

REVISTA
DE
BIOLOGIA MARINA
(Rev. Biol. Mar.)

PUBLICADA POR LA ESTACION DE BIOLOGIA MARINA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

VALPARAISO, SEPTIEMBRE DE 1958

PRIMERAS FASES DEL DESARROLLO
DEL BLANQUILLO

(*PROLATILUS JUGULARIS*) Cuv. et Val. (PISCES)

Dr. WALTER FISCHER K.

SUMARIO:

1. Introducción.
2. Consideraciones generales.
3. Condiciones y métodos de trabajo.
4. Época de postura del blanquillo.
5. Desarrollo embrionario.
6. Caracteres del huevo fijado en formalina al 5%.
7. Desarrollo postembrionario.
8. Caracteres del material postembrionario fijado en formalina al 10%.
9. Identificación de los primeros estadios de desarrollo del blanquillo en muestras de plancton.
10. Resumen.
11. Bibliografía.

1.—INTRODUCCION

Los datos que poseemos actualmente sobre la reproducción de los peces chilenos son muy escasos. Poco o nada se sabe de las épocas de postura, de las zonas y profundidades de desove, duración de las fases embrionaria y larval, de las migraciones verticales y horizontales que posiblemente realizan los individuos de una especie en sus sucesivas etapas de desarrollo, y de una serie de otros hechos

interesantes, cuya aclaración podría contribuir en forma efectiva al conocimiento de la biología de las distintas especies. El emprendimiento de un estudio encaminado especialmente a la solución de estos problemas nos ha parecido de particular interés, y es posible que, tratándose de una región tan poco estudiada, se encuentren en este campo interesantes novedades.

El conocimiento de la biogenia de los peces de importancia económica constituye una de las bases fundamentales para las investigaciones de biología pesquera, las cuales, dado el creciente desarrollo de la industria pesquera chilena, serán en el futuro de sumo interés para el país.

El desarrollo embrionario y larval de peces ha sido, desde hace más de medio siglo, objeto de innumerables estudios. En las grandes obras de conjunto sobre biogenia ictiológica (Ehrenbaum, 1905; Bertolini, D'Ancona, etc. 1931-56), están consideradas casi todas las familias de peces, pero se está aún muy lejos de disponer de conocimientos sobre el desarrollo de un gran número de especies. La carencia absoluta de datos sobre huevos y larvas de Teleósteos de nuestra costa nos coloca ante una tarea bastante difícil, y no cabe duda que un trabajo más o menos completo sólo podrá ser alcanzado después de numerosos años de estudio. Por este motivo consideramos conveniente dar a conocer en forma fraccionada los resultados obtenidos en el curso de las investigaciones. Con este trabajo se comenzará, pues, una serie de publicaciones referentes al desarrollo de peces chilenos, que iremos completando sucesivamente.

Agradecimientos. Agradecemos al Señor Director, Dr. Parmenio Yáñez A. y al personal de la Estación de Biología Marina de Montemar por las facilidades y la colaboración que han prestado para el desarrollo de este trabajo.

Queremos, asimismo, expresar nuestro reconocimiento al Dr. Fernando de Buen, quien con sus valiosas indicaciones y larga experiencia nos ha orientado en el trabajo.

2.—CONSIDERACIONES GENERALES

La correcta identificación del material de huevos y larvas obtenido por pescas planctónicas es la base fundamental de una investigación biológica y ecológica. Para este estudio sistemático, el método más seguro, por lo menos para las primeras etapas del

desarrollo, es la práctica de la fecundación artificial de huevos procedentes de peces que se encuentran en estado de madurez sexual, estudiando, durante la crianza artificial, el desarrollo hasta donde sea posible. Obtenidos en esa forma los estadios embrionarios avanzados y, posiblemente, las primeras fases larvales, es posible ya completar y complementar el estudio mediante la observación y crianza de material obtenido directamente del Plancton.

A) La fecundación artificial puede realizarse en la mayoría de los casos sin dificultades, asimismo como la mantención de los huevos hasta el nacimiento del primer estadio larval. Aún sin cuidados especiales es posible, por lo general, criar los huevos en pequeños recipientes colocados a la penumbra y en lugares frescos. Antes de la fecundación, y las primeras 24 a 30 horas después, los huevos son muy sensibles a los agentes traumáticos, como choques y caídas. En este primer período se observa el porcentaje de mortandad más elevado, debida especialmente a la ruptura de la delgada membrana vitelina. Más tarde, avanzada ya la gastrulación, el vitelo se cubre de una capa de elementos celulares que le dan mayor resistencia. Desde el momento del nacimiento de la primera fase larval, la mantención de la crianza requiere una atención más esmerada: se necesitan ahora recipientes de mayor tamaño y el agua debe cambiarse frecuente y cuidadosamente. Un factor de especial importancia para la conducción de una crianza por períodos prolongados parece ser la constancia de la temperatura, la cual es muy difícil de obtener, si no se dispone de una pieza regulable a temperatura constante. Igualmente sería necesaria, según la experiencia de algunos autores (Morris, 1956), la generación de una corriente circular de agua dentro del recipiente de cultivo. Las larvas se orientan siempre contra la corriente. Se evitan así los choques de ellas contra las paredes del acuario, y además se mantienen en constante actividad. Finalmente, deben tomarse en cuenta los problemas de alimentación que se presentan en una crianza al cabo de cierto tiempo. La cría, recién salida del huevo, se nutre durante los primeros días de la yema contenida en su saco vitelino, pero antes de que ésta se agote, debe comenzarse con la administración de alimento. El término de la reabsorción del vitelo nutritivo desencadena un verdadero período de crisis, y durante estos días, el éxito o fracaso de los ensayos de alimentación es decisivo para la suerte posterior de la crianza.

Hasta hoy, la crianza artificial de peces marinos en el laboratorio ha tropezado, en todo el mundo, con ciertas dificultades. Generalmente, los ensayos se limitan al período embrionario y de cría, habiéndose llegado sólo en pocas ocasiones (Morris, 1956) a prolongar la crianza por más de dos meses.

Cabe considerar que, si bien la obtención de las fases larvarias, o aún postlarvarias por crianza artificial proporcionaría datos muy interesantes, no podrían ellos aplicarse sino con ciertas restricciones a los problemas biológicos de las mismas especies en su medio natural.

B) La pesca de huevos, larvas y jóvenes mediante redes adecuadas proporciona en cambio, una vez que el material obtenido pueda ser correctamente identificado, datos ecológicos de gran interés, si estas pescas se realizan en forma metódica y constante en diferentes zonas y a distintas profundidades. De este modo puede completarse la cadena de fases sucesivas del desarrollo de las diversas especies, y determinarse las respectivas zonas y épocas de desove.

En el desarrollo ontogenético de peces, diversos autores han establecido fases más o menos definidas, pero no hay acuerdo con respecto a la nomenclatura creada para designar y delimitar estas etapas del desarrollo. El establecimiento de un criterio común al respecto, válido para todas las especies de peces, se dificulta un tanto por las modalidades diversas, y a veces, bastante especiales, que suele presentar el desarrollo ontogenético dentro de esta clase. En general, la distinción de un período embrionario y otro, postembrionario, compuesto este último por las fases larval, juvenil y adulta, es aceptada por la mayoría de los autores. Pero esta clasificación resulta, tanto del punto de vista biológico como sistemático, insuficiente. La escuela francesa ha introducido en la nomenclatura ictiológica, ya a fines del siglo pasado, el término "*alevin*", el cual desgraciadamente no circunscribe con suficiente claridad la fase larval a la cual se refiere. Posteriormente se ha propuesto distinguir, dentro del período larval, una fase *prelarval* y otra *postlarval*. Hubbs (1943), adopta este criterio, y reserva el nombre de *alevin* para el estadio larval que sigue a la reabsorción del vitelo en aquellas especies cuyas larvas no llegan a presentar los caracteres postlarvales. Completa la clasificación agregando las siguientes fases: *joven* (young), *semicrecido* (half grown), *joven de un año* (young of year), *primal* (yearling), *joven de dos años* (young of two

years), etc. Esta clasificación es aceptada, con excepción de las últimas cuatro fases (dificiles de definir en el trópico) por S. Jones (1950). F. de Buen ha propuesto en 1927, una clasificación detallada establecida con un criterio esencialmente biológico, que adoptaremos en nuestro trabajo, y que, por tal motivo, repetimos a continuación:

- I. *Embrión*, (embryo, Embryo, embryon), dentro del huevo.
- II. *Cría* (vitelic larva, Dotterlarve, larve vitelline). Libre con saco vitelino y sin boca funcional.
- III. *Larva* (larva, Larve, larve), libre y activa, con caracteres de animal pelágico y predador, pudiendo distinguirse las siguientes subfases:
 - 1) *Prelarva* (prolarva, Prolarve, prélarve), sucesiva formación de los caracteres larvarios.
 - 2) *Larva propiamente dicha*. (larva, Larve, larve) momento culminante en el desarrollo de los caracteres larvarios.
 - 3) *Postlarva* (postlarva, Postlarve, postlarve); regresión rápida de los caracteres larvarios.
- IV. *Fase metamórfica y cromogénica* (metamorphic and chromogenic phase, metamorphische und chromogene Phase, phase métamorphique et chromogénique) momento en que los grandes cromatóforos de carácter larvario son reemplazados por la pigmentación definitiva, lo cual generalmente va acompañado de la formación de los caracteres morfológicos del joven. Suele coincidir esta fase con un cambio de vida, en ocasiones radical.
- V. *Joven* (Young, Jungfisch, jeune) forma definitiva, al menos en los rasgos generales. Antes de la primera madurez.
- VI. *Adulto* (Adult, Erwachsener Fisch, adulte).

Existiendo transiciones graduales entre estas fases, es natural que en algunas ocasiones surjan dudas. Esto ocurre, por ejemplo, al final del período de cría, en los casos en que ésta adquiriera una boca funcional antes de completar la reabsorción de su vitelo nutritivo, transformándose ya en un animal predador, que por este motivo debe considerarse prelarvario, no obstante la presencia de un resto de saco vitelino. Igualmente, pueden presentarse algunas dificultades en la delimitación de las fases posteriores, especialmente si

éstas se suceden muy rápidamente. Hay especies en las cuales faltan totalmente algunas de ellas. Sin embargo, a nuestro juicio, debería aplicarse la nomenclatura general a todas las especies, siguiendo siempre el mismo criterio biológico-morfológico, con lo cual se facilitan las comparaciones entre los estadios homólogos de especies distintas.

En cuanto al período embrionario, éste no suele dividirse por lo general en etapas sucesivas, muchos autores describen los cambios observados en ese período relacionándolos con el número de horas o días de su aparición. Como la rapidez del desarrollo es dependiente de las variaciones de temperatura, pueden obtenerse por este motivo resultados variables en cuanto a la época de aparición de los caracteres embrionarios de una especie. Para facilitar las comparaciones entre las especies de nuestro material de estudio, estimamos por tal motivo, conveniente establecer, dentro del período embrionario, algunas etapas comunes a todos los huevos, y fáciles de reconocer en los huevos obtenidos del plancton, y posiblemente (por lo menos algunas de ellas), aún en los huevos fijados. Esto facilitaría por lo demás la elaboración de claves sistemáticas en el futuro para distinguir las especies entre sí en cada una de las diferentes fases. Nuestra clasificación tendrá necesariamente un carácter un tanto artificial, puesto que el desarrollo embrionario es la sucesión continua de un conjunto de fenómenos, de los cuales sólo algunos pueden tomarse en cuenta para la delimitación de las fases. Estableceremos, por ahora, las siguientes, ya que el estudio de gran material en el futuro puede implicar modificaciones:

- I. Desde la fecundación hasta el momento en que se inicia el proceso de envoltura del vitelo por parte del blastodermo extraembrionario a partir del borde del disco germinativo (anillo germinal). Así, el final de esta primera fase es marcado por el comienzo del proceso epibólico que conduce a la formación de la pared celular del saco vitelino.
- II. Desde el comienzo de la migración del blastodermo extraembrionario hasta el momento en que su reborde (anillo blastopórico) alcanza el ecuador del huevo.
- III. Desde la posición ecuatorial del anillo blastopórico hasta el cierre del blastoporo (momento en que el blastodermo envuelve totalmente el saco vitelino).

- IV. Desde el cierre del blastoporo hasta que el extremo caudal del embrión se desprende del saco vitelino.
- V. Desde el momento en que el extremo caudal se desprende del saco vitelino hasta la eclosión del huevo.

Dentro de cada fase se describirán las diferenciaciones características que en ella aparecen y que pudieran tener algún valor sistemático.

El BLANQUILLO *Prolatilus jugularis*, C. y V., cuya descripción en sus primeras fases de desarrollo constituye el objeto del presente trabajo, es un Teleósteo de la familia Branchiostegidae (Malacanthidae), que habita en abundancia las aguas litorales chilenas, desde Tocopilla hasta Chiloé, especialmente los fondos rocosos y arenosos. Su longitud alcanza hasta 40 cm., es consumido en regular cantidad y se obtiene fácilmente con artes de pesca menores.

3.—CONDICIONES Y METODOS DE TRABAJO

Los resultados sobre el desarrollo del blanquillo se obtuvieron tanto por fecundación y crianza artificial, como por el estudio del material de huevos obtenido por pescas planctónicas en la bahía de Valparaíso, en la segunda mitad de 1957, y Febrero de 1958.

La primera fecundación artificial, practicada el 31 de Julio de 1957, dió origen a una crianza de aproximadamente 200 huevos, que pudo ser mantenida hasta el 22 de Agosto. Se utilizó como acuario de cultivo un recipiente cilíndrico de vidrio, de 25 cm. de diámetro por 23 cm. de altura. Para disminuir el peligro de cambios bruscos de temperatura, se colocó este recipiente dentro de un acuario amplio que mantenía una temperatura más constante que el aire, procurando evitar la luz directa. Al mismo tiempo que se cambiaba diariamente el agua, se extraían del fondo del recipiente, mediante una pipeta, los huevos muertos y las cápsulas vacías. La extracción del agua gastada se hacía desde el fondo mediante un sifón conectado a un embudo ancho cubierto de gasa fina.

Las pescas planctónicas se efectuaron mediante una red corriente, de lanilla de bandera, de 0,80 m. de abertura y de 2 m. de longitud. Las pescas fueron exclusivamente horizontales y superficiales, arrastrándose la red por 15 minutos en un área reducida, desde 500 metros hasta 2 millas de la costa.

La observación diaria del material de las crianzas, así como el estudio del material planctónico permitieron obtener datos sobre el desarrollo del blanquillo hasta los 22 días después de la fecundación. Durante la crianza, la temperatura del agua fluctuó entre 11 y 13,8° C.

4.—ÉPOCA DE POSTURA DEL BLANQUILLO

No podemos pronunciarnos aún en forma definitiva sobre la duración de la época del desove del blanquillo. Hemos encontrado en el plancton huevos de esta especie en todos los meses, salvo Diciembre, Enero, Marzo, Abril y Mayo, meses en que no hemos podido efectuar aún pescas planctónicas intensivas. Habiéndose encontrado huevos en Febrero, es muy probable que se encuentren también en los meses siguientes, lo cual es apoyado por el hecho de que algunos blanquillos, que tuvimos ocasión de examinar en el mes de Febrero del presente año, se encontraban en estado de distensión, o sea, de incipiente madurez sexual. Las pescas planctónicas de huevos de blanquillo más ricas han sido aquellas de los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, que parecen corresponder al período de puesta más intensiva. El examen de cuatro hembras y dos machos en los primeros 10 días de Diciembre (difíciles de obtener en esta época), reveló en los machos aún una producción de sémen, las hembras en cambio, daban huevos sólo después de presionar fuertemente el abdomen. Estos huevos, en escasa cantidad, no fueron viables y no pudieron fecundarse.

De acuerdo con estos datos debería situarse la época de postura del blanquillo en su mayor amplitud (esto es, considerando también los períodos de escaso desove) entre los meses de Febrero y Noviembre. El examen de los ovarios del blanquillo muestra, en esa época, por lo general, óvulos maduros o próximos a madurar, al lado de otros que se encuentran aún muy lejos de la maduración, lo que permite pensar en un posible fraccionamiento de la postura, madurando un nuevo grupo de óvulos después de cada desove, y explicándose posiblemente de esta manera la extensión tan considerable del período de actividad sexual.

Las observaciones descritas, así como especialmente las cifras del planctón, no pueden pretender, por su número relativamente escaso, tener un carácter definitivo, y deberán ser confirmadas por

las investigaciones de los próximos años. Entonces podrá decidirse además, si en los meses de Diciembre y Enero hay para esta especie un verdadero período de reposo sexual.

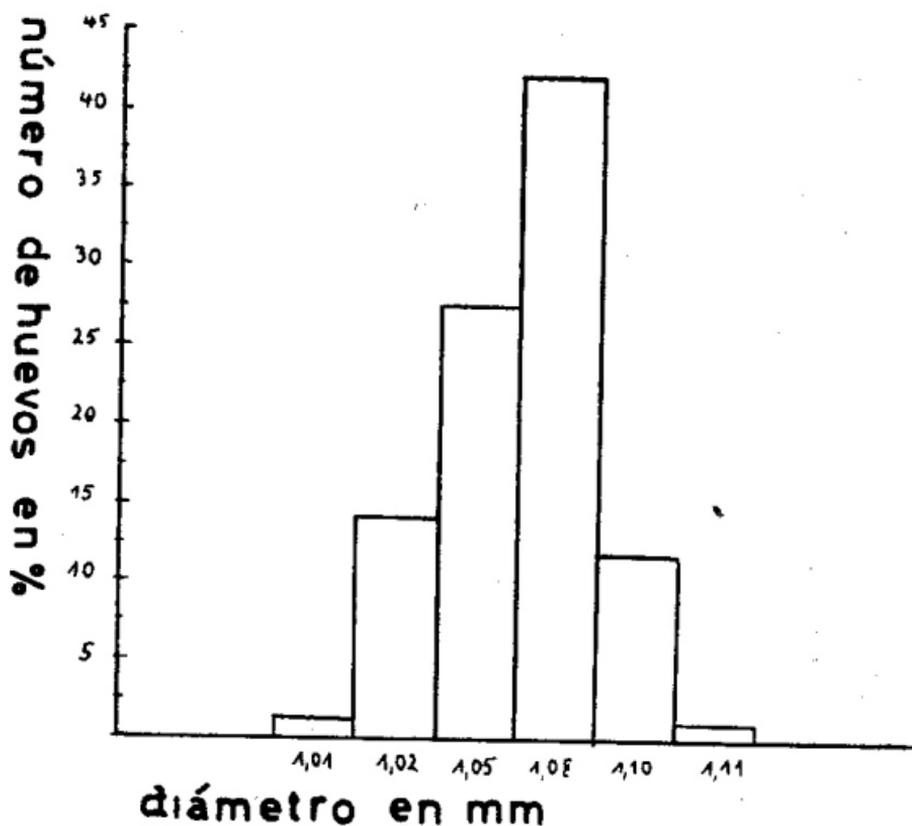


GRAFICO N.º 1.—Diámetro de 70 huevos vivos de Blanquillo obtenidos por pescas planctónicas frente a Montemar.

5.—DESARROLLO EMBRIONARIO (Fig. 1-4. Lám. I-III)

Caracteres generales del huevo de blanquillo. Los huevos de esta especie son pelágicos, bastante regularmente esféricos, y dotados de una gota de aceite grande y refringente. La cápsula (membrana externa) es de textura firme y presenta en las primeras fases (Lám. I, fots. 1-6), suaves arrugas y surcos que se entrecruzan irregularmente, y desaparecen en fases más avanzadas del desarrollo embrionario (Lám. II y III, fots. 7-18). El vitelo es transparente y homo-

géneo y el espacio perivitelino, pequeño. El diámetro de los huevos vivos obtenidos del plancton que pudieron medirse en el curso de los cinco meses mencionados más arriba (en número de 70) fluctúa entre 1,01 y 1,11 mm. La gran masa (aproximadamente el 70%) se encuentran entre 1,05 y 1,08 mm.

Las dimensiones extremas hasta ahora encontradas son 0,99 y 1,11 mm., respectivamente. La gota oleosa mide en la mayoría de los casos, 0,24 mm., siendo los extremos encontrados hasta este momento, 0,23 y 0,26 mm. Sería, a nuestro juicio, de interés sistemático relacionar, en los huevos que poseen gota de aceite, el diámetro de la cápsula del huevo con el de la gota oleosa, expresando esa relación en tanto por ciento como "INDICE OLEOCAPSULAR". En el caso del blanquillo, este índice sería, citando los valores extremos encontrados, de 22,2 a 25,6 %.

Fase I. Desde la fecundación hasta el final de la fase I, no se observan, al parecer, en el huevo de blanquillo caracteres especiales de valor sistemático, aparte de aquellos generales ya descritos. A una temperatura que fluctúa entre 11,3 y 13,6° C, se define alrededor de 3 horas después de la fecundación sobre la masa vitelina el disco germinativo (Lám. I, fot. 2). A las 4-5 horas se realiza la división en dos blastómeros (Lám. I, fot. 3). siguiendo luego el proceso de segmentación rápida y normalmente (Lám. I, fots. 4-6). Al final de la fase encontramos el blastodisco en pleno proceso de gastrulación, con el escudo embrionario formado y un grueso anillo germinal (Lám. II, fot. 7).

Fase II. Al comenzar la fase epibólica, o sea, el avance del blastodermo del anillo germinal (tejido extraembrionario) sobre la masa vitelina, se observa un alargamiento del escudo embrionario, y poco después, un pequeño engrosamiento en su extremo anterior. El borde del anillo blastodérmico, ahora más propiamente llamado "Anillo Blastopórico", se presenta como una cinta poco engrosada y bien delimitada. Cuando el anillo blastopórico alcanza el ecuador del huevo, comienzan a definirse la cabeza y la parte anterior del cuerpo. Las vesículas ópticas no se han diferenciado aún.

Fase III. (Fig. 2). Se caracteriza esta fase, que se extiende desde el momento de la posición ecuatorial del blastoporo hasta su cierre, por una serie de hechos importantes. Al cubrir el blastodermo

más de las $\frac{3}{4}$ partes de la superficie del vitelo, se observa que la mitad anterior del cuerpo aparece más espesa y mejor delimitada.

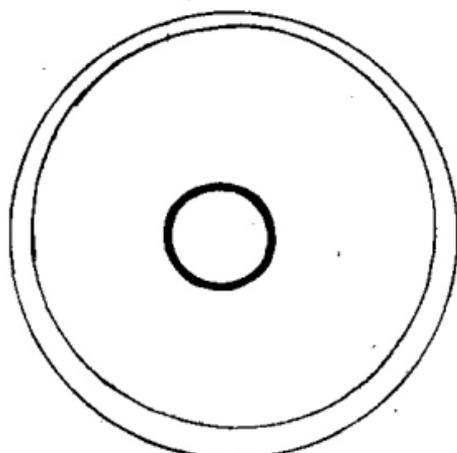


Fig. 1

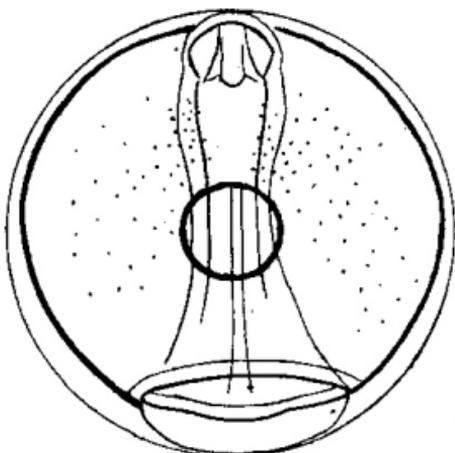


Fig. 2

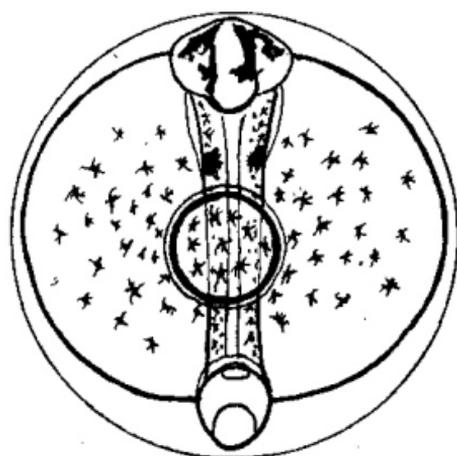


Fig. 3



Fig. 4

0,5mm

FIGURAS 1-4.—Desarrollo embrionario del blanquillo (*Prolatilus jugularis*) (Temp. 11,3-13,6° C). 1. Comienzo de la fase I (1 hora después de la fecundación). 2. Fase III (40 horas). 3. Fase IV (72 horas). 4. Comienzo de la fase V (90 horas). *Nota.*—Los manchones de pigmento que se han dibujado, para mayor claridad de la reproducción, macizos en figs. 3 y 4, son en realidad conjuntos de gruesos gránulos de color café.

En cambio, la mitad posterior, delgada, se presenta como una lámina ensanchada posteriormente. La cabeza, de borde anterior aún redon-

deado, si bien ha aumentado de tamaño, no se destaca todavía notoriamente del cuerpo por su anchura. Se encuentran bien diferenciadas en este momento las vesículas ópticas primarias. La placa neural se observa en la mitad posterior del cuerpo, perdiéndose hacia adelante. Alrededor de la cabeza, y a ambos lados del cuerpo del embrión, se encuentra una delgada banda transparente (meso y endodermo que aún no ha sido incluido en el proceso de tubulación) que desaparece más tarde bajo el cuerpo del embrión. En estas bandas, y en las partes adyacentes de la superficie del saco vitelino, se dispone cierto número de pequeños gránulos incoloros que parecen migrar desde el cuerpo del embrión, especialmente de su parte anterior, hacia ambos lados y hacia atrás. Se trata de células pigmentarias todavía indiferenciadas, y aquellas que se encuentran más próximas al embrión comienzan ya a adquirir su pigmento. Las células pigmentarias faltan aún en la parte posterior del cuerpo y en la cabeza. El blastoporo es casi regularmente circular, sólo en el sector correspondiente al extremo caudal del embrión, su borde es recto o ligeramente invaginado. A nivel del blastoporo, el saco vitelino se encuentra ligeramente estrangulado. Esta etapa corresponde en nuestra crianza (temp. 11,3–13,6° C) a una edad de 40 horas.

Poco antes del cierre del blastoporo, cuando el diámetro de éste iguala casi a aquel de la gota oleosa, la cabeza, vista desde abajo, tiende a adoptar una forma triangular. Igualmente alcanzan a distinguirse antes del cierre del blastoporo, si bien con cierta dificultad, por lo menos seis miómeros en la parte central del cuerpo. La parte posterior de éste ha aumentado notoriamente de espesor. Las células pigmentarias se presentan ahora en forma de numerosos y diminutos puntos de color café muy oscuro, casi negro, en los bordes del embrión y en sus cercanías, incluyendo su parte posterior. En la región postcefálica se observa, a cada lado, una pequeña concentración de pigmento café que empieza a invadir la cabeza, especialmente por el borde interno de las vesículas ópticas primarias. En el extremo caudal del cuerpo, muy cerca del borde blastopórico, se observa una vesícula de Küpffer pequeña y esférica.

Fase IV. (Lám. II, fots. 8–12 y Lám. II, fots. 13–16). Poco después del cierre del blastoporo (a temp. de 11,3–13,6° C a las 51 horas), el extremo caudal del embrión ha aumentado notoriamente su espesor, destacándose de la superficie del saco vitelino. La cabeza,

ahora decididamente más ancha que el cuerpo, conserva su aspecto triangular. El tono de fondo del embrión es ligeramente amarillento. Sus bordes laterales presentan en toda su extensión pequeños melanóforos oscuros. En la cabeza, el pigmento café forma dos líneas oscuras en los bordes internos de las vesículas ópticas primarias, y se encuentra además concentrado detrás de ellas. En el hemisferio opuesto al embrión aparecen algunas de las células pigmentarias que han migrado desde el cuerpo del embrión, acercándose a la gota oleosa.

Dos horas más tarde (53 horas, Lám. II, foto 10), el embrión rodea ya la mitad del huevo. Al final del primer quinto de la longitud de su cuerpo aparece a ambos lados una concentración de pigmento, que a partir de este momento se va intensificando rápidamente. Alrededor de la gota oleosa se observa una fina membrana transparente. El pigmento se concentra en su periferia, pero no la ha invadido aún.

Cuando la longitud del embrión sobrepasa la mitad de la circunferencia ovular, (Lám. III, fots. 13 y 14, 72 horas), la cabeza, bastante ancha en relación al cuerpo, ha perdido la forma de cuña triangular que tenía en los estadios anteriores. Las vesículas ópticas secundarias y las cápsulas olfatorias no son visibles aún. Las bandas protoplasmáticas que bordeaban el cuerpo han desaparecido en las partes central y posterior, pero detrás de la cabeza se evidencian todavía, para desaparecer al final del primer cuarto de la longitud del cuerpo. En el extremo caudal se ve el esbozo de la aleta embrionaria media. La pigmentación de la cabeza se presenta en forma de concentraciones de color café en la región olfatoria, subocular y postocular. En el cuerpo, los melanóforos abundan especialmente en los costados laterales, alineándose en los septos intermioméricos, que en este momento se distinguen más fácilmente. Desde los bordes del embrión comienza una nueva migración de pequeños melanóforos sobre el saco vitelino. Por lo demás, este último presenta, en la mayor parte de su superficie, escasa cantidad de células pigmentarias. La gota oleosa presenta ya algunos melanóforos.

Muy poco antes del desprendimiento del extremo caudal del cuerpo de la pared del saco vitelino (82 horas), se observan bien diferenciadas las cápsulas olfatorias que resaltan por encontrarse rodeadas de pigmento café (Lám. III, fots. 15-16).

Fase V. (Fig. 4 y Lám. III, fots. 17 y 18). Al cubrir el embrión las $\frac{4}{5}$ partes de la circunferencia ovular, su extremo caudal se ha desprendido del saco vitelino, desviándose al mismo tiempo lateralmente y esquivando la gota oleosa. Vista lateralmente, la cabeza presenta ya los caracteres propios de la cría. Los ojos, de diámetro longitudinal mayor que el vertical, aparecen con las vesículas ópticas secundarias formadas. La mayor parte del espacio preocular es ocupada por las cápsulas olfatorias, ligeramente ovaladas. Una leve fisura divide los cerebros anterior y medio. Las cápsulas óticas, visibles en este momento, carecen aún de otolitos. En el cuerpo, los miómeros son bien visibles, especialmente en las regiones posterior y media. El extremo caudal es romo y bastante grueso. Se aprecian los latidos cardíacos y también, los primeros movimientos del cuerpo. El pigmento café oscuro, casi negro, se dispone en pequeños melanóforos sobre el cuerpo del embrión, especialmente en la parte media del dorso. Fuera de estas células pigmentarias pequeñas, existe un pigmento de color café algo más claro, concentrado en forma de manchones en algunas zonas de la cabeza y del cuerpo.

Las más precoces de estas concentraciones pigmentarias han sido descritas ya más arriba. Hay dos pares de ellas en la cabeza, en la región pre y postocular respectivamente, y en el cuerpo, un par lateral al final del primer quinto de su longitud y otro par, de posición dorsoventral, cerca del extremo caudal. Este pigmento es de naturaleza distinta de aquél de los melanóforos, pues se descolora al cabo de algunos meses en formalina, mientras que éstos mantienen su tonalidad oscura. En la superficie del saco vitelino se observa ahora nuevamente un mayor número de melanóforos, resultantes de la última migración, cuyo comienzo se ha descrito más arriba. En vista lateral, la gota oleosa aparece cubierta en las $\frac{3}{4}$ partes de su superficie por una delgada membrana que deja libre el polo que enfrenta la pared del saco vitelino. Esta membrana está cubierta de melanóforos, los cuales faltan en la parte libre de la gota oleosa. El tamaño de los manchones pigmentarios es bastante variable de un individuo a otro.

Cuando el embrión cubre totalmente la circunferencia ovular, (Lám. III, fot. 18), posee ya todas las características de la cría, por lo cual prescindiremos de su descripción separada. La eclosión del huevo se ha realizado en la crianza artificial (temp. 11,3-13,6° C) a los cuatro días y seis horas.

6.—CARACTERES DEL HUEVO FIJADO EN FORMALINA AL 5%

El diámetro de la cápsula ha disminuído un poco. Una serie de mediciones nos dió un promedio de 1,01 mm. y, como límite inferior, 0,96 mm. En las primeras fases, el vitelo se encuentra muy retraído. También el saco vitelino, cubierto por su pared celular, sufre aún una retracción considerable. Se reconocen los límites de las diferentes fases establecidas, pero se pierden algunos detalles importantes, especialmente por la decoloración total de los manchones pigmentarios. Sin embargo, un examen detallado permite en algunos casos localizar la posición de este pigmento por las correspondientes áreas decoloradas. Los pequeños melanóforos conservan su coloración después de 7 meses. El ensayo de otros fijadores en todo caso sería provechoso.

7.—DESARROLLO POSTEMBRIONARIO

La crianza artificial pudo prolongarse hasta 15 días después de la eclosión de los huevos, lo cual nos permitió conocer el período de cría y la primera parte del período prelarvario. La temperatura del agua durante estos días se mantenía entre 12 y 14° C.

LA CRIA. (Lám. IV, fots. 19-20; Figs. 5 y 6). Las características morfológicas de la *cría en las primeras 12 horas después de haber abandonado el huevo* (Lám. IV, fots. 19-20; Fig. 5) son las siguientes: Longitud total: 2,4-3,1 mm. En un ejemplar de 12 horas de edad y 3,0 mm. de longitud total, se encontraron las siguientes proporciones: Longitud del saco vitelino: 44%, longitud preanal: 49,4%, longitud postanal: 50,6%.

Cuerpo de forma regular, algo adelgazado en su porción caudal. Cabeza ovalada de carácter embrionario, poco más alta que el cuerpo, resaltando apenas de éste en su línea dorsal. Morro largo, ligeramente aguzado. Cápsulas olfatorias grandes, ovaladas y de posición ligeramente oblicua hacia abajo y adelante. Ojos de forma ovoidal, carentes de pigmento, con fisura coróidea ántero-inferior que llega hasta la pupila y situados a una distancia del morro algo mayor que su radio longitudinal. Cápsulas óticas pequeñas, horizontalmente ovaladas, de diámetro longitudinal algo mayor que

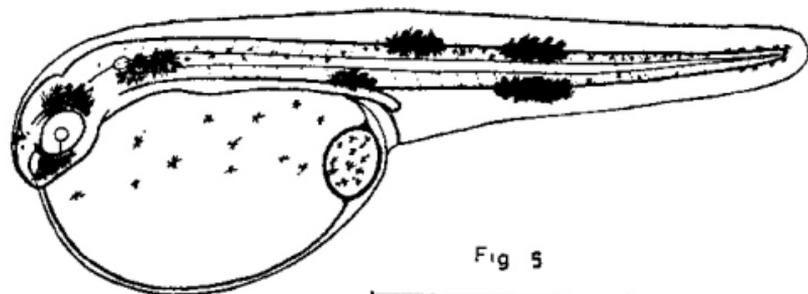


Fig 5

1 mm

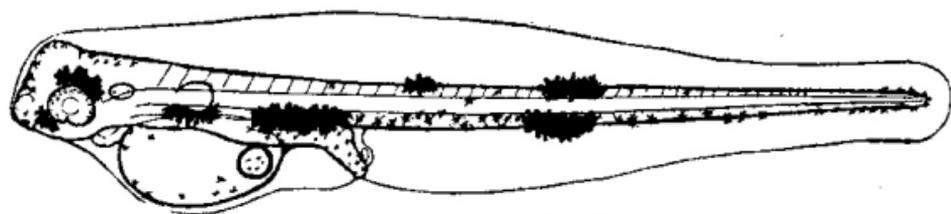


Fig. 6

1 mm.

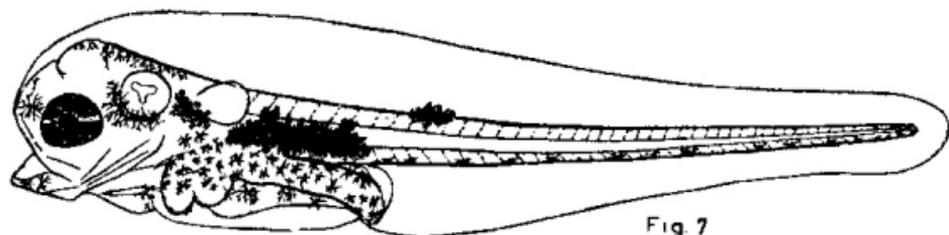


Fig 7

1 mm.

FIGURAS 5-7.— Primeras fases del desarrollo postembrionario del blanquillo (*Prolatilus jugularis*). (Temp. 11,3-13,6° C). 5. Cría de 3,1 mm. de longitud (12 horas después de la eclosión del huevo). 6. Cría de 4,2 mm. de longitud (5 días).

7. Prelarva de 4,2 mm. de longitud (9 días).

Nota.—Los manchones pigmentarios son de color café a trasluz, y amarillo con luz incidente desde arriba.

el de la pupila, y con dos otolitos pequeños y puntiformes. Están situados con respecto a los ojos a una distancia algo superior al diámetro longitudinal de éstos. El cerebro medio, no se eleva aún sobre el anterior y el posterior.

El corazón se encuentra dispuesto transversalmente, y desplazado hacia el lado izquierdo.

El notocordio a primera vista parece tener un aspecto homogéneo; pero con grandes aumentos se logra apreciar su naturaleza multilocular, si bien, los límites entre los lóculos son poco netos.

El tubo digestivo termina a muy corta distancia del polo posterior del saco vitelino, el recto engrosado envía una fina prolongación hasta el borde de la aleta media, punto en que posteriormente llega a desembocar el ano. Esta prolongación del recto se encuentra en el momento del nacimiento de la cría casi apegada al saco vitelino. No se observa, detrás del recto, una vesícula urinaria, que probablemente no está formada aún.

El saco vitelino es grande y ovoidal, comenzando anteriormente en el morro. Su contenido es transparente, totalmente homogéneo. La gota oleosa, débilmente coloreada de verde amarillento, tiene forma ligeramente ovalada, se encuentra fijada al extremo posterior del saco vitelino.

La aleta embrionaria media, bastante regular, es de altura uniforme a lo largo de su extensión, salvo en el tercio anterior de su porción dorsal, donde es notoriamente más baja. Ella comienza anteriormente en la cabeza, evidenciándose, en forma de un tenue reborde que parece partir desde el morro. La parte preanal de su porción ventral es, como se deduce de la posición del recto, extremadamente corta en las primeras horas, pero luego se alarga rápidamente.

Las aletas pectorales no se han formado aún.

A ambos lados del cuerpo se encuentran algunos (generalmente 3-4) cojinetes sensoriales bastante anchos en su base, pero de escaso relieve, destacándose mejor sólo el primer par, situado inmediatamente detrás de la zona cardíaca, y apareciendo como un tubérculo redondeado.

La pigmentación se presenta en forma de dos tipos diferentes:

I. Uno de ellos está representado por pequeños cromatóforos de color café muy oscuro (o negro), diseminados especialmente sobre el dorso del cuerpo en sus dos tercios posteriores, y sobre los

costados en el tercio anterior, quedando el dorso en esta parte casi desprovisto de pigmento. Visto desde arriba, el dorso presenta por lo tanto, en su tercio anterior, un área depigmentada en forma de triángulo alargado con vértice posterior. Se encuentra este pigmento igualmente en el borde del extremo caudal del cuerpo, y en regular cantidad en la mitad superior de la superficie del saco vitelino y en la mayor parte de la superficie de la gota oleosa.

II. El segundo tipo de pigmento está representado por concentraciones pigmentarias o manchones que a trasluz, son de color café, tomando color amarillo intenso bajo la luz incidente desde arriba. Estos manchones se distribuyen en la siguiente forma: A) En la cabeza: 1) un par preocular que se dispone en los bordes anterior, externo y posterior de las cápsulas olfatorias, dejando libre su borde interno; 2) un par postocular, también de situación lateral. B) En el cuerpo: 3) un par lateral detrás, y algo por debajo de las cápsulas óticas; 4) un par dorsoventral situado a nivel del recto, encontrándose el manchón dorsal algo más atrás con respecto al ventral, y 5) un segundo par dorsoventral a nivel de la mitad de la longitud postanal. En algunos casos se encuentran uno o más pequeños manchones delante del primer par dorsoventral, especialmente en el dorso. Este par debe considerarse bastante variable, en cuanto a su extensión, de un individuo a otro. Muy constantes, en cambio, parecen ser los otros pares, los cuales sólo presentan algunas variaciones individuales en su tamaño y tonalidad. La aleta embrionaria media carece totalmente de pigmento.

Durante los dos primeros días después de su nacimiento (Temp. de 12-14° C), la cría del blanquillo sufre pocas modificaciones. La cabeza mantiene su forma alargada, pero comienza al segundo día el abultamiento del cerebro medio. Ha aumentado la longitud de la parte preanal de la aleta embrionaria media ventral. Aparece detrás del recto una pequeña vesícula urinaria. El saco vitelino se encuentra ligeramente más aplanado. El pigmento melánico muestra mayor tendencia a agruparse en los bordes dorsal y ventral del cuerpo, respetando siempre el área depigmentada dorsal.

La cría de 3,95 mm. de longitud (a temp. de 12-14° C, corresponde a una edad de 3 días) presenta los esbozos de las aletas pectorales, aún muy pequeñas y apegadas al cuerpo. La aleta embrionaria media ha aumentado considerablemente de tamaño, también su cuarto anterior dorsal.

Desde este momento, la cabeza, en razón del abultamiento del cerebro medio, tiende a adoptar forma triangular. Empieza la pigmentación del cerebro medio y posterior en forma de pequeños melanóforos que se disponen en su techo. El recto se prolonga hasta el borde de la aleta embrionaria media ventral, y comienza a cubrirse, lo mismo que la parte horizontal del intestino, de células pigmentarias negras.

En la cría de 4,2 mm. de longitud (5 días) (Fig. 6; Lám. IV, fots. 21 y 22) los caracteres mencionados se han acentuado, y ha comenzado la pigmentación del ojo, en el que se observan una serie de puntitos negros que avanzan desde la periferia. La boca aún no es funcional, pero la mandíbula inferior está ya diferenciada. Las proporciones tomadas en un ejemplar de este tamaño son las siguientes: longitud del saco vitelino, 28,8%; longitud preanal, 37,6%; longitud postanal, 62,4%. En el borde postanal del cuerpo, los melanóforos se encuentran alineados en una o más series irregulares. En el dorso, en cambio, sólo se observa escaso número de estas células pigmentarias, y en ocasiones ellas faltan totalmente en esta parte. Han aparecido algunos melanóforos en la región preocular. Los manchones pigmentarios de color café mantienen en líneas generales su posición, pero algunos de ellos han disminuído de tamaño, especialmente los cefálicos y el manchón dorsal del primer par dorsoventral. Sin embargo, este carácter presenta variaciones individuales.

Debe considerarse este estadio como el último de la fase de cría, si bien el vitelo no está aún totalmente consumido.

PRIMERA PARTE DEL PERIODO PRELARVARIO (vale decir, el primer estadio con boca funcional).

La primera prelarva, de 4,2 mm. de longitud, corresponde en nuestra crianza a una edad de 6 días. Se encuentran en ella aún restos del saco vitelino y una pequeña gota de aceite. Su aspecto, aparte de la boca, es muy similar al último estadio de cría arriba descrito.

En los tres días que siguen, o sea, del sexto al noveno día (Fig. 7 y Lám. IV, fots. 2-3) después del nacimiento de la cría, aparecen gradualmente los siguientes caracteres: La pigmentación del ojo progresa hasta completarse al 7.º u 8.º día. El pigmento negro peritoneal avanza rápidamente sobre el intestino hasta cubrirlo por completo. Los melanóforos del borde postanal del cuerpo tienden

a espaciarse y se disponen en una sola línea. Aquellos de la región postcerebral se intensifican más aún. Además, aparecen en la cabeza dos zonas de pigmentación negra de considerable extensión. Una de ellas ocupa la región preocular, y la otra se extiende por debajo de la cápsula ótica. Finalmente, se encuentra pigmento negro en la parte anterior de la mandíbula. La cápsula ótica, de forma casi regularmente circular, ha aumentado de tamaño hasta igualar casi el diámetro ocular. La aleta pectoral, en cambio, ha crecido poco y es escasamente más larga que el diámetro longitudinal de la cápsula ótica. El hígado, de considerable tamaño ya, es bilobulado. El saco vitelino, bastante reducido al 6.º día, termina de reabsorberse entre el 7.º y el 9.º día. Los manchones pigmentarios de color café tienen ahora, debido a su espesor, que no permite el paso de la luz, un color amarillo ocre. Al 9.º día han desaparecido los dos pares de manchones cefálicos, y total, o casi totalmente, el último par dorsoventral. En algunos individuos, la reducción de este pigmento coloreado es aún más marcada. Al noveno día, la larva no ha aumentado en longitud, la cual sigue siendo de 4,2 mm., pero en cambio, ha aumentado notablemente el tamaño de la cabeza.

Desde el 9.º hasta el 15.º día, la prelarva conserva este aspecto con pocas modificaciones. Los melanóforos del borde postanal se han espaciado aún más y son menos aparentes. A los 13 días han desaparecido totalmente los manchones de pigmento coloreado. Al término de los 15 días, momento en que fue suspendida la crianza, no se distinguen aún radios, y la pectoral carece de pigmento. La longitud total ha disminuído ligeramente (4,1 mm.). En los últimos días, la actividad de las prelarvas ha decrecido bastante, y debe tenerse cautela en la generalización de algunos de los caracteres, que podrían ser degenerativos. El estudio de esta fase, obtenida del planctón, confirmará los caracteres naturales.

8.—CARACTERES DEL MATERIAL POSTEMBRIONARIO FIJADO EN FORMALINA AL 10%.

La reducción de tamaño de los ejemplares fijados es considerable, especialmente en la primera parte de la fase de cría. Así, en la cría recién nacida, el tamaño disminuyó a 1,9 mm. lo que equivale a un 79,2% del tamaño en vivo; en la cría de 3 días, a 3,16 mm. (80%); y en la de 5 días, a 3,65 mm. (87%). Igualmente sufren

cambios las proporciones que hemos señalado para las crías y prelarvas vivas. De los detalles morfológicos se conservan algunos, otros en cambio, son difíciles de apreciar, especialmente en las fases más jóvenes. El pigmento coloreado desaparece, pero por lo general se ubica la posición que ocupaba gracias a las áreas decoloradas que le corresponden. El pigmento melánico, en cambio, se conserva bien.

9.—IDENTIFICACION DE LOS PRIMEROS ESTADIOS DE DESARROLLO DEL BLANQUILLO EN MUESTRAS DE PLANCTON

La identificación de huevos, crías y prelarvas del blanquillo nos parece ser, por su aspecto característico, segura en las muestras de plancton vivo, cuando se toman en cuenta para la identificación todos los caracteres morfológicos descritos para cada una de las fases. Factores como el tamaño de la cápsula y de la gota oleosa, la pequeñez del espacio perivitelino, la superficie lisa del huevo, y los manchones de pigmento coloreado, pueden presentarse, y los hemos encontrado en algunos casos, en otras especies de huevos, si bien el examen más minucioso de este material permite establecer fácilmente diferencias. En el material fijado en formalina, la identificación del huevo es más difícil, y será, sin duda, en algunos casos, insegura. Lo mismo vale para la cría muy joven, pero más tarde (últimos estadios de cría y prelarvas), la determinación es relativamente fácil. Una vez que se hayan estudiado e identificado los huevos y larvas de peces que desovan en la misma zona y época que el blanquillo, podrán delimitarse mejor aquellos caracteres que tendrán valor específico para una futura clave sistemática.

10.—RESUMEN

En el estudio de los huevos y larvas de Teleósteos que se encuentran frente a la costa chilena se adopta para las fases postembrionarias la clasificación propuesta en 1927 por F. de Buen y se distinguen, dentro del período embrionario, cinco fases delimitadas por caracteres fácilmente reconocibles en todos los huevos. Se hace una descripción de las fases de desarrollo del BLANQUILLO (*Protolilus jugularis* C. y V.) hasta la prelarva de 4,2 mm. de longitud, obtenida por crianza de huevos fecundados artificialmente, utilizándose, además, material de huevos y crías obtenido del plancton.

SUMMARY

For the study of teleost eggs and larvae of the Chilean coast, the classification proposed in 1927 by F. de Buen is adopted for the postembryonic stages. During the embryonal period, five stages are distinguished according to characters which can be easily recognized in the living egg. A description of the early developmental stages of the BLANQUILLO (*Prolatilus jugularis* C. y V.) up to the prelarva of 4,2 mm. of length is given, based on material obtained by means of artificial fertilization of the eggs, as well as on egg material selected from living plancton samples.

11.—BIBLIOGRAFIA.

1. BERTOLINI, F.; D'ANCONA, U.; MONTALENTI, G.; PADOA, E.; RANZI, S.; SANZO, L.; SPARTA, A.; TORTONESE, E.; VIALLI, M.—1931-56.—Uova, larvæ e stadi giovanili di Teleostei. Fauna e Flora del Golfo di Napoli.
2. DE BUEN, F.—1926.—Notas preliminares sobre la biología de la sardina. Notas y resúmenes (Instituto Oceanográfico español) Serie II, N.º 1.
3. DE BUEN, F.—1952.—Las familias de peces de importancia económica, FAO, Santiago de Chile.
4. EHRENBAUM, E.—1905.—Eier und Larven von Fischen des Nordischen Planktons. Kiel und Leipzig, Lipsius & Tischler.
5. HUBBS, C. L.—1943.—Terminology of early stages of fishes. Copeia 4, pág. 260.
6. JONES, S.—1950.—A Note on the terminology of the early developmental stages of fishes. Journal of the Zoological Society of India, Vol. 2, N.º 1.
7. M. INTOSH, W. C. y PRINCE, E. E.—1890.—On the Development and Life Histories of the Teleostean Food and other Fishes. Trans. Roy. Soc. Edinburgh, Vol. XXXV. Part. III. (N.º 19).
8. MORRIS, R. W.—1956.—Some aspects of the problem of rearing marine fishes. Bull. Inst. Océan. Mónaco, N.º 1082, pág. 1-61.

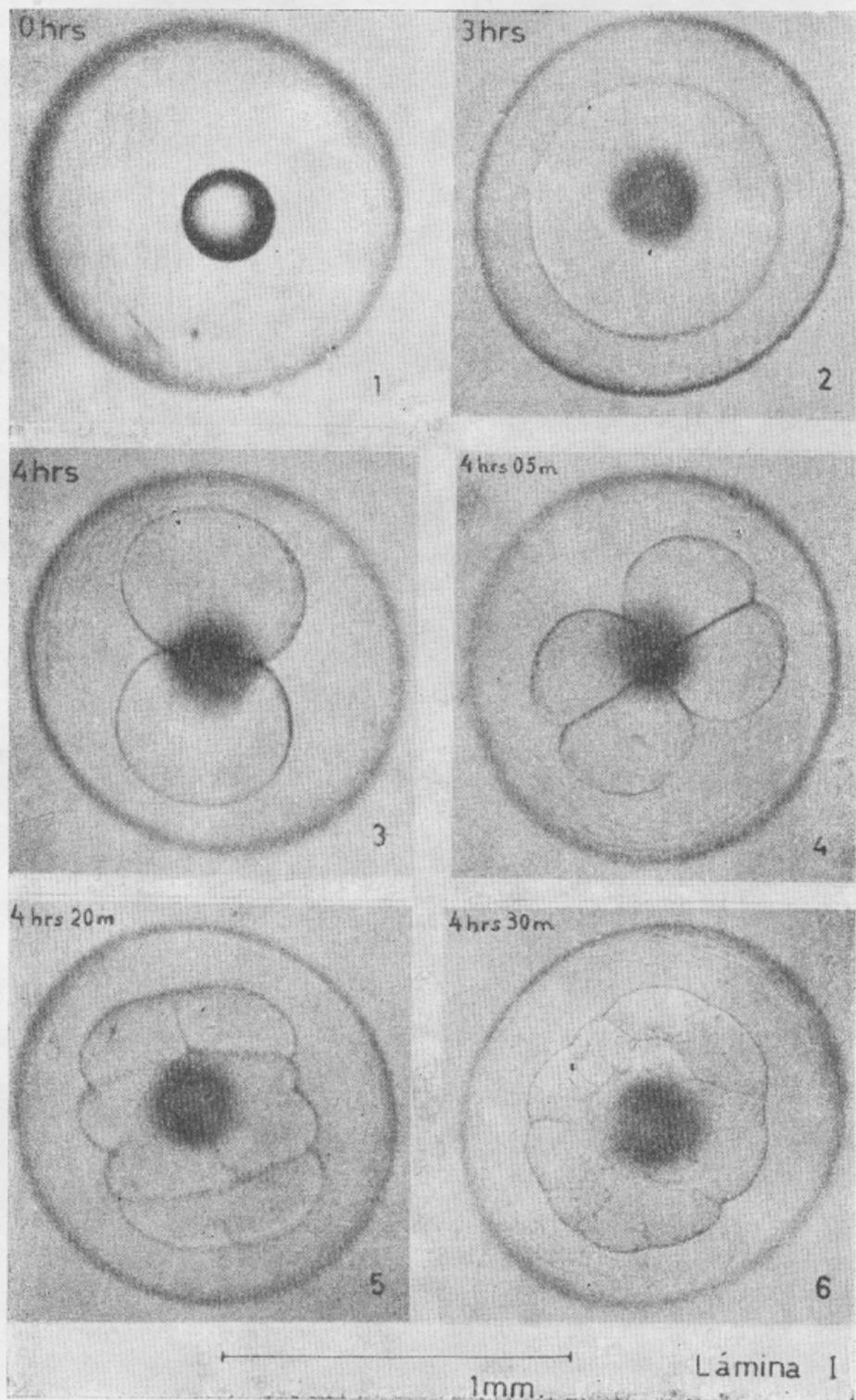


LÁMINA I (Fots. 1-6).—Algunos aspectos de la segmentación del huevo de blanquillo (*Prolatilus jugularis* C y V). (Explicación en el texto).

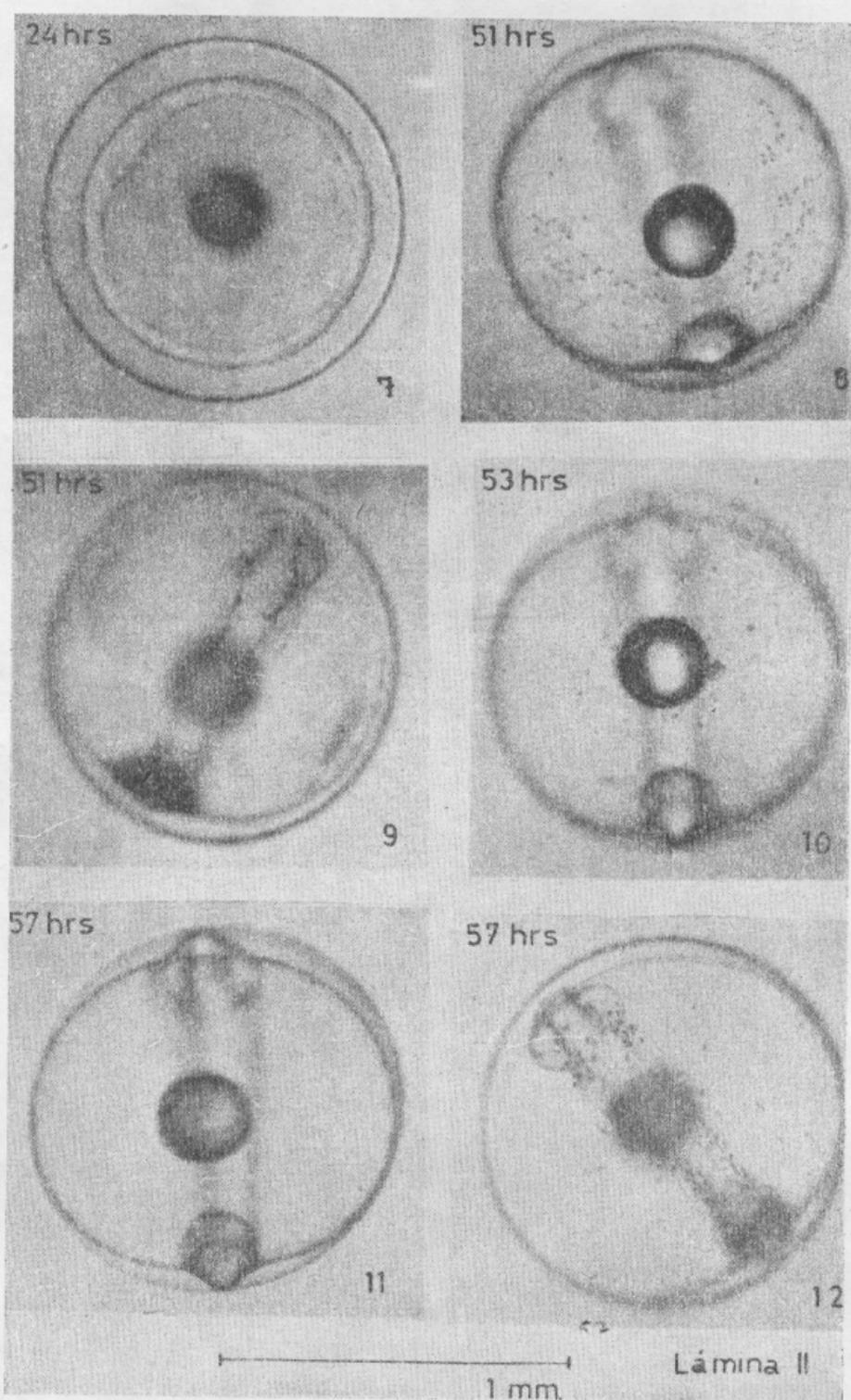
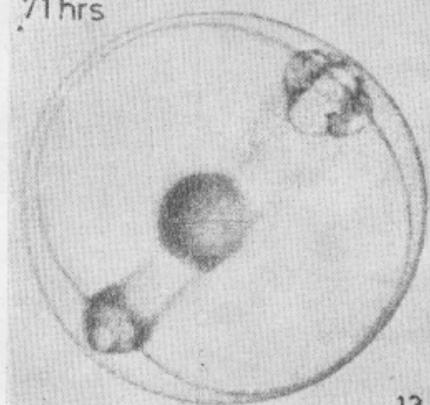


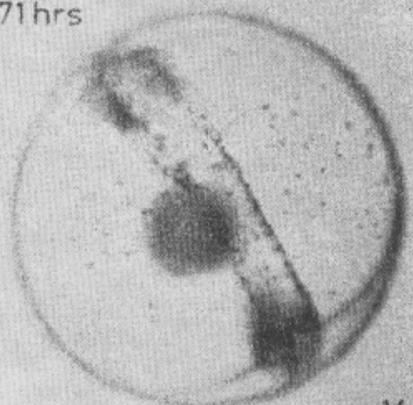
LÁMINA II (Fots. 7-12).—Formación del embrión en el huevo de blanquillo (*Prolatilus jugularis* C y V) hasta las 57 horas después de la fecundación. (Las fotos con el mismo número de horas (8-9 y 11-12, respectivamente), corresponden a enfoques distintos del mismo estadio de desarrollo (Explicación en el texto).

71 hrs



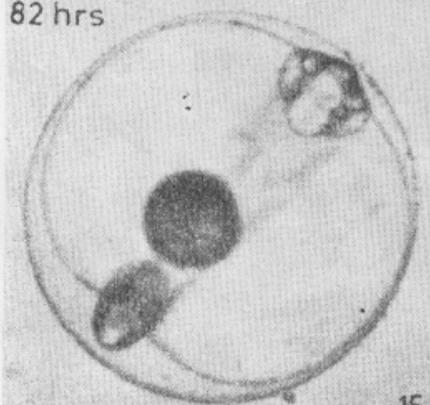
13

71 hrs



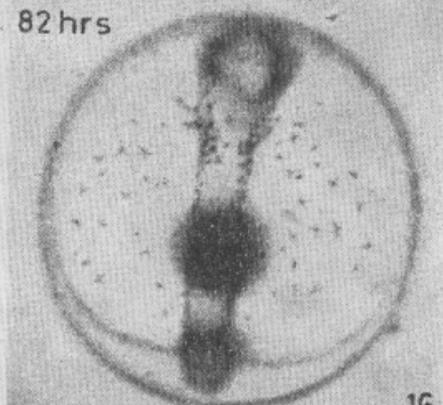
14

82 hrs



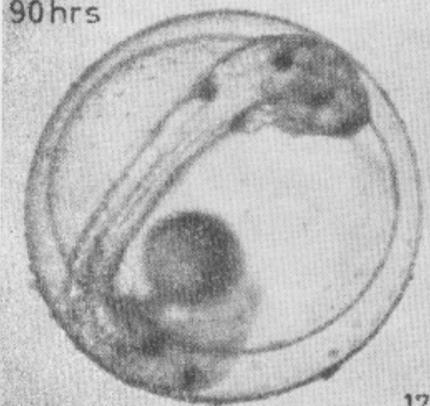
15

82 hrs



16

90 hrs



17

102 hrs



1mm

18

1mm

Lámina III

LÁMINA III (Fots. 13-18).—Formación del embrión en el huevo del blanquillo (*Prolatilus jugularis* C y V) hasta el término del período embrionario. Las fotos con el mismo número de horas (13-14 y 15-16, respectivamente), corresponden a enfoques distintos del mismo estadio de desarrollo. (Explicación en el texto).

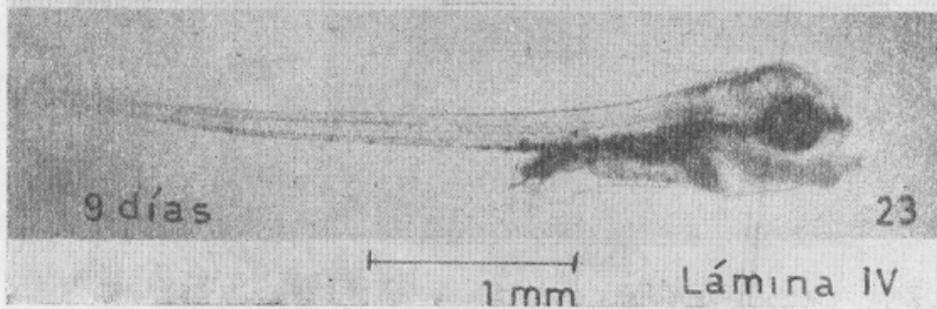
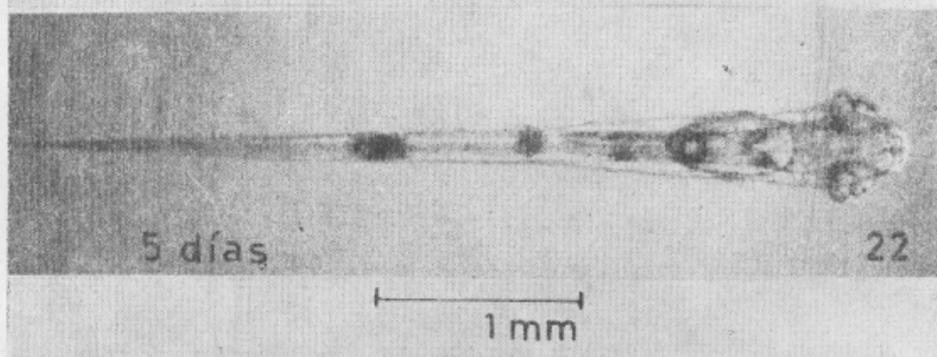
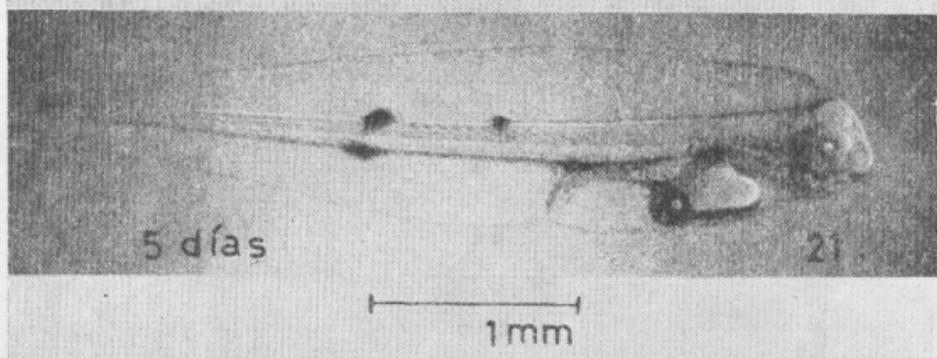
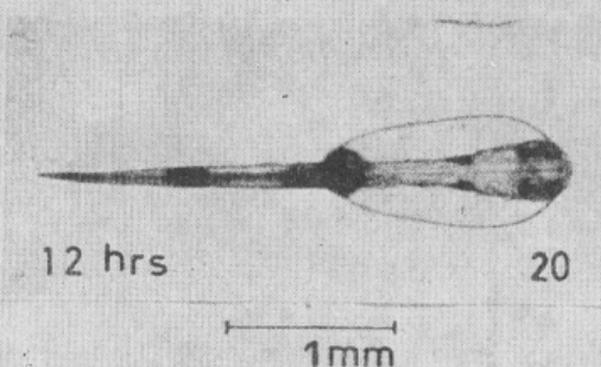
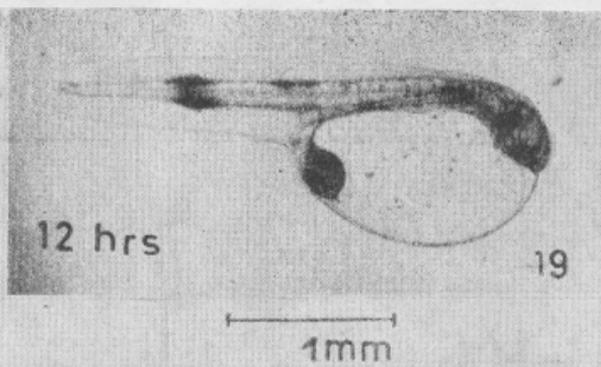


Lámina IV

LÁMINA IV (Fots. 19-23). — 19. Cría de 12 horas, vista lateral — 20. Cría de 12 horas, vista ventral. — 21. Cría de 5 días, vista lateral. — 22. Cría de 5 días, vista ventral. — 23. Prelarva de 9 días, vista lateral.