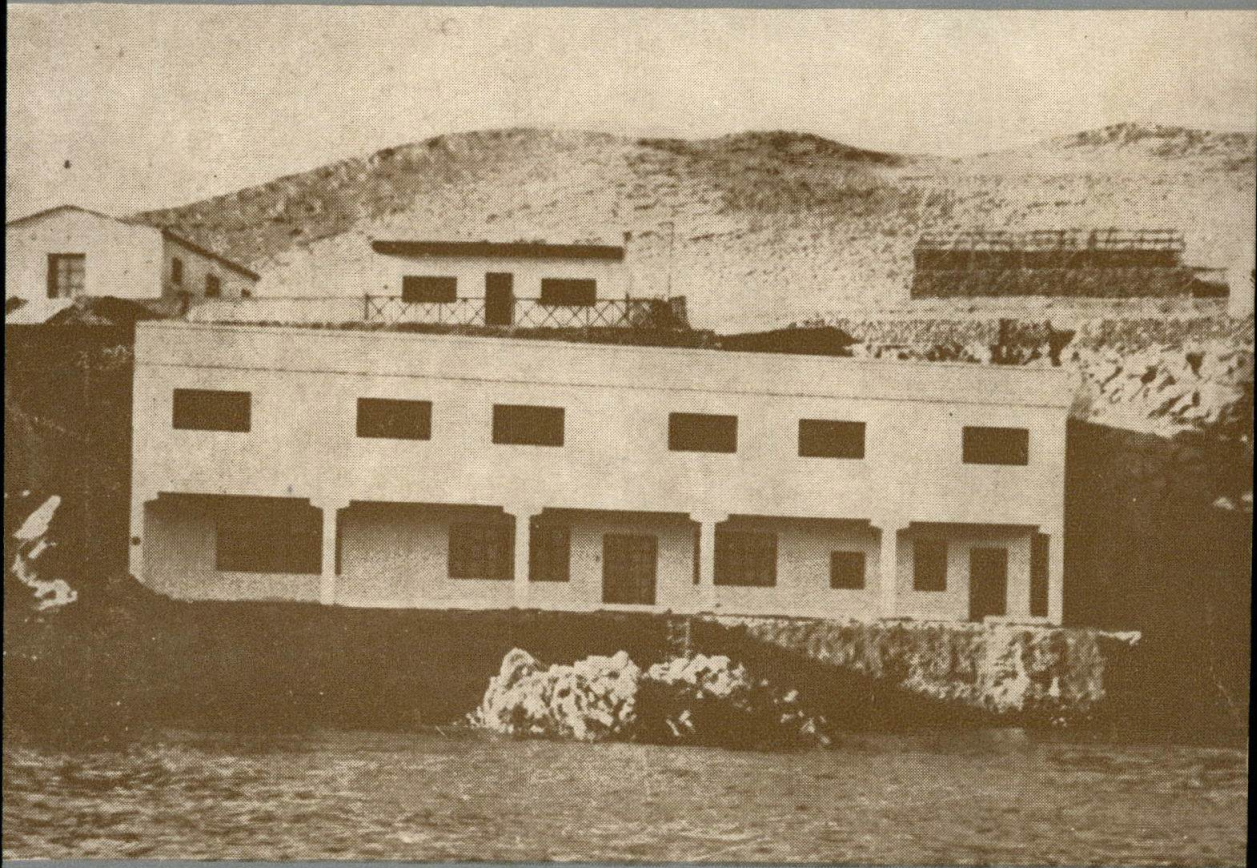


BOLETIN



*de
la* Compañía Administradora del Guano

SUMARIO

PORTADA:

Casa Administración en la Isla La Vieja. Foto: Ing^o E. Gainza B.

AGRICULTURA GENERAL:

Propagación vegetativa del Olivo. Por: Ing^o Germán de la Rocha (P. C.E.A., Vol. VII, N^o 4, Oct-Dic., 1958)

Los abonos minerales. Por Carlos Pareto (VINOS, VIÑAS y FRUTAS, Año LII, N^o 640.—Buenos Aires, Enero, 1959).

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, N^o 9, La Jolla, 1958) (Conclusión).

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, N° 9. La Joya, 1958)

(Conclusión)

Aunque probablemente las colecciones hechas por el personal del laboratorio de Panamá en 1955, no están viciadas hasta el mismo grado que las de los barcos atuneros, no se sabe si el mismo esfuerzo fué empleado en la pesca de los peces jóvenes y de los más viejos en la parte del año en que estos dos grupos están segregados uno del otro. Sin embargo, no hay razón alguna para creer que el personal pescó selectivamente para obtener peces de un particular grupo de edad durante abril o mayo y en el resto del año.

Aunque las colecciones hechas por los barcos atuneros no son enteramente adecuadas para

estimar la composición de edades de stock, siempre es de interés tener una estimación somera de la proporción en que cada grupo de edad contribuye a la pesca de anchovetas en el Golfo de Panamá. La tabulación que sigue, indica el porcentaje de anchovetas, en las colecciones de los barcos atuneros, que estaban en su primero, segundo y tercer año. El porcentaje asignado a peces pertenecientes al tercer año puede, por supuesto, pertenecer al grupo del segundo año; ésto depende de cual de los dos cuadros de crecimiento propuestos se considere el mejor.

Año	Porcentaje del total de la colección		
	En el primer año	En el segundo año	En el tercer año
1951	100.0		
1952	91.8	7.3	0.9
1953	85.1	14.0	0.9
1954	98.2	1.8	
1955	96.0	4.0	
Promedio de todos los años	94.3	5.4	0.4

El carácter sobresaliente en esta tabla es que los pescadores de atún dependen para su carnada, casi completamente de anchovetas en su primer año de vida. La contribución de los peces que podrían estar en su tercer año es, co-

Presentamos a continuación una tabulación similar para las colecciones hechas por el personal del laboratorio de Panamá en 1955. Los detalles para los grupos de edad se indican por mes:

Mes	Número de peces	En el primer año	En el segundo año	En el tercer año
Enero	65	100.0		
Febrero	3299	99.8	0.2	
Marzo	2082	98.0	1.9	0.1
Abril	2679	95.0	5.0	
Mayo	1404	99.3	0.7	
Junio	1103	99.9	0.1	
Julio	737	100.0		
Agosto	2495	90.5	9.5	
Setiembre	2443	98.4	1.6	
Octubre	469	74.8	25.2	
Noviembre	31	67.7	32.3	
Diciembre	173	74.0	26.0	
En todos los meses	16980	95.8	4.2	0.0
En todos los meses (promedio compensado)		91.5	8.5	0.0

Tanto las colecciones de los barcos atuneros hechas durante 1955, como las muestras capturadas por el personal del laboratorio de Panamá estaban compuestas predominantemente de anchovetas en su primer año de vida. Este grupo de edad contribuye con el 95.8 por ciento de los ejemplares medidos, en comparación con el 96 por ciento encontrado en las colecciones de los barcos atuneros. Ninguno de los dos valores debe considerar como una medida exacta de la abundancia relativa de los peces en su primer año en la población, no solamente por las razones ya expuestas, sino también porque puede haber porcentajes de mortalidad natural diferentes, no solo para los diferentes grupos de edad, sino también para cada grupo de edad, durante diferentes períodos de año. Si se da importancia igual a las colecciones mensuales, se encuentra que, en promedio, el 91.5 por ciento de los ejemplares pertenecen al grupo de peces en su primer año de vida. Sin embargo, no debe sugirirse que esta es una estimación exacta de la representación de los peces en su primer año en la población en 1955. Es dudoso que se empleara el mismo esfuerzo de pesca en los peces del primer año y en el grupo de edades mayores durante los primeros tres o cuatro meses del año, cuando los dos grupos fueron segregados uno del otro. Además, el número de ejemplares examinados durante los últimos tres meses del año era pequeño.

Durante los meses de mayo a setiembre, se considera que se empleó casi el mismo esfuerzo para la captura de todos los grupos de edad, de tal manera que se pueden hacer algunas conclusiones sobre la composición de edad de

la población en este período. En estos meses, el 96.5 por ciento de los ejemplares capturados pertenecían al primer grupo de edad. Si se da igual importancia a las recolecciones mensuales, el 97.6 por ciento de los ejemplares eran peces en su primer año de vida. El hecho de que las dos estimaciones sean tan parecidas hace pensar que la mortalidad natural puede haber afectado a los dos grupos de edad aproximadamente en la misma proporción desde mayo hasta setiembre. No se capturaron peces durante este período que pudieran considerarse en su tercer año de vida. Con excepción de un sólo pez, no se capturaron individuos durante 1955, ni por los barcos atuneros ni por el personal de la Comisión, que pudieran considerarse en su tercer año.

Es probablemente razonable suponer que la población de anchovetas en el Golfo de Panamá está constituida en promedio, por más del 90 por ciento de peces en su primer año y por menos del 10 por ciento en su segundo año de vida. El porcentaje de peces que pudieran ser considerados en su tercer año de vida es pequeño, posiblemente menos del uno por ciento.

MADUREZ SEXUAL Y DESOVE

Métodos

El estudio de la madurez sexual y del desove se basan en el examen macroscópico de los ovarios y en las mediciones de los huevos. Las gónodas de la anchoveta se extienden por todo el largo de la cavidad del cuerpo, en cualquier estado del desarrollo. En los peces no

madurados sexualmente aparecen como filamentos delgados, y en esta condición no es posible determinar el sexo a simple vista. Por el contrario, no hay dificultad en determinar el sexo cuando las gónadas han alcanzado un ancho de 1 a 2 mm. Para entonces los ovarios tienen una forma tubular, mientras que los testes son aplanados y más sólidos. Cuando las gónadas alcanzan de 4 a 5 mm. de ancho, los ovarios son rosados, algo redondeados y de aspecto granular debido a los huevos en proceso de maduración, mientras que los testes son blancos, aplanados y con el borde ventral generalmente lenticulado. Conforme las gónadas prosiguen en su madurez, estos caracteres se acentúan en ambos sexos. Los ovarios agotados se reconocen por su apariencia de sacos vacíos y flácidos. Estos ovarios no contienen huevos ó solamente presentan restos de huevos maduros en el lumen o entre los pliegues de las paredes junto con lo que podría ser material epitelial pre-ovárico. Este material restante está generalmente concentrado en la parte anterior del ovario. Parece que los ovarios gastados permanecen en esta condición por algún tiempo antes de ser absorbidos. Los testes gastados son también flácidos y dan la apariencia de encojimiento al ser también absorbidos. Los huevos son de forma oval tanto cuando están maduros como durante el proceso de maduración.

La mayoría de los pescados usados para el estudio de edad y crecimiento fueron descartados después de medidos, pero algunos ejemplares representativos de la mayoría de las recolecciones se conservaron en formaldehído para examinarlos posteriormente en cuanto a su madurez sexual. Generalmente, de 25 a 30 ejemplares de cada recolección se separaron para este examen, en forma que constituyeran una representación apropiada de la distribución de frecuencias de longitud encontrada en cada una.

La madurez sexual de las hembras se examinó de la siguiente manera. Después de medir la longitud de cada pescado, la mayor anchura del ovario se determinó con la ayuda de un par de calibradores. Se removió luego con un escalpelo un trozo de ovario lo más cerca posible del extremo cloacal. Este trozo de ovario se examinó con un microscopio binocular para determinar si los huevos estaban en formación y para medirlos si tal era el caso. Para medir los huevos se usó una lámina de plástico transparente sobre la cual se extendieron los huevos desprendidos con una aguja del trocito de ovario, se les añadió unas pocas gotas de

objetos. Para cada hembra se anotó si los huevos eran o no discernibles y, de serlo, si todos eran huevos de menos de 0.20 mm. o si algunos eran de esa longitud o más grandes (longitud de la cubierta exterior a lo largo del eje mayor).

Siguiendo el procedimiento descrito, las hembras examinadas se agruparon en las siguientes cuatro categorías, según la condición de sus ovarios:

1. Con huevos no discernibles a simple vista;
2. Con todos los huevos menores de 0.20 mm. de longitud;
3. Con algunos huevos de 0.20 mm. de longitud o más grandes;
4. Con ovarios desovados.

Cuando se encontraron ovarios con huevos de 0.20 mm. o más de longitud, se midieron 100 de estos huevos. Para conveniencia, y para evitar algún prejuicio en la selección de huevos para ser medidos, la lámina plástica se dividió en cuadrados de 3 x 3 mm. Los cuadrados se grabaron en la lámina y se puso el material en la cara de la lámina opuesta al grabado. Los huevos fueron medidos con una pieza micrométrica en un microscopio binocular. Se comenzó la medición en el primer cuadrado superior de la primera columna de cuadrados, procediéndose en la misma columna hacia abajo y luego hacia arriba en la siguiente columna, así sucesivamente hasta completar los 100 huevos. La longitud total de cada huevo fué anotada.

En las recolecciones que entre abril y julio se hicieron en cada año, ninguna de las anchovetas se encontró sexualmente madura. Las gónadas eran generalmente de menos de un milímetro de ancho y parecían un filamento. No era posible determinar el sexo de los individuos por examen macroscópico durante este período. Ya que definitivamente no ocurrió ningún desove desde abril hasta julio, solamente las colecciones de los meses restantes fueron tomadas en cuenta.

Epoca y frecuencia de desove

El número de peces examinados en cuanto a su madurez sexual entre agosto y marzo de cada año de desove aparecen en la Tabla 4 de acuerdo con la fecha y lugar de captura. Se indican también las condiciones de los ovarios, de acuerdo con las cuatro categorías arriba definidas; esta información también está graficada por meses y por años en la Figura 9.

Peces desovados se encontraron por primera

cuales se tenían datos. Aunque unos pocos ejemplares adultos se capturaron en enero, febrero y marzo, se encontraron solamente ejemplares desovados en esta época del año. Si bien no se conoce el tiempo que tardan los ovarios para reabsorberse completamente y volver a su estado de descanso después del desove, se ha creído que este proceso toma de dos o tres meses. Si fuera más rápido, en enero y febrero de 1955 se hubieran capturado hembras con ovarios maduros (con huevos ≥ 0.20 mm.). Es pues razonable, concluir que durante febrero y marzo no se produjo desove, pero que alguna reproducción puede haberse operado durante enero de 1955. Probablemente la misma situación prevaleció en las épocas de desove de 1952-53 y 1955-56. Evidentemente el periodo reproductivo de la anchoveta termina en su mayor parte en diciembre de cada año, pudiendo tal vez registrarse alguna actividad menor durante enero.

El examen de la Figura 9 indica que se encontraron hembras de la categoría de madurez más avanzada (huevos ≥ 0.20 mm.) en noviembre y diciembre, en todas las estaciones durante las que se recolectaron muestras. Ni en 1951, ni en 1953 se dispuso de colecciones correspondientes a noviembre y diciembre. Asimismo, hembras de la categoría 3 se encontraron en octubre de 1951, 1954 y 1955. Probablemente estuvieron presentes también en octubre de 1952 y 1953, porque las hembras en ese estado aparecieron también en setiembre de ambos años. No se examinaron colecciones en octubre de 1952 y en el mismo mes de 1953 sólo se dispuso de 11 hembras. Estas últimas fueron todas capturadas el día 1º de octubre. Parece, pues, prudente suponer que hembras con huevos de 0.20 mm. o más de longitud estuvieron presentes en la población adulta desde octubre hasta diciembre en todas las épocas de desove y por lo menos en dos de los años considerados, algunas hembras alcanzaron tal estado de madurez en las postrimerias de setiembre. Las pocas hembras capturadas en setiembre de 1952 y 1953, se hallaron durante los últimos días de este mes (Tabla 4). En pro-

medio, la proporción de las hembras en la categoría 3 fué mucho mayor en noviembre y diciembre que en setiembre o en octubre, lo que indica que la población femenina en conjunto estuvo sexualmente más avanzada en noviembre y diciembre. La Figura 9 no indica si los individuos en la categoría 3 fueron en promedio más maduros en un mes que en otro. Para estudiar ésto, fué necesario examinar la longitud de los huevos de las hembras de la categoría 3.

Como se explicó anteriormente, de cada ovario con huevos de 0.20 mm. o más de longitud se midieron 100 de ellos. En el lado izquierdo de la Figura 10 se ha representado gráficamente el porcentaje de la distribución de frecuencias de longitud de los huevos de 0.20 mm. y más, correspondiente a las hembras de la categoría 3, capturadas en octubre, noviembre y diciembre de 1954 y 1955, que fueron los años de más intenso muestreo. En cada mes, la distribución aparece como un compuesto de todas las hembras. Se preparó el gráfico para los dos grupos de edad separadamente y para los dos combinados. La separación de los dos grupos de edad en ambos años se hizo de acuerdo con las distribuciones de frecuencia de longitud de las Figuras 3 y 5 y las tabulaciones de la Tabla 3. En el lado derecho de la misma Figura 10 se indican las distribuciones de frecuencia de longitud de las hembras representadas.

Por ahora, esta exposición se limitará a la distribución de frecuencias de longitudes de los huevos de los dos grupos de edad combinados que se encuentran en el tercer panel, comenzando por la izquierda (Figura 10). Ahí se ve que las distribuciones de frecuencias de longitudes de los huevos ováricos en noviembre fueron casi idénticas a las correspondientes al mes de diciembre en 1954, y lo mismo ocurrió en 1955. Durante estos dos meses, en ambos años, los huevos fueron considerablemente más grandes, en promedio, que en octubre, especialmente en 1954. Sin embargo, solamente un ejemplar hembra se encontró en octubre de 1954. La siguiente tabulación ilustra también estas características:

	1954		1955	
	Longitud media de los huevos mm.	Longitud máxima de los huevos mm.	Longitud media de los huevos mm.	Longitud máxima de los huevos mm.
Octubre	0.20	0.26	0.36	0.70
Noviembre	0.33	0.89	0.43	0.70
Diciembre	0.35	0.78	0.42	0.78

Parece que, en promedio, en ambos años las hembras de la categoría 3 estuvieron tan maduras sexualmente en noviembre como en diciembre. Por el hecho de que en octubre de 1955 se encontró un máximo de longitud de 0.70 mm. en los huevos, pareciera que algunos individuos capturados en este mes estuvieran tan maduros sexualmente, como los más avanzados

de los que se encontraron en noviembre y diciembre del mismo año.

Los datos de los años 1951, 1952 y 1953 fueron muy pocos, y por eso no fueron incluidos en las Figura 10. A continuación se dá sumario de las longitudes de los huevos medidos en estos años:

	1951		1952		1953	
	Longitud media de los huevos mm.	Longitud máxima de los huevos mm.	Longitud media de los huevos mm.	Longitud máxima de los huevos mm.	Longitud media de los huevos mm.	Longitud máxima de los huevos mm.
Setiembre			0.36	0.62	0.35	0.69
Octubre	0.48	0.79				
Noviembre			0.40	0.69		
Diciembre			0.32	0.64		

Si se recuerda que los peces en la categoría 3, de setiembre 1952 y 1953, se capturaron en los últimos días del mes, y que los datos eran escasos, pareciera que, como en 1954 y 1955, en cada año hubo algunos peces igualmente maduros en las postrimerias de setiembre y en octubre, que en noviembre y diciembre.

La máxima longitud registrada en un huevo ovárico fué de 0.89mm., en una hembra capturada en noviembre de 1954. En la distribución de frecuencias de longitud de los huevos de esta hembra, el diez por ciento superior tuvo un promedio de 0.85 mm. La longitud media del 10 por ciento superior de todos los huevos medidos en hembras capturadas en noviembre y diciembre de 1954, fué de 0.47 mm. En 1955 fué de 0.56 mm. La longitud máxima de los huevos ováricos encontrados en cada uno de estos meses se dá en las tabulaciones anteriores. Las longitudes se registraron entre 0.70 y 0.89 mm.

Los huevos ováricos más grandes encontrados son mucho más pequeños que los huevos fertilizados de anchoveta encontrados en el plancton, los cuales tienen una longitud promedio de 1.17 mm. (Simpson, ms.). Simpson obtuvo estas medidas en huevos preservados en formalina. En estos huevos planctónicos el espacio perivitelino es apreciable ya que la longitud de la yema midió aproximadamente 1.00 mm. En vista de que el espacio perivitelino en los huevos ováricos no se podía medir, su presencia en los huevos fertilizados puede haber resultado de la absorción de agua después de

que el huevo ovárico completamente maduro mida entre 1.00 y 1.17 mm. de longitud.

En las colecciones no se encontraron hembras completamente desarrolladas o maduras. Su ausencia sugiere, o bien que los peces maduros se segregaron de la población principal durante el período de reproducción y no fueron adquiridos por los métodos de captura usados, o bien que el intervalo de tiempo requerido para alcanzar plena madurez después de haber llegado al estado de desarrollo de los peces más maduros examinados, es muy corto.

Ya que los más grandes huevos ováricos examinados fueron probablemente mucho más pequeños que lo que serían en el momento mismo del desove, los datos de este estudio no pueden dar una determinación precisa del comienzo del período reproductivo. Sin embargo, es razonablemente cierto que el desove ocurrió en diciembre de 1952, 1954 y 1955 por la secuencia del tiempo de la aparición de los individuos desovados. La presencia de los peces desovados, junto con los peces maduros, por la primera vez en diciembre 1952 y en 1953, indica bastante claramente que el desove ocurrió en esta época. El hecho de que se capturaron solamente peces desovados en enero de 1955 parece ser buena evidencia de que el desove se produjo en diciembre de 1954. Se podría también considerar hipotéticamente que en octubre y noviembre de estos mismos años hubo reproducción, ya que en estos meses una buena proporción de hembras examinadas resultaron tan maduras como las recogidas en diciem-

la primera parte de octubre y continuó por lo menos hasta diciembre en 1952, 1954 y 1955. La situación puede o no haber sido similar en 1951 y 1953. Tomando en cuenta la proporción de la mayoría de hembras maduras (categoría 3) en cada mes, puede concluirse que el máximo del desove ocurrió en noviembre y diciembre.

Hay otra evidencia que refuerza las conclusiones anteriores. En el otoño de 1956, se inició una intensa investigación de la historia natural de la anchoveta joven en el Golfo de Panamá. Por primera vez fueron recogidos huevos planctónicos en octubre, por medio de arrastre con redes planctónicas y continuaron apareciendo en estos arrastres hasta las postrimerias de enero de 1957 (Simpson, ms.). No volvieron a aparecer en el plancton sino hasta octubre de 1957. Un examen preliminar del contenido de cientos de muestras planctónicas, indica que los huevos de anchoveta fueron más abundantes desde fines de noviembre hasta los últimos días de diciembre, mientras que en enero no fueron abundantes. Los resultados de este estudio serán publicados en un futuro Boletín.

La evidencia de Simpson referente al comienzo del desove y a su duración está por supuesto, basada en la información para la estación 1956-57. Más adelante, página 464, se demuestra que la madurez relativa de las hembras durante esta estación fué muy paralela a la de 1955-56. En realidad parece, según la Figura 9, que excepto por variaciones menores en el comienzo y la terminación, el período reproductivo de la anchoveta es aproximadamente el mismo en cada año.

Frecuencia del desove dentro de una época

Si todas las anchovetas alcanzaran su madurez sexual al mismo tiempo, el crecimiento de los huevos podría seguirse fácilmente. Como esto no es así, no se puede hacer un arreglo cronológico de los datos que indique la secuencia del desarrollo. Sin embargo, el desarrollo de "camadas" sucesivas de huevos en maduración (si lo hay) puede estudiarse por los procedimientos empleados por Clark (1934), Schaefer (1936) y otros. Siguiendo estos procedimientos en la Figura 11 se ha compilado para 1954 y 1955, el porcentaje promedio de las distribuciones de frecuencias de longitud de las medidas de los huevos de todos los peces agrupados de acuerdo con la posición del último modo en la distribución de frecuencia de longitud de cada uno. Se escogieron diez intervalos iguales de

longitud entre 0.20 y 0.69 mm. para la posición del último modo. El número de peces incluidos en cada grupo aparece en dicha Figura.

El gráfico del panel superior representa los ovarios menos maduros que contienen algunos huevos de 0.20 mm. o más de longitud. Conforme los ovarios maduran (en los paneles sucesivos hacia abajo), los huevos mayores en un solo modo se separan de un segundo modo de huevos menores. Surge la cuestión de si el modo de los huevos más pequeños desarrolla hacia la madurez en la estación de desove presente o en la siguiente. La progresión del modo de los huevos más pequeños indicaría que una segunda camada de huevos madura después del desove de la primera. La falta de progresión del grupo secundario indicaría que los huevos más pequeños serán absorbidos después del desove de los huevos más maduros. Es cierto que el modo secundario de los huevos menores no puede representar los huevos que han de ser desovados en el próximo año, porque no se recogieron anchovetas entre abril y agosto que tuviesen huevos ni siqueira del tamaño de éstos.

Si algunas anchovetas desovan más de una vez, la Figura 11 debería mostrar un cuadro similar al encontrado por Clark (1934, Figura 3) para la sardina californiana. Clark demostró la multiplicidad de modos en las curvas de frecuencia de los diámetros de los huevos tomados de los ovarios de sardinas en madurez, y demostró también que distintas camadas de huevos crecieron sucesivamente hasta su madurez. La Figura 11 no indica tal progresión. Más bien, al moverse el modo que representa los huevos mayores hacia la derecha, el modo secundario tiende a permanecer más o menos estacionario, indicando que el desarrollo de los huevos en este último no es paralelo al de los huevos más grandes. Además, nunca aparece un tercer modo. Por lo tanto, la conclusión es, que las hembras de las anchovetas probablemente desoven sólo una vez y que los huevos más pequeños, en el modo secundario, degeneran y son absorbidos.

Edad a la primera madurez

Excepto en 1953, cuando las colecciones eran disponibles solamente hasta el 10 de octubre, algunas hembras examinadas durante octubre o noviembre contenían ovarios con huevos de un tamaño medio de 0.20 mm. o más (Figura 9). Las distribuciones de frecuencia de longitud aparecen en el panel derecho de la Figura

10 para estas hembras recogidas durante octubre, noviembre y diciembre de 1954 y 1955. Las Figuras 3 y 4 demuestran que los peces que se encontraban al cumplir su primer año de edad, están bien representados. En noviembre 1952, sólo hembras de 121 mm. fueron incluidas entre las 17 indicadas en la Figura 9. También se incluyeron peces de un año en el panel de octubre 1951 de la misma figura. Hay evidente claridad en cuanto a que las anchovetas en el Golfo de Panamá desovan por primera vez al alcanzar un año de vida.

La edad con relación al tiempo del desove anual

Los datos en la Figura 10 pueden ser usados para estudiar la cuestión de si el comienzo de la madurez dentro de la estación está relacionado con la edad. La Tabla 5 da un sumario de los datos usados en la comparación de los dos grupos de edad. En octubre de 1954 no se recogieron hembras al cumplir su segundo año o mayores. En noviembre se examinaron sólo dos. Ambos pescados tenían algunos huevos mayores de 0.20 mm. En contraste, el 18.2 por ciento de las hembras en su primer año tenían ovarios imperceptibles en noviembre. Una situación similar se presentó en diciembre de 1954. En octubre de 1955, el 96.7 por ciento de las hembras que completaban su segundo año o de más edad, tenían huevos mayores de 0.20 mm., mientras que sólo el 68.7 por ciento de aquéllas un año más jóvenes se encontraron en la misma condición. En noviembre de 1955, los pescados de ambos grupos de edad estaban en el mismo estado de madurez. Durante diciembre, una mayor proporción del primer grupo de edad habían desovado.

Aunque los datos son escasos, existe la sugerencia de que los peces más viejos, en promedio, maduran un poco antes que los de un año. De modo similar, los datos correspondientes a diciembre de 1955, hacen creer que tal vez las hembras de un año de edad terminaron de desovar un poco antes que las más viejas.

Consideración de un "índice de gónadas" para la madurez sexual

Muchos investigadores han usado el tamaño de los huevos ováricos para determinar la madurez sexual relativa de los peces. Kikawa (1953), Yuen (1955), y Schaefer y Orange (1956) también relacionaron el tamaño de los huevos con el peso del ovario y el peso total de la hembra, y después desarrollaron índices con estas dos últimas medidas para determinar la madurez. Cuando tal relación existe, frecuentemente cuesta menos trabajo pesar un ovario que medir los huevos para determinar la madurez sexual, por lo menos en cuanto a los peces más grandes. Sin embargo, para un pez tan pequeño como la anchoveta, sería muy lento el disecar y pesar los pequeños ovarios. Es más práctico el uso de alguna medida lineal del ovario.

En la anchoveta, el ovario menos maduro se extiende a lo largo de toda la cavidad del cuerpo. El crecimiento del ovario, resultante del crecimiento de los huevos conforme maduran, está limitado a un aumento en anchura y espesor, siendo la anchura considerada como la dimensión dorso-ventral. La medida del ancho o del grueso puede tomarse rápidamente. Ya que los ovarios maduros crecen más a lo ancho que en espesor, la anchura pareció ser la medida más apropiada para derivar de ella un índice de madurez. La máxima anchura del ovario fué anotada para cada hembra examinada con objeto de determinar la madurez sexual.

Al relacionar el tamaño del huevo con el ancho de la gónada, hay que considerar la posibilidad de que esta última esté relacionada con el tamaño del pez. Si esto fuera así, la relación entre el ancho de la gónada, el tamaño de los huevos y la longitud del pez tendría que ser tratada como un problema de regresión en tres variables. Para simplificar el análisis, la longitud del pez y el ancho de la gónada fueron combinadas para eliminar una variable y se investigó la relación entre la longitud del huevo y el siguiente "índice de gónadas".

$$\text{índice de gónadas} = \frac{\text{ancho de la gónada en mm.} \times 10^2}{\text{longitud standard del pez en mm.}}$$

Quando se encontraron peces con ovarios que contenían huevos de 0.20 mm. de longitud o mayores, se midieron 100 de esos huevos y fué estudiada la relación entre la longitud media

consideró adecuada porque según la Figura 8 es aparente que la anchoveta desova sólo una camada de huevos. Si se hubiera encontrado que camadas de huevos sucesivas se desa-

influenciado por los numerosos nuevos pequeños. En tal caso podría haber sido mejor el uso del 95avo. ó de algún otro percentil de la distribución total de frecuencias.

En la Figura 12 se dá gráficamente la longitud media (de los huevos \geq 0.20 mm.) con respecto al índice de gónadas para los peces examinados en 1954 y 1955. En ella también se han trazado para ambos años las curvas de regresión lineal fijadas por cuadrados numéricos para los datos divididos en dos grupos de edad: (1) peces al cumplir su primer año y (2) peces al cumplir su segundo o de mayor tiempo. La tabla 6 contiene las estadísticas de regresión para estos cuatro grupos y otras combinaciones de los datos. En la Tabla 7 aparece el examen de la linealidad de las diversas regresiones usando un proceso de análisis de variación descrito por Chambers (1952, p. 85).

En la Tabla 7 los datos indican que las regresiones de la longitud media de los huevos sobre el índice de gónadas para cada grupo de edad en 1954 y 1955, no se apartan de la linealidad, ya que ninguna de las proporciones de la variación (valores F) fué significativa. Sin embargo, estos valores de F fueron de significación cada vez que los grupos de edad fueron reunidos, ya sea para el mismo año o para años diferentes, indicando así que las regresiones para tales combinaciones se apartaban significativamente de la linealidad. La única excepción fué al reunir el grupo de dos años de 1954 con el correspondiente de 1955.

Los resultados de la prueba de linealidad indicaron pues, que había diferencias significativas entre los grupos de edad y los años para las regresiones de la longitud media de los huevos sobre el índice de gónadas. Para confirmar ésto y determinar el origen de las diferencias, se hizo una comparación de las muestras de los dos grupos de edad en un mismo año y entre los dos años, usando el análisis usual de covariancia (Kendall 1946, p. 237), cuyos resultados se dan en la Tabla 8. Al comparar los dos grupos de edad en el mismo año, tanto en 1954 como en 1955, la muestra del grupo de un año y la del grupo de dos años no estuvieron de acuerdo con la hipótesis de que pertenecían a la misma población homogénea (dos primeras secciones de la Tabla 8). En 1954 hubo diferencia significativa entre los coeficientes de regresión y en 1955 la hubo también en los promedios ajustados (ésto es, en los niveles de las líneas de regresión). La comparación entre el

grupo de un año en 1954 y el similar en 1955, demostró que las dos regresiones eran significativamente diferentes, como resultado de las diferencias entre los coeficientes de regresión. La misma comparación para los grupos de dos años o mayores, dió el mismo resultado, siendo en este caso la diferencia debida a la diferencia significativa en los niveles de las líneas de regresión.

Estos análisis demostraron que la relación lineal entre la longitud media de los huevos y el índice de gónadas cabe solamente dentro de cada grupo de edad. Además demostró que la relación entre las dos variables cambia de un año a otro para la misma clase anual (es decir, peces de un año de edad en 1954 y de dos años en 1955) y difieren significativamente para las diferentes clases de edad que componen la población en un año dado. Por consiguiente, de usarse el índice de gónadas en una determinada estación de desove, habría que establecer la relación existente entre las dos variables para cada grupo de edad presente en la población. En otras palabras, no podría aplicarse la relación entre el índice de gónadas y la longitud media de los huevos determinada en un año anterior.

A pesar de que la relación entre el índice de gónadas y el tamaño de los huevos varía con los grupos de edad y de un año al siguiente, para la misma clase anual, todavía constituye un artificio útil para determinar aproximadamente la época, en un año dado, en que la población alcanza su máximo de madurez sexual. Es evidente que los peces deben desovar cuando los huevos alcanzan cierto tamaño máximo y que, en promedio, un aumento en el tamaño de los huevos vá acompañado por un aumento en el valor del índice de gónadas.

Aplicación del índice de gónadas

El análisis del material recolectado entre junio de 1951 y enero de 1956 para investigar la madurez sexual, se encontraba muy avanzado antes de que comenzara el desove de 1956. Se decidió el uso del índice de gónadas para describir la madurez sexual relativa de la población de anchoveta durante esta estación, saber cuando ocurría la mayor parte del desove y comparar la actividad reproductiva de 1956 con la de las estaciones anteriores, 1954 y 1955.

El número de hembras examinadas cada mes durante la época de desove de 1956, separadas por grupo de edad, es como sigue:

	Peces al cumplir el primer año	Peces al cumplir el segundo año o más	Total
Octubre, 1956	49	1	50
Noviembre	285	5	290
Diciembre	39	0	39
Enero, 1957	9	0	9
Total	382	6	388

Más del 98 por ciento de las 388 hembras examinadas estaban al completar su primer año. La proporción de machos de un año fué similar; solamente 5, o sea el 1.9 por ciento de 256, eran peces en su segundo año o mayores.

La Figura 13 muestra la madurez sexual relativa, medida por el índice de gónadas de los peces que terminaban su primer año en 1954, 1955 y 1956. No se ha preparado un gráfico similar para los peces en su segundo año o mayores porque la proporción de ellos fué muy pequeña en 1956, menor del 2 por ciento. La Figura 13 cubre un período de tres meses, o sea octubre, noviembre y diciembre de cada año. En setiembre de 1956 no se recogieron ejemplares adultos y solamente se encontraron hembras desovadas en enero de 1955, 1956 y 1957.

La distribución de frecuencias del índice de gónadas que aparece en la Figura 13, indica que la madurez relativa de las hembras, de octubre a diciembre de 1956, fué similar a la que presentaban las examinadas en el mismo período de 1955. Se anotó en la página 459 que se encontraron huevos plantónicos de anchovetas desde octubre de 1956 y hasta enero de 1957. Fueron más abundantes en las postrimerías de noviembre y hasta fines de diciembre. Dicha Figura indica que el índice de gónadas alcanzó su máximo en noviembre y diciembre. Algunos peces desovados se encontraron en noviembre; en esa condición estaba más del 50 por ciento de los individuos examinados en diciembre.

Aparentemente, la reproducción en 1956 comenzó en octubre cuando los valores del índice de gónadas de más o menos la mitad de la población estaba entre 3 y 6 y alcanzó su máximo en noviembre y diciembre. Aunque las 9 hembras recogidas en enero de 1957 estaban desovadas, algunos huevos de anchoveta se encontraron en las muestras de plancton recogidas en est mes, lo que indica que entonces se produjo algún desove de menor importancia.

La distribución del índice de gónadas de las hembras en maduración examinadas en 1954 y 1955 (Figura 13) proporciona esencialmente el

maños medios de los huevos (Figura 9). Las conclusiones previas sobre el período y duración del desove anual de la anchoveta, no cambian cuando se incluye el material del índice de gónadas para 1956 de la Figura 13. El desove comienza en octubre de cada año y termina en el siguiente enero. La mayor actividad ocurre en noviembre y diciembre. Probablemente hay alguna variación de un año a otro en la intensidad del desove durante octubre, porque las Figuras 9 y 13 indican que la población en este mes está sexualmente más avanzada en unos años que en otros. Aunque solamente se encontraron peces desovados de enero de 1955 y 1957, las cantidades fueron pequeñas. Parece, por consiguiente, razonable suponer que la intensidad del desove durante este mes también varía.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alverson, F. G. and B. M. Shimada
1957 Eastern Pacific fishery for tuna bait-fishes, with particular reference to the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, Nº 2, pp. 21-61 (English), pp. 62-79 (Spanish).
- Brock, V. E.
1954 Some aspects of the biology of the aku, *Katsuwonus pelamis*, in the Hawaiian Islands. Pac. Sci., Vol. 8, Nº 1, pp. 93-104.
- Cassie, R. M.
1950 The analysis of polymodal frequency distributions by the probability paper method. New Zealand Sci. Rev., Vol. 8, pp. 89-91.
- 1954 Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Austral. Jour. Mar. and Freshwaters Res.,

- 1952 Statistical calculations for beginners.
Sec. edit., Cambridge University Press,
London. x + 168 pp.
- Clark, F. N.
1934 Maturity of the California sardine (*Sardina caerulea*), determined by ova diameter measurements.
Calif. Fish and Game Comm., Fish Bull., N° 42, 49 pp.
- Deason, H. J. and Ralph Hile
1947 Age and growth of the kiyi, *Leucichtys kiyi* Koelz, in Lake Michigan.
Amer. Fish Soc., Trans., Vol. 74 (1944), pp. 88-141.
- Hjort, Johan
1926 Fluctuations in the year classes of important food fishes.
Cons. Perm. Internat. Expl. Mer., Jour du Cons., Vol. 1, N° 1. pp. 5-38.
- Howard, G. V.
1954 A study of populations of the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, based on meristic characters.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 1, N° 1, pp. 1-24, (Spanish summary).
- Kendall, M. G.
1946 The advanced theory of statistics.
Vol. 2, Charles Griffin and Co. Ltd.
London. vii + 521 pp.
- Kikawa, Shoji
1953 Observations on the spawning of the bigeye tuna (*Parathunnus mebachi*) near the southern Marshall Islands.
Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Contr., N° 24, 10 pp.
- Miller, D. J.
1955 Studies relating to the validity of the scale method for age determination of the northern anchovy (*Engraulis mordax*)
State of Calif., Dept. of Fish and Game, Fish. Bull., N° 101, pp. 7-34.
- Peterson, C. G. J.
1922 On the stock of plaice and the plaice fisheries in the different waters. A survey.
Rept. Danish Biol. Stat., Vol. 29, 36 pp.
- Schaefer, M. B.
1936 Contribution to the life history of the surf smelt, *Hypomesus pretiosus*, in Puget Sound.
State of Wash., Dept. of Fish., Biol. Rept., N° 35B, 45 pp.
- 1948 Size composition of catches of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) from Central America, and their significance in the determination of growth, age, and schooling habits.
U. S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish Bull., N° 44, pp. 197-200.
- Schaefer, M. B. and C. J. Orange
1956 Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in three areas of the Eastern Pacific Ocean by examination of gonads.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 1, N° 6, pp. 281-320 (English) pp. 321-349 (Spanish).
- Schaefer, M. B., Y. M. M. Bishop and G. V. Howard
1958 Some aspects of upwelling in the Gulf of Panama.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 3, N° 2, in press (English and Spanish).
- Scotfield, E. C.
1934 Early life history of the California sardine (*Sardina caerulea*), with special reference to the distribution of eggs and larvae.
Calif. Fish and Game Comm., Fish Bull., N° 41, 48 pp.
- Simpson, J. G.
ms. Identificación of the egg, early life history, and spawning areas of the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, in the Gulf of Panama.
- Walford, L. A.
1946 A new method of describing the growth of animals.
Biol. Bull., Vol. 90, N° 2, pp. 141-147.
- Yuen, H. S. H.
1955 Maturity and fecundity of bigeye tuna in the Pacific.
U. S. Dep. Int., Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.: Fish, N° 150, 30 pp.