

BOLETIN



*de
la* Compañía Administradora del Guano

BOLETIN

de la Compañía
Administradora
DEL GUANO

DIRECTOR:

Ing. Jefe General del Departamento Técnico

■

COMITE DE REDACCION:

Personal de Ingenieros del Departamento Técnico

VOLUMEN XXXV

JULIO 1959

Nº 7

SUMARIO

PORTADA:

El B/M. "Chincha" fondeado frente a una isla cubierta de aves.
Foto: Ingº J. Castañeda L.

AGRICULTURA GENERAL:

Los fertilizantes, como nutrientes de las plantas. (MONSANTO INTERNATIONAL. Tomo XI, Nº 1, 1958).

✓ SUPLEMENTO CIENTIFICO:

✓ Estudio de la edad, el crecimiento, la madurez sexual y el desove de la anchoveta (*Cetengraulis Mysticetus*) en el Golfo de Panamá. Por: Gerald V. Howard y Antonio Landa (INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION. Bull. Vol. II, Nº 9, La Jolla, 1958).

Este BOLETIN se publica MENSUALMENTE.

Su objeto principal es DIFUNDIR Y VULGARIZAR LOS PRINCIPIOS QUE DEBEN REGIR EN EL MEJOR CONOCIMIENTO DEL SUELO así como el ABONAMIENTO REQUERIDO y todo lo que sea de interés para el agricultor del país.

Su distribución es GRATUITA entre todos los AGRICULTORES — Teléfono 72510
ZARATE 455 — CASILLA 2147, LIMA

Estudio de la edad, el crecimiento, la madurez sexual y el desove de la anchoveta (*Cetengraulis Mysticetus*) en el Golfo de Panamá

por

Gerald V. Howard y Antonio Landa

(Inter-American Tropical Tuna Commission.
Bull. Vol. II, Nº 9. La Joya, 1958

RESUMEN

Con el fin de estudiar la biología de la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*), los tripulantes de los barcos atuneros y el personal de la Comisión están recolectando especímenes de esta importante especie de carnada para capturar el atún. Más de 27,000 ejemplares de las 231 colecciones hechas en el Golfo de Panamá entre junio de 1951 y enero de 1956, sirven de material al presente estudio sobre la edad, el crecimiento, la madurez sexual y las épocas de desove de esta especie en el área indicada. Las estimaciones de la edad y de la proporción del crecimiento fueron hechas a base del estudio de la progresión temporal de los grupos modales de tamaño en las distribuciones mensuales de frecuencia de longitud. El desarrollo sexual y el período de desove fueron determinados mediante el examen macroscópico de los ovarios y las mediaciones de los huevos ováricos.

En las distribuciones mensuales de frecuencias de longitud se hicieron presentes dos principales grupos modales de tamaños. Uno de ellos fué claramente identificado como constituido por peces en su primer año de edad; el otro grupo estaba compuesto, o bien enteramente por peces en su segundo año de edad, o bien con la inclusión de un pequeño porcentaje de peces de tres años. La presencia de peces de tres años de edad fué notada por la captura ocasional de especímenes desacostumbradamente grandes. Las anchovetas alcanzan una longitud promedio alrededor de 127 mm. al terminar su primer año de vida, y de 145 mm. después de dos

años. Los peces que podrían considerarse en su tercer año de edad alcanzan una longitud aproximada de 160 mm. El crecimiento más rápido ocurre entre enero y mayo; es apreciablemente más despacio cuando los ovarios comienzan a madurar en agosto y septiembre y es mucho más lento durante el período subsiguiente de desove. La población panameña, en promedio, consiste en más del 90 por ciento de peces en su primer año y en menos de 10% de peces en su segundo año. Peces en el tercer año de vida pueden presentarse en algunos años, pero probablemente esos peces constituyen menos de uno por ciento de la población.

Las anchovetas desovan anualmente en el Golfo de Panamá. La reproducción comienza en octubre y termina en enero. Aunque el máximo del desove ocurre durante noviembre y diciembre cada año, parece que hay alguna variación de un año a otro en la intensidad del desove en octubre y en enero. Las anchovetas se reproducen por primera vez al alcanzar un año y cada hembra produce huevos una sola vez durante la época de desove. Parece que los peces de dos años o mayores alcanzan la madurez sexual un poco antes que los más jóvenes en cada estación, pero éstos últimos pueden terminar de desovar un poco más temprano.

INTRODUCCION

La anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) es el pez de carnada más importante en la pesca de atún en el Pacífico Oriental Tropical. De los registros que en las bitácoras llevan los bar-

cos pesqueros que usan carnada viva, la Comisión obtiene records detallados de las cantidades de anchoveta capturadas en cada área y sobre el esfuerzo empleado para capturarlas. (Adverson y Shimada, 1957). Los datos adecuados de pesca ayudan en la medición y eventualmente en la predicción, de los cambios en la abundancia y rendimiento de las diversas poblaciones de esta importante especie, pero tales datos no pueden ser propiamente interpretados sin el conocimiento de la historia natural y ecología de este pez. Entre los aspectos más importantes de la biología, que es menester conocer, tenemos la edad, la proporción del crecimiento y la época de desove.

Un prerrequisito necesario para la evaluación de la abundancia relativa de las clases anuales disponibles a la pesquería es el de poder determinar la edad y la proporción del crecimiento de los peces. Una pesquería que depende de unos pocos grupos de edad es mucho más afectada por el éxito o por la falla en el desove en un año dado, que una pesquería que opere en un mayor número de grupos de edad. La determinación de la época de desove es importante para el estudio de los efectos del medio ambiente en la sobrevivencia de huevos y larvas, ya que el éxito o la falla de las clases anuales se determina generalmente durante los primeros estados del pez. La frecuencia de reproducción de los individuos, dentro del año y durante un período de desove, debe ser conocida, ya que tiene valor en la estimación del potencial reproductivo de una población.

Con la cooperación de la flota atunera la Comisión ha obtenido, desde 1951, colecciones de anchovetas de las áreas principales de carnada de esta especie, que se extienden desde el Golfo de California hasta la Bahía de Sechura en el Perú. Siempre que sea posible, estas colecciones son complementadas por las que hace el personal de la Comisión. Sin embargo, de algunas de las áreas faltan colecciones del año entero, porque ellas son frecuentadas solamente durante las épocas en que la pesca del atún es provechosa en las áreas adyacentes. Los datos disponibles más completos son los del Golfo de Panamá y son la base de este estudio para informar sobre la edad, el crecimiento y el desove de la anchoveta en esa área.

Las anchovetas en el Golfo de Panamá son consideradas como pertenecientes a una sola población en el presente estudio (Howard, 1954). Por medio de experimentos de marcaje se procura determinar si existen poblaciones independientes o semi-independientes en el Golfo, pero las recuperaciones de marcas han

sido insuficientes, hasta la fecha, para poder examinar estas posibilidades.

FUENTES DE LOS DATOS

El material para este estudio consiste en colecciones de anchovetas hechas entre junio de 1951 y enero de 1956. Las colecciones provienen de tres fuentes: los barcos atuneros con base en California, el personal de la Comisión en el laboratorio de Panamá y un biólogo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). La Tabla 1 muestra el número de colecciones examinadas mensualmente, así como el número de especímenes en cada una de ellas.

Las colecciones se hicieron en todo el Golfo de Panamá al norte de la latitud aproximada de 8°N (Figura 1). Los peces de menos de 80 a 100 milímetros fueron capturados generalmente en las aguas más profundas fuera de la costa; los peces mayores fueron obtenidos cerca de la costa, principalmente por encima de bajos fangosos en profundidades de 5 brazas o menos.

Colecciones de los barcos atuneros

Como parte continuada de la investigación de la Comisión sobre peces-cebo, los tripulantes de algunos barcos atuneros están recolectando muestras de especímenes de su pesca de carnada. Estas muestras, que consisten generalmente de 100 peces o más, son congelados a bordo y entregados a un representante de la Comisión cuando el barco regresa a puerto. Desde junio de 1951 hasta agosto de 1955, los pescadores hicieron 73 colecciones de anchoveta que contenían un total de 8,602 ejemplares.

Colección del laboratorio de Panamá

En el otoño de 1954, la Comisión estableció un laboratorio regional en Panamá para estudiar la historia natural y ecología de la anchoveta en el Golfo de Panamá. Entre agosto de 1954 y enero de 1956, el personal del laboratorio obtuvo, para este estudio, 154 colecciones con un total de 17,967 anchovetas. A partir de enero de 1955, los especímenes se capturaron desde una pequeña lancha a motor con una atarraya y ocasionalmente con una red camaronesa de arrastre. Las colecciones obtenidas entre agosto y diciembre fueron hechas voluntariamente por un pescador local con una atarraya.

Colecciones de la FAO

Un biólogo de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimenta-

ción recolectó algunas muestras de anchoveta a bordo de clípers atuneros de los que toman carnada en el Golfo de Panamá, en noviembre y diciembre de 1952, y obtuvo una colección desde un barco camaronero de arrastre en septiembre de 1953. Se pusieron a nuestra disposición 91 ejemplares para el estudio de la madurez sexual, y un record de los datos sobre las longitudes de todos los otros especímenes medidos. Estos últimos fueron 757 y los peces se tomaron de tres colecciones diferentes hechas en diciembre de 1952.

La adquisición de los datos de la FAO fué afortunada ya que las anchovetas son menos disponibles a la captura desde octubre hasta diciembre. El personal del laboratorio en Panamá encontró especialmente difícil la obtención de especímenes en números suficientes entre octubre de 1955 y enero de 1956. Los capitanes de los clípers atuneros frecuentemente informan que las anchovetas no se capturan fácilmente en el Golfo de Panamá durante los meses de otoño.

EDAD Y CRECIMIENTO

Métodos

Es posible que la edad de la anchoveta se revele por la interpretación de marcas o bandas de áreas diferenciadas en las escamas, otólitos y otras partes duras, pero un examen preliminar de las escamas de esta especie hace pensar que tales procedimientos serían difíciles y requerirían mucho tiempo. Estos métodos directos no se consideraron adecuados para un estudio inicial de la edad y del crecimiento. Más bien se emprendió un análisis de las frecuencias de longitud. Se midió la longitud de cada pez recolectado por los pescadores de atún y por el personal en Panamá. La longitud standard (es decir, la distancia entre la punta del hocico y el extremo del área plateada en el pedúnculo caudal) de cada pescado fué anotada, con precisión de milímetros. Las mediciones de longitud proporcionadas por el biólogo de la FAO fueron tomadas del mismo modo.

El método de la frecuencia de longitudes para estimar la edad y el crecimiento ha tenido una amplia aplicación desde la primera vez que usó Peterson (1922) y consiste en el estudio de la progresión de modos en las distribuciones de frecuencia de longitudes de acuerdo con el período de tiempo, es decir, de mes a mes o de año a año. Para la mayor parte de los elupeofides, no se puede confiar mucho en el método de Peterson si se trata de peces mayores de dos años, porque, con la edad, el crecimiento de los peces se hace más lento y las distribu-

ciones de longitud se sobreponen unas a otras hasta tal punto, que los modos no son fácilmente distinguibles. Como la anchoveta es una especie de vida corta, desde el comienzo de la investigación se vió que ésto no constituiría un verdadero problema.

La confiabilidad de las estimaciones del crecimiento determinadas por medio de las distribuciones de longitudes depende de la precisión con que las distribuciones de longitud de las muestras tomadas de la población representen las verdaderas distribuciones de longitud en la población. Si una población está agrupada en cardúmenes por tamaños, es deseable que las estimaciones del crecimiento estén basadas en las mediciones de las muestras tomadas de un gran número de cardúmenes, seleccionados al azar en preferencia a un gran número de peces tomados de solamente unos pocos cardúmenes. No parece que un gran número de peces extraídos de unos pocos cardúmenes represente tan bien una población como la haría el mismo número de peces extraídos de un gran número de cardúmenes escogidos al azar (Schaefer, 1948).

Varios investigadores han demostrado que peces del mismo tamaño y de la misma especie tienden claramente a agruparse en cardúmenes. Schaefer (1948) encontró que, con respecto al atún aleta amarilla (*Noethunnus macropterus*) "los miembros de cualquier cardúmen se acercan a un mismo tamaño más de lo que podría esperarse si fueran simplemente extraídos al azar de toda la población". También demostró que el grado en que los peces tienden a ser del mismo tamaño varía entre cardúmenes. Brock (1954) al estudiar cardúmenes puros de barrilete (*Katsuwonus pelamis*), encontró comparativamente pequeñas clases de tamaños dentro de tales cardúmenes, en contraste con los grupos encontrados en los desembarques comerciales de barrilete. Miller (1955) notó que las anchoas (*Engraulis mordax*) se agrupan en cardúmenes por tamaño, y Hjort (1926) observó el mismo fenómeno en el arenque noruego. La literatura contiene otros ejemplos similares.

En un esfuerzo para llenar los requisitos de muestreo a que nos hemos referido anteriormente, las estimaciones de la edad y de la proporción del crecimiento en este estudio, se han basado en las mediciones de 27,326 peces tomados de 231 colecciones en un período de cinco años (Tabla 1). Sin embargo, debido a los métodos de recolección, no es posible saber si cada una de las colecciones proviene de un solo cardúmen. Los clípers atuneros pueden tomar a

bordo las anchovetas vivas directamente de una red "lámpara" o de los recibidores en los cuales se deposita el pescado proveniente de una o más caladas de la red lámpara. (Los recibidores son cajas parcialmente sumergidas que se usan para transportar el pescado de las aguas bajas en donde se captura, hasta al barco atupero, en aquellas áreas en donde por falta de profundidad el barco no puede acercarse). Si las colecciones son obtenidas de las redes lámparas, los especímenes en las muestras provienen de un sólo cardumen. En cambio, las colecciones tomadas de los recibidores pueden provenir de un sólo cardumen o de varios cardúmenes. Desafortunadamente, los pescadores raras veces informan si las colecciones son provenientes de un sólo cardumen o de varios.

La mayor parte de las recolecciones hechas por el personal del laboratorio en Panamá se hicieron con atarraya. Unas pocas se hicieron con una red de arrastre. Generalmente cada recolección por medio de atarraya era el resultado de varios tiros de la misma. Ya que la pesca se hacía en la mayor parte en aguas turbias, no era posible observar si los diferentes tiros de atarraya se hacían o no sobre un mismo cardumen.

Aunque no hay constancia del número de cardúmenes que contribuyeron a las 231 colecciones, se sabe que el número es considerablemente mayor que esa cifra.

En el curso del análisis se encontró en las colecciones una variación considerable en el mismo mes con respecto a la longitud media y las clases de tamaños. A fin de examinar la variabilidad entre las muestras de un grupo de peces de una misma edad, se hizo un estudio de las colecciones tomadas durante el período comprendido entre febrero y mayo de 1954, meses durante los cuales (como se demostrará más adelante) estuvo presente un sólo grupo de edad. Se hizo un análisis de variación de los datos de longitud de las muestras tomadas en cada mes (Tabla 2). El análisis de la variación comprendió la comparación de los componentes "entre una muestra y otra" y "dentro de cada muestra". En cada caso, la variación "entre muestras" es mayor que "dentro de cada muestra" y la razón de proporción de esa variación (F) es altamente significativa, $P < 0.01$. Es razonable concluir que el hábito de formar cardúmenes es el responsable de estos resultados. La posibilidad de que en las colecciones de los clipers atuneros existieran diferencias significativas de longitud por la selectividad de las redes fué descartada, porque todos los clipers usan redes lámparas similares.

Si las anchovetas se agrupan en cardúmenes por edad, es de esperarse cierta inconsistencia en las estimaciones de la longitud media basadas en la longitud promedio encontrada en las recolecciones mensuales. Esto ha de ser cierto especialmente en los meses en que se registran pocas recolecciones.

Análisis de los datos de frecuencia de longitudes

El primer paso del proceso fué agrupar gráficamente las longitudes individuales en distribuciones de frecuencias por períodos mensuales. Como el número de peces medidos en cada mes no fué constante, la distribución de frecuencias de longitud fué convertida en porcentajes del total de cada mes, para hacer así comparables las distribuciones mensuales. Los resultados se muestran en las Figuras 2 al 6. Los números a la derecha de cada distribución mensual de frecuencias de longitud indican el número total de especímenes y el número de colecciones estudiadas.

Al examinar los datos que contiene las figuras, se puede observar la presencia de uno o más grupos modales que pueden ser seguidos durante la mayor parte de los meses del año. Ellos se ven más fácilmente en la Figura 3, por los datos de los barcos atuneros correspondientes a 1954, y en la Figura 4, por los datos del laboratorio de Panamá correspondientes a 1955. En ambos años se distingue fácilmente, durante sucesivos meses, el grupo modal que aparece por primera vez en febrero y luego progresa hacia la derecha ya sea solo o acompañado de otro grupo modal. El último grupo no se presenta siempre, ni tampoco se determina siempre claramente. Con frecuencia, el segundo grupo modal representa una proporción tan pequeña de la muestra mensual, que podría ser considerado parte del primer grupo si no fuera porque los datos de los meses precedentes y siguientes descartan esta posibilidad.

Las Figuras 2 a 5 indican que los peces más pequeños recogidos en noviembre y diciembre median entre 110 y 120 mm. de longitud. Como será demostrado más adelante (p. 458, las anchovetas en el Golfo de Panamá se reproducen una sola vez al año con el máximo de desove en noviembre y diciembre, así pues, los peces menores de 110 mm., capturados dos o tres meses después, en febrero, deben provenir del desove de noviembre-diciembre anterior, mientras que los peces mayores de 110 mm. son de uno o más años de edad.

Solamente en un año se pescaron anchovetas durante el mes de enero. Esto fué en 1955,

cuando se hizo una recolección de 65 especímenes. La longitud de estos especímenes abarcaba de 130 a 142 mm. (Figura 4), lo que indica que eran de más de un año de edad. Para febrero se dispuso de más material, pues se hicieron recolecciones durante ese mes de 1953, 1954 y 1955. Para 1955, los datos de los atuneros, junto con los del laboratorio de Panamá, se han graficado por separado en la Figura 4, y en conjunto en la Figura 5. Un solo grupo modal está presente en febrero de 1953, tanto como en febrero de 1954. El primero de ellos se compone de anchovetas de 124 a 158 mm., mientras que el segundo contiene peces de 44 a 75 mm. Los peces recogidos en febrero de 1954 obviamente tenían solo 2 ó 3 meses de edad. En cambio, el grupo modal de febrero de 1953 consiste en peces que están por lo menos en su segundo año de vida. Las colecciones de los barcos atuneros en febrero de 1955 revelan tres grupos modales separados. Ya que el pez más grande encontrado entre los primeros dos grupos midió solamente 89 mm., ambos grupos deben estar formados por peces en su primer año. El tercer grupo está constituido por peces de 128 a 153 mm. en su segundo año de vida o mayores. Las colecciones del laboratorio de Panamá, de febrero de 1955, contienen dos grupos modales que parecen representar peces en sus primero y segundo años o de más de esta edad, siendo estos últimos de una longitud de 135 mm. Al comparar ambas series de datos, el cuadro permanece esencialmente el mismo mostrado por sólo los datos del laboratorio de Panamá, porque el número de colecciones y ejemplares medidos en este último era mucho mayor.

Las anchovetas en su primer año de vida se identifican fácilmente en el material graficado para marzo de 1952, 1953, 1954 y 1955 (Figuras 2, 3, 4 y 5) aunque en 1954 y 1955 se registró una bimodalidad en las colecciones de los barcos utuneros y del laboratorio de Panamá. Para el mes de marzo, peces de dos o más años de vida se capturaron solamente en 1955 y todos fueron tomados por el personal del laboratorio en Panamá. En el gráfico de las distribuciones de frecuencias de longitud, ellos aparecen muy aparte de los peces en su primer año.

Una vez separados los peces en su primer año y los de dos años o más e identificados como dos grupos en los primeros tres meses del año calendario, no es muy difícil, con pocas excepciones, seguir los dos grupos en los meses siguientes durante el resto del año.

Es digno de comentario el hecho de que las distribuciones bimodales de los peces en su pri-

mer año de vida no se encuentran en los meses siguientes a marzo. El rango de tamaño, o sea la diferencia en la longitud entre el pez más grande y el más pequeño, de las anchovetas en su primer año de vida, disminuye apreciablemente conforme los peces aumentan en edad, por lo menos entre febrero y julio. En febrero y marzo, esta diferencia llegó a ser hasta de 78 mm. entre la longitud del pez más grande y la del más pequeño, de la clase anual entrante, mientras que en junio esta diferencia se reduce a 45 mm. o menos. Tal vez para noviembre y diciembre esta reducción sea mayor aún, pero es imposible medirla porque entonces los peces del primer año sobrepasan el grupo de los peces mayores. Si, como se concluyó previamente, la anchoveta forma cardúmenes por tamaños, una reducción en el rango de tamaño de una clase anual, con el aumento de la edad, será acompañada por una disminución en la diferencia del tamaño promedio entre cardúmenes; así que no es necesario el muestreo de tantos cardúmenes para tener un cuadro representativo de la distribución de tamaño por cada grupo de edad. Esto indica que, para obtener una estimación de confianza de la proporción del crecimiento, es menester muestrear más cardúmenes de anchoveta de la clase anual entrante en la pesquería, durante los primeros tres o cuatro meses del año que en los meses sucesivos. En general, todo ésto ha sido realizado.

No se sabe por qué el rango de tamaño de una clase anual disminuye al crecer los peces. Hay la posibilidad de que ésto sea el resultado de un crecimiento compensatorio—la tendencia de los peces pequeños a crecer más rápidamente que los peces más grandes del mismo grupo de edad, conforme el grupo se vá haciendo más viejo. Deason y Hile (1947) informan que la compensación del crecimiento parece ser característica de la mayor parte de los coregónidos (*Leucichthys* spp.) y hacen mención de varias referencias en que el fenómeno se ha observado en otros peces.

Como la población de anchovetas desova solamente una vez al año y el período de reproducción es aproximadamente el mismo cada año (p. 548), y como las distribuciones mensuales de frecuencias de longitud han sido similares para los diversos años, los datos para estos años fueron combinados, por meses, en la expectativa de obtener así un cuadro más claro del crecimiento (Figura 6). Como quiera que el número de colecciones y especímenes medidos mensualmente ha variado de un año a otro, se daba importancia igual a los datos de cada uno de los diferentes años, de tal manera que un año

de muchas recolecciones, como lo fué el año 1955, no dominara el cuadro. Esto se logró tomando el porcentaje promedio mensual de las distribuciones con preferencia al número de individuos.

En la Figura 6, se distingue fácilmente el primer grupo de edad de los otros peces hasta julio. En enero solamente los peces más viejos están presentes y en febrero forman parte importante de la captura. Desde ahí en adelante, hasta julio, en que ninguno fué capturado, la proporción de anchovetas mayores es bastante reducida. En agosto y en los demás meses del año calendario, los peces en su primer año que entran en su segundo año en noviembre, han crecido tanto que ya no se les distingue más del grupo de edad mayor graficado en las distribuciones de frecuencia. Con excepción del mes de septiembre, no pueden ser separados de los peces más viejos, a menos que se empleen medios arbitrarios, porque los peces más grandes del grupo más joven sobrepasan a los peces más pequeños en el grupo mayor de edad.

Parece cierto que en las distribuciones de frecuencia graficadas para agosto y los meses sucesivos está representada más de una clase anual. Aunque no se encuentran siempre dos modos o más en las distribuciones de frecuencia graficadas debido al sobrepaso de los peces del primer año sobre los mayores, la presencia de más de un grupo de edad está fuertemente evidenciado por el rango de tamaño encontrado en cada mes. Previamente, se observó que la extensión en el rango de tamaño entre los peces más pequeños y los más grandes de la primera clase anual disminuyó progresivamente conforme la edad avanzaba, por lo menos hasta el mes de junio, cuando es aproximadamente de 40 mm. En julio, para todos los años combinados, el rango es de 41 mm. En agosto hay una diferencia de 58 mm. entre el pez más pequeño y el más grande, y se encuentra aproximadamente la misma diferencia en los meses sucesivos del año. El aumento en el rango de tamaño debe ser causado por la presencia de una clase de edad mayor. Se obtiene evidencia para esta conclusión cuando se nota una vez más el rango de tamaño de los peces en su segundo año de vida o más, en febrero, cuando se identifican fácilmente por un rango de 124 a 158 mm. Sería pues ilógico considerar peces de 140 mm. o más como peces en su primer año de vida en agosto y septiembre.

Una vez examinados los datos combinados de los diversos años, las frecuencias de longitud graficadas para los años individuales se examinaron por separado. En 1951, se hicieron re-

colecciones, sólo en junio, julio, agosto y noviembre, y los peces capturados eran únicamente ejemplares en su primer año de vida hasta noviembre, cuando el grupo entró en su segundo año. En 1952 y los años sucesivos se encontraron tanto peces en su primer año como un grupo de edad mayor. En 1952 en los meses de marzo y mayo, solamente se encontraron peces en su primer año de vida. En los otros meses de 1952, con la excepción de agosto, este grupo puede distinguirse fácilmente de los peces más viejos. Los ejemplares encontrados en las tres colecciones de agosto aparecen en un solo grupo modal pero no se puede decir que las formen peces en su primer año de vida o de un grupo mayor. El examen de cada una de las tres colecciones, hechas por tres barcos atuneros diferentes, demostró distribuciones de frecuencia similares. Esta anomalía fué probablemente el resultado de un muestreo viciado de los peces más grandes en su primer año de edad y de los peces más pequeños en el grupo mayor. Las colecciones de 1953 pueden separarse fácilmente en peces en su primer año de vida y en peces de un grupo de mayor edad. En febrero, las dos colecciones consistieron exclusivamente en peces en su segundo año de vida o mayores. Este grupo reapareció en octubre. La colección de 24 peces hecha en agosto probablemente contiene ambos grupos, pero el número no es lo suficiente como para dar un cuadro claro. El material graficado para 1954 muestra solamente peces en su primer año hasta octubre. La presencia de por lo menos dos grupos de edades es aparente en noviembre y diciembre.

La longitud media de los peces en su primer año y todos los otros peces que pueden incluirse en uno o más grupos de mayor edad, aparecen en la Tabla 3 con indicación del mes de la recolección en las primeras dos secciones. También aparecen los datos sumados, por mes, para todos los años combinados. Se indica el rango de tamaño encontrado cada mes y el número de ejemplares medidos en cada grupo de edad. Los promedios para cada grupo fueron fáciles de calcular cuando se encontró un espacio vacío en las distribuciones de frecuencia graficadas con sólo separar los dos grupos de peces. Cuando hubo un sobrepaso de los grupos, se hizo una división arbitrariamente en la longitud que corresponde a la frecuencia mínima entre los modos de dos diferentes grupos de edad. En las figuras se indicaron las separaciones por medio de flechas. Debido a la superposición parcial de una edad con otra, lo que ocurre por primera vez en agosto y luego persiste en los siguientes meses de cada año, los

rangos de tamaño dados en la Tabla 3 para los dos grupos en estos meses, son estimaciones muy bajas. La separación arbitraria de los dos modos reduce el margen superior de los peces en su primer año y el margen inferior de los pertenecientes a grupos de edades mayores.

Para separar los modos, se consideró el uso de un procedimiento descrito por Cassie (1950 y 1954) basado en el empleo de papel de probabilidad. Se llegó a la conclusión de que este método es tan subjetivo como el usado en el presente estudio y que la única ventaja que podría obtenerse de él, sería una mejor estimación de los rangos mensuales de tamaño de los grupos de edad. El uso de papel de probabilidad para separar los modos requiere la selección de puntos de inflexión en la misma forma en que se selecciona la frecuencia mínima entre los modos en el procedimiento usado en este estudio. Al aplicar el método de Cassie para separar los grupos modales en los datos combinados de todos los años, de agosto a diciembre, se encontró que las estimaciones de las longitudes medias de los dos grupos de edad diferían de aquellas obtenidas previamente en un promedio de sólo 0.32 mm., siendo la diferencia máxima de 1.02 mm. Los rangos de tamaño obtenidos, al tomar tres desviaciones standard en cada lado de las medias, extendió el margen superior de los peces en su primer año y el margen inferior de los peces más viejos. Sin embargo, solamente parecía razonable el rango de tamaño del grupo en su primer año; el del grupo de mayor edad fué muy exagerado. El margen inferior de este último se extendió a una longitud por debajo de la longitud media del grupo de edad menor. En efecto, algunos peces del segundo grupo de edad resultaron ser, en agosto y septiembre, considerablemente más pequeños que la longitud mínima encontrada en los seis a ocho meses anteriores, tiempo en que los dos grupos aparecían inconfundiblemente separados el uno del otro en las distribuciones de frecuencia de longitud. La significación de las estimaciones obtenidas por el método de Cassie, cuando menos para el grupo de edad mayor, parecía dudosa y no se siguió usando este método.

Los peces en su primer año han sido separados de los peces más viejos y, hasta la fecha, no se ha tratado de averiguar si el grupo mayor consiste solamente de peces en su segundo año y si es una mezcla de más de un grupo de edades. En verdad, en las distribuciones gráficas de frecuencia mensuales no se reconocen modos que sugieran más de un grupo de edad a continuación del grupo del primer año. Su-

poniendo que solamente se encuentran dos grupos de edad en las colecciones, el crecimiento puede ilustrarse, por mes, desde el momento de la eclosión hasta la edad de 25 meses, graficando las longitudes medias mensuales de las varias clases anuales, tabuladas en las dos primeras secciones de la Tabla 3, en función del tiempo. Esto se muestra en la Figura 7, en la que los círculos abiertos representan las longitudes medias mensuales obtenidas en peces en su primero y segundo años, en cada mes de recolección desde 1951 hasta 1955, y los círculos rellenos representan los valores resultantes de la combinación de los datos por meses en todos los años. Las líneas verticales indican el margen entre el pez más pequeño y más grande en el grupo de edad, para cada mes del año, determinado a base de los datos de todos los años combinados. Se dijo anteriormente (pág. 445) que se había dado igual importancia a los datos de cada uno de los diferentes años, cuando se combinó el material de todos los años para llegar a las distribuciones de frecuencia ilustradas en la Figura 6. Se hicieron las estimaciones mensuales de las longitudes medias de los rangos de tamaño para los dos grupos de edad a base de estas distribuciones gráficas. La consecuencia de este procedimiento es, que la longitud media de un grupo de edad en un mes dado, calculada a base de los datos combinados para todos los años, no corresponde necesariamente al valor que resultaría al sumar y promediar las longitudes medias obtenidas para dicho mes en cada uno de los diversos años. Similarmente, el rango de amplitud máxima encontrado para cualquier de ambos grupos de edad en un mes dado durante estos años, no coincide con el rango obtenido cuando se combinaron los datos. Por lo tanto, los círculos rellenos en la Figura 7, que indican las longitudes medias mensuales calculadas a base de los datos combinados para todos los años, no siempre caen en el centro de los círculos abiertos que representan los valores obtenidos individualmente en cada año.

Se ha graficado en la Figura 7 un valor de la longitud media de la clase anual entrante en el mes de enero, aunque no se hicieron recolecciones regulares de peces en su primer año durante este mes (Tabla 3). Sin embargo, examinando una colección pequeña de larvas de anchoas tomadas del estómago de un barrilete negro capturado en enero de 1956, se identificaron varias pequeñas anchovetas de una longitud promedio de 30 mm.

Los puntos graficados en la Figura 7 demuestran que el crecimiento de la anchoveta es

rápido durante los primeros cuatro o cinco meses después de su eclosión (en noviembre o diciembre) hasta abril, y que es mucho más lento en los meses siguientes. Efectivamente, entre agosto y diciembre del primer año, los puntos trazados forman casi una horizontal. Aparentemente el crecimiento se retarda durante este período que es el que corresponde al de la madurez de las gónadas y a la reproducción. El retardo del crecimiento puede resultar del proceso reproductivo o de la escasez de alimento. Los cultivos estables de zooplacton y fitoplancton están en su nivel más bajo durante estos meses. El crecimiento es rápido nuevamente en los tres meses siguientes al de diciembre y este período corresponde al del afloramiento anual en el Golfo de Panamá (Schaefer, Bishop y Howard, 1958). Subsecuentemente, el crecimiento es nuevamente lento, lo que es de esperar si los peces están acercándose a la época de su crecimiento caracterizado por la parte asintótica superior de una curva de crecimiento. Los pequeños avances mensuales en el crecimiento, que se observan cuando el pez se acerca al final de su segundo año de vida, podrían también atribuirse en parte, ya sea al proceso reproductivo, o bien al minimum en la producción estable de plancton.

Las longitudes medias mensuales representadas en la Figura 7 se computaron bajo la suposición de que hay solamente dos grupos de edad representado en las colecciones. Esta suposición se basaba en que las distribuciones de frecuencias de longitud graficadas mostraban solamente dos modos. Debido al pequeño número de peces en el extremo superior de las distribuciones, no hubo posibilidad de descubrir un tercer modo con el empleo del papel de probabilidad. Si en las distribuciones de frecuencia de longitud hubieron efectivamente peces de tres años de edad, fueron indudablemente muy pocos y representaban solamente una proporción insignificante de la población.

La posibilidad de que algunos peces pudieran estar en su tercer año o tener más edad fué sugerida por la captura ocasional de algunos especímenes cuya longitud pareció desacomodadamente grande. Se pensó que estos peces eran demasiado grandes para estar en su segundo año de vida, como se había supuesto previamente, por la extensión más allá de la longitud media, en ciertos meses, del rango mayor de tamaño del segundo grupo modal. La presencia de estos peces grandes es más notoria en los meses de enero a julio, cuando, en los gráficos de distribuciones de frecuencias, las longitudes del primer grupo modal no cubren

parcialmente, o si lo hacen es sólo muy poco, las longitudes del segundo grupo modal. La extensión mayor del margen de tamaño por encima y no por debajo de la longitud media está bien ilustrada en los datos combinados para todos los años en los meses de febrero y marzo (Figura 7). El margen de tamaño del segundo grupo modal por encima de la longitud media para este grupo se extiende también en septiembre, noviembre y diciembre.

Se consideró la hipótesis de que los pocos peces grandes capturados en los mencionados meses se encontraban en su tercer año de vida. Se les sustrajo arbitrariamente del gráfico de distribuciones de frecuencia correspondientes a los peces previamente considerados en su segundo año. Frecuentemente se presentaron vacíos o interrupciones en la parte superior de la distribución del segundo grupo modal. Cuando esto ocurrió, se hicieron las separaciones en estos puntos. Cuando se encontró más de una interrupción de varios milímetros en la distribución de frecuencia, se hicieron las separaciones en el vacío más ancho. Si sólo una interrupción aparecía, en ella se hacía la separación. No se fijó criterio para el caso en que se presentaba más de un espacio vacío de sólo un milímetro de longitud en la distribución. Se hizo la separación arbitrariamente en el espacio vacío que parecía más razonable después de haber examinado la distribución de frecuencias en los meses anteriores y los siguientes. Cuando no hubo interrupción, la separación se hizo al nivel más bajo de frecuencia en la parte superior de la distribución que dividiera los peces de tres años de los que estaban en su segundo año de vida.

Después de haber separado los pocos peces considerados en su tercer año de los que se juzgaban en su segundo año, de vida, se calcularon las longitudes medias de cada uno de ambos grupos. Los cálculos resultantes se tubularon en la última sección de la Tabla 3, en donde se indican por intervalos mensuales de la misma manera que en el caso en que se hubieran considerado solamente dos grupos de edad, y se graficaron en la Figura 8. Representan el crecimiento mensual desde el momento de la eclosión hasta la edad de 40 meses. Los círculos abiertos y las líneas verticales tienen la misma connotación que los usados para ilustrar el crecimiento hasta la edad de 25 meses en la Figura 7.

La presentación gráfica del crecimiento ilustrado en la Figura 8 para los tres grupos de edad durante su primer año de vida es, naturalmente idéntica a la de la Figura 7 para los

dos grupos de edad. Después, para los dos meses siguientes, mientras el cuadro es similar en cada caso, la extensión del margen de tamaño por encima de la media, para los peces en su segundo año, es reducida cuando se consideran tres grupos de edad. En efecto, la separación de los peces supuestos en su tercer año de los que se consideran en el segundo, equiparan el rango de tamaño por encima y por debajo de la media en cada mes. Tal distribución igual alrededor de la media es tal vez más lógica que la que demuestra una extensión mayor en el lado superior.

Se ajustaron al ojo las curvas en forma de S a cada uno de los juegos de datos en las Figuras 7 y 8. Estas fueron luego examinadas para determinar si la parte superior al punto de inflexión podría representarse por la transformación desarrollada por Walford (1946).

Walford encontró que las curvas de crecimiento de varias especies de peces y moluscos sobre los que existían datos de longitud y edad publicados, tenían una característica común. Demostró que al graficar la longitud a la edad 1, 2, 3 n a lo largo del eje "x" en papel aritmético gráfico y la longitud a la edad 2, 3, 4 (n + 1) a lo largo del eje "y" para la parte de la curva superior al punto de inflexión, los puntos para la mayoría de las especies caen en una línea recta.

Se pensó que si alguna, o ambas de las curvas empíricas de crecimiento sugeridas se acomodaba a la transformación de Walford, se podría obtener alguna indicación acerca de cual de ellas sería la más razonable. Desafortunadamente, esta línea de investigación no resultó provechosa. En ambos casos, los puntos resultantes al graficar la longitud a la edad de n meses en contra de la longitud a la edad de n + 1 meses no cayeron a lo largo de una línea recta. Más bien las transformaciones, una de la curva que suponía solamente dos grupos de edad, y la otra que suponía tres grupos, sugerían que a cada juego debían ajustarse dos líneas rectas. Los puntos obtenidos de ambas curvas empíricas de crecimiento desde el punto de inflexión a los 4 meses de edad (marzo) hasta 7 meses de edad (junio) formaron una línea recta, y los puntos restantes a partir de los ocho meses de edad (julio) formaron otra línea recta con una pendiente mayor. Evidentemente, el crecimiento de la anchoveta es demasiado rápido durante los primeros meses de vida en relación con los meses siguientes, como para poder presentarlo en su curva por medio de la transformación de Walford.

A base de la evidencia disponible, es imposi-

ble determinar, con algún grado de exactitud, cual de las interpretaciones de los datos es probablemente la más correcta, si la que supone solamente dos grupos de edad o la que supone tres. En realidad, tiene poca importancia si están o no presentes en la población especímenes en su tercer año, si las cantidades son tan pequeñas con relación a los peces en su número y segundo años, como lo indican las colecciones, porque constituirían una parte insignificante de la existencia total.

Parece deseable, entonces, un examen cuidadoso de las escamas para determinar por este medio la existencia o ausencia de peces en su tercer año en la población de Panamá. Ya que un estudio detallado de las escamas consumirá mucho tiempo, no parece que valga la pena de tener la publicación del presente estudio hasta que dicho estudio pueda terminarse.

Abundancia relativa de los grupos de edad

Probablemente las colecciones hechas por los pescadores de atún no son edacuadas para obtener una estimación digna de confianza sobre la abundancia relativa de los diferentes grupos de edad, porque no todos ellos están sujetos a la misma intensidad de pesca. Por ejemplo, los pescadores de atún prefieren usar la anchoveta como carnada, en su primer año de vida, porque dicen que los peces más pequeños se mantienen mejor a bordo del barco atunero, y que los peces más viejos son demasiado grandes para capturar el barrilete con buen éxito. Por lo tanto, los pescadores frecuentemente no toman las anchovetas grandes si las más pequeñas están disponibles. Además, durante la primera parte de cada año, de enero a principios de abril, la clase anual entrante se encuentra en un medio ambiente distinto de aquel en que se hallan los grupos de edades mayores. Durante este período del año aparentemente debido a un hábito alimenticio diferente, los peces jóvenes se encuentran en aguas relativamente profundas fuera de la costa. En este tiempo es cuando son más abundantes, fácilmente visibles en el agua clara, y fáciles de capturar. Alrededor de abril, se acercan a la costa y permanecen en aguas bajas y turbias por el resto de su vida. En este medio ambiente los peces son mucho más difíciles de localizar. Por estas razones es que, durante la primera parte de cada año, el esfuerzo de pesca se concentra mucho más en el grupo de edad entrante que en los peces mayores. Este esfuerzo mayor sobre los peces más jóvenes se mantiene probablemente durante el resto del año, pero a un grado mucho menor.

(Continuará).