleri</i>
Bivalvia		Sp A

Crustacea

Decapoda		
Natantia	Penaeidae	<i>Artemesia longinaris</i>
	Solenoceridae	<i>Pleoticus muelleri</i>
	Sergestidae	<i>Peisos petrunkevitchi</i>
Reptantia	Grapsidae	<i>Cyrtograpsus affinis</i> <i>Cyrtograpsus angulatus</i> <i>Cyrtograpsus altimanus</i> <i>Chasmagnathus granulata</i>
	Majidae	<i>Leurocyclus tuberculatus</i> <i>Libinia spinosa</i>
	Xanthidae	<i>Panopeus</i> sp.
	Platyxanthidae	Platyxanthus crenulatus
	Diogenidae	<i>Dardanus arrosor insignis</i> <i>Loxopagurus loxochelis</i> <i>Pagurus</i> sp.
	Paguridae	<i>Pinnixia patagoniensis</i>
	Pinnotheridae	<i>Neomysis americana</i>
Mysidacea	Mysidae	Sp A
Cumacea		Sp A
Isopoda	Serolidae	<i>Serolis</i> sp
	Cirolanidae	Sp A
	Cymothoidae	<i>Nerocila</i> sp
	Idotheidae	<i>Macrochiridothea</i> sp
Amphipoda	Garmmaridae	Sp A

Pisces

Sp B

Sp C

Osteichthyes

Engraulidae

Sciaenidae

Anchoa marini

Cynoscion guatucupa

Syngnathidae

Menticirrhus sp

Siluridae

Syngnathus folletti

Percophidae

Tachysurus barbuis

Congridae

Percophis brasiliensis

Trichiuridae

Conger orbignyanus

Phycidae

Trichiurus lepturus

Cynoglossidae

Urophycis brasiliensis

Condrychthyes

Rajidae

Symphurus sp.

Sympteria sp

Tabla 5.3. Índice de Importancia relativa (IIR) de los ítems-presa de *U. brasiliensis* capturados en Piriápolis y La Paloma.

	PIRIAPOLIS	LA PALOMA
Buccinanops gradatum	0,0	0,1
<i>Buccinanops globulosum</i>	19,3	0,6
<i>Anachis paessleri</i>	0,0	0,1
Bivalvia	0,8	0,4
<i>Artemesia longinaris</i>	4192,4	2684,0
<i>Pleoticus muelleri</i>	0,0	21,9
<i>Peisos petrunkevitchi</i>	1,7	1,0
<i>Cyrtograpsus affinis</i>	2,3	0,3
<i>Cyrtograpsus angulatus</i>	0,1	0,0
<i>Leurocyclus tuberculosus</i>	0,0	0,1
<i>Libinia spinosa</i>	0,0	0,1
<i>Panopeus</i> sp.	0,1	0,0
<i>Platyxhantus crenulatus</i>	0,6	0,0
<i>Dardanus arrosor insignis</i>	0,0	0,1
<i>Loxopagurus loxochelis</i>	0,0	0,1
<i>Pagurus</i> sp.	0,0	0,7
<i>Pinnixia patagoniensis</i>	1,1	0,0
<i>Neomysis americana</i>	16,3	4,3
Cumacea	0,0	0,1
Isopoda	0,1	1,2
Amphipoda	0,0	1,7
	56,1	60,1

	PIRIAPOLIS	LA PALOMA
Cangrejos no identificados.	0,2	1,0
Anchoa marini	0,1	0,0
<i>Cynoscion guatucupa</i>	26,6	217,9
<i>Menthicirhus</i> sp.	1,9	0,0
<i>Syngnathus folletti</i>	0,2	0,1
<i>Tachysurus barbatus</i>	5,8	0,2
<i>Symphurus</i> sp.	0,0	0,1
Urophycis brasiliensis	0,1	2,1
<i>Sympterygia</i> sp.	1,5	0,0
Peces no identificados	689,9	682,3
Objetos extraños	106,7	178,7

Variación espacial de la dieta

La diferencia más evidente que se observan entre las áreas de estudio es la presencia de especies exclusivas de cada zona que, generalmente, tuvieron una representatividad muy baja. Así es el caso en Piriápolis de los crustáceos: *Cyrtograpsus angulatus* (n=1), *C. affinis* (n=1), *Pinnixa patagoniensis* (n=9), *Platyxanthus crenulatus* (n=4), *Chasmagnathus granulata* (n=1), *Panopeus* sp. (n=1) y de los peces: *Anchoa marinii* (n=1), *Menthicirrus* sp. (n=1) y *Sympterigia* sp. (n=2). En cambio, en La Paloma hubo más variedad de especies. Dentro de las menos abundantes estuvieron los gastrópodos: *Buccinanops gradatum* (n=3) y los crustáceos: *Anachis paessleri* (n=4), Amphípoda (n=8). Representados por un solo ejemplar estuvieron, *Libinia spinosa*, *Leurocyclus tuberculatus*, *Pagurus* sp., *Loxopagurus loxochelis* y *Dardanus arrosor insignis*. Entre los peces, *Macrodon ancylodon* (n=1), *Conger orbignyianus* (n=1), *Trichiurus lepturus* (n=2) y *Syngnathus folletti* (n=3) se identificaron en los contenidos estomacales de individuos de esta zona.

Del análisis cuantitativo realizado con el Índice de Importancia Relativa (IIR) calculado para los ítem-presa (Tabla 5.3) y para las categorías de alimento (Fig. 5.3) de la dieta de los ejemplares de la zona de Piriápolis y La Paloma se observa que existe una gran similitud en la dieta en ambas zonas.

De acuerdo al Índice de Renkonen (ISP), el valor resultante indica que tanto, para los ítem-presa (Anexo 5.1a), como para las categorías de alimento (Anexo 5.2a) hubo alta similitud de la dieta entre las áreas. De la misma forma, se aprecia en la distribución relativa de las categorías de alimento (crustáceos, moluscos, peces y otros) para las dos zonas estudiadas (Fig. 5.3).

El test de Kruskal & Wallis fue aplicado para analizar las posibles diferencias entre áreas, tanto para los ítem-presa (Tabla 5.4a) como para las

categorías de alimentos (Tabla 5.4b) resultando no significativo. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis de que la dieta de los ejemplares del área estuarial y oceánica sea diferente.

A su vez, el Coeficiente alimentario (Q) reveló que en ambas zonas y en todas las estaciones, las presas preferenciales fueron los crustáceos y los peces (Tabla 5.5). Los moluscos presentaron Q muy bajos (presas accidentales).

Variación estacional de la dieta

Tanto en Piriápolis como en La Paloma, los crustáceos fueron netamente dominantes en todas las estaciones, mientras que los peces ocuparon el segundo orden en abundancia. Los crustáceos en Piriápolis presentaron una neta tendencia a disminuir IIR del invierno de 1994 al otoño de 1995 (Fig. 5.4); mientras, el IIR de los peces fue variado. En cambio en, La Paloma tanto crustáceos como peces, el IIR fluctuó. Aplicada la matriz de ISP (Renkonen) se observó que este factor (estación) no generaba la mayor variabilidad (Anexo 5.1c; Anexo 5.2c) por lo que el análisis de Kruskal & Wallis no fue realizado.

Variaciones de la dieta con la talla de los peces

Como consecuencia de la semejanza de la dieta entre los ejemplares de las dos zonas estudiadas, se agruparon los datos para evaluar las diferencias ontogenéticas. Los cálculos del IIR para las 4 clases de talla demostraron que existe una disminución gradual del ítem crustáceo a medida que los ejemplares de brótola crecen en longitud. Esto se observó con mayor claridad en La Paloma que en Piriápolis. El ítem peces es preferido por los individuos mayores de 40

cm tanto en Piriópolis como en La Paloma (Fig. 5.5). Para el factor talla tampoco se generó mayor variabilidad al emplear el ISP (Anexo 5.1b; Anexo 5.2b) por lo que el test de Kruskal & Wallis no fue realizado.

Fig. 5.3. Índice de Importancia Relativa (IIR) de las categorías de alimento (crustáceos, peces, moluscos y otros) encontradas en los contenidos estomacales de los ejemplares de *U. brasiliensis* capturados en (a) Piriápolis y (b) La Paloma.

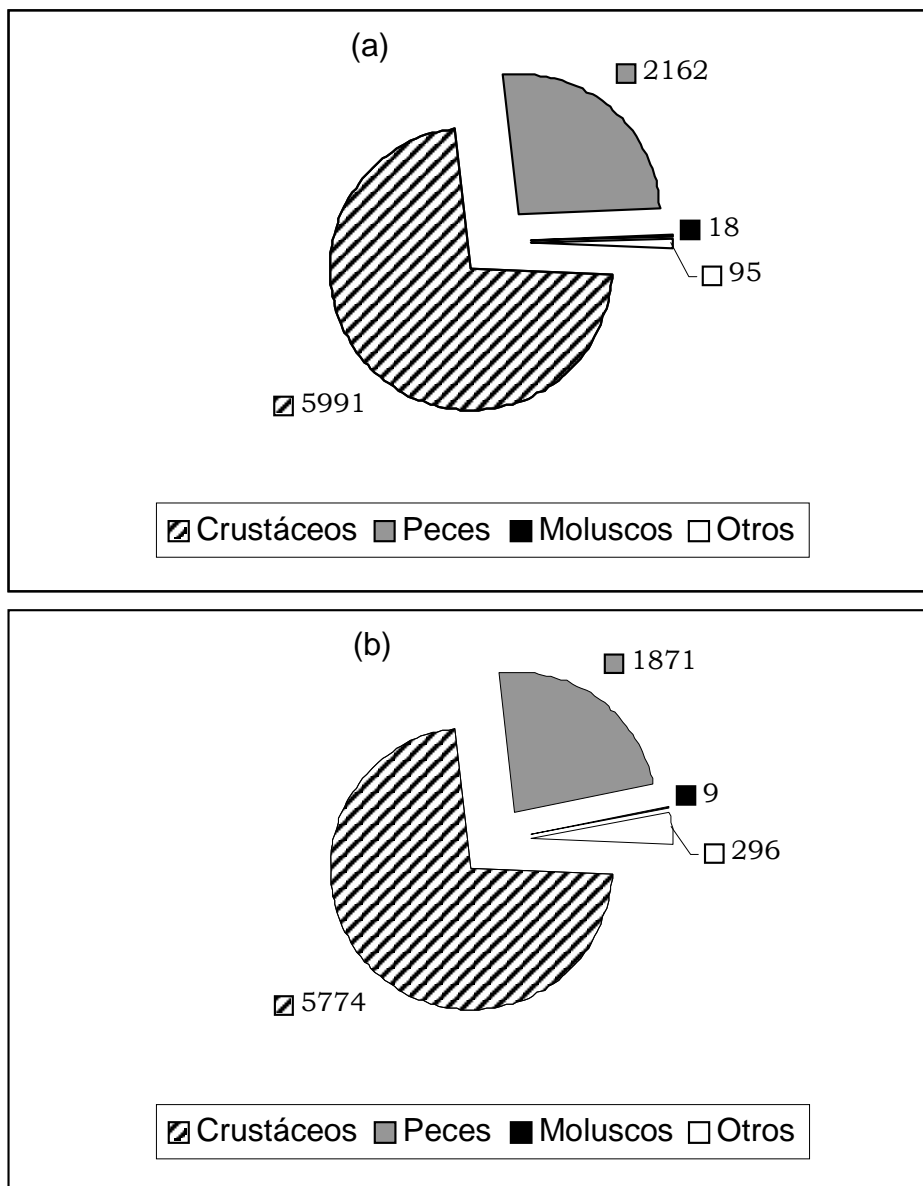


Tabla 5.4. Valores del Test de Kruskal & Wallis (H) aplicado a los (a) ítems-presa y (b) categorías de alimento de *U. brasiliensis* considerando el Índice de Importancia Relativa (IIR) como variable dependiente y el factor estación en (a) y el factor talla en (b) como variables de agrupamiento (df=3; $\alpha = 0,05$).

	H	p
(a)		
<u>Ítems-presa</u>		
Peces no identificados	7.163	0.067
Otros	7.329	0.067
Camarones no identificados	7.713	0.634
Artemesia longinaris	4.579	0.205
Cynoscion guatucupa	2.736	0.434
(b)		
<i>Categorías de alimento</i>		
Crustáceos	4.429	0.219
Peces	5.454	0.141
Moluscos	5.043	0.169
Otros	4.788	0.188

Fig. 5.4. Índice de Importancia Relativa (IIR) de las categorías de alimento (crustáceos, peces, moluscos y otros) encontrados en los contenidos estomacales de los ejemplares de *U. brasiliensis* capturados en (a) Piriápolis y (b) La Paloma durante el invierno, primavera, verano y otoño.

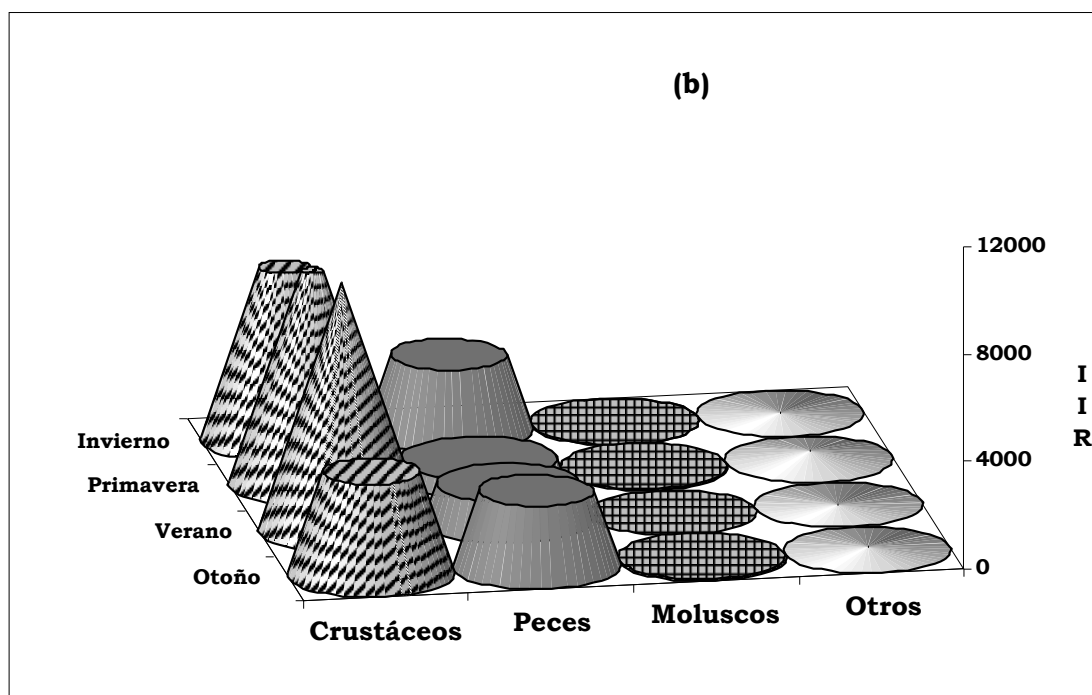
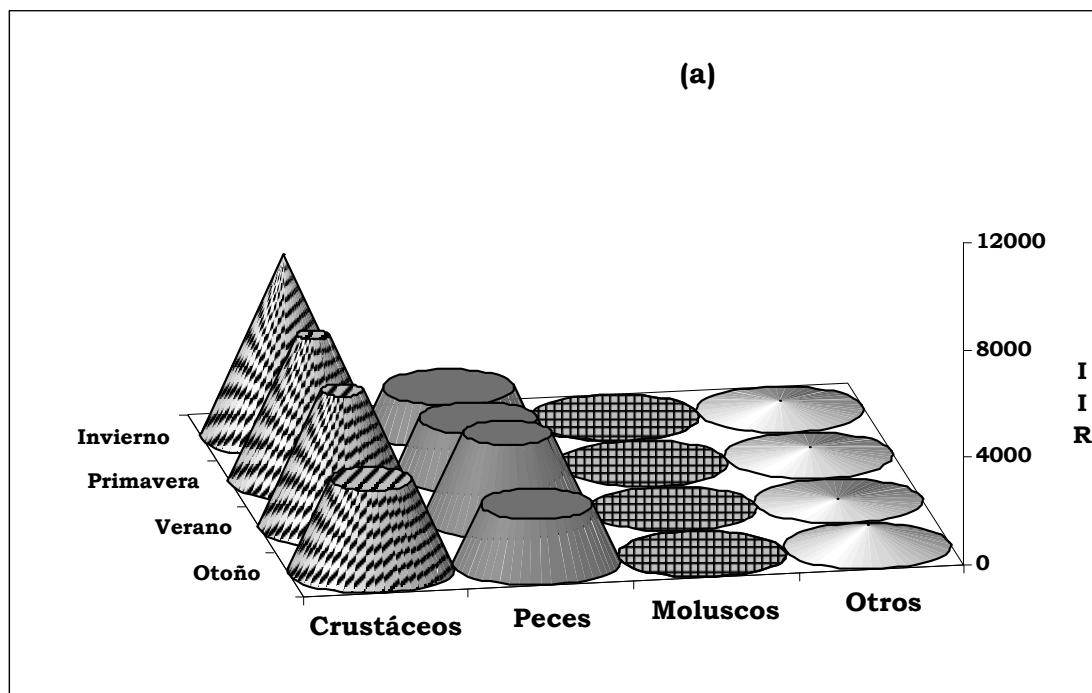
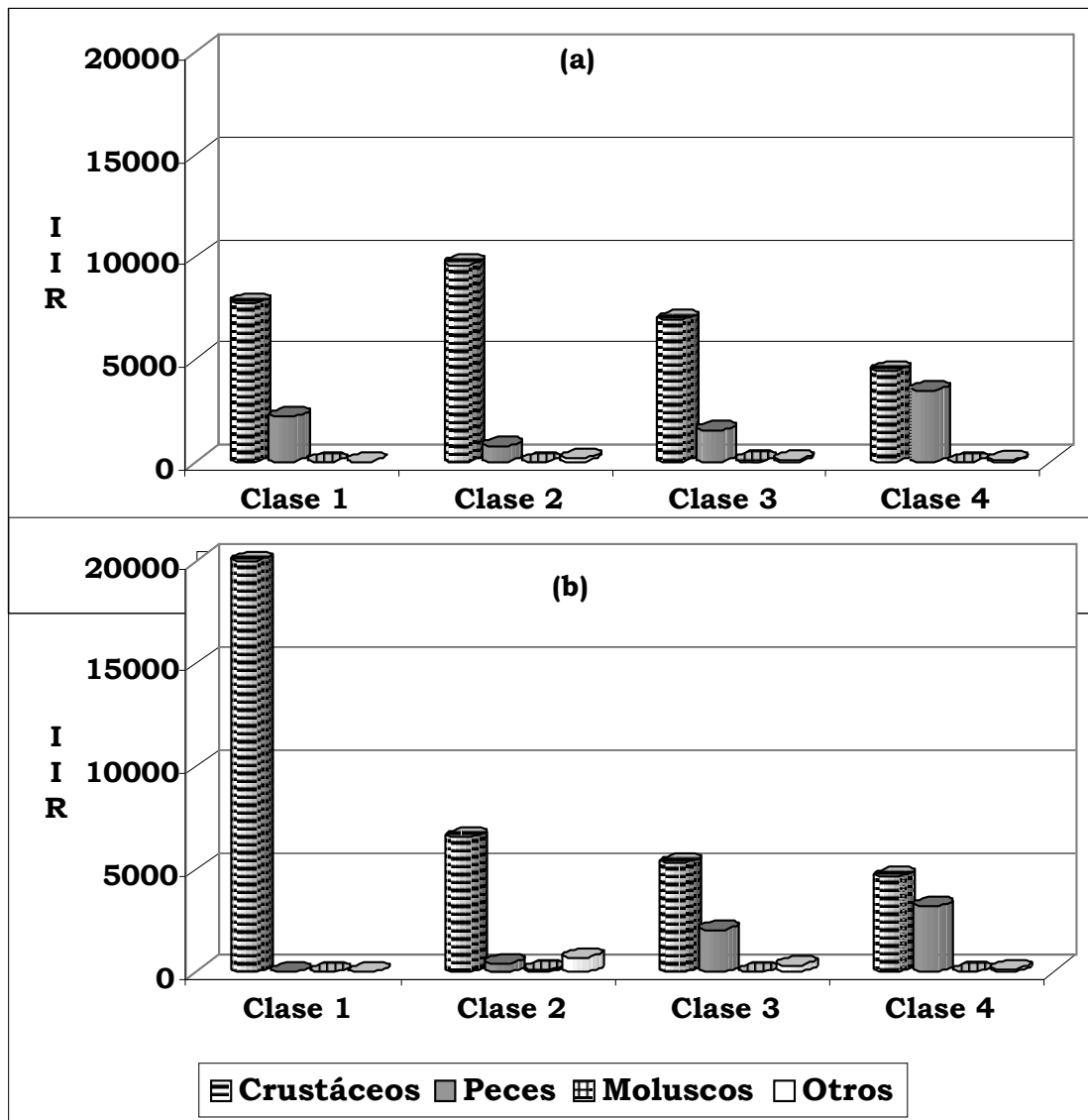


Fig. 5.5. Índice de Importancia Relativa (IIR) de las categorías de alimento (crustáceos, peces, moluscos y otros) para las clases de talla 1 (20 a 30 cm), 2 (31 a 40 cm), 3 (41 a 50 cm) y 4 (51 a 60 cm) de los ejemplares de *U. brasiliensis* capturados en (a) Piriápolis y (b) La Paloma.



Discusión

Dada la baja presencia de machos de brótola en las muestras analizadas (ver Capítulo 4), los resultados alcanzados sobre la dieta corresponden al stock de hembras.

Durante el examen *in situ* de los peces provenientes de la pesca artesanal se observaron algunas particularidades que se detallan a continuación: existieron estómagos evaginados que afectaron la representatividad de los ejemplares en las muestras colectadas mensualmente. Bowman (1986) realizó observaciones en las capturas de arrastre de fondo, encontrando que *Urophycis chuss* (“red hake”), fue de los peces más propensos a expulsar el alimento contenido en los estómagos. Esta observación se repitió para *Merluccius bilinearis* (silver hake). Esta situación ha sido también, estudiada en forma experimental (Bromley, 1994). En los peces fisoclisticos, la expansión del gas en la vejiga natatoria la lleva a ocupar gran parte de la cavidad del cuerpo ejerciendo una fuerte presión sobre las vísceras y provocando la evaginación del estómago (Bowman, 1986). Dadas las mismas características anatómicas y la estrecha relación espacial entre la vejiga gaseosa y el tubo digestivo encontradas en *U. brasiliensis* por Pintos & Mora (1980) y Goldstein (1986), se podría postular que estas características serían las causantes de la evaginación del estómago. La aparición de estómagos vacíos correspondería a la ausencia misma de alimento, ya que en las observaciones *in situ* se encontraba a éstos muy contraídos y con agua, siendo poco probable que haya habido regurgitación. De todas maneras, sería necesario un seguimiento y cuantificación de estos eventos en el caso que se realicen estimaciones de intensidad de alimentación o de consumo de alimento diario.

El análisis cualitativo de los contenidos de *U. brasiliensis* tuvo los inconvenientes ampliamente descriptos para este tipo de análisis (Bowen, 1983). La lista de ítem-presa identificados a nivel de especie fue más satisfactoria para los crustáceos que para los peces (restos de peces). Esto también influyó en los métodos de cuantificación.

La dieta de *U. brasiliensis* estuvo constituida principalmente por crustáceos de pequeño tamaño (camarones, anfipodos, misidáceos, etc), por peces en menor proporción, y por moluscos, que estuvieron escasamente representados. Esta composición de alimentos confirma la relación de *U. brasiliensis* con organismos enterrados en el fondo marino o muy próximo a él.

Artemesia longinaris fue la presa más abundante. La ingestión de este camarón pudo deberse a su gran disponibilidad y/o a la captura selectiva de la brótola facilitada por su especialización morfológica. En la detección de presas enterradas juega un papel importante el barbillón situado en la mandíbula inferior y las aletas pélvicas. Estudios neuroanatómicos y observaciones comportamentales experimentales hallaron que las aletas modificadas con filamentos libres estarían constituidos por quimiorreceptores, y actuarían como recolectores del alimento (Bardach & Case, 1965; Pearson *et al.*, 1980). Para *U. brasiliensis* dichas aletas modificadas serían una herramienta importante para la detección del alimento en condiciones de baja luminosidad (Goldstein, 1986), como es el caso de los camarones que se entierran en la arena.

Dentro de los peces presentes en la dieta de la brótola tanto en Piriápolis como en La Paloma, la preferencia fue por la pescadilla de calada, *Cynoscion guatucupa*.

Las investigaciones del presente estudio y las realizadas en las costas de Montevideo, Mar del Plata (40° S) y Rio Grande (33° S), coinciden respecto a las tres grandes categorías de alimento (crustáceos, peces y moluscos) (Mora &

Pintos, 1980; Goldstein, 1986; Capítoli *et al.*, 1994). La composición del grupo crustáceos encontrada en el presente estudio frente a Piriápolis y La Paloma coincide a nivel específico con la dieta en la costa Argentina (Goldstein, 1986, 1988). En cambio, las brótolas en su distribución frente a Montevideo no presentan una dieta de camarones sino fundamentalmente constituida por cangrejos del género *Cyrtograpsus* (Mora & Pintos, 1980). La ausencia de camarones se explica en función que la mayoría de éstos son de ambientes marinos (salinidades altas) (Boschi *et al.*, 1992) y por lo tanto, no se distribuyen en la zona oligohalina del Río de la Plata. Los estómagos de los ejemplares de Piriápolis y La Paloma no contenían ningún calamar, como los identificados en las costas de Mar del Plata (Goldstein, 1986) por lo se deduce que la brótola uruguaya no migraría a los lugares de concentración de este recurso. También, la pescadilla fue registrada en los contenidos de los ejemplares de Mar del Plata (Goldstein, 1986), no así para los de las costas de Montevideo, donde juveniles de pejerrey (*Basilichthys* sp.) y corvina (*Micropogonias. furnieri*) fueron los representantes de esta categoría (Mora & Pintos, 1980). La excepción son los poliquetos (*Eurice* sp.) hallados en los contenidos estomacales de las brótolas argentinas y en pequeños ejemplares capturados en Rio Grande. Tal vez, la ausencia de juveniles de brótolas en nuestras muestras sea la razón por la que no se registraron los poliquetos.

Si a su vez, analizamos el cuadro comparativo entre varias especies del género *Urophycis* (Goldstein, 1986), encontramos que los ejemplares estudiados en Piriápolis y La Paloma aproximan su dieta a la determinada en otras latitudes. Todas las variaciones que se detectan en la composición de la dieta entre distintas especies de este género, son el resultado de la disponibilidad diferencial de las presas en el ambiente al que están relacionadas. La dispersión de las mismas está influenciada por el tipo de hábitat caracterizado por los parámetros

físicos, químicos y biológicos. Pero, el conjunto de las macro coincidencias (categorías de alimento) ocurre a partir de sus adaptaciones morfológicas que le permiten extraer los alimentos del fondo.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la brótola también se alimenta en la columna de agua, dada la presencia de peces que no están estrechamente relacionados con el fondo y de misidáceos. Existe un cierto grado de especialización hacia el tipo de alimento (bentófago) pero tiene características generalistas que le permiten adaptarse a la presa que se encuentra en distintos ambientes.

La boca terminal y algo protráctil y la capacidad de extensión de la cavidad bucofaríngea que posee la brótola le permite el ingreso de presas grandes, que comienzan su predigestión en las primeras porciones del tubo digestivo (Goldstein, 1986). La fuerte presencia de dientes y placas dentarias distribuidas en la cavidad buco-faríngea (Mora & Pintos, 1980) permiten ubicar a la brótola como un pez predador-carnívoro. Se debería profundizar en el conocimiento de las conductas de la alimentación como ser la búsqueda, detección, captura e ingestión de las presas.

Los peces costeros despliegan gran flexibilidad de la alimentación en tiempo y espacio, comparten similares fuentes de alimento el que toman de diferentes niveles de la red trófica por caminos pelágicos y bentónicos (Yañez-Arancibia *et al.*, 1986).

Al examinar los alcances de los estudios producidos por Goldstein (1986) y los obtenidos en esta investigación se comprueba que la brótola tiene una preferencia en la alimentación de camarones (carcinofagia). A pesar de esto, tiende a ser flexible a cambiar entre un rango de categorías de alimento a otra aprovechando probablemente la disponibilidad en el ambiente, como es el caso de los generalistas (Hyatt, 1979; Gerking, 1994). En tanto, no es un especialista

estricto (Gerking, 1994), ya que esto implicaría una dieta restringida a un número relativamente pequeño de especies. Ni tampoco, puede catalogarse como una oportunista, que cambia de una a otra más provechosa de forma continua. Más bien, la brótola posee una adaptabilidad trófica, donde la habilidad para tomar ventajas de las más provechosas fuentes de alimento en un tiempo particular (Gerking, 1994) no le ocasiona gastos energéticos inútiles, ni riesgo de vida (Wootton, 1990). No se cuenta con suficiente información destacable sobre la composición y distribución de las especies presa de la brótola en la costa uruguaya. Respecto a los crustáceos, y específicamente a camarones y cangrejos, existen publicaciones puntuales y descriptivas que apenas permiten una evaluación primaria. Pero una vez más, las investigaciones biológicas, como la presente, ofrecen casos de ejemplos de forrajeo óptimo (Townsend & Winfield, 1985), sin poderlos afirmar fehacientemente por las carencias ya mencionadas.

Están ampliamente descriptas las variaciones tróficas que suceden entre los distintos grupos de tallas de peces (Nikolski, 1963, Weatherley & Gill, 1987; Wootton, 1990). La diversidad de ítems encontradas en los estómagos de peces de diferente tamaño, refleja cambios en la preferencia y disponibilidad de alimentos durante el crecimiento (Yañez-Arancibia *et al.* 1986). En *U. brasiliensis* a partir de los 350 mm de longitud según proponen Mora & Pintos (1980) y 280 mm, según Goldstein, (1986) se produce la incorporación de peces a la dieta, dado el incremento del ancho o diámetro bucal (Goldstein, 1986). Estos cambios no se evidenciaron claramente en este estudio por haber adquirido una muestra de la población donde los extremos de las longitudes no estuvieron bien representados. De todas maneras, se observa que en la talla 3 (41 a 50 cm) hay un aumento de la ingestión del ítems peces.

Mediante el análisis cuantitativo, se pudo detectar que el método por porcentaje en peso jerarquizaba a los peces y el numérico a los crustáceos e

incidía fuertemente en los resultados cuando eran discriminados por las estaciones del año (Acuña *et al.*, 1995). Recientemente, Cortés (1997) sugirió que el Índice de Importancia Relativa (IIR) sería más robusto a los cambios y podría ser utilizado como índice estandarizado para facilitar la comparación de dietas. Aplicado este índice y realizados los análisis comparativos de acuerdo a la hipótesis presentada, si bien existió una tendencia a la diferenciación de la dieta entre locales de colecta, por estación del año y entre clases de tallas, esto no pudo ser corroborado estadísticamente. Ello pudo haber estado influido por el hecho de que los tests no paramétricos tienen el inconveniente de aumentar la probabilidad de cometer error de tipo I (aceptar una hipótesis nula cuando ella es falsa).

Sin embargo, las razones principales que podrían explicar el rechazo de la hipótesis propuesta en el presente capítulo se relacionan con el hecho que dicha Ho estuvo basada fundamentalmente en las características de la dinámica física y química del agua costera uruguaya y en la distribución de las comunidades bentónicas costeras (Maytía & Scarabino, 1979; Escofet *et al.*, 1979). Dicha información llevó a especular que la biota presente entre las áreas de estudio era potencialmente distinta. Sin embargo, probablemente este supuesto sea falso. El enorme vacío existente en el conocimiento de las comunidades biológicas (abundancia espacial y temporal) de la costa uruguaya no pudo ser considerado para argüir dicha hipótesis ni profundizar en la discusión.

Los resultados primarios obtenidos sobre la biología trófica de la brótola en el área de Montevideo (Mora & Pintos, 1980) permiten extrapolar que existe una tendencia a profundizarse las diferencias en la composición de la dieta entre esta área y los individuos capturados al este de la costa uruguaya. Esto puede deberse a la composición de tallas registradas en cada área (ver Capítulo 6) y/o a un número pequeño de muestras. De todas maneras, se podría argumentar más

fuertemente que la comparación indica que las áreas de muestreo son diferentes y por lo tanto, se podría tomar en cuenta como futura hipótesis a ser testada.

CONCLUSIONES:

- * Se encontraron un importante porcentaje de estómagos evaginados que debería realizarse un seguimiento cuantificado de los mismos.
- * Los crustáceos, peces y moluscos fueron las principales categorías alimentarias encontradas en la dieta de la brótola.
- * El camarón *Artemesia longinaris* fue el ítem predominante en los contenidos estomacales. La dieta de crustáceos bentónicos está relacionada con las adaptaciones morfológicas que presenta la brótola.
- * Existe una ictiofagia en los peces adultos.
- * La estrategia alimentaria estaría relacionada al forrageo óptimo pero es necesario profundizar en la biota costera uruguaya.
- * Los estudios estadísticos marcaron independencia de los lugares de distribución de la brótola en relación a la composición de la dieta.

Estudios a profundizar: partiendo de un conocimiento más acabado de la composición de las comunidades costeras estuariales y oceánicas del Uruguay, se podrían testar otras hipótesis, como la mencionada en el final de la discusión, es decir en áreas costeras de Montevideo y Canelones.

son capturados con palangre, lo que al extraer el anzuelo provoca la evaginación del estómago y la remoción del contenido. Los pescadores artesanales observan el mismo fenómeno en la pescadilla de calada (*Cynoscion striatus*), no así en la corvina (*Micropogonias furnieri*), ni el congrio (*Conger*), ni el cazón, a pesar de utilizar el mismo arte de pesca. La voracidad y, a igual que la pescadilla (cita) provoca la introducción el anzuelo más allá de la zona bucal. En cambio, en las otra especies es retenido en la boca y de allí es retirado. La modalidad de captura de las presas por parte de la brótola por un mecanismo de aprehensión, un corto y musculoso esófago y un rápido pasaje al estómago (Goldstein, 1986) colabora, contribuye provoca que ocurra la posterior evaginación.

En *U. brasiliensis* esta situación se repite, probablemente a la rápida y brusca maniobra de subida de los peces que recientemente se prendieron al anzuelo. También debe agregarse, que la brótola posee una importante capacidad de extensión de la cavidad bucofaringea (Goldstein, 1986).

Es importante monitorear las variabilidades espaciales y temporales de esta especie dada la fuerte relación trófica que existe con la brótola, por lo que la administración pesquera debería realizarse concomitantemente. Esto último, es de suma importancia dado que no existen planes de manejo para ninguno de estos recursos costeros.

Indirectamente los resultados adquiridos ofrecen un conocimiento sobre la distribución y abundancia principalmente de la *A. Longinaris*.

Capítulo 6

Edad y Crecimiento

Introducción

Establecer la edad de los peces es fundamental para realizar los cálculos del crecimiento individual (Bagenal & Tesch, 1978; Brothers, 1995), lo cual conduce a obtener parámetros poblacionales, tales como mortalidad, supervivencia y reclutamiento (Morales-Nin, 1992). Estos, junto a los aspectos reproductivos (edad de primera madurez y frecuencia de desove), forman parte de los estudios esenciales para formular un manejo integrado de los recursos pesqueros (Holden & Raitt, 1974; Pauly, 1987; Megrey, 1989).

En todas las etapas de la vida de los peces, tanto la reproducción como el crecimiento son dependientes de la ingesta de alimento (Nikolsky, 1963). La disponibilidad del mismo condicionará el éxito de estos eventos, ya que el alimento deberá ser suficiente como para repartir los costos energéticos de manutención, síntesis gamética y nuevos tejidos (Wootton, 1990).

Los aspectos ambientales influyen sobre los ciclos de producción acuática, que a su vez determinan cambios sobre todos los procesos biológicos de los peces pudiendo incluso comprometer la supervivencia de los mismos (Harden Jones, 1980). En los mares tropicales, donde no hay gran variabilidad de la temperatura y tampoco se presentan ciclos de producción marcados, comúnmente las poblaciones de peces desovan en forma continua (Bye, 1984). En cambio, en las áreas templadas, los peces pueden ajustar los procesos vitales a los cambios estacionales (Cushing, 1968). Estas variaciones son reflejadas en el crecimiento somático que por esta razón no es constante, se detiene o disminuye durante los períodos de escasez de alimento y cuando los peces se reproducen (Wootton, 1990).

Las marcas presentes en las escamas, otolitos, vértebras, espinas y huesos uro-hiales han sido utilizadas para entender la historia del crecimiento de los

peces. Es importante contar con estos elementos, que registran la incidencia del medio en la vida de los peces, ya que están íntimamente relacionados a los procesos metabólicos, los cuales nos permiten inferir las condiciones ambientales que existían en el pasado (Bagenal & Tesch, 1978; Brothers, 1979; Panella, 1980; Baltz 1990).

Los otolitos de los peces han sido empleados para la estimación de la edad desde hace 100 años (Reibisch, 1899; Chugonova, 1959). Un gran número de trabajos e informes institucionales han sido publicados considerando muchos aspectos de los mismos. Las investigaciones realizadas en los últimos 30 años, han confirmado que los otolitos son las estructuras que mejor “graban” las variaciones ambientales y pueden usarse como un reloj en la reseña biológica del pez (Bagenal, 1971; White, 1991; Beckman & Wilson, 1995; Volk *et al.*, 1995).

Los otolitos son estructuras que se encuentran, en cavidades ubicadas en la base de los canales semicirculares del oído interno de los teleósteos a cada lado de la cabeza (Platt, 1977; Popper & Coombs 1982). Estos cumplen funciones importantes en el mantenimiento del equilibrio, ya que suministran al pez información relativa a los cambios de dirección y posición (Lagler *et al.*, 1977; Norman, 1975; Morales-Nin, 1992). Además, son capaces de detectar estímulos acústicos (Jobling, 1995). Hay tres pares de otolitos (*sagitta*, *asteriscus* y *lapillus*) siendo el *sagitta* el otolito de mayor tamaño de los tres (Blacker, 1974; Morales-Nin, 1992). Cuando el *sagitta* es más pequeño y/o frágil, como en el caso de los ciprínidos (Secor *et al.* 1991), para la determinación de la edad se utilizan los *asteriscus* y *lapillus*. Estos pueden también contener una información ecológica valiosa, aunque para alcanzar dicho objetivo es necesario una investigación más exhaustiva (Radtke, 1984). A partir de aquí, utilizaremos la palabra otolito para referirnos al *sagitta*.

Los otolitos están compuestos principalmente de carbonato de calcio cristalizado en forma de aragonita y de una proteína fibrosa, la otolina (Degens *et al.*, 1969; Morales-Nin, 1987). El tamaño, la forma y la deposición de los cristales varían dentro de cada otolito, y la red de materia orgánica no se distribuye uniformemente (Williams & Bedford, 1974). Los estudios sobre la fisiología del crecimiento del otolito comprueban la importancia del proceso de calcificación en la determinación de la textura del otolito (Irie, 1960, Mugiya, 1964, Degens *et al.*, 1969, Simkiss, 1974). En los otolitos se alternan marcas hialinas y opacas. La marca opaca es rica en nitrógeno y la marca hialina en calcio (Casselman, 1974).

Según Panella (1971) durante el período de crecimiento rápido, en la estación cálida, hay una alta relación de material inorgánico (90%) respecto al orgánico que se deposita sobre el borde de la estructura ósea y por consiguiente las marcas son gruesas con unidades discontinuas. El otolito crece por el depósito de materiales sobre su superficie, su crecimiento es cíclico y está en función de los ritmos internos del metabolismo del calcio (Simkiss, 1974). El grosor de los incrementos y la densidad de los microcristales depende de la fase de crecimiento (Irie, 1960). Por el contrario, el crecimiento lento está caracterizado por una zona oscura translúcida (bajo luz reflejada), compuesta de capas delgadas de material predominantemente orgánico con muy poco calcio. Como consecuencia los anillos son más finos y los microcristales son más compactos y continuos. Liew (1974) encontró que la producción de materia orgánica y la alta tasa de calcificación representaban las zonas amplias producidas durante el verano, y lo contrario en el invierno. Asumiendo que anualmente se forman una banda opaca y una translúcida, estos anillos anuales (annuli) fueron definidos como la frontera entre el anillo oscuro (zona translúcida) y el hialino (zona opaca).

La mayor parte de los estudios demuestran que la marcación en los otolitos es usualmente de 2 anillos por año; sin embargo, para algunas especies la marcación es de 4 anillos (2 hialinos y 2 opacos) en el mismo lapso de tiempo (Blacker, 1974; Dark, 1975; Hunt, 1980; Casselman, 1983). Es decir, la periodicidad en la deposición de anillos varía de una especie a otra. Incluso para otras especies en que el crecimiento del otolito no es proporcional al crecimiento del pez, resulta tan difícil la determinación de la edad que su uso para tales propósitos es nulo (Blacker, 1974).

El metabolismo del calcio es complejo y no está bien entendido; sin embargo es aceptado que la deposición de calcio sobre las estructuras duras de los peces es afectada por la actividad trófica (disponibilidad de alimento), la reproducción (inicio de madurez sexual), migraciones, temperatura etc. (Van Osten, 1944; Campana, 1983). Estos factores son sin duda las causas principales de los cambios en las estructuras y los ritmos de crecimiento de los otolitos, ocurriendo en períodos regulares o no (Liew, 1974; Panella, 1974; Blacker, 1974; Campana & Nielson, 1982; Ralston, 1995). Por ello, cabría esperar que en aquellos peces que se distribuyen en zonas subtropicales y tropicales no se presenten modificaciones. Sin embargo, los estudios ecológicos

han demostrado que en diferentes hábitats tropicales existen frecuentemente variaciones estacionales considerables (Brothers, 1979).

Son muchas las especies que, además de presentar anillos estacionales en sus otolitos, tienen otro tipo de anillos. La aparición de estos anillos se atribuye por ejemplo, aquellos que se relacionan con la primera madurez del organismo, con sus migraciones o bien con un cambio de vida pelágica a una vida demersal. Por esta razón, el uso de los otolitos para la determinación de la edad depende de las características estructurales que presenten en cada especie y paralelamente el conocimiento de la biología de las mismas (Nichy, 1969; Panella, 1974; Dark, 1975; Hunt, 1980).

Estas diferenciaciones estructurales ocasionan muchas dificultades y/o errores al ser interpretadas; más aun si la población en cuestión habita en un área templada como es el caso de la brótola, donde está sometida a variaciones ambientales periódicas y posee desoves múltiples y prolongados en el año. Por esto se aconseja la utilización de varios métodos independientes con el fin de poder validar los resultados obtenidos con cada uno de ellos. Algunos métodos estándar para la validación de la edad son: a) análisis de frecuencia de talla (Schnute & Fournier, 1980; Pauly, 1983); b) análisis de progresiones modales de las clases de talla a lo largo del tiempo (método de Petersen; FAO, 1982); c) examinar la edad de un pez conocida que se realiza a través del marcaje y recaptura de los peces; d) determinación de la periodicidad de la zona anual en formación (bordes marginales) en diferentes tiempos del mismo año; e) comparación de edades derivadas de diferentes estructuras duras; f) comparación de longitudes retrocalculadas determinadas por estructura duras con longitudes calculadas entre marcaje y recaptura o frecuencia de longitudes; g) comparación de la edad 0 y 1 de peces provenientes de diferentes fuentes para validar la interpretación del primer anillo.

Las relaciones entre el tamaño de las estructuras calcificadas y el tamaño del pez han sido muy utilizadas y el conocimiento de la relación matemática hace posible el establecimiento de las longitudes en anteriores edades por retrocálculo (Casselman, 1990). También se usan modelos de regresión múltiple basados en medidas de los otolitos como peso, longitud y ancho (Boehlert, 1985). De todas maneras el principal avance en la literatura involucra el conteo ya sea de marcas, zonas o micro-incrementos.

En *U. brasiliensis* no existen antecedentes sobre la utilización de los otolitos para la determinación de la edad, ni estudios referentes a este tema. Las únicas referencias encontradas en la literatura provienen de las *Urophycis* del Atlántico Noroccidental, *U. chuss* (red hake) y *U. tenuis* (white hake) (Dery 1988; Clay & Clay, 1991) y del norte de Europa, *U. tenuis* (Petrov, 1973).

HIPOTESIS: los otolitos sagitta son estructuras aptas para la determinación de la edad y los parámetros de crecimiento en U. brasiliensis.

OBJETIVOS:

- Encontrar la metodología que permita la visualización de las marcas de crecimiento de los otolitos.
- Validar las lecturas de las marcas de crecimiento de los otolitos.
- Elaborar una clave talla-edad.
- Calcular los parámetros de crecimiento según el modelo de von Bertalanffy.

Materiales y Métodos

Otolitos

Extracción y preparación

La extracción de los otolitos se realizó luego de hacer un corte transversal en la parte dorsal de la cabeza por detrás de los ojos. Dicho corte se extendía desde el inicio de cada opérculo en su parte dorsal (Fig. 6.1), utilizando para tal fin una sierra fina. Los otolitos así expuestos, eran retirados con una pinza de punta aguda.

Los otolitos fueron limpiados cuidadosamente con agua para retirar sangre y tejidos que quedan adheridos a sus paredes. Una vez secados, se colocaron en sobres para su posterior manipulación.

Método de lectura

En primera instancia la lectura se realizó con el otolito entero bajo una lupa

binocular, utilizándose indistintamente luz indirecta o directa, observando las marcas por transparencia, con un ocular 10x. Se agregó glicerina o agua para conseguir una buena transmisión de la luz incidente.

Las observaciones realizadas permitieron establecer que la mayoría de los sectores del otolito eran de gran espesor, por lo que se reducía la visualización e imposibilitaba seguir la continuidad de las marcas. Sólo se pudieron identificar tres zonas, cantidad variable independientemente del tamaño del pez. Por ejemplo, en peces de longitudes entre 30 y 50 cm se detectaron de dos a tres marcas opacas (Fig. 6.2 a-b).

Ante la dificultad para visualizar las marcas de crecimiento por transparencia con el otolito entero, se montaron los otolitos en poxilina y se ensayaron cortes transversales para la obtención de láminas de 2 a 4 micras, con una cortadora ("low speed saw", Isomet). Estos ensayos permitieron observar los límites del núcleo y la existencia de más marcas de crecimiento que las identificadas hasta el momento. De todas formas, el montaje en poxilina no dio resultados satisfactorios en cuanto a la calidad de la lectura.

Por último, se efectuaron cortes transversales en la zona central del otolito (Fig. 6.3a) con una cortadora de precisión y velocidad regulada (Isomet). Para este procedimiento se usaron los otolitos de individuos pequeños (< 30 cm), medianos (31-45 cm) y grandes (> 46 cm) y que correspondieran a las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno) pertenecientes a los muestreos realizados entre agosto de 1993 a octubre de 1994 (Tabla 6.1). Para lograr corregir imperfecciones en la superficie de lectura, algunos otolitos fueron pulidos ("Grinder Polisher"). Los otolitos seccionados se colocaron en una estufa a 250°C durante unos minutos hasta alcanzar un tostado suave (Christensen, 1964). Con este método los anillos de crecimiento lento (hialinos), más ricos en materia orgánica aparecen más oscuros facilitando su identificación (Fig. 6.4).

Luego de preparar estos otolitos se realizó una lectura individual en una lupa Wild de objetivo 10x. La lectura se realizó con luz reflejada, encastrado en plasticina y la superficie de lectura cubierta con glicerina. Posteriormente se hizo una lectura simultánea por dos personas, dirigida a corregir problemas tales como: delimitar el lugar del otolito donde efectuar el corte, determinar la posición del otolito en la cortadora y definir el peso y la velocidad de funcionamiento de la misma.

Fig.6.1. Posición del corte craneal para dejar expuestos los otolitos *sagitta* de *U. brasiliensis*. OI= otolito izquierdo; OD= otolito derecho; OP= opérculo; O= ojo.

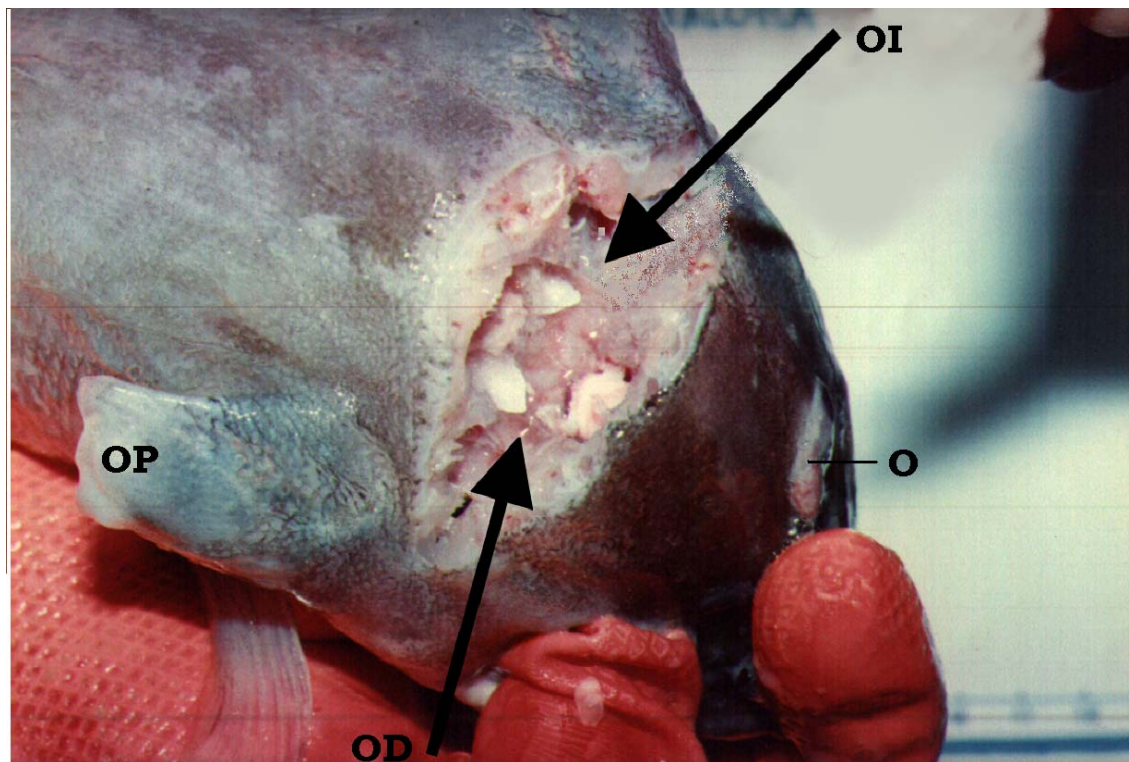




Fig.6.2 a-b. Otolitos enteros derecho (a) e izquierdo (b) de dos ejemplares de *U. brasiliensis* de 30 y 50 cm respectivamente. Se indica: (●—●) las marcas opacas anchas; ZH = marcas hialinas amplias; ○ = marcas sin continuidad; A = región anterior ; P = región posterior.

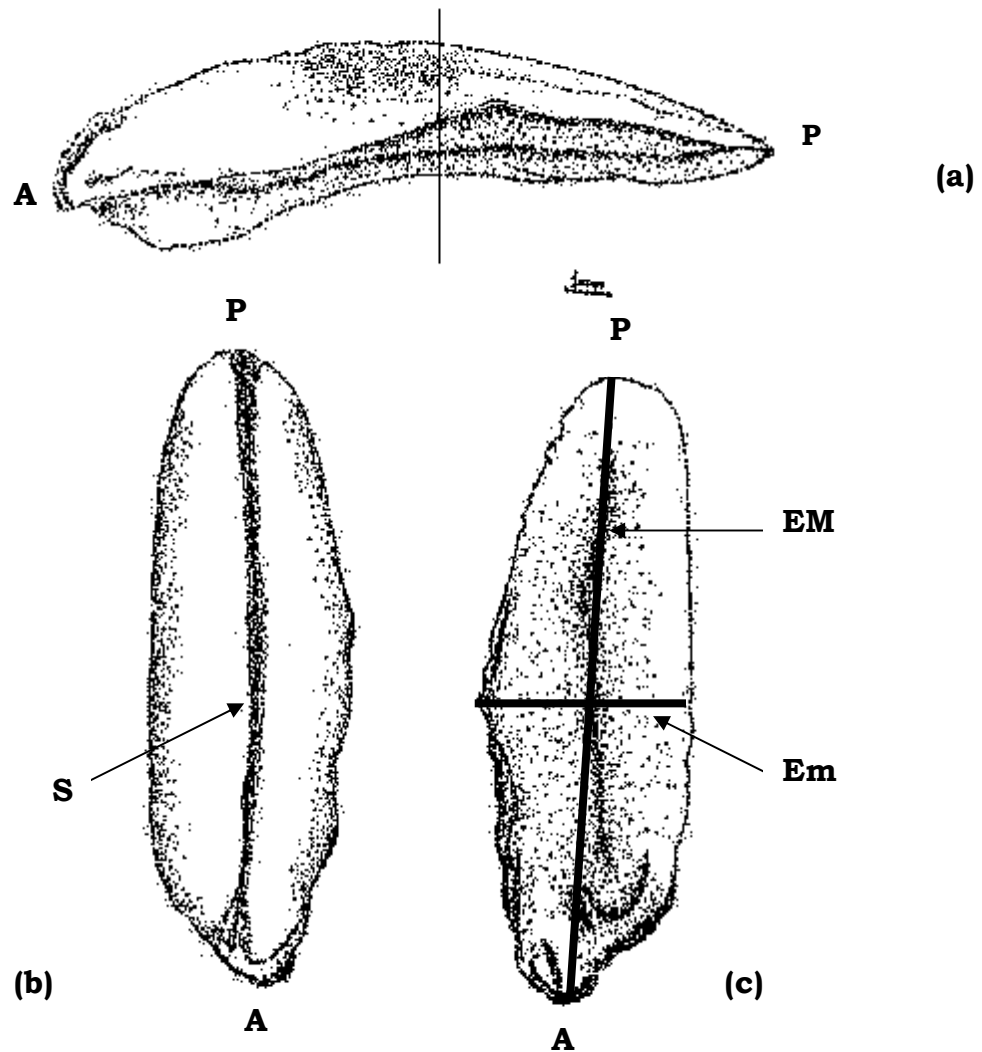


Fig. 6.3a-c. Otolito *Sagitta* de *U. brasiliensis*. (a) vista dorsal; (b) cara interna; (c) cara externa. 1. Lugar donde se realizó el corte transversal; A= región anterior; P= región posterior; BD= borde dorsal; S= *sulcus*; EM= eje mayor; Em= eje menor.

Tabla 6.1. Cantidad de otolitos de individuos pequeños (<30 cm), medianos (31-45 cm) y grandes (>46 cm) de *U. brasiliensis* analizados entre agosto de 1993 y octubre de 1994.

	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
Pequeños	13	12	6	6		10		
<i>Medianos</i>	31	20	45	35		34		14
<i>Grandes</i>	9	13	14	18		66		44
	53	45	65	59		110		58

Fig. 6.4. Superficie de lectura del *Sagitta* de *U. brasiliensis* en su corte transversal. Se indica las marcas hialinas y opacas y el área de lectura.

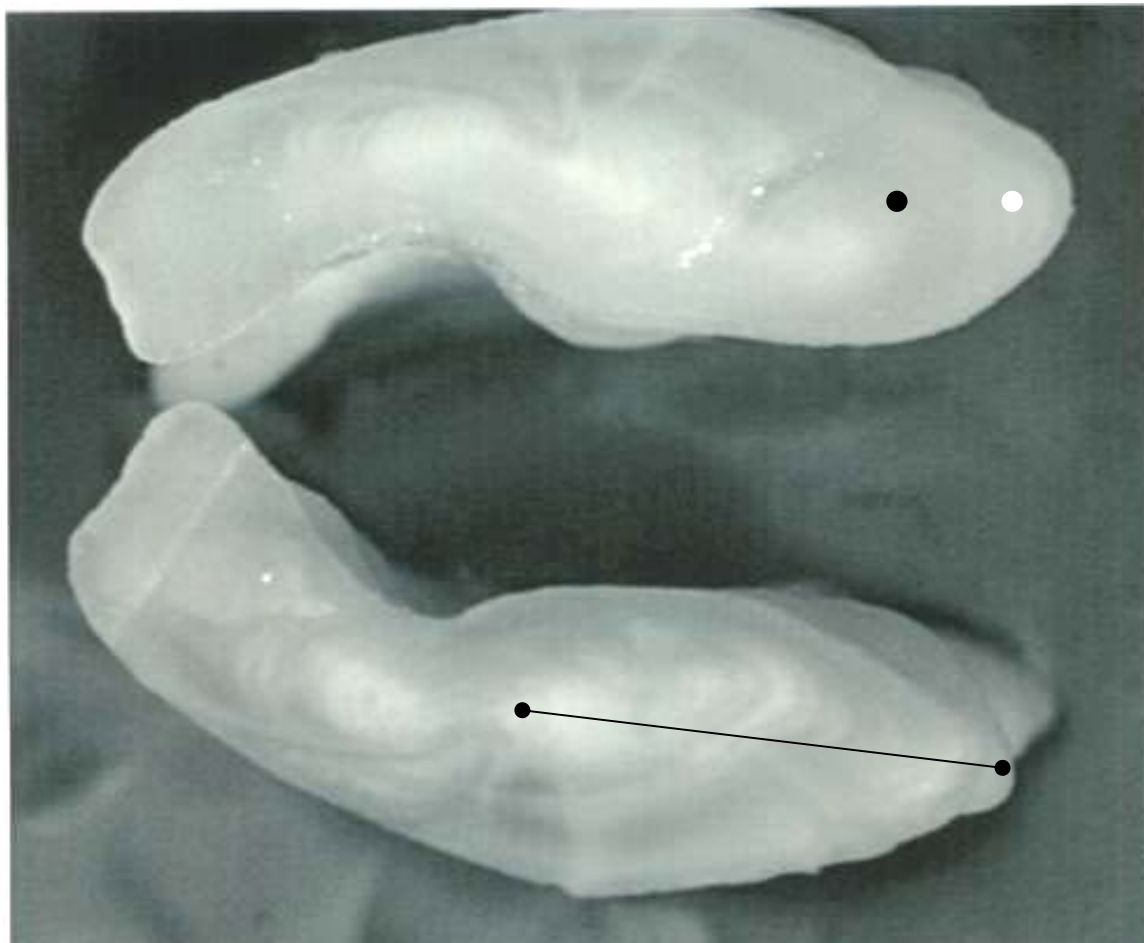


Fig. 6.5. Vista del corte transversal de un otolito de *U. brasiliensis*. Hembra de 30,5 cm de longitud y 6 años de edad. La marca central (centro) no fue considerada (marca “pelágica”). La flecha indica el área de anillos múltiples.



Del análisis de aproximadamente 20 otolitos, se comprobó el gran obstáculo para observar las marcas, ya que éstas no son continuas, ni mantienen un patrón muy claro. Pequeñas diferencias en el plano de corte afectan el tamaño y la distancia relativa de los anillos dificultando la identificación del primer anillo anual. Los anillos de crecimiento rápido son complejos, correspondiendo a “growth zones” compuestas de múltiples pequeños anillos (Fig. 6.5). Los anillos hialinos aparecen más claramente en la zona ventral o anterior del otolito (Fig. 6.5).

Después de alcanzar un grado aceptable de preparación del otolito, de minimizar las dificultades de observación de los anillos de crecimiento se procedió a la lectura de los mismos. Comparaciones entre sexos no fueron posibles dada la baja representación de los machos.

Se realizó el recuento de los anillos de crecimiento de cada otolito. A medida que se realizó la lectura se discutieron los resultados entre dos lectores y se volvieron a mirar por lo menos dos veces más. Cuando se llegó a una lectura óptima (en que las dos lecturas coincidían) se relacionó la edad con la longitud de cada pez.

Validación

Se procedió a registrar el tipo de borde (opaco o hialino) presente en cada otolito para realizar una valoración estacional del mismo. Tanto el otolito derecho como el izquierdo, fueron pesados (precisión 0,001 g). Las mediciones del eje mayor y menor del otolito (Fig. 6.3c) se realizaron mediante un ocular micrométrico (para 40 aumentos, 1 unidad micrométrica = 0,025mm). Tanto el peso como la longitud del eje mayor del otolito fue relacionado a la talla de cada pez y calculadas las ecuaciones correspondientes.

La frecuencia absoluta de individuos por clases de longitud (1 cm) en cada muestreo fue ingresada al programa ELEFAN I, Electronic Length Frequency Analysis (Gayanillo *et al.*, 1989). La separación de grupos de talla se analizó con el método de Bhattacharya (1967).

Relación longitud-peso

Dado el pequeño número de machos obtenidos, los valores de los parámetros de la relación longitud-peso fueron calculados solamente para las hembras. Los datos se ajustaron al modelo de la regresión predictiva y funcional según recomienda Ricker (1975):

$$\ln P = \ln a + b \ln L$$

siendo, P = peso total; L = longitud total; a = constante de la regresión y b = pendiente de la regresión.

$$t_s = \frac{S_x}{S_y} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$$

Para verificar si el crecimiento de la brótola es isométrico, es decir si b es igual a 3, se calculó el estadístico t_s . La ecuación usada para este cálculo fue (Pauly, 1984):

Donde S_x = Desviación estándar de los valores de los logaritmos de la longitud; S_y = Desviación estándar de los valores de los logaritmos del peso, b = exponente de la relación longitud-peso, r^2 = coeficiente de determinación de la relación longitud-peso; n = número de organismos usados para el cálculo. b difiere significativamente de 3 si el t_s calculado es mayor que la t de student con n-2 grados de libertad.

Estimación de los parámetros del crecimiento

El modelo de crecimiento de Von Bertalanffy (VBGF) (Bagenal & Tesch, 1978; Busacker *et al.*, 1990) fue usado para describir el incremento en longitud del pez en cada una de las edades, usando las longitudes observadas en cada edad en los meses que se forma el anillo anual.

Se procedió en tres etapas:

- a. Obtención de la clave talla-edad para obtener los parámetros de crecimiento de la especie.
- b. Ensayos con el ELEFAN I por el método de Weatherall *et al* (1987).
- c. Cálculo de los parámetros del crecimiento utilizando las tallas medias por edad y las claves talla-edad completas.

Resultados

Otolito: ubicación y descripción

Los otolitos de *U. brasiliensis* tienen su eje longitudinal aproximadamente tres veces mayor al transversal y son comprimidos dorso-ventralmente (Fig. 6.3a-c). El *sagitta* izquierdo y el derecho son imágenes de especulares (casi idénticos entre ellos).

El otolito está formado por dos caras, una proximal o interna convexa y otra distal o externa cóncava, ambas de superficie sin protuberancias. La cara proximal está recorrida en su totalidad por el surco acústico que es ostio-caudal, angosto, casi imperceptible y uniforme (Fig. 6.3b). El tercio anterior es de mayor grosor que el tercio posterior y presenta sobre el borde dorsal crenulaciones más evidentes. El extremo anterior está representado por una saliente voluminosa de forma irregular, mientras que el posterior es romo, liso y ligeramente anguloso (Fig. 6.3a).

Determinación de las marcas de crecimiento

La metodología desarrollada en 390 otolitos permitió adjudicarles la edad a un 70 % de los mismos. El 30 % restante no fue viable debido a los siguientes problemas: a) irregularidades en las zonas de lectura producidas por el corte y/o el pulido, principalmente en los otolitos de peces menores de 30 cm; b) multiplicidad de anillos pequeños (probablemente falsos); c) el corte no pasó por el núcleo del otolito y d) falta de contraste en la superficie seccionada que no permitía la detección de los anillos oscuros (hialinos). Esto último se observó en aquellos otolitos donde, inmediata a la zona central, había una zona clara muy amplia y el marcaje de los anillos oscuros no tenía contraste. Los anillos hialinos aparecieron más claramente en la región ventral del otolito.

La composición de edades encontradas fue de 4 a 23 años (Tabla 6.2). No se realizó un análisis de su distribución estacional, pero se aprecia que para los meses de verano-otoño existió mayor abundancia de individuos con edades superiores a 15 años.

Tabla 6.2. Longitudes medias para cada edad de *U. brasiliensis*. Lt= longitud media; DS= desvío estandar; Máx= talla máxima; Min= talla mínima; No= número de individuos para cada edad.

EDAD ES (años)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lt	21.7	26.9	30.0	31.6	33.4	36.1	40.4	42.3	43.9	45.4	46.1	49.6	50.4	52.5	54.1	55.7				57.9
DS	0.13	1.50	2.54	2.15	3.82	5.59	4.34	6.12	3.60	4.48	4.71	3.30	2.62	2.47	2.32	0		0		0
Max	21.5	24.8	25.5	26.7	26.7	27.5	30.2	30.4	35.5	36	38.5	41.6	44.3	46	49.9	55.7		57		57.9
Min	21.9	29.5	34.7	37.9	42	48.5	51.6	54.2	51.6	54.2	56.3	55.2	55.8	58	57.8	55.7		57		57.9
N	3	10	14	21	24	24	25	21	33	28	19	23	13	7	5	1		1		1

Validación de la lectura

La determinación del tipo de borde no fue convincente ya que no hubo suficiente contraste en la zona externa. El análisis del mismo determinó resultados contradictorios, como ser, discontinuidad marcada en la aparición de uno u otro tipo de borde. Esto implica reiterar dicha observación procurando resaltar dichos bordes.

Se evaluó la distribución de la frecuencia de tallas obteniendo entre 7 y 8 grupos (Fig. 6.6). La ausencia de tallas pequeñas y la abundancia de peces en un rango de 35 a 50 cm, imposibilitó separar más grupos.

En cuanto a la comparación de medidas, la relación entre la longitud del otolito (eje mayor) (LtOt) y la talla del pez (Lt) se ajustó a un modelo cuadrático ($y = a + bx + cx^2$) (Fig. 6.7a):

$$LtOt = 17,4 + 2,3 Lt - 0,01 (Lt)^2 \quad (r^2 = 0,82; n = 444)$$

En cuanto, para el peso del otolito (PtOt) y la talla del pez (Lt), el modelo ajustado fue lineal ($y = a + bx$) (Fig. 6.7b):

$$PtOt = - 0,08 + 0,005 Lt \quad (r^2 = 0,87; n = 432)$$

Estructura de tallas

Las longitudes de los ejemplares capturados por la flota artesanal en Piriápolis y La Paloma oscilaron entre 23,3 y 63,5 cm. Para las dos zonas se encuentra mayor abundancia de ejemplares con tallas superiores a los 46 cm, fundamentalmente en La Paloma (Fig. 6.8). La talla de los ejemplares capturados en La Paloma promedió entre 42,9 a 52,1 cm para los tres años de estudio; mientras que en Piriápolis se situaron entre 38,6 y 46,6 cm y hubo mayor dispersión de las longitudes. Cabe destacar que la talla media por año estudiado en cada puerto (44,6 cm) fue semejante.

Elaboración de la clave talla-edad

La clave talla-edad fue calculada con las 273 lecturas válidas y el rango de tallas abarcó desde 21 a 58 cm considerando clases de longitudes de 1 cm. Los crecimiento del otolito, principalmente en etapas juveniles.

Tabla 6.3. Distribución de las longitudes totales (cm) (clave talla-edad) de *U. brasiliensis* para cada edad en 273 individuos.

EDADES	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
LONGITUD	21,9	27,2	33,6	30,6	38,5	40,8	41,5	40,5	48,2	53,8	38,6	54,9	55,8	51,2	53,9	55,7		57		57,9	
	21,5	29,3	33,8	36,2	39,2	47,8	37	50,7	44,6	43,9	40,6	47,5	54,6	55,7	52,7						
	21,7	26,5	29,7	31,5	35,8	40,8	51	30,4	49,6	43	49,2	55,1	53,3	52,6	56,2						
		25,1	28	37,9	34,7	44	30,2	31,9	45,5	50,8	52,6	54,1	50,3	58	57,8						
		29,3	30,5	33,2	42	47,3	40,6	30,8	51,6	52,3	50,7	51,3	46,5	52,3	49,9						
		25,4	27,6	31,1	38,1	48,5	33,2	46,8	50,2	51,9	38,6	51,6	53,5	52							
		25,9	27,2	31	40,7	34,9	35,7	49,6	47,7	43,6	45,3	50,2	50,4	46							
		26,4	25,5	30,1	31	30,8	37,8	54,2	44,3	41,6	38,5	44,5	47,2								
		29,5	28,2	31,9	33,3	30,9	32	41,4	48	38,2	49,5	48	44,3								
		24,8	32,9	26,7	31	28,4	51,6	44,8	45	48	55,2	42	50,5								
			29	29,5	28,2	29,8	47,8	47,7	41,5	50,6	56,3	53,3	51,2								
			32,8	30,3	33,4	30,5	38,5	48,2	40,5	46,6	49	42,5	51,2								
			27,8	28	31,2	34	40,7	48,2	39,6	54,2	48	49,6	46,8								
			34,7	31	29,5	31,5	43,2	50,4	35,5	54,2	46,5	51,6									
				28,4	32,7	34,6	37,1	42,5	44,1	48,3	49,6	47,5									
				32	30,2	37,8	46,8	34,4	45	43,1	44	52,8									
				34,3	28,3	40,8	40	37,2	47,4	39,4	44,5	55,2									
				36,6	36,1	27,5	37,5	32	47,2	48,7	39,7	52,2									
				31,2	26,7	32,7	42,5	43,6	50,1	45,2	41	50									
				33,9	28,4	35,5	39,6	45,2	40,6	39		41,6									
				29,7	35	33,6	38,8	38	46	36		49									
					30,7	31	47,5		39,8	47,9		51									
					27,5	30	44,5		47,6	37,1		46,2									
					40	45	34,5		39,6	40											
							42,3		38,2	46,2											
									40,2	44,1											
									44,6	43											
									38	41,6											
									41,5												
									35,5												
									46,5												
									45,2												
									41,3												

Tabla 6.4. Los parámetros de crecimiento (L_{∞} , K , t_0) de *U. brasiliensis* con los datos de clave talla-edad y tallas medias calculadas por edad.

Datos utilizados	L_{∞}	K	t_0
Clave talla-edad	81.083	0.054	-2.282
Tallas medias por edad	71.365	0.072	-1.272

Tabla 6.5. Parámetros de la regresión predictiva de la relación longitud-peso de las hembras de *U. brasiliensis*. (* = significativamente diferente de 3, $t_{(g.l., 0,05)} = 1.96$).

Parámetros	Hembras
Constante (ln a)	- 5,3553
R cuadrada	0,9675
No. de observaciones	1506
Pendiente (b)	3,1323
t calculado	8,4510*

rangos de longitud para cada edad fueron muy amplios y ocurrió una marcada superposición de las tallas fundamentalmente a partir de los 11 años (Tabla 6.3).

Obtención de los parámetros de crecimiento

Dado que las muestras provinieron de la pesquería artesanal, se carece de una estructura de tallas completa, lo que no permitió aplicar los métodos conocidos de análisis de frecuencia de longitudes para obtener los parámetros de crecimiento.

Los parámetros de crecimiento (L_{∞} , K , t_0) obtenidos son presentados en la Tabla 6.4 y la curva de crecimiento en la Figura 6.9a-b.

Relación largo-peso

Las ecuaciones predictiva y funcional resultantes para las hembras de la brótola de la costa uruguaya fueron:

- Predictiva $\ln P = 3,1323 \ln L - 5,3553$ ($r^2 = 0,9637$; $n=1506$)

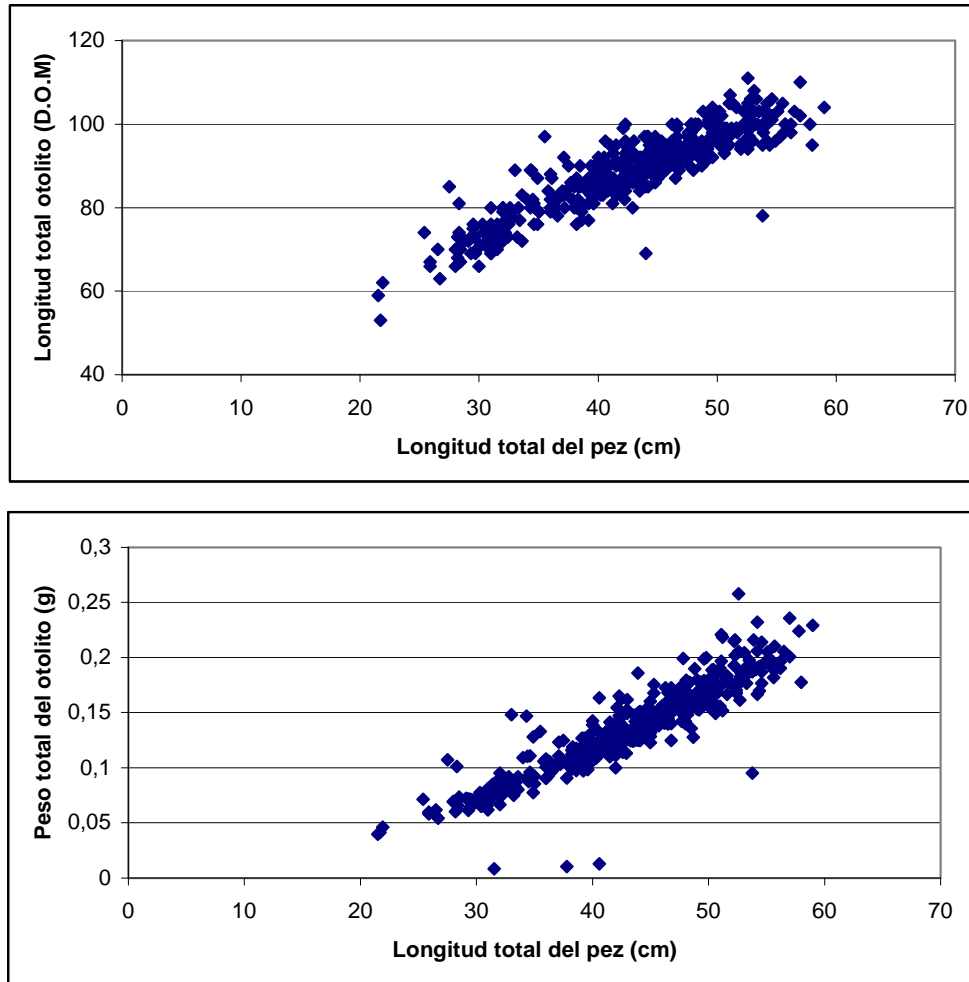
$$P = 0,00472 * L^{3,1323}$$

- Funcional $\ln P = 3,1907 \ln L - 5,2758$

$$P = 0,005114 * L^{3,1907}$$

El valor estadístico t , calculado para probar si *U. brasiliensis* presenta crecimiento isométrico (Tabla 6.5) resultó significativo, los r^2 son mayores que 96% y la pendiente superior a 3. probablemente tenga varios orígenes, pudiendo ser uno de ellos las características reproductivas particulares de esta especie. Y los tamaños de los hígados

Fig. 6.7. Relación entre la longitud total de los ejemplares de *U. brasiliensis* y (a) la longitud del eje mayor del otolito y (b) el peso total del otolito.



Discusión

Este es el primer trabajo que reúne los conocimientos sobre el uso del otolito en la determinación de la edad en *U. brasiliensis*. En él se han resuelto los métodos de lectura de los otolitos y la interpretación de las marcas de crecimiento. Los resultados alcanzados, aunque iniciales (preparatorios), son el primer acercamiento a los estudios de edad y crecimiento de *U. brasiliensis* en base a los otolitos *sagitta*. A partir de estos estudios se elaboró una clave talla-edad. De esta forma, se logró establecer la estructura etaria de las capturas artesanales analizadas y estimar los parámetros de crecimiento de la población extraída.

La descripción y ubicación del otolito concuerda con lo presentado por Torno (1976). La mayoría de los sectores del otolito son de gran espesor, por lo que se reduce la visualización e imposibilita seguir la continuidad de las marcas. Distinguir las diferentes densidades ópticas, depende del plano de observación (Panella, 1974), por lo que clasificar las zonas de oscuras y claras en los otolitos enteros fue muy difícil.

La metodología utilizada para este trabajo permitió mejorar la observación e interpretación de las marcas de crecimiento. El método no pudo ser validado. El uso de secciones transversales tostadas desarrolladas en los 390 otolitos permitió adjudicarles la edad a un 70% de los individuos. De todas maneras, no fue sencillo alcanzar los objetivos. Hubo una serie de trabas en la lectura de los otolitos, algunas de ellas fueron: a) la variabilidad de la posición del primer anillo, b) multiplicidad de anillos no completos en algunos sectores del otolito y c) marcas hialinas u opacas muy anchas que probablemente enmascararon la identificación de los anillos. Problemas similares manifestaron los investigadores que utilizaron el *sagitta* para determinar la edad en otras especies del género, *U. chuss* (Rikhter, 1968; Dery, 1988) y *U. tenuis* (Hunt, 1982; Clay & Clay, 1991). Mucho antes, Petrov (1973) observó complicadas zonas en el *sagitta* entero, que hicieron engorrosa la determinación de la edad en *U. chuss* y propuso la realización de cortes en secciones. Posteriormente, Dery (1988) con cortes finos alcanzó una lectura satisfactoria apoyada en un conocimiento más exhaustivo de la biología de la *U. chuss*. También expresó que el otolito de *U. tenuis* presenta un patrón de crecimiento muy débil. Por su parte Clay & Clay (1991) lograron validar la edad para *U. tenuis* (white hake) y calcular los parámetros de crecimiento de la

especie. Estos últimos investigadores manifiestan, la enorme dificultad para la determinación de la edad en *U. tenuis* y reiteradamente manifiestan la subjetividad empleada en las distintas etapas de la observación de los *sagitta*. Tales inconvenientes pueden deberse a los movimientos que las brótolas realizan entre diferentes regímenes termales (Markle *et al.*, 1982) y a un prolongado período de desove (Clay & Clay, 1991). Por otro lado, Wenner (1983) no consiguió establecer la edad con los otolitos de *Phycis chesteri* no expresando cuales fueron las dificultades.

Desde el inicio de los estudios de edad y crecimiento aplicados a peces explotados comercialmente, diversos autores han resaltado la importancia de comprobar que la técnica que se emplee para determinar la edad sea válida para cada especie con la que se trabaja (Beamish & McFarlane, 1983). Esta validación cuya metodología ya se presentara en la introducción, en el caso de la brótola tuvo complicación al ser aplicada. El análisis de frecuencia de tallas (progresión modal) mostró menos grupos de edades que los que presentaran los otolitos. La identificación del tipo de borde (opaco o hialino) no fue confiable. La aparición de los anillos anuales presentó un patrón muy variable no pudiendo tomar medidas que permitieran retrocalcular las longitudes. Las escamas se desprendían muy fácilmente lo que imposibilitó saber a que pez correspondían, por lo que no fueron tomadas en cuenta como estructura alternativa para la determinación de la edad. En el Atlántico noroeste se validó para *U. tenuis* (Clay & Clay, 1991) y *U. chuss* (Dery, 1988) una periodicidad anual en la formación de las bandas traslúcidas en los cortes finos de los otolitos. En el primer caso ocurre en primavera y verano y en la segunda especie sólo en la primavera.

Se verificó en *U. brasiliensis* una fuerte correlación entre la longitud del pez y la del otolito, al igual que con el peso del mismo. Fletcher (1991) alcanza una consistente relación entre el peso del otolito y la edad de la sardina (*Sardinops neopilchardus*) que le permitió validar la estimación de la edad. Por el contrario, se ha demostrado que la profundidad del hábitat y la temperatura actúan en el crecimiento del otolito ocasionando diferencias inter e intraespecíficas (Lombarte & Leonar, 1993). En el caso de la brótola podría inferirse que mantiene su vida en la zona costera bajo regímenes de temperatura, que en forma global, no le afectarían la tasa de crecimiento del otolito. Es fuertemente propuesto que existe una dependencia ambiental de las relaciones entre el tamaño del pez y de la estructura utilizada (Mosegard *et al.* 1988;

Reznick *et al.*; 1989; Secor & Dean 1989); pero, dicha situación influye de manera diferente en el crecimiento del otolito que el crecimiento somático (Casselman, 1990). Condiciones genéticas regulan la forma del otolito, mientras que condiciones ambientales, principalmente la temperatura, controlan la cantidad de material depositado durante la formación del otolito (Lombarte & Lleonar, 1993). Experiencias más recientes en larvas del arenque del Mar del Norte (*Clupea harengus* L.) indican que el incremento de la densidad de presas aumentó las tasas de crecimiento somático y del otolito, pero fueron inversamente afectados por la temperatura (Moksness *et al.* 1995). Tal vez, los cambios de temperatura u otros factores físicos y biológicos no afecten el tamaño del otolito de la brótola en relación al tamaño del cuerpo, es decir en lo que respecta al crecimiento comparativo; pero sí existirían alteraciones en lo que se refiere a los procesos químicos que ocurren en el otolito y por lo tanto se observan enormes discontinuidades de las marcas de crecimiento.

En cuanto a la estructura etaria, se ha adjudicado a *U. brasiliensis* mayor cantidad de edades que otras especies del género. Entre 7 y 12 años es el rango de edades encontradas en las brótolas costeras del Atlántico Noroccidental, sin olvidar que son de tallas menores (Cohen *et al.*, 1990). Se comprueba que la explotación de *U. brasiliensis* se realiza fundamentalmente sobre individuos entre 7 y 16 años. Los extremos estuvieron ausentes o tuvieron muy baja representatividad. Queda por confirmar si estos grupos faltantes están alejados del sector de pesca, o no son capturados por los artes utilizados y en ese caso, donde residen.

La composición de tallas de las muestras obtenidas por la pesca artesanal y por el “Aldebarán” mostró diferencias entre los tamaños de machos y hembras. La baja representatividad de los primeros no permite realizar aseveraciones muy concluyentes, dado que las causas de este comportamiento diferencial no son claras. Esta situación no es única, es conocido que en los gádidos existe un crecimiento diferente entre machos y hembras (Nelson & Larkins, 1970; Gallardo-Cabello, 1986; Marques da Silva, 1985). Dery (1988) le atribuye a *U. chuss* un crecimiento dimórfico donde las hembras crecen más lento y son más longevas. Considerando que en el sur del Brasil, las hembras están maduras a partir de 40 cm y los machos desde 23 cm (Ruffino & Castello, 1992/93), esto perfila tasas de crecimiento distintas. Petrov (1973) encontró que los machos de *U. tenuis* son más

pequeños en tamaño y peso (90 cm y 5 kg) que las hembras (120 cm y 11 kg) respectivamente.

Las tallas de *U. brasiliensis* encontradas en la costa uruguaya son más grandes que en las otras áreas de su distribución. Estos resultados revelan que a partir del sur de Brasil se encontrarían las mayores longitudes, correspondiendo las más grandes (63 cm) a la costa uruguaya. Goldstein (1986) en sus estudios de alimentación en la costa bonaerense (Argentina), abarcó individuos de entre 8 y 56 cm. De estos, los ejemplares de 8 a 24 cm fueron obtenidos en la pesca con raño para la captura del camarón (*Artemesia longinaris*) y estuvieron poco representados. La información disponible para el sur del Brasil también ubica a la brótola como componente de las capturas del mismo camarón, y sus tamaños comprenden longitudes de entre 2 y 38 cm (Ruffino & Castello, 1992/93; Capitoli *et al.*, 1994). Haimovici *et al.* (1994) encontraron en profundidades entre 128 y 214 m, al sur del Brasil, tallas entre 20 y 37 cm. Braga de Souza & Goitein (1984) estimaron una longitud media de 14 cm para la región norte del Estado de San Pablo (Brasil). Cabe destacar que la talla media para los puertos de Piriápolis y La Paloma para el período de estudio (44,6 cm) se mantuvo constante. Esta composición de tallas demuestra que la pesca artesanal no actuaría sobre los juveniles ni afectaría el reclutamiento. Los pescadores de La Paloma por las características de la embarcación que utilizan tienen la capacidad de navegar a zonas más profundas y alejadas de la costa lo cual les permitiría capturar individuos más grandes durante el verano-otoño.

Tabla 6.6. Parámetros (L_{∞} , K , t_0) de la curva de crecimiento de *U. brasiliensis* y *U. tenuis* (hembras) de acuerdo a Clay & Clay (1991).

	L_{∞}	K	t_0	Rango
<i>U. brasiliensis</i>	71,37	0,072	-1,272	4-23
<i>U. tenuis</i> (hembras)	45,44	0,020	-1,552	0-13

El crecimiento en longitud de *U. brasiliensis* se representó adecuadamente mediante la ecuación de von Bertalanffy. El L_{∞} obtenido para *U. brasiliensis* muestra que la longitud máxima supera altamente la calculada por Clay & Clay (1991) en *U. tenuis* (Tabla 6.6) Además se constata que *U. brasiliensis* tiene un crecimiento más lento que *U. tenuis* y es más longeva. El crecimiento es un proceso plástico, tanto por las diferencias entre sexos, grupos poblaciones e indudable entre especies, que puede cambiar considerablemente en respuesta a factores ambientales. Claro está, que cada especie muestra un alto grado de conservación de los patrones de crecimiento específico (Weatherley, 1990).

Uno de los postulados en los que se basa el modelo de crecimiento de von Bertalanffy es la suposición del crecimiento isométrico en los organismos. En este caso, estadísticamente se debe considerar que *U. brasiliensis* tiene un crecimiento alométrico positivo, aunque conceptualmente la diferencia respecto del crecimiento isométrico ideal es muy pequeña. Lo importante es que el valor de b de la relación longitud-peso es muy variable pero no debe alejarse de 3 ($b < 2,5$ o $b > 3,5$) (Carlander, 1977).

Las variaciones de b son atribuidas a cambios en la forma del cuerpo (Hile, 1936), al contenido de lípidos (Hart *et al.*, 1940; Kohler, 1960) a la edad (Southward y Champman, 1965) y a cambios en el desarrollo gonadal, así como diferencias asociadas con el desove (Hart, 1967). En la especie estudiada probablemente tenga varios orígenes, pudiendo ser algunas de las causas, las características reproductivas y el aumento excesivo del hígado. De todas formas, b debería ser utilizado para estimar con mayor precisión los valores del crecimiento en peso y el factor de condición.

En 1984 se iniciaron los estudios biológicos del crecimiento de *U. brasiliensis* en la costa uruguaya. Para ese entonces también se estaban concretando estudios en las brótolas del Atlántico Noroccidental en esta temática. La carencia de antecedentes obligó a poner a prueba diferentes metodologías con el consecuente retardo en el ajuste de la técnica a emplear (Acuña & Morales-Nin, 1997). Los estudios iniciados en esta oportunidad, permitieron un importante avance en la determinación de la edad y el crecimiento de la brótola alcanzando los siguientes resultados: a) con las 273 lecturas válidas la estructura etaria fue de 4 a 23 años; b) la población capturada presentó longitudes entre 23,3 cm y 63,5 cm, con predominio de tallas mayores en La

Paloma; c) la clave talla-edad fue calculada y el rango de tallas abarcó desde 21 a 58 cm, donde para cada edad fue muy amplio y con sobreposición a partir de los 11 años; d) los parámetros de crecimiento calculados con la clave talla-edad fueron: $L_{\infty} = 71,4$ cm; $K = 0,072$; $t_0 = - 1,272$ y e) hubo alometría en el crecimiento de *U. brasiliensis* ($\ln P = 3,1323 \ln L - 5,3553$).

Aun quedan muchas incógnitas a ser resueltas y deberá profundizarse en los siguientes puntos:

- a. incluir los otolitos en resina Epoxi o similares y realizar cortes finos ($\leq 0,5$ mm);
- b. capturar y analizar todas las tallas de los peces y considerar la representatividad de las mismas;
- c. profundizar en la observación del borde del otolito;
- d. verificar la posición de la marca del primer anillo de crecimiento descartando si es el producido por el cambio del hábitat pelágico al demersal;
- e. encarar estudios que expliquen la influencia de la temperatura en el crecimiento del otolito, principalmente en etapas juveniles.

Capítulo 7

Aspectos Pesqueros

La Pesca en el Uruguay

En el Uruguay puede definirse como un país de economía predominantemente agropecuaria, con desarrollado sector comercial y de servicios. La ganadería extensiva fue la práctica constante y su participación en la exportación tradicional de carnes, cueros y lanas fue siempre muy elevada. La calidad de los suelos y los crecimientos de los mercados, en el ámbito nacional primero e internacional después, llevó a un importante desarrollo de la agricultura. En cambio, la economía pesquera tuvo un desarrollo histórico muy diferente y tardó en la vida independiente del Uruguay, donde se le atribuyó escasa importancia a los recursos naturales renovables provenientes del mar. Pero, la abundancia de los mismos y la apetencia de sus productos a escala nacional e internacional lo llevaron a un desarrollo acelerado a partir de 1976 (Astori & Buxedas, 1986).

Surgidos los estados nacionales, tanto Uruguay como Argentina reclaman su soberanía sobre los espacios acuáticos adyacentes, especialmente el Río de la Plata, pero, se atienen en los hechos a usarlos según la costumbre y a defenderlos contra terceros. En 1964, Uruguay y Brasil fijan el límite de su jurisdicción marítima según el principio de las 200 millas, y en 1972 su límite lateral marítimo (MTO-PNUD, 1979). Al año siguiente, Uruguay y Argentina delimitan sus respectivas soberanías con el tratado de límites del Río de la Plata y su Frente Marítimo (Astori & Buxedas, 1986). Uruguay dispone entre Punta Gorda y la ciudad de Colonia de una franja de

jurisdicción exclusiva de dos millas de ancho a partir de la línea de costa. Entre Montevideo y Punta del Este la franja se ensancha a 7 millas (Fig. 2.1). Fuera de estas franjas la jurisdicción sobre el espacio común se ejerce en forma limitada y se tiene derecho de uso sobre los canales. La pesca es exclusiva en las franjas de soberanía absoluta y compartida en el resto del río. En el frente marítimo se establece un límite lateral por el método de la línea equidistante de costas adyacentes, límite que parte del punto medio de la línea Punta Rasa - Punta del Este. Uruguay dispone de una franja de jurisdicción exclusiva de 12 millas de ancho entre Punta del Este y el Chuy. Se reconoce una Zona Común de Pesca (ZCP) Argentino-Uruguaya para ambos países determinada por arcos de circunferencia de 200 millas cuyos centros de trazado están ubicados respectivamente en Punta del Este y Punta Rasa (Fig. 2.1), quedando los volúmenes de captura a establecer en proporción a la riqueza de la ictiofauna evaluada (Nión, 1985; Astori & Buxedas, 1986).

Casi paralelamente a esos últimos acontecimientos, nuestro país creaba el Instituto Nacional de Pesca y se elaboraba el Plan Nacional de Desarrollo Pesquero, todo esto reconociendo la necesidad de estudios profundos del medio costero, de su ocupación y de su explotación.

A causa de una pujante política de inversión en la pesca y a la asimilación de tecnología, el país pasó de una captura de 9.000 toneladas anuales antes de 1975 a 81.000 toneladas en 1981 (Fig. 7.1). Durante el período 1975-1997, el número de embarcaciones de pesca industrial se incrementó significativamente hasta un máximo de casi 100 unidades entre 1988 y 1997 (INAPE, 1997). La flota se modernizó substancialmente entre 1975 y 1990, aunque a partir de entonces ha comenzado a envejecer. El personal total vinculado a la pesca prácticamente se cuadruplicó entre 1975 y 1987, reduciéndose luego a casi la mitad (CCU, 1991).

El Plan de Desarrollo Pesquero no incluyó a la pesca artesanal (Astori & Buxedas, 1986). La denominación de artesanal, se refiere al uso de técnicas simples y limitadas a la capacidad de manejo de las mismas y a embarcaciones de hasta 10 toneladas de registro bruto (TRB) con o sin utilización de motor (Crossa, 1989). Además, la pesca artesanal se asocia a pesca costera y en consecuencia incide en este ecosistema. La costa uruguaya ofrece una importante variedad de playas y balnearios que atraen al turismo nacional e internacional y que se comparten con los asentamientos de los pescadores artesanales.

Con diferentes niveles de desarrollo, el subsector artesanal integra a los habitantes de zonas costeras del Río de la Plata, marinas (Océano Atlántico) y de aguas continentales y sus capturas representan cerca del 5 % del total nacional (Crossa, 1989). Las diferencias existentes entre estas regiones no sólo se deben a los factores geográficos y bioecológicos y de las poblaciones de peces sometidas a explotación, sino también al contexto social e histórico de cada una de ellas.

La pesquería artesanal estuarino-marina explota principalmente especies de peces teleósteos (*Micropogonias furnieri*, *Urophycis brasiliensis*, *Macrodon ancylodon*, *Brevoortia* sp., *Cynoscion striatus*, *Paralichthys* sp., *Parona signata*, *Mugil* sp.) y elasmobranquios (*Mustelus canis*, *Myliobatidae*, *Rajidae*) que se encuentran en la costa para alimentarse y/o reproducirse (Nión, 1985; 1998). Debemos destacar que la corvina blanca *Micropogonias furnieri* es el primer recurso de esta pesquería (Acuña *et. al.*, 1992) seguido en importancia económica y social por la brótola *U. brasiliensis*. Esta especie es capturada zafralmente por los pescadores artesanales de la costa estuarial del Río de la Plata así como también, en las áreas oceánicas.

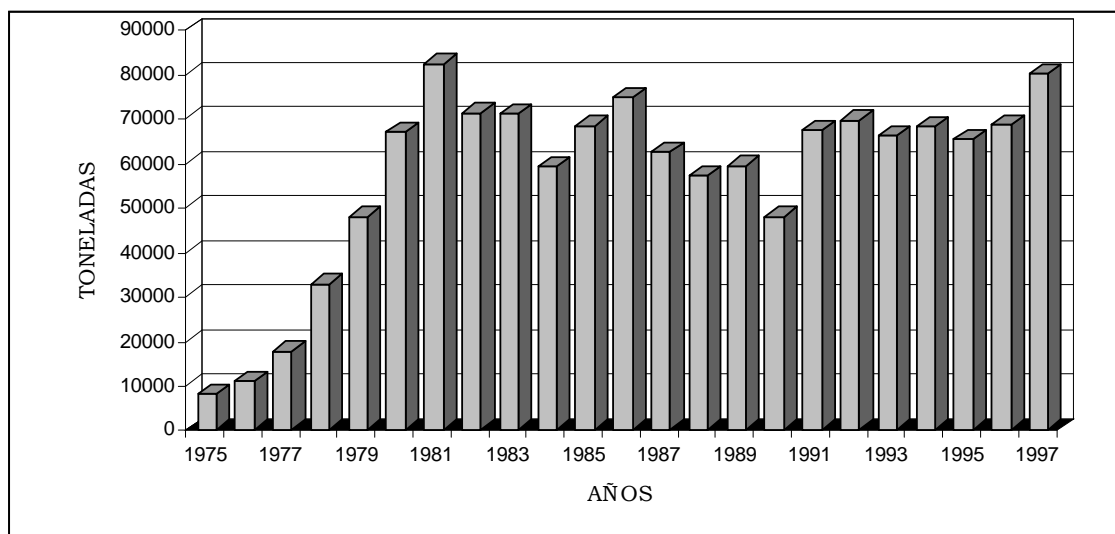


Fig. 7.1. Capturas anuales totales (Ton) de las principales especies marinas sometidas a explotación por la flota pesquera uruguaya. (Fuente: Informe Sectorial Pesquero, INAPE: 1997).

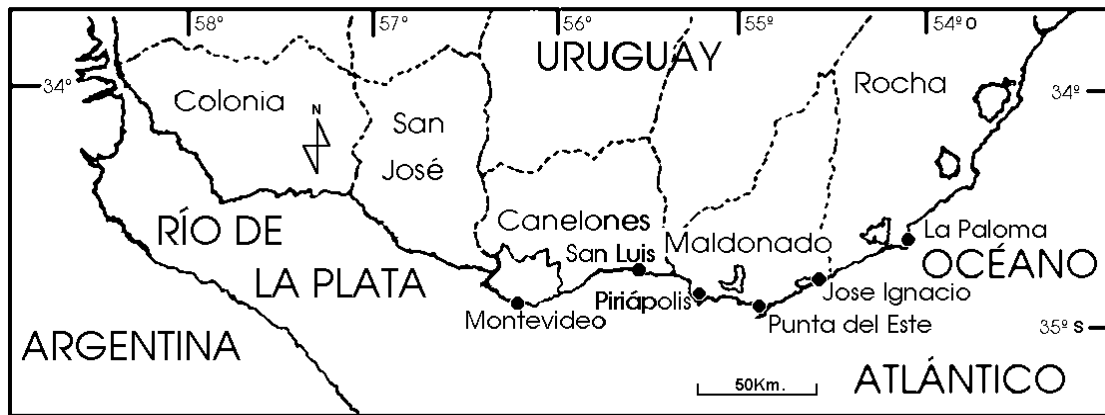


Fig. 7.2. Posición en la costa uruguaya de los principales lugares de desembarque de *U. brasiliensis* capturada por la flota artesanal.

Pesquería artesanal de la brótola

Por su significación socio-económica, la pesca artesanal de *U. brasiliensis* es la forma más importante de explotación de esta especie en el Uruguay. Se extiende desde Montevideo a la costa atlántica uruguaya, con cambios en su intensidad según la época del año. Montevideo, Piriápolis y La Paloma son los tres lugares de desembarque más tradicionales e importantes de este recurso, pero también se captura en Punta del Este, José Ignacio y, recientemente, en San Luis (Fig. 7.2). Este último asentamiento surgió como consecuencia del traslado desde la costa oeste de Montevideo de los pescadores artesanales enfrentados a los fracasos de la pesquería de la corvina (Acuña *et al.*, 1992).

En 1987, la encuesta nacional de pescadores artesanales (MTSS, 1988), reveló que de los aproximadamente 800 pescadores artesanales del país, un 13 % se ocupan zafralmente de la pesca de la brótola. Los pescadores artesanales nacionales pertenecen a los sectores más carenciados de la sociedad, sin seguros sociales y habitando en viviendas precarias (Crossa, 1989; CCU, 1991). No escapan a estas condiciones aquellos relacionados a la pesca zafral de la brótola.

El producto de la pesca de la brótola se vende en filetes directamente al público y/o a compradores intermediarios en los locales de desembarque (Fig. 7.3). Estos últimos la comercializan para la industria, restaurantes y pescaderías. Debido a que su carne es muy apreciada, se paga un alto precio (desde U\$ 5 a 8 el kg). También es industrializada en Montevideo para su exportación congelada entera, eviscerada y en filete (INAPE, 1995).

Para la captura de la brótola se utilizan embarcaciones de 6 a 10 m de eslora aproximadamente, construidas de madera y recubiertas de fibra de vidrio. En La Paloma, en períodos de zafra alta operan 20 barcas, de 10 m de eslora (Fig. 7.4b), de

5 toneladas de capacidad de bodega y motor de hasta 20 HP las que son tripuladas por 3 a 4 pescadores y les permite buscar el recurso hasta 20 metros de profundidad. Estas barcas se usan también para la captura de elasmobranquios a 30 millas de la costa. Las 6 barcas de Piriápolis (Fig. 7.4a) son más pequeñas y frágiles, con un motor de 15 HP y van hasta zonas entre 16 a 22,4 Km de la costa, aproximadamente a 8 m de profundidad.

Las embarcaciones artesanales utilizan el palangre (Fig. 7.5) para la pesca de *U. brasiliensis* (Nión, 1985). Este arte consiste de una línea principal de cuerda de 100 a 150 m, donde cada 2 m es fijada una brazolada de 1 m de largo en cuyo extremo se coloca un anzuelo. Este es de tamaño 10 y mide de alto 4,0 cm, de ancho 1,6 cm y de apertura de 1,34 cm. Esta estructura se dispone alrededor de un aro de paja trenzada de 50 cm de diámetro y 10 a 15 cm de alto. De esta forma, se coloca la carnada que puede ser congrio (*Conger orbignyanus*) o lacha (*Brevoortia sp.*). Varias personas incluyendo a la familia del pescador colaboran para el encarnado, desencarnado y acondicionamiento del palangre. La cantidad de palangres utilizados por embarcación es de 8 a 10 en Piriápolis, y de 20 a 40 en La Paloma y cada uno de ellos lleva entre 90 y 100 anzuelos. Esto varía con la abundancia de la especie en la zona y/o con la demanda.

Luego de alistados los palangres se llevan a la zona de pesca. La hora de calar oscila entre las 17:30 y las 21:00 horas y se recoge entre las 4:30 y las 7:00 horas en Piriápolis. En La Paloma, se sale de madrugada, y los palangres se retiran en la misma mañana, dependiendo de la distancia y el tiempo necesario para localizar el cardumen en cada operación de pesca. A veces las brótolas aparecen también en las redes de enmalle que son utilizadas para la pesca de otras especies costeras. Este arte no es ideal para la captura de la brótola, porque escapa con facilidad de la red dado que es muy escurridiza.



Fig. 7.3. Puesto de venta de la brótola (*U. brasiliensis*) capturada por la flota artesanal en Piriápolis.

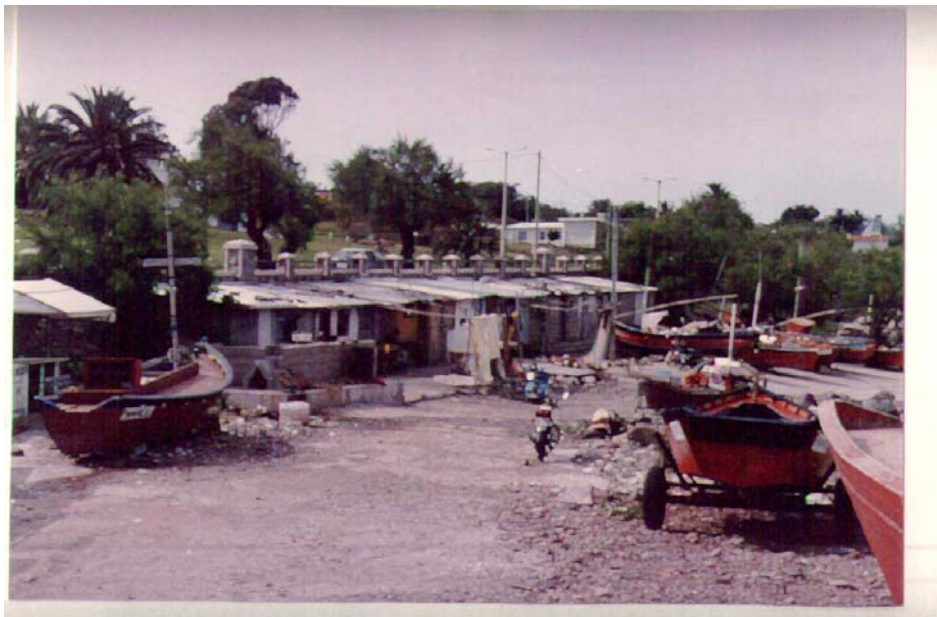


Fig. 7.4. Barcas de pesca artesanal utilizadas para la captura de la brótola *U. brasiliensis* en (a) Piriápolis y (b) La Paloma.



Fig. 7.5. Palangre, arte de pesca que utilizan los pescadores artesanales en la pesquería de la brótola (*U. brasiliensis*).

Captura y desembarque de la brótola

La brótola es explotada artesanal e industrialmente a lo largo de su amplia distribución geográfica (Río de Janeiro-Brasil, Mar del Plata- Argentina). Existen hasta el momento, datos fragmentarios y escasos sobre evaluaciones pesqueras de *U. brasiliensis* en Brasil. En el litoral del Estado de San Pablo, caracterizan a la brótola como un recurso secundario, pero con potencial para ampliar su explotación (Mucinhato *et al.*, 1995). El desembarque promedio anual (1990-1994) entre 29° y 34°S fue de 1186 toneladas (Haimovici, *et al.*, 1997). Para la Argentina se registraron 1202 toneladas en 1987 (Cohen *et al.*, 1990). Cousseau (1993) establece que no hay estimaciones de la captura máxima sostenible y representa un recurso pequeño. Tanto en Brasil como en Argentina, la aparición de la brótola esta fuertemente asociada a la pesca del camarón *Artemesia longinaris* que constituye el alimento principal de esta especie (Goldstein, 1986; Acuña *et al.*, 1995). Dada la relación pesquera y trófica con dicho camarón, Ruffino *et al.* (1992/93) advierten que la captura de juveniles de *U. brasiliensis*, provoca una disminución en su abundancia. En la costa uruguaya a pesar de que existe pesca dirigida a *A. Longinaris*, aun no ha sido evaluada la presencia de la brótola como fauna acompañante.

En nuestro país, el recurso es capturado también al arrastre a niveles significativos por la pesca industrial, aunque el monto de las capturas puede no reflejar valores reales. En efecto, la especie forma parte substancial de la "valija", que en este tipo de pesquería retira para su propio uso la tripulación, sin que sea declarada.

Las capturas registradas para Piriápolis y La Paloma entre los años 1975 y 1994 fueron diferentes entre ambos puertos hasta 1991 donde se visualiza una

fuerte aproximación (Fig. 7.6a). Entre 1976 y 1979 fueron desembarcadas en Piriápolis entre 23.535 kg y 69.214 kg; mientras en La Paloma osciló entre 1.193 kg. y 48.792 kg con un alza muy marcada en ambos puertos para 1979 (Fig. 7.6a). Las elevadas capturas registradas en La Paloma entre 1983 y 1986 ocurrieron probablemente, por el desarrollo de una flota de arrastreros ante el crecimiento industrial en este puerto (Astori & Buxedas, 1986; CCU, 1991; INAPE, 1995).

Se observa en la Tabla 7.1, un período de bajas capturas entre 1985 y 1990 tanto para el total como para cada puerto. Casi de la misma forma sucedió en las capturas totales del Uruguay para esos mismos años (Fig. 7.1). A partir del 1991, comienza el ascenso de las capturas totales donde es bien notorio (Tabla 7.1) lo que indicaría el desarrollo de otras pesquerías artesanales.

La pesquería artesanal de Piriápolis se dedica a la brótola durante casi todo el año, no así en La Paloma, donde hay meses en que es nula, principalmente en invierno, cuando la captura de elasmobranchios es prioridad para los pescadores artesanales. En el desembarque mensual de la Paloma, la captura máxima fue en Enero y Febrero (14.363 kg - 12.505 kg) y en Piriápolis osciló entre 1.806 kg y 15.973 kg de Diciembre a Febrero (Fig. 7.6b). Se confirma que la pesca artesanal de brótola aumenta en verano en estos puertos frente a un requerimiento turístico y directamente por un aumento de precios. Debe señalarse además, que también los valores de las capturas de la pesca artesanal se encuentran sin duda subestimados. Estos se obtienen de los partes de pesca, que en el caso de la pesca artesanal no son entregados regularmente por los pescadores. Esta situación se genera por la inseguridad del pescador acerca del destino de la información que brinda y las consecuencias sobre su actividad. En el documento “Análisis de las pesquerías artesanales” (CCU, 1991) se estima que la pesquería artesanal en la costa uruguaya captura 250 toneladas anuales. Los datos presentados en la Tabla 7.1 muestran

valores aproximados y superiores a este.

Cousseau (1993) constata que las especies del género Gadiformes son poco dominantes en número y muy modesta su biomasa. Los desembarques de *U. tenuis* (white hake) y *U. chuss* (red hake) de 1987 fueron de 30.429 y 2.626 ton respectivamente (Cohen *et al.*, 1990). Estas especies junto a *U. brasiliensis* son las únicas del género *Urophycis* de importancia pesquera dentro de la familia Phycidae.

Se ha constatado que la pesca artesanal es más intensa durante el invierno en Montevideo, Canelones y Maldonado, y, en verano, en la zona atlántica (José Ignacio y La Paloma) (Fig. 7.2). En Montevideo (desembarque artesanal), San Luis, y en algunos años inclusive en Piriápolis y Punta del Este, la pesca de brótola durante el verano-otoño fue muy escasa. A pesar de la demanda y los buenos precios de comercialización, en estos últimos lugares, la pesca disminuye durante el verano ya que la brótola desaparece o se aleja del área óptima de la pesca artesanal. Esto sucede, probablemente, debido a que se desplaza con fines reproductivos (Vizziano *et al.*, 1993) y/o por condiciones de temperatura y salinidad que ocurren en estas áreas a partir de finales de la primavera (Nagy *et al.*, 1998). Si se analizan los desembarques por arte de pesca en Piriápolis y La Paloma, resulta que el palangre es el arte que extrajo los mayores volúmenes de brótola en Piriápolis (Fig. 7.7a). Para La Paloma, el arrastre prevaleció en casi todos los años y a su vez éste aventajó al enmalle (Fig. 7.7b). En este último puerto, influyó el desarrollo de una importante flota industrial. A partir de 1977 la pesca de arrastre en pareja en el sur del Brasil obtuvo las mayores capturas de brótola, con 428 toneladas en 1985 contra 48 toneladas de la pesca de arrastres de portones (Hamovici *et al.*, 1989). La pesca de arrastre en pareja y portones no se puede realizar en nuestro país en una franja costera de 7 millas. Esta situación limita las iniciativas productivas mediante artes de arrastre, aunque indirectamente mantiene una producción artesanal estable.

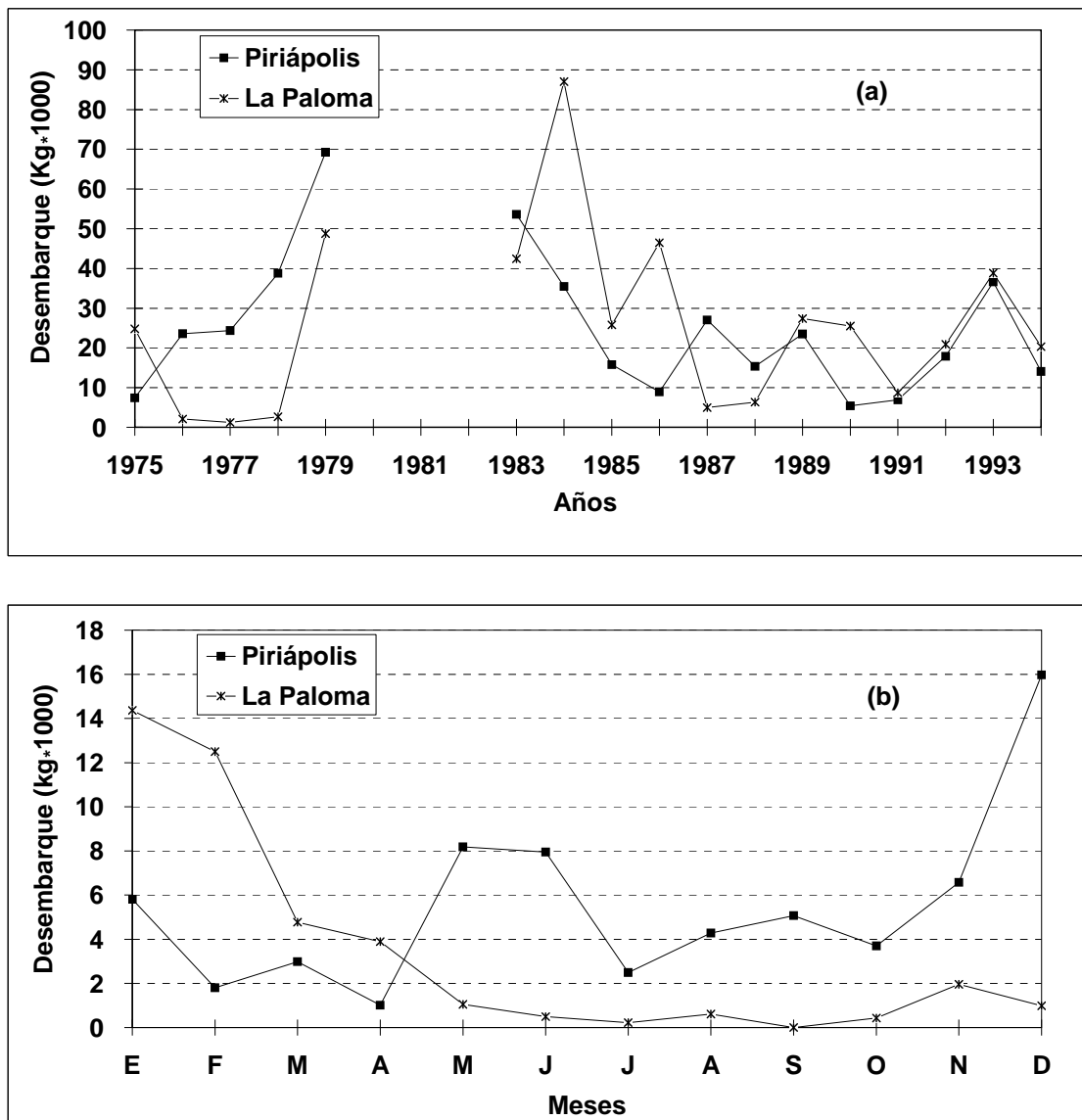


Fig. 7.6. Desembarques anuales (a) y mensuales (b) (1975-1983) de *U. brasiliensis* en los Puertos de Piriápolis y La Paloma.

Tabla 7.1. Desembarques (Kg) de *Urophycis brasiliensis* entre 1975 y 1997 en Piriápolis, La Paloma y totales de todos los puertos. (Fuente: boletines estadísticos pesqueros del INAPE) y (*) Nión, 1985).

AÑOS	PIRIÁPOLIS	LA PALOMA	TOTALES
1975	7.448	24.787	60.498
1976	23.535	2.070	91.212
1977	24.339	1.193	164.976
1978	38.782	2 680	109.132
1979	69.214	48.792	222.880
1980			200.000 (*)
1981			100.000 (*)
1982			200.000 (*)
1983	53.577	42.402	152.767
1984	35.452	87.014	185.429
1985	15.809	25.820	55.433
1986	8.900	46.500	66.300
1987	27.007	4.994	
1988	15.327	6.346	
1989	23.499	27.383	70.500
1990	5.419	25.511	58.700
1991	6.951	8.744	161.400
1992	17.861	20.922	261.100
1993	36.606	38.808	357.400
1994	14.072	20.329	280.200
1995			363.100
1996			223.100
1997			272.400

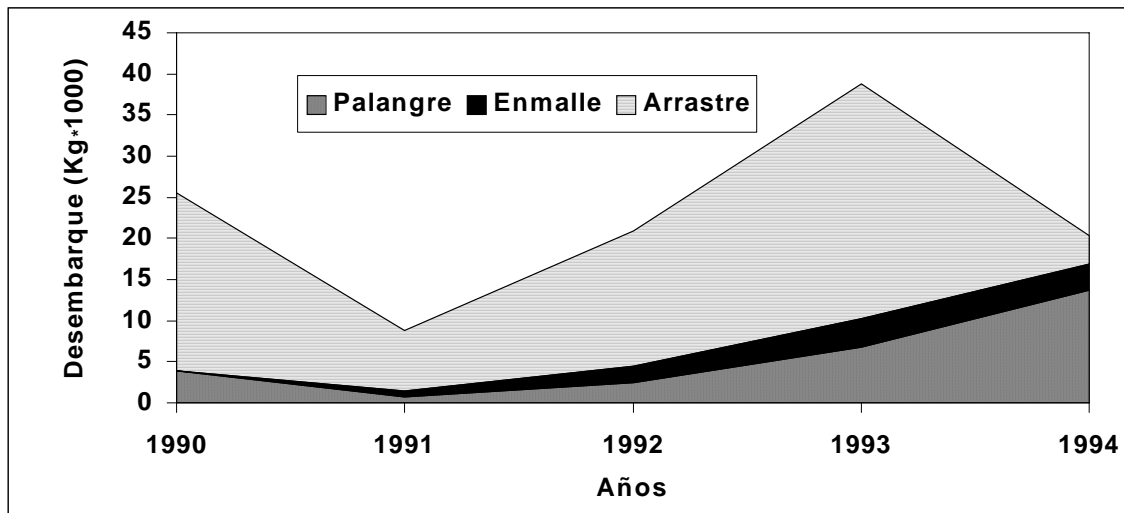
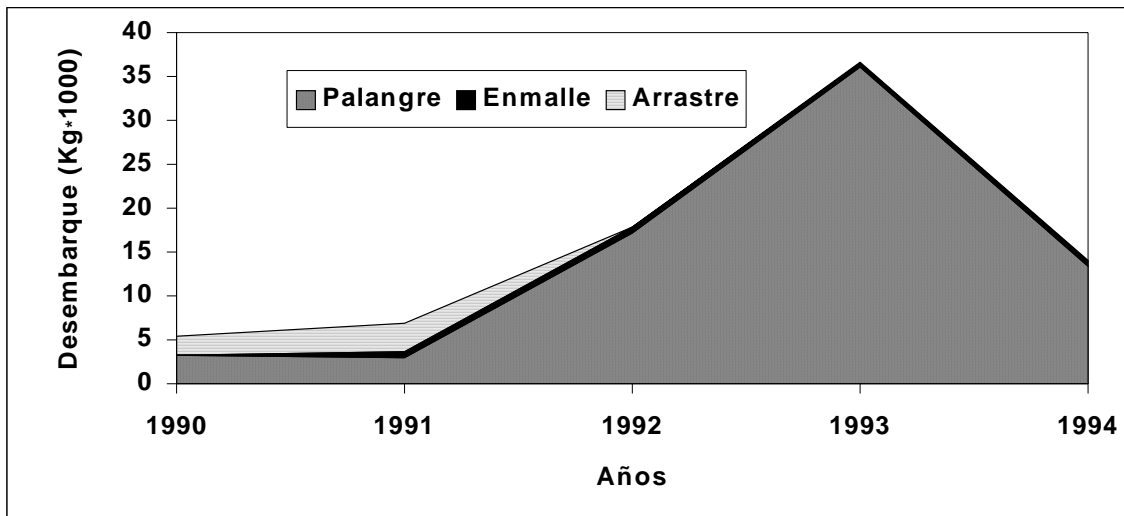


Fig. 7.7. Los artes de pesca utilizados para la captura de *U. brasiliensis* en Piriápolis (a) y La Paloma (b) entre 1990 y 1994.

Capítulo 8

Consideraciones Generales

Consideraciones ecológicas

La costa uruguaya está influenciada por tres a cuatro factores fundamentales que se combinan estableciendo una dinámica espacial y temporal en las aguas del Río de la Plata. Uno de ellos, es la incidencia de las aguas fluviales, otro el de las Aguas de la Plataforma Tropical y Antártica y además el efecto del viento. Existe una tendencia estacional en la aparición de los mismos. Actúan concomitantemente produciendo diferentes escenarios en las áreas involucradas, dependiendo de la mayor o menor influencia de una variable sobre la otra.

Tomando en cuenta los registros de salinidad y temperatura mencionados (ver Cap. 2), y las características particulares de nuestra costa podemos encontrar algunas “escenas” puntuales en el Río de la Plata y la costa oceánica:

- Invierno-primavera: aumento del ingreso fluvial por los ríos Paraná y Uruguay; predominio de Aguas de Plataforma Subantárticas (frías y baja salinidad); viento del N moderado que empuja hacia afuera el agua. En las costas de Montevideo ocurre un descenso de la temperatura con respecto a la media estacional y estratificación de la salinidad. En Piriápolis y La Paloma disminuye también la temperatura, notándose la mayor influencia de Aguas de la Plataforma. Si ocurriera una “sudestada” (vientos del S-SE) en esta época, habría un predominio de aguas Subantárticas dentro del estuario alcanzando el oeste de la costa de Montevideo. *Falta una figura esquemática*
- Verano-otoño: ocurre un menor ingreso fluvial; los vientos que prevalecen son

de dirección E-SE; las aguas de la Plataforma que ingresan son de predominio Subtropical (cálidas y alta salinidad) e inciden sobre la costa montevideana. La temperatura aumenta, hay mayor estratificación de la salinidad que en el invierno y se produce el frente salino. En Piriápolis hay menor estratificación de la salinidad y menor influencia fluvial. La salinidad de fondo es mayor y se incrementa la temperatura. En La Paloma aumenta tanto la salinidad como la temperatura con respecto al invierno. Falta una figura esquemática

No existe un monitoreo simultáneo de las variables físicas y químicas y la especie considerada. Pero, si partimos del cuadro sinóptico mencionado y los resultados obtenidos por Mora *et al.* (1985), Vizziano *et al.* (1993) y Acuña & Verocai (1999) así como, el seguimiento realizado de las capturas artesanales de la brótola en la costa uruguaya; se propone lo siguiente:

- la brótola se distribuye en Montevideo desde mayo a noviembre y en el resto de la costa todo el año, donde hay predominio de aguas frías (Aguas SubAntárticas) y mayor ingreso de agua dulce.
- a partir de finales de primavera la brótola se retira de las costas de Montevideo y Canelones. No está presente en Montevideo durante el verano-otoño cuando inciden aguas más cálidas y ocurre el frente de salinidad,
- la permanencia de esta especie en la costa este uruguaya durante todo el año, se debe generalmente a las temperaturas de fondo, inferiores a 19°C;
- la brótola es una especie eurihalina y se distribuye en temperaturas de fondo, frecuentemente menores a 19°C; finalmente
- es probable que la brótola realiza desplazamientos hacia aguas con temperaturas más frías y/o con fines reproductivos.

Como ya fue mencionado, varios investigadores brasileños relacionan el ingreso de *Urophycis* sp. a la región costera (23°S y 45°W) cuando se produce la entrada de masas de aguas oceánicas frías y menos salinas (Braga & Gointein, 1984). También se acerca a la costa del Estado de São Paulo en el verano con la introducción de las Aguas Centrales del Atlántico Sur (ACAS) (Rossi-Wongtschowski & Paes, 1993) y durante la primavera-verano aparece en Cabo Frío (20°S) ante los fenómenos de surgencia (Fagundes Netto & Gaelzer, 1991). En un crucero de fin del verano al sur de Rio Grande se observó predominio de

U. brasiliensis fundamentalmente en las capturas donde las temperaturas oscilaron entre 14,5°C y 17°C (Haimovici *et al.*, 1994). Se debe recordar que esta especie tiene un origen probable en el hemisferio sur y que estaría en proceso de adaptación y plena expansión. Además, sus congéneres del Atlántico Noroccidental se distribuyen en temperaturas frías.

La extensión espacial y la duración y periodicidad de las migraciones que realiza la brótola no están claras. En un ambiente tan cambiante, la búsqueda de características físicas más apropiadas (temperaturas frías) conduce a un ciclo de vida donde el reparto energético debe ser altamente equilibrado para cubrir las demandas por los eventos reproductivos, para el crecimiento y los procesos migratorios. Tal vez, el desove parcial y extendido a lo largo del año le permite optimizar la energía empleada en la reproducción, ya que en el caso de las hembras el gasto energético se reparte durante todo el año. Comparando este sistema con los desovantes totales, la estrategia de desove fraccionado le permite minimizar la competencia por el alimento entre las larvas ya que nacen nuevos individuos simultáneamente. Asimismo, podría representar una táctica útil en un ambiente impredecible, como es el caso del Atlántico Sudoccidental y preferentemente en la costa uruguaya. El gran tamaño de los hígados acompañando el aumento de las gónadas probaría que la brótola necesita gran cantidad de reserva para distribuirla entre mantenimiento y producción. La permanencia casi constante del factor de condición durante todo el año muestra una compensación entre las demandas del ambiente y las ganancias y pérdidas producidas por la alimentación, reproducción y el crecimiento. Es probable que la brótola prefiere áreas de baja temperatura como requerimiento reproductivo, ya que en Montevideo durante el otoño-invierno no ocurre la maduración ni el desove (Mora *et al.*, 1985). *U. chuss* y *U. tenuis* tienen distribución térmica y batimétrica diferente entre individuos inmaduros y maduros. *U. chuss* desova en profundidades menores de 60m y entre temperaturas de 5°C y 10°C y posteriormente los adultos se alejan a aguas más profundas. Los adultos de *U. tenuis* son más abundantes en un rango restringido de temperatura (5°C a 9°C) que los inmaduros (4°C a 13°C) (Musick, 1974). El hallazgo en La Paloma de mayor abundancia de individuos en avanzada maduración y desovantes parciales y totales (verano-otoño), sitúan a esta región como una probable zona de desove, a pesar de no encontrar una concentración destacada de los desovantes. Vizziano

et al. (1993) proponen que el área de desove está fuera de la incidencia de la pesca artesanal, frente a La Paloma. Por su parte Haimovici (com. pers.) sugiere que la brótola riograndense (32°S) realiza una migración en el verano hacia el Chuy (33°S). Las condiciones oceanográficas frente a la zona comprendida entre el Chuy y La Paloma están fuertemente influenciadas por las aguas de Plataforma Tropical y Subantártica, región de la convergencia subtropical.

Diversos factores influenciaron la variación del número de individuos colectados mensualmente. Uno de ellos, es la estrecha relación de la muestra con las capturas realizadas por los pescadores artesanales. Estas fluctúan de forma muy amplia, con meses en dependencia de exigencias del mercado y de la aparición estacional de otras especies de mayor interés económico. Por otro lado, las diferencias existentes entre los asentamientos pesqueros se deben parcialmente al esfuerzo de muestreo realizado en uno u otro local. En cuanto a los muestreos biológicos, tanto la variabilidad del tamaño de la muestra mensual (número de individuos colectados) fue el resultado de la realización de muestreos “a fecha fija”. Es decir, sólo se disponía de 3 días preestablecidos al mes para la pesca, independientemente de las condiciones climáticas. Esto condiciona seriamente los muestreos que se realizan desde embarcaciones pequeñas ya que, o bien no se puede salir al mar o sencillamente la pesca resulta impracticable al tener que estar las embarcaciones fondeadas en los puertos. Así, hubo meses en los que la muestra fue muy pequeña o no hubo brótolas.

Habida cuenta, de la gran dificultad que tienen los estudios en medio natural, podemos considerar que si algunas hipótesis no se han probado fehacientemente, se ha logrado reunir un amplio conocimiento de la biología de la brótola. Para esta especie de la cual no existían antecedentes, con la información recabada se podrán dilucidar muchas otras interrogantes que fueron surgiendo en este estudio pero con la gran ventaja de conocer los obstáculos que preseta este tipo de investigación. Para minimizar muchos de los inconvenientes de muestreo es imprescindible realizar campañas de estudio en embarcaciones especializadas. Además, es necesario que el investigador pueda fijar *a priori* las estaciones de estudio y obtenga concomitantemente las muestras de peces y los datos oceanográficos. De esta forma el tamaño de la muestra no estará sesgado al “grupo comercial” y se podrá realizar un análisis ecológico más completo de la especie. Es fundamental tener la chance de aumentar o cambiar el área de

muestreo ante la ocurrencia de situaciones no esperadas como, la ausencia de machos en las muestras y dónde ocurre el área de reproducción. Al estar sujetos a un “muestreador comercial” todo resulta inadecuado. Además, es indudable que la falta de conocimientos sobre las comunidades biológicas costeras uruguayas es una fuerte traba para realizar estudios de alimentación en peces, como la evaluación cuantitativa de la dieta, ración diaria y evaluación de gastos energéticos etc. Por supuesto que muchas otras incógnitas que se presentan en el desarrollo de las investigaciones son independientes de estos problemas y, forman parte de la dinámica científica donde nunca se termina por conocer totalmente a un organismo.

Pautas para el manejo del recurso

La importancia económica y social de la pesca artesanal y la necesidad de impedir la desaparición de los recursos, nos obliga a prestar atención constante a los problemas inherentes a la ordenación de la actividad pesquera, y en consecuencia a procurar en lo posible un conocimiento más exacto de la dinámica de los stocks sometidos a explotación. Los recursos pesqueros son autorrenovables, término que no es sinónimo de ilimitado. Ello quiere decir que si bien anualmente se generan excedentes que pueden ser utilizados por el hombre, estos serán siempre limitados. El aprovechamiento racional de estos recursos consiste precisamente en optimizar la explotación de dichos excedentes (Rendimiento Máximo Sostenible). Para que la biomasa del stock se encuentre en equilibrio, el stock reproductor -conjunto de individuos sexualmente maduros, responsable de los reclutamientos anuales de juveniles- y el aumento en peso de todos los individuos por crecimiento tienen que equilibrarse con las pérdidas por muerte natural (enfermedad, predación, vejez) y con la actividad pesquera desarrollada por el hombre. Cuando esta actividad es excesiva, el crecimiento individual y el reclutamiento no compensan las pérdidas. Para alcanzar el manejo adecuado de un recurso pesquero es necesaria la integración (estrategia integrada) de los conocimientos de la biología y ecología con los factores socio-económicos e institucionales que afectan el comportamiento de los usuarios (pescadores) y los

responsables de su administración (Buzeta, 1987, Sparre *et al.*, 1989; FAO, 1993).

Con la información recabada en instituciones nacionales y los muestreos de desembarque, se analizó la pesquería artesanal y la estructura poblacional de la brótola de la costa uruguaya. La pesca artesanal es la explotación dominante para este recurso en el Uruguay y la mayor biomasa desembarcada se registra en Piriápolis y La Paloma. La gran incidencia socio-económica ocurre en el verano ante el requerimiento turístico. La pesquería artesanal presenta las siguientes características:

- actúa sobre el stock no desovante (recuperación gonadal)
- la explotación del recurso está dirigida por la demanda comercial
- el número de barcas utilizadas en ambos puertos durante los diez años analizados permaneció homogéneo, descartando los efectos de aglomeración
- la captura con palangre mantiene una estructura poblacional (talla, sexo y grado de madurez) estable, no destruye el hábitat y selecciona solamente las tallas comerciales.

Esta especie estaría en condiciones de soportar un aumento del esfuerzo pesquero. Observando el esfuerzo que se ejerce entre la pesquería de Piriápolis y La Paloma, en la primera, con un menor esfuerzo (6 barcas y sus motores, 8-10 palangres, distancia-tiempo de traslado a la zona pesca) se obtiene un rendimiento mayor que es variable en relación a la época del año (Fig. 7.6b). Además, hay un importante volumen de captura entre 1990 y los años subsiguientes (Fig. 7.6a).

Es probable que se puedan alcanzar mayores rendimientos, tal vez, modificando el método de captura, como por ejemplo el utilizado en Brasil (Haimovici, *et al.*, 1997). Sin embargo, el informe del CCU (Anónimo, 1991) plantea que la relación unidad de pesca, recursos humanos disponibles y capacidad de comercialización del producto bruto, la colocan como una pesquería muy eficiente. A pesar de todo lo expuesto, reiteradamente el pescador plantea que la conservación y comercialización de la brótola controla toda su actividad es decir, independientemente de que se realizara un cambio de arte de pesca y/o un aumento del esfuerzo de captura. La ausencia de un conocimiento más preciso de las potencialidades de la pesquería y una evaluación económica obstaculizan la puesta en práctica de un manejo pesquero integrado.

La utilización de un arte de pesca que selecciona las tallas comerciales y una explotación artesanal fuera del área reproductiva protege el ciclo de vida de

la brótola. Dado que la reproducción es casi continua no es necesario realizar períodos de veda. Si se confirma que la brótola tiene crecimiento lento, entonces hay que cuidar de no pescar los individuos pequeños y no aumentar el número de embarcaciones.

Los resultados bioecológicos y pesqueros alcanzados en *U. brasiliensis* contribuyen a los lineamientos de la administración pesquera artesanal de esta especie. A pesar de asignarla como una pesquería eficiente, es imprescindible contar con el conocimiento de las potencialidades de la pesquería (evaluación de la biomasa), de las tasas de crecimiento y mortalidad y de una evaluación económica para poner en práctica un manejo pesquero integrado.

Otro punto muy importante a considerar en el manejo de la brótola, es la dependencia alimenticia que tienen con la *Artemesia longinaris*. Si se desarrollara una pesquería del camarón, como la que ocurre en Brasil, habría que estar alerta, ya que la eliminación o disminución de la abundancia del mismo sería muy perjudicial para la alimentación de la brótola. Un plan de manejo simultáneo sería lo más aconsejable. La abundancia de la brótola dependería no sólo del éxito de su reclutamiento sino también, del suceso del reclutamiento de la *A. longinaris* que generalmente es muy influenciado por las condiciones físicas. Otro punto a destacar, es que el monitoreo de la dieta de *U. brasiliensis* ha permitido conocer algunos aspectos de la distribución espacial y temporal de este camarón en la costa uruguaya, los que hasta el momento eran totalmente inciertos.

Conclusiones

- *U. brasiliensis* es un pez bentónico demersal y carnívoro, con un alto grado de preferencia en la alimentación de camarones.
- Su naturaleza generalistas se comprueba con una composición de la dieta integrada por al menos 23 especies representada por crustáceos, peces y moluscos.
- Posee desoves múltiples de tipo grupo sincrónico y el período de puesta se prolonga durante gran parte del año.
- Los estadios de madurez predominantes fueron: la recuperación gonadal y los desovantes parciales regresivos. Los individuos en maduración y maduros, así como los desovantes parciales y totales fueron muy escasos. Los estadios inmaduros e hidratados no fueron registrados en las muestras.
- El Índice Gonadosomático describe adecuadamente su proceso de desarrollo gonadal.
- Las hembras fueron más abundantes y de mayor tamaño que los machos.
- El uso de secciones transversales tostadas permitió determinar la edad en 70% de los ejemplares.
- La estructura etaria comprendió individuos desde 4 a 23 años.
- Los parámetros de crecimiento para las hembras fueron: $L_{\infty} = 71,37$; $K = 0,072$ y $t_0 = -1,272$.
- $\ln P = 3,1323 \ln L - 5,3553$ representa la relación largo-peso de las hembras.
- Las longitudes se situaron entre 23,3 cm y 63,5 cm, existiendo diferencias en la distribución de las tallas entre Piriápolis y La Paloma.
- *U. brasiliensis* permanece durante todo el año en la costa uruguaya en aguas

preferentemente inferiores a 19°C. Se retira de Montevideo y Canelones a partir de noviembre ante la influencia de las aguas de la Plataforma Subtropical.

- Las características ambientales variables, el tipo de estrategia reproductiva y la realización de mecanismos migratorios conducen probablemente a un intenso período de alimentación y de reservas energéticas en el hígado.
- La brótola tiene una mayor incidencia socio-económica preferentemente durante los meses del verano en la costa este uruguaya ante la demanda turística.
- Los mayores desembarques de la pesca artesanal ocurren en Piriápolis y La Paloma, principalmente utilizando el palangre como arte de pesca.
- La pesquería artesanal de la brótola se caracteriza por actuar sobre el stock no desovante; el esfuerzo de pesca ha permanecido casi invariable en los últimos 10 años y el uso del palangre mantiene estable la estructura de la población, lo que no afecta el reclutamiento.
- El tipo de actividad reproductiva implica que no sería necesario realizar períodos de veda. Al tener un crecimiento lento se deben realizar precauciones en las capturas de individuos pequeños y no aumentar el número de embarcaciones.
- Los estudios biológicos obtenidos en el presente estudio aportan importantes conocimientos para la formulación de una estrategia integrada de la pesquería artesanal de la brótola en el Uruguay.

REFERENCIAS

- Abella A, Arena G, Ni3n H & R3os C. 1979. Peces bent3nicos del R3o de la Plata y de la Zona Com3n de Pesca Argentino-Uruguay. En: Memorias del Seminario sobre Ecolog3a Bent3nica y Sedimentaci3n de la Plataforma Continental del Atl3ntico Sur. p. 291-323. Montevideo: UNESCO.
- Acu3a A & Castello JP. 1986. Estructura de la poblaci3n, crecimiento y reproducci3n de *Engraulis anchoita* (Hubbs & Marini 1935) en el sur del Brasil. Rev. Biol. Mar. 22 (1): 31-60.
- Acu3a A & Morales-Nin B. 1997. Estudio sobre el uso del *sagitta* para la determinaci3n de la edad de la br3tola (*Urophycis brasiliensis*). Resumen Expandido. p. 4-6. VII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. Setiembre 1997 Santos, Brasil.
- Acu3a A, Sellanes J & Rodriguez L. 1995. An3lisis estacional de la dieta de la br3tola (*Urophycis brasiliensis*) (Gadidae) en dos zonas de la costa uruguay. Resumen. p.13. VI Congr. Lat. Cienc. del Mar. Octubre 1995 Mar del Plata.
- Acu3a A, Verocai J & M3rquez S. 1992. Aspectos biol3gicos de *Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823) durante dos zafra en una pesquer3a artesanal al oeste de Montevideo. Rev. Biol. Mar. 27(1): 113-132.
- Acu3a A, Viana F, Vizziano D & Danulat E. 1995. Biolog3a reproductiva de la br3tola *Urophycis brasiliensis* en la costa uruguay. Resumen p.13. VI Congr. Lat. Cienc. del Mar. Octubre 1995 Mar del Plata.
- Arena G, Barea L, Beathyate G, Marin Y, Barreiro C, Barreiro D. & Chocca J. 1993. Experiencias de pesca de lenguado (*Paralichthys* spp.) con redes gemelas de baja apertura vertical. Informe T3cnico N3. 42. Instituto Nacional de Pesca. Montevideo. 93 pp.
- Astori D & Buxedas M. 1986. La Pesca en el Uruguay. Balance y Perspectivas. CIEDUR. Editorial Banda Oriental. Montevideo. 208 pp.
- Ayup R. 1987. Intercambio sedimentar entre o R3o de la Plata exterior e a plataforma interna adyacente. Pesquisas. 19: 105-126.
- Bagenal TB & Tesch FW. 1978. Age and Growth. En: Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No. 3. T. Bagenal (ed.). p. 101-136. Blackwell Scientific Publications Ltd. Canada.
- Bagenal TB. 1971. The inter-relation of the size of fish eggs, the date of spawning and the production cycle. J. Fish. Biol. 3, 207-219.
- Balay MA. 1961. El R3o de la Plata entre la atm3sfera y el mar. Servicio de Hidrogafia Naval, Argentina. P3blico H-621. 153 pp.
- Baltz DM 1990. Autecology. En: Methods for Fish Biology. CB Shreck & PB Moyle (Eds.). p. 585-.607. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland.
- Bardach JE & Case J. 1965. Sensory capabilities of the modified fins of squirrel hake (*Urophycis chuss*) and searobins (*Prionotus carolinus* and *P. evolans*).

- Copeia. 194-206.
- Bastrop R, Sapnigenberg R & Jürss K. 1991. Biochemical adaptation of juvenile carp (*Cyprinus carpio* L.) to food deprivation. *Comp. Biochem. Physiol. A*, 98(1):143-149.
- Beamish, RG & McFarlane, GA. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 112: 735-743.
- Beckman DW & Wilson CA. 1995. Seasonal timing of opaque zone formation in fish otoliths. En: *Recent Developments in Fish Otolith Research*. DH Secor, JM Dean & SE Campana (eds.). p. 27-43. University of South Carolina Press.
- Berg J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.* 50: 263-273.
- Bezzi SI, Berazay GA & Dato CV. 1995. Biology and fisheries of Argentine hakes (*M. hubbsi* and *M. australis*). En: *Hake. Fisheries, Ecology and Markets*. J Alheit & TJ Pitcher (eds.). p. 239-268. Chapman & Hall London.
- Bhattacharya, CG. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-135.
- Billard R. 1986. Spermatogenesis and spermatology of some teleost fish species. *Reprod. Nutr. Develop.* 26(4): 877-920.
- Blacker RW. 1974. Recent advances in otolith studies. En: *Sea Fisheries Research*. FR Harden Jones (ed.). p. 67-90. John Wiley & Sons, New York.
- Blanco AC. 1989. Balance de masa de los silicatos en la superficie del Río de la Plata y su área de influencia en el Mar Epicontinental uruguayo. Tesis para optar al título de Licenciado en Oceanografía Biológica. Facultad de H. & Ciencias, Montevideo. 102 pp.
- Blaxter JHS & Hunter JR. 1982. The biology of the clupeoid fishes. *Adv. Mar. Biol.* 20: 1-223.
- Boehlert GW. 1985. Using objective criteria and multiple regression models for age determination in fishes. *U.S. Fish. Bull.* 83:103-117.
- Boltovskoy D. 1981. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental. I. Métodos de trabajo con el zooplancton marino. D. Boltovskoy (ed.). Pub. Especial del INIDEP. Mar del Plata. 936 pp.
- Bone Q & Marshall NB. 1982. *Biology of Fishes*. Blackie & Sons. 253 pp.
- Boschi EE. 1969. Estudio biológico pesquero del camarón (*Artemesia longinaris*) Bate de Mar del Plata. *Bol. Inst. Biol. Mar.* (18): 47 pp.
- Boschi EE. 1988. El ecosistema estuarial del Río de la Plata (Argentina y Uruguay). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Autón. México*, 15(2): 159-182.
- Boschi EE. 1997. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. *Invest. Mar. Valparaíso*. 25: 19-40.
- Boschi EE, Fischbach CE & Iorio MI. 1992. Catálogo ilustrado de los crustáceos estomatópodos y decápodos marinos de Argentina. *Fr. Mar.* 10(A): 7-94.

- Bowen SH. 1983. Quantitative description of the diet. En: Fisheries Techniques. LA Nielsen & DL Johnson (eds.). p. 325-336. American Fisheries Society. Bethesda.
- Bowman RE. 1986. Effect of regurgitation on stomach content data of marine fishes. Environ. Biol. Fishes. 16(1-3): 171-181.
- Braga de Souza FM & Gointein R. 1984. Lista prévia das espécies de peixes demersais na região da Ilha Anchieta (Lat. 23°33'S-Long. 45°05'W), Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. Naturalia, São Paulo. 9: 61-72.
- Bromley PJ. 1994. The role of gastric evacuation experiments in quantifying the feeding rates of predatory fish. Rev. Fish. Biol. Fish. 4: 36-66.
- Brothers EB 1995. Estimation of growth. Overview II. En Recent Developments in fish otolith research. University of South Caroline Press. 79-80 Eds. Secor, DH & Campana, SE.
- Brothers EB. 1979. Age and growth studies on tropical fishes. En: Stock assessment for tropical small scale fisheries. SB Saila & PH Roedel (eds.). p. 119-136. Proceedings of International Workshop Hall, Sept. 19-21, 1979. The University of Rhode Island. Kingston, Rhode Island.
- Brothers EB. 1987. Methodological approaches to the examination of otoliths in aging studies. En: Age and Growth of Fish. RC Summerfelt & GE Hall (eds.). p. 319-330. Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA.
- Burt A, Kamer DL, Nakatsura K & C Spry. 1988. The tempo of reproduction in *Hyphessobrycon pulchripinnis* (Characidae), with a discussion of 'multiple spawning' in fishes. Environ. Biol. Fishes. 22: 15-27.
- Busacker GP, Adelman IR & Goolish EM. 1990. Growth. En: Methods for Fish Biology. CB Schrech & PB Moyle (eds.). p. 363-387. American Fisheries Society, Bethesda.
- Buzeta R. 1987. Desarrollo costero integrado (DCI). Una alternativa de organización y desarrollo para el subsector pesquero artesanal. Biol. Pesq. 16: 115-120.
- Bye VJ. 1984. The role of environmental factors in the timing of reproductive cycles. En: Fish Reproduction: Strategies and Tactics. GW Potts & RJ Wootton (eds.). p. 187-205. Academic Press, London.
- Cailliet GM, Love MS & Ebeling AW. 1986. Feeding. En: Fishes. A field and Laboratory Manual on their Structure, Identification, and Natural History. Chapter 13, p. 158-166. Wadsworth Publishing Company. California.
- Calvo J & Morriconi ER. 1988. El enfoque histológico en las investigaciones marinas. En: Informe sobre sistemas costeros templados de América Latina. Proyecto COMAR/COSALC VII. p. 160-167. UNESCO. Montevideo.
- Campana SE. 1983. Feeding periodicity and the production of daily growth increments in otoliths of steelhead trout (*Salmo gairdneri*) and starry flounder (*Platichthys stellatus*). Can. J. Zool. 61: 1591-1597.

- Campana SE & Nielson JD. 1982. Daily growth increments in otoliths of starry flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variable in their production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 937-942.
- Capitoli RR, Bager A & Ruffino ML. 1994. Contribuição ao conhecimento das relações tróficas bentônico-demersais nos fundos de pesca do camarão *Artemesia longinaris* Bate, na região da barra da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Nauplius (Rio Grande)* 2: 53-74.
- Carlander KD. 1977. Handbook of freshwater fishery biology. Volumen II. Iowa State Univ. Press, Ames. Iowa.
- CARP-SHN-SOHMA. 1990. Estudio para la evaluación de la contaminación en el Río de la Plata. Informe de Avance. Comisión Administradora del Río de la Plata - Servicio de Hidrografía Naval - Servicio Oceanográfico, Hidrográfico y Meteorológico de la Armada. 422 pp.
- Casselman JM. 1974. Analysis of hard tissue of pike (*Esox lucius* L.) with special referencie to age and growth. En: The Ageing of fish. TB Bagenal (ed.) p. 13-27. Unwin Brothers, Ltd. England.
- Casselman JM. 1990. Growth and relative size of calcified structures in fish. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 119: 673-688.
- Casselman, JM 1983. Age and growth assessment of fish from their calcified structures-techniques and tools. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) Technical Report NMFS (National Marine Fisheries Service) 8: 1-17.
- Castello JP & Möller OO Jr. 1977. Sobre as condições oceanograficas no Rio Grande do Sul. *Atlântica, Río Grande.* 2 (2): 25-110.
- CCU. 1991. Análisis de las pesquerías artesanales del Uruguay. I. Documento de trabajo al foro. Centro Cooperativista del Uruguay. Montevideo Uruguay. 310 pp.
- Cervigón F. 1980. Ictiología Marina. Volumen 1. Editorial Arte. Caracas, Venezuela. 358 pp.
- Clarke, TA. 1989. Seasonal differences in spawning, egg size, and early development time of the Hawaiian anchovy or Nehu, *Encrasicholina purpurea*. *Fish. Bull. (US)*. 87: 593-600.
- Clay D & Clay H. 1991. Determination of age and growth of white hake (*Urophycis tenuis* Mitchill) from the southern Gulf of St. Lawrence, Canada (including techniques for commercial sampling). *Can. Tech. Rep. of Fish. and Aqu. Sci.* 1828: 29 +vi p.
- Cohen DM, Inada T, Iwamoto T & Scialabba N. 1990. Gadiform Fishes of the World (Order Gadiformes). FAO Species Catalogue Vol. 10. FAO Fisheries Synopsis. No.125, Rome. 442 pp.
- Cortés E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 726-738.
- Cousseau MB. 1985. Los peces del Río de la Plata y de su Frente Marítimo. En *Ecología de comunidades de peces en estuarios y lagunas costeras, hacia*

- una integración del ecosistema. A Yañez-Arancibia (ed.). p. 515-534. Univ. Autónoma de México.
- Cousseau MB. 1993. Las especies del Orden Gadiformes del Atlántico Sudamericano comprendido entre 34° y 35°S y su relación con las de otras áreas. *Fr. Mar.* 13(A): 108 pp.
- Crim LW & Glebe BD. 1990. Methods for Fish Biology. En: *Methods for fish Biology*. CB Schreck & PB Moyle (eds.). p. 529-553. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Crossa M. 1989. Contribución a la caracterización y situación del sector pesquero artesanal. II Seminario Latinoamericano de pesca artesanal Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá (CIID). Pontificia Universidad Católica. Talcahuano-Chile.
- Crupkin M, Montecchia CL & Trucco RE. 1988. Seasonal variations in gonadosomatic index, liver-somatic index and myosin/actin ratio in actomyosin of mature hake (*Merluccius hubbsi*). *Comp. Biochem. Physiol.* 89a, 1: 7-10.
- Cushing DH. 1968. *Fisheries Biology. A Study in Population Dynamics*. University of Wisconsin Press. 200 pp.
- Chaves P de Tarso. 1989. Desenvolvimento dos ovócitos em *Harengula clupeiola*, *Urophycis brasiliensis*, *Eucinostomus argenteus*, *Isopisthus parvipinnis* e *Menticirrhus americanus* (Teleostei). *Bol. Inst. Oceanogr. São Paulo.* 37(2): 81-93.
- Christensen, J.M. 1964. Burning of otolith, a technique for age determination in Solea and other fish. *J. Conseil*, 29: 73-81
- Dark T. 1975. Age and growth of Pacific Hake, *Merluccius productus*. *Fish. Bull. U.S.* 73: 336-355.
- Degens ET, Deuser WG & Haedrich RL. 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. *Mar. Biol.* 2: 105-113.
- Delahunty, G & de Vlaming VL. 1980. Seasonal relationships of ovary weight, liver weight and fat stores with body weight in the goldfish, *Carassius auratus* (L.). *J. Fish Biol.* 16: 5-13.
- Dery LM. 1988. Red Hake *Urophycis chuss*. En: *Age Determination Methods for Northwest Atlantic Species*. J Pentilla & Dery LM (eds.). p. 49-53. NOAA Technical Report NMFS 72.
- deVlaming V, Grossman G & Chapman F. 1982. On the use of the gonosomatic index. *Comp. Biochem. Physiol.* 73A (1): 31-39.
- deVlaming V. 1983. Oocyte developmental patterns and hormonal involvements among teleosts. En: *Control Processes in Fish Physiology*. JC Rankin, Pitcher TJ & Duggan RT (eds.). p. 176-199. Croom Helm. London.
- Di Giácomo E & Perier MR. 1995. Patrones de distribución y hábitat alimenticios de peces demersales explotados comercialmente en el Golfo San Matías, Argentina. Resumen. p. 66. VI Congr. Lat. Cienc. del Mar. Octubre-1995. Mar del Plata.

- Eklund AM & Targett TE. 1990. Reproductive seasonality of fishes inhabiting hard bottom areas in the Middle Atlantic Bight. *Copeia* 4: 1180-1184.
- Erickson DL, Harris MJ & Grossman GD. 1985. Ovarian cycling of tilefish, *Lopholatilus chamaeleonticeps* Goode and Bean, from the South Atlantic Bight, U.S.A. *J. Fish Biol.* 27: 131-146.
- Escofet A, Gianuca N, Maytía S & Scarabino V. 1979. Playas arenosas del Atlántico Sudoccidental ente los 29° y 43° S: consideraciones generales y esquema biocenológico. En: Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur. p. 245-258. Montevideo: UNESCO.
- Fagundes Netto EB & Gaelzer LR. 1991. Associações de peixes bentônicos e demersais na região do Cabo Frio, RJ, Brasil. *Nerítica*, Curitiba. No. 6 (1-2): 139-156.
- Fahay M & Able K. 1989. White hake, *Urophycis tenuis*, in the Gulf of Maine: spawning seasonality, habitat use, and growth in young of the year and relationships to the Scotian Shelf population. *Can. J. Zool.* 67: 1715-1724.
- FAO, 1993. Reference points for fishery management: their potential application to straddling and highly migratory resources. FAO Fish. Doc. FIRM/C864,
- FAO/IFAP. 1982. La pesca artesanal en la República Oriental del Uruguay. Programa de apoyo a la inversión. Programa FAO/IFAD. 92 pp.
- Figueiredo JL & Menezes N. 1978. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). Museu de Zoologia, Universidad de São Paulo. 110 pp.
- Fletcher WJ 1991. A test of the relationship between otolith weight and age for the Pilchard *Sardinops neopilchardus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 35-38
- Fouda MM, Hanna MY & Fouda FM. 1993. Reproductive biology of a Red Sea goby, *Silhouettea aegyptia* and a Mediterranean goby, *Pomatoschistus marmoratus*, in Lake Timsah, Suez Canal. *J. Fish Biol.* 43: 139-151.
- Framiñán MB & Brown OB. 1996. Study of the Río de la Plata turbidity front, Part I: spatial and temporal distribution. *Continen. Shelf Res.* 16(10): 1259-1282.
- Gallardo-Cabello M. 1986. Análisis del crecimiento de la brótola *Phycis blennoides* (Brunnich, 1768) en el Mediterráneo Occidental (Pisces: Gadidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Autón. México.* 13 (3): 107-127.
- Ganter P & Jolles G. 1970. *Histochimie normale et pathologique*. T.2. Gauthier-Villars, Paris. 922-1904 pp.
- Gayanillo, FC Jr., M. Soriano & D. Pauly. 1989. A draft guide to the compleat ELEFAN. Published by ICLARM (International Center for Living Aquatic Resources Management). Contribution No. 435, Software 2: 70 pp.
- Gerking SD. 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press Inc. San Diego. 416 pp.
- Goldstein H. 1986. Características morfológicas del sistema digestivo y hábitos alimentarios de la brótola (*Urophycis brasiliensis*) (Pisces, Gadidae). *Fr. Marít.* 1(2): 351-368.

- Goldstein H. 1988. Estudios comparativos de los hábitos alimentarios y de los nichos tróficos de dos peces costeros la brótola (*Urophycis brasiliensis*) y el mero (*Acanthistius brasilianus*). Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar. Montevideo 4: 89-98.
- Grier HJ. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. Amer. Zool. 21: 345-357.
- Guerrero RA, Acha EM, Framiñan M B & Lasta CL. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. Continen. Shelf. Res. 17 (7): 727-742.
- Gulland JA. 1971. Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces. FAO. Manuales en Ciencia Pesquera No. 4. Madrid, España. 164 pp.
- Haimovici M, Castello JP & Vooren CM. 1997. Fisheries. En: Subtropical Convergence Environments. The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. U Seeliger, C Odebrecht & JP Castello (eds.). p. 183-196. Springer.
- Haimovici M, Pereira SD & Vieira PC. 1989. La pesca demersal en el sur de Brasil en el período 1975 - 1985. Pub. Com. Téc. Mix. Fr. Marít. Montevideo. Vol. 3 Secc. A: 151-163.
- Haimovici M, Silva Martins A, Lima de Figueredo J & Castelli Vieira P. 1994. Demersal bony fish of the outer shelf and upper slope of the southern Brazil Subtropical Convergence Ecosystem. Mar. Ecol. Progr. Ser. 108: 59-77.
- Harden Jones FR. 1980. The Nekton. Production and Migration Patterns. En: Fundamentals of Aquatic Ecosystems. Barnes, RK & Mann, KH (eds.). p. 119-142. Blackwell Scientific Publications.
- Hart JL. 1967. Fecundity and length-weight relationship in lingcod. J. Fish. Res. Board Can. 24: 2485-2489.
- Hart JL, Tester A, Beall D & Tully JP. 1940. Proximate analysis of British Columbia herring in relation to season and condition factor. J. Fish. Res. Board Can. 4: 478-490.
- Heindinger RC & Crawford SD. 1977 Effect of temperature and feeding rate on the liver-somatic index of the largemouth bass, *Micropterus salmoides*. J. Fish. Res. B. Can. 34: 663-638.
- Hile R. 1936. Age and growth of the cisco (*Leucichthys artedii*) in the lakes of the northeastern highlands, Wisconsin. Bull. U.S. Bur. Fish. 19: 211-317.
- Hilge V. 1976/77. On the determination of the stages of gonad ripeness in female bony fishes. Meeresforsch. 25: 149-155.
- Holden MJ & Raitt DFS. 1974. Manual of Fisheries Science. 2. Methods of resources investigation and their application. FAO. Fisheries Technical Paper. No. 115.
- Hubold G. 1980. Second report on hydrography and plankton off southern Brazil and Rio de la Plata; Autumn cruise: April - June 1978. Atlântica, Rio Grande. 4: 23-42.

- Hunt JJ. 1980. Guidelines for age determination of Silver Hake, *Merluccius bilinearis*, using otoliths. J. Northw. Atl. Fish. Sci. (1): 65-80.
- Hunt JJ. MS. 1982. Age determination of white hake (*Urophycis tenuis*) in the Gulf of St. Lawrence. CAFSAC Res. Doc. 82/25.
- Hunter JR, Lo NCH & Leong RJH. 1985. Batch fecundity in batch spawning fishes. En: An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax*. R Lasker (ed.). p. 66-7. NOAA Technical Report No. NMFS-36.
- Hureau JC. 1970. Biologie comparee de quelques poissons antartiques (Nototheniidae). Bulletin de L'Institut Oceanographique fondation de Albert de Monaco. 68: 7-232.
- Hyatt KD. 1979. Feeding Strategy. En: Fish Physiology. p. 71-119. Academic Press, Inc.
- Hynes HBN. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anim. Ecol. 19(1): 36-58.
- Hyslop EJ. 1980. Stomach content analysis-a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411-429.
- INAPE 1995. Boletín Comercial, Enero-Diciembre 1994; Compendio Estadístico Pesquero 1975-1994. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Instituto Nacional de Pesca. Uruguay. 61 pp.
- Irie T. 1960. The growth of the fish otolith. J. Fac. Anim. Husbandry Hiroshima University. 3: 203-221.
- Jobling M. 1995. Environmental Biology of Fishes. London: Chapman & Hall. 455 pp.
- Johannes RE. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropical. Environm. Biol. Fish. 3: 65-84.
- Kent GC. 1965. Comparative anatomy of the vertebrates. C.V. Mosby Co., Saint Louis, MI, USA. pp. 134-136.
- Kolher AC. 1960. The growth, length-weight relationships, and maturity of haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.) from the region of Lockerport, N.S. J. Fish. Res. Board Can. 17: 41-60.
- Krebs CJ. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishers. New York. 654 pp.
- Kurucz A, Masello A, Méndez S, Cranston R & Wells P. 1998. Calidad Ambiental del Río de la Plata. En: El Río de la Plata. Una Revisión Ambiental. Un Informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata. PG Wells & GR Daborn (eds.). p. 71-86. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.
- Lagler KF, Bardach JE, Miller RR & Passino DRM. 1977. Ichthyology. 2nd Ed. Wiley and Sons, New York. 506 pp.
- Lam TJ. 1983. Environmental influences on gonadal activity in fish. En Fish Physiology. WS Hoar, DJ Randall & Donaldson EM (eds.). Vol. 6, Part B. p. 65-116. Academic Press, New York.

- Lambert TC. & Ware DM. 1984. Reproductive strategies of demersal and pelagic spawning fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 1565-1569.
- Liew PK. 1974. Age determination of American eels based on the structure of their otoliths. En: *Ageing of fishes*. TB Bagenal. P. 124-136. Unwin Brothers, Ltd. England.
- Livigston RJ. 1982. trofic organization of fishes in coastal seagrass system. *Mar. Ecol. Progr. Series*.7: 1-12.
- López Laborde J. & Nagy GJ. 1999. Hydrography and sediment transport characteristics of the Río de la Plata: A Review. En *Estuaries of South America. Their Geomorphology and Dynamics*. GME Perillo, MC Piccolo & M Pino-Quivira (eds.) p.133-159. Springer.
- López Laborde J. 1987. Caracterización de los sedimentos superficiales de fondo del Río de la Plata exterior y plataforma adyacente. 2do. Congr. Latinoam. Sobre Cienc. del Mar. 11: 33-47.
- López Laborde J. 1998. Marco geomorfológico y geológico del Río de la Plata. En: *El Río de la Plata. Una Revisión Ambiental. Un informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata*. PG Wells & GR Daborn (eds.). p. 1-16. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.
- Lusquiños A & Valdez AJ. 1971. Aportes al conocimiento de las masas de agua del Atlántico Sudoccidental. *Serv. Hidrografía Naval Argentina. Bol.* H-659, 48 pp.
- Macchi GJ & Christiansen HE. 1992. Estudio histológico del ciclo reproductivo en hembras de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*). Análisis de la estructura madurativa en distintas localidades del área bonaerense. *Fr. Marít.* 11: 47-56.
- Macer CT. 1974. The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in the North Sea and English Channel. *J. Fish Biol.* 6: 415-438.
- Markle, DF, Methven, DA & LJ. Coates-Markle. 1982. Aspects of spatial and temporal cooccurrence in the life history stages of the sibling hakes, *Urophycis chuss* (Walbaum 1792) and *Urophycis tenuis* (Mitchill 1815) (Pisces: Gadidae). *Can. J. Zool.* 60: 2057-2078.
- Marques da Silva H. 1985. Age and growth of the forkbeard *Phycis phycis* (Linnaeus, 1766) in azorean waters. International Council for Exploration of the Sea (ICES). Copenhagen (Denmark). C.M. 1985/G:72. Demersal Fish Committee. 11 pp.
- Masello A & Menafrá R 1997. Comunidades macrobentónicas de la zona costera uruguaya y áreas adyacentes. En: *El Río de la Plata. Una Revisión ambiental. Un informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata*. PG Wells & GR Daborn (eds.). p. 117-167. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.
- Maytía S & Scarabino V. 1979. Las comunidades del litoral rocoso del Uruguay: zonación, distribución local y consideraciones biogeográficas. En: *Memorias del Seminario sobre Ecología Bentónica y Sedimentación de la Plataforma Continental del Atlántico Sur*. p. 149-160 Montevideo: UNESCO.

- Mazzeta GV & Gascue F. 1995. Estudio comparativo del comportamiento de la salinidad, la temperatura y el nivel medio del mar en las costas de Montevideo y La Paloma. *Atlántica*, Rio Grande. 17: 5-16.
- McEvoy LA & McEvoy J. 1992. Multiple spawning in several commercial fish species and its consequences for fisheries management, cultivation and experimentation. *Journal of Fish Biology* 41 (Suppl. B.): 125-136.
- Megrey BA. 1989. Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. *Am. Fish. Soc. Symp.* 6: 8-48.
- Menni RC, Ringuelet RA & Aramburu RH. 1984. Peces marinos de la Argentina y Uruguay. *Reseña histórica clave de familias, géneros y especies*. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. 359 pp.
- Monteiro CAF. 1968. Clima. *Biblioteca Geográfica Brasileira*, IBGE CNG (Rio de Janeiro). 4(1): 114-166.
- Mora O & Pintos W. 1980. Espectro alimentario de *Urophycis brasiliensis* (Kaup, 1858) (Pisces, Gadidae). *Bolm. Inst. Oceanogr. S. Paulo.* 29(2): 239-243.
- Mora O, Casarotti D, Señaris M, Acuña A, & Domingo A. 1985. Comunicación preliminar sobre estudio de alimentación, reproducción y crecimiento de *Urophycis brasiliensis* (Pisces, Gadidae) y *Micropogonias furnieri* (Pisces Scianidae). *Actas Jorn. Zool., Uruguay:* 27-28.
- Morale-Nin, B. 1987. Ultrastructure of the organic and inorganic constituents of the otoliths of the sea bass. 331- 343. *En Age and growth of fish*. Eds. Summerfelt, RG & Hall, GE. Iowa state University press. Ames
- Morales-Nin B. 1992. Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. *FAO. Documento Técnico de Pesca. No. 322.* Roma, FAO., 58 pp.
- MTOP-PNUD. 1979. *Conservación y Mejora de Playas*. Ministerio de Transporte y Obras Públicas – Programa de las Naciones Unidas. Proyecto URU.73.007. Montevideo. 593 pp.
- MTSS. 1988. *Encuesta Nacional de Pescadores Artesanales*. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). Dirección Nacional de Fomento Cooperativo, Uruguay. 40 pp.
- Mucinhato CMD, Tomás ARG & Castro PMG. 1995. Avaliação biológico-pesqueira da abrótea (Género *Urophycis*) na pesca demersal paulista. *Fundação Universidade de Rio Grande - Brasil. Resúmen. p. 7.* VIII Semana Nacional de Oceanografía.
- Mugiya Y. 1964. Calcification in fish and shell fish. III. Seasonal occurrence of a prealbumin fraction in the otolith fluid of some fish corresponding to the period fluid of some fish corresponding to the period of opaque zone formation in the otolith. *Bull. Jap. Soc. scient. Fish.* 30: 955-967.
- Murphy GI. 1966. Population biology of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). *Proceedings of the Californian Academy of Science* 34: 1-84.
- Musick JA. 1974. Seasonal distribution of sibling hake, *Urophycis chuss* and *U. tenuis* (Pisces, Gadidae) in New England. *Fish. Bull.* 72 (2): 481-495.

- Nagy GJ & Blanco A. 1987. Balance de silicatos disueltos del Río de la Plata. II Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar, Perú. 2: 57-67 p.
- Nagy GJ, López Laborde J & Anastasia LH. 1987. Caracterización de ambientes del Río de la Plata exterior (salinidad y turbiedad). Invest. Oceanol. 1(1): 31-56.
- Nagy GJ, Martínez C, Caffera R, Pedrosa G, Forbes EA, Perdomo AC & López Labore J. 1998. Marco hidrológico y climático del Río de la Plata. En: El Río de la Plata. Una Revisión Ambiental. Un informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata. PG Wells & GR Daborn (eds.). p. 17-70. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.
- Nagy GJ. 1989. Bilan des connaissances sur l'hydrologie et l'hydrodynamisme sédimentaire du Río de la Plata. Aports de la teledetection et consequences sur l'environnement biologique. Tesis D.E.A. Océanologie, Univ. Bordeaux-I, Serv. Sedimentologie, Dep. Océanologie et Océanographie.
- Nelson JS. 1994. Fishes of the World. 3r. ed. John Wiley & Sons, Inc. 600 pp.
- Nelson MO & Larkins HA. 1970. Distribution and biology of the Pacific hake: A synopsis, Circ. Fish. Wildl. Serv. Wash. 332: 23-33.
- Nichy FE. 1969. Growth patterns on otoliths from young Silver Hake, *Merluccius bilinearis* (MITCH). ICNAF Res. Bull. 6: 107-117.
- Nikolsky GV. 1954. Chastnaya ikhtiologiya (Special ichthyology) Sovietskaya Nauka. Moskva: 459 p. (English translation, 1961). Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations: 538 pp.
- Nikolsky GV. 1963. The Ecology of Fishes. London: Academic Press. 352 pp.
- Nión H. 1985. Evaluación y perspectivas del complejo pesquero uruguayo. 2. Análisis de la investigación biológico-pesquera en Uruguay. CIEDUR, Serie Investigación, Montevideo. (22): 162 pp.
- Nión H. 1998. Peces del Río de la Plata y algunos aspectos de su ecología. En: El Río de la Plata. Una Revisión Ambiental. Un informe de Antecedentes del Proyecto EcoPlata. PG Wells & GR Daborn (eds.). p. 169-190. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia.
- Nobre CA, Cavalcanti MAG, Nobre P, Kayano MT, Rao UB, Bonatti JP, Satyamurti P, Uvo CB & Cohen JC. 1986. Aspectos da climatología dinamica do Brasil. Climnálise número especial.
- Norman JR. 1975. A History of Fishes. 3rd. Edición. PH Greenwood (ed). E. Benn Ltd. London. 467 pp.
- Olivier RS, Bastida R & Torti MR. 1968. Sobre el ecosistema de las aguas litorales de Mar del Plata: niveles tróficos de la cadena alimentaria pelágico-demersal. Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, H 1025: 48 pp.
- Ottman F & Urien CM. 1965. La mélange des eaux douces et marines dans le Río de la Plata. Cah. Oceanogr. 17(10): 703-713.
- Ottman F & Urien CM. 1966. Sur quelques problèmes sédimentologiques dans le Río de la Plata. Rev. Geog. Phys. Geol. Dyn. 8 (3): 209-224.

- Panella G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. Science, New York. 173: 1124-1127.
- Panella G. 1974. Otolith growth patterns: an aid in age determination in temperate and tropical fishes. En: The Ageing of fishes. TB Bagenal (ed.). p. 28-39. Unwin. Brothers Ltd. London.
- Panella G. 1980. Growth patterns in fish sagittae. En: Skeletal Growth of Aquatic. DC Roads & RA Lutz (eds.). p. 519-560. Plenum Press. New York, USA.
- Pauly D. 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap. 234: 1-52.
- Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews. ICLARM, Manila, Philippines. 8: 1-325 pp.
- Pauly D. 1987. Application of information on age and growth of fish to fishery management. En: Age and Growth of Fish. RC Summerfelt & EH Gordon (eds.). p. 495-506. Iowa State University Press.
- Pearson WH, Miller SE & Olla BL. 1980. Chemoreception in the food-searching and feeding behavior of the red hake, *Urophycis chuss* (Walbaum). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 48(2): 139-150.
- Petrov VN. 1973. Maturity, feeding and length and age composition of white hake, *Urophycis tenuis* (Mitch.). En: ICNAF Subarea 3, 1969-72. Part III, p. 101-104, 1973. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries. Redbook.
- Pinkas L, Oliphant MS & Iverson ILK. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California water. Calif. Dept. Fish Game, Fish. Bull. 152: 1-105.
- Platt C. 1977. Hair cell distribution and orientation in Goldfish otolith organs. J. Comp. Neurol. 172(2): 179-330.
- Poplawsky R. 1983. Introducción al estudio de la variabilidad temporal de la salinidad en la costa uruguaya. Tesis para optar al título de Licenciado en Oceanografía Biológica. Facultad de H. & Ciencias, Montevideo.
- Popper AN & Coombs S. 1982. The morphology and evolution of the ear in Actinopterygian fishes. Amer. Zool. 22: 311-328.
- Radtke RL. 1984. Formation and structural composition of larval striped mullet otoliths. Trans. Amer. Fish. Soc. 113: 351-371.
- Ralston S. 1995 The influence of oceanographic variables on time series of otolith growth in pelagic young-of-the-year Rockfish, *Sebastes* spp. 97-118 In Secor et al ver
- Reibisch, J. 1899. Über die Eizahl bei *Pleuronectes platessa* und die Altersbestimmung dieser Form aus den Otolithen. Wissensch Meeresuntersuchungen, Abt. Kiel N.F. 4: 232-248.
- Ricker WE. 1954. Stock and recruitment. J. Fish. Res. Board. Can. 11: 559-623.

- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of the environment fisheries and marine service. Ottawa-Canada. 382 pp.
- Rikhter VA. 1968. Results of research on the distribution, age, growth, and general mortality of stocks of red hake, *Urophycis chuss* Walbaum, on Georges Bank and its adjacent waters, 1965-1966. Res. Doc. 68/38, Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Dartmouth, Nova Scotia, Canada B2Y 3Y9, 16 pp.
- Roff DA. 1982. Reproductive strategies in flatfish: a first synthesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1686-1698.
- Rossi-Wongtschowski C. & Paes E. 1993. Padrões espaciais e temporais da comunidade de peixes demersais do litoral norte do Estado de São Paulo-Ubatuba, Brasil. Inst. Oceanogr. S. Paulo. (10): 169-188.
- Ruffino ML & Castello JP. 1992/93. Alterações na ictiofauna acompanhante da pesca do camarão-barba-ruca (*Artemesia longinaris*) nas imediações da barra de Rio Grande, Rio Grande do Sur - Brasil. Nerítica, Curitiba. 7(1-2): 43-55.
- Sayer MDJ, Gibson RN & Atkinson RJA. 1995. Growth, diet and condition of goldsinny on the west coast of Scotland. J. Fish Biol. 46: 317- 340.
- Schnute J. & Fournier D. 1980. A new approach to length-frequency analysis: growth structure. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 1337-1351.
- Secor DH, Dean JM & SE Campana 1991. Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. Electric Energy Research Institute and The Belle W Baruch Institute for marine Biolgy and Coastal Research, University of South Carolina, Columbia, South Carolina. 85pp.
- Sedberry GR. & Musick JA. 1978. Food habits of some demersal fishes of the continental slope and rise off the mid-Atlantic coast of the U.S.A. Mar. Biol. 44: 357-375.
- Selman K & Wallace RA. 1989. Cellular aspects of oocyte growth in Teleosts. Zool. Sc. 6: 211-231.
- Señaris M & Mora O. 1988. *Urophycis cirratus* (Osteichthyes: Gadidae) en aguas uruguayas. Bol. Soc. Zool. Uruguay. 2da. Época. 4: 50-52.
- Simkiss K. 1974. Calcium metabolism of fish in relation to ageing. En: Ageing of Fish. TB Bagenal (ed.). p. 1-12. Unwin Brothers Ltd. Surrey, England.
- Sinque Ch, Muelbert J, Silva A. & Pacheco LM. 1997. Distribuição das larvas de *Urophycis* (Pisces, Gadidae) nas regiões sudeste e sul do Brasil, no período de 1980 a 1991. Resumo do XXI Congresso Brasileiro de Zoologia, na UFRGS 5 - 9/02/96. Porto Alegre, Brasil.
- Southward GM & Chapman DG. 1965. Utilization of Pacific halibut stocks: study of Bertalanffy's growth equation. Intern. Pacific. Halibut Comm. Rept. 39: 1-33.
- Sparre PE, Ursin E. & Venema S. 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO. Fisheries Technical Paper. 306/1: 337 pp.

- Svetovidov AN. 1948. Treskoobraznye (Gadiformes). Fauna of the U.S.S.R. Zoologicheskii Institut Akademii Nauk SSSR (n.s.) 34 Ryby (Fishes), 9, 4: 222 pp. (English translation 1962. Jerusalem, Israel Program for Scientific Translations: 304 pp).
- Torno AE. 1976. Descripción y comparación de los otolitos de algunas familias de peces de la plataforma argentina. Rev. Mus. Arg. Cien. Nat. Tomo XII,4(3): 27-43.
- Townsend CR & Winfield IJ. 1985. The application of foraging theory to feeding behavior in fish. En: P.T. Tytler and P. Calow (Eds.) Fish Energetics: New Perspectives. 67-98 pp. John Hopkins Univ. Press. Baltimore.
- Treasurer JW & Holliday FG. 1981. Some aspects of the reproductive biology of perch *Perca fluviatilis* L. A histological description of the reproductive cycle. J. Fish Biol. 18: 359-376.
- Urien CM. 1967. Los sedimentos modernos del Río de la Plata Exterior. Bol. SHIN. 4 (2): 113-213.
- Urien CM. 1972. Río de la Plata estuary environments. Geol. Soc. of Amer. Memoir. 133: 213-234.
- Van Osten J. 1944. Factors affecting growth of fish. Trans 9th Nth Amer. p. 177-183. Wildlife Conf.
- Vaz-Ferreira R. 1969. Peces del Uruguay. Editorial: Nuestra Tierra, (Montevideo-Uruguay) 72 pp.
- Vazzoler AE. 1996. Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM, Sao Paulo. 169 pp.
- Vazzoler AEA. de M. 1981. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes; reprodução e crescimento. Brasília, CNPq. Programa Nacional de Zoologia. 108 pp.
- Vazzoler G; Kawakami E & Zaneti EM. 1973. Distribuição e abundancia de peixes demersais. Publ. esp. Inst. Oceanogr. S. Paulo. Parte I. (3): 307-426.
- Vizziano D & Berois N. 1990a. Histología del ovario de *Macrodon ancylodon*. Ovogenesis, folículos post-ovulatorios, atresia. Rev. Bras. Biol. 50: 523-536.
- Vizziano D & Berois N. 1990b. Ciclo histológico del ovario de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) (Teleostei, Sciaenidae). Biol. Pesq. 19: 39-47.
- Vizziano D, López de León E & Ares L. 1993. Contribución al estudio de la biología reproductiva de la hembra de *Urophycis brasiliensis* (Brótola) (Teleostei: Gadidae). Bol. Soc. Zool. 2da. Época 8: 159-164.
- Vladykov VD. 1972. Morphological differences in male gonads among nine genera of Gadidae (Pisces). J. Fish. Res. Bd. Canada. 29(12): 1709-1716.
- Volk E, Mortensen DG & Wertheimer AC. 1995. Mondaily otolith increments and seasonal changes in growth of a Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) Population in Auke Bay, Alaska. DH Secor, JM Dean & SE Campana (eds.). p. 211-225. University of South Carolina Press.

- Wallace RA & Selman K. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *Amer. Zool.* 21: 325-343.
- Weatherley AH & Gill HS. 1987. *The Biology of Fish Growth*. London: Academic Press. 443 pp.
- Weatherley AH. 1990. Approaches to understanding fish growth. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 119: 662-672.
- Wenner CA. 1983. Biology of the longfin hake, *Phycis chesteri* in the western North Atlantic. *Biol. Oceanogr.* 3: 41-75.
- West G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 41: 199-222.
- Weatherall FA, Polovina JJ & Ralston S. 1987. Estimating growth and mortality in steady state fish stocks from length based frequency data. En: *The International Conference on the Theory and Application of Length Based Fish Stock Assessment*. GR Morgan & D Pauly (eds.). p. 53-74. 10-15 February 1986, Sicily.
- White MG. 1991. Age determination in Antarctic fish. En: *Biology of Antarctic Fish*. G di Prisco, B Maresca & B Tota (eds.). p. 87-100. Springer-Verlag.
- Wilk SJ, Morse WW & Stehlik LL. 1990. Annual cycles of gonad-somatic indices as indicators of spawning activity for selected species of finfish collected from the New York Bight. *Fish. Bull.* 88 (4): 775-786.
- Williams T & BC Bedford. 1974. The Use of otholiths for age determination. En: *The Ageing of Fish*. T. Bagenal (ed). p. 114-123. Unwin: Old Working.
- Windell JT & Bowen SH. 1986. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. En: *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. T. Bagenal (ed.). p. 101-136. IBP Handbook No. 3. Blackwell Scientific Publications Ltd. Canada..
- Wootton RJ. 1984. Introduction: Strategies and tactics in fish reproduction. En: *Fish Reproduction: Strategies and Tactics*. GW Potts & RJ Wootton. p. 1-12. Academic Press, London.
- Wootton RJ. 1990. *Ecology of Teleosts Fishes*. Chapman & Hall (eds). London. 404 pp.
- Wright PJ. 1992. Ovarian development, spawning frequency and batch fecundity in *Encrasicholina heteroloba* (Ruppell, 1858). *J. Fish Biol.* 40: 833-844.
- Yañez-Arancibia A, Lara-Domínguez AL, Aguirre-León A & Díaz-Ruiz, S. 1986. Feeding Ecology of tropical estuarine fishes in relation to recruitment processes. En: *Recruitment Processes in Tropical Coastal Demersal Communities*. Ocean Science in Relation to Living Resources (OSLR), International Recruitment Project (IREP), IOC-FAO-UNESCO. Workshop OSLR/IREP Project. Vol. 44 UNESCO. París.
- Zar JH. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Hills, New Jersey. 620 pp.

Leyendas de Anexos

2.1. Promedio mensuales de temperatura y salinidad	33
3.1. Número de individuos muestreados de <i>U. brasiliensis</i> capturados por el B/I “Aldebarán	38
3.2. Lugar y fecha de colecta	40
5.1. Índice de Renkonen de los ítems-presa de <i>U. brasiliensis</i>	121
5.2. Índice de Renkonen para las categorías de alimento de <i>U. brasiliensis</i>	123
5.3. Resultados de los tests de homogeneidad de varianza para los 5 ítems-presa de <i>U. brasiliensis</i>	125
5.4. Resultados de los test de homogeneidad de varianza para las 4 categorías de alimento de <i>U. brasiliensis</i>	126
6.1. Resultados del ajuste del modelo cuadrático	156
6.2. Resultados del ajuste del modelo lineal	157

Leyendas de figuras

1.1. Ejemplar de <i>U. brasiliensis</i> (Phycidae) capturado en Piriápolis	13
1.2. Ejemplar de <i>U. cirrata</i> .	14
1.3. Distribución geográfica de <i>U. brasiliensis</i> en el Atlántico Sudoccidental.	15
2.1. El Río de la Plata y el área oceánica uruguaya.	19
2.2. Batimetría, morfología y zonación del Río de la Plata.	21
2.3. Zonación morfo-hidrológica del Río de la Plata.	23
2.4a-d. Salinidad y temperatura superficial y fondo del Río de la Plata.	27
2.5a-d. Distribución mensual de la salinidad y temperatura en Piriápolis y La Paloma entre los años 1986 y 1995	31
3.1. Área de pesca durante el crucero del B/I “Aldebarán” en noviembre de 1994.	35
4.1. Aspecto del ovario de <i>U. brasiliensis</i> en el momento de su colecta.	50
4.2.a-h. Secciones histológicas de los estadios de madurez del ovario de <i>U. brasiliensis</i> .	57
4.3.a-g. Imágenes macroscópicas de los ovarios de <i>U. brasiliensis</i> .	59
4.4. Ciclo ovárico de <i>U. brasiliensis</i> en la costa uruguaya.	63
4.5. Aspecto del testículo de <i>U. brasiliensis</i> en el momento de su colecta.	65
4.6. Sección histológica del estadio maduro del testículo de <i>U. brasiliensis</i>	66
4.7. Sección histológica del estadio parcialmente evacuado del testículo de <i>U. brasiliensis</i> .	67
4.8. Estadios de madurez estacionales de la hembra de <i>U. brasiliensis</i> en Piriápolis y La Paloma.	70
4.9. Composición de los estadios de madurez para ocho clases de longitud.	71
4.10. Índice gonadosomático medio para cada estadio de madurez	73
4.11. Índice gonadosomático medio estacional de las hembras	74
4.12. Índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) estacional para los machos de <i>U. brasiliensis</i> .	77
4.13. Índices hepatosomático (IHS) y gonadosomático (IGS) para cada estadio de madurez de las hembras de <i>U. brasiliensis</i> .	78
4.14. Índice hepatosomático medio estacional de las hembras	79

4.15. Longitud total (cm) de hembras y machos de <i>U. brasiliensis</i> capturados por el B/I “Aldebarán”..	82
5.1. Contenido estomacal de <i>U. brasiliensis</i> . Ejemplares de <i>Artemesia longinaris</i> ..	101
5.2. Contenidos estomacales de <i>U. brasiliensis</i> : <i>Cyrtograpsus</i> sp. y <i>Cynoscion striatus</i> .	103
5.3. Índice de Importancia Relativa (IIR) de las categorías de alimento de <i>U. brasiliensis</i> .	105
5.4. Índice de Importancia Relativa (IIR) estacional de los ítem-presa de <i>U. brasiliensis</i> ..	109
5.5. Índice de Importancia Relativa (IIR) de las categorías de alimento por clase de talla.	111
6.1. Posición del corte craneal en la extracción del otolito <i>sagitta</i>	131
6.2.a-b. Otolitos <i>sagitta</i> enteros derecho e izquierdo de ejemplares de 30 y 50 cm.	133
6.3.a-c. Otolito <i>sagitta</i> de <i>U. brasiliensis</i> .	134
6.4. Superficie de lectura en los otolitos seccionados.	136
6.5.Vista del corte transversal de otolito con las marcas de crecimiento..	137
6.6. Separación de los grupos de talla de <i>U. brasiliensis</i> .	151
6.7. Relaciones de la longitud total del pez y longitud del eje mayor del otolito y peso total del otolito.	144
6.8. Clases de longitud total mensual de <i>U. brasiliensis</i> en Piriapolis y La Paloma.	145
6.9.a-b. Curvas de crecimiento de von Bertalanffy para <i>U. brasiliensis</i> .	154
7.1. Capturas anuales totales de las principales especies de importancia pesquera para el Uruguay.	160
7.2. Posición en la costa uruguaya de los desembarques de la pesca artesanal de <i>U. brasiliensis</i> .	162
7.3. Puesto de venta de brótola en Piriápolis.	165
7.4. Barcas de pesca artesanal..	166
7.5. Arte de pesca:el palangre.	167
7.6. Desembarques anuales y mensuales de <i>U. brasiliensis</i> entre 1975 y 1997.	170
7.7. Los artes de pesca utilizados en la captura de <i>U. brasiliensis</i> en Piriápolis y La Paloma.	173

Leyendas de tablas

1.1. Las familias integrantes del Orden Gadiformes...	3
1.2. Distribución geográfica de las especies del género <i>Urophycis</i> ...	10
2.1. Promedios mensuales de temperatura y salinidad en Piriápolis y La Paloma entre 1993 y 1995.	33
3.1. Lugares y colectas mensuales de los ejemplares de <i>U. brasiliensis</i> .	36
4.1. Tablilla de campo para la identificación de los estadios de madurez macroscópica de <i>U. brasiliensis</i> .	49
4.2. Coincidencias y no coincidencias entre los diagnósticos macroscópicos y microscópicos.	60
4.3. Descripción de los ocho estadios de madurez histológicos del ovario de <i>U. brasiliensis</i> .	61
4.4. Porcentaje estacional de los estadios de madurez histológicamente diagnosticados.	69
4.5. Longitud media cm de los ejemplares machos de <i>U. brasiliensis</i> para cada estadio de madurez	75
4.6. Longitud media de los machos de <i>U. brasiliensis</i> capturados por la pesca artesanal y el B/I "Aldebarán"	81
5.1. Número total de estómagos analizados, con contenido, vacíos y el rango de tallas	99
5.2. Composición de la dieta de <i>U. brasiliensis</i> ...	100
5.3. Índice de Importancia relativa (IIR) de los ítems-presa de <i>U. brasiliensis</i>	102
5.4. Coeficiente alimentario (Q) de <i>U. brasiliensis</i> para cada estación.	107
5.5. Test de Kruskal Wallis aplicado a los ítems-presa y categorías de alimento.	108
6.1. Cantidad de otolitos de individuos pequeños, medianos y grandes....	135
6.2. Longitudes medias para cada edad de <i>U. brasiliensis</i> ...	141
6.3. Longitudes totales de las edades de 273 otolitos de <i>U. brasiliensis</i>	147
6.4. Los parámetros de crecimiento de <i>U. brasiliensis</i>	148
6.5. Parámetros de la regresión predictiva de la relación longitud-peso	148
6.6. Parámetros de crecimiento de <i>U. brasiliensis</i> y <i>U. tenuis</i>	154
7.1. Desembarque de <i>U. brasiliensis</i> en los puertos uruguayos (1975-1997)	171

