

ONTOGENIA DE LA COLUMNA VERTEBRAL DE AUXIS THAZARD (LACEPEDE, 1802) Y REVISION DE LAS  
CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES CONSIDERADAS EN EL GENERO AUXIS

L. A. Zavala-Camin

SUMMARY

One hundred and five specimens of Auxis with sizes from 15.5 mm of spinal cord, up to adult age, were studied. Large variations in the vertebral column were found. The characteristics used to recognize the two Auxis species studied do not allow for a clear differentiation. Because of this, provisionally, Auxis thazard, (Lacépède, 1802) is the only species representative of its group.

RESUME

On a examiné 105 individus d'Auxis, de 15,5 mm de taille (colonne vertébrale) jusqu'à l'âge adulte; ceci a permis d'observer des variations importantes dans la croissance de la colonne vertébrale. Les critères utilisés n'ont pas permis de distinguer clairement ces deux espèces du genre Auxis

étudiées; on estime donc, à titre provisoire, que l'Auxis thazard (Lacépède, 1802) est l'unique espèce de ce genre qui soit représentée.

RESUMEN

105 ejemplares de Auxis con tallas a partir de 15.5 mm de talla de la columna vertebral-TCV, hasta adultos, fueron estudiados, encontrando variaciones importantes durante el crecimiento de la columna vertebral. Las características usadas para reconocer las dos especies consideradas en el género Auxis no permiten diferenciarlas claramente, por lo que, provisionalmente, se reconoce Auxis thazard (Lacépè, 1802) como la única representante del género.

INTRODUCCION - El género Auxis es una importante categoría taxonómica de la familia Scombridae que necesita una revisión general para saber si está formada por una, dos o tres especies. Algunos autores como, Fraser-Brunner (1950), Rivas (1951), Godsil (1954), consideran Auxis thazard como la única representante del género. Otros como, Kishinouye (1923), Wade (1949), Watanabe (1962), Fitch y Roedel (1963), Yoshida y Nakamura (1965), Richards y Randall (1967), Cervigon (1971), reconocen 2 especies.

Uchida (1963), revisando el género en el océano Pacífico, observa la posibilidad de haber 3 especies y comenta sobre la falta de consistencia de las características utilizadas para la identificación de las especies propuestas.

Este documento adiciona informaciones sobre las características de identificación, contribuyendo con las observaciones de ejemplares capturados en el Sudeste y Sur del Brasil, dando más énfasis a la ontogenia de la columna vertebral, por ser una estructura poco conocida pero frecuentemente utilizada en la identificación.

MATERIAL Y METODOS - Fueron utilizados 105 ejemplares. 55 entre 216 y 378 mm de talla a la horquilla (FL), capturados con red de cercar en el Estado de São Paulo y 50 ejemplares entre 15.5 y 357.5 mm de talla de la columna vertebral (TCV), colectados de estómagos de grandes predadores capturados con palangre en el Sudeste y Sur del Brasil (23°S-32°S). Algunos ejemplares son presentados en su talla estándar (SL) pero en este documento no se presentan recortes de tallas. La TCV es el espacio entre la parte anterior del atlas y la parte posterior de la placa hipural. La talla de las vértebras fue tomada a lo largo de una línea imaginaria que corre inmediatamente abajo de las parapofisis, considerando el límite en la parte media de la unión de las vértebras (Figura 1).

Los esqueletos fueron preparados por ebullición en los ejemplares congelados, retirando los músculos de un lado del cuerpo y por el método de Taylor (1967) en los ejemplares conservados en formol o alcohol.

Para la comparación y análisis de las características se tomaron como base las dos especies hasta ahora reconocidas por algunos autores:

Auxis thazard (Lacépède, 1802) = A. hira

Auxis rochei (Risso, 1810) = A. tapeinosoma = A. thynnoides =  
= A. maru

#### CARACTERISTICAS UTILIZADAS EN LA IDENTIFICACION

Son comentadas las 5 características más usadas para la identificación de las especies.

1 - Fitch y Roedel (1963) describen A. thazard con listas oscuras en el dorso, de forma ondulada y oblicuas casi horizontales y A. rochei con listas casi verticales. En los dibujos de Kishinouye (1923) de A. hira (= A. thazard) y A. maru (= A. rochei) no se observan diferencias en la dirección de las listas. Wade (1949) describe A. thazard con barras oblicuas y A. tapeinosoma (= A. rochei) con manchas negras alargadas o barras onduladas, que también tienen dirección oblicua. Según los dos últimos documentos vemos que no es posible considerar la dirección de las listas como carácter distintivo. Además, según el primer documento, las listas sólo se presentan en individuos de más de 200 mm de talla.

2 - Según Fitch y Roedel (1963) las dos especies también pueden ser separadas por el número de filas de escamas en el corselete a la altura de la origen de la segunda aleta dorsal, teniendo 0 a 3 filas en A. thazard y 6 a 28 en A. rochei; pero en los ejemplares de A. rochei provenientes del Atlántico occidental el número de filas fue de 6 a 9 y en los provenientes del Pacífico oriental fue de 13 a 28, sin embargo fueron considerados como variaciones geográficas. Wade (1949) describe A. thazard con 2 a 4 filas y A. tapeinosoma (= A. rochei) con 7 a 12 filas. Richards y Randall (1967) consideran como A. thazard los ejemplares que tienen 1 a 5 filas y A. rochei los que tienen 6 o más filas.

El número de filas de escamas es difícil de contar porque son muy pequeñas, caen con facilidad y algunas filas son entrecortadas dando a la prolongación del corselete un contorno sinuoso. Jones (1963) observó un grupo de ejemplares con corselete tan sinuoso que podría ser considerado como una forma intermediaria. En consecuencia, es difícil aceptar que una sola fila de escamas pueda diferenciar las especies propuestas, además, Cervigón (1971) describe A. rochei con 5 a 7 filas. La observación de Matsumoto (1960) de que el número de filas aumenta con el crecimiento del pez, también debe llevarse en cuenta.

3 - La distancia de la parte anterior de la área sin escamas del dorso con relación a una línea vertical imaginaria que pasa por el extremo posterior de la aleta pectoral, es utilizada, considerándose que en A. thazard la área sin escamas está adelante de la línea y en A. rochei está atrás. Cervigón (1971) identificó ejemplares de A. rochei con la área sin escamas adelante de la línea y lo mismo se observa en el dibujo de A. thynnoides (= A. rochei) de Jones (1963) y en el de A. tapeinosoma (= A. rochei) de Wade (1949).

4 - El número de branquiespinas en el primer arco branquial ha servido de base para identificar formas jóvenes por Wade (1949) y para fijar otros caracteres de las especies, como la presencia de apófisis y posición de forámenes en la columna vertebral por Watanabe (1962). Obteniendo una media de diversos autores (Figura 2) vemos que A. thazard tiene las menores contajes ( $\bar{X} = 40.8$ ) y A. rochei las mayores ( $\bar{X} = 44.5$ ), pero las mínimas y máximas para cada especie son: 37-47 y 39-49 respectivamente, mostrando una superposición muy grande.

5 - El tamaño de las prezigapófisis hemales (parapófisis según Watanabe, 1962) de las primeras vértebras caudales ha sido usado por Hotta (1961) y por Yoshida y Nakamura (1965), describiendo A. thazard con las prezigapófisis unidas a la espina hemal anterior. Kishinouye (1923), no se refirió a esta unión, pero en su dibujo de A. hira (= A. thazard) se ve la unión de esas apófisis. Watanabe (1962) y Richards y Randall (1967), consideran que las prezigapófisis son más largas en A. thazard pero no dicen que se unen y las prezigapófisis de A. rochei son descritas solamente como más cortas. Con relación al tamaño del pez, Watanabe (1962) observó que en ejemplares a partir de 80-90 mm de talla ya era posible utilizar este carácter.

Distribución - Fitch y Roedell (1963) consideraron A. rochei como cosmopolita (no citan el océano Indico) y que A. thazard sólo ocurre en el Pacífico. Jones y Silas (1962) citan A. thazard y A. thymoides (= A. rochei) en el océano Indico. Richards y Randall (1967) y Cervigón (1971), identificaron A. thazard en el Atlántico dejando sin límites geográficos las dos especies. Yoshida y Nakamura (1965) observaron las especies nadando en cardúmenes separados, pero vecinos. Matsumoto (1960) y Jones (1963) los encontraron mezclados en un mismo cardumen.

#### EJEMPLARES DEL SUDESTE Y SUR DEL BRASIL

##### I - Capturados con red de cercar

Los 55 ejemplares colectados en marzo de 1979 provienen de 2 capturas: una formada por 30 ejemplares (216-274 mm FL) y otra obtenida en el mercado de São Paulo con informaciones de provenir de una captura, formada por 25 ejemplares (278-378 mm FL). Este material fue examinado tratando de obtener informaciones para identificar ejemplares recuperados de contenido estomacal.

Los dos grupos, considerando los caracteres en conjunto indicarían la presencia de dos especies, pero, conforme las observaciones anteriores, ninguna característica fue constante para cada uno de los grupos. De todas maneras, el tamaño de las prezigapófisis hemales fue el carácter más

importante, porque en todos los ejemplares del grupo de 30 eran cortas y en 22 del grupo de 25 eran largas. Por lo tanto tomamos como base el "tamaño de las primeras prezigapófisis hemales" como punto de partida para analizar la validez de los caracteres de identificación estudiados.

Es importante notar que los 3 ejemplares que estaban en el grupo de los 25 (considerado A. thazard) e que pasaron para el grupo de los 30 (considerado A. rochei?) eran hembras con maduración gonadal avanzada. Todas las otras hembras de los dos grupos tenían las gónadas en reposo.

El grupo identificado como A. thazard (278-378 mm FL) con 22 ejemplares (11 ♂ y 11 ♀), tenía 9 (1), 11 (15) y 12 (6) espinas en la primera aleta dorsal. El grupo considerado como A. rochei? (216-274 mm FL, más tres de 320-257 mm FL) con 33 ejemplares (12 ♂ y 21 ♀) tenía 10 (11) y 11 (12) espinas (Tabla 1). El número más frecuente fue 11, A. thazard tiene las contajes más altas pero también tiene el menor número de espinas.

La parte anterior de la área sin escamas del dorso sobrepasa la línea vertical que pasa por el extremo posterior de la aleta pectoral en los 22 ejemplares de A. thazard (la distancia fue medida solo en 20) y en los 33 ejemplares de A. rochei?, 16 sobrepasan esa línea (Figura 3).

El número de branquiespinas fue, en media, menor en A. thazard ( $\bar{X} = 41.07$ ) que en A. rochei ( $\bar{X} = 42.85$ ) pero las contajes mínimas y máximas 39-44 y 40-46 respectivamente muestran una gran superposición (Tabla 2).

El primer foramen inferior está presente en A. thazard en las vértebras 26 (3), 27 (15) y 28 (4) y en A. rochei? en las vértebras 27 (11), 28 (8), 29 (11) y 30 (3). (Tabla 3). Apesar de que se observa una pequeña diferencia la superposición es muy grande. Esta distribución es parecida con la encontrada por Watanabe (1962).

La primera prezigapófisis hemal en A. thazard es encontrada en las vértebras 21 a 24, con más frecuencia en la 23 y en A. rochei? en las vértebras 21 a 23, con más frecuencia en la 21 (Tabla 3). La presencia más frecuente ocurre con dos vértebras de diferencia en cada especie, pero la superposición es muy grande. Esta distribución también es parecida con la encontrada por Watanabe (1962).

El tamaño de la prezigapófisis hemal, por tratarse del carácter tomado como base, presentó una diferencia bien marcada. En A. thazard, todos los ejemplares tenían 2 prezigapófisis unidas a la espina hemal anterior y en A. rochei? todos las tenían cortas.

## II - Colectados de estómagos de atunes y afines

50 ejemplares de cuerpo entero (15.5 - 357.5 mm TCV) pero en diversos grados de digestión, fueron utilizados para reconocer los caracteres de identificación de los jóvenes de la especie.

En un ejemplar de 30 mm FL (Figura 4) bien conservado, diafanizado parcialmente (sin destruir la piel) y teñido con alizarina, encontramos 17 radios en la primera aleta dorsal, o sea 6 mas que la contaje mas frecuente (11), distribuidos en el espacio existente entre las aletas dorsales en los adultos (Figura 6). En otros ejemplares se observan menos o ningun radio en ese espacio, posiblemente por el proceso de digestión. Wade (1949) también presenta jóvenes con 1 y 2 radios en ese espacio, en ejemplares de 33 y 57.2 mm FL. Fitch y Roedell (1963) en ejemplares teñidos con alizarina observaron de 3 a 8 radios en tallas de 13.2 a 89 mm. La presencia de radios continuos en las aletas dorsales se observa en las larvas descritas por Matsumoto (1958- Fig. 26-27).

Para identificar los jóvenes en diversos grados de digestión se usaron las características de la columna vertebral y el número de branquiespinas, que permiten diferenciarlos de los otros escómbridos jóvenes colectados de contenido estomacal de predadores capturados en el Sudeste y Sur del Brasil (Zavala-Camin y Seckendorff SCRS/79/ ). Pero la identificación por medio de la columna vertebral sólo fué realizada despues de estudiar una serie de diversos tamaños, porque este órgano es en los jóvenes muy diferente que en los adultos.

### ONTOGENIA DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Para el estudio de las variaciones existentes en la columna vertebral de los jóvenes y adultos, en este documentó son considerados 8 caracteres que en los adultos se presentan en la siguiente forma:

- A - Talla del cuerpo del atlas - mayor que las 5-8 vértebras siguientes.
- B - Talla del cuerpo de la vértebra 33 - menor que el de las anteriores y las dos siguientes.
- C - Zigapófisis hemales - unidas en el extremo proximal en las vértebras 9-10 a 27-28.
- D - Poszigapófisis hemales - unidas en las vértebras 7-9 a 27-28.
- E - Primer arco hemal cerrado - en la vértebra 21 (primera caudal).
- F - Canal hemal - separado de la columna vertebral en las vértebras 9 a 29 (Figura 7).
- G - Primer foramen inferior - presente en la vértebra 26-30.
- H - Primera prezigapófisis hemal - presente en la vértebra 21-24.

En los ejemplares jóvenes:

a - En 23 ejemplares (15.5 - 357.5 mm TCV) en que se midieron las vértebras, 16 (15.5 - 207.1 mm TCV) presentaron el cuerpo del atlas con un tamaño menor que el de las otras vértebras, excepto la 37 y 38. Un ejemplar de 251 mm TCV presentó el atlas con una talla parecida a la de las 8 vértebras siguientes y fué mayor en los ejemplares de 336 mm TCV o mas (Figura 8).

b - En 23 ejemplares, la vértebra 33 presentó una talla parecida a la de las vértebras vecinas en los mas jóvenes y se observó de tamaño menor con 146 mm TCV o mas (Figura 8).

c - Todas las zigapófisis hemales estan separadas en los ejemplares menores (18.7 - 21.0 mm TCV). Con 32.4 mm TCV en las vértebras 14 a 17 se inicia la unión en su parte proximal. Con 60.1 y 72.4 mm TCV las zigapófisis estan unidas en las vértebras 9 a 22-25.

d - Las poszigapófisis hemales estan separadas en los mas jóvenes (19.5 - 39.6 mm TCV). Con 60.1 y 72.4 mm TCV estas apófisis estaban unidas en las vértebras 9 a 22-23. En tres ejemplares de 104 a 124 mm TCV estaban unidas en las vértebras 9 a 25-26.

e - El primer arco hemal cerrado fué observado en la vértebra 13 (18.6 mm TCV), 14 (18.5, 20.6, 21.0 mm TCV), 15 (15.5 mm TCV), 16 (20.2, 39.6 mm TCV), 17 (33.4, 45.2 mm TCV), 18 (39.0, 39.6 mm TCV) y 20 (60.1, 72.4 mm TCV). El menor ejemplar que presentó el primer arco hemal cerrado en la vértebra 21 tenia 77.2 mm TCV (95 mm SL).

Shaefer y Marr (1948, en Fitch y Roedel, 1963) reportaron que el primer arco hemal cerrado ocurrio en la vértebra 18 en un ejemplar de 72 mm SL y probablemente estava cerrado en la vértebra 17 en ejemplares de 25 y 46 mm SL, pero pensaron que podia tratarse de otra especie. Fitch y Roedell (1963) observaron 9 ejemplares, de 13.2 a 89.0 mm SL, con el primer arco hemal cerrado en las vértebras 13 a 20.

f - El canal hemal se encuentra unido a la columna vertebral en los jóvenes, mientras que en los adultos está separado (Figuras 5 y 7). La unión de las zigapófisis hemales en su parte proximal, la unión de las poszigapófisis hemales y la abertura de los arcos hemales son la causa o consecuencia de la separación del canal hemal con el crecimiento del pez.

g - 5 ejemplares (18.7 - 21.0 mm TCV) presentaron el primer foramen inferior en las vértebras 29-31, 10 ejemplares (60.1 - 145.6 mm TCV) lo presentaron en la vértebra 27-30. Aparentemente, en los jóvenes el primer foramen está mas posterior y se van formando hacia adelante con el crecimiento.

h - En 10 ejemplares examinados (el menor con 19.5 mm TCV) la primera prezigapófisis hemal estaba en la vértebra 21 (4), 22 (5) y 23 (1), presentando una distribución semejante a la de los adultos.

CONCLUSION - La revisión de las características mas usadas en la identificación de las especies propuestas en el género Auxis (dirección de las listas en el dorso; número de filas de escamas en el corselete; la distancia de la parte anterior de la área sin escamas del dorso con relación a una línea vertical que pasa por el extremo posterior de la aleta pectoral y el número de branquiespinas) han mostrado ser poco o nada consistentes. Los 55 ejemplares adultos estudiados confirman la falta de consistencia de las dos últimas características.

El tamaño de las prezigapófisis hemales de las primeras vértebras caudales, utilizado como detalle importante por Hotta (1961), Watanabe (1962), Yoshida y Nakamura (1965) y Richards y Randall (1967) y que también fué importante en este trabajo, son citados como cortos y largos, los largos en algunos ejemplares llegan a unirse a la espina hemal anterior y otros no llegan. Realmente podemos encontrar todas las formas intermediarias, desde la ausencia de prezigapófisis en las vértebras caudales 1-3 hasta las prezigapófisis unidas a la espina hemal anterior. De todas maneras, siendo la característica mas evidente, el estudio de la ontogenia de la columna vertebral mostró su importancia para poder interpretar mejor las informaciones que este órgano nos ofrece.

Entre las 8 (a-h) características estudiadas en la columna vertebral, las 7 primeras (a-g), muestran modificaciones importantes durante el crecimiento. Algunas (c,e) parece que se fijan aproximadamente a los 100 mm SL, otras (d,g) a mas o menos 160 mm SL y otras (a,b) parece que sufren variaciones durante todo el crecimiento.

La variación ontogenética de la columna vertebral en ejemplares con aproximadamente 20 a 40% o mas de talla máxima (considerada en 500 mm FL) y la variedad de los tamaños de las prezigapófisis hemales muestran que la fijación de sus características es demorada y variable, por lo tanto es necesario conocer bien la característica ósea que se desea usar para la identificación.

La propia conclusión de que los caracteres son muy variables no nos permite obtener informaciones mas precisas porque en este documento fueron usados pocos ejemplares, pero con los datos que tenemos creemos que es suficiente para considerar Auxis thazard como la única especie del género, por lo menos provisionalmente hasta que una revisión que incluya toda su área de distribución sea realizada.

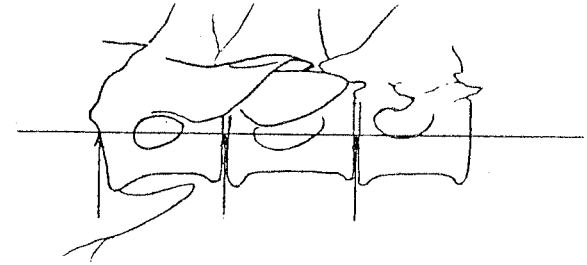


FIGURA 1 - Puntos en que se midió la talla del cuerpo de las vértebras.

	branquiespinas												
Autores	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Kishinouye (1923)													
Wade (1949)													
Godsil (1954)													
*Jones (1958)													
Lopez (1959)													
**Matsumoto (1960)													
*Talbot (1962)													
*Jones & Sitas (1962)													
Watanabe (1962)													
Jones (1963)													
Fitch & Roedel (1963)													
Yoshida & Nakamura (1965)													
Richards & Randall (1967)													
Cervigon (1971)													

FIGURA 2 - Número de branquiespinas observadas por diversos autores (\* en Jones, 1963; \*\* en Uchida, 1963). — = A. thazard, --- = A. rochei.

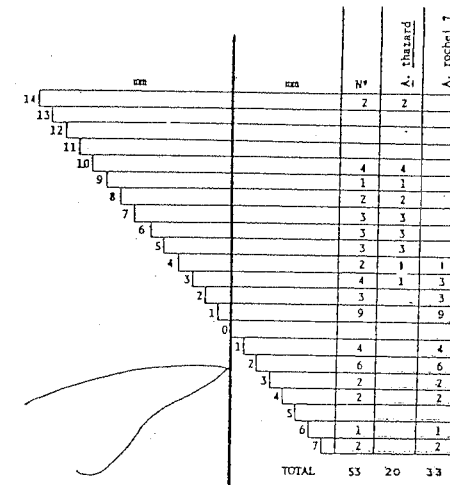


FIGURA 3 - Distancia en mm en que se situa la parte anterior de la zona sin escamas del dorso con relación a una línea que pasa a la altura del extremo posterior de la aleta pectoral.

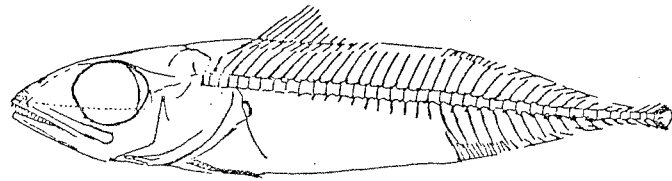


FIGURA 5 - *A. thazard* diafanizado (26 mm SL).

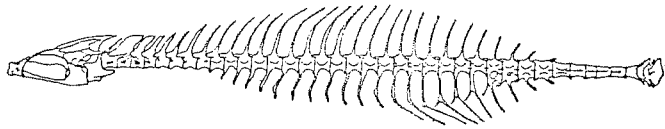


FIGURA 7 - Esqueleto axial de *A. thazard* (415 mm FL).

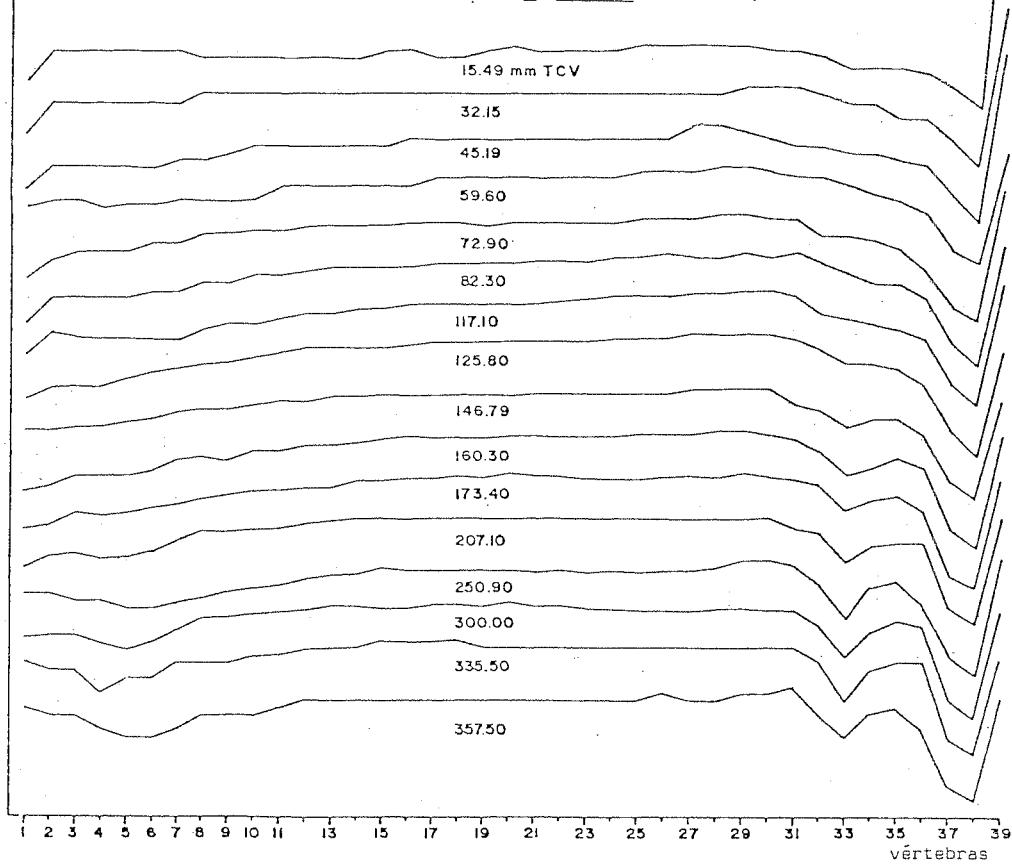


FIGURA 8 - Talla de las vértebras (en porcentaje) de 16 ejemplares de *A. thazard* provenientes del Sudeste y Sur del Brasil. TCV = talla de la columna vertebral.

	Nº			Talla en FL	espinas en la D <sub>1</sub>			
	9	10	11		11	12	12	12
<i>A. thazard</i>	22	11	11	321 - 378	1	0	15	6
<i>A. rochei</i> ♀	33	12	21	216 - 277			11	22

TABLA 1 - Número de ejemplares, sexo, talla y número de espinas de la D<sub>1</sub> en *A. thazard* y *A. rochei* ♀ capturados en el Sudeste del Brasil.

	RAMO INFERIOR						TOTAL						Nº		
	29	30	31	32	33	34 - 35	39	40	41	42	43	44		45	46
<i>A. thazard</i>	2	5	5	1	1		2	3	4	3	1	1			14
<i>A. rochei</i> ♀	2	7	14	7	2	1	2	1	10	10	8	1	1		33

TABLA 2 - Número de branquiespinas del ramo inferior y total del primer arco branquial, en *A. thazard* y *A. rochei* ♀ capturados en el Sudeste del Brasil.

vértebra	1 <sup>er</sup> foramen inferior					1 <sup>a</sup> prezigapósis h.				Tamaño de la prezigapósis h.	Nº
	26	27	28	29	30	21	22	23	24		
<i>A. thazard</i>	3	15	4			2	4	14	2	larga	22
<i>A. rochei</i> ♀	11	8	11	3		17	11	5		corta	33

TABLA 3 - Vértebra en que está presente el primer foramen inferior y la primera prezigapósis basal y tamaño de la prezigapósis basal de las primeras vértebras caudales en *A. thazard* y *A. rochei* ♀ capturados en el Sudeste del Brasil.

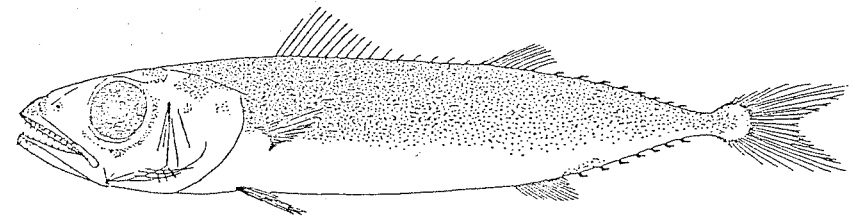


FIGURA 4 - *A. thazard* de 30 mm FL.

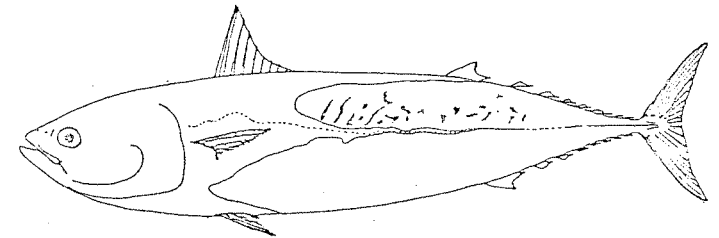


FIGURA 6 - *A. thazard* de 417 mm FL.

BIBLIOGRAFIA

- CERVIGON, F., 1971. Los peces marinos de Venezuela. Complemento II. Contribuciones Científicas Universidad de Oriente. (1): 1-36.
- FITCH, J.E. and P.M. ROEDEL, 1963. A review of the frigate mackerel (genus Auxis) of the world. FAO Fish Rep. (6) 3: 1329-1342.
- FRASER BRUNNER, A., 1950. The fishes of the family Scombridae. Ann.Mag. Natur.Hist., ser 12,3:131-163.
- GODSIL, H.C., 1954. A descriptive study of certain tuna-like fishes. Calif. Div.Fish.Game, Fish Bull. 97:1-185.
- HOTTA, H., 1961. Comparative study of the axial skeleton of Japanese teleostei. Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory 2 (5) 155-185. Figs 207.
- JONES, S., 1963. Synopsis of biological data on the long corseletted frigate mackerel Auxis thynnoides Blecker 1855 - FAO Fish Rep. (6) Vol. 2: 782-810.
- \_\_\_\_\_ y E.G. SILAS, 1962. A review of the scombroid fishes of India. Paper presented to the Symposium on Scombroid Fishes held under the auspices of the Marine Biological Association of India, Mandapam Camp, 12-15 January 1962.
- KISHINOUE, K., 1923. Contributions to the comparative study of the so-called scombroid fishes. J.Coll.Agr.Imp.Univ.Tokio. 8 (3): 243-475.
- MATSUMOTO, W.M. 1958. Description and distribution of larvae of four species of tuna in central Pacific waters. Fish.Bull.Fish.Wild.Serv. 58 (128): 31-72.
- \_\_\_\_\_ 1960. Notes on the Hawaiian frigate mackerel of the genus Auxis. Pacific Sci. 14 (2) 173-177.
- RICHARDS, W.JR. & J.E. RANDALL, 1967. First Atlantic records of the narrow-corseletted frigate mackerel Auxis thazard. Copeia. (1): 245-247.
- RIVAS, L.R., 1951. A preliminary review of the western North Atlantic fishes of the family Scombridae. Bull.Mar.Sci.Gulf. Caribe 1 (3): 209-230.
- SCHAEFER, M.B. y J.C. MARR, 1948. Juvenile Euthynnus lineatus and Auxis thazard from the Pacific Ocean off Central America Pacific Science 2 (4).
- TAYLOR, W.R., 1967. A Enzyme Method of Clearing and Staining Small Vertebrates. Proceedings of the United States National Museum. Smithsonian Institution-Washington, D.C. 122-3596.

- UCHIDA, R.N., 1963. Synopsis of biological data on frigate mackerel Auxis thazard (Lacépède) 1802 (Pacific Ocean). FAO Fish.Rep. 6 (2): 241-273.
- WADE, C.B., 1949. Notes on the Philippine frigate mackerels, family Thunnidae, genus Auxis. Fish.Bull.U.S. - 51 (46): 229-240.
- WATANABE, H., 1962. Frigate mackerels (genus Auxis) from the stomach contents of tunas and marlins. Rep.Nankai Reg.Fish.Res.Lab. (16): 155-171 (In Jap.with English Summary).
- YOSHIDA, H.O. & I. NAKAMURA, 1965. Notes on schooling behavior, spawning and morphology of Hawaiian frigate mackerels Auxis thazard and Auxis rochei. Copeia 1965, 1: 111-114.
- ZAVALA-CAMIN, L.A. y R.W. von SECKENDORFF, 1979. Identificación y distribución de escómbridos (Sardini y Thunnini) colectados de contenido estomacal de atunes y afines capturados en el Sudeste y Sur del Brasil (Informe preliminar). SCRS/1979/