

MORFOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO Y ALIMENTACIÓN DE LA ANCHOA, *Anchoa mitchilli* (Pisces, Engraulidae) ¹

Nora S. Harán * y Susana B. García de la Rosa *

* Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
Funes 3350 (7600) Mar del Plata, Argentina

RESUMEN: Se analizaron los contenidos estomacales de larvas y postlarvas (N=188) y adultos (N=75) de *Anchoa mitchilli* (Hildebrand, 1943) de muestras provenientes de la Bahía Samborombón (larvas y postlarvas), y del sector costero de Mar del Plata (adultos). Se describe macroscópicamente el sistema digestivo y branquial, y se analizan algunos caracteres morfométricos y merísticos. La distancia interespinal se incrementa con el aumento de tamaño del pez y la longitud de las branquispinas decrece del primer al cuarto arco. Las larvas y postlarvas (4-37 mm Lt) presentan cambios en la dieta con la talla, consumiendo entre 4-13 mm Lt principalmente restos de parénquima vegetal y fitoplancton, transformándose casi exclusivamente en zooplanktófagas en las mayores de 24 mm Lt. Los adultos (60-134 mm Lt) son fundamentalmente zooplanktófagos, presentando un cociente intestinal de 0,32 y entre 40-48 branquispinas en el primer arco branquial. El mayor aporte en peso en la dieta de los adultos lo hace el sergétido *Peisos petrunkevitchi*, siguiéndole en orden decreciente de importancia las larvas de *Brachyura*, los copépodos, los quetognatos y los anfípodos. Las características morfométricas y la composición del espectro trófico, indican que la ingestión del alimento se produce alternativamente por filtración y aprehensión, según el tamaño de las especies alimento. La anchoa se ubica en la trama trófica costera en un nivel N₃ de carnívoro primario, pudiendo extenderse inclusive hasta un nivel N₅ por el consumo de quetognatos y de huevos y larvas de peces; presentando además gran importancia como presa para muchos peces costeros de interés comercial.

Palabras clave: *Anchoa mitchilli*, morfología sistema digestivo, alimentación, sector costero de Buenos Aires, Argentina.

SUMMARY: *Anchoa mitchilli* stomach contents, from larvae and postlarvae (N=188) and from adults (N=75) were analysed, from sampled coming from Samborombón Bay (larvae and postlarvae), and from Mar del Plata coastal area (adults). Digestive tract and gill system were macroscopically described, and some meristic and morphometrical characters were analysed. Distance between gill-rakers increments with fish size, meanwhile gill-rakers length decrease from first to fourth gill arch. Larvae and postlarvae (4-37 mm Lt) show a diet shift with fish size. Those between 4-13 mm Lt feed on rests of vegetal parenchyma and on phytoplankton, while those larger than 24 mm Lt are almost zooplanktophagous. Adults (60-134 mm Lt) feed on zooplankton, had intestinal/standard length rate of 0.32 and between 40-48 gill-rakers in the first gill arch. High weight percentage importance in the adults' diet is made by the sergestid, *Peisos petrunkevitchi*, and afterwards by *Brachyura* larvae, copepods, chaetognats and hyperid amphipods. Morphometrical characteristics and trophic spectrum composition, indicates that food intake is alternatively made by filtering and apprehending, related to prey size. Anchovy is located in coastal food web in N₃ level of primary carnivorous, which could extends inclusively to N₅ level, due to the intake of chaetognats, fish eggs and larvae. Anchovy also presents great importance as prey for many high valuable coastal fish species.

Key words: *Anchoa mitchilli*, gut morphology, feeding, coastal area of Buenos Aires Province, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La anchoa, *Anchoa mitchilli*, Hildebrand, 1943, es un pequeño engraulido presente en forma permanente en aguas costeras del Atlántico Sudoccidental, desde Cabo Frío en Brasil (22°S) hasta las costas bonaerenses de Argentina (39°S) (Cousseau y Perrotta, 1998).

La talla máxima observada no supera los 130-140 mm de Lt y su biomasa (1846 t) es mucho más baja que la del otro engraulido presente en la zona, *Engraulis anchoita*, cuya biomasa alcanzan valores entre 1455208 y 5343713 t según el año considerado (Hansen y Madirolas, 1999). Debido a

estas características, no es una especie comercialmente importante, a pesar de estar dentro de un área de pesca costera muy explotada. Sin embargo, es la segunda especie en importancia como presa, luego de la anchoíta (Cousseau, 1985) y es alimento de peces ictiófagos de la zona, entre los que se encuentran Scienidae de interés comercial, Rajiformes y tiburones (Barrera Oro y Maranta, 1980; Harán, 1985; Marí, 1992; Di Bussolo, MS y Sánchez *et al.*, MS).

En el presente trabajo se describe la morfología del sistema digestivo de larvas y de adultos de la anchoa, incluyendo además algunos caracteres merísticos y morfométricos referidos a los adultos. También se analiza el espectro trófico específico para caracterizar la forma de alimentación de esta especie y ubicarla dentro de la trama alimentaria costera marina.

¹ Este trabajo fue presentado en el Décimo Simposio Científico de la CTMFM.

* E-mails: nsharan@mdp.edu.ar y sdrosa@mdp.edu.ar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las larvas y postlarvas analizadas (N=188), proceden de campañas de investigación realizadas en la Bahía Samborombón (Figura 1).

Los ejemplares adultos (N=241), corresponden a capturas con red de arrastre de fondo, realizadas por lanchas de la flota costera del Puerto de Mar del Plata, en el sector comprendido entre la Escollera Norte y el Cabo Corrientes y a

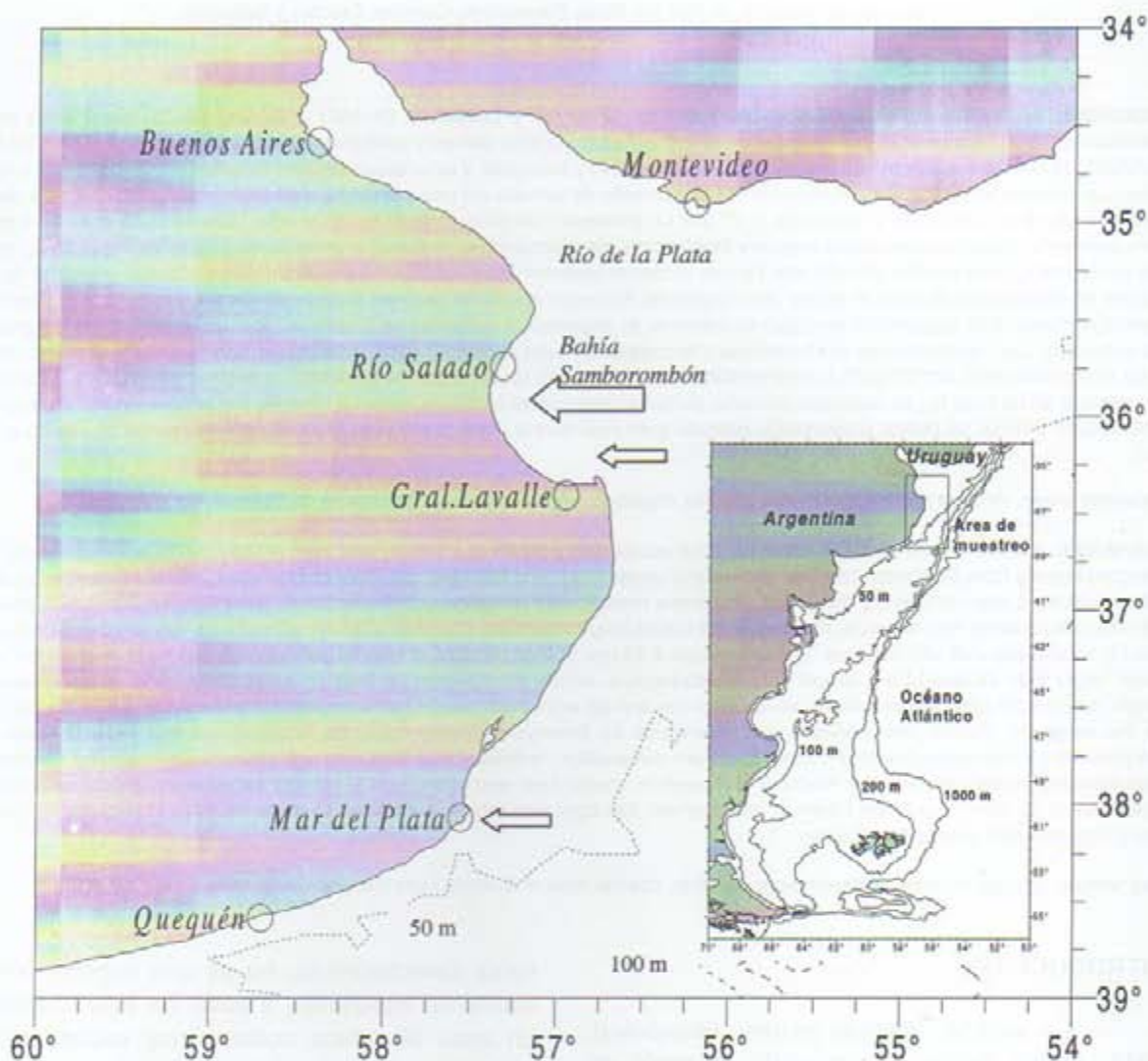


Figura 1. Ubicación de las áreas de muestreo de los ejemplares de anchoa (*Anchoa mitchilli*).

La recolección del material se efectuó con red de Bongo de 200 y 330 m de malla, efectuándose rastros oblicuos desde el fondo hasta la superficie, fijándose dichas muestras con formaldehído neutralizado con borato de sodio. El rango de tallas de los ejemplares muestreados varió entre 4 y 37 mm Lt, siendo las tallas predominantes aquellas entre 5 y 7 mm Lt; mientras que las demás presentaron porcentajes de aparición menores del 6% (Figura 2 a).

200-500 m de la costa (Figura 1). En dichos lances de pesca, la anchoa formó parte de la fauna acompañante en las capturas del camarón (*Artemesia longinaris*). El rango de los ejemplares analizados osciló entre 62 y 130 mm Lt, siendo las tallas más abundantes aquellas del rango intermedio de longitudes (95-105 mm Lt), con marcado predominio de las hembras sobre los machos (Figura 2 b).

De cada larva y postlarva se tomaron las siguientes medidas: - longitud total (Lt), - longitud

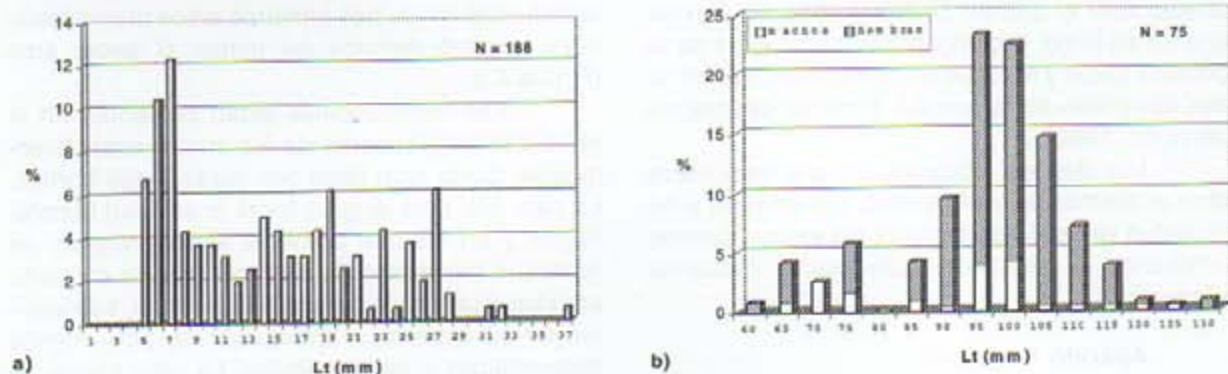


Figura 2. Frecuencia porcentual de tallas de los ejemplares muestreados de anchoa, a) larvas y postlarvas; b) adultos.

estándar (Ls), - longitud del intestino anterior (Lia), - longitud del intestino posterior (Lip), - altura bucal (H.boca) y - longitud del maxilar superior (L.max.sup.).

De los adultos se consideraron: - longitud total (Lt), - longitud estándar (Ls), - longitud del intestino (Li), - diámetro bucal (B_1), - largo mandibular (B_2), - máxima apertura de la boca (H.boca) y - longitud del maxilar superior (L.max.sup.).

La longitud del intestino anterior (Lia) y del intestino posterior (Lip), se midió considerando la distancia que ocupa el intestino desde el opérculo hasta el píloro y desde el píloro hasta el ano. El diámetro bucal, se midió entre las comisuras mandibulares, mientras que el largo mandibular, correspondió a la distancia entre el extremo anterior y posterior de la mandíbula inferior del lado izquierdo.

Para la descripción del aparato branquial, se utilizaron ejemplares formolizados en los que se tiñeron los elementos óseos según la técnica de Hollister (1954). Para el análisis de los caracteres merísticos y morfométricos de dicho aparato branquial, se tomó una submuestra de 75 individuos adultos, considerando 5 individuos por intervalo de talla de 5 mm. En ellos se realizó el conteo de branquiaspinas de cada uno de los arcos branquiales izquierdos y la medición del largo de las branquiaspinas y de la distancia interespinal en cada arco. Para estas dos últimas medidas, se consideró la longitud de la segunda branquiaspina, y la distancia entre los raquis de la segunda y tercera branquiaspina de la rama superior del arco izquierdo, medida entre la parte inferior de dos raquis contiguos, cuando la articulación del arco forma el mayor ángulo posible.

Para la descripción de la morfología del sistema digestivo se emplearon larvas y adultos frescos y formolizados. Para el análisis de la dieta

se extrajeron los tractos digestivos de 188 larvas y postlarvas (4-37 mm Ls) y los estómagos de 75 adultos (62-130 mm Lt). Los contenidos se observaron bajo microscopio y lupa binocular con escala micrométrica, identificándose los alimentos hasta la menor categoría taxonómica posible. Cuando el grado de digestión lo permitió, se midieron las especies alimento para poder relacionarlas con la morfometría de la cavidad bucofaringea. Con el propósito de contar todas las presas, los fragmentos característicos (pares de ojos, urópodos, pares de mandíbulas) de especies particuladas fueron considerados como un individuo; este método permitió la determinación de un número mínimo de organismos consumidos.

A partir de estos datos, y para evaluar la importancia de los distintos alimentos dentro de la dieta, se calcularon los porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%F) y de peso (%P) de los ítems presa (Rosecchi y Nouaze, 1987), obteniéndose en los adultos, el peso de manera indirecta a través de regresiones largo-peso.

Para determinar posibles cambios en la dieta con la talla de las larvas y postlarvas, se realizó un análisis cluster, a partir de una matriz básica de datos con el % F de los ítems presa, considerando a los ejemplares de anchoa en grupos de 2 mm de longitud, excepto en el grupo de mayor longitud (31-40 mm Lt), donde dado el reducido número de ejemplares se los agrupó en un intervalo mayor.

RESULTADOS

Descripción del tracto digestivo

Cavidad bucofaringea

La boca de *Anchoa mardinii* es amplia, de posición ínfera y no protractil; con una articulación

inmóvil o casi inmóvil, de la mitad de la mandíbula superior con el cráneo (Aleev, 1969). El maxilar superior es largo, prolongándose hacia atrás de la comisura bucal y el rostro es prominente, debido al gran desarrollo de la porción etmoidal del cráneo (Cervigón, 1980).

Los dientes, ubicados en una sola hilera sobre el premaxilar y el maxilar, son cónicos y no presentan variación de tamaño. No existen dientes vomerianos ni palatinos, sólo placas dentarias faríngeas.

Aparato branquial

En la cavidad bucofaríngea se observan cuatro pares de arcos branquiales y un rudimento del quinto arco, verificándose que no existe órgano epibranchial.

Los cuatro arcos branquiales ocupan una posición lateral en la cavidad bucofaríngea y cada uno presenta forma de "V". En ellos se diferencian una rama superior o epibranchial, que se articula mediante un hueso faringobranquial, y una rama inferior, formada por el ceratobranquial y el hipobranquial (Figura 3).

Solamente se encontraron huesos hipobranquiales en los tres primeros arcos branquiales, cuya longitud decrece del primer al tercer arco (Figura 4 a).

Las branquispinas están presentes en la rama inferior y superior de los cuatro arcos branquiales. Cada arco tiene dos caras y dos bordes. La cara oral está dirigida hacia la cavidad bucofaríngea y en los tres primeros arcos presenta un repliegue membranoso, mientras que en el cuarto arco tiene una serie de laminillas planas, semejantes en su aspecto a branquispinas, pero menos desarrolladas y sin dentículos. La cara aboral es lisa y está orientada hacia el opérculo. En el borde interno, se implantan las branquispinas y en el borde externo, las laminillas con función respiratoria (Figura 3).

Las branquispinas son planas, con el extremo redondeado y la base bifurcada. En cada una de ellas se distinguen dos bordes y dos caras. La mitad de ambas caras más próximas al borde interno, y el borde mismo, llevan dentículos aguzados y pequeños, distribuidos irregularmente, que en conjunto con las branquispinas forman una criba o tamiz. Cuando la boca se cierra, las bran-

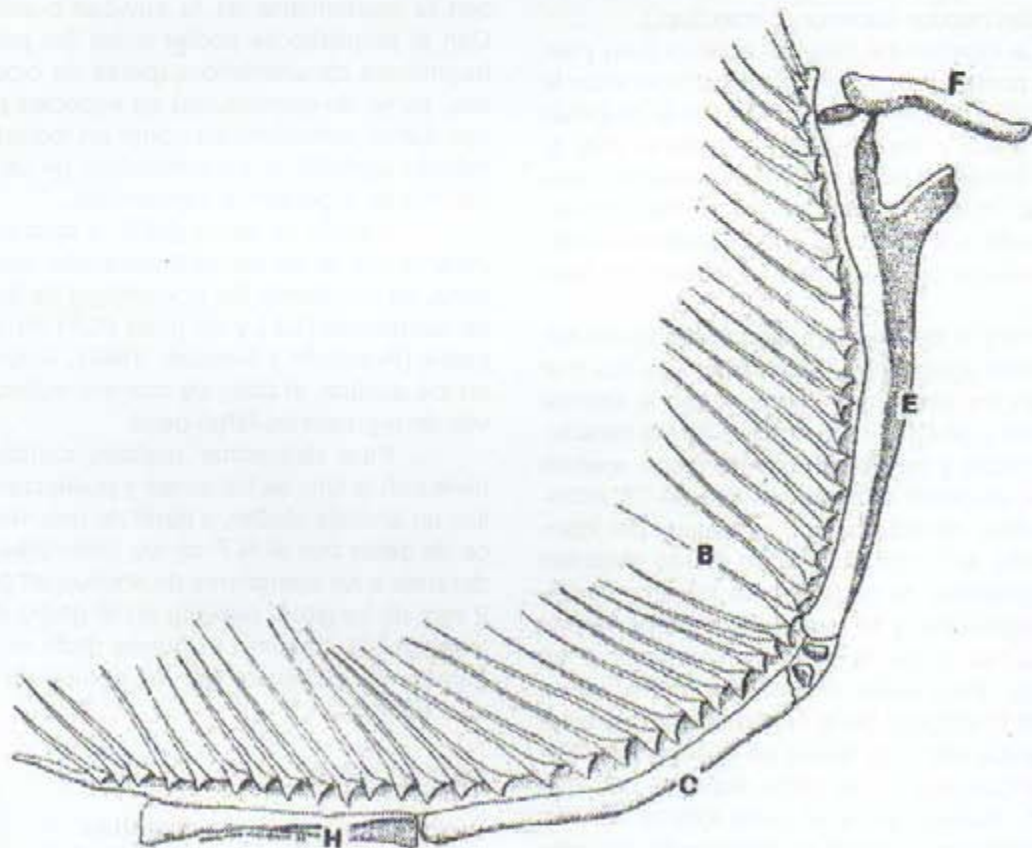


Figura 3. Primer arco branquial izquierdo, de un ejemplar de 100 mm Lt.

F: faringobranquial, E: epibranchial, C: ceratobranquial, H: hipobranquial y B: branquispinas.

quispinas se disponen horizontalmente, de modo que las de la rama superior del arco cubren a las de la rama inferior; desplegándose en la cavidad opercular, al abrirse la boca.

El quinto arco branquial esta modificado, ya que ventralmente presenta laminillas del mismo tipo que las de la cara oral del cuarto arco, que alternan y se imbrican con ellas.

El piso de la cavidad bucofaringea esta formado, en sentido anteroposterior, por un pequeño hueso glosohial, cuatro basibranquiales y las placas faríngeas inferiores. El segundo basibranquial es el más largo y el cuarto es de consistencia cartilaginosa. Los huesos hipobranquiales articulan anteriormente con los basibranquiales, y posteriormente con los ceratobranquiales. El primer, segundo y tercer hipobranquial, se articulan entre el primer y el segundo, el segundo y el tercero y el tercero y el cuarto basibranquiales respectivamente, mientras que en el cuarto arco branquial, que carece de hueso hipobranquial, el ceratobranquial se une directamente al cuarto basibranquial (Figura 4 a).

Los huesos faringobranquiales, de forma plana y alargada, forman el tercio posterior de la parte dorsal de la cavidad bucofaringea. El primer par de faringobranquiales, llamados también suspensorios faríngeos es el más pequeño, está ubicado delante de los primeros epibranchiales y une el esqueleto branquial al neurocráneo (Cervigón, 1980). Los segundos y terceros faringobranquiales están más desarrollados, tienen un proceso medio dirigido hacia adelante, ubicado en un plano superior con respecto al cuerpo principal del hueso. Este proceso sirve de articulación con el primer y segundo epibranchial respectivamente. Además, los faringobranquiales, se unen por sus extremos posteriores al segundo y tercer epibranchial. Los epibranchiales, que forman la rama superior de cada arco, son largos y acanalados. El último par es de forma aproximadamente triangular y el tercer epibranchial tiene un proceso que lo relaciona con el cuarto de su misma serie (Figura 4 a).

En el techo de la cavidad bucofaringea, sólo el primer y el cuarto par de epibranchiales lleva placas dentarias, siendo las primeras de gran

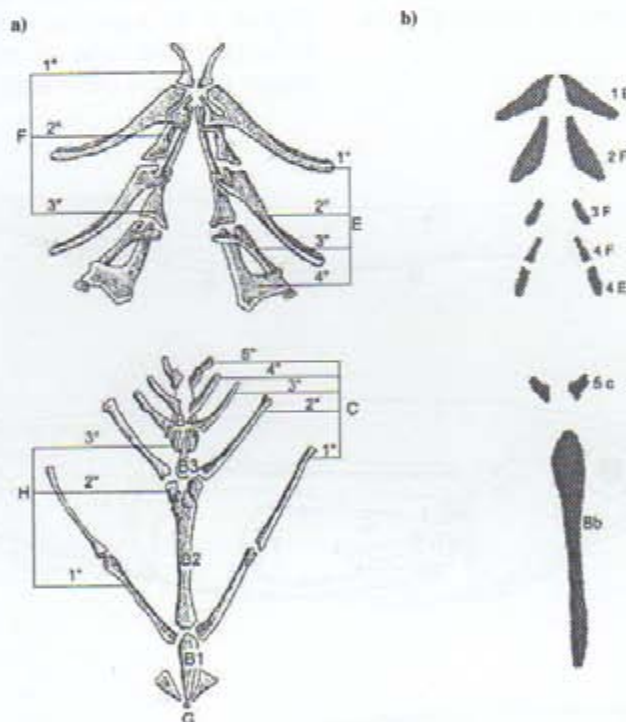


Figura 4

a) Esqueleto hiobranquial en vista dorsal.

Parte superior. F: 1° a 3° faringobranquiales; E: 1° a 4° epibranchiales.

Parte inferior. G: glosohial; B1, B2, B3, B4: 1° a 4° basibranchiales; C: 1° a 5° ceratobranquiales; H: 1° a 3° hipobranquiales.

b) Placas de la cavidad bucofaringea.

Placas del techo de la cavidad en vista ventral. 1 E: placas de los primeros epibranchiales; 2F, 3F y 4F: placas de los 2°, 3° y 4° faringobranquiales; 4 E: placas de los 4° epibranchiales.

Placas del piso de la cavidad en vista dorsal. Bb: placa del 1°, 2° y 3° basibranchial; 5 C: placas faríngeas del 5° ceratobranquial.

tamaño y las del cuarto reducidas. El segundo par de huesos faringobranquiales tiene grandes placas dentarias, de tamaño similar a las placas de los primeros epibranchiales. El tercer par, tiene placas de menor tamaño y posteriormente a ellas, se encuentra una placa que representa un cuarto faringobranquial, pequeño, cartilaginoso y dentado (Figura 4 b).

Sobre el piso de la cavidad bucofaríngea y correspondiendo a los tres primeros basibranchiales, se encuentra una placa dentaria y a sus lados las placas faríngeas inferiores del quinto ceratobranquial. En todos los casos las placas poseen dientes pequeños y redondeados (Figura 4 b).

Tubo digestivo

En las larvas y postlarvas de anchoa, el tubo digestivo se origina como un simple conducto recto. Sólo se diferencian el intestino anterior, el esfínter pilórico y por detrás de éste el intestino posterior, que se continua en el recto y finaliza en el ano. Con el crecimiento, el intestino comienza a recurvarse en la región anterior, más cercana al píloro, separándose de la pared del cuerpo (Figura 5 a).

En el adulto, la diferenciación de las regiones del tubo digestivo es bien notoria y cada una de ellas se describe a continuación:

Esófago

Inmediatamente después de la cavidad bucofaríngea, se inicia el esófago (Figura 5 b), que en su tramo inicial está tapizado internamente con pequeñas papilas observables con el microscopio estereoscópico. Bertín (1958) las relaciona con el proceso de filtración, ya que con su secreción facilitarían la aglutinación y posterior deglución del alimento obtenido de esta manera. El esófago es un tubo casi recto, de poco diámetro en su tramo inicial, que se incrementa antes de desembocar en el estómago. Su coloración es oscura, debido a la presencia de melanóforos en el tejido submucoso (Fuster de Plaza y Boschi, 1960) y sus paredes son consistentes, con pliegues longitudinales en su interior, que lo hacen dilatable.

En el tramo posterior del esófago se origina el tubo neumático, que lo conecta con la vejiga natatoria, característica típica de los *Engraulidae* (Figura 5 c), mientras que en la mayoría de los *Clupeidae* éste tiene su origen en el extremo de la región cecal del estómago (Harder, 1958).

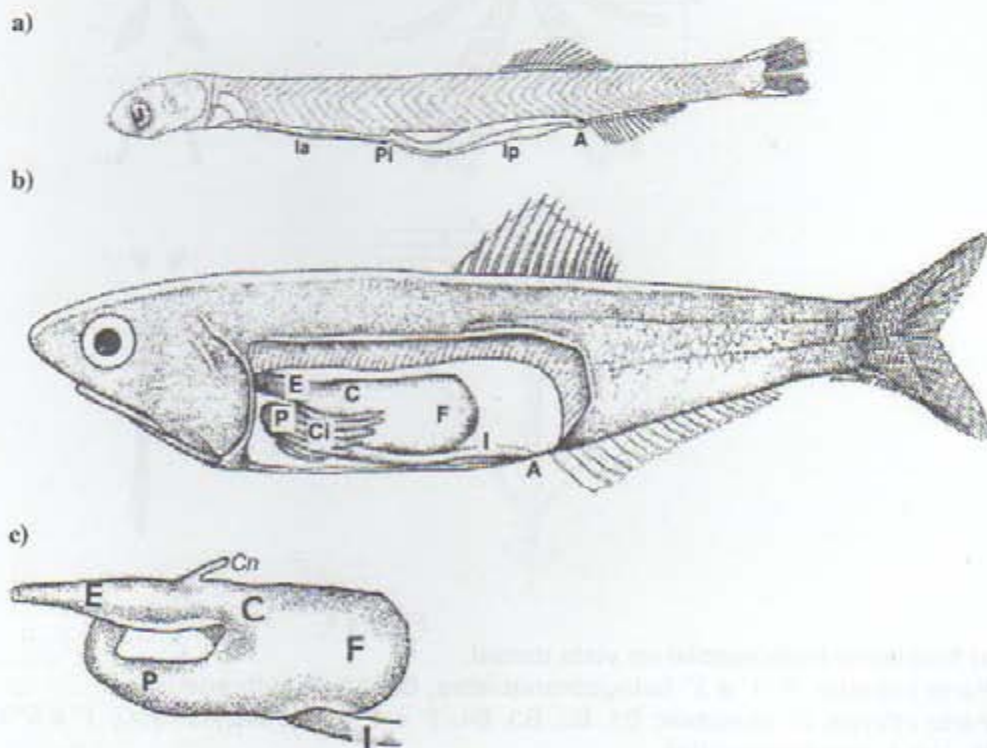


Figura 5. Disposición de los órganos que integran el sistema digestivo en a) un ejemplar de 20mm Lt y b) de 100 mm Lt. c) Vista lateral izquierda del sistema digestivo de un individuo de 100 mm Lt. E: esófago, la: intestino anterior, lp: intestino posterior, Cn: ducto neumático, C: estómago cardíaco, F: fundus, P: estómago pilórico, Pi: esfínter pilórico; Ci: ciegos pilóricos, I: intestino, A: ano.

Estómago

El estómago de la anchoa es de tipo cecal (Bertín, 1958) y está constituido por una región cardíaca, a la que se adjunta una cecal o fundus y una región pilórica. La región cardíaca está a continuación del esófago, y los pliegues longitudinales de éste se continúan hasta allí. Luego, se encuentra el fundus, de paredes extensibles, que le permiten aumentar el volumen al llenarse de alimento y le sigue la región pilórica, que interiormente lleva pliegues longitudinales y presenta un menor desarrollo de la túnica muscular (Figura 5 b y c).

Intestino

El píloro indica el principio del intestino delgado, allí se originan los apéndices pilóricos, muy numerosos, que tienen la misma estructura que la pared intestinal de la que derivan (Bertín, 1958). El intestino es de disposición simple y se orienta en sentido longitudinal en la cavidad del cuerpo. Al iniciarse dobla hacia arriba y hacia la derecha, luego desciende y se dirige en forma recta al orificio anal. Sus paredes son delgadas y cuando está vacío es de difícil localización dentro de la cavidad abdominal del pez (Figura 5 b y c). La razón entre la longitud intestinal y la longitud total indicó valores medios de 0,32.

Glándulas anexas

El hígado se ubica anteriormente en la cavidad del cuerpo y está dividido en dos lóbulos de tamaño semejante, que envuelven la parte anterior del esófago, la porción pilórica del estómago y parcialmente los ciegos pilóricos. La vesícula biliar tiene escasas dimensiones.

Morfometría del sistema digestivo

Las relaciones morfométricas y merísticas, con ajuste estadísticamente significativo, entre las variables consideradas y la longitud de la anchoa se detallan en la Tabla 1.

En las larvas el mejor ajuste a una regresión lineal se registra entre la longitud del intestino anterior (Lia) y la longitud estándar, y entre el largo mandibular (B2) y la longitud total. En los adultos el mejor ajuste a una recta de regresión lineal se verifica entre el largo mandibular (B2) y el largo total (Lt) ($R^2 = 0,913$), si bien también es alta la correlación entre el diámetro bucal (B1) y la longitud total ($R^2 = 0,772$) y entre la distancia interespinal (Di) en cada arco y la longitud total (R^2 entre 0,777 y 0,877) (Tabla 1).

Tabla 1. Regresiones para algunas variables morfométricas y merísticas de *Anchoa mitchilli*. Lt: longitud total; Ls: longitud estándar; Lia: longitud del intestino anterior; B1: diámetro bucal; B2: largo mandibular; Di1°, Di2°, Di3°, Di4°: distancia interespinal en cada arco; Lbr2°: largo de la segunda branquiaspina del segundo arco branquial.

	Variables	Ecuación	R ²
Larvas y postlarvas	Lt - Ls	$Lt = -0,8474 + 1,1818 Ls$	0,994
	Lia - Ls	$Lia = 1,184 + 0,1686 Ls$	0,681
	B2 - Lt	$B2 = 0,1496 + 0,0709 Lt$	0,644
Adultos	Lt - Ls	$Lt = 1,744 + 1,193 Ls$	0,972
	Li - Ls	$Li = 7,116 + 0,304 Ls$	0,636
	B1 - Lt	$B1 = -1,050 + 0,055 Lt$	0,772
	B2 - Lt	$B2 = 3,950 + 0,113 Lt$	0,913
	Di1° - Lt	$Di1° = 0,084 + 2,76 \cdot 10^{-3} Lt$	0,877
	Di2° - Lt	$Di2° = 0,077 + 2,47 \cdot 10^{-3} Lt$	0,786
	Di3° - Lt	$Di3° = 0,003 + 3,13 \cdot 10^{-3} Lt$	0,820
	Di4° - Lt	$Di4° = -0,016 + 3,06 \cdot 10^{-3} Lt$	0,777
	Lbr2° - Lt	$Lbr2° = 0,579 + 0,013 Lt$	0,629

El número de branquiaspinas en el primer arco (Nbr1°) osciló entre 40-48, para todas las tallas analizadas (Tabla 2), lo que indica un rango de variabilidad pequeño, dado que la longitud de los ejemplares muestreados se duplicó (62 a 130 mm Lt). Esto indicaría un escaso incremento del número de branquiaspinas a lo largo de la vida del individuo, de acuerdo con el bajo coeficiente de correlación entre Nbr1° y Lt. En general, el número de branquiaspinas disminuye del primer al cuarto arco, presentándose la misma tendencia en cuanto a la longitud de las branquiaspinas y a la distancia interespinal (Tabla 2).

Tabla 2. Rango y valor promedio, entre paréntesis, de algunos parámetros medidos en cada arco branquial de adultos de anchoa (N = 75).

	N branquiaspinas	Longitud branquiaspinas (mm)	Distancia interespinal (mm)
1° arco	40 - 48 (44,87)	3,12 - 4,56 (3,68)	0,26 - 0,42 (0,35)
2° arco	38 - 45 (41,03)	1,73 - 2,43 (1,90)	0,19 - 0,38 (0,32)
3° arco	26 - 31 (28,43)	0,99 - 1,52 (1,24)	0,19 - 0,38 (0,31)
4° arco	18 - 28 (23,27)	0,53 - 0,99 (0,76)	0,15 - 0,42 (0,28)

Alimentación

Espectro trófico específico

Los componentes de la dieta de la anchoa pertenecen tanto a ambientes dulceacuícolas como marinos, con predominancia de estos últimos (Tabla 3).

Tabla 3. Componentes de la dieta de juveniles y de adultos de anchoa.

BACILLARIOPHYCEAE	
Orden Centrales	<i>Coscinodiscus</i> sp <i>Skeletonema</i> sp <i>Rhizosolenia</i> sp <i>Chaetoceros</i> sp <i>Biddulphia</i> sp
Orden Pennales	<i>Nitzschia</i> sp <i>Navicula</i> sp <i>Pleurosigma</i> sp
DICTYOCHOPHYCEAE	
Orden Dictyochales	<i>Dictyocha</i> sp
CHLOROPHYCEAE	
Orden Chlorococcales	<i>Scenedesmus</i> sp
DINOPHYCEAE	
Orden Dinophyciales	<i>Dinophysis</i> sp
Orden Prorocentrales	<i>Prorocentrum balticum</i>
Orden Peridinales	<i>Ceratium</i> sp <i>Protoperidinium</i> sp
CRUSTACEA	
Copepoda Calanoidea	
Familia Acartiidae	<i>Acartia tonsa</i>
Familia Calanidae	<i>Calanus</i> sp
Familia Paracalanidae	<i>Paracalanus parvus</i>
Copepoda Harpaticoidea	
Familia Harpacticidae	<i>Euterpina acutifrons</i>
Cyrripedia	<i>Estadio cypris</i>
Isopoda	
Amphipoda	
Familia Hiperiidae	<i>Parathemisto gaudichaudii</i>
Decapoda	
Familia Sergestidae	<i>Peisos petrunkevitchi</i>
Familia Majidae	adultos no identificados
Mysidacea	<i>Neomysis americana</i>
MOLLUSCA	
Thecosomata	adultos no identificados
CHAETOGNATA	
Familia Sagittidae	<i>Sagitta friderici</i>
Restos de plantas vasculares	
Restos de detritos	
Huevos de invertebrados	

En las larvas y postlarvas predomina el zooplancton como componente principal de la dieta, estando en segundo lugar el parénquima vegetal, el fitoplancton y otros ítems alimento pertenecientes a grupos diversos. Entre los zooplánc-teres, los mejor representados fueron los copépodos calanoideos en estadio adulto, mientras que entre los fitoplánc-teres, las diatomeas del Orden Centrales presentaron una incidencia levemente superior a las Pennales. El parénquima vegetal

corresponde a restos de plantas vasculares, que podrían pertenecer de los géneros *Spartina* sp. y *Salicornia* sp., que son las fanerógamas marinas más representadas en el área (Figura 6).

Para los adultos, el ítem alimento más importante fue el sergéstido *Peisos petrunkevitchi*, en orden decreciente de importancia figuran las larvas de Brachyura, los copépodos calanoideos y harpacticooideos, y los chaetognatos. Los anfípodos hiperídeos estuvieron presentes en el 11,3% de los

estómagos analizados y con menor frecuencia se encontraron huevos de crustáceos, isópodos, foraminíferos y pterópodos (Figura 6). El mayor aporte en peso a la dieta de los adultos lo realizan los sergéstidos (63%P), siguiéndole las larvas de *Brachyura* (18%P), los copépodos calánidos y los anfípodos hipéridos (7%P), apareciendo los otros ítems alimento en porcentajes en peso menores del 2%.

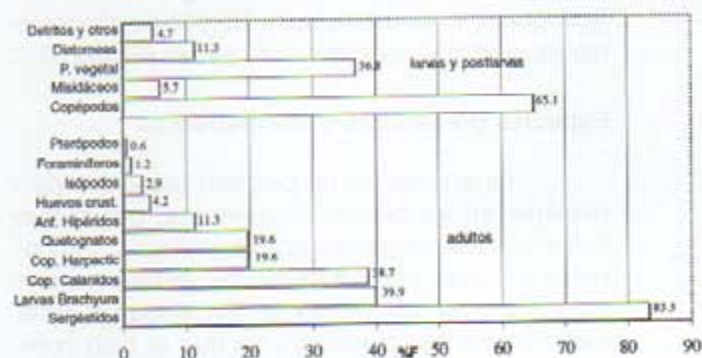


Figura 6. Frecuencia de ocurrencia (%F) de los principales ítems alimento en la dieta de larvas y postlarvas, y de adultos de anchoa.

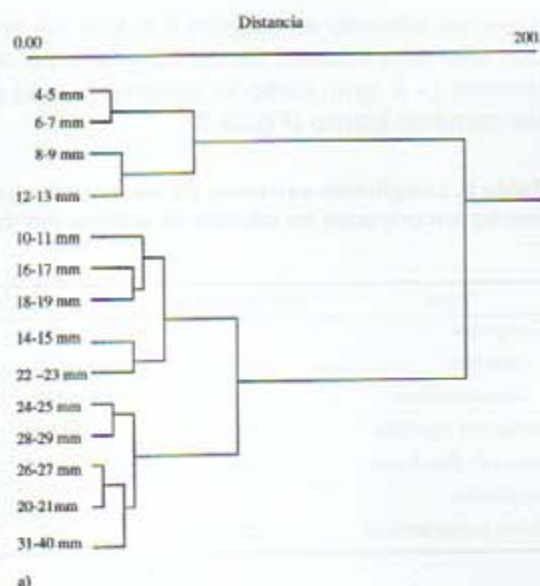
Modalidad de alimentación y variación de la dieta con la talla

Existen variaciones cuali y cuantitativas de la dieta con el aumento de la talla de los individuos. En las larvas y postlarvas, el análisis de cluster para determinar posibles cambios en la dieta, indicó la formación de tres grupos de talla (4-13 mm; 14-23 mm y 24-37 mm Lt) (Figura 7 a). En el grupo de tallas menor, predominan como alimento los restos de parénquima vegetal, siguiéndole en orden de importancia los copépodos y el fitoplancton, transformándose con el crecimiento en casi exclusivamente zooplantófaga (Figura 7 b).

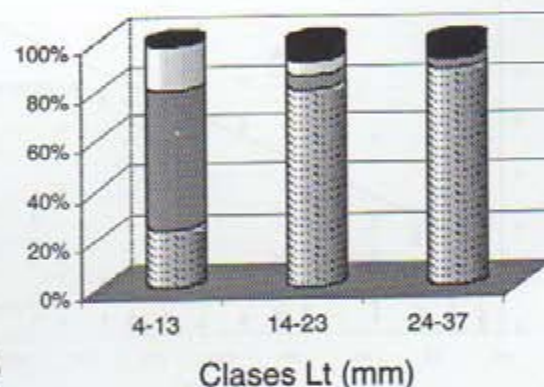
El porcentaje de larvas y postlarvas con alimento en su tracto digestivo fue de 67,5% para el total de los individuos, variando dicho porcentaje entre 54% y 100% en los tres grupos de talla considerados.

El tamaño de las presas en las larvas y postlarvas osciló entre 0,013 y 0,268 mm de ancho y entre 0,242 y 1,150 mm de longitud, mientras que en los adultos el tamaño de las especies alimento varió entre 0,25 y 14,8 mm de longitud (Tabla 4), presentándose excepcionalmente como presas camarones blancos de 32,9 mm de longitud.

El rango de tamaño de las presas ingeridas por los adultos (Tabla 5) comprende tanto el alimento obtenido por aprehensión como por filtración, verificándose un aumento del tamaño de las



a)



b)

Legend: Copépodos, Parénquima vegetal, Diatomeas, Miscidáceos

Figura 7 a) Análisis de agrupación jerárquico ("cluster") por grupos de longitud (mm) de larvas y postlarvas de anchoa; b) Frecuencia de ocurrencia (%F) de los principales ítems alimento en la dieta, por grupos de talla.

Tabla 4. Medidas extremas (en mm) de las especies alimento encontradas en contenidos estomacales de larvas y postlarvas de anchoa.

Presas	Ancho mínimo	Ancho máximo	Longitud mínima	Longitud máxima
Miscidáceos	0,134	0,672	0,242	1,150
Copépodos calánidos	0,115	0,442	0,192	0,979
Diatomeas				
Pennadas	0,037	0,064	0,042	0,576
Centricas	0,013	0,085	-	-
Huevos invertebrados	0,038	0,057	-	-
Gasterópodos huevos	0,146	0,268	-	-

especies alimento en relación a la talla del predador, sólo para aquellas presas obtenidas por aprehensión (> 2 mm), como se observa para el caso del camarón blanco (Figura 8).

Tabla 5. Longitudes extremas de las especies alimento encontradas en adultos de anchoa (en mm).

Presa	Longitud mínima	Longitud máxima
Copépodos		
calánidos	0,45	2,30
harpacticoides	0,25	0,70
Anfípodos hipéridos	4,51	14,80
Larvas de Brachyura	1,62	3,70
Sergéstidos		
<i>Peisos petrunkevitchi</i>	2,60	32,90

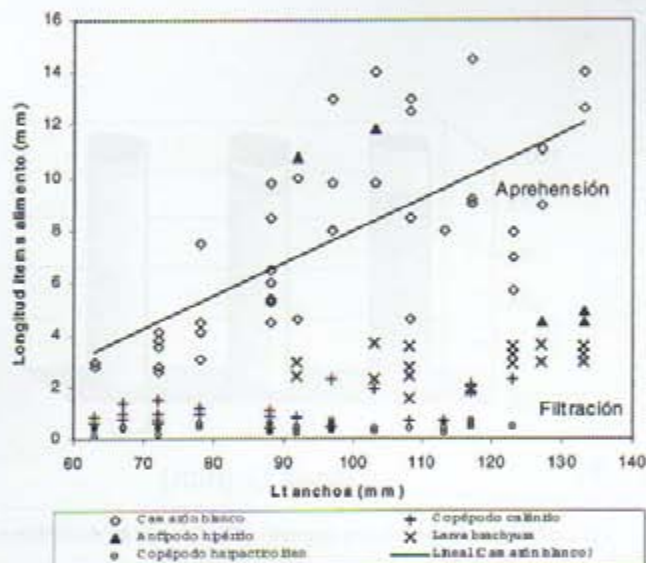


Figura 8. Relación entre el tamaño de los principales grupos alimento y la longitud total de la anchoa.

Cadena alimentaria

Del análisis realizado, podemos decir que la anchoa puede situarse en los niveles tróficos N3-N4, que corresponden respectivamente a un carnívoro primario y secundario. Esta especie habita aguas de poca profundidad (< 50 m), por lo que sus relaciones tróficas están relacionadas tanto con el hábitat bentónico como con el pelágico, aunque con predominio de los organismos pertenecientes a este último. Su alimento predominante es el zooplancton herbívoro (sergéstidos, copépodos y larvas de decápodos), que lo ubican en el nivel N₃, siendo un intermediario entre los

zoopláncteres y los carnívoros secundarios. Realiza descensos tróficos hacia la capa demersal, donde se alimenta principalmente de camarón blanco. Esta presa es planctónica y filtradora, se alimenta de detrito y fitoplancton, y nunca se apoya en el sustrato, aunque frecuentemente puede estar cerca del fondo en sus movimientos nictimerales (Mallo y Boschi, 1982). Los niveles tróficos en los que se ubica este engráulido no son fijos, puede extenderse hasta N5 debido al consumo de quetognatos y larvas de peces (Figura 9).

Especies predatoras y competidoras

La anchoa es un pez con presencia permanente en las costas bonaerenses, por lo que todas aquellas especies zooplanctófagas, temporarias o residentes, que frecuentan dicha zona son potencialmente competidoras. Sin embargo dicha competencia es "potencial", ya que si bien comparten el hábitat y las preferencias tróficas, no competirían por el alimento si éste se encuentra en un grado de abundancia tal que no sea un factor limitante.

Algunas especies que comparten las mismas preferencias alimentarias de la anchoa son la anchoíta (*Engraulis anchoita*), la mojarrita (*Ramnogaster arcuata*) y el pejerrey (*Odonthestes spp.*), mientras que otro engráulido, *Lycengraulis olidus*, de presencia temporal en el área, es no sólo su competidora sino también su predatora (Fuster de Plaza y Boschi, 1961).

Existen numerosas especies de peces que también consumen el sergéstido *Peisos petrunkevitchi* como alimento, entre las que se encuentran las pescadillas (*Macrodon ancylodon* y *Cynoscion guatucupa*) (Marí, 1992), así como la palometa pintada (*Parona signata*), la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*), el chucho (*Myliobatis goodei*) (Sánchez *et al.*, MS) y la brótola (*Urophycis brasiliensis*) (Goldstein, 1982). Di Bussolo (MS) menciona a la anchoa como competidora de surel (*Trachurus lathami*), aunque la competencia más importante entre estas dos especies se establece sobre el alimento secundario, mientras Angelescu (1979), indica la existencia de competencia con los juveniles primarios y secundarios de caballa (*Scomber japonicus*), que también consumen copépodos, anfípodos y sergéstidos.

Además, la anchoa es especie-alimento de la brótola, de la mayoría de los Scienidae (pescadillas y corvinas), y de Rajiformes (*Sympterygia bonapartei* y *Myliobatis goodei*) y tiburones (*Mustelus schmitti*) (Barrera Oro y Maranta, 1980; Harán, 1985; Marí, 1992; Di Bussolo, MS y Sánchez *et al.*, MS).

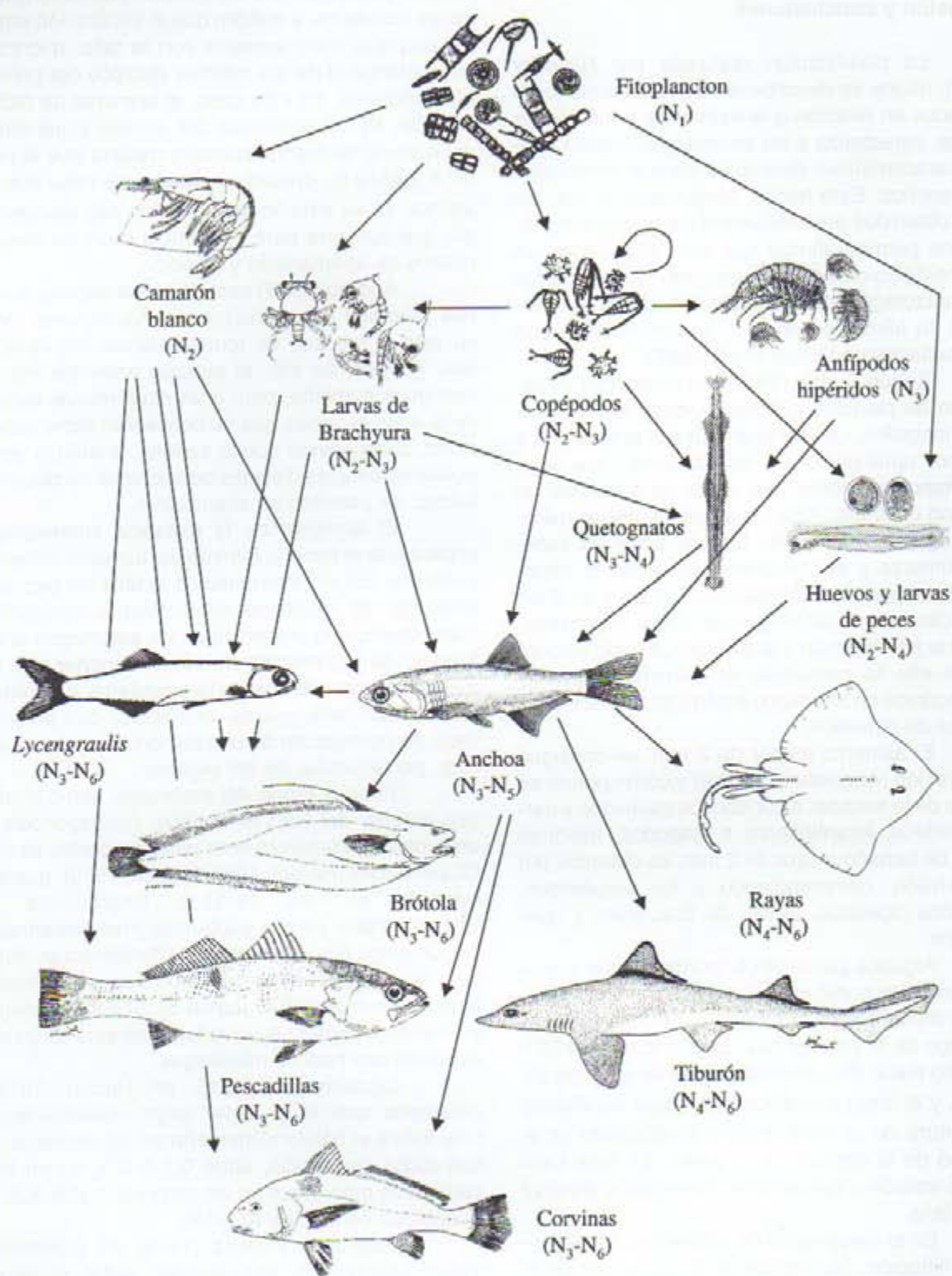


Figura 9. Trama trófica costera de la anchoa.

Discusión y conclusiones

La clasificación realizada por Nikolsky (1963), donde se describe el hábito alimentario de los peces en relación a la estructura y función de la boca, caracteriza a los plantófagos con las mismas características descritas para la morfología de la anchoa. Este hecho, conjuntamente con los datos obtenidos del análisis del contenido estomacal, nos permite afirmar que esta especie es un pez pelágico-demersal, carnívoro y netamente zooplanctófono, constituyendo el zooplancton herbívoro su alimento principal, en coincidencia con los resultados de Olivier *et al.* (1968).

Según Durbin (1979), los peces que se alimentan de plancton pueden dividirse en dos grupos principales; los que capturan sus presas una a una, por aprehensión, y los filtradores que usan sus branquias como una criba para retener el plancton del agua. Algunos emplean ambos métodos, según la relación de tamaño entre las especies alimento y el consumidor, o según la abundancia del plancton (Angelescu, 1982 a y b). Este es el caso de la anchoa, que utiliza alternativamente la aprehensión y la filtración, siendo evidencia de ello la presencia de alimento macro y microscópico en un mismo estómago y en distintos estados de digestión.

El alimento menor de 2 mm, se consigue por filtración (Angelescu, 1982 a) y corresponde en el caso de la anchoa, a copépodos calánidos y harpacticóideos, foraminíferos e isópodos; mientras que el de tamaño mayor de 2 mm, es obtenido por aprehensión, comprendiendo a los sergéstidos, anfípodos hipéridos, larvas de *Brachyura* y que-
toznatos.

Algunos parámetros morfométricos considerados, tales como el ancho bucal y el largo mandibular presentan un crecimiento a ritmo constante a lo largo de la vida del pez. Según Yasuda (1960) el ancho bucal (B_1) determinaría el tamaño del alimento, y el largo mandibular (B_2), que condiciona la apertura de la boca, estaría involucrado en el proceso de la captura de la presa. En este caso ambas variables presentaron correlación positiva con la talla.

En el mecanismo de obtención del alimento por filtración, "la medida de la malla" decide el tamaño del plancton retenido, especialmente el tamaño mínimo (Yasuda e Hiyama, 1957). En la anchoa, este tamaño está determinado por el espacio entre las branquias del primer arco branquial y la disposición de los dentículos en dicho arco; mientras que las branquias de los arcos posteriores servirían como procesos suplementarios. Las distancias interespinales en la

anchoa presentan alta correlación con la longitud de los individuos, e indican que la separación entre las branquias aumenta con la talla, mientras que la longitud de las mismas decrece del primer al cuarto arco. En este caso, el aumento de dicho espacio, es consecuencia del escaso incremento del número de branquias a medida que el pez ($R^2 < 0,45$) y B_2 crecen, aunque es de notar que la anchoa en su estadio adulto es un pez planctófono, que combina para su alimentación los mecanismos de aprehensión y filtración.

Andreu (1965) verificó que la sardina europea (*Sardina pilchardus*), conserva durante toda su vida la facultad de formar nuevas branquias. A pesar de ello, el espacio entre los raquis contiguos aumenta, pero a un ritmo menos elevado que las especies que no conservan dicha capacidad, concluyendo que la sardina se adapta ventajosamente a las distintas condiciones de disponibilidad del plancton en el ambiente.

El aumento de la distancia interespinal, implica que el tamaño mínimo del alimento debería aumentar con el incremento de la talla del pez, sin embargo, se mantiene relativamente constante. Cabe destacar la presencia en los estómagos analizados, de organismos de tamaño menor que la medida mínima de malla (foraminíferos y euterpinas de 0,25 mm), quizás relacionado con un proceso de obstrucción o colmatación del sistema de filtro, por acumulación del plancton.

Tanto la forma del estómago, como el origen anterior del tubo neumático, corresponden a una condición relativamente primitiva dentro de los Clupeiformes (Harder, 1958; Nelson, 1970), que es retenida en las familias Engraulidae y Chirocentridae y en la subfamilia Pristigasterinae. Según estos autores, existe una tendencia evolutiva a desplazar el origen del tubo neumático hacia la parte posterior de la región cecal del estómago y también a perder secundariamente este ciego en especies con hábitos micrófagos.

Jacobshagen (1915, en Harder, 1975) determina que el cociente largo intestinal/largo total indica el hábito alimentario de las especies, y que dicha proporción, entre 0,2 a 2,5, es en los carnívoros menor que en los omnívoros (0,6-8,0) y que en los herbívoros (0,8-15).

Magnuson y Heitz (1979, en Goldstein, 1982) encontraron una relación entre el largo estándar, la longitud intestinal y el número de branquias del primer arco branquial, definiendo tres categorías en los hábitos alimentarios de los peces,

Hábito alimentario	Cociente intestinal	N de branquias
Peces bentófagos	0,40 a 1,30	5 a 30
Peces planctófagos	0,50 a 1,30	31 a 288
Peces herbívoros	1,40 a 8,39	20 a 35

En el caso de la anchoa, el cociente largo intestinal/largo total de 0,32, la ubica entre los carnívoros de Jacobshagen; mientras que el número de branquias del primer arco (40-48), la incluye entre los peces planctófagos, lo que coincide con el análisis de los contenidos estomacales.

En la dieta de la anchoa se verifica la aparición de organismos dulceacuícolas y marinos, con predominancia de estos últimos. La presencia en la dieta de las larvas y postlarvas de organismos dulceacuícolas, se debe a que en la Bahía Samborombón de donde provienen, es una cuenca marina costera, con gran aporte de agua dulce del Río de la Plata y de la cuenca de drenaje del Río Salado. Esto la convierte en un medio de alta variabilidad en cuanto a los organismos que allí habitan, dependiendo su salinidad de las variaciones del régimen hidrológico de la zona (Sánchez *et al.*, 1991, Lasta, 1995).

El porcentaje de larvas y postlarvas con alimento en su tracto digestivo fue alto, tanto para el total de los individuos, como para los distintos grupos de talla considerados (entre 54% y 100%), verificando así que, durante las primeras etapas de desarrollo la alimentación es intensa en la Bahía Samborombón, considerada como zona de cría y de alta productividad (Lasta, 1995).

En esta bahía, donde la anchoa se encuentra en estadios de larva, juvenil y adulto (Lasta, MS; Lasta, 1995), el espectro trófico de las larvas se basa en la ingesta de zooplancton, mientras que Sánchez *et al.* (MS) mencionan que el de los adultos está integrado principalmente por misidáceos (*Neomysis americana*) y copépodos del mesozooplancton (*Acartia tonsa*). Se alimentan secundariamente de diatomeas (*Coccolodiscus* spp., *Thalassiosira* spp., *Navicula* spp. y *Nitzschia* spp.) y juveniles de peces, consumiendo ocasionalmente huevos de pez (*Brevoortia aurea*), anfípodos gamáridos y camarón blanco, siendo éste último característico de la zona externa de la Bahía, con gran influencia marina. En coincidencia con este trabajo, Fuster de Plaza y Boschi (1960) también mencionan la ingesta de huevos y larvas de peces por parte de la anchoa.

Los adultos del área costera marplatense, consumen principalmente macrocrustáceos bentónicos, siendo el camarón blanco (*Peisus petrunkevitchi*) y las larvas de *Brachyura*, los alimentos básicos de la anchoa en esta zona. La clara dominancia del camarón blanco, coincide con los resultados de Mallo y Boschi (1982) y Olivier *et al.* (1968), quienes reportan una frecuencia de ocurrencia de esta presa del 72% y 90,4% respectivamente. Este crustáceo tiene hábitos planctónicos, normalmente no se halla a profundidades mayores de veinte metros, siendo abundante en aguas cos-

teras (Mallo y Boschi, 1982); coincidiendo su distribución con la de la anchoa.

Como se desprende del análisis realizado, concluimos que la anchoa presenta estrechas relaciones tróficas con el hábitat pelágico, ya que su principal alimento es el zooplancton herbívoro, lo que la ubica en un nivel N3 (carnívoro primario), pudiendo extenderse hasta N5 por el consumo de quetognatos, huevos y larvas de peces, presentando además gran importancia como presa, para muchas especies de peces de interés comercial del hábitat costero.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar su agradecimiento especial a la Dra. M. B. Cousseau, quien con su experiencia supo orientar parte de este trabajo, que constituyó la tesis de Licenciatura de la primera autora. También se hace extensivo el reconocimiento al Dr. Carlos A. Lasta quien proveyó el material de larvas y postlarvas proveniente de las campañas realizadas a la Bahía Samborombón.

BIBLIOGRAFIA

- ALEEV, Y. 1969. Function and gross morphology in fish. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 268 pp.
- ANDREU, B. 1965. Importance de la capacité de filtration des branchiospines dans le régime alimentaire de la sardine européenne (*Sardina pilchardus*). FAO, Proc. Gen. Fish. Counc. Mediter., Roma, (8):321-332.
- ANGELESCU, V. 1979. Ecología trófica de la caballa del Mar Argentino (*Scorpaenidae*, *Scorpaenopsis japonicus marplatensis*). Parte I: Alimentación y crecimiento. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, 1(1): 5-44.
- ANGELESCU, V. 1982 a. Ecología trófica de la anchoíta del Mar argentino (*Engraulis anchoita*). Parte I. Morfología del sistema digestivo en relación con la alimentación. Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología. Ed. P. Salinas, 1317-1349.
- ANGELESCU, V. 1982 b. Ecología trófica de la anchoíta del Mar argentino (*Engraulis anchoita*). Parte II. Alimentación, comportamiento y relaciones tróficas en el ecosistema. Contrib. Inst. Nac. Invest. Des. Pesq., Mar del Plata, N° 409, 83 pp.

- BARRERA ORO, E.R. & MARANTA, A. 1980. Régimen alimentario de una especie de raya del área marplatense, *Sympterygia bonapartei* (Müller y Henle, 1941, Fam. Rajidae). Curso de Oceanografía Biológica, Universidad Nacional de Buenos Aires, Biblioteca del INIDEP, Mar del Plata, Argentina: 24 pp.
- BERTIN, L. 1958. Appareil digestif. En: *Traité de Zoologie*. Dir. P. Grassé. Ed. Masson, Paris, Vol. 13 (Agnathes et Poissons), 1248-1302.
- CERVIGÓN, F. 1980. *Ictiología Marina*. Vol. I. Edit. Arte, Caracas, Venezuela, 360 pp.
- COUSSEAU, M. B. 1985. Los peces del Río de la Plata y su frente marítimo. En: Yáñez-Arancibia, A (Ed.). *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoona: Towards an Ecosystem Integration*, 654 p. Dr (R) UNAM Press México, ISBN 968-837-618-3, 24: 515-554.
- COUSSEAU, M. B. & PERROTTA, R. G. 1998. Peces marinos de Argentina: biología, distribución y pesca. Doc. Cient. INIDEP: 163 pp.
- DI BUSSOLO, R. MS. Estudio biológico general y de la ecología trófica en particular del surel (*Trachurus picturatus australis*, Familia Carangidae) de la región costera norte del Mar Argentino. Informe beca de iniciación de CIC (1984), 66 pp.
- DURBIN, A. 1979. Food selection by plankton feeding fishes. In: *Predator-prey systems in fishery management*.
- FUSTER DE PLAZA, M & BOSCHI, E. 1961. Areas de migración y ecología de la anchoa *Lycengraulis olidus* (Günther) en las aguas argentinas (Pisces, Engraulidae). Contrib. Cientif. Universidad de Buenos Aires, FCEyN. Sec. Zool., 1 (3): 127-183.
- FUSTER DE PLAZA, M & BOSCHI, E. 1960. Nuevos datos sobre la especie *Anchoa marinii* (Hildebrand) de Mar del Plata. En: 1° Cong. Sudamer. Zool. La Plata, 12-24 oct., 4: 55-68.
- GOLDSTEIN, H. 1982. Anatomía comparada del tracto digestivo y contribución al conocimiento de aspectos alimenticios en peces del Mar Argentino. Informe del segundo periodo de Beca de Iniciación de la CIC: 30 pp.
- HANSEN, J. E. & MADIROLAS, A. 1999. Algunos resultados de las campañas primaverales de evaluación anual de anchoíta bonaerense efectuadas entre 1993 y 1996. INIDEP Inf. Téc. 28: 1-18.
- HARAN, N.S. 1985. Estudios sobre la alimentación de la anchoa, *Anchoa marinii* (Pisces, Engraulidae). Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 28 pp.
- HARDER, W. 1958. The intestine as a diagnostic character in identifying certain clupeoids (Engraulidae, Clupeidae, Dussumieriidae) and as a morphometric character for comparing anchoveta (*Cetengraulis myscetus*) population. Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. La Jolla, Calif., (8): 367-388.
- HARDER, W. 1975. *Anatomy of fishes*. Part I (Text.) E. Schweizerbartsche. Verlagsbuchhandlung (Nagele u Obermiller), Stuttgart, 612 pp.
- HOLLISTER, G. 1954. Clearing and dyeing fish for bone study. En: *Zoológica*, N.Y., 12:89-101.
- MALLO, J. & BOSCHI, E. 1982. Contribución al conocimiento del ciclo vital del camarón *Peisos petrunkevitchi* de la región de Mar del Plata, Argentina. *Physis*, A, 41 (100): 85-98.
- MARÍ, 1992. Variaciones espacio-temporales en la alimentación de tres Scienidos. Resúmenes del Noveno Simposio de la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, Mar del Plata, Argentina, pag. 36.
- NELSON, G. 1970. The hyobranchial apparatus of teleostean fishes of the Families Engraulidae and Chirocentridae. *Amer. Mus. Nat. Hist. Novitates*, New York, N° 2410, 30 pp.
- NIKOLSKY, G. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press. London, 352 pp.
- LASTA, C. A. (MS). Informe preliminar sobre la tarea de monitoreo de juveniles de peces marinos en la Bahía Samborombón. 1989. Informe interno INIDEP: 253 pp.
- LASTA, C.A. 1995. La Bahía Samborombón: zona de desove y cría de peces. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata: 304 pp.
- OLIVIER, S., BASTIDA, R. & TORTI, M. 1968. Ecosistema de las aguas litorales de Mar del Plata. *Contrib. Inst. Biol. Mar.*, 58: 1-45
- ROSECCHI, E. & NOUAZE, Y. 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 49 (3/4): 111-123.

- SANCHEZ, F.; MARI, N. R.; GIANGIOBBE, A. & LASTA, C. A. 1991. Alimentación de la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) en la Bahía Samborombón. Frente Marítimo, Vol. 8, Sec.A: 43-50.
- SANCHEZ, F.; MARI, N. R. & GIANGIOBBE, A. (MS). Alimentación de lagunas especies de peces de la Bahía Samborombón. Trabajo presentado en Rev. Invest. Des. Pesq. (INIDEP), Mar del Plata, Argentina.
- YASUDA, F. 1960. The types of food habits of fishes assured by stomach contents examination. Bull. Jap. Soc. Fish., Tokyo, 26 (7): 653-662.
- YASUDA, F. & HIYAMA, Y. 1957. Mechanism of utilization of plankton by some fishes. Rec. Oceanogr. Works Japan, Tokyo, 8 (1): 85-91.