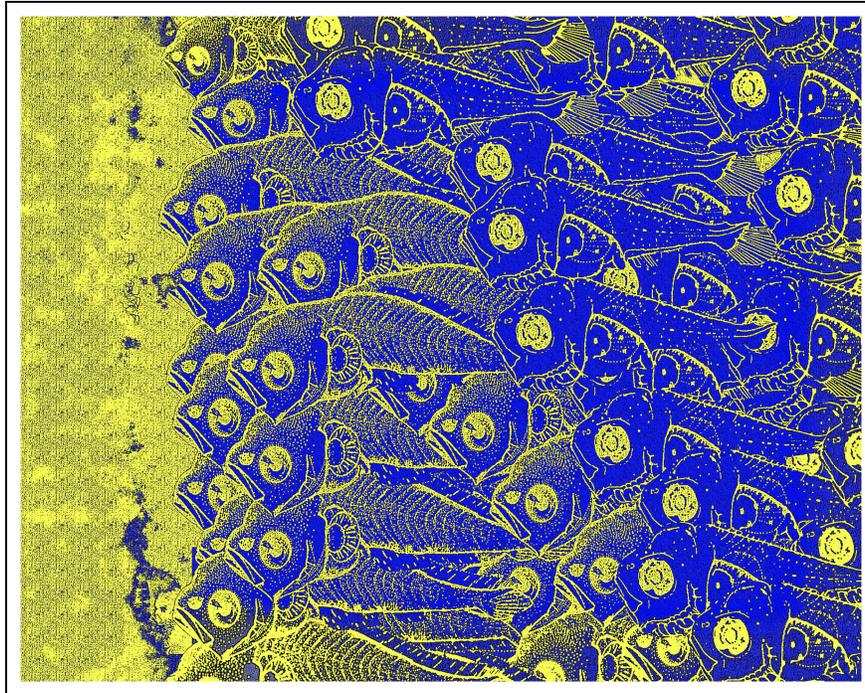


Universidad de la Republica
Facultad de Ciencias
Tesis de Maestría PEDECIBA
Biología – Opción Ecología

DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA TRÓFICA EN LARVAS DE CORVINA (*Micropogonias furnieri*) Y
SUREL (*Trachurus lathami*) EN EL RÍO DE LA PLATA



Orientador: Dr. Danilo Calliari
Sección Oceanología

Co-orientador: Dr. Marcelo Loureiro
Sección Limnología

INSTITUTO DE ECOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

Montevideo, 2011

Universidad de la Republica
Facultad de Ciencias

Tesis De Maestría PEDECIBA
Biología – Opción Ecología

**DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA TRÓFICA EN LARVAS DE CORVINA
(*Micropogonias furnieri*) Y SUREL (*Trachurus lathami*) EN EL RÍO DE
LA PLATA**

Mario Vera Sierra

Orientador: Dr. Danilo Calliari
Sección Oceanología

Co-orientador: Dr. Marcelo Loureiro
Sección Limnología



Facultad de Ciencias
Universidad de la República



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

INSTITUTO DE ECOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

Montevideo, 2011

ÍNDICE	PÁGINA
Lista de figuras (capítulo 1)	iii
Lista de figuras (capítulo 2)	iv
Lista de tablas (capítulo 1)	v
Lista de tablas (capítulo 2)	vi
Resumen	1
Abstract	2
Introducción general	3
Factores abióticos	3
Factores bióticos	4
Mortalidad y reclutamiento	5
El ictioplancton y los estuarios	5
Área de estudio	7
Sobre las especies a estudiar	8
Ecología trófica del ictioplancton	10
Referencias	13
Capítulo I	
1. Introducción	20
2. Objetivos	23
2.1 Objetivo general	23
2.2 Objetivos específicos	23
3. Materiales y métodos	23
3.1 Trabajo de campo	23
3.2 Trabajo de laboratorio	24
3.3 Análisis de datos	25
4. Resultados	28
4.1 Variables ambientales, crucero octubre 2006	28
4.2 Abundancia de larvas de corvina	29
4.3 Abundancia de larvas de surel	31
4.4 Variables ambientales crucero, marzo del 2007	39
4.5 Abundancia de larvas de corvina	40
4.6 Abundancia de larvas de surel	41
5. Discusión	47
5.1 Condiciones ambientales	47
5.2 Distribución de tallas	48
5.3 Abundancia y relación con variables ambientales	49
5.4 Solapamiento espacial	51
5.5 Adaptación de <i>M. furnieri</i> y <i>T. lathami</i> al ecosistema del Río de la Plata	52
6. Referencias	54

CAPITULO II	
1. Introducción	42
2. Justificación e hipótesis	45
2.1 Hipótesis	46
3. Objetivos	47
3.1 Objetivo general	47
3.2 Objetivos específicos	47
4. Métodos	48
4.1 Trabajo de campo	48
4.2 Trabajo de laboratorio	48
4.3 Análisis de datos	48
5. Resultados	52
5.1 Composición y abundancia de las presas potenciales en el zooplancton en octubre de 2006	52
5.2 Composición y abundancia de las presas potenciales en el zooplancton en marzo de 2007	52
5.3 Morfometría	55
5.4 Número de presas en función de la talla larval	57
5.5 Incidencia alimentaria	58
5.6 Índice de importancia relativa (iir)	59
5.7 Índice de solapamiento dietario d	67
5.8 Amplitud de nicho	67
5.9 Índice de diversidad de presas	69
6. Selectividad de presas	70
7. Discusión	72
7.1 Morfometría	72
7.2 Descriptores del comportamiento trófico	73
7.3 Solapamiento trófico	74
7.4 Amplitud de nicho	75
7.5 Diversidad de presas y selectividad	77
8. Discusión general	80
9. Referencias	83

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO I

- Tabla 1.** Gradiente Horizontal Local de salinidad (GHL) máximo, mínimo y promedio (\pm desviación estándar) en superficie y fondo en los transectos 1(T1). 2 (T2) y 3 (T3), durante el crucero de Octubre 2006..... 30
- Tabla 2.** Correlación de *Spearman* (r_s) entre la Abundancia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathamii* vs. Temperatura (superficie y fondo), salinidad (superficie y fondo), Coeficiente de estratificación (CS), Gradiente horizontal local (GHL superficie y fondo) y profundidad durante octubre de 2006. p = nivel de probabilidad asociado. n = número de estaciones en las que ocurrieron las especies.....34
- Tabla 3.** Comparación de las variables ambientales en las cuales ocurrieron *M. furnieri* y *T.lathamii* durante la campaña de octubre 2006. U = estadístico de Mann Whitney, p = nivel de probabilidad asociado, n = número de observaciones. $n = 12$ (*M. furnieri*), y $n = 9$ (*T. lathamii*).....35
- Tabla 4.** Gradiente Horizontal Local de salinidad (GHL) máximo. Mínimo y promedio (\pm desviación estándar) en superficie y fondo en los transectos 1(T1). 2 (T2) y 3 (T3). Durante el crucero de Marzo 2007..... 42
- Tabla 5.** Correlación de *Spearman* entre la abundancia de larvas de *M. furnieri* y Temperatura (superficie y fondo), salinidad (superficie y fondo), Coeficiente de estratificación (CS), Gradiente horizontal local (GHL superficie y fondo) y profundidad durante la campaña de Marzo de 2007 y teniendo en cuenta ambas campañas (n = número de estaciones en las que ocurrieron las especies)..... 42
- Tabla 6.** Comparación de las variables ambientales en las cuales ocurrieron *M. furnieri* y *T.lathamii* durante la campaña de Marzo 2007, u = estadístico de Mann Whitney, p = nivel de probabilidad asociado, n = numero de observaciones, $n = 11$ (*M. furnieri*), y $n = 2$ (*T. lathamii*).....43

CAPÍTULO II

- Tabla 1.** Abundancia (ind m³) de presas >200 µm en las estaciones donde ocurrieron *Micropogonias furnieri* (**M**) y *Trachurus lathami* (**T**) durante el crucero de Octubre de 2006. (Valor en **negrita** corresponde al máximo por estación).....53
- Tabla 2.** Abundancia (ind m³) de presas >200 µm en las estaciones donde ocurrieron *Micropogonias furnieri* (**M**) y *Trachurus lathami* (**T**) durante el crucero de Marzo de 2007. (Valores en **negrita** corresponden al valor máximo por estación).....54
- Tabla 3.** Resultados de la relación entre las variables morfométricas ancho de boca y largo de mandíbula, en función del largo corporal, ($y=a*x^b$). Se muestran **a** (intercepto), **b** (pendiente), **EE** (error estándar), **r²** (coeficiente de correlación), **p** (nivel de probabilidad asociado) y **n** (número de observaciones).....60
- Tabla 4.** Frecuencia de ocurrencia (**Fi**), proporción (**N**), e Índice de importancia relativa (**IIR**) de cada ítem en la dieta de *M. furnieri*, expresado en porcentaje. Larvas en preflexión y postflexión capturadas en los cruceros de Octubre de 2006 y Marzo de 2007. n = número de larvas analizadas.....64
- Tabla 5.** Índice de solapamiento dietario (**D**) para el total de las larvas y entre estadios. El índice **D** fue calculado según la composición de la dita teniendo en cuenta los ítems en común y los anchos de presa en común.....67
- Tabla 6.** Comparación de los valores de amplitud de nicho entre especies (*M. furnieri* y *T.lathami*) y entre estadios (PF y PsF). U = estadístico de Mann Whitney, p= nivel de probabilidad asociado, n= número de observaciones: n = 9 (*M. furnieri* PF), n = 2 (*M. furnieri* PsF), n = 9 (*T. lathami* PF) y, n = 4 (*T. lathami* PsF).....68
- Tabla 7.** Índice de selectividad de ítems presa por estación (aplicado a larvas con ancho de boca mayor a 0,5mm) en larvas de *M. furnieri* durante las campañas de octubre de 2006 y marzo de 2007.....70
- Tabla 8.** Índice de selectividad de ítems presa por estación (aplicado a larvas con ancho de boca mayor a 0,5mm) en larvas de *T. lathami* durante las campañas de octubre de 2006.....71

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Río de la Plata (arriba) y ubicación de las estaciones de muestreo por transecta (abajo: T1, T2 y T3) que cubren parte del Río de la Plata medio y exterior. Los círculos blancos corresponden a estaciones donde se realizaron muestreos hidrográficos y de plancton; los círculos negros corresponden a estaciones.....24
- Figura 2.** Representación de las mediciones realizadas a las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami*. Ancho de la boca (Ab, arriba), largo de mandíbula (Lm, abajo y en el medio), largo notocordal (Ln, en el medio) y longitud standart (Ls, abajo) Imagen tomada y modificada de Johnson 1978 en: http://www.odu.edu/sci/cqfe/Research/Chesapeake%20Bay/Atlantic%20croaker/Atlantic_croaker.htm.....25
- Figura 3.** Distribución de salinidad en durante la campaña de Octubre de 2006 a lo largo de los Transectos 1 (arriba), 2 (medio) y 3 (abajo).....29
- Figura 4** Distribución salinidad y temperatura (C°) durante el crucero de Octubre de 2006. Temperatura de superficie (A), temperatura de fondo (B), salinidad de superficie (C), salinidad de fondo (D).....29
- Figura 5** Número de observaciones respecto al largo corporal (LC) de *M. furnieri* (n=171) (A) y *T. lathami* (n= 206) (B) durante la campaña de Octubre 2006.....31
- Figura 6.** Largo corporal (LC) promedio por estación para *M. furnieri* (A) y *T. lathami* (B) durante Octubre 2006. Las barras de error corresponden a la desviación estándar.....33
- Figura 7.** Temperatura de ocurrencia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* (superficie: A y fondo: B) durante la campaña de 2006.....35
- Figura 8.** Salinidad de ocurrencia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* (superficie: A y fondo: B) durante la campaña de 2006.....35
- Figura 9.** Abundancia de larvas de *M. furnieri* (A) y *T. lathami* (B) expresada en Ind 10m⁻³ durante la campaña de octubre de 2006. Círculos blancos: preflexión; círculos negros: post-flexión.....36
- Figura 10.** Frecuencias acumuladas (DFA) de ocurrencia de *M. furnieri* (n = 33) durante Octubre de 2006 (A), y Marzo de 2007 (B), y de *T. lathami* (n =33) durante Octubre de 2006 (C) en función de rangos de coeficiente de estratificación para (A. $d_{max} = 0.6$; B. $d_{max} = 1.9$; C. $d_{max} = 0.4$ respectivamente, $P > 0.05$ en todos los casos).....37
- Figura 11.** Frecuencias acumuladas (DFA) de ocurrencia de *M. furnieri* (n = 33) durante el crucero de Octubre 2006 en función de los rangos de salinidad de superficie (A) y fondo (C) y temperatura de superficie (B) y fondo (D). (A. $d_{max} = 0.6$; B. $d_{max} = 1.3$; C. $d_{max} = 0.6$; D. $d_{max} = 0.65$ respectivamente) $P > 0.05$ en todos los casos.....38
- Figura 12.** Frecuencias acumuladas (DFA) de ocurrencia de *T. lathami* (n = 33) durante el crucero de Octubre 2006 en función de los rangos de salinidad de superficie (A) y

fondo (C) y temperatura de superficie (B) y fondo (D). (A. $d_{max} = 0,1$; B. $d_{max} = 0,3$; C. $d_{max} = 0,1$; D. $d_{max} = 0,2$ respectivamente) $P > 0.05$ en todos los casos.....	39
Figura 13. Mapas de distribución de variables ambientales para la campaña de Marzo de 2007. Temperatura de superficie (A), temperatura de fondo (B), salinidad de superficie (C), salinidad de fondo (D).....	40
Figura 14. Transectos 1 (arriba), 2 (medio) y 3 (abajo), distribución de la salinidad en la columna de agua durante la campaña de Marzo de 2007.....	41
Figura 15. Histograma de frecuencias y talla media por estación para <i>M. furnieri</i> Marzo 2007(n=46).....	44
Figura 16. Talla media de larvas por estación para <i>M. furnieri</i> durante Marzo 2007.....	44
Figura 17. Abundancia de <i>M. furnieri</i> (A) y <i>T. lathami</i> (B) expresada en Ind 10m ⁻³ durante la campaña de octubre de 2007. Círculos blancos: preflexión; círculos negros: postflexión.....	45
Figura 18. Salinidad de ocurrencia de larvas de <i>M. furnieri</i> y <i>T. lathami</i> (superficie: A y fondo: B) durante la campaña de 2007.....cra 7 33 49 aptp 1701.....	46
Figura 19. Temperatura (°C) de ocurrencia de larvas de <i>M. furnieri</i> y <i>T. lathami</i> (superficie: A y fondo: B) durante la campaña de 2007.....	46
Figura 20. Frecuencias acumuladas (DFA) de ocurrencia de <i>M. furnieri</i> (n = 33) durante el crucero de Marzo de 2007 en función de los rangos de salinidad de superficie (A) y fondo (C) y temperatura de superficie (B) y fondo (D). (A. $d_{max} = 1.8$; B. $d_{max} = 1.7$; C. $d_{max} = 1.9$; D. $d_{max} = 1.5$ respectivamente) $P > 0.05$ en todos los casos.....	47

CAPÍTULO II

Figura 1. Relación largo corporal vs. ancho de la boca en (A) <i>M. furnieri</i> y en (B) <i>T. lathami</i> . Relación largo corporal vs. largo de mandíbula en (C) <i>M. furnieri</i> y en (D) <i>T. lathami</i> . La línea de tendencia corresponde a la ecuación potencial (ver Tabla 3).....	55
Figura 2. Relación ancho de presas (μm) vs ancho de boca (mm), larvas de (A) <i>M. furnieri</i> y (B) <i>T. lathami</i> . La línea de tendencia corresponde a la ecuación logarítmica (ver Tabla 4).....	57
Figura 3. Relación Alimentaria (número de presas por estomago) con respecto al largo corporal (LC) en <i>M. furnieri</i> y <i>T. lathami</i>	57
Figura 4. Porcentaje de incidencia alimentaria de <i>M. furnieri</i> en diferentes horas de muestreo, durante los cruceros de Octubre 2006 y Marzo de 2007. Barras negras (larvas con contenido estomacal) y barras grises (larvas sin contenido estomacal), n = número de larvas.....	58
Figura 5. Porcentaje de incidencia alimentaria de <i>T. lathami</i> en diferentes horas de muestreo, durante los cruceros de Octubre 2006 y Marzo de 2007. Barras negras (larvas con	

contenido estomacal) y barras grises (larvas sin contenido estomacal), n = número de larvas.....	58
Figura 6. Número de observaciones con respecto al ancho (μm) de las presas de <i>M. furnieri</i> : <i>Acartia</i> sp (A), nauplio (B), copépodo ni (C), tintínido (D).....	61
Figura 7. Fotografías de algunas presas capturadas por las larvas de <i>M. furnieri</i> . <i>Acartia tonsa</i> (A), dinoflagelado (B), ostrácodo (C), <i>Lubbockia</i> sp (D), misidáceo (E), nauplio de copépodo (F), <i>Paracalanus</i> sp (G) y tintínido (H).....	62
Figura 8. Número de observaciones con respecto al ancho (μm) de las presas de <i>T. lathami</i> : nauplios, (A), copépodo NI (B), <i>Penilia</i> sp (C), <i>Paracalanus</i> sp (D).....	65
Figura 9. Fotografías de algunas presas capturadas por las larvas de <i>T. lathami</i> . Huevo de copépodo (A), larva de bivalvo (B), <i>Paracalanus</i> sp (C), <i>Corycaeus</i> sp (D), <i>Euterpina</i> sp (E), <i>Oithona</i> sp (F), <i>Penilia</i> sp (G) y nauplio de copépodo (H).....	66
Figura 10. Relación entre la proporción ancho de boca y largo corporal (A_b/LC) y la amplitud de nicho (promedio de las desviaciones estandar del LOG_{10} del A_{max} de presas) de <i>M. furnieri</i> (A) y <i>T. lathami</i> (B). Los círculos corresponden a larvas en Preflexión y los triángulos a las larvas en postflexión. La línea de tendencia en (A) corresponde a la ecuación potencial (ver Tabla 10).....	68
Figura 11. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) y diversidad máxima (H max) para <i>M. furnieri</i> (PF, izquierda y PsF, derecha).....	69

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero a mi familia, especialmente a María del Carmen, al viejo May, a Evita, a Menis y al Camilancio, por apoyarme durante todo el tiempo que me llevo realizar la tesis.

Agradezco especialmente a Danilo Calliari, y a Laura Rodríguez por su amistad, apoyo, colaboración y paciencia durante todo el proceso. Sin su ayuda la realización de la tesis no hubiera sido posible.

Agradezco la colaboración y permanente interés de Alicia Acuña. Alicia me suministró y aconsejó buena parte de la bibliografía utilizada para discutir los resultados de este trabajo.

Agradezco a Anamar Britos por su valiosa amistad y no menos valiosa ayuda en la fase de laboratorio.

Agradezco a Irene Machado por su amistad y por que junto con Laura Rodríguez me introdujo en la línea de investigación del ictioplancton y me acompañó durante todo el proceso.

Agradezco a mi buena amiga Andrea Lanfranconi, a Marisa "master Hutton", al genio de la ciencia moderna Angel Segura (Orly), a la abnegada Laurita Perez, a la master Sandrataviskius (Noelia) a la graciosa y singularísima Ana Pita, al pequeño Marcel, a Marianito Martinez, a Noe Espinosa (la peluda) y a la señora María Helena Bouvier. A todos, gracias por su valiosa amistad y por que hicieron que trabajar en su compañía fuera una experiencia no poco placentera.

Agradezco también a Pablo Muniz, al Felo (Felipe García) y a Ernesto "el come" por su colaboración y su amistad.

Agradezco a Marcelo Loureiro por su colaboración y por el tiempo que le dedicó a revisar la tesis.

Finalmente agradezco a Walter Norbis, a Diego Lercari y a Alejandro Brazeiro por el tiempo que emplearon en revisar y corregir el documento final.

Resumen

El presente estudio es el primer trabajo que explora y describe, en forma comparativa, aspectos relevantes de la distribución y ecología trófica de los estadios tempranos *Micropogonias furnieri* y *Trachurus lathami* en el Río de la Plata durante dos momentos de una temporada reproductiva: octubre 2006 (Primavera) y marzo de 2007 (Verano). El primer capítulo tuvo como objetivos cuantificar la abundancia y distribución espacial de *M. furnieri* y *T. lathami* durante octubre de 2006 y marzo de 2007, establecer el grado de solapamiento espacial entre larvas de ambas especies, y caracterizar y comparar las condiciones ambientales de ocurrencia. Las larvas de corvina fueron más abundantes en la zona interior del estuario (max. 66 ind·10m⁻³), mientras que las larvas de surel fueron más abundantes en la zona externa del estuario (max. 14.8 Ind m⁻³). La distribución de las larvas de corvina no mostró relación significativa con ninguna variable ambiental. La distribución de las larvas de surel estuvo relacionada con la profundidad. El solapamiento de la distribución de ambas especies fue casi nulo. Se detectó segregación entre ambas especies, pero esta no pudo ser atribuida a la existencia de claras diferencias en las preferencias ambientales especie-específicas.

El segundo capítulo presenta información relativa a la ecología trófica de las larvas de ambas especies en el Río de la Plata, la hipótesis predice la diferenciación trófica como mecanismo que facilita la co-existencia cuando la disponibilidad de alimento es limitante. Los objetivos incluyeron: identificar los ítems más representativos en la dieta de ambas especies, analizar las relaciones entre la morfología bucal de las larvas y el tamaño de las presas, estimar y comparar la incidencia alimentaria establecer la amplitud trófica, la selectividad y el solapamiento trófico entre *M. furnieri* y *T. lathami*, y su variación a lo largo de la ontogenia.

En larvas de corvina se observó crecimiento alométrico positivo de la boca con respecto al largo corporal, y en larvas de surel crecimiento isométrico de las mismas variables. La incidencia alimentaria fue alta en ambas especies: *M. furnieri* (90.3%) y *T. lathami* (83.4%). Los resultados señalaron, en orden de importancia, a los tintínidos, nauplios y copépodos como los ítems más importantes en la dieta de las larvas de corvina, y a los nauplios, copépodos y cladóceros del género *Penilia*, como los más relevantes para la dieta del surel. Los resultados generales del índice de solapamiento revelaron que las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* se alimentaron de presas taxonómicamente diferentes pero de tamaños similares. Para las larvas de corvina en estadio de preflexión (PF) se observó una relación inversa entre la amplitud de nicho y el cociente ancho de boca/largo corporal, esta relación no se presentó en las larvas de surel. Por otra parte, se encontraron diferencias significativas en la amplitud de nicho entre las larvas en estadio PF de *M. furnieri* y las larvas en estadio de PF de *T. lathami*, pero no entre las larvas en estadio posflexión. Se concluye que el bajo solapamiento dietario (según criterio taxonómico) producto de diferencias en la utilización del alimento disponible, y las diferencias en la amplitud de nicho apoyan la predicción de la hipótesis de diferenciación trófica. Estas diferencias podrían interpretarse como un mecanismo para minimizar la competencia por alimento entre *Micropogonias furnieri* y *Trachurus lathami* en el Río de la Plata.

Abstract

This study is the first work that explores and describes, in a comparative manner relevant aspects of the distribution and feeding ecology of early stages of *Micropogonias furnieri* and *Trachurus lathami* in the Río de la Plata in two moments of a breeding season: October 2006 (Spring) and March 2007 (summer). The first chapter aimed to quantify the abundance and spatial distribution of *M. furnieri* and *T. lathami* during October 2006 and March 2007, establish the degree of spatial overlap between larvae of both species, and characterize and compare the environmental conditions of occurrence.

Croaker larvae were more abundant in the inner estuary (max. 66 ind 10m⁻³), while rough scad larvae were more abundant in the outer estuary (max. 14.8 ind m⁻³). The distribution of sea bass larvae showed no significant relationship with any environmental variable. The distribution of larvae was related Sural depth. The overlap of the distribution of both species was almost null. Segregation was detected between the two species, but this could not be attributed to the existence of clear differences in species-specific environmental preferences.

The second chapter presents information on the feeding ecology of larvae of both species in the Río de la Plata, the hypothesis predicts trophic differentiation as a mechanism that allows the co-existence when the food is a constrain. The objectives included: identifying the most representative items in the diet of both species, to analyze the relationship between dental morphology of larvae and prey size, estimate and compare incidence trophic food set extent, selectivity and overlapping trophic between *M. furnieri* and *T. lathami*, and its variation along ontogeny.

Croaker larvae positive allometric growth was observed in the mouth with respect to body length, and isometric growth of the same variables was observed in rough scad larvae. The feeding incidence was high in both species: *M. furnieri* (90.3%) and *T. lathami* (83.4%). The results indicated, in order of importance, the tintinnids, nauplii and copepods as the most important items in the diet of croaker larvae, and nauplii, copepods and cladocerans of the genus *Penilia* as the most relevant to the diet of rough scad. The overall results of the overlap index revealed that the larvae of *M. furnieri* y *T. lathami* fed on taxonomically different but similar sizes prey. Croaker larval stage of preflexion (PF) showed an inverse relationship between niche breadth and width ratio of the mouth/body length, this relationship was not present in the larvae of rough scad. Moreover, significant differences in niche breadth between *M. furnieri* PF stage larvae and *T. lathami* PF stage larvae were observed, but not between the postflexion stage larvae. It is conclude that low dietary overlap (taxonomic criteria) resulting from differences in the use of available food, and differences in the niche breadth, support the prediction of the hypothesis of trophic differentiation and generally reject the hypothesis of optimal foraging. These differences could be interpreted as a mechanism to minimize competition for food between *Micropogonias furnieri* and *Trachurus lathami* in the Río de la Plata.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El ictioplancton corresponde a la porción del plancton integrada por los estadios tempranos de peces, i.e., huevos y larvas, que habitan un ambiente determinado. En estadio larval los peces mantienen interacciones biológicas y una relación general con el ambiente radicalmente diferente respecto a las poblaciones adultas. Se conoce como larva al individuo que se encuentra en el estado de desarrollo entre la eclosión y el desarrollo de estructuras morfológicas y merísticas (i.e. radios y espinas en las aletas) correspondientes a un pez adulto. Se conoce como larva vitelogénica, “*yolk sac larvae*”, a aquella que no ha reabsorbido completamente su saco vitelino. Finalmente se denomina juvenil al individuo que presenta todas las características merísticas y morfométricas correspondientes a las de un pez adulto, pero que no ha madurado sexualmente (Fuiman & Werner 2002).

Durante la ontogenia, el ictioplancton experimenta cambios extremos en el tamaño, capacidad de visión y natación, y en el desarrollo muscular y de estructuras de defensa (Taggart *et al.* 1989, Ferrón & Legget 1994, Scharf *et al.* 2000). La disponibilidad de alimento, la vulnerabilidad a depredadores y la advección fuera de ambientes favorables son los principales factores que determinan la sobrevivencia/mortalidad del ictioplancton, y por lo tanto influyen decisivamente en el reclutamiento y en las fluctuaciones de las poblaciones adultas (Taggart *et al.* 1989). La etapa planctónica es también relevante desde una perspectiva evolutiva dado que los procesos de dispersión durante este período modulan aspectos tales como el rango de distribución de una población y el flujo genético con otras poblaciones de la misma especie. (Sinclair 1989, Fuiman & Werner 2002).

La composición y distribución del ictioplancton en un área determinada depende del momento y sitio donde ocurran desoves, de la duración del periodo larval y de los procesos de transporte (Cowen 1993, Mullin 1993), así como de las preferencias ambientales de cada especie, la disponibilidad de alimento, la presencia/ausencia de depredadores, y el comportamiento específico de las larvas (Norcross & Shaw 1984).

FACTORES ABIOTICOS

La reproducción de peces ocurre bajo condiciones ambientales específicas y favorables desde un punto de vista fisiológico (temperatura, salinidad, oxígeno), trófico (tipo y calidad de alimento) y oceanográfico (circulación, estructura de la columna de agua) (Iles & Sinclair 1982, Sinclair 1988, Taggart *et al.* 1989, Mann & Lazier 1991, Somarakis *et al.* 2002). El ictioplancton es altamente dependiente de las condiciones ambientales y especialmente de las corrientes que modulan su transporte o advección

INTRODUCCIÓN GENERAL

desde las áreas de desove (Sinclair 1988). El éxito del reclutamiento dependerá de la permanencia de las larvas en zonas donde, además de alimento, luego de la metamorfosis los individuos puedan retornar al área ocupada por adultos de su misma especie, y así completar el ciclo de vida y asegurar la unidad poblacional (Sinclair 1988, Mullin 1993, Fuiman & Wernner 2002).

Los procesos hidrodinámicos en hábitats costeros y estuarinos establecen la estructura física del ambiente. Las características de las masas de agua presentes, modulan la formación de clinas: gradientes verticales fuertes de temperatura, salinidad, densidad, u otras variables, creando barreras en la columna de agua; de igual manera pero en el plano horizontal la convergencia de aguas con diferentes características promueve la formación de frentes. Estas “barreras” (clinas, frentes) aunque difíciles de estudiar en algunos casos por su naturaleza efímera, son de reconocida importancia, ya que influyen en la distribución y sobrevivencia de larvas de peces (Taggart *et al.* 1989, Hoss & Thayer 1993, Mann 1993). Diferentes patrones de circulación dan origen a estructuras hidrográficas que pueden promover la retención larval, tales como frentes (zonas costeras, de plataforma y talud) (Taggart *et al.* 1989, Iwatsuki *et al.* 1989, Nakata 1996). Los frentes son producto del encuentro de masas de agua con propiedades físico-químicas diferentes, ocurriendo frecuentemente en estuarios y zonas de surgencia (Le Fevre 1986, Sinclair 1988, Sinclair & Iles 1989); son considerados ambientes favorables para el crecimiento y la sobrevivencia de larvas de peces ya que representan zonas de alta oferta de alimento (Kjørboe & Johansen 1986, Grimes & Finucane 1991).

FACTORES BIOTICOS

Un requerimiento fundamental para la sobrevivencia de las larvas de peces es la disponibilidad de alimento adecuado. Alimento suficiente y de calidad adecuada significa crecimiento rápido y menor tiempo de vulnerabilidad a depredadores, menores tasas de mortalidad y mayor reclutamiento (Bakun 1996).

Se deben tener en cuenta varios aspectos al evaluar un hábitat en términos de disponibilidad de alimento:

- Densidad de las presas con respecto a la densidad de larvas.
- Tamaño de las presas con respecto al ancho de la boca y estadio del desarrollo de las larvas.
- Calidad nutricional de las presas
- Sincronización entre la eclosión de las larvas y la aparición de presas potenciales.

INTRODUCCIÓN GENERAL

La presencia de depredadores es también importante. Desde el desove, los huevos y larvas están desprotegidos, sin espinas y sin escamas, y con una capacidad de desplazamiento muy limitado. Entre los depredadores potenciales de huevos y larvas se incluyen invertebrados tales como quetognatos, cnidarios, ctenóforos, crustáceos, y vertebrados como peces.

MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO

La variabilidad temporal en el reclutamiento de las poblaciones de peces marinos es un problema de investigación clásico de oceanografía biológica y pesquera. Históricamente se han propuesto diversas hipótesis para explicar la variación en el reclutamiento, e.g. *Período Crítico* (Hjort 1914 en Fuiman & Werner 2002), *Ajuste/ Desajuste* (Cushing 1975 en Fuiman & Werner 2002), *Océano Estable* (Lasker 1978), *Retención Larval* (Illes & Sinclair 1982). Estas hipótesis relacionan la alta mortalidad que se presenta en estadios tempranos con causas inmediatas como inanición y depredación, y los mecanismos/procesos que las promueven (e.g. advección, desincronización entre la disponibilidad de alimento y la eclosión de larvas). Hasta el momento no se ha encontrado la(s) variable(s) que explique en forma general la variación en el reclutamiento de los stocks pesqueros. En otras palabras, muchas de las preguntas e hipótesis planteadas en torno al reclutamiento de peces permanecen aun sin responder (Fuiman & Werner 2002).

EL ICTIOPLANCTON Y LOS ESTUARIOS

La importancia de los estuarios como zonas de cría de peces ha sido bien documentada (Norcross & Shaw 1984, Allen & Barker 1990). La estrategia reproductiva más común en peces en relación con ambientes estuariales implica el desove de huevos planctónicos en el mar (zonas costeras), transporte hacia la costa y el posterior reclutamiento como larvas o juveniles dentro del estuario. Por esta razón, los estuarios son mejor conocidos como zonas de cría, más que como zonas de desove (Norcross & Shaw 1984, Claridge *et al.* 1986). En una escala evolutiva, la mayoría de especies icticas han incrementado su potencial reproductivo con altas fecundidades y largas temporadas de desove como respuesta a las altas mortalidades asociadas a ambientes impredecibles. La reproducción ocurre solo en área(s) relativamente pequeñas seleccionadas dentro del rango total de distribución de las especies (Norcross & Shaw 1984).

Los estuarios ofrecen diversidad de hábitats favorables para el desove y/o sobrevivencia del ictioplancton y sostienen muchas especies de teleósteos marinos a

INTRODUCCIÓN GENERAL

nivel mundial (Day *et al.* 1989, Hoss & Thayer 1993, Allen & Barker 1990, Potter & Hyndes 1999). Las características favorables de los estuarios se relacionan con:

- *Alta producción biológica*: que aseguraría buena oferta de alimento a las larvas, especialmente durante el período crítico (Day *et al.* 1989, Lally & Parsons 1997).

- *Temperatura favorable durante los períodos de desove*: en estuarios subtropicales, relativamente someros y semi-cerrados la temperatura aumenta más rápido que en aguas abiertas adyacentes (Miller *et al.* 1985). Esto promueve un rápido desarrollo embrionario y larval contribuyendo a disminuir la mortalidad por depredación en relación al mar adyacente.

- *Oferta de Refugio*: La alta turbidez característica de estos ambientes disminuye la detección de presas por depredadores visuales (Day *et al.* 1989, Hoss & Thayer 1993, Fuiman & Werner 2002). En muchos estuarios la presencia de macrófitas y ambientes como marismas, zonas someras, bañados o áreas inundadas dificultan la entrada de grandes depredadores y constituyen refugios para las larvas frente a la depredación (Hoss & Thayer 1993, Potter & Hyndes 1999, Fuiman & Werner 2002).

- *Patrones de circulación*: en estuarios estratificados existen corrientes con direcciones opuestas a diferentes profundidades: flujo de agua salobre hacia fuera del estuario en un estrato superior y flujo de agua salina hacia adentro del estuario a mayor profundidad. Por tanto, el transporte neto de los organismos planctónicos dependerá de su posición vertical (Emery & Stevenson 1957, Mann & Lazier 1991). Varias especies han adaptado sus estrategias reproductivas a estas condiciones mediante desoves en profundidad o directamente sobre el fondo para reducir la advección (incluyendo presencia de estructuras de fijación, Neira & Potter. 1992). La formación de frentes (e.g salinidad) dadas por la presencia de masas de agua con diferentes característica físico-químicas (e.g temperatura, salinidad, turbidez) funcionan como una barrera para huevos y larvas y por tanto es otro mecanismo que contribuye a su retención dentro del estuario o zona de cría (Nakata 1989, Sinclair & Iles 1989, Govoni 1993).

El Río de la Plata (RP) es un estuario en donde la actividad reproductiva de peces es muy común, siendo varias las especies de teleósteos las que habitan y usan este ambiente como zona de desove y cría. La ictiofauna del RP está compuesta por peces de origen dulceacuícola y marino. Los peces de origen dulceacuícola proceden de los ríos Paraná y Uruguay, así como de cursos de agua menores que desembocan en el RP (e.g. Santa Lucía); su distribución se restringe al área comprendida entre la cabecera del estuario y la Barra del Indio (Jaureguizar *et al.* 2003, FREPLATA 2005).

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las especies de origen marino son en su mayoría representantes de la plataforma interior del frente oceánico del RP, similares a las del sureste de Brasil (FREPLATA 2005). Los principales Ordenes que habitan el RP son los Characiformes y los Siluriformes, especies esteneohalinas concentradas en la parte fluvial del estuario (Vizziano *et al* 2001), y en menor abundancia Gymnotiformes, Cyprinodontiformes, Clupeiformes, Perciformes, Atheriniformes y Rajiformes (Nion 1998).

ÁREA DE ESTUDIO

El RP es un estuario micro-mareal ubicado sobre la costa oriental de Sudamérica entre 34°10' - 36°20'S y 55°00' -58°30'W. Cubre una superficie de 38.000 km² y tiene forma de embudo con orientación NW-SE, de 320 Km de longitud y 230 km de ancho en la boca (línea Punta del Este - Punta Rasa; Guerrero *et al.* 1997). La zona de estudio está ubicada en la parte baja del estuario que incluye el gradiente completo de salinidad (ca. 0 a >25). La estratificación de la columna de agua y las variaciones en la salinidad y temperatura son moduladas por el balance entre los vientos hacia la costa (Octubre a Febrero: drenaje continental mínimo) y hacia fuera de la costa (Abril a Agosto: drenaje continental máximo) y en menor grado por la confluencia de agua dulce producto de la descarga del Río Uruguay y Paraná, y Coriolis (Framiñan & Brown 1996, Guerrero *et al.* 1997). La distribución de la salinidad de fondo no presenta estacionalidad debido a que la intrusión de agua oceánica esta controlada por batimetría (Guerrero *et al.* 1997). La penetración de aguas oceánicas más densas en el sistema fluvial hace que la parte exterior del estuario adopte una configuración de cuña salina (Guerrero *et al.* 1997, Framiñan *et al.* 1999).

El RP se caracteriza por la turbidez de sus aguas que obedece a la gran concentración de materia particulada en suspensión (Framiñan & Brown 1996). Una formación somera en forma de barra que atraviesa el estuario desde Montevideo hasta Punta Piedras, la Barra del Indio, divide el estuario en una zona interior y una exterior (CARP 1989 en: Jaureguizar *et al.* 2003). Existe un frente de turbidez asociado al frente de salinidad, y ambos coinciden con la zona máxima de estratificación y de gradientes horizontales (frentes salinos, Framiñan & Brown 1996; Guerrero *et al.* 1997). Este varía espacial y temporalmente durante el año, pero se presenta con mayor frecuencia entre Montevideo y Punta Piedras (Framiñan & Brown 1996).

En el RP, la comunidad fitoplanctónica, en aguas mixohalinas y polihalinas, está dominada por diatomeas euryhalinas (e.g. *Skeletonema costatum*) y dinoflagelados (e.g. *Prorocentrum* spp. y *Prorocentrum* spp.), mientras que en masas de agua dulce y oligohalinas dominan las familias Chlorophyceae y Cyanophyceae (Calliari *et al.* 2003, Calliari *et al.* 2005). La biomasa del fitoplancton responde a

INTRODUCCIÓN GENERAL

cambios graduales en la carga de nutrientes y en la penetración de la luz, siendo modulada por la mezcla de masas de agua marina y fluvial (Calliari *et al.* 2005). Las mayores tasas de producción primaria se presentarían en la zona marina del frente de turbidez, en donde aumenta la penetración de la luz y la disponibilidad de nutrientes es alta (Calliari *et al.* 2005, Mendez *et al.* 1997).

Los estudios de zooplancton para el RP señalan baja diversidad y dominancia de pequeños copépodos (*Acartia tonsa*, *Paracalanus parvus*, *Parvocalanus crassirrostris*, *Oithona* spp.), misidáceos (*Neomysis americana*) y plancton gelatinoso (ctenóforos *Mnemiopsis leidy* y *Liriope tetraphylla*) (Gonzales 1972, Milstein & Juanicó 1985, Calliari *et al.* 2004, Szephegyi 2006). La riqueza de especies aumenta con la salinidad. Taxones como quetognatos (*Sagitta enflata*, *S. frederich* *S. bipunctata*, *S. helenae* y *S. hispidae*), cladóceros (*Podon polyphemoides*, *Evadne normandii*) y larvas de invertebrados (e.g zoea y megalopa de crustáceos, cypris de bivalvos, veliger de gasterópodos) forman parte de la comunidad zooplanctónica desde Montevideo (rango de salinidad 3-10) hasta Punta del Este (rango de salinidad 20-30) (Szephegyi 2006).

Los primeros estudios sobre ictioplancton para Argentina y Uruguay fueron realizados en las aguas de plataforma y talud adyacentes al RP sobre especies explotadas comercialmente (e.g anchoita, *Engraulis anchoita*; merluza, *Merluccius hubbsi*). Estos trabajos se enfocaron principalmente en la distribución y abundancia de huevos y larvas, y su relación con la presencia y biomasa de zooplancton (De Ciechowski 1969; De Ciechowski, 1971; Weiss, 1972; De Ciechowski, 1973; De Ciechowski y Weiss 1974; De Ciechowski *et al.* 1975, De Ciechowski & Sanchez 1986, De Ciechowski *et al.* 1979). Los trabajos más recientes describen la ocurrencia y distribución de huevos y larvas de peces en relación con las variables ambientales cubriendo el gradiente completo de salinidad del RP (Berasategui *et al.* 2004, Braverman *et al.* 2009) y exploran, haciendo uso de modelos, los mecanismos de retención de larvas dentro del RP (Simionato *et al.* 2007). No existen estudios de alimentación en larvas de peces en el RP.

SOBRE LAS ESPECIES A ESTUDIAR

La corvina (*Micropogonias furnieri*, Sciaenidae) y el surel (*Trachurus lathami*, Carangidae) son especies eurihalinas costeras, dominantes o muy abundantes en aguas de plataforma y zona externa del RP. *Micropogonias furnieri* es de origen marino y residente en el estuario (Norbis 1995, Macchi *et al.* 2002, Jaureguizar *et al.* 2003, Berasategui 2004, Cabreira *et al.* 2006, Garcia *et al.* 2010); *Trachurus lathami* es una especie marina, considerada visitante en el RP (Saccardo & Katsuragawa 1995,

INTRODUCCIÓN GENERAL

Elliot *et al.* 2007, García *et al.* 2010). A macroescala, estas especies se solapan a lo largo de todo su rango de distribución, desde los 20°N hasta los 41°S en la costa atlántica sudamericana (Saccardo & Katsuragawa 1995, Jaureguizar *et al.* 2003). Ambas especies tienen estrategias reproductivas coincidentes en varios aspectos: 1.- utilizan ambientes similares durante sus ciclos de vida y especialmente en las etapas tempranas de desarrollo; 2.- a escala regional ocurren conjuntamente a lo largo de toda la costa uruguaya, parte de la costa argentina y zona común de pesca, y realizan actividades reproductivas dentro del Río de la Plata (Saccardo & Katsuragawa 1995, Macchi & Acha 2000, Berasategui *et al.* 2004, Cabreira *et al.* 2006, Braverman *et al.* 2009, García *et al.* 2010); 3.- En ambos casos el periodo reproductivo coincide durante los meses más calidos: Noviembre – Marzo (Saccardo & Katsuragawa 1995, Macchi & Acha 2000; Vizziano, 2000).

La corvina, *Micropogonias furnieri*, es una especie eurihalina, costera-bentónica, que habita en el Atlántico Sudoccidental y que se distribuye, desde la península de Yucatán (México, 20°N) hasta el sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina, 41°S; Macchi *et al.* 2003). Es la especie dominante en términos de biomasa dentro del RP (Norbis 1995, Macchi *et al.* 2002) y de gran importancia económica para las pesquerías artesanales e industriales de Argentina y Uruguay (Macchi *et al.* 2002, Jaureguizar *et al.* 2003, Macchi *et al.* 2002, Norbis & Verocai 2005; Norbis *et al.*, 2006). La presencia de sus huevos y larvas se ha registrado en la parte media del estuario del RP, encontrándose una relación directa entre su abundancia y el gradiente horizontal de salinidad de fondo (Macchi *et al.* 1996, Macchi & Acha 2000, Macchi *et al.* 2002, Berasategui *et al.* 2004, Braverman *et al.* 2009). El área de desove sugerida en base a estudios de madurez gonadal se encontraría en la parte media del estuario asociada al límite superior del frente de salinidad (máximo alcance de la cuña salina; Macchi *et al.* 1996, Cosseau & Perrota 2000). *Micropogonias furnieri* se presenta en diferentes clases de edades/tallas dentro del RP. Cada clase ocupa y tiene preferencia por diferentes hábitats dentro del estuario, siendo la salinidad, la temperatura y la profundidad, las variables ambientales más relevantes para esta diferenciación (Jaureguizar *et al.* 2003).

El surel, *Trachurus lathami*, es un pez pelágico-costero, eurihalino. El género *Trachurus* se distribuye mundialmente, presentándose mayormente en zonas oceánicas y neríticas, en regiones tropicales y templadas (Saccardo & Katsuragawa 1995). *Trachurus lathami* es la única especie del género en el Atlántico Sud-occidental, tiene un rango de distribución relativamente amplio, encontrándose desde el golfo de Maine (43° N) en Estados Unidos de América, hasta el norte del golfo de San Matías (41° 30's) en Argentina (Berry & Smith-Vaniz 1978, Katsuragawa & Ekau 2003). En la

INTRODUCCIÓN GENERAL

costa brasilera se han encontrado huevos y larvas durante todo el año, sin embargo entre los meses de Noviembre y Marzo ocurren los desoves más intensos (Saccardo & Katsuragawa 1995). Su hábitat natural está entre los 50 y 140 metros, y sus larvas muestran una distribución vertical más amplia, siendo encontradas entre 16 y 200 metros (Katsuragawa & Ekau 2003). Varios autores mencionan la zona plataforma continental del RP como el lugar donde ocurren las principales concentraciones de esta especie (Pacheco Tack 1988, Cabreira *et al.* 2006, Garcia *et al.* 2010). Existen evidencias que sugieren actividad reproductiva del surel en el RP señalando la presencia de sus huevos y larvas en la zona media y baja del estuario (Berasategui *et al.* 2004, Cabreira *et al.* 2006). En Argentina y Uruguay el surel constituye parte de la captura incidental en la pesca con redes de arrastre y cerco enfocada en otras especies (i.e anchoíta, caballa y cornalito), siendo descartado en ambos países cuando su captura es abundante (Forciniti *et al.* 1988). Sin embargo, se cree que el surel es un recurso latente en las pesquerías brasileras (Saccardo y Katsuragawa 1995) y argentinas (Pacheco Tack 1988), siendo potencialmente utilizado como materia prima en la industria conservera y de subproductos. Actualmente la información sobre la ecología larval de *T. lathami* en el RP es casi inexistente, siendo necesarios estudios para esclarecer aspectos relevantes como el grado y la forma en que esta especie hace uso del espacio dentro del ecosistema y su relación con las variables ambientales bióticas y abióticas dentro del RP.

ECOLOGÍA TRÓFICA DEL ICTIOPLANCTON

La definición de las preferencias dietarias en estadios tempranos de peces es un elemento de utilidad para la evaluación de las condiciones de alimentación de los recursos pesqueros (Munk 1992) y para el entendimiento de los flujos de energía en las comunidades pelágicas (Mullin 1993). Para mantener una tasa de crecimiento alta, sobrevivir y unirse a la población adulta, las larvas de peces deben buscar y depredar de forma efectiva las presas disponibles (Østergaard 2005). Las larvas de peces, en su mayoría, son depredadores visuales; capaces de alimentarse selectivamente de un conjunto de presas disponibles (Govoni *et al.* 1986). Aunque factores tales como el comportamiento natatorio y el color pueden ser importantes para la percepción y el reconocimiento de las presas (Govoni *et al.* 1986), la morfología y tamaño de las larvas determina la capacidad de detectar y aproximarse a una presa, mientras que el tamaño de la boca establece los límites del rango de presas susceptibles de ser capturadas. La capacidad de detección, captura y manipulación de las presas varía en función del desarrollo larval (Govoni *et al.* 1993, Munk 1992). Larvas más grandes pueden desplazarse a mayor velocidad y capturar presas de mayor tamaño. Las

INTRODUCCIÓN GENERAL

presas de mayor tamaño representan una mayor recompensa energética, sin embargo, al aumentar el tamaño de las presas, también aumentan la movilidad y los mecanismos de defensa (e.g espinas, Sharf 2000). Por tanto, las modificaciones en el comportamiento y capacidad del depredador pueden ser contrarrestados por los comportamientos y los mecanismos de defensa de las presas (Østergaard 2005).

La co-ocurrencia de dos o más especies que hacen uso de recursos comunes y limitantes genera interacciones de tipo competencia (Byström & García 1999). El término competencia está definido por la disminución del éxito reproductivo de una población causado por la interacción con una o varias especies que co-ocurren en un determinado espacio y tiempo (Wootton 1990, Byström & García 1999, Morin 1999). La habilidad competitiva de una especie/población está definida básicamente en función de dos componentes: la capacidad *per cápita* de agotar recursos compartidos y la habilidad de tener crecimiento positivo en condiciones de baja disponibilidad de recursos (Byström & García 1999). La competencia entre individuos que utilizan de forma similar recursos limitados tiene efectos importantes en las tasas de crecimiento, de fecundidad y en la sobrevivencia; así mismo afecta la dinámica de las comunidades (por efecto de cascada ascendente; Schoener 1983, Wootton 1990, Ritchie & Tilman 1993). Para que exista competencia no es estrictamente necesario que las especies competidoras se encuentren; a esto se le llama competencia por explotación, y hace referencia a que las presas consumidas por un depredador no van a estar disponibles para un segundo depredador. De igual manera el acceso a un recurso (sin importar la abundancia de este) puede ser reducido si el comportamiento de un competidor hacia otro interfiere con la habilidad para explotarlo (Wootton 1990). La existencia de competencia intra- e interespecífica en larvas de peces ha sido discutida ampliamente (Cushing 1983, Jones 1990, Kane 1984, Houde 1989, Garvey & Stein 1998, Byström & García 1999, Pepin & Penney 2000), siendo el impacto de las larvas sobre el conjunto de presas disponibles, el cambio de nicho trófico el solapamiento de nichos entre especies a lo largo del desarrollo y el efecto del largo corporal en las habilidades depredatorias, los aspectos centrales en la discusión.

Se piensa que las larvas tienen que ejercer una presión importante sobre el alimento disponible (Pepin & Penney 2000), lo cual, según Houde (1989) es poco probable en ambientes altamente productivos. Según Cushing (1983) y Jones (1983) impactos significativos sobre el micro- y mesoplancton se pueden presentar solamente en estadios de desarrollo posteriores al larval (juveniles/adultos). Por otra parte Byström & García (1999), Garvey & Stein (1998) y Kane (1984) señalan impacto significativo de larvas de peces sobre el zooplancton y afirman la existencia de

interacciones de tipo competencia intra- e inter-específica en larvas de peces de agua dulce y marina.

El presente estudio es el primer trabajo que explora y describe, en forma comparativa, aspectos relevantes de la distribución y ecología trófica de *Micropogonias furnieri* y *Trachurus lathami* en estadios tempranos en el RP. A continuación se describe brevemente la estructura de este documento, el cual está compuesto por dos capítulos.

El primer capítulo aborda aspectos relativos al uso del espacio por parte de las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* en el RP. Para ello se cuantificó la abundancia y se estableció el grado de solapamiento espacial entre las larvas de ambas especies. Además, se exploraron las posibles asociaciones de las larvas de ambas especies a las condiciones ambientales específicas (e.g. salinidad, temperatura, profundidad, estratificación e intensidad de gradientes horizontales).

El segundo capítulo describe y compara aspectos relativos a la ecología trófica de ambas especies en estadio larval dentro del RP. En este capítulo se analizaron e identificaron relaciones entre la morfología bucal de las larvas y el ancho de las presas consumidas, se estimó la incidencia alimentaria y se identificaron los ítems más representativos para cada especie. También, se estableció la amplitud de nicho trófico en diferentes momentos del desarrollo larval, se estimó la selectividad sobre las presas disponibles en el ambiente y el solapamiento trófico en términos de composición taxonómica de presas y de rangos de tamaños de presas consumidas (Ancho máximo). En este capítulo los resultados fueron analizados en el marco de una hipótesis general de competencia por alimento, considerando el papel clave de la disponibilidad de alimento sobre los procesos ecológicos centrales de acuerdo al cuerpo teórico disponible, y al hecho que *M. furnieri* y *T. lathami* utilizan el estuario del RP durante el mismo periodo (primavera-verano) con fines reproductivos.

La información presentada en este trabajo pretende realizar una evaluación comparativa de la distribución y la ecología trófica de *M. furnieri* y *T. lathami*, y aportar evidencia sobre la naturaleza de las interacciones potenciales que se pueden presentar entre estas especies durante la etapa larval en el RP. El conocimiento de los procesos involucrados con la retención/dispersión larval es esencial para el entendimiento del flujo genético de comunidades espacialmente separadas (Richards *et al* 1995). De igual forma, el conocimiento de los requerimientos ecológicos de los peces, en especial de los primeros estadios de vida, es útil para el diseño de programas de manejo, explotación y conservación de estos recursos. En los últimos años se ha reconocido la importancia de la identificación y protección del hábitat como complemento para las actividades de manejo de capturas, y como aspectos críticos

para el mantenimiento de los recursos marinos y para la toma de decisiones relativas a la explotación sustentable de los mismos (Benaka 1999, Fuiman 1993, Fuiman & Werner 2002).

REFERENCIAS

- Allen. D.M. & D.L. Barker. 1990. Interannual variations in larval fish recruitment to estuarine epibenthic habitats. *Marine Ecology Progress Series* 63: 113-125.
- Bakun. A. 1996. Patterns in the Ocean: Ocean Processes and Marine Population dynamics. California sea grant college system, Centro de Investigaciones Biológicas del Nor-oeste, La Paz, México. MX. 1996. 323 p.
- Benaka. L. R. 1999. Summary of panel discussions and steps toward an agenda for habitat policy and science. In: Benaka LR (ed) Proc Sea Grant Symposium of Fish Habitat: Essential fish habitat and rehabilitation. American Fisheries Society, Bethesda, MD, p 455–459.
- Berasategui. A.D., Acha. E.M. & N.C.F, Araoz. 2004. Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages in the Río de la Plata Estuary (Argentina–Uruguay) *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60:599–610.
- Berry. F. H. & Smith – Vaniz. 1978. Carangidae. En: Fischer, W. Ed. FAO species identification sheets for fishery purposes, Western Central Atlantic (Fishing Area 31) Vol I y II.
- Braverman. M. S., Acha. M. E., Gagliardini. D. A. & M. Rivarossa. 2009. Distribution of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*, Desmarest 1823) larvae in the Río de la Plata estuarine front. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Doi:10.1016/j.ecss.02.018.
- Byström. P., & E. Garcia – Berthou. 1999. Density dependent growth and size specific competitive interactions in young fish. *Oikos* 86; 217 – 232.
- Cabreira. A.G., Madirolas, A., Perrotta, R.G. & Garciarena, A.D. 2006. Distribución y evaluación acústica de la caballa (*Scomber japonicus*). Resultados de la campaña de investigación realizada en diciembre de 2005. INIDEO Inf Téc. Int N° 22, 6 pp.
- Calliari. D., Cervetto. G. & R. Castiglioni. 2004. Summertime herbivory and egg production by *Acartia tonsa* at the Montevideo coast – Río de la Plata. *Ophelia* 58: 115-128.
- Calliari. D., Gómez. M. & N. Gómez. 2005 Biomass and composition of the phytoplankton in the Río de la Plata: large-scale distribution and relationship with environmental variables during a spring cruise. *Continental Shelf Research* 25: 197:210.

INTRODUCCIÓN GENERAL

- Calliari. D., Defeo. O., Cervetto. G., Gómez. M., Giménez. L., Scarabino. F., Brazeiro. A. & W. Norbis. 2003. Marine life of Uruguay: critical update and priorities for future research. *Gayana* 67(2):341-370.
- Cosseau. M.B. & R.G. Perrota 2000. Peces marinos de Argentina: biología, distribución, pesca. INIDEP, Mar del Plata. 167 pp.
- Claridge. P. N., Potter, I. C. & Hardisty, M. W. 1986 Seasonal changes in movements, abundance, size composition and diversity of the fish fauna of the Severn estuary. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 66, 229–258.
- Cowen. R.K. J.A. Hare & M.P. Fahay, 1993. Beyond hydrography: can physical processes explain larval fish assemblages within the middle Atlantic Bight? *Bulletin of Marine Science.* 53: 567–587.
- Cushing. D.H. 1983 Are fish larvae too dilute to affect the density of their food organisms? *J Plankton Res* 5:847–854.
- Day. Jr., Cashall, Kemp, W.M. & A. Yañez-Arancibia. 1989. *Estuarine Ecology*. Wiley & Sons Publications. 558 P.
- De Ciechowski. J.D. 1969. Aspecto pesquero de las investigaciones sobre huevos y larvas de peces marinos. *Ciencia e Investigación* 25(7):308-315.
- De Ciechowski. J.D. 1971. Distribución Regional y Cuantitativa de Huevos de Anchoita (*Engraulis anchoita*) Caballa (*Scomber japonicus marplatensis*) y sardina fueguina (*Spratus fueguensis*) en el Mar del Plata argentino; CARPAS – Docum. Tec., (16) 11p.
- De Ciechowski. J.D. 1973. The size of eggs of the Argentine anchovy, *Engraulis anchoita* (Hubbs y Marini) in relation to the season of the year and to the area of spawning. *Journal of. Fish. Biology.* 5: 393-398.
- De Ciechowski. J.D & Weiss. G. 1974. Distribución de huevos y larvas de merluza (*Merluccius hubbsi*) en las aguas de la plataforma de la Argentina y el Uruguay en relación con la anchoita (*Engraulis anchoita*) y las condiciones ambientales. *Physis* vol 33. # 86 185-198.
- De Ciechowski. & R. Sánchez. 1986. Problemática del estudio de huevos y larvas de anchoita (*Engraulis anchoita*) en relación con la evaluación de sus efectivos pesqueros. *Reseña de veinte años de investigación*. Publicaciones Comisión Técnico Mixta Frente Marítimo (Uruguay), 1: 93-96.
- De Ciechowski. J.D, Cassia. M.C & Weiss. G. 1975. Distribución de huevos, larvas y juveniles de peces en los sectores sur bonaerenses patagónico y fueguino del mar epicontinental argentino, en relación con las condiciones ambientales, en Noviembre de 1973 – Enero 1974. *ECOSUR.* 2(4): 219-248.

INTRODUCCIÓN GENERAL

- De Ciechowski. M.D. Ehrlich, C.A. Lasta & R.P. Sanchez. 1979. Campañas realizadas por el buque de investigación "Walther Herwing" en el Mar Argentino, desde mayo hasta noviembre de 1978. Organización y reseña de datos básicos obtenidos. INIDEP, Mar del Plata, Argentina. Contribución N° 374; 311 pp.
- Elliott. M., A. K. Whitfield, I.C. Potter, S. J. Blaber, D. P. Cyrus, F. G Nordlie & T. D. Harrison. 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. Journal compilation, Blackwell Publishing Ltd.
- Emery. K.O. & R.E. Stevenson. 1957. Estuaries and lagoons. Geological Society of America, Memoir. 67:673-693.
- Framiñan. M.B & O. Brown. 1996. Study of the Río de la Plata turbidity front Part I: Spatial and temporal distribution. Continental Shelf Research 16: 1259-1282.
- Framiñan, M; Etala, M; Acha, E; Guerrero, R; Lasta, C. & Brown, O. 1999. Physical characteristics and processes of the Rio de la Plata estuary. Estuaries of South America, Their Geomorphology and Dynamics, G.M.E. Perillo; M.C. Piccolo & M. Pino-Quiviara (Eds), Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, pp 161-191.
- Ferron. A., and Leggett, W.C. 1994. An appraisal of condition measures for marine fish larvae. Adv. Mar. Biol. **30**: 217–303.
- Forciniti. L., Perrotta. R. G., Bertolotti. M. I., 1988. Algunas consideraciones sobre las fluctuaciones del desembarque de peces pelágicos en el Puerto de Mar del Plata durante el período 1961-1985. Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata), 616: 47-61.
- FREPLATA. 2005 "Análisis Diagnostico Trans fronterizo del Río de la Plata y su Frente Marítimo". Documento Técnico. Proyecto Protección Ambiental del Río de la Plata y su Frente Marítimo. Proyecto PNUD/GEF/RLA/99/G31.
- Fuiman. L.A. (Ed.) 1993 water quality and the early life stages of fishes. American Fisheries Society Symposium, Bethesda, Maryland.
- Fuiman. L.A. & R.G. Werner. 2002 Fishery Science, the unique contribution of early life stages. Blackwell Science Ltd.
- García. M. L., A. J. Jaureguizar & L. C. Protogino. 2010. From fresh water to the slope: fish community ecology in the Río de la Plata and the sea beyond. Lat. Am. J. Aquat. Res., 38(1): 81-94.
- Garvey. J. E. & R. A. Stein. 1998. Competition between Larval Fishes in Reservoirs: The Role of Relative Timing of Appearance Transactions of the American Fisheries Society 127:1021–1039.
- González. L. A. 1972. Hallazgo de *Neomysis americana* Smith (1873) (Crustacea-Mysidacea) en el Río de la Plata. *Revista de Biología del Uruguay*, 2(2):119-130.

INTRODUCCIÓN GENERAL

- Govoni. J.J. 1993. Flux of larval fishes across frontal boundaries examples from the Mississippi river plume front and the western gulf stream front in winter. *Bulletin of Marine Science*, 53(2):538-566.
- Govoni. J. J., Ortner. P. B., Al-Yamani F. & Leonard C. Hill. 1986. Selective feeding of spot, *Leiostomus xanthurus*, and Atlantic croaker, *Micropogonias undulatus*, larvae in the northern Gulf of Mexico.
- Grimes. C.B. & J.H. Finucane. 1991. Spatial distribution and abundance of larval and juvenile fish, chlorophyll and macrozooplankton around the Mississippi river discharge plume, and the role of the plume in fish recruitment. *Marine Ecology Progress Series* 75:109-119.
- Guerrero. R.A., E.M. Acha, M.B. Framiñan & C.A. Lasta. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina. *Continental Shelf Research*, 17 (7): 727-742.
- Houde. E.D. & R.C. Schekter. 1980. Feeding by marine fish larvae: developmental and functional responses. *Environmental Biology of Fishes*. 5, 4: 315-334.
- Hoss. D.E. & W.G. Thayer. 1993. The importance of habitat to the early life history of estuarine dependent fishes. *American Fisheries Society Symposium*. 14:147-158.
- Illes. T. D & M. Sinclair. 1982. Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science* 215: 627-633.
- Iwatsuki. Y, Nakata H. & R. Hirano.1989. The thermohaline front In relation to fish larvae. *Rapp P-v Reun Cons int Explor Mer* 191:119-126.
- Jaureguizar. A.J., Menni, R., Bremec, C., Mianzan, H. & C. Lasta. 2003. Fish assemblage and environmental patterns in Río de la Plata estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 56 (5-6): 921-933.
- Jones. R. 1983. Species interactions in the North Sea. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 59:48-63.
- Kane. J. 1984. The feeding habits of co-occurring cod and haddock larvae from Georges Bank. *Marine Ecology Progress Series* 16. 9-20.
- Katsuragawa. M. & Ekau W. 2003 Distribution, growth and mortality of young rough scad, *Trachurus lathami*, in the south-eastern Brazilian Bight. *J Appl Ichthyol* 19:21-28.
- Kjørboe. T, Johansen K (1986) Studies of a larval herring (*Clupea harengus* L.) patch in the Buchan area. 4. Zooplankton distribution and productivity in relation to hydrographic features. *Dana* 6:37-51.
- Lalli. C.M. & T.R. Parsons 1997 *Biological Oceanography: An Introduction*. Pergamon Press. 301 P.

- Lasker, R. and J.R Zweifel. 1978. Growth and survival of first-feeding northern anchovy (*Engraulis mordax*) in patches containing different proportions of large and small prey, p. 329-354. In *Spatial Pattern in Plankton Communities*, (ed. J. H. Steele), Plenum, New York, 470 pp.
- Le Fèvre. J. 1986. Aspects of the Biology of Frontal Systems *Advances in Marine Biology*. Volume 23.
- Macchi. G.J. & Acha, E.M., 2000. Spawning frequency and batch fecundity in the Brazilian menhaden, *Brevoortia aurea*, in the Río de la Plata estuary off Argentina and Uruguay. *Fishery Bulletin* 98, 283–289.
- Macchi. G.J., Acha, E.M. & C.A., Lasta. 1996. Desove y fecundidad de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*, Desmarest, 1826) en el estuario del Río de la Plata, Argentina. *Boletín del Instituto Español de Oceanografía* 12, 99–113.
- Macchi. G.J., Acha, E.M. & C.A. Lasta. 2002. Reproduction of black drum (*Pogonias cromis*) in the Río de la Plata estuary, Argentina. *Fisheries Research* 1–2, 83–92.
- Mann. K.H. 1993. Physical oceanography, food chains, and fish stocks: a review. *ICES J Mar Sci* 50:105–119
- Mann. K.H. and J.R.N. Lazier. – 1991. Dynamics of marine ecosystems. *Biological-Physical Interactions in the Oceans*. Black-well Scientific Publications. Boston.
- Mendez. S., Gómez M. & G. Ferrari. Estudios planctónicos del Río de la Plata y su frente oceánico. Programa EcoPlata, Montevideo, Uruguay.
- Miller. J.M., Crowder, L.B. & M.L. Moser. 1985 Migration and utilization of estuarine nurseries by juvenile fishes: an evolutionary perspective. *Contribution in Marine Science* 27(supplement): 338-352.
- Milstein. A. & M. Juanicó. 1985. Zooplankton dynamics in Maldonado Bay (Uruguay). *Hydrobiologia*,126: 155-164.
- Morin, P.J. 1999. *Community Ecology*. Blackwell Science.
- Mullin. M. M. 1993. *Webs and scales*. University of Washington Press. Seattle, WA.
- Munk. P. 1992. Foraging behaviour and prey size spectra of larval herring *Clupea harengus*. *Marine Ecology Progress Series*.80: 149- 158.
- Nakata. H. 1989. Transport and distribution of fish eggs and larvae in the vicinity of coastal fronts - Rapp. P-v. Réunion. Cons, int. Explor. Mer, 191: 153-159.
- Neira. F. & C. Potter. 1992. The ichthyoplankton of a seasonally closed estuary in temperate Australia. Does an extended period of opening influence species composition? *Journal of Fish Biology* 41: 935-953.
- NiÓN. H. 1998. Peces del Río de la Plata y algunos aspectos de su ecología. Capítulo 6. pp: 169-190. In:Wells, P.G. & G.R. Daborn (Eds.) *El Río de la Plata. Una revisión Ambiental*. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada. 256 pp.

INTRODUCCIÓN GENERAL

- Norbis. W. 1995. Influence of wind, behaviour and characteristics of the croaker (*Micropogonias furnieri*) artisanal fishery in the Río de la Plata (Uruguay). *Fisheries Research* 22: 43 - 58.
- Norbis. W., & J. Verocai. 2005. Presence of two whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*, Pisces: *Sciaenidae*) groups in the Rio de la Plata spawning coastal area as consequence of reproductive migration. *Fisheries Research*, 74:134-141. doi:10.1016.
- Norcross. B.L. & R.F. Shaw. 1984. Oceanic and estuarine transport of fish eggs and larvae: a review. *Transactions of the American Fisheries Society*. 113: 153- 163.
- Østergaard. P., Munk. Æ. P.& V. Janekarn. 2005. Contrasting feeding patterns among species of fish larvae from the tropical Andaman Sea. *Marine Biology* 146: 595–606.
- Pacheco-Tack R. L., 1988. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del surel, *Trachurus picturatus* australis Nani, 1950 (Pisces, Familia Carangidae), con algunas consideraciones ecológicas. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 125 pp.
- Pepin, P. & R. Penney. 2000. Feeding by a larval fish community: impact on zooplankton. *Marine Ecology Progress Series* 204:199–212.
- Perry, R.I. & S.J. Smith. 1993. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the Northwest Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 51:589-602.
- Potter, I.C & G.A. Hyndes. 1999. Characteristics of ichthyofaunas of southwestern Australian estuaries, including comparisons with holartic estuaries and estuaries elsewhere in temperate Australia: A review. *Australian Journal of Ecology*. 24: 395-421.
- Richards. S.A., H.P. Possingham and B.J. Noye, 1995: Larval dispersion along a straight coast with tidal currents: complex distribution patterns from a simple model. *Mar. EcoL Prog. Ser.* 122, 59-71.
- Ritchie. E. C., Tilman. D. 1993. Predictions of species interactions from consumer-resource theory: experimental tests with grasshoppers and plants. *Oecologia*. 94: 516-527.
- Saccardo. S. A.; Katsuragawa, M., 1995: Biology of rough scad *Trachurus lathami*, on the south-eastern coast of Brazil. *Sci. Mar.* 59, 265–277.
- Scharf. F. S., Juanes. F., & R. A. Rountree. 2000. Predator size - prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. *Marine Ecology Progress Series* 208: 229-248, 2000. Schoener, T (1968) The Anolis lizards of Bimini:

- resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* 49:704–726.
- Schoener. T W. 1983. Rate of Species Turnover Decreases from Lower to Higher Organisms: A Review of the Data *Oikos*, Vol. 41, No. 3, Island Ecology, pp. 372-377.
- Sinclair. M. 1988. Marine populations: an essay on population regulation and speciation. University of Washington Press, Seattle. WA
- Sinclair. M. & T.d. Illes 1989. Population regulation and speciation in the oceans. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer* 45: 165-175
- Simionato. C.G., Berasategui. A., Meccia. V.L., Acha. M. & H. Mianzan. 2007. Short time-scale wind forced variability in the Río de la Plata Estuary and its role on ichthyoplankton retention. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 21e 16.
- Somarakis, S., C. Koutsikopoulos, A. Machias & N. Tsime-Nides. 2002. Applying the Daily Egg Production Method to small stocks in highly heterogeneous seas. *Fisheries Research*. 55: 193-204.
- Szephegyi. M. N. 2006. Comunidad y biomasa zooplanctónica en el canal oriental (Río de la Plata). (Informe de Pasantía de la Licenciatura en Ciencias Biológicas Opción Oceanografía) Facultad de Ciencias , Universidad de la Republica.. Montevideo, Uruguay. P 504.42 SZE.
- Taggart, C.T., Drinkwater, K.F., Frank, K.T., Mc Ruer, J., & P. LaRouche. 1989 Larval fish, zooplankton community structure, and physical dynamics at a tidal front. Réunion. *Cons Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 191: 184-194.
- Vizziano, D., Puig, P., Mesones C. & G.J Nagy. Eds. 2001 *El Río de la Plata. Investigación para la Gestion del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino*. Programa EcoPlata, Montevideo, Uruguay.
- Weiss, G. 1972. Consideraciones sobre la distribución de huevos de peces en el plancton de las aguas de la plataforma del sector bonaerense y de Uruguay. *Physis* 31(83): 613-630.
- Wootton J.T. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall, London.

CAPÍTULO I: DISTRIBUCIÓN DE LARVAS DE CORVINA (*Micropogonias furnieri*) Y SUREL (*Trachurus lathami*) EN EL RÍO DE LA PLATA.

1. INTRODUCCIÓN

La distribución de los peces esta determinada por variables ambientales abióticas y bióticas típicas de cada ambiente (Wooton 1990, Perry & Smith 1994, Potter & Hyndes 1999). La configuración específica de variables ambientales favorece la presencia de algunas especies y excluye otras (Wooton 1990). Con respecto al ictioplancton, la presencia y distribución de huevos y larvas, y su sobrevivencia, resultan de la combinación de factores bióticos tales como la abundancia estacional de adultos y de larvas, disponibilidad de alimento, presencia de depredadores y comportamiento larval; y abióticos como: temperatura, salinidad, estratificación, turbidez, descarga continental y patrones de circulación (Sinclair 1988, Cushing 1995)

Los patrones locales de circulación son determinantes en la ecología de especies acuáticas que presentan larvas pelágicas (i.e peces, crustáceos, moluscos) ya que influyen directamente en el transporte larval y en el reclutamiento (Richards *et al.* 1995). En peces es frecuente la segregación geográfica entre grupos poblacionales (i.e huevos y larvas, juveniles y adultos). Las zonas de cría son aquellas donde se desarrollan las larvas de peces y están caracterizadas por presentar condiciones favorables para el crecimiento y protección contra depredadores. Son de particular importancia debido a que la sobrevivencia de las larvas determinará el éxito en el reclutamiento de la población.

En una escala de tiempo evolutiva se piensa que la adaptación de una población al ambiente implica adaptar su ciclo de vida a la configuración hidrográfica regional y local (Sinclair 1988). Típicamente los patrones regulares (predecibles) de circulación de masas de agua transportan huevos y larvas desde las áreas de desove a las áreas de retención y cría de larvas y primeros estadios juveniles, definiendo el área donde la población desarrolla actividad reproductiva (Sinclair 1988, Bakun 1996). La circulación es favorable cuando facilita la retención de las larvas en sitios propicios para la sobrevivencia (retención larval). Esta circulación debe permitir además el retorno de los juveniles a los hábitats ocupados por los adultos, y de esta forma incorporarse a la población. La adaptación de los ciclos de vida a una estructura hidrográfica predecible sugiere una asociación entre la presencia de larvas de peces y las características del ambiente, como son la salinidad y la temperatura.

La temperatura es una variable importante para cualquier organismo, particularmente para poiquilotermos como los peces. Además, la temperatura está estrechamente ligada a otras variables (i.e densidad, oxígeno disuelto) y regula las tasas metabólicas

y de crecimiento. De esta forma la temperatura afecta la talla al momento de la eclosión y la duración de los estadios de desarrollo larval (Peterson *et al.* 1999, Finn & Kapoor 2008). Además, modula la tasa de alimentación y digestión, y afecta el comportamiento y la velocidad de desplazamiento.

La tasa metabólica de huevos y larvas puede ser limitada por bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Guppy 2004 en: Finn & Kapoor 2008) En estuarios someros los niveles de oxígeno son normalmente altos debido al flujo continuo y mezcla de aguas marinas y dulces, y a la alta productividad (Day *et al.* 1989). Sin embargo, la oxidación de la carga de materia orgánica, comúnmente alta en este tipo de ambientes, puede reducir los niveles de oxígeno durante períodos cuando el intercambio de aguas es bajo.

En zonas costeras y estuarios la salinidad ejerce una influencia particularmente importante en la distribución y composición de agrupaciones de peces. Las salinidades fluctuantes e intermedias típicas de estuarios ayudan a mantener un número limitado de especies, excluyendo las estenohalinas (Moser & Gerry 1989, Aristizabal-Abud 1992). Por lo general, las diferencias en salinidad dan lugar a una zonación dentro de los estuarios provocando la formación de grupos con diferente tolerancia, segregados a lo largo del gradiente salino (Houde 1989, Alemany *et al.* 2006). Para el ictioplancton, los aumentos episódicos en la entrada de agua dulce pueden resultar en mortalidades masivas por *shock* osmótico o por advección a zonas poco favorables (Bakun 1996). La capacidad de osmoregular en peces se inicia durante los primeros estadios embrionarios (Fuiman & Werner 2002) con la aparición de células de cloruro cubriendo parte del saco vitelino y gran parte de la superficie de la larva. Luego de la metamorfosis, estas células se concentran en branquias, riñones e intestino (Hiroi *et al.* 1998 en: Finn & Kapoor 2008).

Muchas especies de peces habitan el Río de la Plata (RP) y varias presentan actividad reproductiva dentro del estuario. Sin embargo, es escaso el conocimiento acerca del uso del espacio por parte de las diferentes especies, específicamente para actividades reproductivas y cría de larvas. Esta información es de importancia capital en la toma de decisiones relativas a la conservación y manejo de los recursos pesqueros.

El estuario del RP se caracteriza por presentar un gradiente ambiental, resultante de la confluencia de agua dulce (ríos Paraná y Uruguay) y marina (Océano Atlántico), que promueve la formación de frentes de salinidad conspicuos (Mianzan *et al.* 2001). El marcado gradiente salino en el RP determina la formación de diversas agrupaciones en el ictioplancton, en las que las familias Sciaenidae y Clupeidae dominan en la cabecera de la cuña salina, mientras que las familias Carangidae y

Engraulidae co-ocurren hacia la zona con mayor influencia marina (Berasategui *et al.* 2005). En el RP ocurren desoves de varias especies de peces de origen marino, por ejemplo la corvina (*Micropogonias furnieri*), la lacha (*Brevoortia aurea*) (Cassia & Booman 1985; Lasta & de De Ciechowski 1988; Acha *et al.* 1999; Acha & Macchi 2000; Macchi *et al.* 2002) y el surel (*Trachurus lathami*) (Berasategui *et al.* 2004). Esta estrategia de desove dentro del estuario es poco común en especies de origen marino, las que generalmente desovan fuera del estuario y posteriormente, por patrones de circulación, los huevos y larvas tempranas entran al estuario donde se desarrollan (Elliott *et al.* 2007). Por ejemplo, especies congéneres de aquellas que ocurren y desovan en el RP, hacen lo propio fuera de los estuarios en sus respectivas áreas de ocurrencia (e.g. *Brevoortia tyrannus*, *B. patronus*, *Micropogonias undulatus*, en estuarios como Swan River y Moore River en Australia, y *T. lathami* en el río Mississippi en Estados Unidos; Shaw & Drullinger 1990; Warlen 1992; Potter & Hyndes 1999; Joyeux 2001). Aún más, las mismas especies que utilizan el RP como área de desove, generalmente no se reproducen dentro de estuarios en otras zonas a lo largo de su rango de distribución (Weiss 1981). Se ha postulado que en el RP los patrones de circulación y de vientos en primavera y verano favorecerían que huevos y larvas sean retenidos dentro del estuario evitando la advección fuera del mismo (Acha & Macchi 2000, Macchi & Acha 2002, Berasategui *et al.* 2004, Simionato 2007, Braverman *et al.* 2009). Por ello resultaría que el estuario del RP no es considerado únicamente área de cría, si no que presenta el carácter excepcional de área de desove.

En el RP la utilización simultánea con fines reproductivos por poblaciones de diferentes especies de alta biomasa tales como *M. furnieri* y *T. lathami*, implica un potencial solapamiento espacial y trófico de los estadíos tempranos de desarrollo, i.e. aquellos más susceptibles a sufrir muerte por inanición. Hasta el momento se desconocen aspectos importantes de la ecología del surel y de la corvina en el RP, así como de la interacción entre ambas especies durante sus estadíos larvales. En particular para *M. furnieri*, es escasa la información sobre las preferencias ambientales, y no se conocen aspectos relativos a la ecología trófica e interacciones biológicas en estadíos larvales dentro del RP. Para *T. lathami* se desconocen aspectos como la utilización de espacio, preferencias ambientales y ecología trófica en estadíos larvales dentro del RP.

Teniendo en cuenta la anterior información, en este capítulo se plantean preguntas cuya elucidación es pertinente para la toma de decisiones relacionadas con el uso de los recursos naturales en el RP. Se abordará el uso del espacio de *M. furnieri* y *T. lathami* en el Río de la Plata durante su etapa larval, se caracterizarán las

CAPÍTULO 1

condiciones ambientales de ocurrencia de cada especie y se evaluará si existen diferencias en dichas condiciones. Además se buscará determinar el grado de solapamiento espacial en la distribución de las larvas de ambas especies durante la etapa larval.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo es describir la distribución espacial y el grado de solapamiento de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* en el RP, y determinar su relación con variables ambientales físico-químicas (temperatura, salinidad) en dos momentos de una misma temporada reproductiva: primavera de 2006 y verano tardío de 2007

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar la abundancia y distribución espacial de *M. furnieri* y *T. lathami* en el RP durante Octubre de 2006 y Marzo de 2007.
- Establecer el grado de solapamiento espacial entre larvas de *M. furnieri* y *T. lathami*.
- Caracterizar y comparar las condiciones ambientales de ocurrencia de *M. furnieri* y *T. lathami*

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TRABAJO DE CAMPO

La colecta de muestras e información ambiental a utilizar proviene de dos cruceros desarrollados en Octubre de 2006 y marzo de 2007 a bordo del B/I Aldebarán en el marco del proyecto PDT 36-10. El diseño de muestreo para ambos cruceros consideró 38 estaciones oceanográficas ordenadas en 3 transectos (T1, T2 y T3. Figura 1) de orientación NW-SE que cubren la región media y norte del RP exterior (Figura 1). En cada estación se registró la distribución vertical de salinidad y temperatura utilizando un perfilador electrónico (CTD SBE-19). Los valores de salinidad fueron derivados de la conductividad y corresponden a la escala práctica de salinidad, por lo que se reportan sin unidades. El ictioplancton fue colectado en estaciones alternadas dentro de cada transecto mediante arrastres oblicuos con red cilindro-cónica tipo bongo de 50 cm de diámetro de boca equipada con flujómetro y malla de 300 μm . Este dispositivo de muestreo consta de dos redes de plancton idénticas, cada una de ellas cuenta con un copo colector. Para el presente trabajo se

CAPÍTULO 1

analizó el ictioplancton colectado en uno de los copos. El volumen promedio filtrado en los dos muestreos fue de $26 \text{ m}^3 \pm 9.9 \text{ m}^3$.

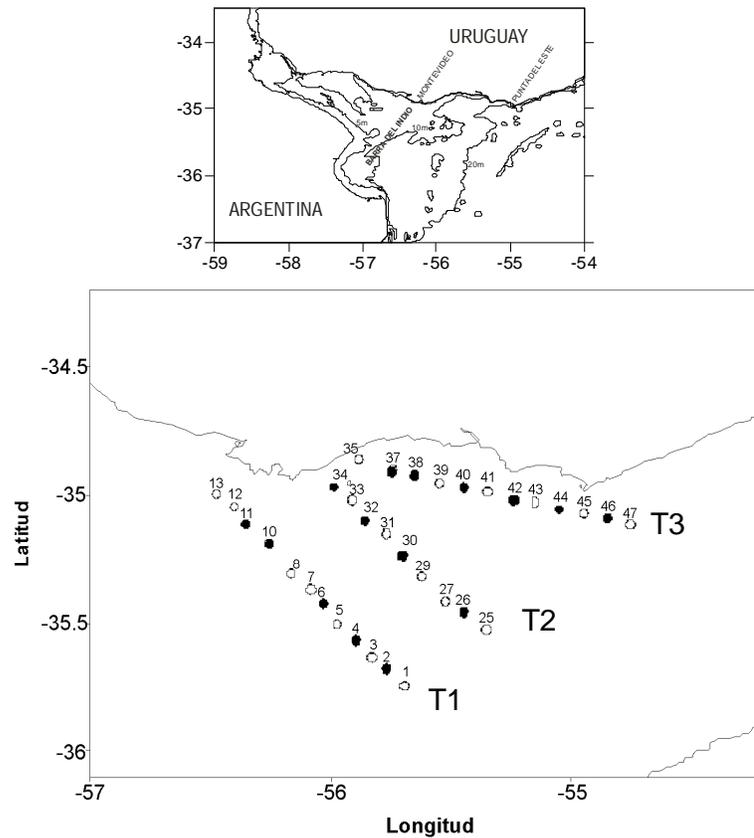


Figura 1. Río de la Plata (arriba) y ubicación de las estaciones de muestreo por transecta (abajo: T1, T2 y T3) que cubren parte del Río de la Plata medio y exterior. Los círculos blancos corresponden a estaciones donde se realizaron muestreos hidrográficos y de plancton; los círculos negros corresponden a estaciones en donde solo se realizaron muestreos hidrográficos.

3.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* se separaron bajo lupa estereoscópica del resto del plancton, se identificaron mediante claves taxonómicas (Weiss 1981. Castelo 1986. Sánchez-Ramírez & Flores-Coto 1993. Shaw *et al.* 2005) y se contaron para cada una de las estaciones utilizando la totalidad de la muestra. Para cada larva se midió el largo corporal (LC) como largo notocordal en larvas en preflexión (PF) ó la longitud estándar en larvas en post flexión (PsF), el ancho de la boca (Ab) y el largo de la mandíbula (Lm), usando un ocular con micrómetro (Figura 2). La densidad numérica para cada especie se expresó como número de individuos por 10m^3 .

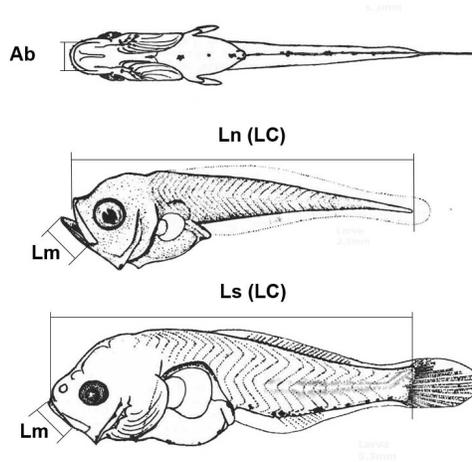


Figura 2. Representación de las mediciones realizadas a las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami*. Ancho de la boca (Ab, arriba), largo de mandibula (Lm, abajo y en el medio), largo notocordal (Ln, en el medio) y longitud standart (Ls, abajo) Imagen tomada y modificada de Johnson 1978 en: http://www.odu.edu/sci/cqfe/Research/Chesapeake%20Bay/Atlantic%20croaker/Atlantic_croaker.htm

3.3 ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó una descripción general de las características del ambiente en el momento de la toma de muestras mediante mapas de distribución horizontal y vertical de las variables ambientales salinidad y temperatura en la zona de estudio para cada uno de los 3 transectos. Las condiciones ambientales en las cuales ocurrieron las larvas de ambas especies fueron comparadas mediante test no paramétrico de Mann-Whitney debido a que el *set* de datos no cumplió con los supuestos para aplicar estadística paramétrica. Se calculó la intensidad del gradiente de salinidad horizontal (Gradiente Horizontal Local. GHL) para cada estación a lo largo de cada transecto como:

$$GHL_n = \frac{S_{n-1} - S_{n+1}}{D} [Km^{-1}]$$

donde S_{n-1} es la salinidad en la estación inmediatamente anterior y S_{n+1} es la salinidad en la estación siguiente a la estación de referencia n ; D es la distancia entre estaciones $n-1$ y $n+1$. También se calculó el coeficiente de estratificación para cada estación como:

$$CS = \frac{S_{z1} - S_{z0}}{Z} [m^{-1}]$$

Para cada estación, en donde S_{z1} es la salinidad de fondo y S_{z0} es la salinidad superficial y Z es la diferencia de profundidad entre superficie y fondo.

Una primera aproximación para describir la distribución espacial de las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami*, y su relación con las variables ambientales (i.e salinidad, temperatura, estratificación, profundidad y gradiente horizontal local) se obtuvo mediante la superposición de mapas de abundancia de cada especie con los mapas de distribución de las variables mencionadas.

La relación entre la abundancia larval y el ambiente (salinidad, temperatura, gradiente horizontal de salinidad, profundidad y estratificación salina) se evaluó mediante regresión lineal múltiple, la cual es una forma de estimar el grado asociación entre una variable dependiente y un grupo de variables independientes. En forma complementaria, se evaluó la correlación de *Spearman* (r_s) entre la abundancia larval y las variables ambientales individualmente. Para detectar posibles patrones no lineales, se utilizó la aproximación propuesta por Perry & Smith (1984), considerando todos los transectos de un mismo crucero en su conjunto como un único muestreo. Esta aproximación parte de la hipótesis nula de que la distribución del organismo objeto de estudio es aleatoria respecto a las condiciones ambientales (Perry & Smith 1994. Zar 1996). El método compara la función de distribución de frecuencias acumuladas empíricas (g) de las variables ambientales (salinidad y temperatura) y la de la abundancia de una especie (f) usando el test de Kolmogorov-Smirnov. Este test se basa en la distancia máxima (d_{max}) entre las (g) y (f) estimadas. La d_{max} se compara con un valor crítico $d_{p,K,N}$ para un nivel de probabilidad p con K (numero de clases) y N (número de observaciones).

$$f(t) = \sum_i I(x_i)$$

$$I(x_i) = \begin{cases} 1, & \text{si } x_i \leq t \\ 0, & \text{si } x_i > t \end{cases}$$

$$I(x_i) = \begin{cases} 0, & \text{si } x_i \leq t \\ 1, & \text{si } x_i > t \end{cases}$$

$$g(t) = \sum_i \frac{y_i}{\bar{y}} I(x_i)$$

CAPÍTULO 1

y_i = número de larvas de una especie particular capturadas en el arrastre

\bar{y} = abundancia media estimada de una especie de larva

x_i = medida de una variable hidrográfica en cada arrastre (estación) i ; x_i índices de mediada para una variable hidrográfica j en un arrastre i .

Para establecer el grado de solapamiento espacial entre estadíos de la misma especie y entre especies se calculó el índice de solapamiento espacial de Morisita – Horn (*MH*) (Jost 2006) el cual varía conforme a la proporción de cada una de las partes (i.e estadíos o especies) objeto de comparación y a su coincidencia en las diferentes estaciones biológicas.

$$MH = \frac{\sum_i^n 2a_i * b_i}{\sum_i^n a_i^2 + \sum_i^n b_i^2}$$

En donde a_i es igual a la proporción de la especie “a” en la estación i y b_i es la proporción de la especie “b” en la estación i (en las estaciones i hasta la n).

Para el cálculo del solapamiento intra-específico (solapamiento de estadíos PF y PsF) a_i es igual a la proporción del estadío “a” en la estación n y b_i es la proporción del estadío “b” en la estación i . El índice MH toma valores entre 0 y 1 y para el presente trabajo se propone el siguiente criterio: solapamiento *bajo* (0.0 – 0.3); *medio* (0.31 – 0.70) y *alto* (0.71 – 1.0).

4. RESULTADOS

4.1 VARIABLES AMBIENTALES, CRUCERO OCTUBRE 2006

La zona de estudio estuvo caracterizada por un gradiente de salinidad a lo largo del eje longitudinal del estuario en superficie (11.9 – 32.6) y en fondo (15.5 – 34.7). El GHL de salinidad (GHL; km^{-1} , Tabla 1) en superficie fue máximo en la estación 37 (T3) (GHL=0.56 Km^{-1}), y en fondo fue máximo en la estación 12 (T1) (GHL= 0.55 Km^{-1}). En la mayoría de las estaciones la columna de agua presentó cierto grado de estratificación, sin embargo el coeficiente de estratificación (CS) fue más marcado en las estaciones del extremo occidental del T3, próximas a la costa (Figura 3) ($\text{CS}_{\text{max}} = 2.7 \text{ m}^{-1}$. estación 35, T3) y prácticamente cero (i.e, $< 0.02 \text{ m}^{-1}$) en las estaciones del extremo Oriental: estaciones 1 (salinidad 31.5) y 25 (salinidad 32.5) donde la columna de agua se encontraba mezclada (Figura 3).

La temperatura presentó rangos moderados entre 18°C y los 24°C en la superficie y entre 14.9°C y 23.5°C en el fondo, siendo mas cálida en la parte interior y más fría en la zona exterior del estuario (Figura 4. A y B). La profundidad varió desde los 4.5 m en las estaciones internas (extremo occidental), hasta 29 m en las estaciones mas externas (extremo oriental), y presentó una relación significativa con la salinidad ($r_s = 0.76 \text{ p}<0.01, n= 18$).

CAPÍTULO 1

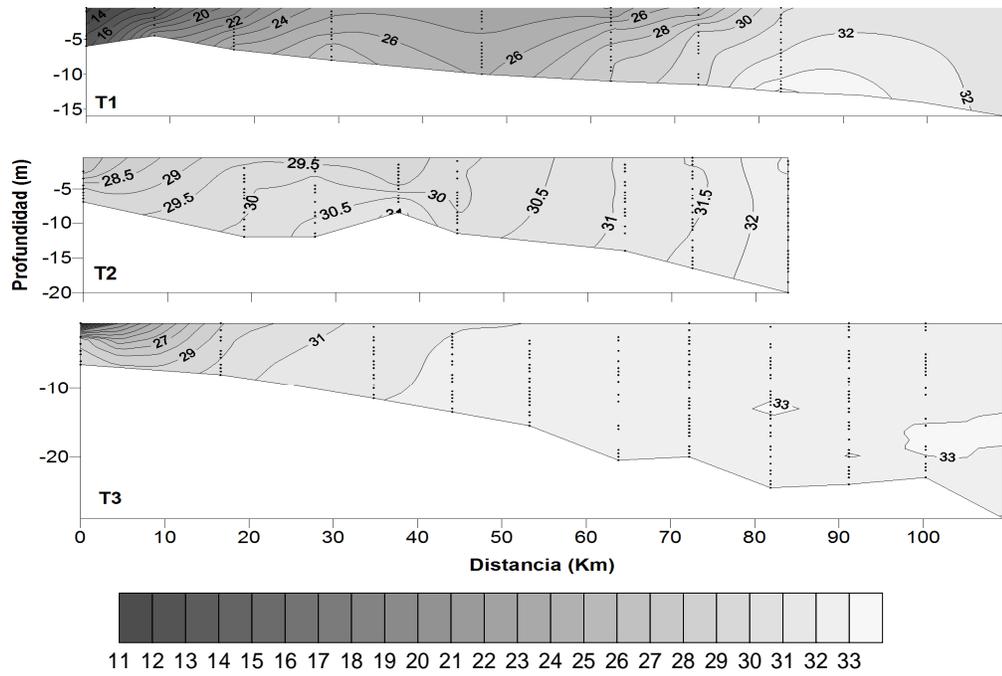


Figura 3. Distribución de salinidad en durante la campaña de Octubre de 2006 a lo largo de los Transectos 1 (arriba), 2 (medio) y 3 (abajo).

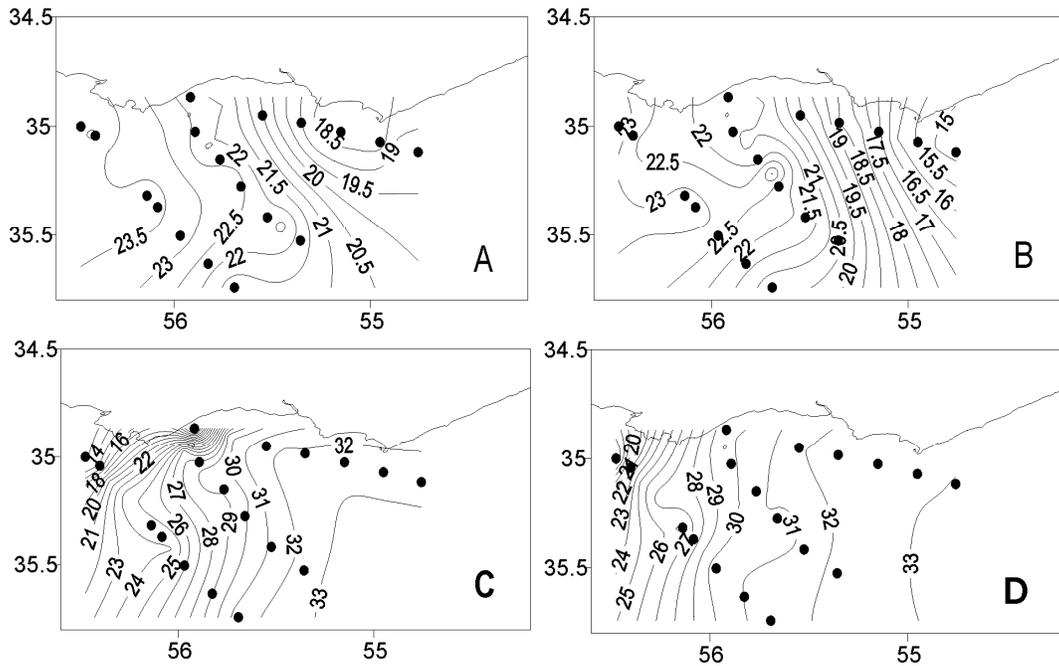


Figura 4 Distribución espacial de la salinidad y de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) durante el crucero de Octubre de 2006. Temperatura de superficie (A), temperatura de fondo (B), salinidad de superficie (C), salinidad de fondo (D).

Tabla 1. Gradiente Horizontal Local de salinidad (GHL) máximo, mínimo y promedio (\pm desviación estándar) en superficie y fondo en los transectos 1(T1). 2 (T2) y 3 (T3), durante el crucero de Octubre 2006.

GHL (Km⁻¹)	T1 superficie	T1 fondo	T2 superficie	T2 fondo	T3 superficie	T3 fondo
Máximo	0.48	0.55	0.07	0.06	0.07	0.06
Mínimo	0.02	0.02	-0.02	0.00	0.00	0.00
Promedio \pm DS	0.23 \pm 0.2	0.20 \pm 0.19	0.05 \pm 0.04	0.03 \pm 0.03	0.05 \pm 0.04	0.03 \pm 0.03

4.2 ABUNDANCIA DE LARVAS DE CORVINA

En Octubre de 2006 se capturaron un total de 171 larvas de *M. furnieri*, 167 en estadio de PF y 4 en PsF. Esta especie presentó un rango de tallas entre 1.7 y 18.8 mm (media: 3.17 ± 2.09 mm), siendo más abundantes las larvas pequeñas, entre 2 y 3 mm (Figura 5 A). Los valores de talla promedio más altos se presentaron en las estaciones 7, 8 y 35 (LC = 3.46, 3.34 y 3.37 mm, respectivamente; Figura 6 A) caracterizadas por salinidades de superficie <25 y de fondo <30 y rangos de temperatura de superficie entre 22 y 23.8 °C y de fondo entre 21.8 y 23.1 °C. El rango de tallas para las larvas en PF fue de 1.72 a 4.45 mm, y para las larvas en PsF de 4.6 a 4.84 mm.

Las larvas en PF estuvieron presentes en un rango de temperatura de superficie entre 18 y 24 °C, y de fondo entre 15 y 23 °C y rangos de salinidad de superficie entre 12 y 32.4 y de fondo entre 22 y 32.8. Las larvas en PsF se presentaron en una sola estación con temperaturas de superficie de 23.7 °C y fondo 23.1 °C, y salinidad de superficie 24.5 y fondo 25.8 (Figuras 7 y 8). Las larvas de ambos estadios fueron comunes en una sola estación (E8), presentando solapamiento bajo (MH=0.15) (Figura 9, A).

Micropogonias furnieri estuvo presente en el 66.7% de las estaciones muestreadas, siendo más abundante (65 ind 10m⁻³) en la estación 39, la cual estuvo caracterizada por un GHL en superficie de 0.09 Km⁻¹ y en fondo de 0.06 Km⁻¹ y un CS = 0.03 y un rango de temperatura (superficie – fondo) entre 20° y 20.5°C.

Para este periodo no se encontraron relaciones significativas entre la abundancia de larvas de corvina con ninguna variable ambiental, ni con el conjunto de variables (Tabla 2). Así mismo, el análisis de frecuencias acumuladas no reveló preferencias ambientales significativas (Figuras 10 y 11).

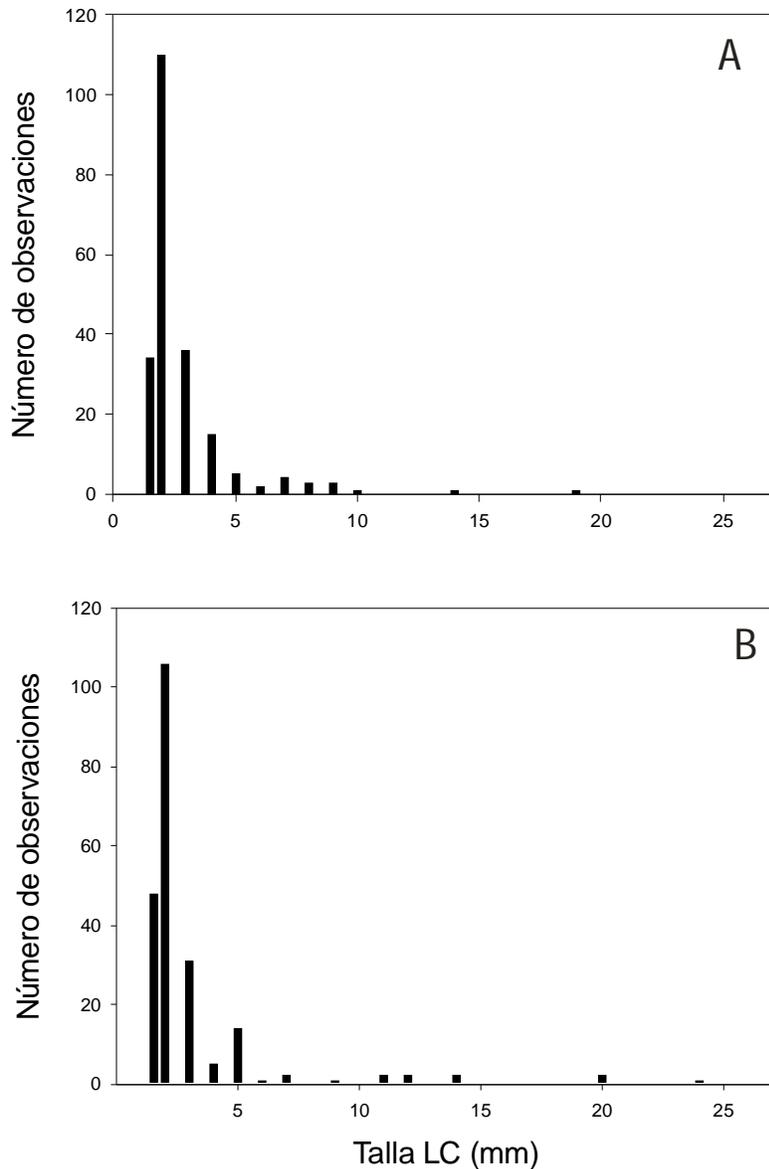


Figura 5 Número de individuos por clase de tamaño (LC = largo corporal) de *M. furnieri* (n=171) (A) y *T. lathami* (n=206) (B) durante la campaña de Octubre 2006.

4.3 ABUNDANCIA DE LARVAS DE SUREL

Se capturaron un total de 207 larvas de *T. lathami*: 189 en estadio de PF y 18 en PsF, con un rango de tallas entre 1.72 y 24.7 mm (valor medio 3.27 ± 2.8), siendo más abundantes las larvas entre 2 y 3 mm. (Figura 5 B). Los valores medios de talla más altos se presentaron en la estación 47 (LC = 8 mm aprox.) ubicada en el T3 (Figura 6, B). El rango de tallas para las larvas en PF fue de 1.72 a 5.1 mm y para las larvas en PsF de 5.2 a 24.7 mm.

Las larvas en PF estuvieron presentes en un rango de temperaturas de superficie de 19.2 a 23.6 °C, y de fondo entre 14.8 y 23.1 °C, y salinidades de

CAPÍTULO 1

superficie entre 22.8 y 32.5 y de fondo entre 25.7 y 33 (Figuras 7 y 8). Las larvas en PsF se presentaron en estaciones con temperatura de superficie entre 21.1 y 23.2 °C, y de fondo entre 20.5 y 22.5 °C, y salinidad de superficie entre 22.8 y 32.5, y de fondo entre 25.7 y 32.3. Ambos estadios de desarrollo coincidieron en 5 de 10 las estaciones en las cuales se encontró esta especie, presentando un solapamiento medio (MH=0.51) (Figura 9, B).

Trachurus lathami ocurrió en 55.6 % de las estaciones, siendo más abundante (max. 15 ind 10m⁻³) en la estación 1, caracterizada por estratificación nula CS = 0, rangos (superficie – fondo) estrechos de salinidad (31.5 - 31.6) y de temperatura (20.5 – 21.1°C). El GHL para esta estación no fue calculado debido a su posición en el extremo del transecto. Se encontró una relación significativa entre la abundancia de larvas y la profundidad, pero no con otras variables ni con el conjunto de variables (Tabla 2). El análisis de frecuencias acumuladas no puso en evidencia preferencias de esta especie por condiciones ambientales específicas (Figura 10 y 12).

Micropogonias furnieri y *T. lathami* coincidieron en 33% de las estaciones, no obstante el solapamiento entre especies fue bajo (MH= 0.02) debido a la abundancia muy desigual en las estaciones donde co-ocurrieron; *M. furnieri* fue siempre más abundante en las estaciones comunes y dominó en las estaciones internas del estuario, mientras *T. lathami* fue más abundante en las estaciones externas (Figura 9, A y B).

No se encontraron diferencias significativas de las condiciones ambientales (Salinidad. temperatura. y profundidad) en las cuales ocurrieron larvas de una u otra especie durante la campaña de 2006 (Tabla 3).

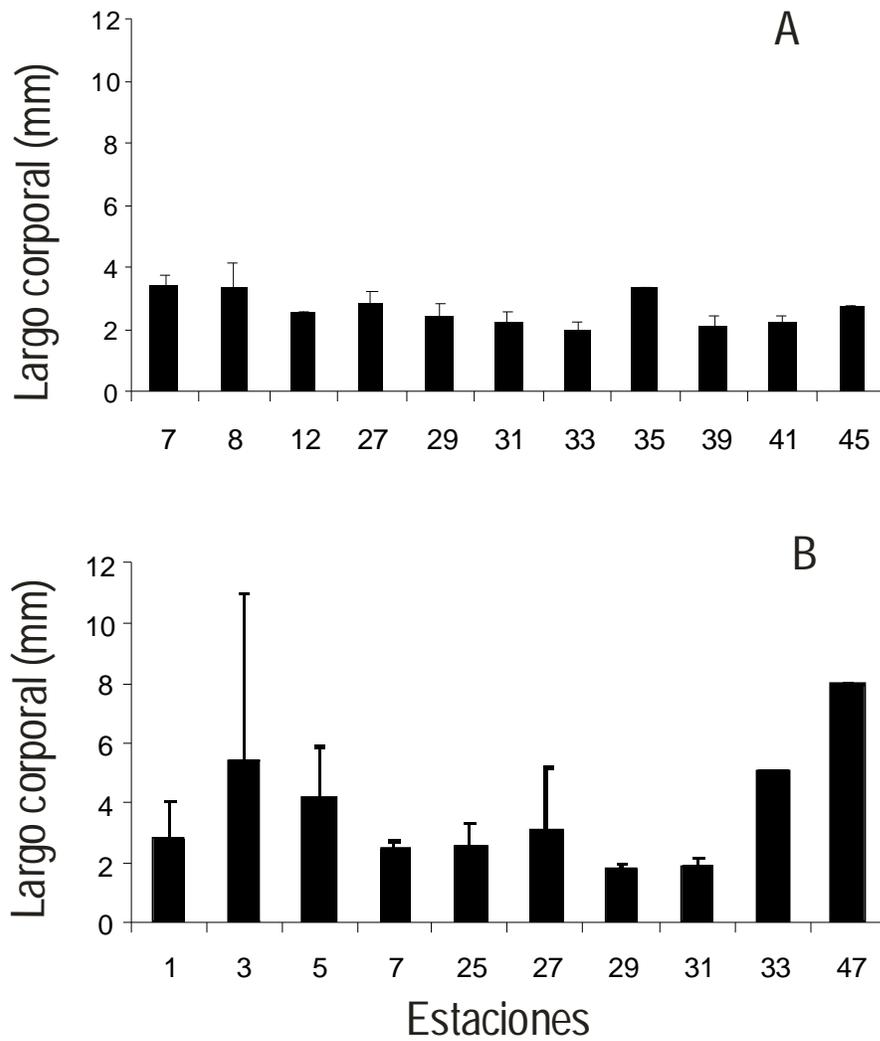


Figura 6. Largo corporal (LC) promedio por estación para *M. furnieri* (A) y *T. lathami* (B) durante Octubre 2006. Las barras de error corresponden a la desviación estándar.

Tabla 2. (A) Regresión múltiple entre la abundancia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* vs. Temperatura (superficie y fondo), salinidad (superficie y fondo), Coeficiente de estratificación (CS) y profundidad durante octubre de 2006. (B) correlación de Spearman (**rs**) entre la abundancia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* vs. Temperatura (superficie y fondo), salinidad (superficie y fondo), Coeficiente de estratificación (CS), Gradiente horizontal local (GHL superficie y fondo) y profundidad durante octubre de 2006. (**p**= nivel de probabilidad asociado, **n** = número de estaciones en las que ocurrieron las especies, **EE** = error estándar, **r²** =coeficiente de determinación, **r** =coeficiente de correlación, **Beta**=coeficiente beta, **b**=pendiente).

Variable	<i>M. furnieri</i> (n=12)				<i>T. lathami</i> (n=10)			
	r	r ²	p	EE	r	r ²	p	EE
Todas las variables	0.28	0.08	0.87	5.17	0.47	0.22	0.3	3.6

Variable	Beta	b	p	Beta	b	p
Temperatura superficie	-0,1	-0,8	0,79	-3,5	-15,4	0,1
Salinidad superficie	0,06	0,1	0,92	-1,15	-1,7	0,4
Temperatura fondo	-0,23	-1,04	0,72	3,31	7,6	0,1
Salinidad fondo	0,09	0,2	0,84	1	2,4	0,5
Coeficiente estratificación	-0,16	-0,3	0,69	0,2	11,5	0,6
Profundidad	-0,5	-1,09	0,23	1,1	0,6	0,01

Variable	<i>M. furnieri</i> (n=12)		<i>T. lathami</i> (n=10)	
	rs	p	rs	p
Temperatura superficie	0,25	0,42	0,06	0,72
Temperatura fondo	0,22	0,48	0,07	0,68
Salinidad superficie	-0,18	0,57	0,03	0,84
Salinidad fondo	-0,21	0,49	-0,02	0,89
Coeficiente de estratificación	0,16	0,61	-0,1	0,34
GHL superficie	-0,21	0,6	0,23	0,65
GHL fondo	0,3	0,43	-0,4	0,3
Profundidad	-0,2	0,5	0,61	0,04

Tabla 3. Comparación de las variables ambientales en las cuales ocurrieron *M. furnieri* y *T.lathami* durante la campaña de octubre 2006. U = estadístico de Mann Whitney, p= nivel de probabilidad asociado, n= número de observaciones. n = 12 (*M. furnieri*), y n = 9 (*T. lathami*).

Variable ambiental	U	p
Temperatura superficie	54	1
Temperatura fondo	57	0.84
Salinidad superficie	46	0.56
Salinidad fondo	56	0.79
Profundidad	44	0.3

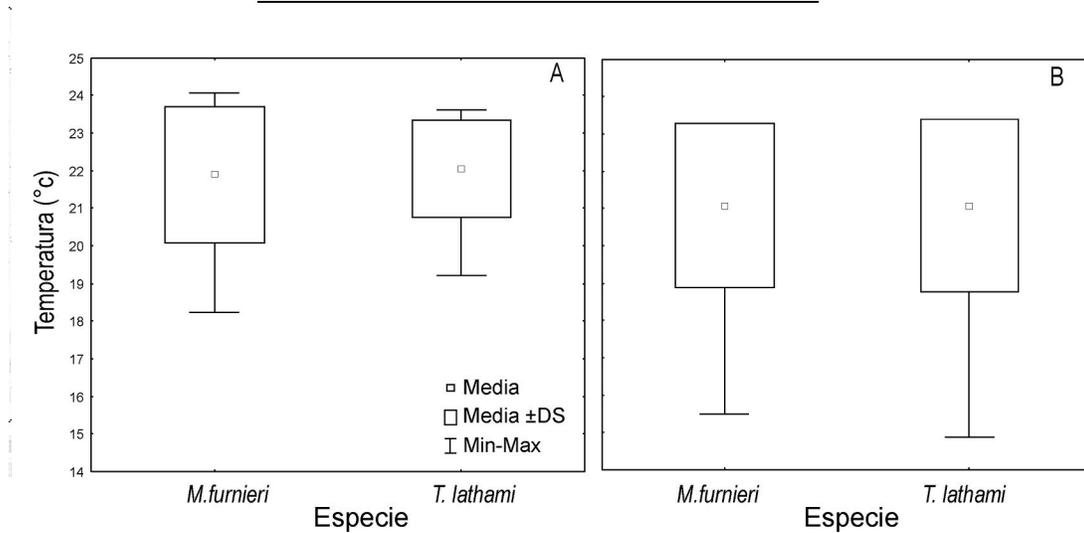


Figura 7. Temperatura de ocurrencia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* (superficie: A y fondo: B) durante la campaña de 2006.

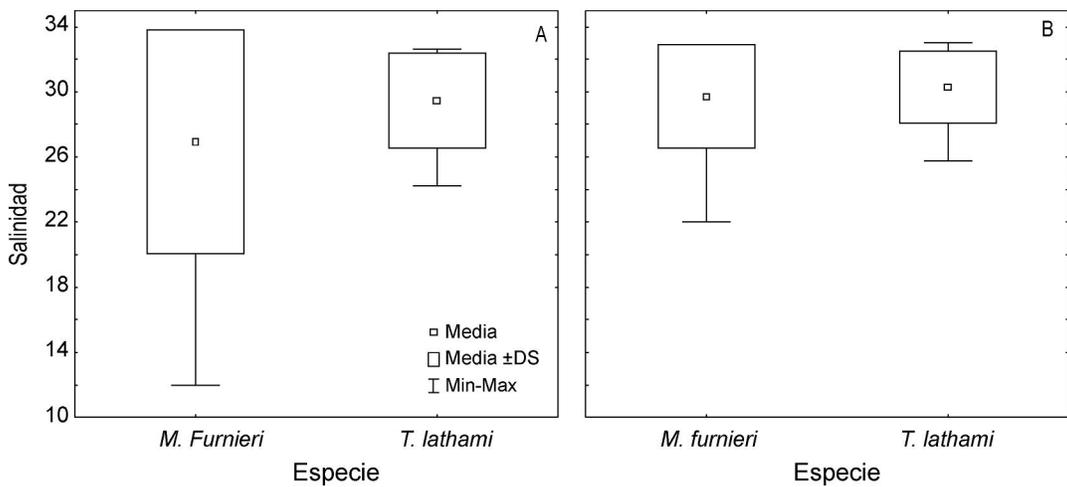


Figura 8. Salinidad de ocurrencia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* (superficie: A y fondo: B) durante la campaña de 2006.

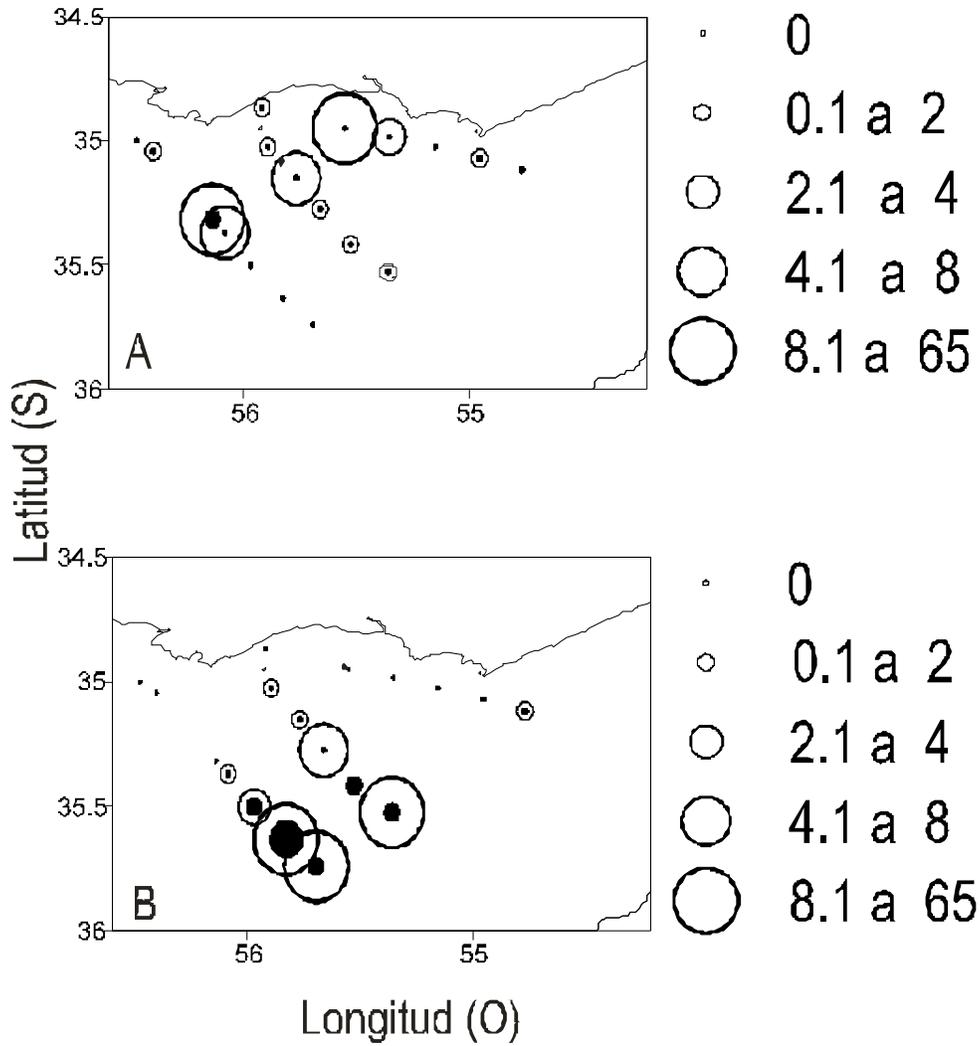


Figura 9. Abundancia de larvas de *M. furnieri* (A) y *T. lathami* (B) expresada en Ind 10m⁻³ durante la campaña de octubre de 2006. Círculos blancos: preflexión; círculos negros: post-flexión.

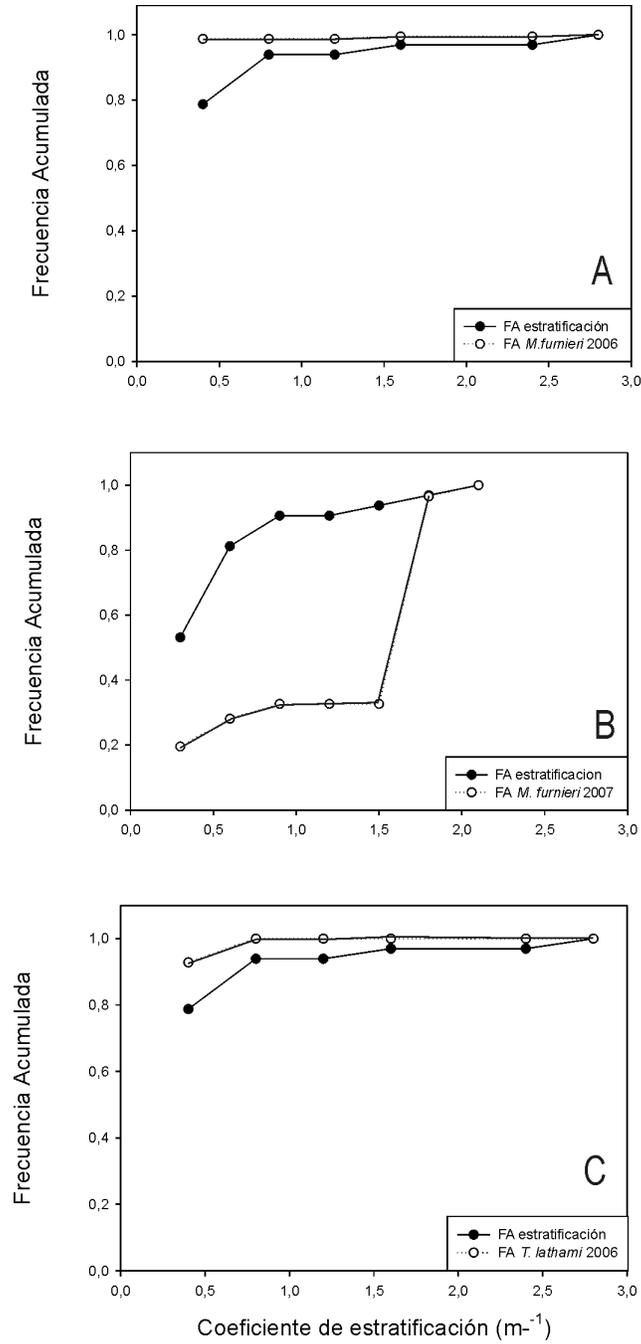


Figura 10. Frecuencias acumuladas (DFA) de ocurrencia de *M. furnieri* (n = 33) durante Octubre de 2006 (A), y Marzo de 2007 (B), y de *T. lathami* (n =33) durante Octubre de 2006 (C) en función de rangos de coeficiente de estratificación para (A. $d_{max} = 0.6$; B. $d_{max} = 1.9$; C. $d_{max} = 0.4$ respectivamente, $P > 0.05$ en todos los casos).

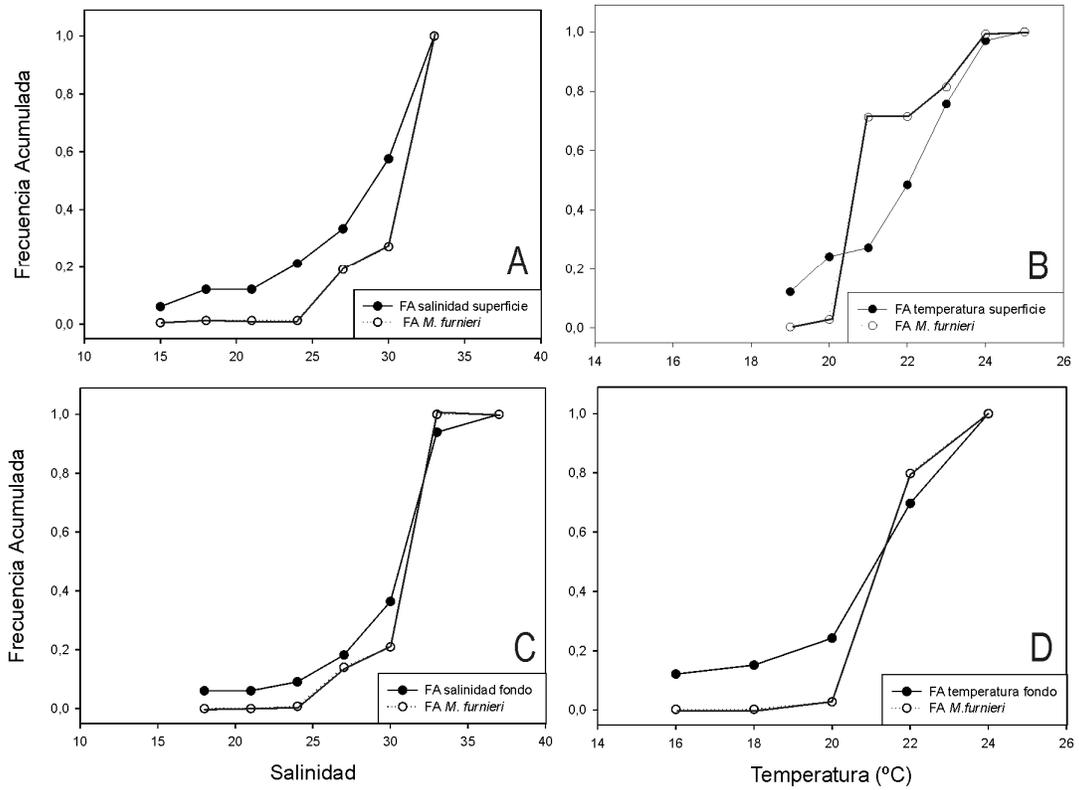


Figura 11. Frecuencias acumuladas (DFA) de ocurrencia de *M. furnieri* ($n = 33$) durante el crucero de Octubre 2006 en función de los rangos de salinidad de superficie (A) y fondo (C) y temperatura de superficie (B) y fondo (D). (A. $d_{max} = 0.6$; B. $d_{max} = 1.3$; C. $d_{max} = 0.6$; D. $d_{max} = 0.65$ respectivamente) $P > 0.05$ en todos los casos.

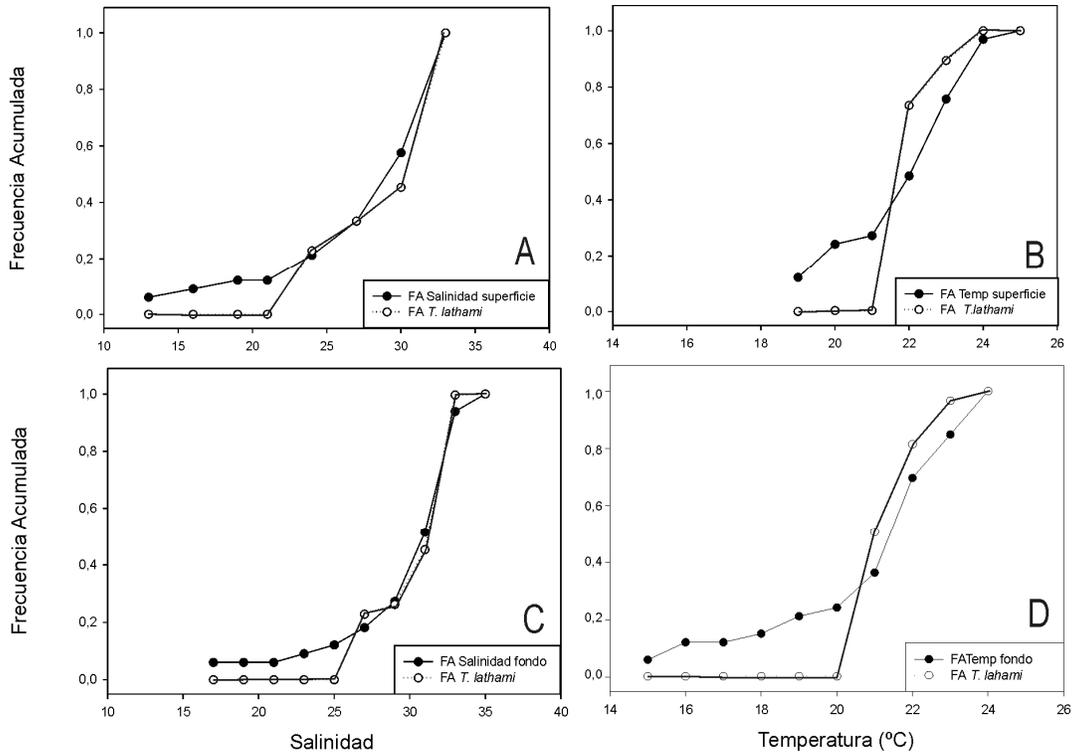


Figura 12. Frecuencias acumuladas (DFA) de ocurrencia de *T. lathami* (n = 33) durante el crucero de Octubre 2006 en función de los rangos de salinidad de superficie (A) y fondo (C) y temperatura de superficie (B) y fondo (D). (A. $d_{max} = 0,1$; B. $d_{max} = 0,3$; C. $d_{max} = 0,1$; D. $d_{max} = 0,2$ respectivamente) $P > 0.05$ en todos los casos.

4.4 VARIABLES AMBIENTALES CRUCERO, MARZO DEL 2007

Durante esta campaña los valores de salinidad de superficie fueron 3.5 - 29.4 y de fondo 10.2 – 32; la temperatura presentó rangos estrechos en superficie (22.2 – 23.2 °C) y fondo (21.9 -23.6°C) (Figura 13). Los valores más altos de GHL de superficie (GHL= 0.81 Km⁻¹), y de fondo (GHL= 0.6 Km⁻¹) se registraron en la estación 12 (T1) (Tabla 4). Para este periodo la columna de agua presentó los máximos CS en las estaciones ubicadas sobre el extremo occidental del T1 (estación 13, CS = 2.2 m⁻¹), dominando agua salina (27 – 32) en la mayoría de las estaciones del extremo oriental. En los T2 y T3 no se observaron CS ≥ 1 siendo notable la intrusión de agua marina (Figura 14). La profundidad varió desde los 4.5 m en las estaciones internas (extremo occidental), hasta 29 m en las estaciones más externas (extremo oriental) y presentó una relación significativa con la salinidad ($r_s = 0.9$, $p < 0.01$, $n = 18$).

CAPÍTULO 1

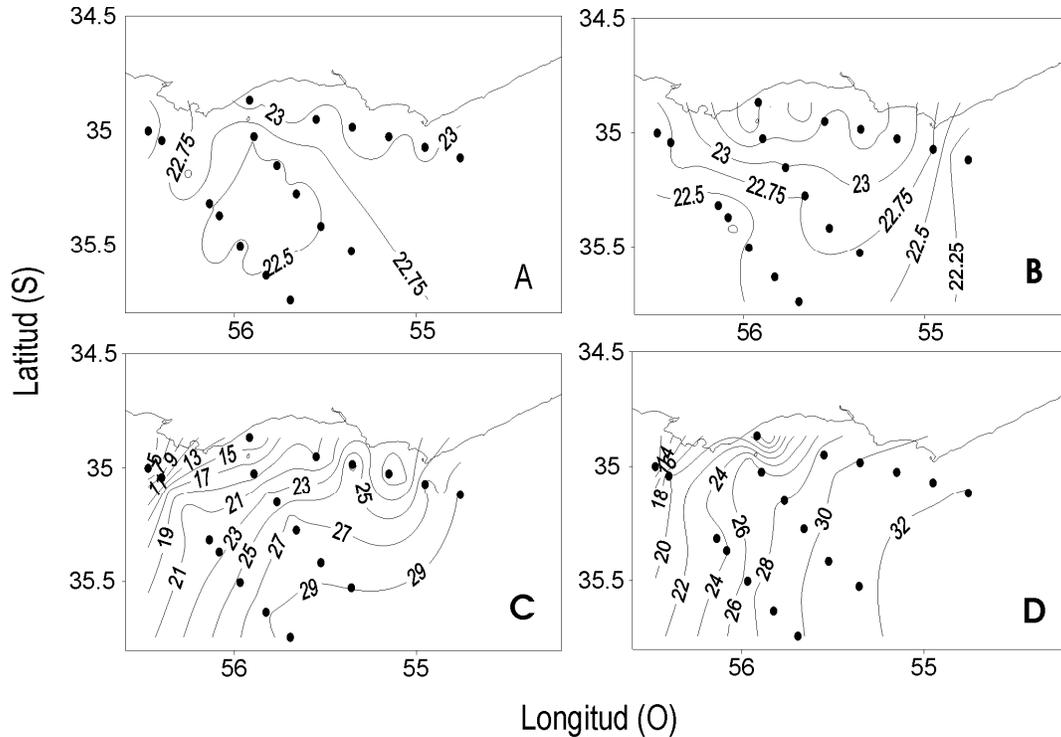


Figura 13. Mapas de distribución de variables ambientales para la campaña de Marzo de 2007. Temperatura de superficie (A), temperatura de fondo (B), salinidad de superficie (C), salinidad de fondo (D).

4.5 ABUNDANCIA DE LARVAS DE CORVINA

En Marzo de 2007 se capturaron un total de 46 larvas: 24 en estadio de PF y 22 en estadio de PsF. El rango de tallas fue de 1.74 – 18.2 mm (media: 5.35 ± 3.34 mm, Fig. 15). La clase de tallas más abundantes nuevamente fue la de 2 - 3 mm. El promedio de talla más alto se presentó en la estación 13 (LC = 11.1 mm, Fig. 16). El rango de tallas para las larvas en estadio de PF fue de 1.7 a 4.7 mm, y para las larvas en PsF de 4.8 a 18.8 mm. Las larvas en PsF se encontraron sólo en las estaciones 13 y 43, estando separadas espacialmente de las larvas más pequeñas en estadio de PF (Figura 17, A). El índice MH fue <0.01 .

Micropogonias furnieri estuvo presente en el 61% de las estaciones. Durante esta campaña las larvas de corvina ocurrieron en un rango de salinidad amplio (10.21 – 31.4) y estrecho de temperatura (22.2 – 23.53 C°) (Figura 18 y 19), siendo más abundantes (30.4 ind 10m⁻³) en la estación 13, caracterizada por presentar alta estratificación (CS = 2.2), salinidad de superficie = 3.5 y de fondo = 10.2. El GHL no fue calculado para la estación 13 debido a su posición en el extremo oriental del transecto 1.

Para este periodo tampoco se encontraron asociaciones significativas entre la abundancia de *M. furnieri* y las variables ambientales individuales, ni su conjunto

CAPÍTULO 1

(Tabla 5). Así mismo, el análisis de frecuencias acumuladas no reveló preferencias ambientales significativas con las variables ambientales (Fig. 20).

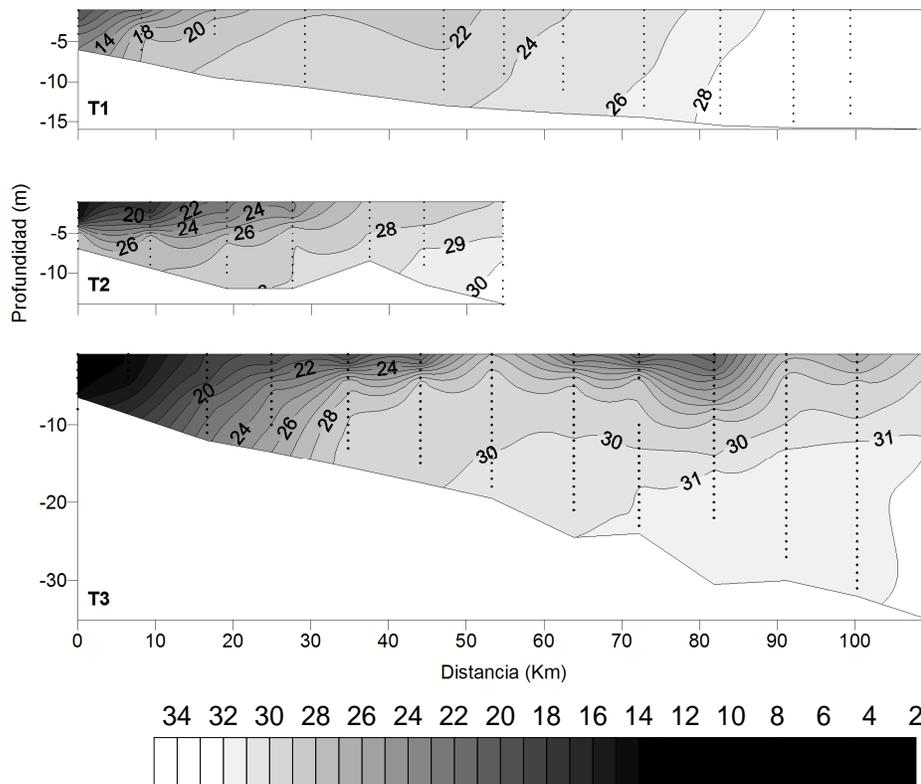


Figura.14 Transectos 1 (arriba), 2 (medio) y 3 (abajo), distribución de la salinidad en la columna de agua durante la campaña de Marzo de 2007.

4.6 ABUNDANCIA DE LARVAS DE SUREL

Se capturaron un total de 2 larvas de *T. lathami* en 2 estaciones (estaciones 5 y 39, figura 16 B). En estas estaciones la salinidad varió entre 26.3 y 29.4 y la temperatura entre 22.5 y 23.1 °C (Figuras 18 y 19). Debido a la baja abundancia y estado de deterioro de las larvas obtenidas en el crucero de Marzo de 2007 no se realizó el análisis de tallas. Igualmente, el escaso número de larvas capturadas no permitió evaluar relaciones entre la presencia de esta especie y las variables ambientales.

No se encontraron diferencias significativas entre las condiciones ambientales (Salinidad y temperatura) en las cuales ocurrieron larvas de ambas especies durante la campaña de 2007 (Tabla 6).

CAPÍTULO 1

Tabla 4. Gradiente Horizontal Local de salinidad (GHL) máximo. Mínimo y promedio (\pm desviación estándar) en superficie y fondo en los transectos 1(T1). 2 (T2) y 3 (T3). Durante el crucero de Marzo 2007.

GHL (Km-1)	T1 superficie	T1 fondo	T2 superficie	T2 fondo	T3 superficie	T3 fondo
Máximo	0.82	0.60	0.33	0.12	0.49	0.57
Mínimo	0.02	0.01	0.05	0.04	0.27	0.02
Promedio	0.24 \pm 0.26	0.15 \pm 0.17	0.22 \pm 0.04	0.07 \pm 0.14	0.14 \pm 0.26	0.16 \pm 0.1 9

Tabla 5. (A) Regresión múltiple entre la abundancia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* vs. Temperatura (superficie y fondo), salinidad (superficie y fondo), Coeficiente de estratificación (CS) y profundidad durante Marzo de 2007 y teniendo en cuenta ambas campañas. (B) correlación de Spearman (*rs*) entre la abundancia de larvas de *M. furnieri* y temperatura (superficie y fondo), salinidad (superficie y fondo), coeficiente de estratificación (CS), Gradiente horizontal local (GHL superficie y fondo) y profundidad durante la campaña de Marzo de 2007 y teniendo en cuenta ambas campañas (*p*= nivel de probabilidad asociado, *n* = número de estaciones en las que ocurrieron las especies, **EE** = error estándar, *r*² =coeficiente de determinación, *r*=coeficiente de correlación).

(A)	<i>M. furnieri</i> (n=11)				<i>M. furnieri</i> 2006+2007 (n=23)			
Variable	r	r ²	p	EE	r	r ²	p	EE
Todas las variables	0.76	0.58	0.56	3.8	0.23	0.05	0.75	9

Variable	Beta	b	p	Beta	b	p
Temperatura superficie	-0,46	-8,5	0,1	-0,2	-1,39	0,5
Salinidad superficie	-0,47	0,42	0,37	0,03	0,05	0,8
Temperatura fondo	0,24	3,09	0,34	0,17	0,7	0,6
Salinidad fondo	1,29	-1,31	0,11	-0,17	-0,3	0,48
Coeficiente estratificacion	-0,54	-6,36	0,64	-0,1	-1,5	0,51
Profundidad	0,91	-0,6	0,1	0,1	0,07	0,51

(B)	<i>M. furnieri</i> (n=11)		2006 + 2007 (n=23)	
Variable	rs	p	rs	p
Temperatura superficie	-0,01	0,97	0,17	0,42
Temperatura fondo	0,25	0,45	0,24	0,25
Salinidad superficie	-0,4	0,21	-0,11	0,6
Salinidad fondo	-0,25	0,45	-0,13	0,53
CS	0,38	0,24	0,13	0,53
GHL superficie	-0,2	0,46	-0,3	0,18
GHL fondo	-0,3	0,3	-0,01	0,9
Profundidad	0,03	0,9	0,07	0,7

CAPÍTULO 1

Tabla 6. Comparación de las variables ambientales en las cuales ocurrieron *M. furnieri* y *T.lathamii* durante la campaña de Marzo 2007, u = estadístico de Mann Whitney, p= nivel de probabilidad asociado, n= numero de observaciones, n = 11 (*M. furnieri*), y n = 2 (*T. lathamii*).

<i>Mann-Whitney Test</i>	U	p
Temperatura superficie	10	0.84
Temperatura fondo	10	0.84
Salinidad superficie	15	0.20
Salinidad fondo	8	0.55
Profundidad	8	0.5

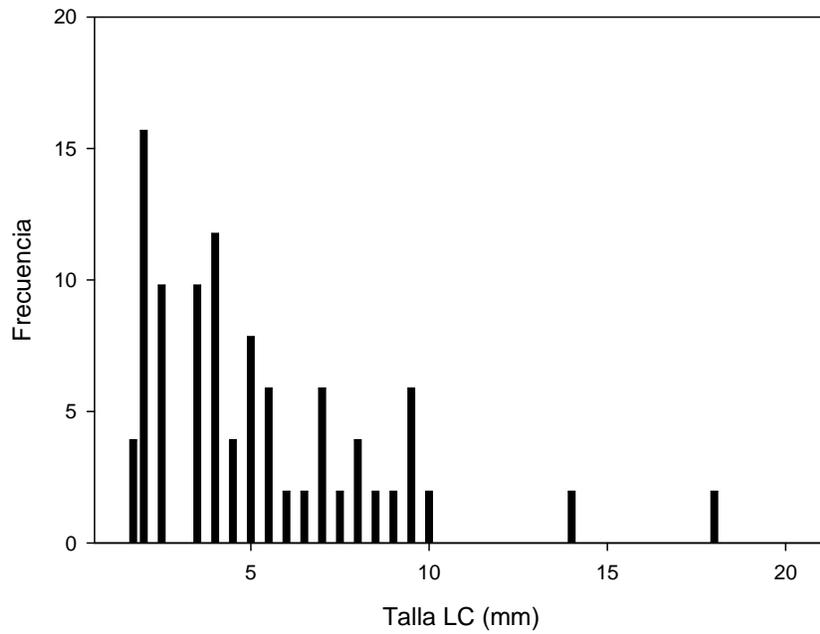


Figura 15. Histograma de frecuencias y talla media por estación para *M. furnieri* Marzo 2007(n=46).

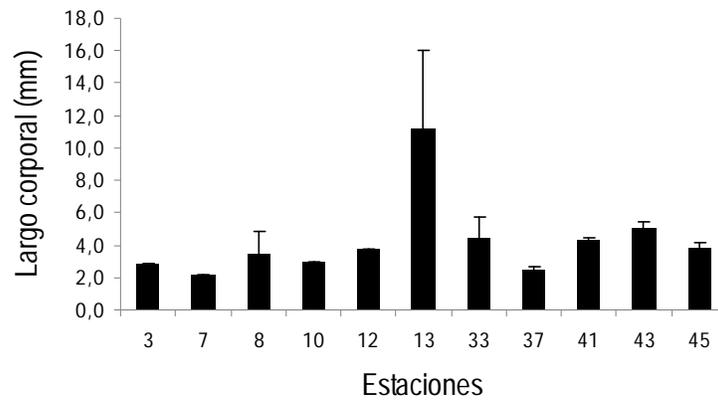


Figura 16. Talla media de larvas por estación para *M. furnieri* durante Marzo 2007.

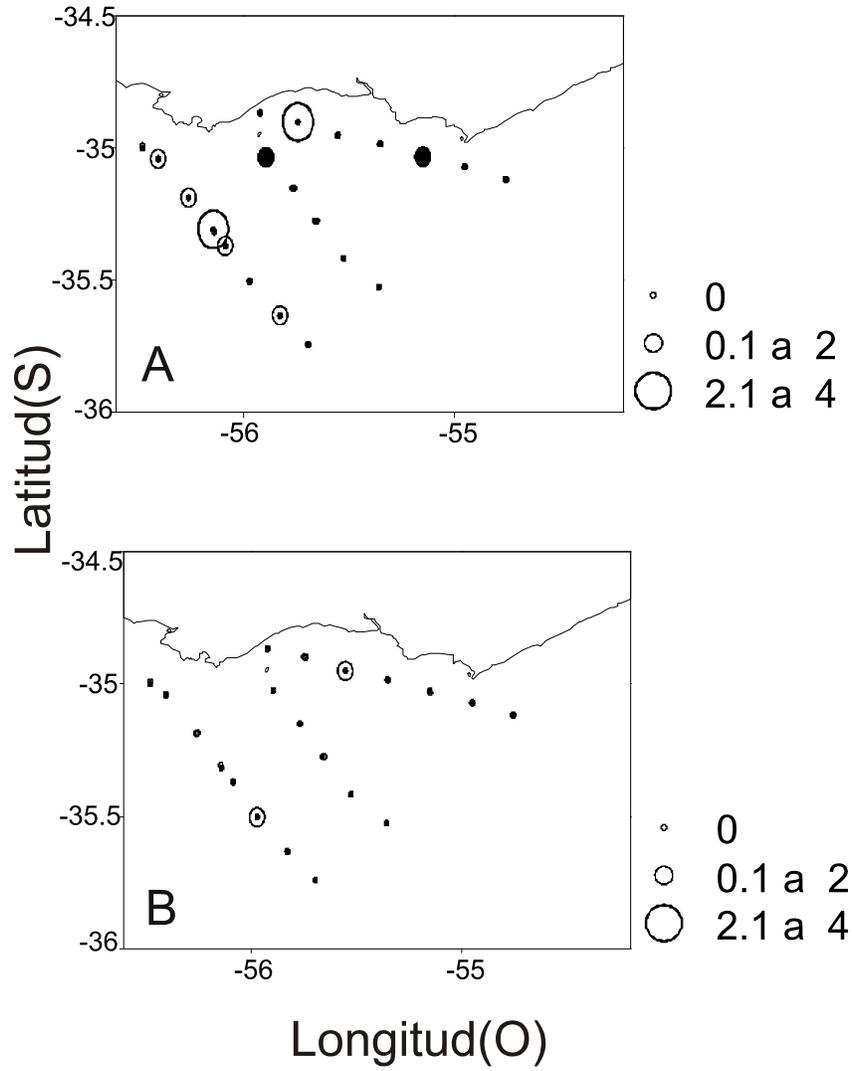


Figura 17. Abundancia de *M. furnieri* (A) y *T. lathami* (B) expresada en Ind $10m^{-3}$ durante la campaña de octubre de 2007. Círculos blancos: preflexión; círculos negros: postflexión.

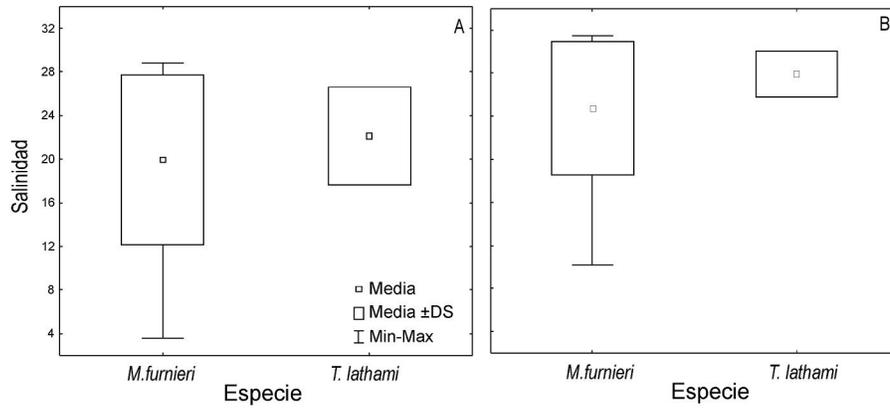


Figura 18. Salinidad de ocurrencia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* (superficie: A y fondo: B) durante la campaña de 2007.

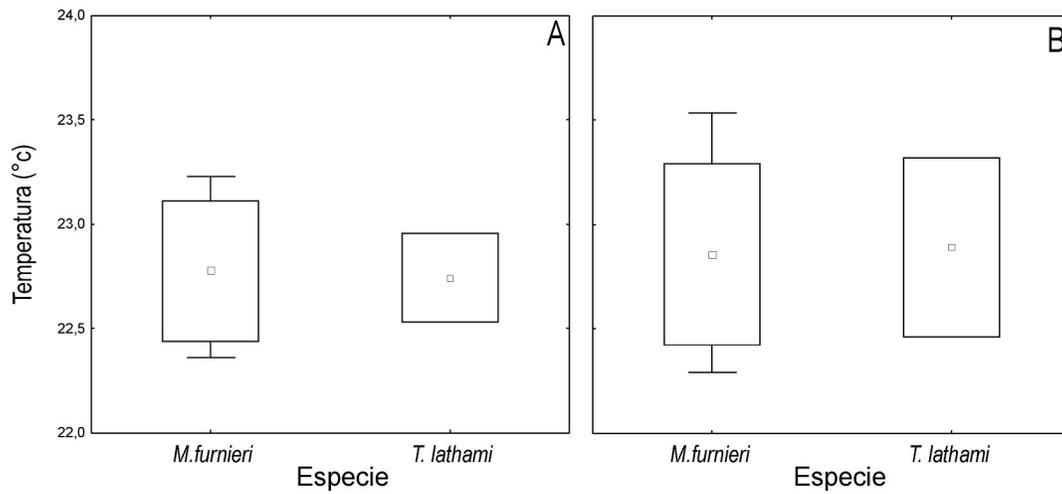


Figura 19. Temperatura (°C) de ocurrencia de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* (superficie: A y fondo: B) durante la campaña de 2007.

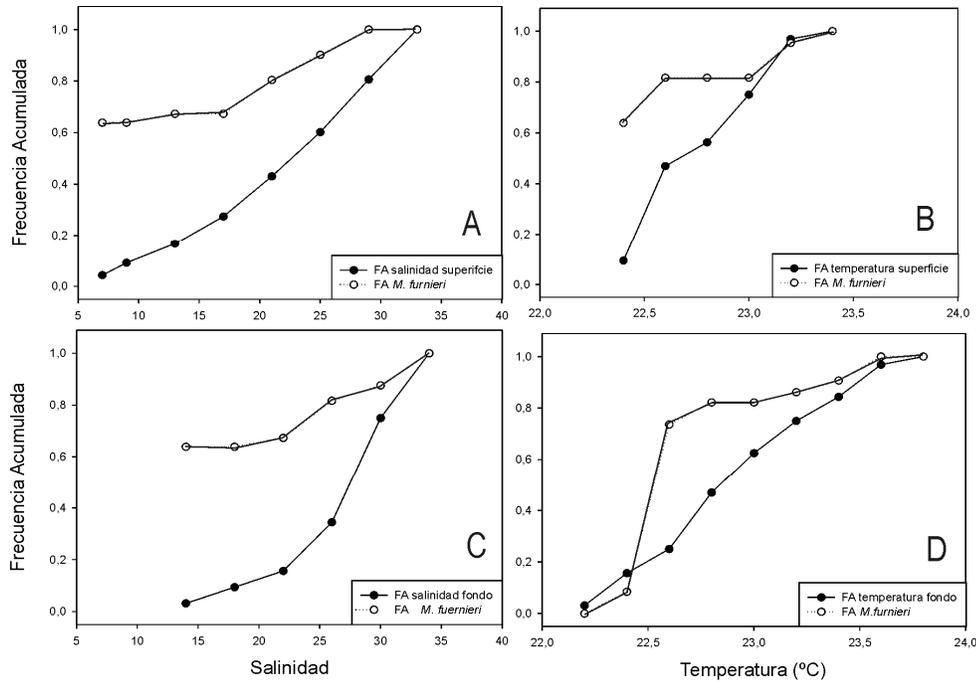


Figura 20. Frecuencias acumuladas (DFA) de ocurrencia de *M. furnieri* ($n = 33$) durante el crucero de Marzo de 2007 en función de los rangos de salinidad de superficie (A) y fondo (C) y temperatura de superficie (B) y fondo (D). (A. $d_{max} = 1.8$; B. $d_{max} = 1.7$; C. $d_{max} = 1.9$; D. $d_{max} = 1.5$ respectivamente) $P > 0.05$ en todos los casos.

5. DISCUSIÓN

En este capítulo se describió la distribución espacial, afinidades ambientales y grado de solapamiento espacial de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* en el RP en primavera de 2006 y verano tardío de 2007. A continuación se discutirá las implicancias de los resultados para responder las preguntas: ¿Existen preferencias ambientales específicas para cada especie? ¿Existe una segregación espacial a escala de ecosistema entre *M. furnieri* y *T. lathami*?

5.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Durante ambas campañas se encontró la configuración típica de cuña salina para el RP (Framiñam & Brown 1996, Guerrero *et al.* 1997, Simionato *et al.* 2007): aguas de baja salinidad (origen fluvial) sobre aguas de alta salinidad (origen marino). Durante octubre de 2006 (primavera) se registró una fuerte intrusión de agua marina que resultó en aguas estratificadas y gradientes horizontales notables en estaciones frente a Montevideo, y aguas mezcladas, o ligeramente estratificadas de salinidades altas (>30) en las estaciones más orientales, próximas al océano Atlántico. No se presentaron diferencias marcadas en las condiciones ambientales de ambos periodos. En comparación con la campaña de 2006, los valores de salinidad en Marzo de 2007 (verano tardío) fueron menores y la estratificación de la columna de agua a lo largo del

estuario fue más acentuada, principalmente en las estaciones próximas a la costa de Montevideo.

5.2 DISTRIBUCIÓN DE TALLAS

La presencia de larvas en estadio de desarrollo temprano de ambas especies: corvina (Octubre – Marzo) y surel (Octubre) en la zona de estudio señalan al estuario del RP como zona de desove multiespecífica, confirmando lo observado recientemente por varios autores (Berasategui *et al.* 2005, Cabreira *et al.* 2006, Braverman *et al.* 2009, García *et al.* 2010).

Para ambas especies las tallas mínimas encontradas son cercanas a los respectivos límites inferiores reportados (Katsuragawa & Ekau 2003, Berasategui *et al.* 2004, Braverman *et al.* 2009), lo cual indicaría actividad reproductiva reciente (poblaciones desovantes) durante ambas campañas en el caso de *M. furnieri* (Octubre y Marzo) y durante la primavera en el caso de *T. lathami*. El uso de formaldehído y etanol para la preservación tiene un efecto en la longitud de las larvas de peces. Hjørleifsson & Klein-MacPhee (1992) reportaron un encogimiento significativo en larvas <5 mm de *Pleuronectes americanus* en formaldehído y establecieron que el grado de encogimiento está relacionado al tamaño: larvas pequeñas presentan encogimiento proporcionalmente mayor que larvas grandes. Por esta razón puede existir un sesgo en la talla de las larvas reportadas en el presente estudio. Los resultados obtenidos corresponden a larvas fijadas en formaldehído al 4%, por lo que es probable que algunas larvas, especialmente las más pequeñas, se hayan encogido a causa del fijador. Este tratamiento puede explicar la presencia de larvas de 1,72 mm sin saco vitelino. El efecto del formaldehído no es el mismo en todas las especies (Hjørleifsson & Klein-MacPhee 1992), por lo cual para aplicar un factor de corrección es preciso conocer el grado en que el fijador usado altera el tamaño de las larvas de cada especie. Esta información no está disponible hasta el momento para *M. furnieri* y *T. lathami*, por lo cual no se aplicó un factor de corrección a las mediciones realizadas en el presente estudio.

Los presentes resultados sobre tamaño de larvas son comparables con aquellos reportados por otros autores para las mismas especies en el RP (Berasategui *et al.* 2004, Braverman *et al.* 2009). Estudios anteriores reportaron larvas (fijadas en formaldehído, largo sin corregir) de *M. furnieri* con rangos de tallas más estrechos (3.6 - 7.7mm, Berasategui *et al.* 2004) ó más amplios (3 - 41.5mm, Braverman *et al.* 2009) pero con límites inferiores mayores a los reportados en este estudio (1.7 – 18.8mm). Para *T. lathami* el rango de tallas encontrado en el presente estudio (1.72 - 24.7mm) se asemeja a los reportados en trabajos anteriores en el RP

(Berasategui *et al.* 2004: 2.7 – 14.0 mm) y en otros estuarios (Katsuragawa & Ekau 2003, Shaw & Drullinger 1990), siendo las larvas de tallas pequeñas (2.25 - 3.25 mm) las más abundantes. Para la costa de Brasil se reportó un rango de tallas entre 2.25 y 32.25 mm (Katsuragawa & Ekau 2003). En la costa de *Louisiana* se presentaron rangos de talla entre 1.8 y 7.7 mm (Shaw & Drullinger 1990).

La abundancia de tallas pequeñas (2 – 3mm) y la escasez de tallas grandes (>3mm) en ambas especies durante ambos cruceros sugiere la existencia de altas mortalidades (e.g., inanición ó depredación) en los primeros estadios de desarrollo, y que son relativamente pocas las larvas que logran sobrevivir y alcanzar tallas mayores. Este resultado es consistente con el patrón general de historia de vida de una cohorte de ictioplancton (Leguett & DeBlois 1994, Browman 1995, Cushing 1995).

5.3 ABUNDANCIA Y RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES

No se encontraron preferencias ambientales claras para ninguna de las especies; las condiciones en las que ocurrieron las larvas no fueron significativamente diferentes entre especies. La profundidad fue la única variable ambiental que se asoció con la abundancia de larvas de *T. lathamii*, pero no de *M. furnieri*, marcando un posible factor diferencial en la distribución de ambas especies.

La abundancia promedio de larvas de *M. furnieri* reportada en el presente trabajo (5.26 y 2.65 ind 10m⁻³. en 2006 y 2007 respectivamente) fue mayor a la reportada en trabajos anteriores en el RP: Berasategui *et al.* 2004 (0.4 ind 10m³), Braverman *et al.* 2009 (1.8 ind 10m³). También fue superior a la observada en otros estuarios de la región, i.e Laguna de los Patos: 1.4 ind 10m⁻³, en el verano de 1978, (Weiss 1981), y 4.6 ind 10m⁻³ (verano de 1994. Silva 1997), y 0.3 ind 10m⁻³ (verano 1978. Bruno 2003).

Las larvas de *M. furnieri* ocurrieron en casi todo el rango de salinidad (4 – 33), presentándose mayormente en las estaciones más occidentales caracterizadas por salinidades bajas y moderadas (<25). No se encontraron relaciones significativas (univariadas o multivariadas) entre la abundancia de larvas y la salinidad, la temperatura, la profundidad, o la intensidad de gradientes en ninguno de los cruceros. Tampoco se encontraron asociaciones significativas mediante los análisis de frecuencias acumuladas. La capacidad de las larvas de *M. furnieri* para tolerar condiciones de salinidad contrastantes se evidencia al comparar los valores de salinidad de las estaciones donde se encontraron las mayores abundancias de larvas en cada una de las campañas: Octubre 2006 (31.5 – 31.9) y Marzo 2007 (3.5 – 10.2) (superficie y fondo, respectivamente). Estos resultados son consistentes con trabajos previos que reportaron larvas de *M. furnieri* en un rango de salinidad amplio,

característico de organismos eurihalinos en el RP (salinidades entre 0.9 y 33; Berasategui *et al.* 2004, Braverman *et al.* 2009) y en otras regiones (Laguna de los Patos, rango salino 0.1 – 28.7; Weiss 1981, Silva 1997, Bruno 2003). Sin embargo, los resultados actuales serían divergentes con trabajos previos en el RP que reportaron correlaciones significativas de la abundancia de larvas de corvina con el gradiente de salinidad de fondo (Berasategui *et al.* 2004, Braverman *et al.* 2009).

No existen trabajos que establezcan el rango óptimo de salinidad y/o temperatura para *M. furnieri*. La salinidad puede tener un efecto regulador en aspectos ligados a la sobrevivencia, crecimiento (Moser & Gerry 1989, Pepin & Myers 1991, Peterson *et al.* 1999) y gasto energético (Aristizabal-Abud 1992) de las larvas de peces estuarinos. Aristizabal-Abud (1992) observó un incremento de la demanda energética en larvas de *M. furnieri* en salinidades >20, en tanto Moser & Gerry (1989) en una aproximación experimental observaron preferencia en larvas del congener *M. undulatus* por salinidades bajas (salinidad = 10, 25°C) Adicionalmente, Peterson *et al.* (1999) describieron un aumento en la tasa de crecimiento en larvas de *M. undulatus* en salinidades <20.

En el caso de *T. lathami* tampoco se conocen las condiciones óptimas para el desarrollo de sus larvas. La abundancia máxima reportada en el presente estudio (14.8 Ind m³. equivalente a 23.6 Ind m²) es menor por un factor de 6 a la registrada en la costa brasilera entre São Sebastião y Cabo Frío (150 Ind m⁻²) (Katsuragawa & Ekaú 2003) pero mayor a las registradas previamente en el RP exterior durante 1999 (0.6 Ind* m³) y 2000 (0.4 Ind* m³, Berasategui *et al.* 2004). En el RP las larvas de *T. lathami* han sido encontradas en salinidades moderadas y altas (22 – 31.1) cerca de la isobata de 10 m (Berasategui *et al.* 2004). Consistentemente, durante Octubre de 2006 las larvas de *T. lathami* fueron capturadas en aguas de salinidades moderadas y altas (25.7-33) y en un amplio rango de temperaturas (entre 15 y 25°C) en aguas poco estratificadas en la zona más externa del estuario (Figura 3, B y Figura 8, B). Pero a pesar de la correlación entre abundancia de *T. lathami* y profundidad, y la fuerte relación entre profundidad y salinidad observada en el área de estudio, la abundancia de larvas de esta especie no se relacionó con la salinidad, con la temperatura, ni con el GHL. Ello sugiere que la distribución de larvas de *T. lathami* estaría relacionada en mayor grado con determinadas áreas del estuario, probablemente asociadas a las zonas de desove.

5.4 SOLAPAMIENTO ESPACIAL

Los resultados sugieren la existencia de segregación entre especies y entre estadíos de una misma especie. Sin embargo, los resultados referidos a segregación entre estadíos no pueden considerarse concluyentes debido al escaso número de larvas en estadio de PsF en algunos casos.

El índice de solapamiento entre larvas de ambas especies fue bajo ($MH < 0.1$). Sin embargo ambas especies co-ocurrieron en 37.5% de las estaciones durante la primavera. El bajo índice MH obedece a que la abundancia relativa de larvas de surel fue muy baja en las estaciones comunes. Los mapas de distribución ubicaron a la corvina concentrada en la parte media del estuario y al surel hacia la parte externa. Berasategui *et al.* (2004) encontraron un patrón similar al describir las agrupaciones de larvas presentes en el RP: larvas de corvina ubicadas cerca de la Barra del Indio, y las larvas de surel cerca de la boca del estuario, en la zona definida como “estuario bajo”.

Estudios anteriores reportaron la presencia de ambas especies (*M. furnieri* y *T. lathamii*) conjuntamente a lo largo de la costa atlántica sur americana (Norbis & Verocai 2005, Katsuragawa & Ekau 2003). A escala regional, en zonas costeras, existe segregación vertical: los adultos de *M. furnieri* predominan en la isobata de los 50 m (Jaureguizar *et al.* 2003) y los de *T. lathamii* entre 50 – 100 m (Menezes & Figueiredo 1980, Saccardo & Katsuragawa 1995). A escala local en el RP existe una segregación espacial de las larvas (Berasategui *et al.*, 2004, este estudio), pero de acuerdo a los resultados aquí obtenidos dicha segregación no parece ser una consecuencia de preferencias contrastantes relativas a las características físico-químicas del agua, sino más bien a características físicas del sistema a escala local (profundidad). En términos especulativos, podría postularse que la segregación resultaría de la diferencia en los sitios de desove de *M. furnieri* y *T. lathamii*: el desove de la corvina ocurre preferentemente en las cercanías de la Barra del Indio y en la zona costera de Montevideo (Vizziano 2000, Jaureguizar *et al.* 2003, Macchi 2003) coincidente con el máximo alcance de la intrusión marina en la capa de fondo; sus larvas pueden verse beneficiadas por la baja salinidad (Moser & Gerry 1989, Aristizabal-Abud 1992, Peterson *et al.* 1998) y retenidas por los patrones locales de circulación (Simionato 2007, Braverman *et al.* 2009). En contraste los adultos de surel desovan en la zona externa del RP (Shaw & Drullinger 1990, Saccardo & Katsuragawa 1995) en donde se encontró la mayor abundancia de larvas de esta especie.

La segregación entre estadíos de *M. furnieri* ha sido observada por Berasategui *et al.* (2004), quienes reportaron predominio de tallas mayores a 10 mm en estratos profundos y larvas pequeñas (<5 mm) en todos los estratos. Braverman *et al.* (2009) reportaron una segregación espacial parcial entre estadíos de larvas de corvina

resultante de una distribución vertical diferencial, con las larvas pequeñas (<10 mm) ocupando toda la columna de agua y aquellas de mayor tamaño restringidas al estrato de fondo. Por las características del muestreo realizado en el presente estudio (arrastre oblicuo) no es posible llevar a cabo una comparación de tallas por estrato; no obstante en la campaña de Marzo de 2007 las larvas en estadio de PsF se encontraron concentradas en una estación (E 13) separadas de las más pequeñas en estadio de PF.

En síntesis, los resultados evidenciaron una segregación espacial parcial entre larvas de ambas especies; el bajo solapamiento espacial resultó de una distribución preferencial de larvas de corvina en la zona media del estuario y de larvas de surel en la zona más externa del mismo. Sin embargo, dicha segregación espacial no parece resultar de diferencias claras y bien marcadas en las preferencias ambientales especie-específicas, excepto por la profundidad de la columna de agua.

5.5 ADAPTACION DE *M. FURNIERI* Y *T. LATHAMI* AL ECOSISTEMA DEL RÍO DE LA PLATA

La salinidad es la variable fundamental que condiciona la distribución de las especies en sistemas estuariales (Day *et al.* 1995, Boltovskoy *et al.* 1999). Consecuentemente, la tolerancia a un espectro amplio de salinidad favorecería la ocurrencia y el uso de recursos en diferentes zonas dentro de un estuario. A pesar de no haber existido diferencias interespecíficas claras en las condiciones de ocurrencia de ambas especies, larvas de corvina se encontraron en un rango de salinidad más amplio que las larvas de surel.

La tolerancia a diferentes salinidades sumada a patrones de circulación favorables tiene implicancias para que las larvas de corvina puedan permanecer en zonas adecuadas para el éxito reproductivo de esta especie. La concentración y retención de larvas de *M. furnieri* en la zona media del estuario del RP (frente de salinidad, Barra del Indio) ha sido mencionada y atribuida a los patrones locales de circulación (convergencia de aguas fluviales y marinas) y de vientos (sur-este/noroeste) dominantes durante los meses calidos (Guerrero *et al.* 1997, Simionato *et al.* 2001, Simionato *et al.* 2007).

En el RP la ocurrencia de larvas de surel ha sido registrada anteriormente (Berasategui *et al.* 2004. Cabreira *et al.* 2006. García *et al.* 2010), sin embargo es escasa la información sobre su distribución, su relación con las variables ambientales y con el estuario *per se*. El surel es una especie marina que se reproduce mayormente en aguas de plataforma (Shaw & Drullinger 1990. Katsuragawa & Matsuura 1992. Katsuragawa & Ekaú 2003), sin embargo posee cierta tolerancia por aguas poco

CAPÍTULO 1

saladas (Shaw & Drullinger 1990), sus huevos pueden eclosionar y sus larvas alimentarse en aguas estuarinas (Berasategui *et al.* 2004). En las costas de Lousiana (26°OO'N) las larvas de *T. lathamii* han sido encontradas costa afuera y en el quiebre de la plataforma, y prácticamente ausentes en la zona interior de la misma.

En la costa brasilera las larvas de surel presentan amplia distribución vertical (40 – 200 m). Comparando la densidad de ambas especies en el presente estudio, la abundancia máxima de larvas de corvina fue cuatro veces mayor a la del surel. Esto se podría explicar por una mejor adaptación de la corvina a ambientes estuariales (Macchi *et al.* 1996, Cosseau & Perrota 2000, Macchi *et al.* 2002, Vasconcellos & Haimovici 2006, Braverman *et al.* 2009). Esta adaptación esta evidentemente relacionada con su tolerancia a diferentes salinidades y a su adaptación a los patrones de circulación del RP. Esto implicaría una ventaja de las larvas de corvina sobre otras especies de origen marino y fluvial en estuarios como el RP. Así mismo, aspectos de la estrategia reproductiva: desovante múltiple (Macchi *et al.* 2003), fecundidad anual indeterminada (Pravia *et al.* 1995), señalan a la corvina como una especie particularmente exitosa en un ecosistema como el RP y zonas adyacentes: costa brasilera, uruguaya y argentina.

6. REFERENCIAS

- Abramsky. Z. & C. Sellah. 1982. Competition and the role of habitat selection in *Gerbillus allenbyi* and *Meriones tristrami*: a removal experiment Ecology. 63(5). . pp. 1242-1247.
- Acha. E.M. & J.G. Macchi. 2000. Spawning of Brazilian menhaden, *Brevortia aurea*, in the Río de la Plata estuary off Argentina and Uruguay. Fisheries Bulletin. 98: 227-235.
- Acha. M., Mianzán. H., Lasta. C. & R. Guerrero 1999. Estuarine spawning of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces: Scienidae). in the Río de la Plata. Argentina. Marine & Freshwater Research 50:57-65.
- Alemaný. F., Deudero. S., Morales-Nin. B., López-Jurado. J., Jansá. J., Palmer M. & I. Palomera. 2006. Influence of physical environmental factors on the composition and horizontal distribution of summer larval fish assemblages off Mallorca Island (Balearic archipelago. western Mediterranean). Journal of Plankton Research J Volume 28 J Number 5 J Pages 473–487.
- Aristizabal-Abud. E.O. 1992. Effects of salinity and weight on routine metabolism in the juvenile croaker, *Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823). Journal of Fish Biology. 40. 471 – 472.
- Bakun. A. 1996. Patterns in the Ocean: Ocean Processes and Marine Population dynamics. California sea grant college system. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz. México. MX. 1996. 323 p.
- Berasategui. A.D., Acha. E.M. & N.C.F. Araoz. 2004 Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages in the Río de la Plata Estuary (Argentina–Uruguay). Estuarine, Coastal and Shelf Science 60:599–610.
- Boltovskoy. D., Gibbons. M.J., Hutchings. L. & Binet. D. 1999. General biological features of the South Atlantic. In *South Atlantic zooplankton* (ed. D. Boltovskoy). pp. 1–42. Leiden. The Netherlands: Backhuys Publishers.
- Braverman. M.S., Acha. M.E., Gagliardini. D.A. & M. Rivarossa. 2009. Distribution of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*. Desmarest 1823) larvae in the Río de la Plata estuarine front. Estuarine, Coastal and Shelf Science. doi:10.1016/j.ecss.2009.02.018.
- Cabreira A.G., Madirolas. A., Perrotta. R.G. & Garcarena. A.D. 2006. Distribución y evaluación acústica de la caballa (*Scomber japonicus*). Resultados de la campaña de investigación realizada en diciembre de 2005. INIDEP Informe Técnico. Int N° 22. 6 pp.
- Cassia. M.C. & C.I. Booman. 1985. Distribución del ictioplancton en el Mar Argentino en los años 1981-1982. Physis 43(105): 91-111.
- Cushing D.H. 1995. Marine ecology and fisheries. Cambridge University Press. London. 278 pp.
- Day. Jr., Cashall. A., Kemp. W.M. & A. Yañez-Arancibia. 1989. Estuarine Ecology. Wiley & Sons Publications. 558 P.
- Finn. R.N. & B.G Kapoor. 2008. Fish larval physiology. Science Publishers. Enfield. NH. USA.
- Fuiman. L.A. & R.G. Werner. 2002 Fishery Science. the unique contribution of early life stages. Blackwell Science Ltd.

CAPÍTULO 1

- Fukuhara. O. 1990. Effects of temperature on yolk utilization, initial growth, and behaviour of unfed marine fish-larvae. *Marine Biology*. 106, 169-174.
- García. M. L., Jaureguizar A. J. & L. C. Protogino. 2010. From fresh water to the slope: fish community ecology in the Río de la Plata and the sea beyond. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 38(1): 81-94.
- García, T. 1979. Desarrollo embrionario y primeros estadíos larvales de *Micropogonias furnieri* obtenidos mediante tratamiento hormonal. *Ciencias, (Ser. Invest. Mar) habana*, (46):18p
- Grimes. C.B. & J.H. Finucane. 1991. Spatial distribution and abundance of larval and juvenile fish, chlorophyll and macrozooplankton around the Mississippi river discharge plume. and the role of the plume in fish recruitment. *Marine Ecology Progress Series* 75:109-119.
- Guerrero. R.A., Acha. E.M., Framiñan M.B. & C.A. Lasta. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary. Argentina. *Continental Shelf Research*. 17 (7): 727-742.
- Hjorleifsson. E. & G. Klein-MacPhee. 1992. Estimation of live standard length of winter flounder *Pleuronectes americanus* larvae from formalin-preserved, ethanol-preserved and frozen specimens. *Marine Ecology Progress Series*. 82: 13-19.
- Isaac. V.J. 1988. Synopsis of biological data on the whitemouth croaker, *Micropogonias furnieri*, (Desmarest. 1823). *FAO Fisheries Synopsis*150:35 pp.
- Jaureguizar. A.J., Menni. R., Bremec. C., Mianzan. H. & C. Lasta. 2003. Fish assemblage and environmental patterns in Río de la Plata estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 56 (5-6): 921-933.
- Johnson. G. D. 1978. Development of Fishes of the Mid-Atlantic Bight: an atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol. IV, Carangidae through Ehippidae. U.S. Fish and Wildlife Service, Office of Biological Sciences. FWS/OB5-78/12. 314pp.
- Jost. L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*. 88:2427—2439
- Joyeux. J.C. 2001. The retention of fish larvae in estuaries: among tide variability at beaufort inlet. North Carolina. USA. *Journal of the Marine Biological Association of the united Kingdom*. 81. 857-858.
- Katsuragawa. M. & Ekau. W. 2003. Distribution, growth and mortality of young rough scad, *Trachurus lathami*, in the south-eastern Brazilian Bight. *Journal of Applied Ichthyology* 19:21–28.
- Katsuragawa. M. & Matsuura. 1992: Distribution and abundance of carangid larvae in the south-eastern Brazilian Bight during 1975–81. *Bolm Inst. Oceanogr. S. Paulo* 40. 55–78.
- Lalli. C.M. & T.R. Parsons 1997 *Biological Oceanography: An Introduction*. Pergamon Press. 301 P.
- Larson R.J. 1980. Habitat selection, and the bathymetric segregation of two rockfish (*Sebastes*) species. *Ecological Monographs*. Vol. 50. No. 2. pp. 221-239 Published.
- Lasta. C.A & De Ciechomski. J.D.1988. Primeros resultados de los estudios sobre la distribución de huevos y larvas de peces en Bahía Samborombón en relación a temperatura y salinidad. . *Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar*. Vol. 4: 133 – 141.

CAPÍTULO 1

- Leggett W. C. & E. Deblois. 1994. Recruitment in marine fishes: Is it regulated by starvation and predation in the egg and larval stages? Netherlands Journal of Sea Research Volume 32. Issue 2. Pages 119-134.
- Macchi. G.J. 2003. Seasonal egg production of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in the Río de la Plata estuary. Argentina-Uruguay. Fishery Bulletin. 101:332-342.
- Macchi. G.J. & Acha. E.M.. 2000. Spawning frequency and batch fecundity in the Brazilian menhaden. *Brevoortia aurea*. in the Río de la Plata estuary off Argentina and Uruguay. Fishery Bulletin 98. 283–289.
- Macchi. G.J., Acha. E.M. & C.A. Lasta. 1996. Desove y fecundidad de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*. Desmarest. 1826) en el estuario del Río de la Plata. Argentina. Boletín del Instituto Español de Oceanografía 12. 99–113.
- Macchi. G.J., Acha. E.M. & C.A. Lasta. 2002. Reproduction of black drum (*Pogonias cromis*) in the Río de la Plata estuary. Argentina. Fisheries Research 1–2. 83–92.
- Matsuura. Y. 1980. Informe de consultoría de Ictioplancton. Proyecto URU/78/005 FAO/PNUD, Montevideo.
- Menezes. N. A. & J. L. De Figueiredo. 1980: Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.
- Mianzan. H., Lasta. C.A., Acha. M., Guerrero. R., Macchi. G. & C Bremec. 2001. The Río de la Plata estuary. Argentina-Uruguay. In: U Seeliger & B Kjerve (eds) Coastal marine ecosystems of Latin America 144: 185-204. Springer-Verlag. Berlin. Germany.
- Moyle. P.B. & J.J. Cech. Jr. 2004 Fishes. An Introduction to Ichthyology. 5th Edition.. Prentice Hall. New York. NY.
- Moser M L. & R G. Lawrence. 1989 Differential effects of salinity changes on two estuarine fishes. *Leiostomus xanthurus* and *Micropogonias undulates*. Estuaries Vol. 12. No. 1. p. 35-41.
- Norbis. W. 1995. Influence of wind. behaviour and characteristics of the croaker (*Micropogonias furnieri*) artisanal fishery in the Río de la Plata (Uruguay). Fisheries Research 22: 43 - 58.
- Norbis. W., & J. Verocai., 2005. Presence of two whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*. Pisces: Sciaenida) groups in the Río de la Plata spawning coastal area as consequence of reproductive migration. Fisheries Research. 74:134-141.
- Pacheco Tack. R. L. 1988. Contribución al conocimiento de la biología pesquera del surel, *Trachurus picturatus australis* (Nani 1950, Pisces. Familia Carangidae), con algunas consideraciones ecológicas. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. 125 pp.
- Pepin. P. & R.A. Myers. 1991: Significance of egg and larval size to recruitment variability of temperate marine fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48. 1820–1828.
- Pepin. P. 1991. *Effect of Temperature and Size on Development. Mortality and Survival Rates of the Pelagic Early Life History Stages of Marine Fish*. Journal of Fish Aquatic Science. 48(3): 503–518.

CAPÍTULO 1

- Perry. R.I. & S.J. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the Northwest Atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 51:589-602.
- Peterson A.T., Soberón J. & V. Sánchez-Cordero. 1999 Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* Vol. 285. 5431. pp. 1265 – 1267.
- Peterson M S., Bruce H.C., Chet F.R & L.F Gregory. 1999 Does salinity affect somatic growth in early juvenile Atlantic croaker. *Micropogonias undulatus* (L.)? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 238 199–207.
- Potter. I.C. & G.A. Hyndes. 1999. Characteristics of ichthyofaunas of southwestern Australian estuaries. including comparisons with holartic estuaries and estuaries elsewhere in temperate Australia: A review. *Australian Journal of Ecology*. 24: 395-421.
- Richards. S.A., Possingham H.P. & B.J. Noye. 1995: Larval dispersion along a straight coast with tidal currents: complex distribution patterns from a simple model. *Marine Ecology Progress Series*. 122. 59-71.
- Rosenzweig. M. L. 1981. A theory of habitat selection. *Ecology* 62:327-335.
- Sabates A. & E. Saiz. 2000. Intra- and interspecific variability in preysize and niche breadth of mesopelagic fish larvae. *Marine Ecology. Progress Series* 201: 261-271.
- Saccardo. S. A. & M. Katsuragawa. 1995: Biology of rough scad *Trachurus lathami*. on the south-eastern coast of Brazil. *Scientia Marina*. 59. 265–277.
- Sánchez-Ramírez. M & C. Coto. 1998. Flore Growth and Mortality of Larval Atlantic Bumper *Chloroscombrus chrysurus* (Pisces: Carangidae) in the Southern Gulf of Mexico *Bulletin of Marine Science*. Volume 63. Number 2. September 1998 . pp. 295-304(10).
- Shaw. R. F. & D. L. Drullinger. 1990. Early-Life History profiles. seasonal abundance. and distribution of four species of clupeids larvae from the northern Gulf of Mexico. 1982 an 1983. NOAA Technical Report NMFS 88.60 p.
- Silva. A.I. 1997. Composição. distribuição y variação nictimeral do ictioplancton do estuario da Lagoa dos Patos. RS. Brasil. Tese do mestrado. Fundação Universidade do Rio Grande.
- Sinclair. M. 1988. *Marine populations: an essay on population regulation and speciation*. University of Washington Press. Seattle. WA .
- Simionato. C.G., Nuñez. M.N. & M. Engel. 2001. The salinity front of the Río de la Plata: a numerical case study for winter and summer conditions. *Geophysical Research Letters* 28 2641 e2644.
- Simionato C.G., Berasategui. A., Meccia. V.L., Acha M. & H. Mianzan. 2007. Short time-scale wind forced variability in the Río de la Plata Estuary and its role on ichthyoplankton retention. *Estuarine. Coastal and Shelf Science* 21e 16.
- Vasconcellos. M. & M. Haimovici. 2006. Status of white croaker *Micropogonias furnieri* exploited in southern Brazil according to alternative hypotheses of stock discreteness. *Fisheries Research*. 80 196–202.

CAPÍTULO 1

- Vizziano, D., Puig, P., Mesones C. & G.J Nagy. Eds. 2001 El Río de la Plata. Investigación para la Gestión del Ambiente, los Recursos Pesqueros y la Pesquería en el Frente Salino. Programa EcoPlata, Montevideo, Uruguay.
- Warlen. S.M. 1992. Age, growth and size distribution of larval atlantic menhaden off North Carolina. Transactions American Fisheries Society 1992;121:588–598.
- Weiss. G. 1981. Ictioplancton del estuario de Lagoa dos Patos. Brasil Tesis (doctorado). Universidad Nacional. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. La Plata. Ramírez. F. C. AR. 164 p.
- Wootton. J.T. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall. London.
- Young. A. 2004 Asymmetric competition, habitat selection, and niche overlap in juvenile salmonids kyle. Ecology.85(1). pp. 134-149.

CAPITULO II: ECOLOGÍA TRÓFICA DE LARVAS DE CORVINA (*Micropogonias furnieri*) Y SUREL (*Trachurus lathamii*) EN EL RÍO DE LA PLATA.

1. INTRODUCCIÓN

Las larvas de peces son altamente vulnerables a condiciones de baja disponibilidad de alimento (Arthur 1976, Govoni *et al.* 1983). Luego de eclosionar, las larvas utilizan primero las reservas contenidas en el saco vitelino (fase de alimentación endógena), y posteriormente ingieren presas disponibles en el medio externo (fase alimentación exógena). El paso de la etapa de alimentación endógena a exógena es considerado como el período crítico (Hjort 1914 en: Fuiman & Werner 2002), en el cual ocurren altas mortalidades por inanición si el alimento no se encuentra disponible, en concentración y tamaño adecuado (Lasker 1974, Hunter 1981). El alimento es generalmente un recurso limitante para la sobrevivencia durante la etapa larval (Mullin 1993) por lo que la sincronización ó ajuste entre el momento del desove y primera alimentación exógena con los periodos de mayor oferta de alimento (producción planctónica) son considerados un factor de primer orden para definir la supervivencia individual y el éxito del reclutamiento (Hjort 1914, Cushing 1975).

La mayoría de las larvas se alimentan principalmente de copépodos y de sus estadíos de desarrollo (huevos, nauplios y copepoditos: Govoni *et al.* 1983). Las larvas tienden a ser eurífagas durante los primeros estadíos, alimentándose también de larvas de moluscos y de anélidos, tintínidos y, en menor grado fitoplancton (e.g., dinoflagelados atecados) (Govoni 1983, Jenkins 1987, Gerking 1994, Llanos 1998, Rodríguez-Graña *et al.* 2005). A medida que la larva se desarrolla el tamaño de las presas ingeridas tiende a aumentar, siendo copépodos adultos, cladóceros, tunicados e inclusive larvas de peces, los ítems más frecuentes.

En larvas de peces, la selección del tipo de presa esta determinada por los requerimientos energéticos de cada especie, su morfología y capacidad de natación (Munk 1992). Las larvas de ciertas especies pueden ser oportunistas e ingerir presas de forma proporcional a su concentración en el medio; otras especies muestran preferencias por presas específicas (Scharf *et al.* 2000). Los principales factores que determinan el conjunto de presas potenciales para larvas de peces son la capacidad para detectar, capturar e ingerir un determinado organismo. Detección y captura guardan relación con el desarrollo de la visión y de la capacidad de movimiento, mientras que la ingestión depende de las dimensiones de la presa, el tamaño y morfología bucal de la larva (Houde & Schekter 1980, Hambright 1991). Se han propuesto varios modelos relacionados a las interacciones depredador-presa, entre los más discutidos según Munk (1992) se cuentan el modelo de volumen reactivo de

Capítulo 2

campo (RFVM), el modelo de tamaño aparente (ASM) y el modelo de dieta óptima/forrajeo óptimo (OFM). De acuerdo con el RFVM, todas las presas encontradas son atacadas y, dado que las presas de mayor tamaño pueden ser vistas desde distancias mayores, pueden tomarse con más frecuencia que las presas pequeñas (Ware, 1972). El modelo ASM postula que la presa más grande que aparece en el campo visual es seleccionada. Wetterer (1985) comparó las predicciones del RFVM y del ASM y encontró resultados muy similares en diferentes circunstancias, y los consideró prácticamente iguales. Para evaluar las predicciones de los modelos RFVM y ASM es necesario implementar aproximaciones de tipo experimental que permitan la observación directa (e.g video de alta velocidad) del comportamiento de depredador en diferentes escenarios (Munk 1992); este requerimiento dificulta el uso y la evaluación de los modelos RFVM y ASM.

El tamaño (ancho máximo) de las presas es el mayor determinante de la selectividad, y está fuertemente ligado al ancho de la boca (*mouth gape*) de las larvas (Shirota 1970, Hunter 1981). Por esta razón el ancho de boca ha sido propuesto como el principal limitante del tamaño máximo de presa (Pearre 1986, Sabates & Saiz 2000, Gonzales–Quiróz & Anadón 2001). Así mismo, la composición de tallas de presas en el ambiente determinará el éxito alimentario de las larvas (Sabates & Saiz 2000).

El concepto moderno de nicho ecológico propuesto por Hutchinson (1957) señala la forma en que las tolerancias y requerimientos interactúan para definir condiciones y recursos necesarios para que una especie pueda sobrevivir y reproducirse (Begon *et al* 2005). Por ejemplo: la temperatura regula el crecimiento y la reproducción de todos los organismos; de igual manera, diferentes organismos toleran o se ven favorecidos por diferentes rangos de temperatura. En términos de alimentación (nicho trófico), el rango de tamaño de las presas encontradas en el tracto digestivo de las larvas de peces es frecuentemente usado como descriptor de la amplitud de nicho (Østergaard *et al* 2005); sin embargo, dicho estimador no se considera el mejor descriptor debido a que es fuertemente dependiente del tamaño de la muestra. Pearre (1986) sugirió describir la amplitud de nicho trófico (ANT) basándose en una escala de razón (*ratio scale*), la cual se obtiene calculando la desviación estándar de los anchos de presas transformados logarítmicamente. Esta escala de razón relaciona el tamaño de la presa con el tamaño del depredador, y está definida como el promedio de las desviaciones estándar de las observaciones del ancho de presas correspondientes a cada clase de talla de ancho de boca de las larvas. Esta aproximación, en comparación con la utilización del rango de tamaños de presas, se considera más apropiada debido a que es menos dependiente del tamaño de la muestra. La comparación de las amplitudes de nicho de diferentes especies

Capítulo 2

proporciona información sobre el solapamiento dietario en términos de tamaño y permite inferir la existencia de competencia potencial por presas según su tamaño.

La teoría de competencia predice que especies que co-ocurren y se solapan en el uso de un recurso limitante tenderán a diferenciarse en la utilización de dicho recurso como forma de disminuir la competencia inter-específica y evitar la exclusión (Volterra 1926 y Lotka 1932 en: Begon *et al* 2005, Keast 1978, Sale 1974, Ritchie & Tilman 1993). Larvas de diferentes especies pueden depredar sobre los mismos rangos de tamaño según su estadio de desarrollo (Sanchez-Velazco & Norbis 1997, Sanchez-Velazco *et al* 1999, Fuiman & Werner 2002, Rodríguez-Graña *et al.* 2005). De acuerdo a ello, se esperaría que larvas con espectros similares de presas presenten un mayor solapamiento trófico bajo condiciones de alta disponibilidad de alimento (no limitante) que cuando el alimento es más escaso (limitante). En el Pacífico oriental se encontró que larvas de diferentes especies presentaron mayor solapamiento trófico en condiciones/áreas con alta disponibilidad de alimento (surgencia costera), mientras que en áreas y/o condiciones con baja disponibilidad (océano abierto) presentaron una mayor especialización en determinados tipos de presa y un menor solapamiento (Keast 1978, Sales 1974, Ritchie & Tilman 1993, Rodríguez-Graña *et al.* 2005). De igual forma se ha observado que el solapamiento de dieta y potencial competencia entre larvas de diferentes especies co-ocurrentes en espacio y tiempo tiende a disminuir a medida que las larvas aumentan de tamaño (Sánchez-Velazco & Norbis 1997) y cambian su morfología (Houde & Sckter 1980, Sánchez-Velazco & Norbis 1997, Zelditch *et al.* 2004). La información disponible respecto a la flexibilidad alimentaria del ictioplancton y su variación dada por la disponibilidad de alimento y presencia de potenciales competidores es muy escasa, especialmente para ambientes de estuario donde generalmente se supone que la disponibilidad de alimento es alta (Day *et al* 1989).

El presente capítulo evalúa aspectos relativos a la ecología trófica de las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami*, y basado en el marco teórico precedente intenta esclarecer la naturaleza de las interacciones de estas especies en el RP. Los adultos de *M. furnieri* (corvina), se alimentan principalmente de organismos bentónicos (e.g. poliquetos, gasterópodos, bivalvos y crustáceos) y en menor grado de peces como *Engraulis anchoita* y *Anchoa mitchilli* (Puig, 1986; Cosseau & Perrota 2000; Masello *et al.*, 2000). La información sobre dieta para juveniles es muy escasa, y especialmente para estadios larvales. El único estudio sobre dieta de larvas de *M. furnieri* (Laguna de los Patos, Brasil Gonçalves *et al.* 1999) describe una alimentación basada en zooplancton y fitoplancton, e.g., copépodos calanoides y harpacticoides, sus nauplios y larvas de moluscos, huevos de invertebrados y diatomeas. Los adultos de *T. lathami*

Capítulo 2

(surel) en estado adulto se alimenta preferentemente de zooplancton, mayormente de copépodos y quetognatos. También, aunque con menor frecuencia, en su dieta se ven incluidos anfípodos, misidáceos, larvas de cirripedios y huevos de peces (Cousseau 1967). El conocimiento acerca de la dieta del surel en estadíos tempranos es también muy escaso. Un único trabajo (Pedreira 1997) explora la dieta de larvas en Ubatuba, sur de Brasil, reportando una alta similaridad con aquella descrita para *M. furnieri* por Gonçalves *et al.* (1999). En dicho trabajo se registraron 69 ítems alimentarios, principalmente nauplios, copepoditos y adultos de copépodos.

2. JUSTIFICACIÓN E HIPOTESIS

Las teorías relacionadas al reclutamiento de peces marinos desarrolladas en los últimos cien años identifican al alimento como el factor más relevante en el crecimiento y la sobrevivencia larval (Fuiman & Werner 2002). La inanición es una causa de mortalidad larval de primer orden, especialmente durante la transición de alimentación endógena a exógena, i.e., el período crítico (Hjort 1914, Cushing 1975, Govoni *et al.* 1983). La corvina (*Micropogonias furnieri*) y el surel (*Trachurus lathami*), así como, por lo menos otras 15 especies de peces utilizan el Río de la Plata con fines reproductivos y como área cría (Berasategui *et al.* 2004). La distribución fuertemente agregada del alimento potencial de ambas especies (zooplancton) y su fuerte variabilidad temporal implican fluctuaciones de varios órdenes de magnitud en la disponibilidad de alimento para estas larvas dentro del RP (Castiglioni 2010, Calliari com. pers.); por ello, y consistentemente con las teorías generales sobre reclutamiento, el alimento para el ictioplancton en el RP resultará un factor limitante durante diferentes momentos y en diferentes zonas del ecosistema. Ello regulará las tasas de consumo y crecimiento de las larvas en diferentes momentos y/o regiones del área de estudio. La densodependencia tiende a ser mayor en etapas tardías del desarrollo larval debido a que en ambientes como el RP, la disponibilidad de plancton grande (copépodos) es menor a la de plancton pequeño (protozooplancton), y a que la tasa de consumo es mayor en larvas grandes. En el primer capítulo se encontró que el solapamiento entre larvas de *Micropogonias furnieri* y *Trachurus lathami* fue bajo, pero con una incidencia importante (37%); además, no se encontraron diferencias significativas en las condiciones ambientales en las cuales ocurrieron ambas especies; esto sugiere que comparten el mismo *pool* de alimento (conjunto de presas potenciales). Una eventual competencia podría no necesariamente excluir a alguna de las especies, pero podría tener un efecto negativo en las especies competidoras (menor tasa de consumo, menor crecimiento, mayor mortalidad por inanición o por depredación). La co-ocurrencia de larvas de diversas especies en momentos y lugares

Capítulo 2

similares debe ser promovida por un mecanismo de diferenciación morfológica que permita explotar en forma diferencial las presas disponibles.

Teniendo en cuenta la información anterior se plantean las siguientes preguntas:

¿Existen diferencias en la morfología bucal de *M. furnieri* y *T. lathami*?

¿Cuál es el grado de solapamiento en la dieta de *M. furnieri* y *T. lathami*?

2.1 HIPOTESIS: Se postula que las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* desarrollan una estrategia alimentaria tendiente a minimizar el solapamiento trófico. Dado que *M. furnieri* y *T. lathami* utilizan el estuario del RP durante el mismo periodo (primavera-verano) con fines reproductivos, el uso compartido de recursos alimenticios entre larvas de ambas especies es una circunstancia potencial durante la época reproductiva en el RP. En estas circunstancias ambas especies se diferenciarán en la utilización de los recursos como mecanismo para evitar la inanición. Dado que la morfología bucal y la talla de las larvas son factores determinantes en la selección de presas y constituyen un mecanismo para la diferenciación trófica, se espera que:

- a) Las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* presentarán diferencias en la morfología corporal/bucal y en la composición de presas capturadas. Consecuentemente el grado de solapamiento dietario entre ambas especies será bajo en estadios de desarrollo similares.

Se analizará la variación del ancho de la boca con respecto al largo del cuerpo y la variación del ancho de las presas capturadas con respecto al ancho de la boca de las larvas. Complementariamente, la dieta de las larvas de corvina y surel será comparada en cada estación y en cada periodo de muestreo utilizando el índice de similitud D , que describe el grado de solapamiento de las dietas entre dos especies (Schoener 1968, ver Métodos). El índice D se calculará basado en un criterio taxonómico, y un criterio de tamaño de las presas ingeridas. El postulado (a) se validará si se encuentran diferencias significativas en la morfología bucal de ambas especies y si el solapamiento dietario es bajo ($D < 0.5$).

- b) Debido a diferencias morfológicas especie-específicas, la amplitud de nicho trófico (ANT) será diferente entre especies. Se calculará la ANT (*sensu* Pearre 1986) de cada especie, durante diferentes momentos de su desarrollo. Se comparará la ANT entre estadios (PF y PsF) y entre especies usando el estadístico U de Mann-Whitney.

Capítulo 2

El postulado *b* se validará si se encuentran diferencias significativas en la ANT entre especies.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Explorar y comparar la ecología trófica en larvas de *Micropogonias furnieri* y *Trachurus lathami* y evaluar potenciales interacciones de tipo competencia en el RP exterior durante una temporada reproductiva.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

6. Analizar e identificar relaciones entre la morfología bucal (ancho de boca y/o largo de la mandíbula) y el tamaño de las presas medido como ancho máximo.
7. Identificar los Ítems más representativos en la dieta de cada una de las especies durante las diferentes etapas de desarrollo de las larvas.
8. Estimar y comparar la incidencia alimentaria en larvas de *M. furnieri* y *T. lathami*.
9. Establecer la ANT en cada una de las especies y en los diferentes estadíos.
10. Estimar la selectividad de *M. furnieri* y *T. lathami* sobre las presas disponibles
11. Estimar el solapamiento trófico entre *M. furnieri* y *T. lathami*, y su variación a lo largo de la ontogenia de ambas especies.

Capítulo 2

4. MÉTODOS

4.1 TRABAJO DE CAMPO

Las larvas analizadas corresponden a aquellas utilizadas en el capítulo I de la presente tesis. Para estimar la disponibilidad de presas, se consideró la composición y abundancia de mesozooplancton (200-2000 μm), obtenido simultáneamente en las mismas estaciones donde se colectó el ictioplancton, y para lo cual se utilizaron redes tipo bongo equipadas con malla de 63 μm . Todas las muestras de plancton fueron fijadas *in situ* con solución neutralizada de formaldehído al 4%. Estas muestras fueron analizadas como parte de las actividades del Proyecto PDT (36-10) y para el presente trabajo se dispuso de la información resultante. El ictioplancton fue colectado conforme a la metodología de campo descrita en el capítulo 1.

4.2 TRABAJO DE LABORATORIO

El largo corporal (L_c de todas las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* capturadas), fue medido como largo notocordal para larvas en preflexión (PF), ó como longitud estándar para larvas en post flexión (PsF). También se midió el largo de la mandíbula (L_m), desde el extremo distal hasta el borde posterior de la misma, y el ancho de la boca (Ab) como la distancia entre los dos bordes posteriores de la maxila en vista ventral (Figura 2, capítulo 1).

Para realizar el análisis de contenido estomacal, las larvas de *M. furnieri* y de *T. lathami* fueron montadas sobre un porta-objetos excavado y cubiertas con glicerina, posteriormente fueron disectadas bajo lupa estereoscópica. Cada ítem alimentario (presa) fue identificado, medido y contado bajo lupa y microscopio invertido. La talla de las presas, definida como el ancho máximo (A_{max}), fue estimada según Busch (1996), teniendo en cuenta la distancia mayor entre los extremos laterales o dorso-ventrales de cada presa.

4.3 ANÁLISIS DE DATOS

Se exploraron las siguientes relaciones: L_c vs. Ab , L_c vs. L_m y Ab vs. A_{max} . Para los análisis entre las relaciones de L_c vs. Ab , y L_c vs. L_m , se ajustó el modelo potencial ($y = a * x^b$), donde y corresponde a la variable dependiente (L_c), x corresponde a la variable independiente (Ab ó L_m), a corresponde al punto de corte en el eje y , y b a la pendiente. Para establecer si el valor de la pendiente (b) es igual o diferente de 1 se linealizaron ambas variables (mediante Log_{10}), se estimó la regresión lineal entre ellas y se evaluó si la pendiente de la regresión era diferente de 1 mediante el test de Student (Zar 1999). Para el análisis de la relación entre Ab vs.

Capítulo 2

A_{\max} se ajustó el modelo logarítmico ($y = a + b * \ln(\text{abs}(x))$), donde y corresponde a la variable dependiente (A_{\max}), x corresponde a la variable independiente (Ab), a corresponde al punto de corte en el eje y , y b a la pendiente. El valor de probabilidad para rechazar la validez del del ajuste del modelo será $p = 0,05$.

Se realizó una descripción general de las características de la alimentación de ambas especies en función de la disponibilidad de presas mediante el Índice de Incidencia Alimentaria (IIA), la Relación Alimentaria (RA), el Índice de Importancia Relativa (IIR) y el Índice de Preferencia de Dieta (IPD).

La incidencia alimentaria se estimó como la proporción de larvas con contenido estomacal para cada especie, periodo y estación; éste puede ser considerado como una medida del éxito en la alimentación (Rodríguez-Graña *et al* 2005),

La relación alimentaria o “*feeding-ratio*” (número de presas por estómago) fue calculada para determinar el grado de repleción, como un indicador de la intensidad de alimentación en cada especie y para las diferentes clases de tallas de larvas.

La composición de la dieta fue resumida como el porcentaje de cada ítem en el total de la dieta (N%) y la frecuencia de ocurrencia (F%) de los mismos. El producto de estos dos factores produce un Índice de Importancia de dieta Relativa dado como N% x F% (Govoni *et al.* 1983; Sánchez-Velazco *et al.* 1999). Las larvas con estómagos vacíos fueron excluidas de este análisis.

El índice de solapamiento de dieta se calculó con el fin de establecer en que grado las dietas de *M. furnieri* y *T. lathamii* se asemejan. Este índice se calculó en base a dos criterios complementarios: la **composición de “ítems”** (“ítems” comunes) y el **ancho de las presas** (tamaños de presa comunes) que caracterizaron la dieta de cada especie. De acuerdo al índice de solapamiento de dieta o índice de similitud D (Schoener 1968):

$$D = 1 - 0.5 \times \sum (p_i - q_i)$$

donde teniendo en cuenta la **composición de “ítems”**, p_i es la proporción de la presa i en la dieta de los individuos de la especie P , y q_i es la proporción de la presa i en los individuos de la especie Q . Teniendo en cuenta la composición de **anchos de presa**, p_i es la proporción de la clase de A_{\max} i en la dieta de los individuos de la especie P , y q_i es la proporción de la clase de A_{\max} i en los individuos de la especie Q . El índice D puede tomar valores entre 0 (no hay solapamiento de dietas) y 1 (total solapamiento de las dietas). Este índice será aplicado teniendo en cuenta todas las

Capítulo 2

larvas (discriminando por estadios PF y PsF) para estimar el grado de solapamiento potencial.

Como estimador de la ANT se calculó la desviación estándar del Log_{10} del ancho máximo (A_{max}) de las presas: se crearon clases de talla del Ancho de la boca de las larvas, posteriormente el promedio de las desviaciones estándar de los A_{max} de las presas incluidas en cada clase de talla fue graficado contra el promedio del cociente Ab/Lc de las mismas clases de tallas.

La diversidad de presas fue estimada utilizando el índice de Shannon–Wiener (Shannon & Weaver 1963).

$$H = - \sum d_i \text{Log}_2 d_i, \quad d_i = N_i / N$$

donde d_i es la proporción del ítem i en la dieta, N_i es el número de larvas en la muestra con el ítem i , N es el número total de larvas en la muestra y $\sum d_i = 1$. Este índice puede tomar valores desde 0 (cuando solo un ítem está presente) hasta H'_{max} que corresponde al valor cuando todos los ítems están en igual abundancia. Este análisis fue estimado para larvas de ambas especies, discriminando por estadios (PF y PsF), cuyo contenido estomacal estuviera constituido por presas reconocibles.

Preferencia de presas: fue estimada para cada ítem j (tipo de presa) usando el índice de Chesson alpha (α) (Chesson 1978):

$$\alpha_j = \frac{\frac{d_j}{k_j}}{\sum \frac{d_i}{k_i}}, \quad i = 1 \dots n$$

donde n es el número de presas de diferentes (ítems) por muestra, d_j es la proporción de la presa j en la dieta, k_j es la proporción de la presa j disponible para las larvas en el medio y d_i y k_i son las mismas proporciones para la i -ésima presa i . El valor de éste índice para una larva no selectiva es función del número de ítems (clases de presas), $1/n$. El índice varía entre 0 y 1, donde valores superiores a $1/n$ indican preferencia para dicha presa, y valores por debajo de $1/n$ indican evasión. El índice de Chesson (α) no es afectado por la abundancia relativa de los ítems, permitiendo

Capitulo 2

comparaciones entre muestras (Lechowicz 1982). Los índices de importancia relativa y preferencia se utilizaron como descriptores del espectro trófico para ambas especies.

5. RESULTADOS

5.1 COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS PRESAS POTENCIALES EN EL ZOOPLANCTON EN OCTUBRE DE 2006

Se identificaron 19 grupos de presas potenciales dentro del zooplancton >200 μm , siendo las más abundantes copépodos y cladóceros. Entre los copépodos, *Paracalanus* sp. dominó en 69% de las estaciones. El copépodo *Oithona* sp. fue el ítem más abundante en la estación 33. Entre los cladóceros, *Podon* sp. fue el ítem más abundante en las estaciones 39 y 41, y *Penilia* sp., en la estación 3 (Tabla 1). Otros ítems menos abundantes fueron los tunicados, los quetognatos y las larvas de bivalvos.

5.2 COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS PRESAS POTENCIALES EN EL ZOOPLANCTON EN MARZO DE 2007

Para este crucero se identificaron 22 grupos de presas potenciales dentro del zooplancton >200 μm , siendo las más abundantes los cladóceros, los nauplios de copépodo, los copépodos, y los tunicados. El cladócero *Penilia* sp. fue dominante en las estaciones 8, 39 y 45. Los nauplios de copépodos dominaron las estaciones 3, 5, 10 y 43. Entre los copépodos, fueron dominantes *Acartia tonsa* (estación 12), *Paracalanus* sp. (estación 7), *Temora* sp. (estación 41) y *Oithona* sp. (estaciones 13 y 37). El tunicado *Oikopleura* sp. fue dominante en la estación 33 (Tabla 2 y Figura 1 del capítulo 1).

Tabla 1. Abundancia (ind/m³) de presas >63 µm en las estaciones donde ocurrieron *Micropogonias furnieri* (M) y *Trachurus lathami* (T) y co – ocurrieron ambas especies (M/T) durante el crucero de Octubre de 2006. (Valor en **negrita** corresponde al máximo por estación).

2006 Estación	T 1	T 3	T 5	M/T 7	M 8	M 12	M/T 25	M/T 27	M/T 29	M/T 31	M/T 33	M 35	M 39	M 41	M 45	T 47
Copépodos																
<i>Acartia tonsa</i>	0	0	0	454	877	1750	0	0	0	0	71	1555	0	0	0	0
<i>Centropages</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corycaeus</i> sp.	201	27	390	187	337	19	112	54	0	12	0	0	72	0	52	0
<i>Euterpina</i> sp.	148	27	278	187	135	0	6	2	0	0	0	0	48	25	12	54
<i>Labidocera fluviatilis</i>	0	0	0	454	34	0	12	20	0	37	0	0	217	0	0	0
<i>Lubbockia</i> sp.	0	0	0	0	776	0	0	0	0	0	0	389	0	0	0	0
<i>Microsetella norvegica</i>	95	82	446	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
<i>Microsetella rosea</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0
<i>Oithona</i> sp.	4971	2080	6016	3421	7353	487	1162	898	2366	7	4568	14769	18512	7894	5910	5973
<i>Oncaea</i> sp.	0	164	0	0	270	0	6	2	0	0	35	0	0	275	0	103
<i>Paracalanus</i> sp.	9475	3531	17490	28357	19024	1852	2631	1515	7162	8	2585	47935	18295	4921	8542	7767
<i>Temora</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Nauplii copépodo	616	657	2785	1550	9343	7798	225	846	6075	1484	1310	27725	2579	3322	3074	0
Otros copépodos	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cladóceros																
<i>Evadne</i> sp.	142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0
<i>Penilia</i> av.	6031	8814	10249	5639	607	0	219	179	895	399	0	0	169	75	12	0
<i>Podon</i> sp.	0	0	0	27	135	0	212	5	0	4401	673	0	24007	9217	3376	525
Larvaceos																
<i>Oikopleura</i> sp.	426	164	1392	2085	2260	0	87	27	384	661	460	130	627	2223	755	2036
Otros																
Hydromedusas	12	0	56	53	236	11	0	0	64	0	35	0	72	0	0	0
Larva bivalvo	2012	1642	1225	53	101	26	0	97	64	312	142	389	386	275	314	85
Quetognatos	36	109	167	160	0	0	25	45	192	175	0	130	72	0	29	9

Tabla 2. Abundancia (ind/m³) de presas >63 µm en las estaciones donde ocurrieron *Micropogonias furnieri* (M) y *Trachurus lathami* (T) y co – ocurrieron ambas especies (M/T) durante el crucero de Marzo de 2007. (Valores en **negrita** corresponden al valor máximo por estación; n.i. = “item” no identificado).

2007	M	T	M	M	M	M	M	M	M	T	M	M	M
Estación	3	5	7	8	10	12	13	33	37	39	41	43	45
Copépodos													
<i>Acartia tonsa</i>	0	0	7	0	109	5291	1	1	162	57	5	183	183
<i>Calocalanus pavo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropages</i> sp.	501	289	260	847	711	3	0	15	68	217	98	335	923
<i>Clytemnestra rostrata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corycaeus</i> sp.	281	275	82	1146	731	13	0	9	135	342	44	152	692
<i>Euterpina acutifrons</i>	7	2	15	0	10	3	0	1	0	3	0	5	0
<i>Labidocera fluviatilis</i>	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
<i>Microsetella norvegica</i>	56	53	15	0	0	0	0	0	18	63	33	18	204
<i>Microsetella rosea</i>	15	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0
<i>Oithona</i> sp.	22	232	97	6	958	61	34	25	1263	53	5	134	34
<i>Oncaea</i> sp.	22	0	7	0	919	0	1	0	147	16	134	49	686
<i>Paracalanus</i> sp.	182	547	854	249	1067	54	0	9	1034	851	163	477	448
<i>Subeucalanus pileatus</i>	2	33	59	11	69	0	0	3	27	0	12	23	41
<i>Temora longicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	29	204	0	598	774
<i>Temora</i> sp.	344	561	676	1827	1067	0	0	10	0	0	504	0	0
<i>nauplii copépodo</i>	603	829	408	3050	3210	2961	2	5	863	1533	402	1076	597
Cladoceros													
<i>Evadne</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Penilia</i> sp.	378	494	735	6189	2055	3	0	20	53	2120	355	508	1235
<i>Podon</i> sp.	10	5	0	299	0	0	0	0	9	22	5	34	54
Larvaceos													
<i>Oikopleura</i> sp.	27	303	520	1019	296	6	0	25	186	358	56	178	0
Otros													
Larva bivalvo	70	25	0	4	2	3	0	0	7	3	13	20	5
<i>Quetognatos</i>	2	2	15	6	79	0	0	1	3	3	11	8	20
<i>Ostracodos n.i.</i>	0	0	7	6	0	86	6	0	12	3	7	15	0

5.3 MORFOMETRÍA

El modelo potencial línealizado fue el que presentó el mejor ajuste para las relaciones morfométricas analizadas (Figura 1). En cuanto a la relación morfométrica entre el ancho de la boca de las larvas (Ab) y el ancho de las presas presentes en los estómagos, en ambas especies se observó un incremento en el tamaño de las presas en función del tamaño de la boca de las larvas, sin embargo el incremento fue más regular en las larvas de *M. furnieri*. En las larvas de *T. lathami* las presas de mayor tamaño se encontraron en clases de Ab intermedias (Figuras 2 y 3).

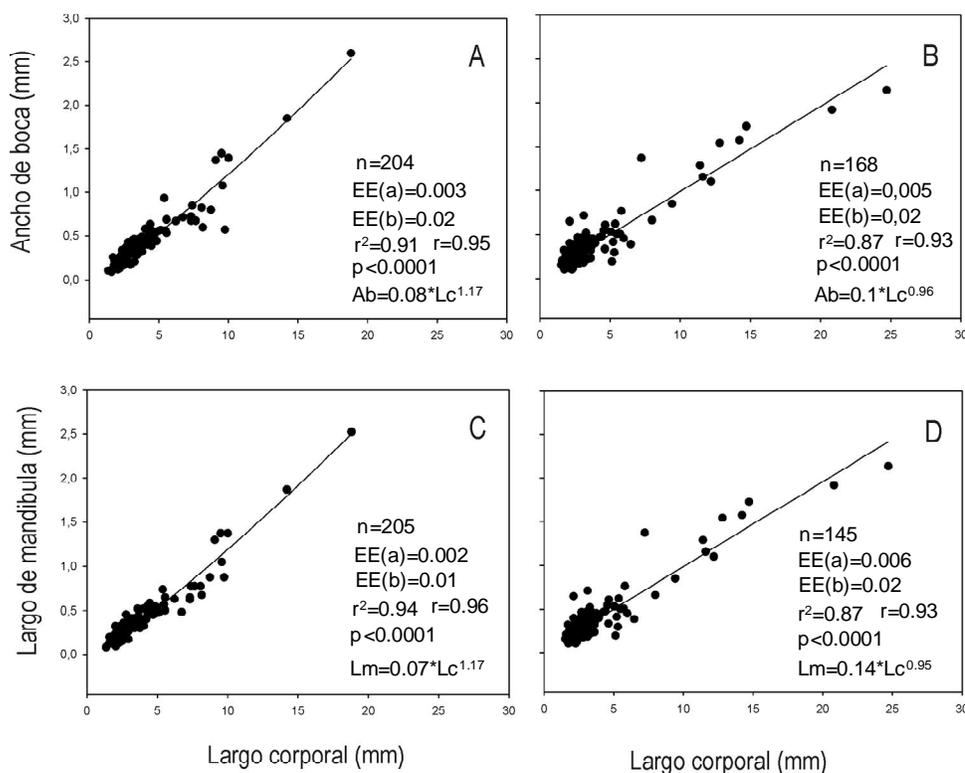


Figura 1. Relación entre el largo corporal vs el ancho de la boca en (A) *M. furnieri* y en (B) *T. lathami* y relación entre el largo corporal vs el largo de mandíbula en (C) *M. furnieri* y en (D) *T. lathami*. La línea de tendencia corresponde a la ecuación potencial (**EE** = error estándar, r^2 = coeficiente de determinación, r = coeficiente de correlación, **p** = valor de probabilidad y **n** = número de observaciones).

Micropogonias furnieri

Para los análisis morfométricos de las larvas de corvina (Lc vs. Ab y Lc vs. Lm), se tuvieron en cuenta un total de 204 y 205 larvas, respectivamente. La corvina presentó crecimiento alométrico positivo de Ab con respecto a Lc ($r^2= 0.91$) y de Lm con respecto a Lc ($r^2= 0.93$) siendo el valor de la pendiente **b** significativamente

diferente y mayor de 1 ($b > 1$, $p = < 0.0001$) en ambos casos (Figura 1 A y C, y tabla 3).

El ancho de la boca de las larvas de corvina y el ancho de las presas presentaron una relación de tipo logarítmico ($r^2 = 0.71$). Además, la representación gráfica pone en evidencia un cambio en el tamaño de presas ingeridas por larvas con Ab mayor a 0.6 mm; a partir de este tamaño de Ab las presas encontradas fueron predominantemente mayores a 100 μm (Figura 2 A).

Trachurus lathami

Para los análisis morfométricos de las larvas de surel (Lc vs. Ab y Lc vs. Lm), se tuvieron en cuenta un total de 168 y 145 larvas respectivamente. El surel presentó crecimiento isométrico de Ab y Lm con respecto a Lc ($r^2 = 0.87$) y de Lm con respecto a Lc ($r^2 = 0.87$) siendo el valor de la pendiente b igual a 1 ($p = < 0.0001$) en ambos casos (Figura 2 B, D y tabla 3). El ancho de la boca de las larvas de surel y el ancho de las presas presentaron una relación de tipo logarítmico ($r^2 = 0.43$). Se observó que a partir de los 0.3 mm de Ab , las larvas de surel comenzaron a ingerir presas mayores a 200 μm , sin embargo este resultado se debe interpretar con cuidado dada que el tamaño de la boca explica menos de la mitad de la variabilidad en el tamaño de la presa. Las larvas de surel no dejaron de consumir presas pequeñas ($< 100 \mu\text{m}$) aún cuando alcanzaron tamaños de Ab cercanos al límite superior (Figura 2 B y tabla 4).

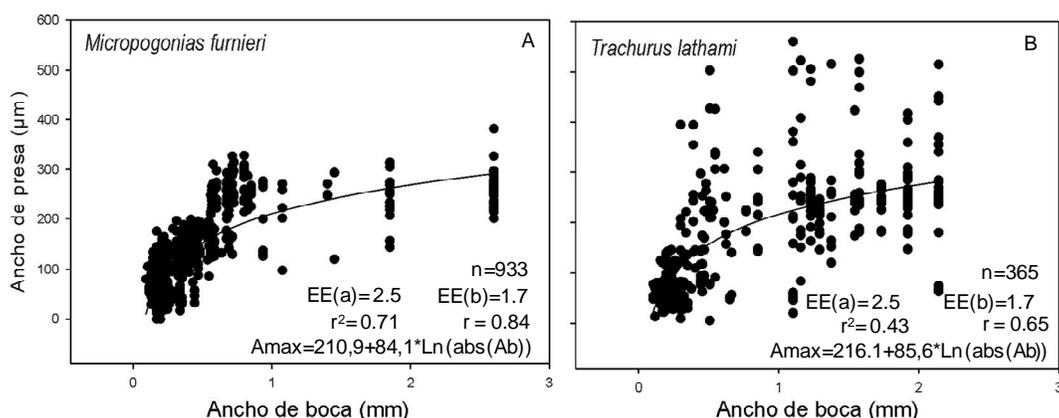


Figura 2. Relación ancho de presas (μm) vs ancho de boca (mm), larvas de *M. furnieri* (izquierda) y *T. lathami* (derecha). La línea de tendencia corresponde a la ecuación logarítmica (a (intercepto), b (pendiente), EE (error estándar), r^2 = coeficiente de determinación, r = coeficiente de correlación, p (nivel de probabilidad asociado) y n (número de observaciones)).

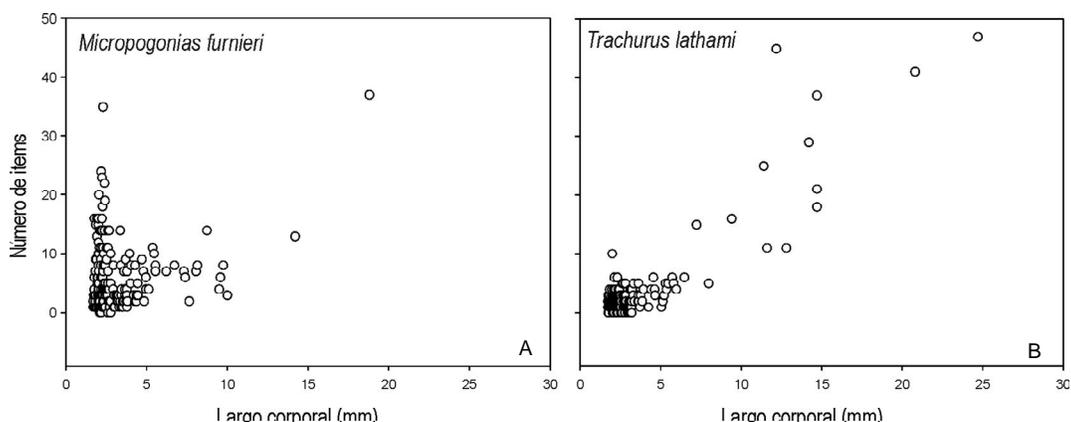


Figura 3. Relación alimentaria (número de presas por estomago) con respecto al largo corporal (Lc) en *M. furnieri* (A) y *T. lathami* (B).

5.4 NÚMERO DE PRESAS EN FUNCIÓN DE LA TALLA LARVAL

En larvas de corvina no existió un patrón claro: se encontraron larvas con similar grado de repleción (cantidad de presas por estomago) tanto en tallas grandes como en tallas menores (Figura 3). Existió una tendencia ascendente en larvas entre 1.7 y 3 mm (Lc); a mayores tamaños el grado de repleción disminuyó y existió una tendencia irregular hacia el aumento en larvas más grandes (Figura 3 A). En larvas de surel el número de presas aumentó en función del largo corporal (Figura 3 B).

5.5 INCIDENCIA ALIMENTARIA

Micropogonias furnieri

La incidencia alimentaria (IA) fue de 90.3 % para el total de las larvas; de 90.5 % para las larvas en PF y de 92.3 % para las larvas en PsF. Las larvas de corvina presentaron contenido estomacal durante todas las horas muestreadas. El mayor número de larvas con contenido se registró a las 18:30 hs (Figura 4 y tabla 5). La IA fue mayor al 50% en todas las horas de muestreo y en todas las estaciones. Sin embargo los resultados correspondientes a los momentos en los que n fue < 10 serán tomados como preliminares.

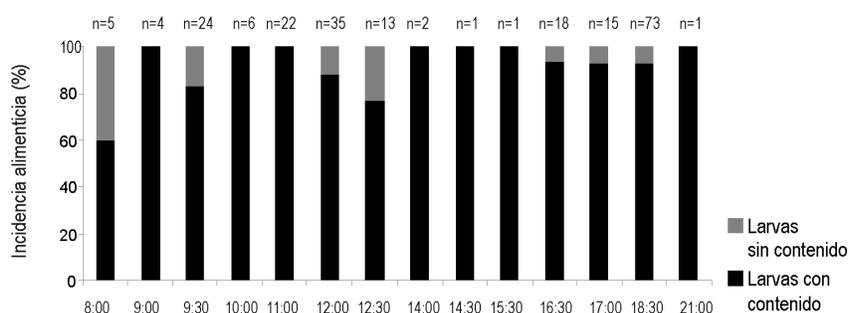


Figura 4. Porcentaje de incidencia alimentaria de *M. furnieri* en diferentes horas de muestreo, durante los cruceros de Octubre 2006 y Marzo de 2007. Barras negras (larvas con contenido estomacal) y barras grises (larvas sin contenido estomacal), n = número de larvas.

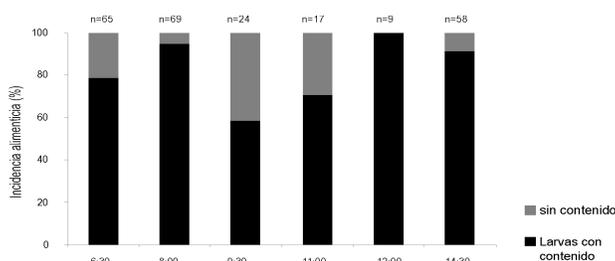


Figura 5. Porcentaje de incidencia alimentaria de *T. lathami* en diferentes horas de muestreo, durante los cruceros de Octubre 2006 y Marzo de 2007. Barras negras (larvas con contenido estomacal) y barras grises (larvas sin contenido estomacal), n = número de larvas.

Trachurus lathami

La IA registrada para el total de larvas fue de 83.4 %; para las larvas PF, y de 81.3 % y 100% para las larvas PsF. Las larvas de surel presentaron contenido estomacal durante todas las horas muestreadas. El mayor número de larvas con contenido se presentó a las 6:30hs y a las 14:30hs (Figura 5). La IA fue mayor al 50% en todas las estaciones.

5.6 ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR)

Micropogonias furnieri

Este análisis tiene en cuenta todas las larvas de corvina capturadas durante los cruceros de 2006 y 2007 (n =219), de las cuales 197 presentaban contenido estomacal. Las presas se clasificaron en 33 “ítems”, algunos de los cuales fueron determinados hasta el nivel de especie (Tabla 3). Las presas más importantes fueron los tintínidos con un IRI de 71% seguidos por los nauplios 9% y los copépodos n.i. (no identificados) con 6,4%. El rango de tallas (A_{max}) osciló entre 20 y 120 μ m en los tintínidos, entre 30 y 120 μ m en los nauplios, entre 50 y 180 μ m en los copépodos n.i. y entre 50 y 340 μ m en copépodos del genero *Acartia tonsa* (Figuras 6 y 7).

Para el total de las larvas en preflexión (n = 152) capturadas durante el crucero de Octubre de 2006, los “ítems” Tintínido, Copépodo n.i y nauplio, fueron los más representativos, con valores de IRI% = 84,9%; 4,8% y 4%, respectivamente (Tabla 3). Para el total de las larvas en postflexión (n = 3) capturadas en el crucero de Octubre de 2006, los ítems Copépodo n.i., *Paracalanus* sp. y *Oithona* sp., fueron los más representativos, IRI%= 38.1%, 23.8% y 14.3%, respectivamente (Tabla 4).

Para el total de larvas en preflexión capturadas en el crucero de Marzo de 2007 (n = 21), los “ítems” *Oncea* sp., nauplio y *Penilia* sp. fueron los más representativos; IRI% = 41%; 31% y 13.4%, respectivamente (Tabla 3). Para las larvas en postflexión (n = 22) capturadas en el crucero de Marzo de 2007, el copepodo *Acartia tonsa* fue el más representativo con un IRI% = 92.8% (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia de ocurrencia (**Fi**), proporción (**N**), e Índice de importancia relativa (**IIR**) de cada ítem en la dieta de *M. furnieri*, expresado en porcentaje. Larvas en preflexión y postflexión capturadas en los cruceros de Octubre de 2006 y Marzo de 2007 (n = número de larvas analizadas; n.i. = "ítem" no identificado; se resaltan en negrita los "ítems" más importantes).

Item	2006 + 2007 n=197			Preflexión 2006 n=152			Postflexión 2006 n=3			Preflexión 2007 n=21			Postflexión 2007 n =22		
	Fi(%)	N%	IRI%	Fi(%)	N%	IRI%	Fi(%)	N%	IRI%	Fi(%)	N%	IRI%	Fi(%)	N%	IRI%
Tintínido	41.1	45.4	71.1	48.7	60.6	84.9				4.76	1.03	0.17			
Nauplio	29.7	7.98	9.05	16.2	8.6	4.0				47.6	18.6	31.0			
Copépodo n.i.	28.1	7.21	6.41	25.3	7.81	4.8	66.6	23.53	38.1	38.1	9.28	7.93			
<i>Acartia tonsa</i>	12.4	11.85	5.62	3.90	0.92	0.1				4.76	1.03	0.17	72.7	72.5	92.8
Dinoflagelado	16.8	3.43	2.19	19.5	4.48	2.5				4.76	1.03	0.17			
<i>Oithona sp</i>	10.8	2.75	1.13	7.79	2.07	0.5	33.3	17.6	14.3	14.3	4.12	2.07	18.2	3.93	1.26
Crustaceo n.i.	10.3	2.75	1.08	11.7	3.56	1.2				4.76	1.03	0.17			
<i>Protopeidinium sp</i>	7.57	2.92	0.84	9.09	3.67	1.0									
<i>Oncea sp</i>	5.41	3.95	0.81							33.3	35.1	41.0	13.6	6.74	1.62
Larva de bivalvo	10.27	1.72	0.67	10.4	1.95	0.58				9.52	2.06	0.69	4.55	0.56	0.04
Huevo(invertebrado)	4.86	1.37	0.25	5.19	1.84	0.27									
<i>Penilia sp</i>	4.32	1.37	0.23							28.6	13.4	13.4	9.09	1.69	0.27
<i>Paracalanus sp</i>	3.24	1.55	0.19	1.95	1.03	0.06	33.3	29.4	23.8	4.76	2.06	0.34	4.55	1.12	0.09
<i>Actinocyclus sp</i>	4.32	0.94	0.16							4.76	2.06	0.34	31.8	5.06	2.83
Cladocero n.i.	3.24	0.60	0.07	1.95	0.34	0.02				9.52	3.09	1.03	4.55	0.56	0.04
Fitoplancton n.i.	2.16	0.43	0.04	2.60	0.57	0.04									
<i>Corycaeus sp</i>	2.16	0.34	0.03	0.65	0.11	0.00				4.76	1.03	0.17	9.09	1.12	0.18
Huevo de copépodo	0.54	1.12	0.02	0.65	1.49	0.03									
Copépodo calanoide	1.62	0.26	0.02							9.52	2.06	0.69	4.55	0.56	0.04
<i>Scolecithricella sp</i>	1.08	0.34	0.01	0.65	0.11	<0.01	33.3	17.6	14.3						
<i>Euterpina sp</i>	1.08	0.26	0.01				33.3	11.8	9.52	4.76	1.03	0.17			
<i>Microsetella sp</i>	1.08	0.17	0.01	0.65	0.11	<0.01				4.76	1.03	0.17			
<i>Bosmina sp</i>	1.08	0.17	0.01										9.09	1.12	0.18
Misidaceo	1.08	0.17	0.01	0.65	0.11	<0.01							4.55	0.56	0.04
<i>Centropages sp</i>	0.54	0.17	<0.01										4.55	1.12	0.09
<i>Lubbockia sp</i>	0.54	0.17	<0.01										4.55	1.12	0.09
<i>Ceratium sp</i>	0.54	0.09	<0.01	0.65	0.11	<0.01									
<i>Copillia sp</i>	0.54	0.09	<0.01	0.65	0.11	<0.01									
<i>Diatomea</i>	0.54	0.09	<0.01	0.65	0.11	<0.01									
<i>Evadne sp</i>	0.54	0.09	<0.01							4.76	1.03	0.17			
Flagelado n.i.	0.54	0.09	<0.01	0.65	0.11	<0.01									
Ostrácodo	0.54	0.09	<0.01										4.55	0.56	0.04

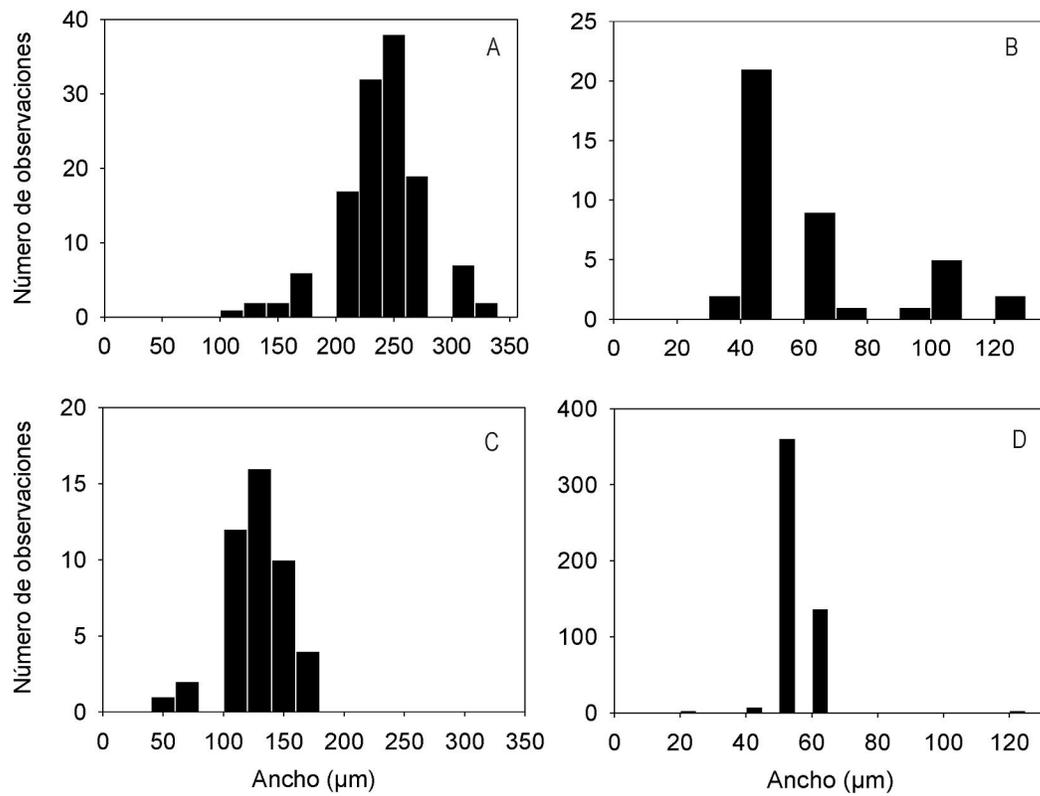


Figura 6. Histograma de ancho de presas (μm) dominantes en la dieta de *M. furnieri*: *Acartia sp* (A), nauplio (B), copépodo n.i. (C), tintínido (D) (n.i. = no identificado).

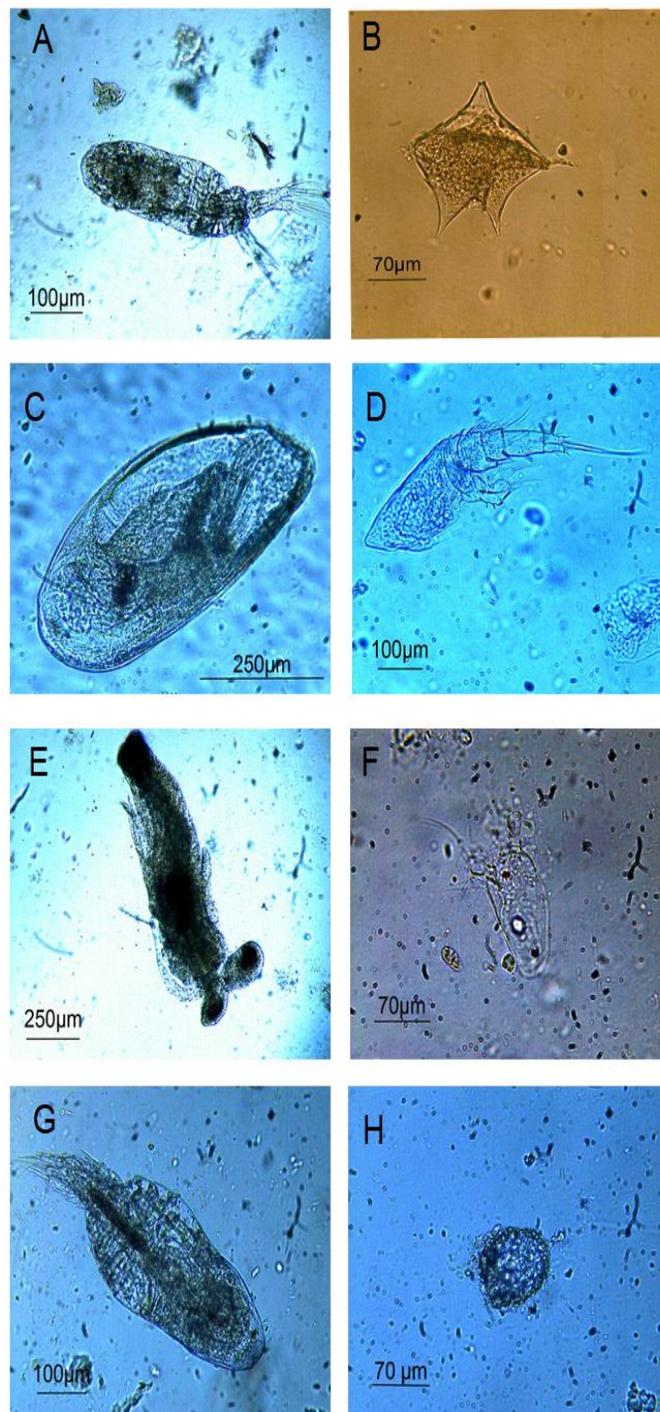


Figura 7. Fotografías de algunas presas capturadas por las larvas de *M. furnieri*. *Acartia tonsa* (A), dinoflagelado (B), ostrácodo (C), *Lubbockia sp* (D), misidáceo (E), nauplio de copépodo (F), *Paracalanus sp* (G) y tintínido (H).

Trachurus lathami

Del total de larvas de surel (n = 205), 171 presentaron contenido estomacal. Las presas se clasificaron en 26 "ítems"; algunos de ellos fueron determinados hasta el nivel de especie (Tabla 4). Las presas más importantes fueron los nauplios de copépodo con un IRI de 48.3%, los copépodos con 27.3%, los cladóceros *Penilia* sp. con 9.9% y el copépodo *Paracalanus* sp. con 6.6%. El rango de tallas (A_{max}) osciló entre 30 y 125 μm en los nauplios, entre 30 y 310 μm en los copépodos no identificados (n.i.), entre 75 y 575 μm en los cladóceros del genero *Penilia* sp. y entre 130 y 370 μm en los copépodos del género *Paracalanus* sp. (Figuras 8 y 9). Para el total de las larvas en preflexión (n = 152), los "ítems" nauplio de copépodo, copépodo n.i. y Crustáceo n.i., fueron los más representativos, con valores de IRI% = 72.5%, 16.6 % y 4%, respectivamente (Tabla 4). Para el total de las larvas en post flexión (n = 18), las presas *Penilia* sp., *Paracalanus* sp. y Copépodo n.i. fueron las más representativas, con valores de IRI% = 40.8%, 29.4 y 27.2 %, respectivamente (Tabla 5).

Tabla 4. Frecuencia de ocurrencia (**Fi**), proporción (**N**), e Índice de importancia relativa (**IIR**) de cada "ítem" en la dieta de *T. lathami*, expresado en porcentaje. Larvas en preflexión y postflexión capturadas en el crucero de Octubre de 2006 (n = número de larvas analizadas; n.i. = "ítem" no identificado; se resaltan en negrita los "ítems" más importantes).

Item	Total 2006 n=171			Preflexión 2006 n=152			Postflexión 2006 n=18		
	Fi(%)	N%	IRI%	Fi(%)	N%	IRI%	Fi(%)	N%	IRI%
Nauplio	42.9	22.0	48.3	45.2	41.8	72.5	10.5	0.66	0.11
Copépodo n.i.	28.0	19.6	27.3	23.9	19.0	16.6	84.2	21.0	27.2
<i>Penilia sp</i>	9.34	20.7	9.90	2.58	3.27	0.32	68.4	38.7	40.8
<i>Paracalanus sp</i>	9.34	13.9	6.65	1.94	2.29	0.17	73.7	25.9	29.4
Tintínido	10.4	5.02	2.68	11.6	6.21	2.77	5.26	3.93	0.32
Crustáceo n.i.	11.5	4.21	2.48	13.5	7.84	4.08	5.26	0.33	0.03
Larva de Bivalvo	7.69	3.07	1.21	9.03	6.21	2.15			
<i>Oithona sp</i>	3.85	1.94	0.38	0.65	0.33	0.01	26.32	3.61	1.46
Huevo(invertebrado)	4.40	1.62	0.36	5.16	3.27	0.65			
<i>Acartia tonsa</i>	2.75	1.94	0.27	2.58	1.96	0.19	10.53	1.97	0.32
Copépodo calanoide	2.75	1.29	0.18	2.58	1.63	0.16	5.26	0.98	0.08
Dinoflagelado	2.75	0.97	0.14	3.23	1.96	0.24			
<i>Prorocentrum sp</i>	1.65	0.49	0.04	1.94	0.98	0.07			
<i>Corycaeus sp</i>	1.10	0.49	0.03	0.65	0.33	0.01	5.26	0.66	0.05
<i>Euterpina sp</i>	1.10	0.49	0.03				10.5	0.98	0.16
Fitoplancton n.i.	1.10	0.32	0.02	1.29	0.65	0.03			
Huevo de copépodo	1.10	0.32	0.02	1.29	0.65	0.03			
Apendicularia	0.55	0.32	0.01				5.26	0.66	0.05
<i>Microsetella sp</i>	0.55	0.16	<0.01	0.65	0.33	0.01			
<i>Temora sp</i>	0.55	0.16	<0.01				5.26	0.33	0.03
Cladóceros n.i.	0.55	0.16	<0.01	0.65	0.33	0.01			
Flagelado n.i.	0.55	0.16	<0.01						
Larva Mysis	0.55	0.16	<0.01				5.26	0.33	0.03
Nauplio de balano	0.55	0.16	<0.01	0.65	0.33	0.01			
<i>Oikopleura sp</i>	0.55	0.16	<0.01	0.65	0.33	0.01			
<i>Peridinium sp</i>	0.55	0.16	<0.01	0.65	0.33	0.01			

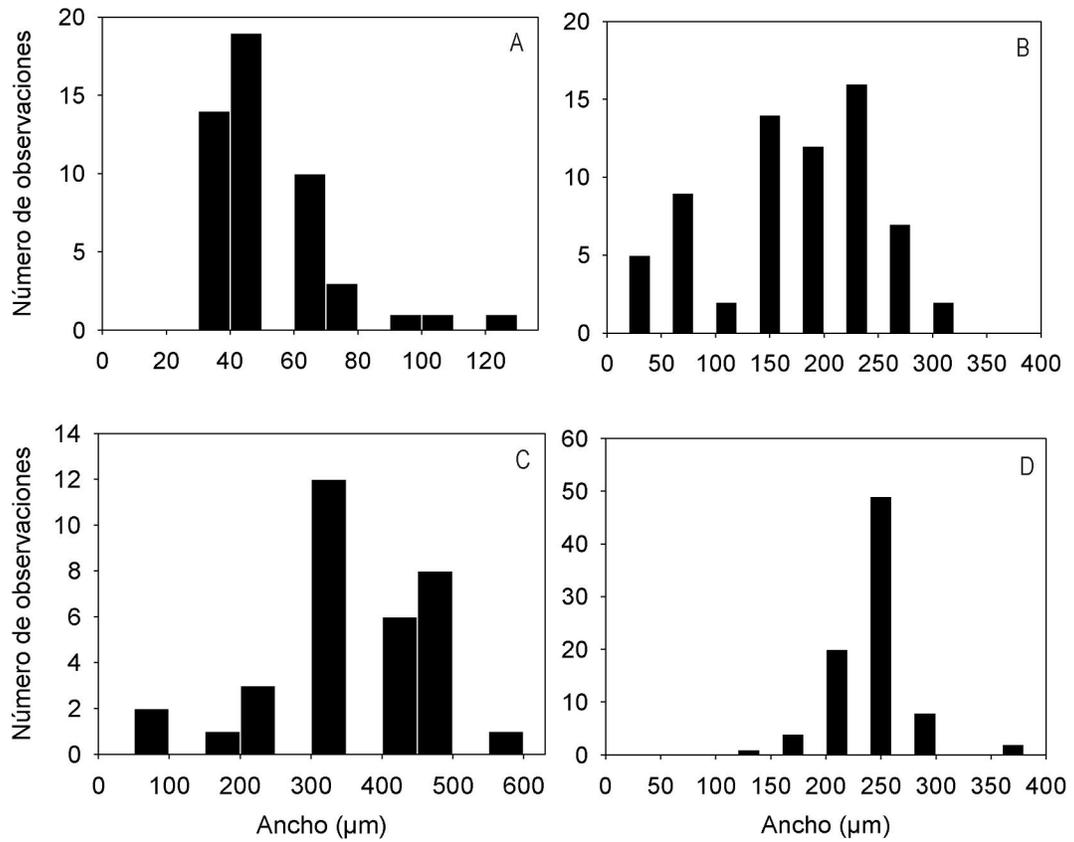


Figura 8. Número de observaciones con respecto al ancho (μm) de las presas de *T. lathami*: nauplios (A), copépodo n.i. (B), *Penilia* sp (C), *Paracalanus* sp (D) (n.i. = no identificado).

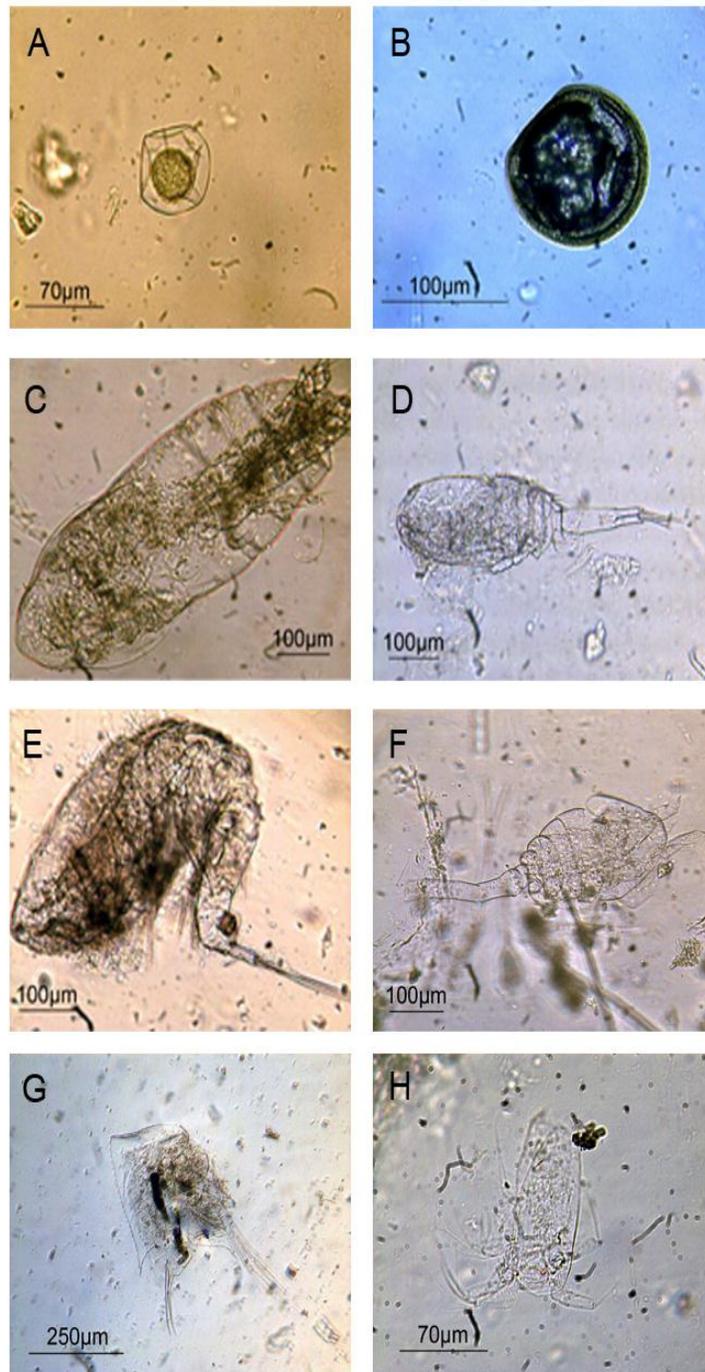


Figura 9. Fotografías de algunas presas capturadas por las larvas de *T. lathami*. Huevo de invertebrado (A), larva de bivalvo (B), *Paracalanus sp* (C), *Corycaeus sp* (D), *Euterpina sp* (E), *Oithona sp* (F), *Penilia sp* (G) y nauplio de copépodo (H).

5.7 ÍNDICE DE SOLAPAMIENTO DE DIETA D

Bajo el criterio taxonómico (composición de “ítems”/especies), el valor D fue menor a 0.4 tanto en larvas PF como en PsF, sin embargo al discriminar por clases de talla, el valor D de las larvas PF entre 3 y 5 mm de largo corporal, fue alto ($D= 0,67$). El valor más bajo se presentó en las larvas mayores a 10 mm de Lc ($D= 0.01$). (Tabla 5).

Bajo el criterio de ancho de las presas, los valores de D fueron mayores a 0.5 en ambos estadios, es decir, bajo este criterio, el solapamiento de dieta fue alto (Tabla 5).

Tabla 5. Índice de solapamiento de dieta (D) entre las especies analizadas para el total de las larvas y entre estadios. El índice D fue calculado según la composición de la dieta teniendo en cuenta los “ítems” en común y los anchos de presa en común.

Criterio	Estadio	Rango de tallas	D
Taxonómico	<i>Pre-flexión</i>		0,37
	<i>Post-flexión</i>		0,17
	Pre-flexión		
		2 - 3 mm	0,25
		3 - 5 mm	0,67
	Post-flexión		
		5 - 7 mm	0,39
		7 - 10mm	0,09
		>10 mm	0,01
	Ancho de Presa	<i>Total de larvas</i>	
<i>Pre-flexión</i>			0,74
<i>Post-flexión</i>			0,67

5.8 AMPLITUD DE NICHOS

Micropogonias furnieri

La ANT de las larvas de corvina en PF mostró una relación inversa al cociente Ab/Lc (Figura 10 A,). Teniendo en cuenta las larvas en PsF, la ANT presentó valores casi constantes (Figura 10 A). Por otra parte, al comparar los valores de ANT entre estadios no se observaron diferencias significativas (Tabla 6); es decir, la ANT tendió a disminuir durante el estadio PF pero se mantuvo constante a lo largo de todo el desarrollo larval.

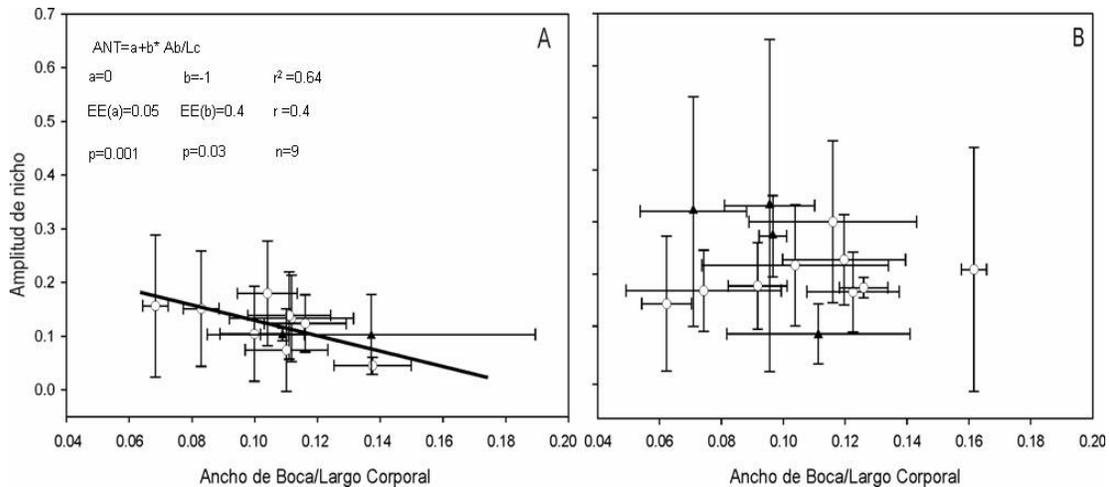


Figura 10. Relación entre la proporción ancho de boca y largo corporal (Ab/Lc) y la ANT (promedio de las desviaciones estandar del LOG_{10} del A_{max} de presas) de *M. furnieri* (A) y *T. lathami* (B). Los círculos corresponden a larvas en Preflexión y los triángulos a las larvas en postflexión. La línea de tendencia en (A) corresponde a la ecuación lineal ajustada a los resultados para larvas PF. (a = intercepto, b = pendiente, EE = error estándar, r^2 = coeficiente de determinación, r = coeficiente de correlación, p = nivel de probabilidad asociado y n = número de observaciones).

Trachurus lathami

Para estas larvas la ANT no mostró ninguna tendencia (Figura 10 B). No se encontraron diferencias significativas al comparar el valor de la ANT entre estadios (Tabla 6). La ANT en las larvas de surel se mantuvo constante a lo largo del desarrollo larval.

Al comparar entre *M. furnieri* y *T. lathami* se observó que existen diferencias significativas en la ANT de las larvas en PF, siendo más amplio el nicho trófico del surel (Tabla 6). No se encontraron diferencias entre especies en la ANT para las larvas en PsF.

Tabla 6. Comparación de los valores de ANT entre especies (*M. furnieri* y *T. lathami*) y entre estadios (PF y PsF) (U = estadístico de Mann Whitney, p = nivel de probabilidad asociado, n = número de observaciones: n = 9 (*M. furnieri* PF), n = 2 (*M. furnieri* PsF), n = 9 (*T. lathami* PF) y, n = 4 (*T. lathami* PsF).

	ANT	U	p
<i>M. furnieri</i> (PF vs. PsF)		4	0.23
<i>T. lathami</i> (PF vs. PsF)		10	0.2
<i>M. furnieri</i> vs. <i>T. lathami</i> (PF)		7	0.003
<i>M. furnieri</i> vs. <i>T. lathami</i> (PsF)		2	0.35

5.9 ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE PRESAS

Para comparar la diversidad de cada estadio y de cada especie se calculó el porcentaje de H con respecto a H'_{\max} (diversidad relativa, o equitatividad). Ambas especies presentaron valores de diversidad relativa mayores al 50%. *Micropogonias furnieri* presentó valores de diversidad relativa de 76.3% en PF y 85.7% en PsF. *T. lathami* presentó valores de diversidad relativa de 66.4% en PF y 76.2% en PsF (Figura 11).

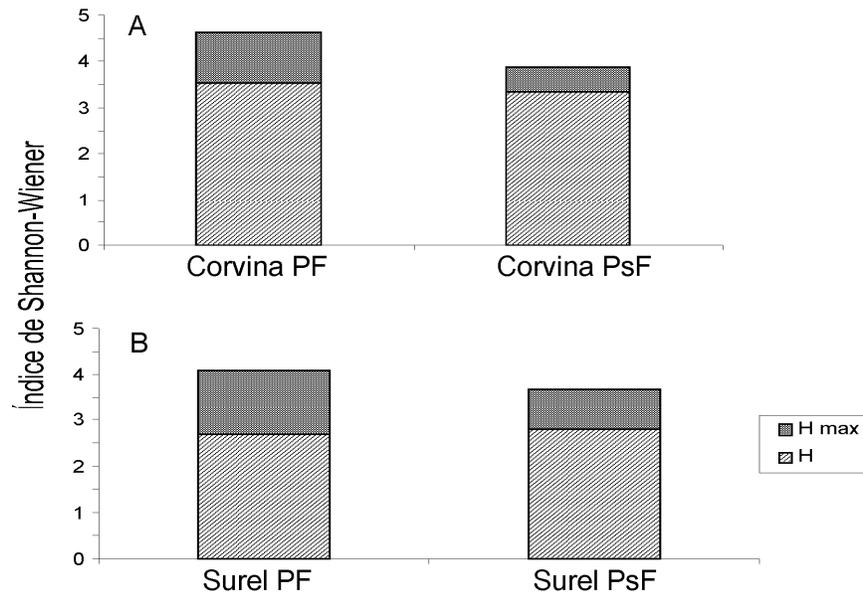


Figura 11. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H) y diversidad máxima (H max) para *M. furnieri* (PF, izquierda y PsF, derecha).

6. SELECTIVIDAD DE PRESAS

El índice de selectividad se calculó únicamente para las larvas en PsF debido a que la información sobre el alimento potencial de las larvas en PF (microzooplancton) no se encontraba disponible. Desde un punto de vista general, los copépodos fueron las presas preferidas por ambas especies.

Las larvas de *M. furnieri* mostraron preferencia por diferentes especies de copépodos en la mayoría de las estaciones durante ambos cruceros. En la estación 8 durante el crucero de Octubre de 2006 las larvas de corvina mostraron preferencia por el copépodo *Euterpina* sp. ($\alpha = 0.9$). Durante Marzo de 2007 preferencia por *Oncea* sp. ($\alpha = 0.71$, estación 43), *Corycaeus* sp., y el cladócero *Penilia* sp. en la estación 33 ($\alpha = 0.38$ y 0.29 , respectivamente), el copépodo *Acartia tonsa* ($\alpha = 1.0$, estación 13) y *Penilia* sp. ($\alpha = 0.36$) y el copépodo *Corycaeus* sp. ($\alpha = 0.35$) en la estación 8 (Tabla 7).

Tabla 7. Índice de selectividad de “ítems” presa por estación para larvas PsF de *M. furnieri* (ancho de boca mayor a 0,5mm) durante las campañas de octubre de 2006 y marzo de 2007. En negrita se resalta el mayor valor en cada caso.

Item	2006	2007			
	E8	E43	E33	E13	E8
<i>Acartia tonsa</i>	0,01	0,01	0,04	1,00	
<i>Centropages furcatus</i>		0,03	0,04		
<i>Corycaeus</i> sp.	0,01	0,04	0,38		0,35
<i>Euterpina</i> sp.	0,91		0,04		
<i>Labidocera fluviatilis</i>	0,01	0,01			
<i>Lubbockia</i>	0,01				
<i>Microsetella</i> sp.			0,04		
<i>Oithona</i> sp.	0,02	0,15	0,04		0,07
<i>Oncea</i> sp.	0,01	0,71			
<i>Paracalanus</i> sp.	0,03	0,03	0,04		0,07
<i>Penilia</i> sp.		0,02	0,29		0,36
<i>Subeucalanus</i> sp.		0,01	0,04		0,07
<i>Temora longicornis</i>		0,01	0,04		0,07

Las larvas de *T. lathami* mostraron preferencia por *Paracalanus* sp. ($\alpha = 0.24$, estación 1), *Euterpina* sp. ($\alpha = 0.46$) y *Corycaeus* sp. ($\alpha = 0.32$) en la estación 3, *Paracalanus* sp. ($\alpha = 0.41$) y nauplios de copépodo ($\alpha = 0.41$) en la estación 5, nauplios de copépodo ($\alpha = 0.87$) en la estación 25, el tunicado *Oikopleura* sp. ($\alpha = 0.29$) en la estación 27 y el copépodo *Oithona* sp. ($\alpha = 0.36$) en la estación 47 (Tabla 8).

Tabla 8. Índice de selectividad de ítems presa por estación (aplicado a larvas con ancho de boca mayor a 0,5mm) en larvas de *T. lathami* durante las campañas de octubre de 2006.

Item	2006					
	E1	E3	E5	E25	E27	E47
<i>Acartia tonsa</i>					0,59	
<i>Corycaeus sp</i>	0,12	0,32	0,05	0,08		
<i>Euterpina sp</i>	0,12	0,46	0,05			0,21
<i>Microsetella sp</i>	0,12		0,05			
<i>Oithona sp</i>	0,12	0,04	0,05		0,04	0,36
<i>Paracalanus sp</i>	0,24	0,12	0,41	0,02	0,01	0,21
<i>Penilia sp</i>	0,13	0,05		0,03	0,04	
Nauplio		0,01	0,41	0,87	0,02	
<i>Oikopleura sp</i>					0,29	
Larva de bivalvo	0,13					
<i>Oncea sp</i>						0,21

7. DISCUSIÓN

Se analizaron e identificaron relaciones entre la morfología bucal de las larvas de ambas especies y el ancho de las presas consumidas, se encontró que: la incidencia alimentaria fue alta en ambas especies; las presas más importantes en la dieta de las larvas de corvina fueron los tintínidos, los nauplios y los copépodos n.i; las presas más importantes en la dieta de las larvas de surel fueron los nauplios de copépodo, los copépodos n.i, los cladóceros *Penilia* sp. y los copépodos *Paracalanus* sp. También se encontró que la amplitud de nicho trófico (ANT) para las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* se mantuvo constante a lo largo del desarrollo. Teniendo en cuenta las larvas en estadio PF, la ANT de las larvas de *T. lathami* fue mayor que la de las larvas de *M. furnieri*. No se encontraron diferencias inter-específicas en la ANT para las larvas en estadio de PsF. El solapamiento dietario fue, en términos generales bajo; sin embargo, específicamente, en larvas entre 3 y 5 mm el solapamiento dietario fue mayor al 50%. Con respecto a la selectividad de las presas sobre las presas disponibles en el ambiente se encontró que los copépodos fueron las presas con mayor índice de selectividad en ambas especies (estadio PsF).

7.1 MORFOMETRÍA

En larvas de corvina se observó un crecimiento alométrico positivo de Ab y Lm con respecto a Lc, lo que señala crecimiento más rápido de la boca (mandíbula y el ancho de la boca) con respecto al largo corporal. En larvas de surel se observó crecimiento isométrico de las mismas variables, señalando una tasa de crecimiento similar de la boca con respecto al tamaño corporal. Esto implica una inversión diferencial de energía/biomasa de ambas especies. El tamaño de presas es conocido como el mayor determinante de la selectividad y está íntimamente relacionado con el tamaño de la boca de las larvas de peces (Shirota 1970, Hunter 1981). También, el ancho de la boca sería el principal limitante del tamaño máximo de presa que un individuo puede capturar (Munk 1992, Sabates & Saiz 2000). Los resultados sugieren que las larvas de corvina, durante determinada etapa del desarrollo podían tener acceso a presas más grandes que las larvas de surel. Por ejemplo, al alcanzar tallas de 15 mm (Lc), las larvas de corvina tienen el potencial de ingerir presas de aproximadamente 2.0 mm de ancho, mientras que las larvas de surel del mismo tamaño estarían limitadas a presas de aproximadamente 1.5 mm (Figura 1). A pesar de esto, el tamaño máximo de presas capturado por las larvas de *T. lathami* fue mayor que el de *M. furnieri* en casi todo el rango de tallas (Figura 2). Es probable que el

patrón de crecimiento del surel, en comparación con el de la corvina, le permita alcanzar mayores velocidades de nado habiendo invertido la misma cantidad de energía en el crecimiento. Mayor velocidad de nado aumenta la probabilidad de capturar presas de mayor tamaño (i.e copépodos calanoides) las cuales han desarrollado comportamientos de evasión relativamente sofisticados, observados y descritos en aproximaciones experimentales (Kjørboe *et al.* 2010). Estos resultados sugieren que el ancho de boca no es la única variable que determina el tamaño/tipo de la presa, y que en ciertos casos no sería el factor limitante como generalmente se asume. Efectivamente, en la mayoría de los casos aquí analizados el tamaño de la presa representó menos del 50% del ancho de la boca. Se podría especular con que este resultado se debe a que las larvas de *M. furnieri* tuvieron acceso a un grupo limitado de presas <200 μm ; pero, no fue el caso: varias especies de copépodos en diferentes estadios y algunos cladóceros estuvieron disponibles en las estaciones donde las larvas de corvina fueron capturadas (Tabla 1). Estos resultados sugieren que, en comparación con *T. lathamii*, las larvas de *M. furnieri* parecen preferir, o quizás, tener capacidad restringida para capturar presas de un rango estrecho en términos de tamaño (A_{max}). Independientemente del tamaño de la boca, esta preferencia o capacidad se vió reflejada en el rango de ancho de las presas ingeridas por ambas especies (Figura 2 A y B) y también en la ANT diferencial de ambas especies (Figura 10 A y B). Por tanto, los resultados encontrados en este trabajo no están de acuerdo con Gonzales-Quiroz & Anadón (2001) y Pepin & Peney (1992), quienes establecen que el ancho de boca determina el tamaño máximo de la presa que una larva puede capturar, y apoyarían la idea de que la selección de presas en larvas no está relacionada únicamente con el ancho de la boca, sino que puede estar determinada por otras variables como el comportamiento y el color de las presas, como ocurre para las larvas de *Micropogonias undulatus* (Govoni *et al.* 1986).

7.2 DESCRIPTORES DEL COMPORTAMIENTO TRÓFICO

La oferta de alimento en el RP estuvo representada mayormente por copépodos, nauplios de copepodos y cladóceros. También estuvieron presentes en menor abundancia larvas de bivalvos, larvaceos y quetognatos. Estos resultados están de acuerdo con lo encontrado por otros autores en el RP (Gonzales 1972, Milstein & Juanicó 1985, Calliari *et al.* 2003, Szephegyi 2006) y en estuarios templados en general (Mehner & Thielb 1999, Tackx *et al.* 2004).

Como se ha observado previamente (Hunter 1980, Young & Davis 1990, Sabates & Saiz 2000, Gonzales-Quiroz & Anadón 2001), el tamaño de presas ingeridas aumentó en función del largo corporal en ambas especies. Esto ha sido atribuido, en otras especies, a que a medida que aumenta el largo corporal, aumenta la velocidad de natación, la percepción y la eficiencia de captura (Hunter 1980, Munk 1992).

Ambas especies evidenciaron muy elevada incidencia alimentaria. La corvina y el surel pertenecen al orden Perciformes y presentan tubos digestivos enrollados en la etapa larval (“*looped gut*”). Esto significa que el tiempo de digestión de una presa en larvas con tubo digestivo enrollado es mayor en comparación con larvas de tracto digestivo recto, llegando a tardar hasta 8 horas (Theilacker & Dorsey 1980, Sanchez-Velazco *et al.* 1999). Esta razón puede contribuir a explicar la alta incidencia alimenticia en larvas de ambas especies capturadas en diferentes horas del día.

Los resultados respecto al IIR indican que las larvas PF de corvina mostraron una tendencia a alimentarse de muchas presas pequeñas (e.g tintínidos, nauplios de copépodo) y no de pocas presas medianas/grandes (e.g copepoditos, copépodos, cladóceros) como las larvas PF de surel (Tablas 3 y 4). Estos resultados sugieren estrategias de captura diferenciales entre especies: la corvina aparentemente compensó el tamaño con la cantidad; probablemente para *M. furnieri* sea más rentable capturar presas pequeñas y menos hábiles. En comparación, el surel presentó una dieta compuesta por pocas presas, en las que se incluían algunas de mayor tamaño (Figuras 2 y 3), las cuales representarían una inversión y recompensa energética mayor (Kislalioglu & Gibson 1976 en: Wootton 1990). A pesar de que existieron diferencias en la dieta de las especies objeto de estudio (composición y tamaño de presas), ambas capturaron presas comunes pero en proporciones diferentes.

7.3 SOLAPAMIENTO TRÓFICO

La hipótesis de trabajo establecía que *M. furnieri* y *T. lathami* utilizan el estuario del RP durante el mismo periodo (primavera-verano) con fines reproductivos, y que la interacción de tipo competencia por recursos alimenticios entre ambas especies es una circunstancia potencial durante la época reproductiva en el RP. Teniendo en cuenta la teoría de la competencia, se postuló que las especies tenderían a diferenciarse en la utilización de los recursos como mecanismo para evitar la inanición. Las predicciones para esta hipótesis fueron establecidas basándose en que la

morfología bucal y la talla de las larvas son factores determinantes en la selección de presas y constituyen un mecanismo para la diferenciación trófica.

El postulado a) de la hipótesis predijo diferencias en la morfología bucal y en la composición (taxonómica) de presas capturadas por las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* y un grado bajo de solapamiento dietario entre ambas especies en estadios de desarrollo similares.

Los resultados generales del índice de solapamiento revelaron que las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* se alimentaron de presas taxonómicamente diferentes pero de tamaños similares. Teniendo en cuenta el criterio **taxonómico**, el grado de solapamiento fue bajo tanto en larvas en PF como en larvas en PsF. Sin embargo dentro de la categoría PF, las larvas entre 3 y 5mm de Lc, presentaron un grado de solapamiento mayor a 0.5 ($D= 0.67$); esto se debe a que en tallas pequeñas no existe una diferenciación morfológica importante, más aún si, como en el presente estudio, las especies de larvas están relacionadas taxonómicamente, por lo tanto, la capacidad de dos o más especies para detectar, capturar e ingerir una presa puede ser similar en tallas pequeñas (Hunter 1980, Østergaard *et al.* 2005). Bajo el criterio de **ancho de presa** el índice de solapamiento dietario (D) fue mayor a 0.5 tanto en larvas en PF como en larvas en PsF (Tabla 5).

Si bien durante una etapa del desarrollo (entre 3-5 mm Lc) el solapamiento dietario puede dar lugar a interacciones de competencia, las diferencias morfológicas (e.g ancho de boca, largo corporal) que se presentan posteriormente modulan la selección de presas y actuarían como un mecanismo que reduce el solapamiento dietario a medida que las larvas aumentan el tamaño (Tablas 3 y 7).

Estos resultados no permiten rechazar el postulado a) de la hipótesis. Por tanto, se concluye que el bajo solapamiento dietario producto de diferencias en la utilización del alimento disponible podría funcionar como un mecanismo para evitar la exclusión por potenciales interacciones de competencia por alimento.

7. 4 AMPLITUD DE NICHO

El postulado b) de la hipótesis predijo una diferencia en la ANT entre especies.

Para las larvas de corvina en estadio de PF se observó una relación inversa entre la ANT y el cociente Ab/Lc. Esta relación sugiere un cambio gradual en la estrategia alimenticia a medida que las larvas PF se desarrollan. La estrategia alimenticia está relacionada a la flexión progresiva del notocordio y la conformación del

complejo hipural (conjunto de huesecillos de la aleta caudal) y se refleja en un incremento de la velocidad de natación (Hunter 1981, Sabates & Saiz 2000), que permite capturar presas más hábiles, más grandes y de mayor contenido energético. Por tanto, a medida que el notocordio se flexiona, presas de mayor tamaño pueden ser incluidas en la dieta y presas pequeñas pueden dejar de ser seleccionadas (Figuras 2 y 10). Para las larvas de corvina en estadio PsF no se observó una relación similar. No existieron diferencias significativas en la ANT entre estadios (PF y PsF) en larvas de *M. furnieri*, lo que sugiere que, aún cuando las larvas de corvina consumieron presas de mayor tamaño en tallas mayores, la ANT se mantuvo constante.

Para las larvas de surel no se encontraron relaciones entre la ANT y el cociente Ab/Lc en ningún momento del desarrollo. Las larvas de surel se alimentaron de un espectro amplio de presas (A_{max}) durante casi todo el desarrollo; aún en estadio de PsF las larvas de *T. lathami* se alimentaron eventualmente de presas pequeñas ($<100\mu m$).

Por otra parte, se encontraron diferencias significativas en la ANT entre las larvas en estadio PF de *M. furnieri* y las larvas en estadio de PF de *T. lathami*, pero no entre las larvas en estadio PsF.

En estadio PF se presentó el mayor grado de solapamiento dietario entre las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami*. Estos resultados pueden parecer contradictorios, sin embargo, al observar el rango de presas y la ANT de ambas especies (figuras 2 y 10), se aprecia que el nicho trófico de *M. furnieri* es más estrecho, y está contenido dentro del de *T. lathami*.

No se observaron diferencias en la ANT entre estadios de la misma especie. Sin embargo, en ambas especies fue evidente que al alcanzar cierto tamaño (ancho de boca $\geq 0.5mm$) las capturas se concentraron en presas mayores a $150\mu m$. Esta tendencia ya ha sido descrita (Sabates & Saiz 2000, Gonzales-Quiroz & Anadón 2001), y se cree que puede reducir la competencia intra-específica de larvas de cierto grado de desarrollo (i.e postflexión) con las más pequeñas (i.e postflexión).

La ANT constante durante el desarrollo ha sido reportada en varios trabajos relativos a la ecología trófica larval (Pearre 1986, Munk 1992, 1997, Sabates & Saiz 2000), sin embargo no es un patrón universal (Pepin & Penney 2000, Gonzales-Quiroz & Anadón 2001). El rango de tallas de presas (datos sin transformar) aumentó conforme el desarrollo, esta tendencia sugiere un aumento del espectro de presas potenciales. Sin embargo, si se analizan los datos (anchos de presas) en una escala relativa, usando ya sea el coeficiente de variación o la desviación estándar del \log_{10}

del ancho de las presas (A_{max}), se pone en evidencia un espectro de ancho de presas constante a lo largo del desarrollo. Este resultado coincide con estudios anteriores realizados para larvas de mictófidios (Sabates & Saiz 2000) y de gadidos (Munk 1997).

La relación negativa entre la ANT y el cociente Ab/Lc en larvas PF de corvina, sugiere que las larvas pasaban de comer muchas presas pequeñas, a pocas presas medianas y/o grandes (Figuras 2 A y 3 A). Este patrón ha sido observado anteriormente (Gonzales-Quiroz & Anadón 2001). Consistentemente Munk (1992) encontró que entre más pequeño sea el tamaño relativo de una presa, mayor es la probabilidad de ataque.

Los resultados revelan diferencias en la ANT entre ambas especies. Por lo tanto apoyan la segunda predicción de la hipótesis. Las diferencias en la ANT sugieren un mecanismo para evitar la competencia por alimento entre *M.furnieri* y *T.lathamii* en el RP. Los resultados establecen diferencias morfométricas entre las larvas de *M.furnieri* y *T.lathamii*, las cuales definen estrategias de alimentación diferenciales reflejadas en el nicho trófico que ocupa cada especie. Los valores de ANT oscilaron entre 0.07 y 0.17 para las larvas de corvina, y entre 0.08 y 0.3 para las larvas de surel. Estos valores fueron similares a los reportados por Sabates & Saiz (2000) en larvas de mictófidios (0.13 – 0.19). Comparativamente el surel mostró una ANT alta, siendo mayor que la de la corvina y que las larvas de mictófidios.

7.5 DIVERSIDAD DE PRESAS Y SELECTIVIDAD

Las larvas de ambas especies presentaron valores altos de diversidad de presas (Figura 11), y durante estadio PsF mostraron preferencias por varias especies de copépodos, especialmente por calanoides (i.e *Acartia tonsa*, *Paracalanus* sp.), harpacticoides (*Euterpina* sp.) y cladóceros del género *Penilia*.

La información inherente a la ecología trófica de *M.furnieri* y *T.lathamii* en estadio larval es muy escasa. No existe ningún trabajo que describa la alimentación de los estadios tempranos de estas especies en el RP. Los resultados del presente estudio son consistentes con lo encontrado por Gonçalves *et al.* (1999), quienes describieron la alimentación de larvas de corvina como basada principalmente en zooplancton y fitoplancton, y subrayan copépodos calanoides como *Acartia tonsa* y harpacticoides como *Euterpina* sp. dentro de la dieta de las larvas de corvina. Estas especies de copépodos presentaron índices de selectividad altos en el presente estudio.

En cuanto a larvas de surel, Pedreira (1997), subraya la importancia de presas como copépodos calanoides (*Temora stylifera*), Cyclopoides (*Oithona plumifera*), Poecilostomatoides (*Oncaea mediterranea*, *Corycaeus giesbrechti*) y Harpacticoida (*Microsetella* sp.). En el presente estudio, estas presas aparecieron eventualmente en la dieta de las larvas del surel, sin embargo solo algunas como *Corycaeus* sp. y *Oithona* sp. presentaron índices de selectividad altos (Tabla 11).

En conclusión los resultados señalan a los nauplios de copépodos, a los copépodos, y a los cladóceros como presas relevantes en la alimentación y sobrevivencia de las larvas de ambas especies en el RP. La gran mayoría de las especies de copépodos encontrados en los estómagos de las larvas de ambas especies presentaron abundancias moderadas o altas en el RP durante los muestreos (Tablas 1 y 2). Estos resultados representan una evidencia de que ambas especies eventualmente escogen a su presa, diferenciándola de un grupo multi-específico de presas potenciales. Esto implica que ambas especies tienen preferencias alimentarias diferentes, y que puedan coexistir alimentándose de presas no comunes desde el punto de vista taxonómico. En definitiva, este resultado no permite rechazar la hipótesis.

Diferencias entre la morfología bucal de *M. furnieri* y *T. lathami* sugieren estrategias de alimentación diferenciales, las cuales resultan en un solapamiento dietario bajo según el criterio **taxonómico**, y alto según el criterio **ancho de presas**.

Los resultados relativos a la ANT de *M. furnieri* y *T. lathami* no permiten rechazar la hipótesis y concuerdan con lo encontrado por Sabates & Saiz (2000), quienes observaron que la ANT se mantiene constante a lo largo del desarrollo.

Finalmente, los resultados concernientes a la alimentación de *M. furnieri* y *T. lathami* señalan la existencia de similitudes en la dieta de ambas especies durante una parte del desarrollo larval (3-5 mm de Lc). Esto implica que si ambas especies co-ocurrieran espacialmente durante este periodo del desarrollo podrían presentarse interacciones de competencia por alimento. Por otra parte el solapamiento dietario fue menor en tallas mayores, lo cual coincide con lo reportado por Houde & Sckter (1980) y Sánchez-Velazco & Norbis (1997). Esto implica la existencia de un mecanismo, asociado a cambios ontogénicos en morfología de las larvas, que reduciría el potencial de competencia. Una ANT constante asociada a un aumento en el tamaño de presas ingeridas indica que la composición de tamaño de presas evoluciona conforme al ancho de la boca de las larvas. Las larvas más grandes dejarían de utilizar el alimento

disponible para las larvas más pequeñas, lo cual contribuiría a evitar la competencia intra-específica.

Los resultados ponen en evidencia algunos mecanismos que han promovido la coexistencia de *M. furnieri* y *T. lathami* a lo largo de la costa sudamericana y específicamente en el RP. Las estrategias de alimentación de *M. furnieri* y *T. lathami* sumadas a la eficiencia y alta productividad del RP durante primavera y verano contribuyen al éxito y permanencia de estas especies. La importancia de la corvina y el surel como recursos pesqueros se refleja en la biomasa extraída por las flotas pesqueras uruguayas y argentinas en el RP y en las costas de ambos países. Para optimizar el manejo y promover la explotación sustentable de los recursos pesqueros es necesario profundizar en el conocimiento de la ecología de la comunidad de peces que realizan actividades reproductivas dentro del estuario. El presente trabajo contribuye con información básica y específica para el entendimiento de la biología de *M. furnieri* y *T. lathami* en el RP y representa una línea de base en estudios de ecología trófica para las larvas de corvina y de surel y en el RP.

8. DISCUSIÓN GENERAL

El análisis de la distribución espacial y uso del ambiente por parte de larvas de *M. furnieri* y *T. lathami* demostró un bajo solapamiento. Las larvas de corvina fueron más abundantes en la zona media del estuario, mientras las larvas de surel fueron más abundantes en la zona exterior del mismo. La distribución de las larvas de ambas especies no estuvo relacionada con la salinidad, la temperatura, la estratificación ni con los gradientes horizontales. Sin embargo se encontró una relación entre la distribución de las larvas de surel y la profundidad. La segregación entre las larvas de *M. furnieri* y *T. lathami*, entonces, no se explica por preferencias ambientales especie específicas. Esto sugiere la existencia de otros mecanismos que expliquen dicha segregación, tales como diferencias en las áreas de desove e interacción con la hidrología del estuario. Para esclarecer la causa de la segregación de las larvas de ambas especies, sería necesario conocer detalles de la circulación, de las zonas de desove de ambas especies y de posibles patrones de transporte y dispersión de huevos y larvas.

El segundo capítulo se enfocó en aspectos de la ecología trófica de *M. furnieri* y *T. lathami* en el RP. La hipótesis de trabajo suponía la posibilidad de competencia entre larvas de ambas especies por alimento, apoyada en la extrema sensibilidad de las larvas a la limitación por alimento (mortalidad por inanición durante el período crítico), y el hecho de que *M. furnieri* y *T. lathami* realizan actividades reproductivas en el RP durante el mismo periodo. Esta hipótesis se respaldó en la teoría de competencia y predijo una diferenciación en la utilización de recursos por parte de ambas especies como un mecanismo para evitar la exclusión competitiva.

Se encontraron diferencias en la morfología bucal de las larvas de ambas especies, y desde un punto de vista general, un solapamiento de dieta bajo (< 0.5). En larvas de *M. furnieri* en estadio de preflexión se encontró una tendencia a la disminución de la ANT en función del desarrollo; esta tendencia no fue evidente en larvas en posflexión. En las larvas de *T. lathami* no se observó una tendencia similar. Al tener en cuenta tanto larvas en preflexión como en posflexión, se observó que en ambas especies la ANT fue constante. Por otra parte, comparando las larvas en estadio de preflexión de ambas especies, se encontró que existieron diferencias entre los valores de ANT, siendo mayor la de *T. lathami*.

En base a la evidencia recabada no se pudo rechazar la hipótesis de trabajo, esencialmente por el hecho de que el solapamiento dietario fue bajo y por la existencia de diferencias en la ANT entre especies. Las diferencias en la ANT implicaron la

existencia de un mecanismo para evitar la competencia por alimento entre *M. furnieri* y *T. lathamii* en el Río de la Plata.

En resumen, los resultados respecto a uso del espacio y ecología trófica sugieren una escasa interacción de ambas especies en el RP. Se debe considerar que el escenario en el cual fueron capturadas las larvas es susceptible a cambios que responden a la variación en: la intensidad y dirección de los vientos, la hidrología de los tributarios del RP y la oceanografía de las masas de agua en la plataforma. En otras palabras, los cambios en la configuración del RP podrían alterar la distribución de las larvas de ambas especies anualmente y en diferentes momentos de la temporada reproductiva. Por tanto, la existencia de un escenario en el cual el solapamiento espacial sea importante es una circunstancia potencial. De ser así, podrían presentarse interacciones de tipo competencia especialmente en larvas entre 3 y 5 mm de Lc, en las que el solapamiento dietario fue moderado ($D= 0.67$). El surel en estadio larval ocurrió en un rango de salinidad estrecho y se mostró, desde un punto de vista trófico, como una especie generalista, capaz de alimentarse de un rango de presas más amplio que la corvina. Este comportamiento del surel podría significar una ventaja en ambientes de baja disponibilidad (e.g zona nerítica). Por otra parte, la corvina ocurrió en un rango amplio de salinidad y mostró un comportamiento trófico más especialista, el cual es favorable en un ambiente productivo como la zona media del estuario. Esto es, en un escenario en el cual el solapamiento espacial es alto, las interacciones de competencia estarían determinadas por el ambiente en el cual co-ocuran ambas especies (e.g dominio marino, dominio estuarino).

Finalmente, al observar la distribución casi especular de las larvas de *M. furnieri* y *T. lathamii* surge la pregunta: ¿se repetirá este patrón de distribución año a año? ¿Qué patrón de distribución se presenta a escala regional para las larvas de corvina y surel? Por otra parte, se sabe que además de *M. furnieri* y *T. lathamii*, otras especies de peces (e.g *Brevoortia aurea*, *Cynoscion guatucupa*) habitan y utilizan el estuario como zona de desove y/o cria. Entonces, ¿qué rol tienen estas especies en el estuario desde el punto de vista trófico?, ¿son mecanismos como la segregación y la diferenciación morfológica los únicos responsables de la coexistencia de varias especies de peces en el RP?, ¿Qué tipo características o comportamientos específicos dan lugar que algunas especies sean más abundantes que otras en el RP? Para responder estas preguntas es necesario profundizar en el conocimiento de los flujos de energía de la comunidad pelágica del RP. Para esto, se deben abordar, mediante aproximaciones sinópticas y experimentales aspectos hasta ahora

desconocidos (e.g. variación inter-anual, solapamiento de nichos, tasas de producción y consumo, entre otros) relacionados a la distribución, ecología trófica y fisiología del ictioplancton, de sus presas y sus depredadores.

9. REFERENCIAS

- Arthur. D. K. 1976. Food and feeding of larvae of three fishes occurring in the California current, *Sardinops sagax*, *Engraulis mordax* and *Trachurus symmetricus*. Fish Bulletin, U.S 74(3):517-530.
- Begon. M., Townsend. C. A. & J. L. Harper. 2005 Ecology: From individuals to ecosystems. 4a. Ed. Wiley-Blackwell, New York.
- Blanco. A. C. 1989. Balance de masa de los nutrientes en la superficie del Río de la Plata y su área de influencia en el mar epicontinental uruguayo. Tesis de Pregrado, Universidad de la República, Uruguay. 102 pp.
- Calliari. D., Cervetto. G. & R. Castiglioni. 2004. Summertime herbivory and egg production by *Acartia tonsa* at the Montevideo coast – Río de la Plata. *Ophelia* 58: 115-128.
- Calliari. D., Gómez. M. & N. Gómez. 2005 Biomass and composition of the phytoplankton in the Río de la Plata: large-scale distribution and relationship with environmental variables during a spring cruise. *Continental Shelf Research* 25: 197:210.
- Calliari. D., Defeo. O., Cervetto. G., Gómez. M., Giménez. L., Scarabino. F., Brazeiro. A. & W. Norbis. 2003. Marine life of Uruguay: critical update and priorities for future research. *Gayana* 67(2):341-370
- Chesson. J. 1978 Measuring preference in selective predation. *Ecology* 59:211–215
- Cosseau. M. B. & R. G. Perrota. 2000. Peces marinos de Argentina: biología, distribución, pesca. INIDEP, Mar del Plata. 167 pp.
- Cosseau. M. B. 1967. Contribución al conocimiento de la biología del surel (*Trachurus picturatus* Australis) del área de Mar del Plata (Pisces, Fam. Carangidae). Boletín instituto de Biología Marina., Mar del Plata, 15:38pp
- Cushing. D. H. 1975. Marine ecology and fisheries. Cambridge University Press, London, 278 pp.
- Fuiman. L. A. & R. G. Werner. 2002 Fishery Science, the unique contribution of early life stages. Blackwell Science Ltd.
- Gerking. S. D. 1994. Feeding Ecology of Fish. Academic Press Inc. San Diego. 416 pp.
- Goncalves. A. A., Feijó de Souza. J. A. & J. P. Vieira. 1999. Descrição trófica dos primeiros estágios de vida de *Micropogonias furnieri* (Sciaenidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlántica*, 21:93-103.
- González. L. A. 1972. Hallazgo de *Neomysis americana* Smith (1873) (Crustacea-Mysidacea) en el Río de la Plata. *Revista de Biología del Uruguay*, 2(2):119-130.
- Gonzales-Quiroz. R. & R. Anadón. 2001. Diet breadth variability in larval blue whiting as a response to plankton size structure. *Journal of Fish Biology*. 59:1111-1125.
- Govoni. J. J., Hoss D. E. & A. J. Chester. 1983. Comparative feeding of three species of larval fishes in the Northern Gulf of Mexico: *Brevoortia patronus*, *Leiostomus xanthurus* and *Micropogonias undulatus*. *Marine Ecology Progress Series*. 51: 19-33.

- Guerrero. R.A., Acha. E.M., Framiñan M.B. & C.A. Lasta. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary. Argentina. *Continental Shelf Research*. 17 (7): 727-742.
- Hambrigh. K. D. 1991. Experimental análisis of prey selection by largemouth bass; role of predator mouth width and prey body depth. *Trans American Fish Society*, 120; 500-508.
- Hay. M.E. 1981. The functional morphology of turf-forming seaweeds: persistence in stressful marine habitats. *Ecology* 62 :739-750.
- Houde. E. D. & R. C. Schekter. 1980. Feeding by marine fish larvae: developmental and functional responses. *Environmental Biology of Fishes*. 5, 4: 315-334.
- Hjort. J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research. *Rapports et Procés-Verbaux des Réunions. Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 20, 1–228.
- Hozbor. N. M. & S. B. García de La Rosa. 2000. Alimentación de juveniles de corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en la laguna costera Mar Chiquita (Buenos Aires, Argentina). *Frente Marítimo* 18:59–70.
- Hunter. J. R. 1981. Feeding ecology and predation of marine fish larvae. En: Lasker R Marine fish larvae : Morphology, ecology and relation to fisheries: 34-77. Washington Sea Grant Program, Seattle.
- Jenkins. G. P. 1987. Age and growth of co-occurring larvae of two flounder species, *Rhombosolea tapirina* and *Ammotretis rostratus*. *Marine Biology*. 95 157-166
- Keast. A. 1978. Trofic an spatial interrelationships in the fish species of an Ontario temperate lake. *Environmental Biology of Fishes*. Vol 3-1. 7-31.
- Kjørboe. T., Andersen. A., Langlois. V. J. & H. H. Jakobsen. 2010. Unsteady motion: escape jumps in planktonic copepods, their kinematics and energetics. *Journal of the Royal Society Interface*. 7, 1591–1602.
- Lechowicz. M.J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecología* 52:22–30.
- Llanos. A.J. 1998. Composición y sobreposición dietaria del ictioplancton de la zona nerítica de la bahía Valparaíso. MSc thesis, Universidad de Concepción.
- Mehner T. & R. Thielb. 1999. A review of predation impact by 0C fish on zooplankton in fresh and brackish waters of the temperate northern hemisphere. *Environmental Biology of Fishes* **56**: 169–181.
- Milstein. A. & M. Juanicó. 1985. Zooplankton dynamics in Maldonado Bay (Uruguay). *Hydrobiologia*, 126: 155-164.
- Mullin. M. M. 1993. Webs and scales. University of Washington Press. Seattle, WA.
- Munk. P. 1992. Foraging behaviour and prey size spectra of larval herring *Clupea harengus*. *Marine Ecology Progress Series*. 80: 149- 158.
- Østergaard. P., Munk. Æ. P. & V. Janekarn. 2005. Contrasting feeding patterns among species of fish larvae from the tropical Andaman Sea. *Marine Biology* (2005) 146: 595–606.
- Pearre. S.Jr. 1986. Ratio-based trophic niche breadths of fish, the Sheldon spectrum, and the size-efficiency hypothesis. *27*:299-314.

- Pedreira. M. M. 1997. Alimentação e hábito alimentar de larvas de *Trachurus lathami* (família Carangidae), na região de Ubatuba, Estado de São Paulo. Unpublished Ph.D. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo. 129p.
- Pepin. P. & Penney. R. 2000. Feeding by a larval fish community: impact on zooplankton. *Mar Ecol Prog Ser* 204:199–212.
- Ritchie. E. C., Tilman. D. 1993. Predictions of species interactions from consumer-resource theory: experimental tests with grasshoppers and plants. *Oecologia*. 94: 516-527.
- Rodríguez – Graña. L., Castro. L., Loureiro. M., Gonzales. H. E. & D. Calliari. 2005. Feeding ecology of dominant larval myctophids in an upwelling area of Humboldt current. *Marine Ecology Progress Series* 290:119-134.
- Sabates. A. & E. Saiz. 2000. Intra- and interspecific variability in prey size and Niche breadth of mictophyform fish larvae. *Marine Ecology Progress Series*. 201:261-271.
- Sale. P. F. 1974. Overlap in resource use, and interspecific competition. 1974. *Oecologia* 17, 245-256.
- Sánchez-Velazco. L. & W. Norbis. 1997. Comparative diets and feeding habits of *Boops boops* and *Diplodus sargus* larvae, two sparid fishes co-occurring in the northwestern Mediterranean (May 1992). *Bulletin of Marine Science* 61(3): 824-835.
- Sánchez-Velasco. L., Contreras-Arredondo. I. & G. Esqueda-Escárcega. 1999. Diet composition of *Euthynnus lineatus* and *Auxis* sp. larvae (Pisces: Scombridae) in the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science* 65(3):687–698
- Schoener. T. 1968. The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* 49:704–726
- Shannon. C. E. & W. Weaver. 1963 *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Scharf. F. S., Juanes. F., & R. A. Rountree. 2000. Predator size - prey size relationships of marine fish predators: interspecific variation and effects of ontogeny and body size on trophic-niche breadth. *Marine Ecology Progress Series* 208: 229-248, 2000. Schoener, T (1968) *The Anolis lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna*. *Ecology* 49:704–726.
- Shirota. A. 1970. Studies of the mouth size of fish larvae. *Bulletin of Japanese society of fisheries oceanography*. 36: 356-358.
- Sih. A. & B. Christensen. 2001. Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail? *Animal Behaviour*, **61**, 379–390.
- Szephegyi. M. N. 2006. Comunidad y biomasa zooplanctónica en el canal oriental (Rio de la Plata). (Informe de Pasantía de la Licenciatura en Ciencias Biológicas Opción Oceanografía) Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. P 504.42 SZE.
- Tackx. M. L. M., De Pauw N, Mieghem. R. V., Aze´Mar. F., Hannouti. A., Van Damme S., Fiers F., Daro. N. & Patrick Meire. 2004. Zooplankton in the Schelde estuary, Belgium and

The Netherlands. Spatial and temporal patterns. *Journal of Plankton Research* J Volume 26 J Number 2 J Pages 133–141 J

- Taggart. C.T., Drinkwater. K.F., Frank. K.T., Mc Ruer. J., & P. LaRouche. 1989. Larval fish, zooplankton community structure, and physical dynamics at a tidal front. *Réun. Cons Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 191: 184-194.
- Theilacker. G. & M. Dorsey. 1980. Larval fish Diversity. In Workshop on the effects of environmental variation on the survival of larval pelagic fishes, p. 105-142. Intergovernmental Oceanography Communication. Rep. N° 28. UNESCO, Paris.
- Ware. D. I. 1972. Predation by rainbow trout (*Salmo gairdneri*): the influence of hunger, prey density and prey size. *J. Fish. Res. Bd Can.* 29: 1193-1201
- Watson. W. & R. L. Davis. 1989. Larval fish diets in shallow coastal waters off San Onofre, California. *Fishery Bulletin U.S.*, 87: 569-591.
- Wetterer. J. K., Bishop, C. J. 1985. Planktivore prey selection: the reactive field volume model vs. the apparent size model. *Ecology* 66: 457-464.
- Wootton. J.T. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall, London.
- Young. J.W. & T.L.O. Davis. 1990 Feeding ecology of larvae of southern blue fin albacore and skipjack tunas (Pisces: Scombridae) in the eastern Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 61: 17-29
- Zelditch. M.L., Swiderski. D.L., Sheets, H.D. & Fink W.L. 2004. Geometric morphometrics for biologist a primer. Elsevier. Oxford (USA).