

INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LOS RECURSOS MARINOS

# BOLETIN

VOLUMEN 1

Número 4, pp. 85 - 136

---

*UN ESTUDIO DEL CRECIMIENTO,  
TAMAÑO Y RECLUTAMIENTO DE  
LA ANCHOVETA (Engraulis ringens J.)*

BASADO EN DATOS DE FRECUENCIA DE LONGITUD

por

G. SAETERSDAL y J. E. VALDIVIA

LA PUNTA, CALLAO, PERU

1 9 6 4

# UN ESTUDIO DEL CRECIMIENTO, TAMAÑO Y RECLUTAMIENTO DE LA ANCHOVETA (*Engraulis ringens* J.)

BASADO EN DATOS DE FRECUENCIA DE LONGITUD

por

G. SAETERSDAL y J. E. VALDIVIA

(Figuras del texto 1-24)

## C O N T E N I D O

	Pág.
<b>Abstracto</b>	
1. Métodos y datos	88
1.1 Técnica de medición de la longitud	88
1.2 Método de muestreo	89
1.3 Cobertura de los datos	92
2. Evidencia de la edad y crecimiento	95
2.1 Datos de longitud recopilados por meses	95
2.2 Desplazamientos de los grupos modales, variaciones estacionales en el crecimiento	99
2.3 Identificación de los grupos modales, su relación al ciclo de desove	103
2.4 La curva de crecimiento de la anchoveta	105
3. El tamaño de la anchoveta en la pesquería	107
3.1 Las curvas de longitud-captura	107
3.2 Las curvas de longitud-abundancia	107
3.2.1 Las curvas anuales de longitud-abundancia obtenidas de las curvas anuales de pesca y estimaciones del esfuerzo total anual	107
3.2.2 Las curvas anuales de longitud-abundancia obtenidas de los índices mensuales de abundancia aparente	108
3.2.3 Comparación de los dos juegos de curvas é interpretación de los resultados	109
3.2.4 Análisis por estaciones de pesca	111
3.3 Comparación con algunos datos anteriores de longitud	112
4. Estudio del reclutamiento	115
4.1 La estación de reclutamiento a la pesquería	115
4.2 Estimaciones cuantitativas del reclutamiento	117
5. Evidencia concerniente a la estructura de la población	118
6. Agradecimientos	119
7. Referencias	119

## ABSTRACTO

**Para anotación.**—El crecimiento se estudia por el análisis de tamaños modales; las curvas de longitud-captura y curvas de longitud-abundancia son estimadas por la combinación de observaciones de longitud con estadísticas de la pesquería; y el reclutamiento es estimado por la abundancia aparente de peces pequeños cada año.

Después de discutir la técnica de medición, método y cantidad de muestreo, se describe el procedimiento de analizar el crecimiento basada en los tamaños modales de los grupos de peces juveniles. Los datos probables de crecimiento son los siguientes: 9 cm. de longitud total extrema alcanza después de 6 meses, 12 cm. después de un año y 13 - 14 cm. al año y medio de vida. Los parámetros de la función de Bertalanffy son:  $k = 1.7$ ,  $L_{\infty} = 15$  cm. La relación: longitud en la primera madurez a longitud infinita es alrededor de 0.8.

Las curvas de longitud-abundancia aparente, fueron estimadas con la ayuda de datos estadísticos de la pesquería. Al comparar estos tipos de curvas en dos años sucesivos 1961/62 y 1962/63 se encontró que la abundancia aparente de los peces grandes adultos había aumentado. Se sugiere que esto puede ser efecto de fluctuaciones en la abundancia de diferentes descendencias.

Se muestra que la estación de reclutamiento a la pesquería de la nueva descendencia ocurre en el otoño, especialmente Abril-Junio. Una estimación en 3 años diferentes de la abundancia relativa de los reclutas mostró resultados consistentes entre los dos puertos principales.

La pertinente evidencia que concierne a la estructura de la población sugiere homogeneidad del stock, especialmente entre los puertos de Chimbote y Callao.

## 1. METODOS Y DATOS

### 1.1 Técnica de medición de la longitud.

La elección de la dimensión de longitud y del procedimiento de medición fue hecha después de haber considerado la necesidad de precisión, comodidad y rapidez de la medición, dentro de las diversas técnicas posibles. Se decidió medir la longitud total extrema (con los lóbulos de la aleta caudal cerrados) usando una regla de medir con intervalos de medio centímetro, comenzando en 2.5 cm. Este procedimiento da grupos con puntos medios en 0 y .5 cm., por ejemplo 8.0, 8.5, etc., mientras que el rango será de 7.8 a 8.2 cm., 8.3 a 8.7 cm., y así sucesivamente. Por esta, las observaciones representan la longitud verdadera con esta precisión.

La longitud standard ha sido usada en algunos muestreos anteriores en esta área. Por esto hubo necesidad de convertir longitud standard en longitud total extremo. Algunos datos de Callao: de Octubre, Noviem-

bre y Diciembre 1960 que abarcan peces entre 7 cm. a 14 cm. de longitud standard se han empleado para calcular la regresión de la longitud total extrema sobre la longitud standard, la que se encontró como:

$$L_{\text{extrema}} = 8.7 + 1.12 L_{\text{standard}} \text{ mm.}$$

Además de la medición de la longitud individual se decidió registrar el peso total de cada muestra a fin de facilitar posteriormente el cálculo de las curvas longitud-captura, y también, proveer datos para el estudio de la relación longitud-peso y factor de condición.

### 1.2 Método de muestreo.

Si hay tendencia de parte de la anchoveta para formar cardúmenes o distribuirse por tamaños de alguna otra manera, se podría esperar que muestras tomadas de desembarques individuales fueran más homogéneas en la distribución de tamaños que muestras de diferentes desembarques. La variación entre desembarques fue examinada inicialmente por muestreos de los desembarques individuales con intervalos durante la descarga de la captura. En la figura 1 se ve la longitud promedio de las mues-

cms.

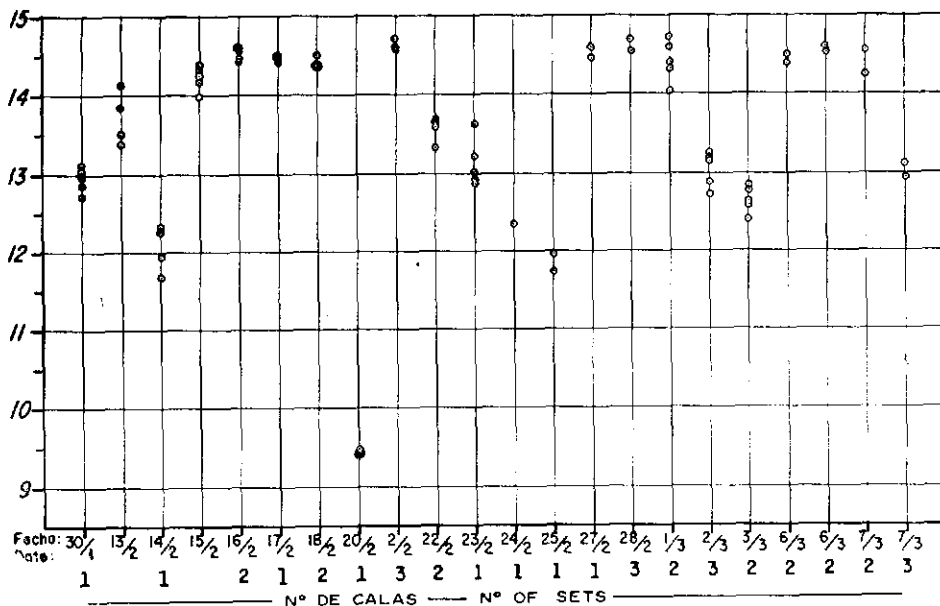


Figura 1.—Longitud promedio de diferentes muestras tomadas de los mismos desembarques. El número de calas del boliche están anotadas en la parte inferior del gráfico. Datos de Callao de 1961. Los valores idénticos están indicados por círculos dobles.

Figure 1.—Mean length of fish in different samples takes from same landings. Reported number of sets of the purse seine is shown below the graph. Data from Callao 1961.

Identical values are indicated by double rings.

tras (de alrededor de 90 peces cada una) colectadas de los desembarques individuales, desde el 30 de Enero hasta el 7 de Marzo de 1961 en Callao. El volumen de los desembarques fluctúa entre 7 y 85 toneladas, por lo general 40 - 60 tons. Alrededor de la mitad de los desembarques fueron registrados como producto de una sola cala. Sin embargo, parece no haber relación entre el número de calas y la variación de la longitud promedio de las muestras. La variación dentro de los desembarques individuales se vé muy pequeña comparada con las variaciones mostradas por la totalidad del muestreo durante este periodo. Esto indica que nuestro esfuerzo en el muestreo sería mejor aprovechado, tomando una muestra de cada uno de tantos desembarques como sea posible.

La mayoría de los desembarques que se muestrearon repetidamente en esta prueba inicial, fueron de diferentes días de pesca. Datos continuados de Marzo y Abril de 1961 han sido usados en la figura 2 para mostrar la lon-

*cms.*

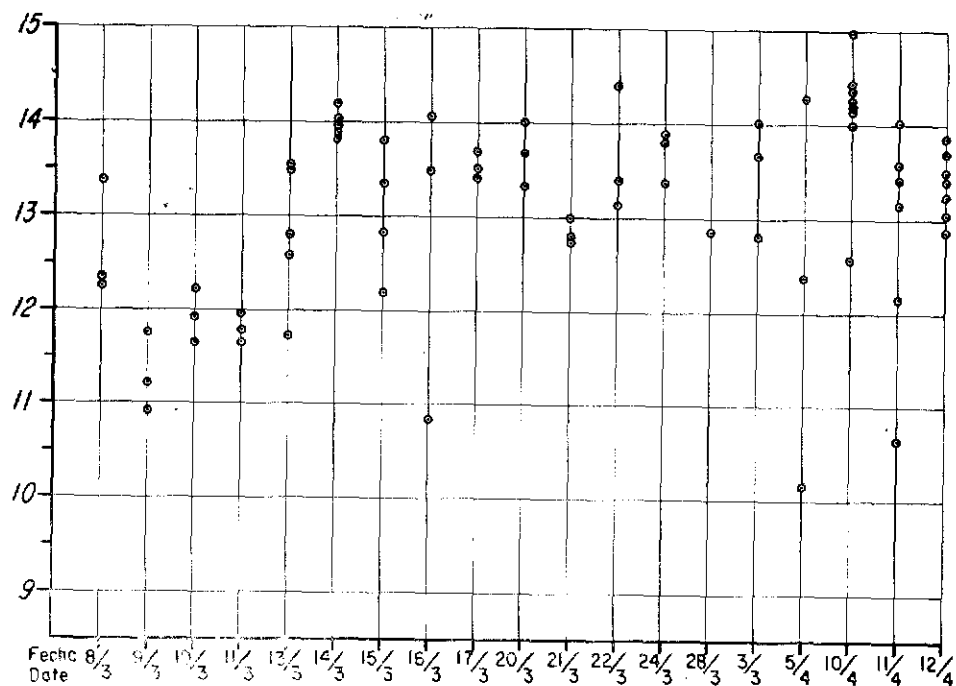


Figura 2.—Longitud promedio de peces en muestras de diferentes desembarques en los mismos días. Datos de Callao de 1961.

Figure 2.— Mean length of fish in samples of different landings on same days. Data from Callao 1961.

gitud promedio de muestras de diferentes desembarques en los mismos días. Comparando las figuras 1 y 2 parece evidente que los peces de diferentes desembarques hechos en los mismos días tienden a variar más en tamaño que

ios peces de un mismo desembarque. Pero la figura 2 además muestra que las variaciones dentro de un mismo día, por lo general, son considerablemente menores que las de día a día. Esto será comentado más adelante.

Es así que la anchoveta tiende a distribuirse en cardúmenes o en otro tipo de concentraciones caracterizadas por cierta tendencia en la distribución del tamaño. Estos, sin embargo, no contienen peces de un solo grupo de tamaño. La captura de una cala del boliche frecuentemente contiene peces de muy diferentes categorías de tamaños. Ejemplos de esto pueden verse en la figura 3 que muestra la distribución de 57 muestras de diferentes desembarques en Chimbote durante Mayo de 1961. Varios de estos desem-

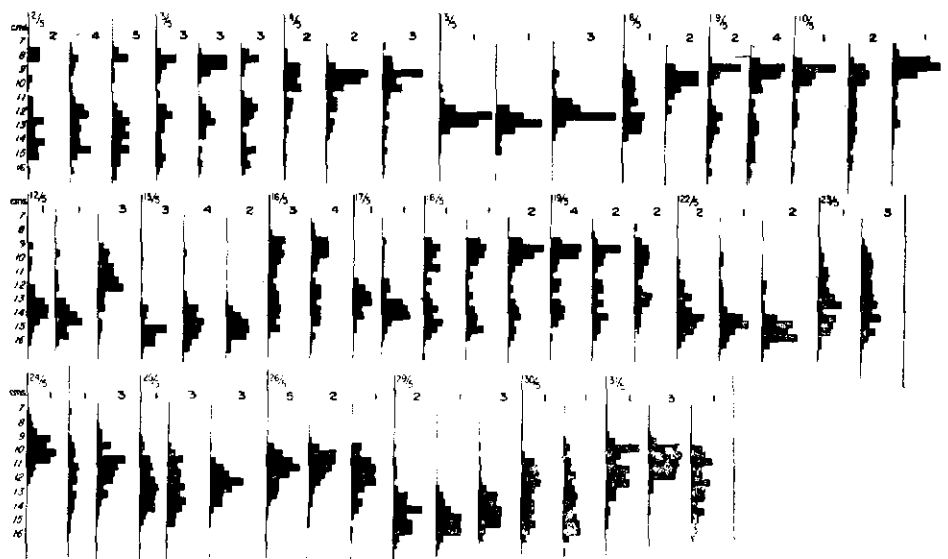


Figura 3.—Composiciones de longitud de las muestras de Chimbote durante Mayo de 1961. Las distribuciones de los desembarques de los mismos días se muestran juntas. El número a la cabeza de cada distribución es el número de calas del aparejo.

Figure 3.—Length compositions of samples from Chimbote during May 1961. Samples from different dates of each day are shown together. Number at the top of each distribution is reported number of sets of gear.

barques fueron registradas como la captura de una sola cala. La información sobre el número de calas no puede ser verificada, pero aún en desembarques cuyas capturas proceden de varias calas, nuestra muestra, pequeña comparada con el total del desembarque, solamente provenga de una cala. El proceso de mezcla de capturas de diferentes calas, en la bodega, ciertamente es incompleto. Las observaciones hechas en el mar durante la pesca confirman que en una sola cala se puede capturar peces de amplio rango de tamaños.

El hecho que peces de diferentes categorías de tamaños puedan presentarse en la captura de una sola cala y en un solo desembarque, es de

considerable importancia en nuestros esfuerzos por lograr muestreos representativos. Cuanto más completo sea la mezcla por tamaños, todas las categorías de tamaños estarán mejor representadas en los desembarques individuales, de manera que relativamente menos desembarques necesitan ser muestreados.

La figura 2 indica que la composición de tamaños es menos variable entre desembarques de un día que entre días. Creemos que esta tendencia presumiblemente es más acentuada que la apariencia que toma en la figura. Semejanzas pueden desaparecer porque la media es una deficiente presentación de la distribución de frecuencia de longitud. En la figura 3 el fenómeno es claramente evidente. Probablemente refleja la tendencia de la flota para operar juntamente en un área relativamente pequeña. La "unidad" de la concentración de anchoveta que se caracteriza por cierta distribución de tamaños no es de un solo cardumen, sino que se refiere a peces distribuidos en un área con magnitud de varias millas náuticas. No tenemos información sobre la "vida", mejor dicho, la consistencia en el tiempo de estas unidades homogéneas de concentraciones de anchoveta. Los cambios frecuentes y drásticos entre días que aparecen en la figura 3 podrían ser causados porque la flota operó en diferentes concentraciones. Sin embargo, todo el área de pesca representada en el muestreo de este mes, fue solamente de alrededor de 10 por 20 millas náuticas, y nuestra suposición sería que ocurre un grado considerable de "barajo" de las varias categorías de tamaño.

Desde el punto de vista de la metodología del muestreo, el significado de uniformidad dentro de un día es para reducir el número de muestras necesarias para cubrir un día de pesca. Por otro lado, el tiempo de los muestreos debe ser cubierto tanto como sea posible.

La experiencia nos ha demostrado que durante el año hay considerables variaciones estacionales en cuanto al rango del tamaño de los peces capturados. El reclutamiento de los peces juveniles ocurre principalmente a fines del verano y durante el otoño, en la última mitad del año las capturas consisten de peces con tamaños uniformemente grandes. Para un muestreo racional el esfuerzo de muestreo debería estar relacionado con los cambios estacionales en la variación del tamaño de los peces.

En cuanto al tamaño de cada muestra, se hicieron ensayos con cien peces. Esto se juzgó como un número algo excesivo, y lo práctico ha sido incluir de 60 a 90 peces. Teóricamente el tamaño de la muestra debería variar con el rango de tamaño de los peces presentes en el desembarque. La práctica del muestreo ha tenido en parte esta relación, porque los muestreadores tienden a tomar un volumen más o menos fijo de peces. Mientras los peces grandes adultos frecuentemente se encuentran en grupos de modos aislados y de rango estrecho; los peces pequeños, más frecuentemente están mezclados con grupos de tamaños más grandes. Cuando tales mezclas ocurren, o cuando dominan los peces pequeños, el número de peces en un volumen dado será mayor.

### 1.3 Cobertura de los datos.

La tabla 1 representa el número de muestras y el número de peces medidos por puertos y meses. La ubicación de los puertos pesqueros están





indicados en la figura 4. Las dimensiones de la pesca durante 1961 - 1962 fueron como sigue: El total mensual de los desembarques fluctúa entre 200 mil y 800 mil toneladas distribuidas entre 7 mil y 14 mil desembarques individuales. El área principal de pesca es de Callao a Chimbote donde se efectuó más del 95% de los desembarques. Los dos puertos más importantes fueron Callao y Chimbote, juntos acumularon alrededor de 2/3 del to-

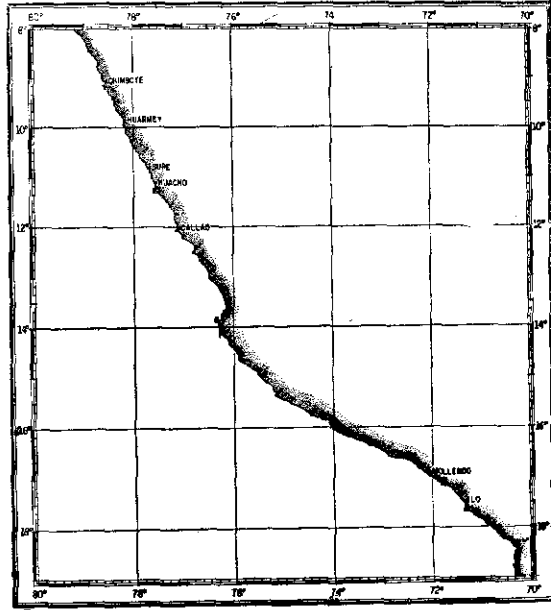


Figura 4.—Mapa mostrando la localización de los puertos donde muestrearon las longitudes.

Figure 4.—Map showing the localities of the ports of length sampling.

tal de los desembarques. El muestreo se inició en estos dos puertos. En 1952 el trabajo se extendió a Supe - Huacho, dos puertos intermedios del área principal de pesca y donde los desembarques recientemente han aumentado en forma considerable, y también dos puertos del Sur, Mollendo - Ilo los cuales son de especial interés para el estudio por su ubicación distante del resto del área peruana de pesca y sus proximidades a la región chilena.

En Callao y Chimbote el número de desembarques muestreados abarca alrededor de 1.5 a 3.5 por ciento del número de desembarques mensuales, siendo el promedio de 2.5 por ciento. En Supe - Huacho la magnitud ha variada entre 1 y 5 por ciento, el promedio más o menos 2 por ciento, y en Ilo - Mollendo entre 3 y 14 por ciento, promedio 8 por ciento.

Por supuesto que no fue posible predecir de antemano si esta magnitud del muestreo sería suficiente para dar datos representativos. De la

evidencia de la variabilidad en la composición de tamaños tratados bajo 1.2, las indicaciones fueron que el muestreo más bien en menor escala pudiera tal vez ser adecuado. En el capítulo 2.1 seguidamente, puntualizaremos algunas caracteres de los datos procesados que reflejan lo adecuado del muestreo.

## 2. EVIDENCIA DE LA EDAD Y CRECIMIENTO

### 2.1 Datos de longitud compilados por meses.

El primer paso en el análisis de las datos fue una simple recopilación por meses y localidades, véase figuras del 5 al 12. Esto reveló la

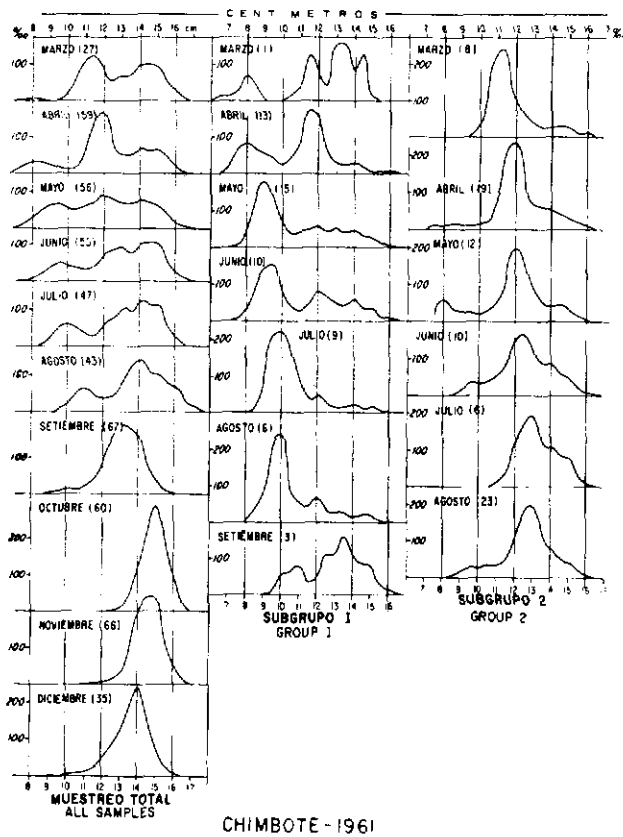


Figura 5.—Chimbote 1961. Composiciones de longitudes basadas en las compilaciones de muestras mensuales, totales y por agrupamiento selectivo por tamaños modales. En por mil. El número de muestras aparece en paréntesis.

Figure 5.—Chimbote 1961. Length compositions based on monthly compilations of samples, totals and for selective grouping by modal sizes. In per mille. Number of samples shown in brackets.

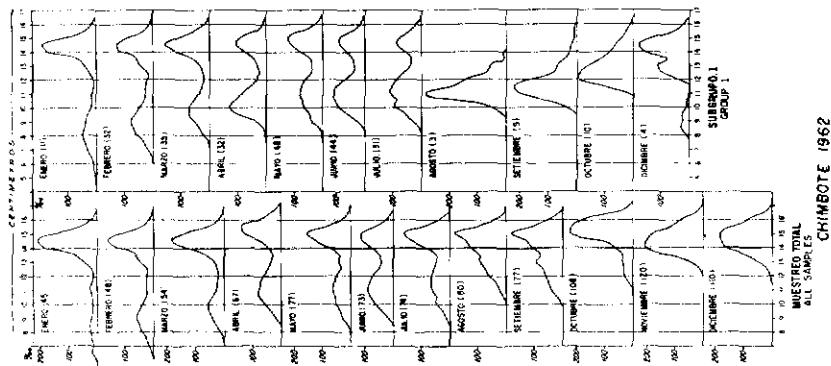


Figura 6.—Chimbote 1962. Composiciones de longitudes basadas en las compilaciones de muestras mensuales, totales y por agrupamiento selectivo por tamaños modales. En por mil. El número de muestras aparece en paréntesis.

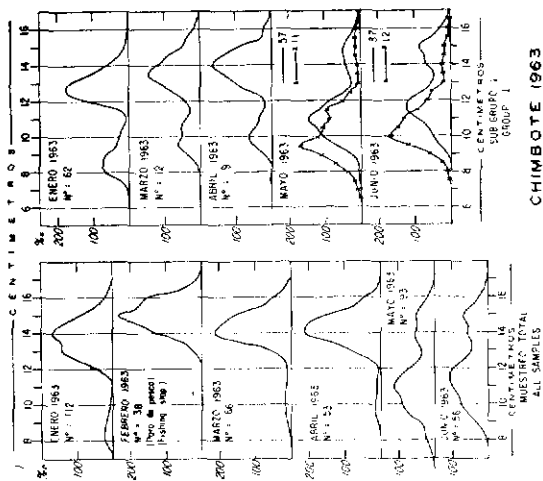


Figura 7.—Chimbote Enero - Junio 1963. Composiciones de longitudes basadas en compilaciones de muestras mensuales, totales y por agrupamiento selectivo por tamaños modales. En por mil. El número de muestras aparece en paréntesis.

Figura 7.—Chimbote January - June 1963. Length compositions based on monthly compilations of samples, totals and for selective grouping by modal sizes. In per mille. Number of samples shown in brackets.

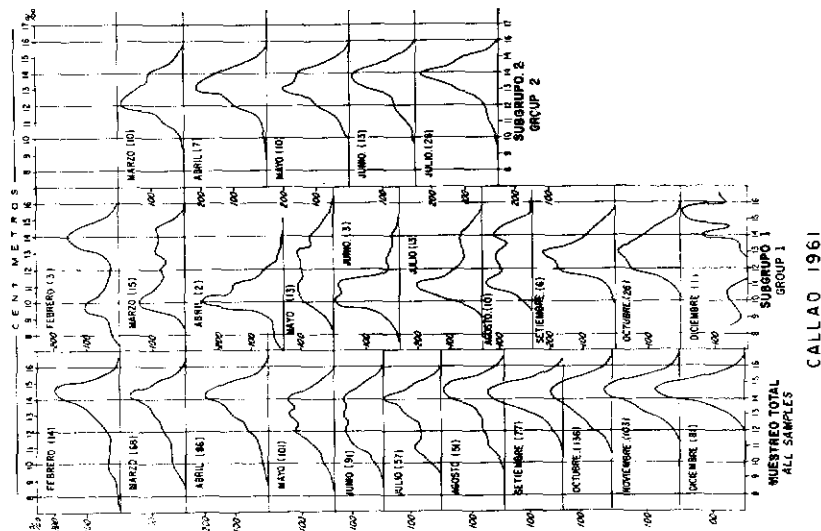


Figura 8.—Callao 1961. Composiciones de longitudes basadas en compilaciones de muestras mensuales, totales y por agrupamiento selectivo por tamaños modales. En por mil. El número de muestras aparece en paréntesis.

Figure 8.—Callao 1961. Length compositions based on monthly compilations of samples, totals and for selective grouping by modal sizes. In per mille. Number of samples shown in brackets.

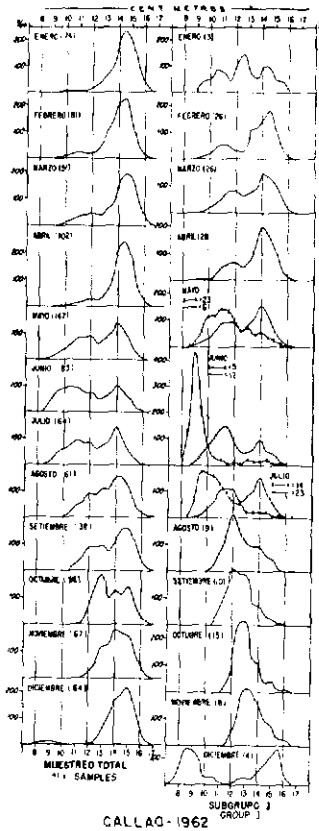


Figura 9.—Callao 1962. Composiciones de longitudes basadas en compilaciones de muestras mensuales, totales y por agrupamiento selectivo por tamaños modales. En por mil. El número de muestras aparece en paréntesis.

Figure 9.—Callao 1962. Length compositions based on monthly compilations of samples, totals and for selective grouping by modal sizes. In per mille. Number of samples shown in brackets.

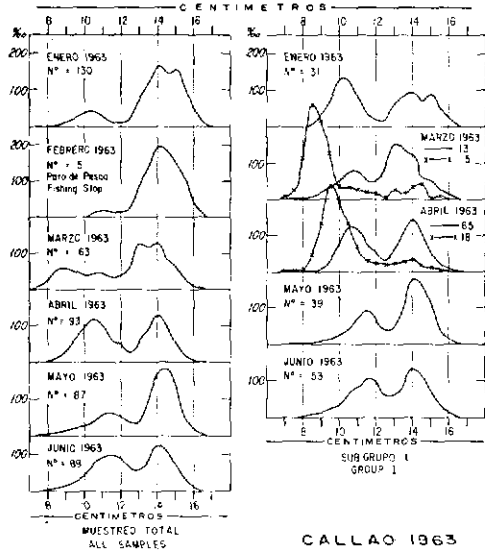


Figura 10.—Callao, Enero - Junio 1963. Composiciones de longitudes basadas en compilaciones de muestras mensuales, totales y por agrupamiento selectivo por tamaños modales. En por mil. El número de muestras aparece en paréntesis.

Figure 10.—January - June 1963. Length compositions based on monthly compilations of samples, totals and for selective grouping by modal sizes. In per mille. Number of samples shown in brackets.

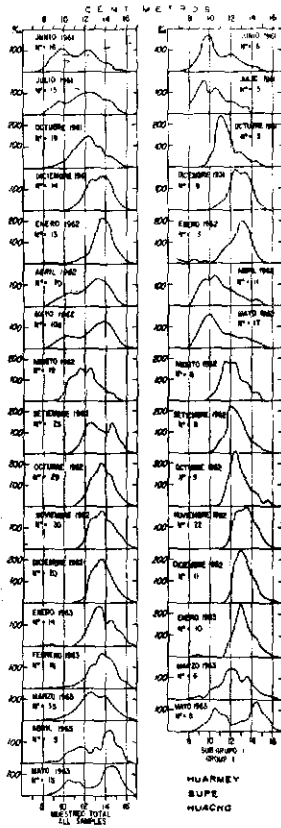


Figura 11.— Huarney, Supe y Huacho 1961 - 1963. Composiciones de longitudes basadas en compilaciones de muestras mensuales, totales y por agrupamiento selectivo por tamaños modales. En por mil. El número de muestras aparece en paréntesis.

Figure 11.—Huarney, Supe and Huacho 1961 - 1963. Length compositions based on monthly compilations of samples, totals and for selective grouping by modal sizes. In per mille. Number of samples shown in brackets.

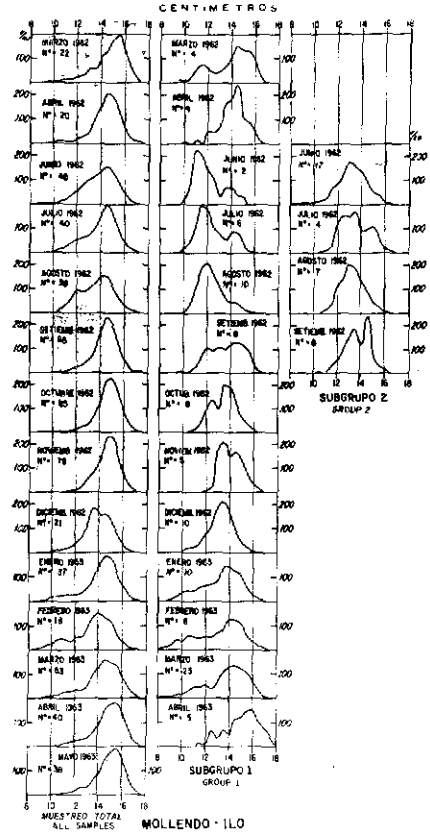


Figura 12.—Mollendo, Ilo 1962 - 1963. Composiciones de longitudes basadas en compilaciones de muestras mensuales, totales y por agrupamiento selectivo por tamaños modales. En por mil. El número de muestras aparece en paréntesis.

Figure 12.— Mollendo, Ilo 1962 - 1963. Length compositions based on monthly compilations of samples, totals and for selective grouping by modal sizes. In per mille. Number of samples shown in brackets.

existencia durante parte del año de varios grupos modales distintos. Así en 1961 los datos de Marzo - Junio en Chimbote evidencian tres de tales grupos, los datos de Mayo - Junio de Callao indican por lo menos dos grupos, y en 1962 hay una bimodalidad tanto en los datos de Chimbote como en los de Callao por un período considerable. Hay también evidencia que el tamaño modal de los grupos del lado izquierdo aumentan con el tiempo. Esta es consecuencia derivada principalmente del crecimiento de los peces juveniles.

A causa de la tendencia de la anchoveta a distribuirse en unidades similares en la composición de tamaños, los grupos modales pueden ser separados e identificados más fácilmente por agrupación selectiva de las muestras individuales. La figura 5 de 1961 - datos de Chimbote, muestra los resultados de tal agrupación. Las muestras que contienen mayor cantidad de peces con el tamaño modal más pequeño (llamado sub-grupo 1) fueron recopiladas, e igualmente se procedió donde predominaban las muestras de tamaño modal mediana (sub-grupo 2). Las muestras caracterizadas por peces en grupos modales de 14 - 15 cm. fueron abundantes, pero no se han incluido en las figuras. Estas grupos modales de tamaños grandes no muestran evidencia de cambios regulares del tamaño modal con el tiempo (véase tabla 3) y ellas representan peces adultos tal vez de edad heterogénea.

Con el fin de estudiar el crecimiento y para identificar los grupos por edades, todas los datos han sido tratados por este sistema de reagrupación selectiva de muestras.

Antes de proceder con el análisis del crecimiento nos gustaría, a esta altura, hacer comentarios relativos a la suficiencia de los datos muestrados. Las siguientes características de las compilaciones mensuales parecen indicar que el muestreo es razonablemente satisfactorio.

- 1) La consistencia de las características principales en los curvas de tamaño dentro de cada puerto por períodos considerables de tiempo.
- 2) La consistencia de la diferencia en las curvas de tamaño entre puertos por períodos de tiempo.
- 3) Los resultados biológicos significantes que pueden deducirse de las curvas, esto es, evidencia del crecimiento y de la estación anual del reclutamiento a la pesquería.

## **2.2 Desplazamiento de los grupos modales, variaciones estacionales en el crecimiento.**

La tabla 2 muestra los tamaños modales de las grupos 1 y 2 por puertos y meses, con indicación a grosso modo de su relativa abundancia. Los tamaños modales de los grupos clasificados como abundantes o regularmente abundantes están puestos en orden de sucesión en la figura 13. Se vé que hay un claro grado de relación entre las diferentes curvas. Ellas indican cierto tren de crecimiento con disminución de las tasas de crecimiento hacia mediados del año (invierno), seguidos por un incremento en

**Tabla 2**  
Tamaños modales de grupos seleccionados por puertos y meses con indicaciones de su abundancia relativa (A-abundante, M-medianamente abundante, D-débil). Peces juveniles.

**Table 2**  
Modal sizes of selected groups by ports and months with indications of their relative abundance. (A-abundant, M-medium abundant, D-weak). Young fish.

	CHIMBOTE		CALLAO		HUARMEX	SUPE HUACHO	ILO MOLLENDO
	Grupo I - Grupo II	Grupo I - Grupo II	Grupo I - Grupo II	Grupo I - Grupo II			
	Group I - Group II	Group I - Group II	Group I - Group II	Group I - Group II			
1961 - Feb.			9.6D				
Mar.	8.0D	11.3A	10.0M	12.2M			
Apr.	8.0M	11.9A	10.0M	13.2M			
May.	9.0M	12.2A	10.8M	13.0M			
Jun.	9.5M	12.5A	10.6M	13.7M	9.8M		
Jul.	9.9M	13.0A	11.0M		9.5D		
Aug.	10.0M	12.9A	11.2M				
Sep.	11.0D				11.2M		
Oct.							
Nov.							
Dic.							
1962 - Jan.	8.0M		10.5D				
Feb.	9.0A		11.0D				
Mar.	9.6A		11.8D				11.5D
Apr.	10.0A		11.8D			9.6M	
May.	11.0A		11.5M			10.0M	
Jun.	10.9A		9.0M	11.3M			11.2D
Jul.	11.0A		9.6M	11.5M			13.0M
Aug.	11.0A		12.0M	12.0M		12.0A	11.7D
Sep.	11.4A		12.0M	12.0M		12.0A	12.0D
Oct.	12.0M		12.8M	12.8M		12.5M	12.5D
Nov.			13.2M	13.2M		13.5A	13.5D
Dic.			8.7D	8.7D		13.0A	13.5M
1963 - Jan.	8.5D	12.7M	10.3D	13.8M		13.5A	13.8M
Feb.							10.7D
Mar.	9.5D	13.5M	8.5D	10.5M		12.0M	11.0D
Apr.	10.0D		9.5M	10.7A			11.3D
May.	9.5D	11.0A	10.0D	11.5A		10.5M	
Jun.	10.0D	11.7A	11.7A				

Table 3

Tamaños modales de grupos seleccionados por puertos y meses con indicaciones de su abundancia relativa. (A-abundante, M-medianamente abundante, D-débil). Grupos con los modos más altos. (Peces adultos).

Tabla 3

Modal sizes of selected groups by ports and months with indications of their relative abundance. (A-abundant, M-medium abundant, D-weak). Groups with highest mode. (Adult fish).

	Chimbote	Callao	Huarney	Supé	Huacho	Mollendo	Ilo
1961 - Feb.		14.5A					
Mar.	14.8A	14.5A					
Apr.	15.5M	14.5A					
May.	14.4M	14.5M					
Jun.	14.7A	14.5A	12.5M				
Jul.	14.5A	14.0A	14.5M				
Aug.	14.0M	14.5A					
Sep.	15.0A	14.5A					
Oct.	15.0A	15.0A	14.0D				
Nov.	15.0A	14.5A					
Dic.	14.5M	14.5A	14.2A				
1962 - Jan.	14.5A	14.5A	13.8A				15.0A
Feb.	14.5A	14.5A					15.5A
Mar.	14.7A	15.2A					15.0A
Apr.	15.0A	14.5A		14.5D			
May.	15.0A	14.3A		14.0A			
Jun.	15.0M	14.0M					
Jul.	15.0A	14.0A				14.5A	15.2M
Aug.	15.0A	14.5A				14.5A	14.5A
Sep.	15.0A	15.0A			14.0D	14.2A	15.0M
Oct.	15.3A	15.0M			14.5M	14.7A	14.5A
Nov.	14.4A	14.6A			13.5A	15.2A	15.0A
Dic.	15.0A	15.0A			14.5M	14.7A	15.0A
1963 - Jan.	14.3A	15.0A			14.0M	14.7A	
Feb.	15.0A	14.3A			14.5M	14.7A	15.2A
Mar.	14.3A	14.2M			14.5M	14.2A	15.7A
Apr.	14.4A	14.3M			14.5D	14.5A	15.7A
May.	14.0D	14.5A			14.5M	—	15.5A
Jun.	15.5D	14.4A			15.0M	—	15.4A



la primavera. Este cambio estacional está claramente demostrado en la curva de la parte inferior, la cual indica los promedios de los incrementos mensuales. Datos sustanciales apoyan la idea de disminución de la tasa de crecimiento hacia el medio año. Sin embargo, los datos que cubren la última parte del año son pocos y los resultados son menos seguros.

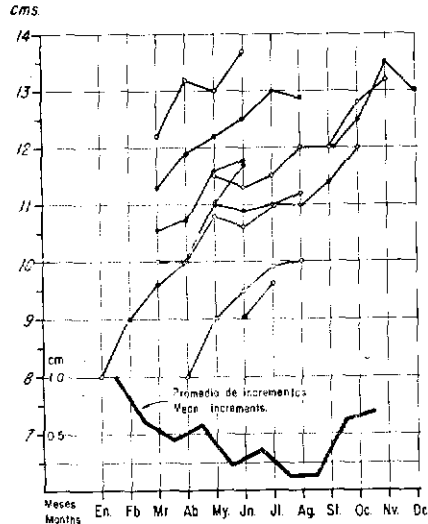


Figura 13.—Secuencias de los tamaños modales de los sub-grupos 1 y 2, y los incrementos de las medias mensuales. Datos de Chimbote, Supe-Huacho y Callao 1961-1963 (ver tabla 2.).

Figure 13.—Sequences of modal sizes of sub-groups 1 and 2, and the mean monthly increments. Data from Chimbote, Supe-Huacho and Callao 1961-1963 (cfr. table 2.).

Hoy, por supuesto, otros fenómenos aparte del crecimiento de los peces, que pueden influir en el cambio del tamaño modal de un grupo de una manera más o menos regular.

Diversos procesos que afectan la selección por tamaño de los peces podrían posiblemente influenciar en el tamaño modal. Probablemente, en la pesquería ocurra cierta selectividad cuando se reclutan los grupos de longitudes menores de 9 cm. El efecto de tal selección en nuestra interpretación sería que nuestros datos subestiman el crecimiento de esos peces pequeños. Otro posible tipo de selección sobrevendría de un cambio en la disponibilidad cuando los peces alcanzan el tamaño de madurez, lo que ocurre más o menos a los 12 cm. de longitud. Muy poco se sabe de la historia de la vida de la especie para evaluar cuantitativamente los posibles efectos de tales cambios en la disponibilidad por tamaños. Sin embargo, para peces

entre 9 y 12 cm. de tamaño los efectos, si hubiera alguno, serían pequeños, y una gran parte de nuestros datos cubren este rango.

De la figura 13 se desprende que el incremento medio de crecimiento de las peces juveniles (ranga de tamaños de 9 a 13 cm.) es por encima de 0.5 cm. por mes en el verano (Octubre a Mayo) y menos que la mitad durante el invierno (Junio - Setiembre). El hallazgo de este ciclo de crecimiento estacional na es sorprendente. Estudios recientes indican que en aguas de las costas peruanas la producción de fitoplancton (el cuol constituye el alimento principal de la anchoveta) es considerablemente más bajo en los meses de invierno Junio - Setiembre que durante el resta del año (información personal de Blanca Rojas de Mendiola). Un estudio de la alimentación de la anchaveta en el área de Chimbote demostró que el canteñida estomacal durante estos meses de invierno es el más bajo del año (informe en manuscrito a la Cía. del Guano por la Sra. Blanca Rojas de Mendiola). La temperatura de las aguas superficiales en el área de la costa sufre considerables variaciones anuales con valores mínimos en Julia a Setiembre y máximos de Enero a Marzo (informe personal del Dr. Popovici). Es así que hay una estación de invierno bien definida cuyas condiciones para el crecimiento son relativamente desfavorables.

### 2.3 Identificación de los grupos modales, su relación al ciclo de desove.

Un estudio del ciclo de desove de la anchoveta basado en los estudios de madurez de las ganadas, en muestras de la pesquería de Callao y Chimbote (infarmes persanales de Einarsson y Flores) demuestran que el desove tiene lugar de Agosto a Marzo. Los datos indican que por la menos en algunos años pueden haber dos estaciones máximos de desave: un desove de primavera que tiene lugar de Agosto a Octubre y una de verano de Diciembre a Febrero, pero se cree que el desave de primavera generalmente es la estación más importante.

Estos resultados, han sido en parte verificados por el muestreo de plancton en el mar donde relativamente gran número de huevos y larvas han sido encontrados en Agosto, Octubre, Enero y Febrero.

De las figuras 5 - 12 es evidente que los peces de tamaño pequeño se encuentran principalmente en lo pesquería entre Enero y Julio. Una mejor apreciación de los combias estacionales en la abundancia de peces pequeños en las capturas puede obtenerse de las figuras 15 - 16 las cuales serán presentadas bajo el capítulo 3.2. De esas dadas de abundancio se ha preparado la figura 23. Esta figura muestra el promedio de la copturo mensual en número de peces por viaje, totales y para peces debajo de 10 cm. y 12 cm. de longitud. Se vé que los peces pequeños son abundantes durante la pesca de otoño de Marzo a Julio, y especialmente durante Abril a Julia. Parece razonable supaner que la mayor parte de este grupa de peces juveniles praviene del desove de la primavera anterior. Los curvas de crecimiento aproximado, producto de esta hipótesis, se muestran en la figura 14.

Se recordará que en el otaño de 1961 (véase figuras 5 y 8) das grupos distintos de peces juveniles entraron a la pesquería. El origen de los

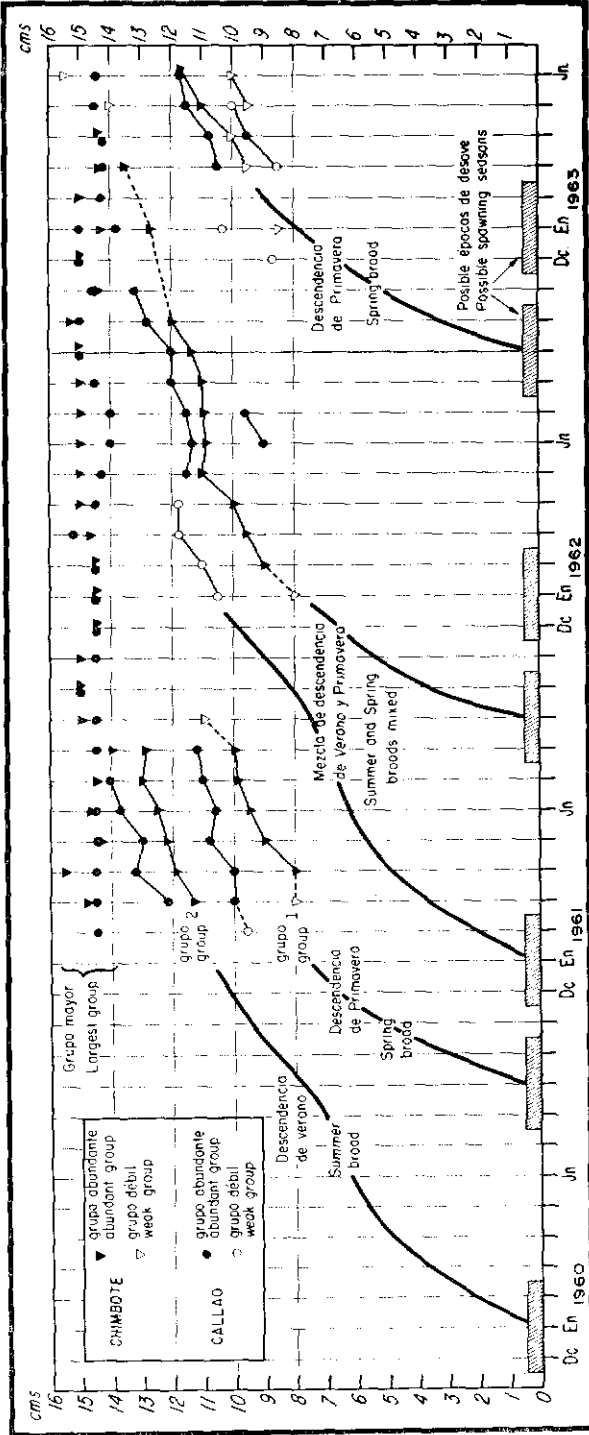


Figura 14.—Desplazamiento de los tamaños modales de los sub-grupos 1 y 2 en Chimbote y Callao y su posible relación a los ciclos de desove. Se señala que el desove tiene lugar en dos estaciones separadas, pero es probable que el desove de primavera sea generalmente la estación más importante, y que el desove de verano puede ser significativo sólo en algunos años. (ver tablas 2 y 3).

Figure 14.—Displacement of modal sizes of sub-groups 1 and 2 in Chimbote and Callao and their possible relation to the spawning cycles. The spawning is indicated as occurring in two separate seasons, but it is probable that the spring spawning is usually the most important season, and that summer spawning may be of significance only in some years. (cfr. table 2 and 3).

más grandes de estos grupos podría ser del desove de verano del año anterior y la probable curva de crecimiento de dicha relación está indicada en la figura 14.

Se podría esperar que la descendencia de verano llegará a su tamaño pescable la siguiente primavera, pero durante la pesquería de primavera la captura consiste casi exclusivamente de peces grandes adultos. La ausencia de peces juveniles durante esta estación podría, sin embargo, haber sido causada por una disponibilidad diferencial con el tamaño de los peces. Una indicación de esto es que el grupo que presumiblemente pertenece a la descendencia de la primavera padría en 1961 solamente ser seguida hasta Agosto, y en 1962 hasta Octubre, esto es, más o menos hasta los meses cuando la pesca se encuentra en su mínima anual. Cuando la pesquería se reestablece nuevamente en Octubre - Noviembre los grupos modales son muy diferentes, y estos cambios no pueden asociarse razonablemente con el crecimiento de los peces. La segregación por tamaños puede así explicar la ausencia de la descendencia de verano durante la pesquería de primavera. Pero se debía esperar que ésta aparezca en las capturas de los primeros meses del año con tamaños modales intermedios entre aquellos de la descendencia de primavera y los peces adultos. Esto aparentemente ocurrió en 1961. En 1962 solamente un grupo de reclutas puede distinguirse, pero este grupo estuvo caracterizado por una variación más extensa de tamaño, que el del año anterior. Ya en Enero - Febrero éste incluyó peces de tamaños entre 7 y 12 cm. y es concebible que sea el resultado de una mezcla de las descendencias del verano y primavera anterior como se indica en la figura 14. La disminución del crecimiento en invierno que presumimos debe afectar la descendencia de verano contribuirá al acercamiento de su tamaño con aquellos de la descendencia de primavera, que de otra manera, podría haberse esperado de la diferencia en edad entre las dos descendencias. En el otoño de 1963 sólo un mayor grupo de peces juveniles fue reclutado a la pesquería.

Con un período de desove de la anchoveta que cubre más de medio año y posiblemente incluye dos estaciones máximas, se debe esperar dificultades al tratar de identificar los grupos de descendencia. Pueden haber variaciones de año a año tanto en el ciclo mismo de desove como en el éxito de supervivencia de cada descendencia. Los efectos de variaciones en el transporte oceánico sobre la distribución geográfica de los grupos de reclutas deben seguramente aumentar la confusión. Los descubrimientos hechos aquí, los cuales están basados solamente en datos de tamaño y estadísticas de captura, necesitan ser verificados con información más detallada sobre el desove de la anchoveta y especialmente con estudios de la abundancia y distribución de los estados pre-pescables.

#### **2.4 La curva de crecimiento de la anchoveta.**

Las tasas de crecimiento obtenidas, al suponer que el grupo de reclutas de otoño (en 1961 el más pequeño de las dos grupos) provienen del desove de primavera, son los siguientes:

Alcanzan una longitud de más o menos 9 cm. después de los primeros 6 meses de vida, y después de un año los peces tienen alrededor de

12 cm. Las pocas series que se pueden seguir más adelante que ésta, indican que a la edad de  $1\frac{1}{2}$  años los peces tienen una longitud de 13 - 14 cm. Los tamaños modales más altos que 15 cm. se encuentran raras veces aunque los peces individuales pueden medir hasta 17.5 cm. Grupos modales entre 14 y 15 cm. se encuentran durante todo el año, y la predominancia de peces de 14 - 15 cm. de longitud en el total de las curvas de captura, sugiere que este rango de tamaño puede contener peces de varios grupos de edades. Este sería el efecto esperado si hay una marcada disminución en la tasa de crecimiento hacia los tamaños grandes.

Un ploteo de  $l_t + l_{t-1}$  contra  $l_t$  de los datos de crecimiento medio-anual dados arriba indican una longitud infinita ( $L_\infty$ ) de más o menos 15 cm. El otro parámetro  $K$  de la función de Bertalanffy ajustado a estas datos es alrededor de 1.7.

Como la anchoveta llega a la madurez a una longitud aproximada de 12 cm. (informe personal del Dr. Einarsson), la relación  $l_m/L_\infty$  longitud en la primera madurez a longitud infinita es cerca de 0.8.

No se dispone de datos previos referentes al crecimiento de esta especie, pero pueden ser de utilidad hacer comparaciones con especies relacionadas. HOLT (1959) menciona algunos valores de  $L_\infty$ ,  $K$ , duración máxima de la vida y  $l_m/L_\infty$  para sardinas. Los parámetros para una de las especies de sardina, *Sardinella fimbriata* de las Filipinas, muestran gran similitud con los encontrados aquí para la anchoveta. Esta especie es la más pequeña de las sardinas mencionadas en el trabajo. Los parámetros del crecimiento fueron:

$L_\infty = 14$  cm.,  $K = 1.6$ , duración máxima de vida 2 años y la relación  $l_m$  a  $L_\infty = 0.7 - 0.8$ .

El crecimiento de una especie de anchoveta *Cetengraulis mysticetus* de la costa Oriental del Pacífico tropical ha sido estudiado por HOWARD y LANDA (1958) y BARRETT y HOWARD (1961). Los peces de la Bahía de Almejas y Baja California alcanzaron 127 mm. y 146 mm. de longitud standard después de uno y dos años, respectivamente. Los cálculos de  $L_\infty$  y  $K$  basados en estos datos son:  $L_\infty = 15$  cm. (cerca de 18 cm. de longitud total) y  $K = 1.7$ . Como se informa que esta especie desova por primera vez a fines de su primer año de vida, la relación  $l_m/L_\infty$  es alrededor de 0.8. Se encontraron valores de crecimiento muy similares en un número de otras localidades dentro del área de distribución de esta especie desde México al oeste del Perú. De manera que la historia del crecimiento de *Cetengraulis mysticetus* es muy similar a la manifestada por *Engraulis ringens* en este estudio.

En la actualidad el Dr. Einarsson y colaboradores en el Instituto de Investigación de los Recursos Marinos están desarrollando un método de lectura de otolitos para determinar la edad de la anchoveta. La información sobre el crecimiento de los peces jóvenes revelada por medio de nuestro análisis de distribución de frecuencia de longitud ha sido una guía en las primeras etapas de este trabajo. El método del otolito promete ser conveniente para determinar la edad de esta especie.

### 3. EL TAMAÑO DE LA ANCHOVETA EN LA PESQUERÍA

En lo expuesto anteriormente hemos aplicado los datos simples de frecuencia de longitud para el estudio del crecimiento de los peces. Relacionando las muestras de longitud a la captura y esfuerzo de la pesquería se pueden lograr importantes informaciones adicionales sobre la población.

#### 3.1 Las curvas de longitud-captura.

Las composiciones de tamaños de la captura por meses para los puertos muestreados se estimaron sobre las bases de la totalidad de desembarques, peso total de las muestras y las observaciones de longitud compiladas mensualmente. En estas últimas se hizo una corrección para igualar el número de peces en las muestras compuestas de peces grandes y pequeños (véase punto 1.2) como también el peso de dichas muestras fue ajustado para igualar esta corrección. De estos datos mensuales se puede compilar una curva de longitud - captura la cual es una evaluación de la composición de tamaños del total de la captura anual.

#### 3.2 Las curvas de longitud-obundancia.

La comparación de las curvas de longitud-captura pueden suministrar información importante, pero su utilidad aumenta si éstas se pueden asociar al esfuerzo de pesca transformándose así en curvas que muestran la abundancia relativa de los distintos tamaños de peces. Las curvas resultantes, longitud - abundancia, pueden revelar cambios en la composición de tamaños en el stock como consecuencia de variaciones en el reclutamiento y mortalidad, de ahí su importancia en los estudios de poblaciones. Ya que nuestra medida de abundancia proviene de los resultados de la pesquería, es solamente un índice de abundancia aparente y por consecuencia contiene los efectos de otros fenómenos tales como la disponibilidad del stock a la flota y la vulnerabilidad de los peces a las operaciones de pesca, los cuales pueden variar considerablemente. Las grandes variaciones estacionales en el índice de abundancia mostradas en la figura 23 con nitidez en su mayor parte son causadas por fluctuaciones en la distribución y comportamiento de la anchoveta durante el año. Es probable, sin embargo, que el nivel sobre el cual fluctúan estas curvas del índice de abundancia esté estrechamente relacionado a la abundancia verdadera de la población, pero se debe tener siempre presente los posibles cambios en la disponibilidad al interpretar los cambios manifiestos de abundancia. Las curvas anuales de longitud - abundancia han sido establecidas de dos modos: de las curvas de captura anual y un estimado del esfuerzo total anual y por la compilación de curvas mensuales de longitud - abundancia.

##### 3.2.1 *Las curvas anuales de longitud - abundancia de las curvas anuales de captura y estimados del esfuerzo total anual.*

El esfuerzo fue estimado como el número total de viajes con captura multiplicado por el promedio del tonelaje bruto de registro (G.R.T.) de las embarcaciones. Este último ajuste fue hecha para incluir el efecto del incremento en el tamaño promedio y presumiblemente en la potencia pesquera de las embarcaciones. El incremento estimada en el promedio de

G.R.T. entre Diciembre 1961 y Diciembre 1962 fue del 11% en Chimbo-  
te y 9% en Callao. Las unidades con las cuales se expresan estos datos son  
números de peces por viaje - tonelada. Estas curvas se muestran en la fi-  
gura 18.

3.2.2 *Las curvas anuales de longitud - abundancia provenientes de los ín-  
dices mensuales de abundancia aparente.*

El índice de abundancia aparente empleado aquí es el promedio de  
la captura mensual por viaje de embarcaciones seleccionadas por grupos de  
tamaño (véase Doucet y otros 1963). Esta medida es combinada con el peso  
de los peces, y luego fue convertida a número de peces aplicando la rela-  
ción entre número y peso en las muestras mensuales. Las curvas mensuales  
de longitud - captura luego fueron ajustadas a estos índices y su unidad es  
pues el número de peces por viaje (véase figuras 15, 16 y 17). Las curvas  
anuales, figura 19 muestran los valores promedios mensuales.

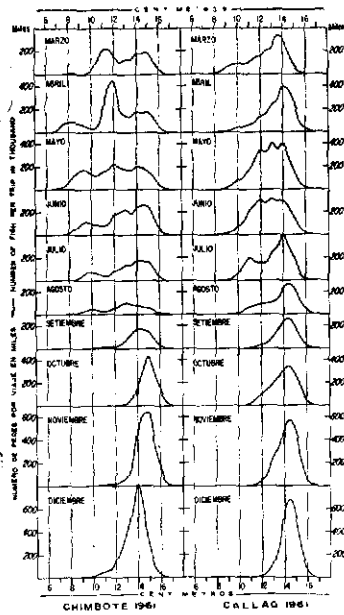


Figura 15.— Curvas mensuales de longitud-abundancia, 1961.

Figure 15.—Monthly length-abundance curves, 1961.

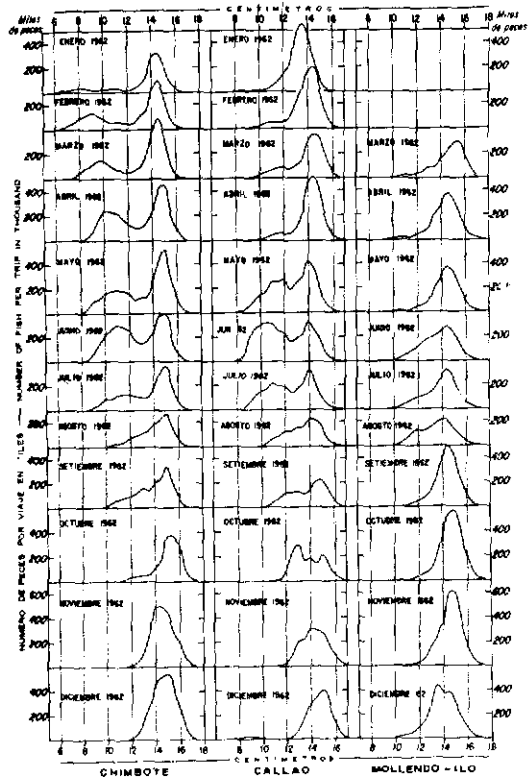


Figura 16.—Curvas mensuales de longitud-abundancia, 1962.

Figure 16.—Monthly length-abundance curves, 1962.

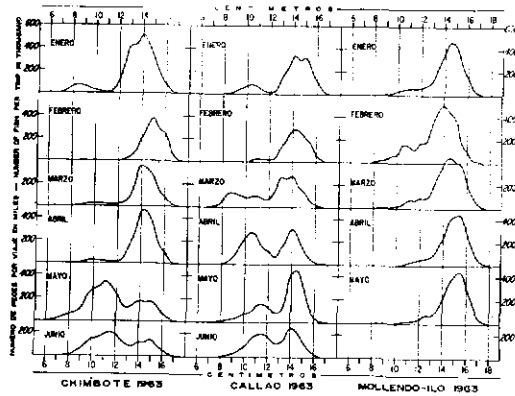


Figura 17.—Curvas mensuales de longitud-abundancia, 1963.

Figure 17.—Monthly length-abundance curves, 1963.

### 3.2.3 Comparación de los dos juegos de curvas e interpretación de los resultados.

Ambos juegos de curvas de abundancia provienen de las curvas de capturo, pero difieren en el método de compilación y en la medida de esfuerzo de pesca empleada. Se cree que los datos bajo 3.2.2 basados en los índices mensuales de abundancia aparente probablemente proporcionan los resultados más veraces. El empleo de una estimación total anual del esfuerzo bajo 3.2.1 actualmente involucra un vicio, a menos que el esfuerzo sea el mismo todos los meses. Sin embargo, los resultados son de gran similitud como se vé al comparar las figuras 18 y 19.

Lo principal de la forma de estas curvas radica en el incremento relativamente lento de la abundancia a medida que se incrementa el tamaño hasta un máximo de 14 a 15 cm. de longitud, y luego una caída brusca en la abundancia de los tamaños más grandes. Esta forma sólo en parte refleja la verdadera abundancia relativa de las diferentes categorías de tamaño en la población. El lado izquierdo de las curvas seguramente está afectado por la selectividad de pesca y la posible relación entre la disponibilidad y el tamaño de los peces. Sin embargo, el modo en los peces de 14 - 15 cm. es probablemente un efecto verdadera causado por la disminución de la tasa de crecimiento con el tamaño, de lo cual resulta una acumulación de peces de varias descendencias en este rango de tamaños. Los peces pequeños de abajo de 11 cm. de longitud representan la descendencia de un sólo desove. Aparte de la selectividad y la disponibilidad, las curvas están determinadas por la tasa de crecimiento de los peces y el reclutamiento y mortalidad de la población. No hay ninguna razón especial para creer que la tasa de crecimiento varíe de un año a otra, y para nuestro análisis ulterior también asumiremos que la selectividad y la disponibilidad dependiente del tamaño permanecen constantes.



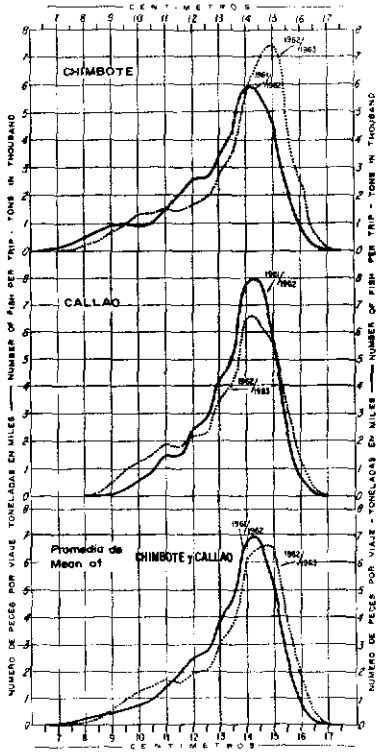


Figura 18.—Curvas anuales de longitud-abundancia provenientes de las curvas de captura anual y estimados del esfuerzo total anual. Los periodos cubiertos son Marzo 1961 hasta Febrero 1962 y Marzo 1962 hasta Febrero 1963.

Figure 18.—Annual length-abundance curves derived from the annual catch curves and estimates of total annual effort. Periods covered are March 1961 through February 1962 and March 1962 through February 1963.

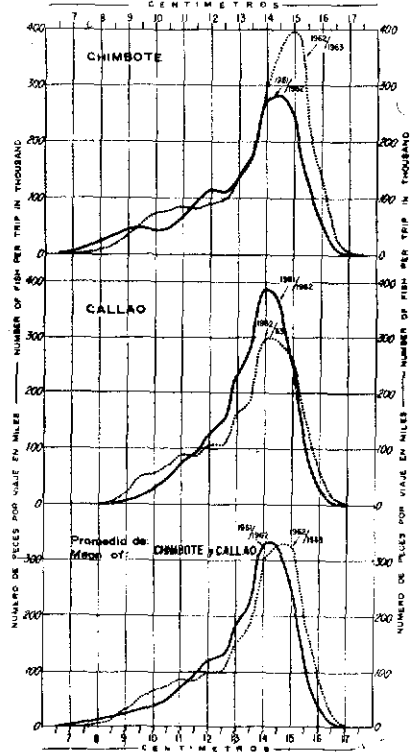


Figura 19.—Curvas anuales de longitud-abundancia provenientes de las curvas mensuales de abundancia que aparecen en las figuras 15 - 17. Promedios del período Marzo hasta Febrero 1961/62 y 1962/63.

Figure 19.—Annual length-abundance curves derived from the monthly abundance curves shown in Figure 15-17. Averages of periods March through February 1961/62 and 1962/63.

Si ahora seguimos al grupo adulto de peces de 14 - 15 cm. en la figura 19, se verá que en Chimbote la abundancia aumentó de 1961/62 a 1962/63 mientras que en Callao hubo una disminución. Si asumimos que esta área tiene una sola población y tomamos los valores medios de las curvas anuales de los dos puertos, veremos que la abundancia de los peces adultos es muy similar en los dos años, pero la curva, para 1962/63 se desplaza  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  cm. hacia la derecha en el rango de los peces grandes. Este puede ser el efecto de una variación en la abundancia de los diferentes grupos de desove, fluctuaciones de las clases anuales que son muy conocidas en otras poblaciones grandes de peces marinos. La tasa de crecimiento en este rango de tamaño es probablemente alrededor de  $\frac{1}{2}$  cm. por año, y un grupo particularmente abundante seguido por uno o dos grupos más débiles podrían de este modo afectar el tamaño total. Por supuesto que hoy también la posibilidad que la abundancia de peces grandes sea el resultado de la inmigración de otras áreas. Hasta que no tengamos más conocimiento sobre la estructura de la población y la historia de la vida de la anchoveta, no se puede decidir sobre esto.

El efecto esperado de un incremento en la mortalidad total de la población sería una disminución en la abundancia de los peces grandes. Fluctuaciones en la abundancia de descendencias o inmigraciones de otras áreas pueden, por supuesto, encubrir tales efectos cuando el tiempo de las observaciones es corto, como ciertamente lo es aquí.

#### 3.2.4 Análisis por estaciones de pesca.

Por lo general hay dos estaciones bien definidas en la pesquería de la anchoveta, una pesquería de primavera de Octubre hasta fines de Enero y una pesquería de otoño de Marzo hasta fines de Junio. Se puede obtener información adicional comparando la abundancia por estaciones. (véase figura 20 y 21). La composición de los reclutas en la estación de otoño será discutida más adelante. En lo que se refiere a los peces adultos, las curvas demuestran que los peces de 14 - 15 cm. son particularmente abundantes en Callao durante las tres estaciones de Marzo 1961 a Junio 1962. En el puerto norteño de Chimbote esta categoría de tamaños fue abundante durante las tres estaciones de Octubre 1961 hasta Enero de 1963. Durante estos períodos en ambas estaciones y puertos hay evidencia de un desplazamiento hacia la derecha de la parte descendente de las curvas. Como ya hemos sugerido, esto puede ser una indicación del crecimiento de los peces. En la estación Marzo - Junio 1963 el modo del grupo adulto ha bajado nuevamente a 14 cm., presumiblemente afectado por la entrada de un nuevo grupo de desove.

Este análisis por estaciones opoya lo idea de fluctuaciones en la abundancia de las descendencias, ya que demuestra que el fenómeno es universal dentro del área y que cubre un considerable período de tiempo. Este período de tiempo es actualmente más largo que el efecto esperado de un grupo especialmente abundante, en una especie de peces de una vida de corta duración como es la anchoveta. Dos sucesivos grupos abundantes prolongarían, por supuesto, el período de fluctuación.

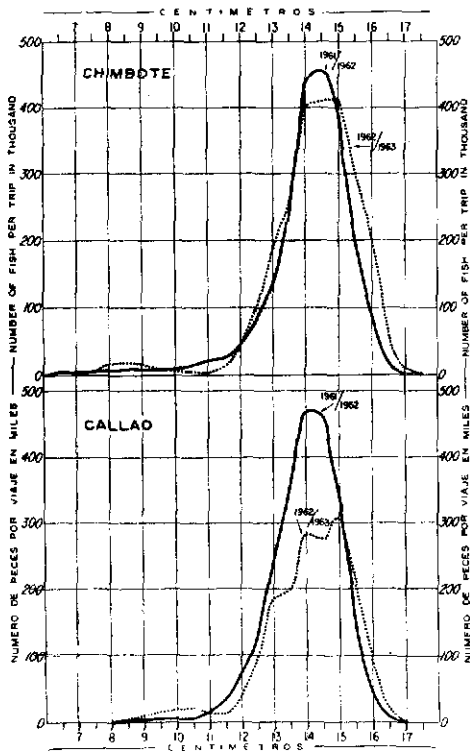


Figura 20.—Abundancia por tamaños durante las estaciones de pesca de primavera. Promedios de las curvas mensuales de las figuras 15-17 para los períodos Octubre 1961 hasta Enero 1962 y Octubre 1962 hasta Enero 1963.

Figure 20.—Abundance by size during spring fishing seasons. Mean of monthly curves of figures 15-17 for the periods October 1961 through January 1962 and October 1962 through January 1963.

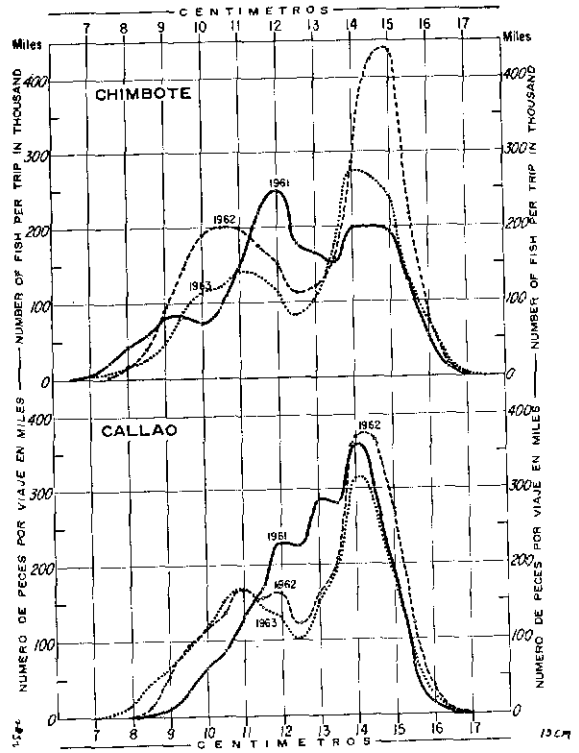


Figura 21.— Abundancia por tamaños durante las estaciones de pesquería otoñal. Promedio de curvas mensuales de las figuras 15-17 para los períodos de Marzo hasta Junio 1961, 1962 y 1963.

Figure 21.— Abundance by size during autumn fishing seasons. Mean of monthly curves of figures 15-17 for the periods March through June 1961, 1962 and 1963.

Este hallazgo es una advertencia que considerables variaciones naturales se pueden esperar que ocurran en la abundancia de la población de anchoveta.

### 3.3 Comparación con algunos datos anteriores de longitud.

Hay disponibles algunas mediciones anteriores de longitud de ciertas localidades peruanas. Partes de estas muestras son producto de capturas de arrastre y explosivos, y por los diferencias en la selectividad del aparejo no son apropiadas para una comparación con capturas de boliche. En

lo que sigue hemos considerado solamente muestras de la pesca con boliche. El problema con estos datos es si con los muestreos hechos en escala relativamente pequeña, las observaciones realmente representan la distribución de longitud de la captura. Con este problema en mente hemos limitado la comparación a los datos colectados durante la estación de primavera, (Octubre hasta fines de Enero) porque el rango del tamaño de la anchoveta capturada es menor durante esta estación que en otros períodos del año, y el requerimiento de muestreo adecuada es mínima.

Para evaluar de alguna manera este punto importante de la suficiencia del muestreo, campamos las tamaños modales de las datas compiladas mensualmente dentro de cada estación. Ellos muestran un considerable grado de consistencia, pero se debería, no obstante, tener presente que estos datos son escasos y menos veraces que nuestras recientes observaciones. Todas las mediciones anteriores fueron registradas como longitud standard, y por esa las convertimos a longitud total extrema por la regresión dada baja 1.1.

La figura 22 muestra la comparación. Las fuentes de los datos son las siguientes:

Chimbote 1954 hasta fines de 1958: Compañía Administradora del Guano, Lima, registros de datos originales. Callao 1959/60, datos muestreados por el Dr. Popovici, Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas, y 1960/61, datos muestrados por el Dr. Einarsson, Instituto de Investigación de las Recursos Marinos. Las dos últimas años están representadas por nuestras curvas de longitud-abundancia de la estación de pesquería de primavera.

Debería anotarse que las curvas de la figura 22 están basadas solamente en por mil, y por lo tanto no pueden ser comparadas de la misma manera que las curvas de abundancia demostradas anteriormente. En el mejor de los casos las curvas de por mil sólo muestran la abundancia relativa de las diversas categorías de tamaños dentro de cada estación.

Se verá en la figura 22 que todas las curvas de ambas puertos son muy similares en forma con excepción de aquella que representa a Chimbote 1957/58. El resto tienen muy pocos peces de tamaños debajo de 12 cm. de longitud y las longitudes modales se encuentran entre 13 y 15 cm. generalmente entre 13.5 y 14.5 cm. Estas leves variaciones en las longitudes modales son, en nuestra opinión, probablemente efectos de las fluctuaciones en la abundancia de las clases anuales.

Durante la estación 1957/58 en Chimbote la distribución de la longitud es de tipo diferente, mostrándonos ausencia de peces adultos y un tamaño modal de alrededor de 11.5 cm. No tenemos explicación para esta anomalía, pero nos gustaría llamar la atención acerca de su simultaneidad con "El Niño" fenómeno de aguas costaneras con temperatura anormalmente alta, que ocurrió en 1957/58. También algunos datos de longitud de la estación otoño (Marzo hacia fines de Junio) de 1958 en Chimbote demuestran la ausencia de peces grandes adultos.

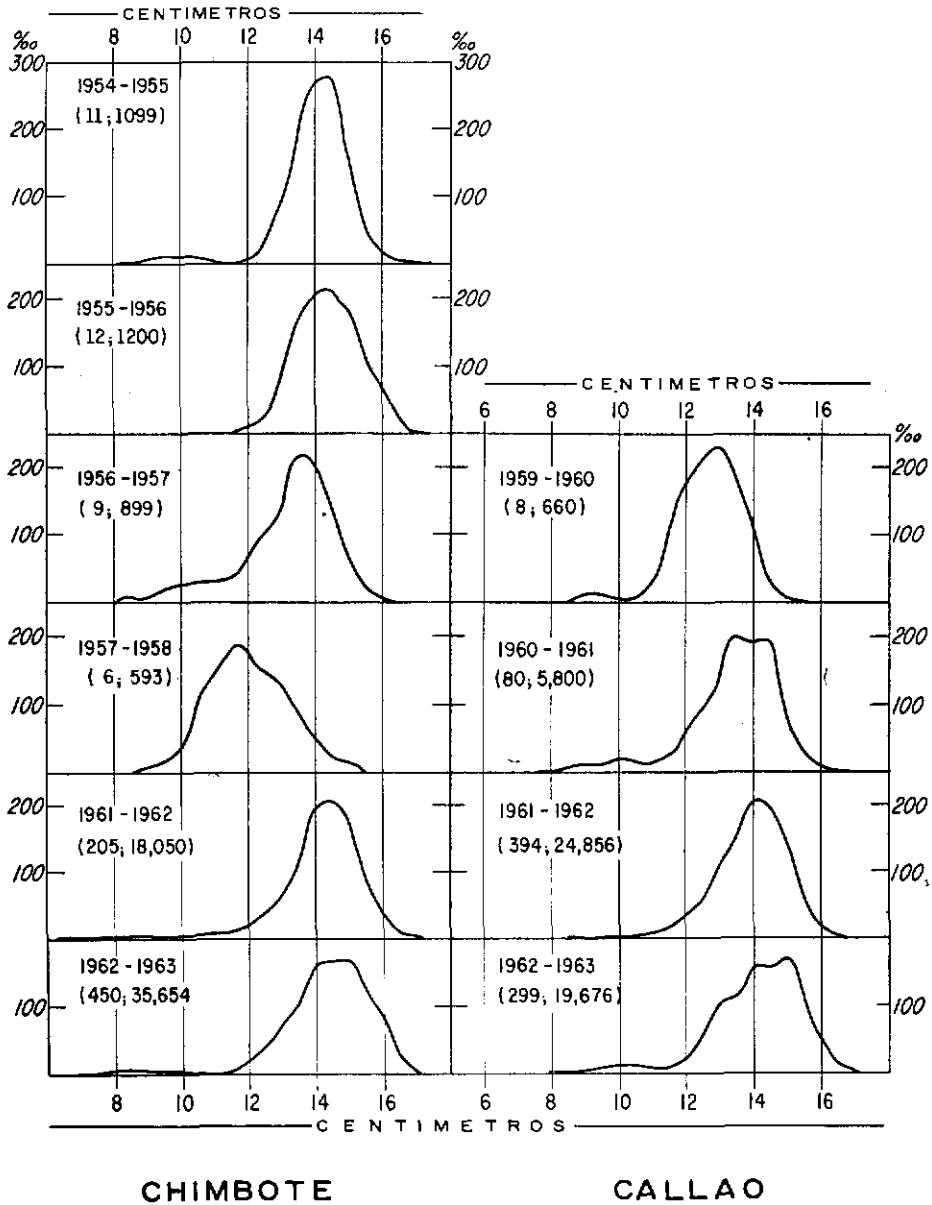


Figura 22.—Composiciones de longitud de la estación de pesquería de primavera. Comparación de datos disponibles de años anteriores con las dos últimas estaciones. Curvas en por mil. Los números del paréntesis son la cantidad de muestras y de anchovetas medidas. Para fuentes de los datos, véase el texto.

Figure 22.—Length compositions from the spring fishing season. Comparison of available data from previous years with last two seasons. Per mille curves. Numbers in brackets are number of samples and of anchovies measured. For sources of data see text.

Aunque la composición de tamaños de la anchoveta desembarcada, sufre algunas variaciones entre años, la figura 22 no muestra ninguna tendencia de cambio consistente en el tamaño dentro del período. Las dos o tres primeras estaciones de las cuales tenemos observaciones de longitud, representan para fines prácticos la fase inexplorada del stock de anchoveta. Las capturas totales anuales en 1954, 1955 y 1956 fueron solamente alrededor de 40, 60 y 120 mil toneladas respectivamente. En 1961 alrededor de 4.5 millones de toneladas fueron desembarcadas y en 1962 la captura fue algo más de 6 millones de toneladas. Un efecto del incremento en la explotación es el aumento de la mortalidad en la población, lo cual a menudo se traduce en cambios en la composición de tamaños: la abundancia de los peces grandes se reduce en relación a la abundancia de los juveniles. Tales efectos no pueden encontrarse en la figura 22, pero esto tal vez no sería de gran significado. Como ya se ha mencionado, las curvas indican solamente la abundancia relativa de las diversas categorías de tamaños dentro de cada estación, y la frecuencia de cualquiera de las categorías de tamaños no puede ser comparada entre estaciones. A causa de la tasa de crecimiento lenta después de la primera madurez y a las pocas clases anuales incluídas, un incremento en la mortalidad tal vez no afecta apreciablemente la relativa composición de tamaños de los peces adultos. Una reducción pequeño de la longitud modal podría ser encubierto por las fluctuaciones en la abundancia de las diferentes descendencias. El efecto principal del incremento de la mortalidad sería reducir la obundancia de todos los peces adultos, y podría ser apreciada solamente por datos presentados en la forma de curvas de abundancia que son comparables entre estaciones, según descritas bajo 3.2.

Hay también otra posible explicación que merece mencionarse. Durante este período ha ocurrido un cambio en la tasa del crecimiento de la anchoveta. En poblaciones de peces, incrementos en la tasa del crecimiento han sido asociados algunas veces con disminuciones en la densidad de la población. Desafortunadamente no hay manera de comprobar si este fenómeno ha ocurrida en nuestro caso.

#### 4. ESTUDIO DEL RECLUTAMIENTO

##### 4.1 La estación del reclutamiento a la pesquería.

Tratando de identificar los grupos modales de peces juveniles bajo 2.3, ya hemos considerado brevemente la estación de la entrada del grupo de reclutas a la pesquería. Bajo 3.2.4 también hemos demostrado la diferencia en la composición de tamaños de las peces durante las estaciones de primavera (Octubre - Enero), y otoño (Marza - Junio), esta última conteniendo una alta proporción de peces de pequeños tamaños por debajo de 12 cm.

La estación donde las nuevas descendencias entran en la pesquería pueden verse mejor en la figura 23 lo cual reúne información de las curvas mensuales de abundancia, figuras 15 - 17. La abundancia de los peces reclutas puede ser grande entre Enero y Julio con un máximo generalmente en Mayo, algunas veces en Abril. Debida al crecimiento, parte del grupo de reclutas, especialmente a fines de la estación serán mayores de 12 cm. y sobrepasará así nuestro tamaño definido para los reclutas, pero se verá de

las curvas mensuales de abundancia, figuras 15 - 17, que ésta na es la razón principal para que la abundancia de los reclutas baje en Agosto - Septiembre. Apparently el grupo no está disponible a la pesquería durante las meses fuera de estación, ni tampoco se les encuentra en abundancia, por lo general, durante la estación de primavera como indica el análisis selectivo de grupos prominentes (capítulo 2.3).

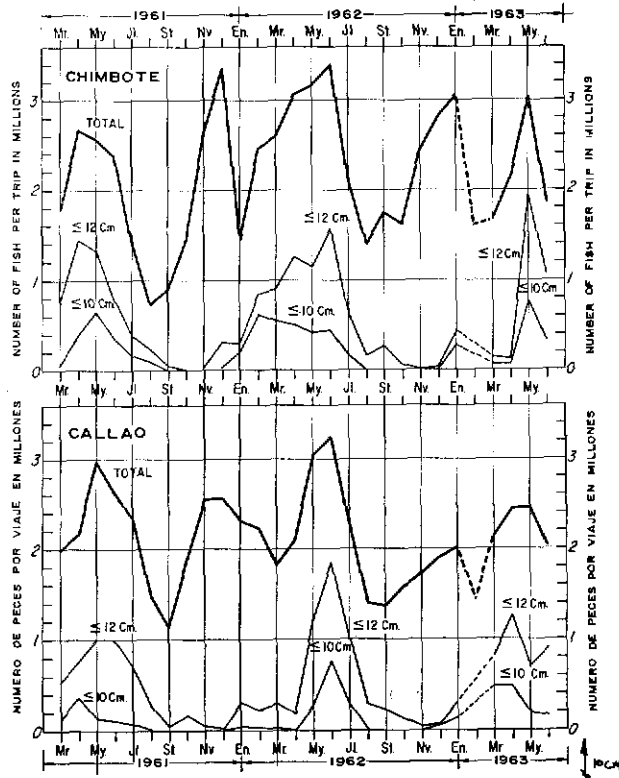


Figura 23.—La abundancia aparente media mensual en número de peces capturados por viaje, totales y para el rango de tamaño seleccionados. Proveniente de las curvas mensuales de abundancia, figuras 15 - 17.

Figure 23.— Mean monthly apparent abundance in number of fish caught per trip, totals and for selected size-ranges of fish. From monthly abundance curves, figures 15 - 17.

Durante la estación de otoño la abundancia de los peces reclutas es relativamente alta en comparación con los otros peces, en algunos meses llegando a más de la mitad del total. Es evidente de la figura 23 que la estación otoñal de pesquería es actualmente un efecto de la entrada del grupo de reclutas.

Hay algunas variaciones en el tiempo del reclutamiento entre años y puertos. En 1962 en Chimbote los reclutas aparecieron en abundancia ya en Febrero, mientras que en Callao no se les encontró sino hasta Mayo. En 1963 la condición entre estos dos puertos fue a la inversa.

Las figuras 16 y 17 demuestran que en el área sur Mollendo - Ilo, no se encuentra una apreciable abundancia de peces pequeños en ninguno época del año. Esto muy bien podría ser el efecto de una diferencia en la selectividad de la pesquería y probablemente *no demuestra la falta de reclutas en esta área*. Esta pesquería aún se encuentra en pequeña escala. Lo época cuando los peces menores de 12 cm. estuvieron en una abundancia relativamente más alto en la pesquería fue entre Junio y Agosto de 1962 y entre Enero y Marzo 1963.

**4.2 Estimaciones cuantitativas del reclutamiento.**

La presencia de los reclutas como un grupo separado durante la estación otoñal de pesquería nos proporciona medios para medir la abundancia de las diferentes descendencias. Las curvas en la figura 23 indican la abundancia de los peces menores de 12 cm. de longitud y así nos proporcionan una forma directa de medida. Un mejor método es emplear los grupos modales de las curvas mensuales de abundancia, figuras 15 - 17. La figura 24 demuestra los resultados del uso de estas curvas de dos ma-

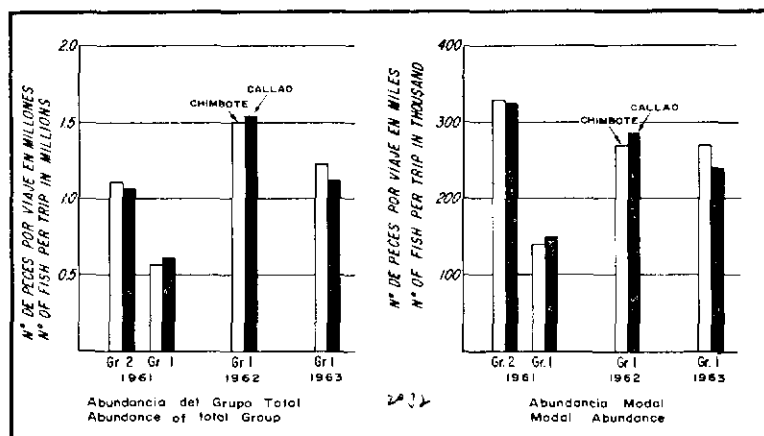


Figura 24.—Abundancia relativa de los grupos de reclutas de las estaciones de pesquería de otoño 1961, 1962 y 1963, evaluados por dos métodos diferentes.

Figure 24.— Relative abundance of the recruit groups of the autumn fishing seasons 1961, 1962 and 1963, assessed by two different methods.

neras: El gráfico del lado izquierdo muestra la abundancia promedio en número de peces por viaje del grupo total de reclutas durante los tres meses de su máxima abundancia en la estación otoñal. El establecimiento de los límites del tamaño del grupo está basado en una evaluación de la for-



ma de las curvas y una comparación con el agrupamiento selectivo en las figuras 5 - 10. El gráfico del lado derecho en la figura 24 es la amplitud modal del grupo de peces alrededor de 11 cm. de longitud tomando la media de los dos meses de valor máximo en cada estación.

Ambos métodos dan una sorprendente correspondencia entre los dos puertos Chimbote y Callao, tanto en los valores absolutos indicando la abundancia de los reclutas, como en la variación entre años. Esta concordancia tan estrecha entre los puertos es indudablemente una indicación contundente que estamos efectivamente midiendo un fenómeno natural de una manera sensata.

En los dos métodos se emplean los mismos datos, y debería esperarse que produzcan en gran parte resultados uniformes. Como puede verse en la figura 24 los resultados para el grupo 1 armonizan razonablemente bien, pero hay una diferencia en la abundancia del grupo 2 de 1961. Se recordará que nuestro análisis de los datos de longitud por agrupamiento selectivo demostró que dos grupos de peces juveniles entraron a la pesquería en 1961. Como el grupo 2 es intermedio en tamaño entre el grupo 1 y los peces grandes adultos, la evolución de los límites de este grupo es difícil, y es probable que por el método de abundancia del grupo total de reclutas, el rango del grupo ha sido subestimado. La amplitud modal del grupo 2 fue relativamente mucho más alta, y puede dar una mejor apreciación de su abundancia verdadera. El reclutamiento total en 1961, grupo 1 más grupo 2 fue por lo tanto probablemente más abundante que en los dos años siguientes, y la abultada clase anual resultante fue tal vez la responsable del incremento de abundancia de los peces de tamaño grande en 1962.

## 5. EVIDENCIA CONCERNIENTE A LA ESTRUCTURA DE LA POBLACION.

Algunos de estos hallazgos pueden tener significancia en cuanto se refiere a la estructura de la población de anchoveta en la costa peruana.

No se ha demostrado diferencias consistentes en la composición por tamaño entre los puertos. La curva anual longitud-obundancia de 1962 para los puertos sureños de Mollendo - Ilo es, por ejemplo, muy similar a la del puerto más al norte, Chimbote, en el rango de tamaño de peces adultos. Otro elemento de similitud quizás de significación aún más alta es la consistencia entre Chimbote y Callao en la abundancia de grupos de reclutas durante los tres años 1961 - 1963.

Hoy sin embargo una diferencia entre estos dos puertos en el tamaño de los reclutas: Las longitudes modales de estos grupos son en casi todos los casos más chicos en Chimbote que en Callao al mismo tiempo (ver figura 14). Esto podría ser efecto de la diferencia en la tasa de crecimiento o en la edad. La explicación también podría ser que la diferencia es causada por un proceso migratorio selectivo por tamaño. Como la corriente que transporta los huevos y larvas generalmente va al norte y a considerable velocidad, debe haber en algunas etapas un movimiento de peces hacia el sur. No es inconcebible que esta migración esté de alguna manera relacionada al tamaño de los peces.

La evidencia proveniente de estas observaciones en general sugiere homogeneidad de la estructura de la población, especialmente entre los puertos de Chimbote y Callao. Esta clase de evidencia por cierto no es concluyente.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a todos nuestros colaboradores que han participado en este trabajo. Nos gustaría mencionar muy especialmente la invalorable ayuda de las personas a cargo de la colección de datos: Sr. J. Miñono en Chimbote, y los Sres. A. Haro y P. Tataje en Callao. Nuestra gratitud también la hacemos extensiva al Dr. H. Einarsson, Jefe del Departamento de Biología del Instituto por su invalorable ayuda y apoyo. Finalmente agradecemos a la Compañía Administradora del Guano de Perú por haber puesto a nuestra disposición todos sus registros de medidas de longitud de años anteriores.

## 7. REFERENCIAS

- Barret I. and G. V. Howard 1961. Studies of the age, growth, sexual maturity and spawning of populations of anchoveta *Cetengraulis mysticetus* of the coast of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Inter-Amer. trop. Tuna Comm., Bull.*, Vol. V, N° 2. La Jolla, Calif.
- Doucet, W. F. et al 1963. La pesca de anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en los meses de Julio - Diciembre 1962 y resumen de los resultados de la pesca total durante el año 1962. *Inf. Inst. Invest. Recurs. mar.*, N° 15, Callao.
- Holt, S., J., 1959. A preliminary comparative study of the growth, maturity and mortality of sardines. *FAO World Scientific Meeting on the Biology of Sardines and related Species*. Subj. Synops. N° 4 Rome.
- Howard, G. V. and A. Londa 1958. A study of age, growth, sexual maturity and spawning of the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) in the Gulf of Panama. *Inter-Amer. trop. Tuna Comm., Bull.*, Vol. II, N° 9. La Jolla, Calif.
-

# A STUDY OF GROWTH, SIZE AND RECRUITMENT OF THE ANCHOVY (*Engraulis ringens* J.)

BASED ON LENGTH FREQUENCY DATA

by

G. SAETERSDAL y J. E. VALDIVIA

## C O N T E N T

	Pág.
<b>Abstract</b>	
1. Methods and data	122
1.1 Length measurement technique	122
1.2 Sampling method	123
1.3 Coverage of data	124
2. Evidence of growth and age	125
2.1 The length data compiled by months	125
2.2 The modal group displacements, seasonal variations in growth	126
2.3 Identification of the modal groups, their relation to the spawning cycle.	127
2.4 The growth curve of the anchovy	128
3. The size of the anchovy in the fishery	129
3.1 The length-catch curves	129
3.2 The length-abundance curves	129
3.2.1 The annual length-abundance curves derived from the annual catch curves and estimates of total annual effort	130
3.2.2 The annual length-abundance curves derived from the monthly indices of apparent abundance	130
3.2.3 Comparison of the two sets of curves and interpretation of the results	130
3.2.4 Analysis by fishing seasons	131
3.3 Comparison with some previous length data	132
4. Study of recruitment	133
4.1 The season of recruitment to the fishery	133
4.2 Quantitative estimates of recruitment	134
5. Evidence concerning the population structure	135
6. Acknowledgements	135
7. References	136

## ABSTRACT

**For annotation.**—The growth is studied by analysis of modal sizes; length-catch curves and length-abundance curves are estimated by combining length-observations with statistics of the fishery; and the recruitment is estimated from the opporent abundance of small fish each year.

After discussion of the technique of measurement, and method and quantity of sampling, the procedure of growth analysis based on the modal sizes of the groups of young fish is described. The probable growth data are as follows: 9 cm. of total extreme length is reached after 6 months, 12 cm. after one year and 13-14 cm. at 1.5 year of life. Parameters of the Bertalanffy function are:  $K = 1.7$ ,  $L_{\infty} = 15$  cm. The ratio: maturity length to infinite length is about 0.8.

Curves showing length-apparent abundance were estimated with the help of statistical data from the fishery. When comparing these types of curves in two successive years 1961/62 and 1962/63 the apparent abundance of the big adult fish was found to have increased. It is suggested that this may be the effect of fluctuating abundance of different spawning broods.

The season of recruitment of the new brood to the fishery is shown to be the autumn, especially April-June. An estimate of the relative abundance of the recruits of three different years showed consistent results between the two main ports.

Relevant evidence concerning population structure suggests homogeneity of stock especially between the ports Chimbote and Callao.

## 1. METHODS AND DATA

### 1.1 Length measurement technique.

The choice of length dimension and procedure of measurement was made after considering the need for precision and the ease and speed of measurement of the various possible techniques. It was decided to measure extreme total length (with lobes of caudal fin closed) on a measuring board with half-centimeter intervals, offset 2.5 mm. This gives group midpoints at .0 and .5 cm. e.g. 8.0, 8.5 etc. while the range will be 7.8 - 8.2 cm., 8.3 - 8.7 cm., a.s.o. The observations are thus true length to this precision.

Standard length had been used in some previous sampling in the area. There was thus a need to convert standard to extreme total length. Some data from Callao October, November and December 1960 covering fish sizes between 7 cm. and 14 cm. standard length were used to calculate the regression of extreme total on standard length which was found to be

$$L_{\text{extreme}} = 8.7 + 1.12 L_{\text{standard}} \text{ mm.}$$

Besides the individual length measurements it was decided to record the total weight of each sample in order to facilitate later conversion to size-catch curves, and to provide data for studies of length-weight relations and condition factor.

## 1.2 Sampling method.

If there is any tendency on the part of the anchovy to school or otherwise be distributed by size, one should expect samples taken from within individual landings to be more homogeneous in their size distribution than samples from different landings. The variation within landings was tested initially by sampling individual landings at intervals during the discharging of the catch. Figure 1 shows the average length of samples (of about 90 fish each) collected from single landings during January 30 to March 7, 1961 in Callao. The size of the landings ranged between 7 and 85 tons, usually 40 - 60 tons. About half of the landings were reported to have been caught in one set of the gear only. There seems, however, to be no relation between the number of sets and the spread of the mean lengths of the samples. The spread within individual landings is seen to be very small compared to the variations demonstrated by the total sampling over this period. This indicates that our sampling effort would be best utilized by taking one sample each of as many landings as possible.

Most of the landings which were repeatedly sampled in this initial test were from different days fishing. Data from the continued sampling in March and April 1961 have been used in figure 2 to show the mean length of samples of different landings from the same days. From a comparison of figures 1 and 2 it seems evident that the fish from different landings made on the same days tend to vary more in size than the fish within each landing. But figure 2 still shows that the within day variations are usually considerably less than those from day to day. This will be commented upon later.

The anchovy thus tends to be distributed in schools or other types of concentration characterized by a certain pattern of size distribution. These do not, however, contain one size group of fish only. The catch from one set of a seine often contains widely different size categories of fish. Examples of this can be seen in figure 3 which shows the size distributions of 57 samples from different landings in Chimbote during May 1961. A number of these landings were reported to be the catch of one set only. This information on number of sets cannot be verified, but even in landings containing the catches of several sets it is highly probable that our sample, which is very small compared to the total landings, derives from one of the sets only. The process of mixing in the hull of the catches from different sets is certain to be incomplete. Observations made at sea during fishing confirm that a wide range of fish sizes may be caught in one set of the net.

The fact that different size categories of fish may be represented in the catches of single sets and in single landings is of considerable importance for our efforts to achieve representative sampling. The more

complete the mixing by size is, the better represented are all size categories in the single landings so that relatively fewer landings need to be sampled.

Figure 2 indicated that the size compositions are less variable within landings from one day than between days. We believe this tendency to be more pronounced than would appear from this figure. Similarities may here be obscured because the mean is a poor presentation of a length frequency distribution. In fig. 3 the phenomenon is clearly evident. It probably reflects the tendency of the fleet to operate jointly in a relatively very small area. The "unit" of the concentration of the anchovy that is characterized by a certain size distribution is thus not a single school, but refer to fish distributed over an area of the order of magnitude of several nautical miles. We lack information on the "life" i.e. the consistency with time of such homogeneous units of concentrations of anchovy. The frequent and drastic changes between days demonstrated in figure 3 *could* be caused by fishing on different concentrations. However, the whole fishing area represented by this months sampling was only about 10 by 20 nautical miles, and our guess would be that a considerable degree of "reshuffling" of the various size categories do take place.

From the point of view of sampling methodology the significance of the within day uniformity is to reduce the number of samples necessary to cover one days fishing. Time should on the other hand be covered as well as possible.

Experience has now shown us that over the year there are considerable seasonal variations in the size range of the fish caught. Recruitment of young fish occur mainly during late summer and autumn, in the last half of the year catches consist of more uniform big-sized fish. For rational sampling the sampling effort should bear some relation to the resulting seasonal change in the variation of fish size between individual landings.

As to the size of each sample initial trials were made with one hundred fish. This was judged to be a rather excessive number, and the practice has been to include between 60 and 90 fish. Ideally the sample size should vary with the size range of fish present in the landing. The sampling practice has in part resulted in such a relation, because the samplers tend to take a more or less fixed volume of fish. While the adult big fish is often found in single-moded narrow size groups, the small fish is most often mixed with bigger size groups. When such a mixing occurs, or when the small fish dominate, the number of fish in a given volume will thus be higher.

### 1.3 Coverage of data.

Table 1 shows the number of samples and the number of fish measured by ports and months. The location of the fishing ports is indicated in figure 4. The dimensions of the fishery during 1961 - 1962 were as follows: The monthly total landings fluctuated between 200 thousand

and 800 thousand tons distributed on between 7 thousand and 14 thousand individual landings. The main fishing area is from Callao to Chimbote where more than 95 per cent of the landings were made. The two most important ports were Callao and Chimbote themselves, together they accounted for about 2/3 of the total landings. The sampling was started in these two ports. In 1962 the work was extended to Supe-Huacho - two ports in the middle of the main fishing area where landings have increased considerably recently, and to the two southern ports Mollendo - Ilo which are of special interest for the study because of their distant location from the rest of the Peruvian fishing area and their proximity to the Chilean fishing region.

In Callao and Chimbote the number of landings sampled have covered from about 1.5 to 3.5 per cent of the number of monthly landings, the average being 2.5 per cent. In Supe-Huacho the monthly coverage has varied between 1 and 5 per cent, average about 2 per cent, and in Ilo-Mollendo between 3 and 14 per cent, average 8 per cent.

It was of course not possible in advance to predict whether this order of magnitude of sampling would be sufficient to give representative data. From the evidence of the variability of the size compositions discussed under 1.2 above, the indications were that sampling on a rather small scale would perhaps be adequate. And in chapter 2.1 below we will point to some features of the processed data that reflect on the adequacy of the sampling.

## 2. EVIDENCE OF GROWTH AND AGE

### 2.1 The length-data compiled by months.

The first step in the analysis of the data was a simple compilation by months and location, see figures 5 through 12. This revealed the existence during part of the year of several distinct modal groups. Thus in 1961 the March-June data from Chimbote show evidence of three such groups, the May-July data from Callao indicate at least two groups, and in 1962 there is bimodality in both the data from Chimbote and Callao over a considerable period. There is also evidence that the modal size of the left-hand side groups increases with time. This is an effect mainly caused by the growth of the young fish.

Because of the tendency of the anchovy to be distributed in units of largely similar size composition, the modal groups can be separated and identified more easily by a selective grouping of the individual samples. Figure 5 of the 1961 - data from Chimbote shows the results of such a grouping. The samples containing the highest number of fish with the lowest modal size (called subgroup 1) were compiled, and similarly for the samples where the medium modal size dominated (subgroup 2). Samples characterized by fish of modal groups of sizes 14 - 15 cm. were abundant, but are not shown in the figures. These high modal groups show no evidence of regular change of modal size with time (cfr. table 3) and they represent adult fish perhaps of heterogeneous age.

For the purpose of study of growth and for identifying the groups by age all the data have been dealt with by this type of selective regrouping of samples.

Before proceeding to the analysis of growth we should like at this point to make some comments relating to the adequacy of the sampled data. The following features of the monthly compilations seem to us to indicate that the sampling is reasonably satisfactory:

- 1) The consistency of the mean features of the size curves within ports over considerable periods of time.
- 2) The consistency in the difference of the size curves between ports over periods of time.
- 3) The meaningful biological results that can be deduced from the curves i. e. evidence of growth and of annual season of recruitment to the fishery.

## 2.2 The modal group displacements, seasonal variations in growth.

Table 2 lists the modal sizes of the groups 1 and 2 by parts and months, with a rough indication of their relative abundance. The modal sizes of the groups classified as abundant or fairly abundant are entered in sequence in Figure 13. There is seen to be a fair degree of correspondence between the various curves. They indicate a certain growth pattern with decreasing rates of growth towards the middle of the year (winter) followed by an increase in the spring. This seasonal change is clearly demonstrated in the bottom curve which shows the mean monthly increments. The decrease of the growth-rate towards the middle of the year is supported by substantial data. However, the data that cover the last part of the year are few and the results thus less reliable.

There are of course other phenomena than the growth of the fish that can have the effect of changing the modal size of a group in a more or less regular manner. Various processes involving size selection could possibly influence modal size. A certain fishing selectivity is likely to operate on the groups when they are recruited to the fishery at sizes below about 9 cm. The effect of such a selection on our interpretation would be that our data under-estimate the growth of these small fish. Another possible type of selection would arise from a change of availability as the fish reach the size of maturity which occurs at about 12 cm. of length. Too little is known of the life-history of the species to evaluate quantitatively the possible effects of such changes in availability by size. However, for fish sizes between 9 and 12 cm. the effects if any should be small, and a large part of our data cover this range.

From figure 13 it appears that the mean growth increment of the young fish (size range 9 - 13 cm.) is well over 0.5 cm. per month in the summer (October to May) and less than half that during winter (June-September). The finding of this seasonal growth cycle is not surprising. Recent studies indicate that in the Peruvian coastal waters the standing



crop of phytoplankton (which constitute the main food of the anchovy) is considerably lower in the winter months of June-September than during the rest of the year (Blanca Rojas de Mendiola, personal communication). A study of the feeding of the anchovy in the Chimbote area showed stomach contents during these winter months to be the lowest of the year (Blanca R. de Mendiola, Report to Cía. del Guano, in manuscript). The temperature of the surface waters in the coastal area also undergo considerable annual variations with minimum values in July through September and the maximum in January through March (personal communication from Dr. Papovici). There is thus a well defined winter season in which conditions for growth are likely to be relatively unfavourable.

### **2. 3 Identification of the modal groups, their relation to the spawning cycle.**

A study of the spawning cycle of the anchovy based on gonad maturity stages in samples from the fishery in Callaa and Chimbote (Einarsan and Flores, personal communications) shows that spawning occurs from August to March. The data indicate that at least in some years there may be two peak seasons of spawning; a spring spawning occurring in August-October and summer spawning in December-February, but it is thought that the spring spawning is usually the most important season.

These results have in part been verified by plankton sampling at sea where relatively high numbers of eggs and larvae have been found in August, October, January and February.

From Figures 5 - 12 it is evident that the small-sized fish mainly occur in the fishery between January and July. A better appraisal of the seasonal change in the abundance of the small fish in the catches can be gained from the length-abundance curves figures 15 - 16 which will be presented under 3.2 below. From these abundance data figure 23 has been prepared. This figure shows the mean monthly catch in numbers of fish per trip, totals and for fish below 10 cm. and 12 cm. of length. The small fish are seen to be abundant during autumn fishery from March to July, and especially during April to June. It seems reasonable to assume that the main part of this group of young fish derives from the spawning of the preceding spring. The approximate growth curves resulting from this hypothesis are shown in figure 14.

It will be remembered that in the autumn of 1961 (cfr. figures 5 and 8) two distinct groups of young fish entered the fishery. The origin of the larger of these groups could be the summer spawning of the preceding year, and the probable growth curve of such a relation is indicated in figure 14.

We would expect the summer brood to reach fishable size in the following spring, but during the spring fishery the catch consists almost exclusively of large adult fish. The absence of young fish during this season could, however, be caused by a differential availability with the size of the fish. An indication of this is that the group which presumably belongs to the spring brood could in 1961 only be followed till August, and in 1962 till October, i.e. more or less up till the off-season months when the

catch is at the annual minimum. When the fishery picks up again in October-November the modal groups are very different, and these changes cannot reasonably be associated with growth of the fish. Segregation by size may thus explain the absence of the summer brood during the spring fishery. But it should be expected to appear in the catches of the first months of the year with modal sizes intermediate between those of the spring brood and the adult fish. This apparently occurred in 1961. In 1962 only one group of recruits can be distinguished, but this group was characterized by a much greater spread than in the previous year. Already in January-February it included fish of sizes between 7 and 12 cm. and it is conceivable that it resulted from a mixing of the broods from the preceding summer and spring as indicated in figure 14. The winter check in growth that we presume must effect the summer brood fish will tend to bring its size closer to that of the spring brood than would otherwise have been expected from their difference in age. In the autumn of 1963 only one major group of young fish was recruited to the fishery.

With a spawning period of the anchovy that covers more than half the year and possibly includes two peak seasons one must expect difficulties when trying to identify brood groups. There may be variations from year to year both in the spawning cycle itself as well as in the success of survival of each brood. The effects of variations in ocean transport on the geographical distribution of the recruit groups must surely also add to the confusion. The findings made here which are based only on data of fish size and catch statistics thus need to be verified with more detailed information about the spawning of the anchovy and especially with studies of the abundance and distribution of the pre-fishable stages.

#### 2. 4 The growth curve of the anchovy.

The growth rates obtained by assuming the autumn recruit group (in 1961 the smallest of the two groups) to be derived from the spring spawning are as follows:

A size of about 9 cm. of length is reached after the first 6 months of life, and after one year the fish are about 12 cm. The few series that can be followed further than this indicate that the 1½ year old fish are 13 - 14 cm. of length. Modal sizes higher than 15 cm. are seldom found although individual fish can measure up to 17.5 cm. Modal groups between 14 and 15 cm. are found throughout the year, and the predominance of the fish of the sizes 14 - 15 cm. in the total catch curves suggest that this size range may contain fish of several age groups. This would be the expected effect if there is marked decrease in the rate of growth towards the high sizes.

A plot of  $l_{t+1} - l_t$  against  $l_t$  of the half-annual growth-data quoted above indicate an infinite length ( $L_\infty$ ) of about 15 cm. The other parameter  $K$  of the Bertalanffy function fitted to these data is about 1.7.

As the anchovy reaches maturity at a size of approximately 12 cm. (Dr. Einarsson, personal communication) the relation  $l_m/L_\infty$  maturity length to length infinity is about 0.8.

No previous growth-data for this species is available, but comparisons with related species may be useful. HOLT (1959) lists some values of  $L_{\infty}$ ,  $K$ , life span and  $l_{\infty}/L_{\infty}$  for sardines. The parameters for one of the sardine species, *Sardinella fimbriata* from the Philippines, show great similarity to those found here for the anchovy. This species is the smallest of the sardines quoted in the paper. The growth parameters were:

$L_{\infty} = 14$  cm.,  $K = 1.6$ , life span 2 years and the ratio  $l_{\infty}$  to  $L_{\infty} = 0.7 - 0.8$ .

The growth of the anchovy species *Cetengraulis mysticetus* of the eastern tropical Pacific coast has been studied by HOWARD and LANDA (1958) and BARRET and HOWARD (1961). The fish from Almejas Bay, Baja California reached 127 mm. and 146 mm. of standard length after one and two years respectively. Estimates of  $L_{\infty}$  and  $K$  based on these data are:  $L_{\infty} = 15$  cm. (About 18 cm. total length) and  $K = 1.7$ . As this species is reported to spawn for the first time at the end of the first year of life the ratio  $l_{\infty}/L_{\infty}$  is about 0.8. Largely similar growth values were found from a number of other localities within the area of distribution of this species from Mexico to western Perú. The growth history of *Cetengraulis mysticetus* is thus very similar to that demonstrated for *Engraulis ringens* in this study.

At present a method of ageing the anchovy by otolith ring analysis is being developed in the Marine Resources Research Institute by Dr. Einarsson and collaborators. The information on the growth of the young fish revealed by our analysis of length frequency distributions has been a guide in the first stages of this work. The otolith method shows promise of being a convenient way of determining the age of this fish.

### 3. THE SIZE OF THE ANCHOVY IN THE FISHERY

In the above we have made use of the simple length-frequency data to study the growth of the fish. By relating the length samples to the catch and effort of the fishery additional important information about the population may be gained.

#### 3.1 The length-catch curves.

The size compositions of the catch by months for the ports sampled were estimated on the basis of data of total landings, total weight of our samples and the monthly compiled length-observations. In these latter a correction was made to adjust for the unequal number of fish in samples of big and small-sized fish (cfr. chapter 1, 2 above), and the weight of such samples were adjusted to match this correction. From these monthly data an annual length-catch curve can be compiled which is an assessment of the size-composition of the total annual catch.

#### 3.2 The length-abundance curves.

Comparison of length-catch curves may yield important information, but their usefulness increases if they can be associated with the fishing

effort and thus transformed to curves that show the relative abundance of the various fish sizes. The resulting length-abundance curves may reveal changes in the size-composition of the stock brought about by variations in recruitment and mortality, hence their importance in population studies. Since our measure of abundance derives from the results of the fishery, it is only an index of apparent abundance which contains in it effects of other phenomena such as the availability of the stock to the fleet, and the vulnerability of the fish to the fishing operations, both which may vary considerably. The great seasonal variations in the abundance index shown in figure 23 are clearly for a large part brought about by fluctuations in the distribution and behaviour of the anchovy through the year. It is probable, however, that the level at which these curves of the abundance index fluctuate is rather closely related to the true abundance of the population, but one should always bear in mind possible changes in availability when interpreting changes of apparent abundance. Annual length-abundance curves have been derived in two ways from the annual catch curve and an estimate of total annual effort, and by compilation of monthly length-abundance curves.

### 3.2.1 *The annual length-abundance curves derived from the annual catch curves and estimates of total annual effort.*

The effort was estimated as total number of trips with catch multiplied by the mean gross register tonnage of the vessels. This latter adjustment was made to allow for the increase in average size and presumably thus in fishing power of the vessels. The estimated increase in mean G. R. T. between December 1961 and December 1962 was 11% in Chimbote and 9% in Callao. The units in which these data are expressed are thus number of fish per trip-ton. The curves are shown in figure 18.

### 3.2.2 *The annual length-abundance curves derived from the monthly indices of apparent abundance.*

The index of apparent abundance used here is the mean monthly catch per trip of selected size groups of vessels (see Doucet et al 1963). This measure is by weight of fish, and it was converted to number of fish by applying the weight number ratio in the monthly samples. The monthly length-catch curves were then adjusted to these indices and their unit is thus number of fish per trip, (see figures 15, 16 and 17). The annual curves, figure 19 show the mean monthly values.

### 3.2.3 *Comparison of the two sets of curves and interpretation of the results.*

Both sets of abundance-curves are derived from the catch-curves, but they differ in method of compilation and in the measure of fishing effort used. It is thought that the data of 3.2.2 based on the monthly indices of apparent abundance probably yield the more reliable results. The use of an overall annual estimate of effort under 3.2.1 actually involves a bias unless the effort is the same in all months. The results are, however, largely similar as a comparison of figures 18 and 19 shows.

The main shape of these curves is a relatively slowly increasing abundance with increasing size up to a maximum at 14 - 15 cm. of length and then a very rapid fall in the abundance of the higher sizes. This shape is only in part reflecting the true relative abundance of the various size categories in the population. The left-hand limbs of the curves are surely affected by fishing-selectivity and size-dependent availability of the fish. The mode in the 14 - 15 cm. fish is, however, probably a true effect caused by the slowing down of the growth rate with size, which results in an accumulation of fish of several spawning broods in this size range. The small fish below about 11 cm. of size represent one spawning brood only. Apart from the selectivity and availability, the curves are determined by the growth rate of the fish and the recruitment and mortality in the population. There is no special reason to think that the growth rate varies from one year to the next, and for our further analysis we will also assume that the fishing selectivity and the size-dependent availability remains constant.

If we now follow the adult group of 14 - 15 cm. fish in figure 19 it is seen that in Chimbote the abundance increased from 1961/62 to 1962/63 whereas in Callao there was a decrease. If we assume that this area has one population only and take the mean values of the annual curves of the two ports, the abundance of the adult fish is seen to be very similar in the two years, but the curve, for 1962/63 is shifted  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{2}$  cm. to the right in the range of big fish. This could be the effect of a variation in the abundance of the different spawning groups - yearclass - fluctuations which are well known from other big marine fish stocks. The growth rate of the fish in this size range is probably about  $\frac{1}{2}$  cm. per year, and a particularly abundant group followed by one or two weaker groups could affect the total size in this manner. There is of course also the possibility that the abundance of big fish was a result of immigration from other areas. Until we have more knowledge about the population structure and the life history of the anchovy this cannot be decided.

The expected effect of an increase in the total mortality of the population would be a decrease in the abundance of the big fish. Fluctuations in the abundance of spawning brood or immigration from other areas may of course cover such effects when the time period of observations is short, as it certainly is here.

#### 3.2.4 Analysis by fishing seasons.

There are two usually well-defined seasons in the anchovy fishery: a spring fishery from October through January and an autumn fishery from March through June. Some additional information may be gained by comparing abundance by seasons. (cfr. figures 20 and 21). The recruit component of the autumn season fishery will be discussed below. As regards the adult fish the curves demonstrate that the 14 - 15 cm. fish were particularly abundant in Callao during the three seasons from March 1961 to June 1962. In the northern port Chimbote this size category was abundant during the three seasons from October 1961 till January 1963. During these periods in both seasons and ports there is evidence of a shift towards the right of the right-hand descending part of the curves. As we have already suggested this may be an indication of the growth of the fish. In the season

March - June 1963 the mode of the adult group is down again to 14 cm. thus affected presumably by the entrance of a new spawning group.

This analysis by seasons support the idea of fluctuating brood-strengths, as it shows the phenomenon to be universal within the area and to cover a considerable time period. This time period is actually longer than the expected effect of one especially abundant group in a fish species with a short life span such as the anchovy. Two successive abundant groups would of course prolong the period of fluctuation.

This finding is a warning that considerable natural variations may be expected to occur in the abundance of the anchovy population.

### 3.3 Comparison with some previous length-data.

Some previous length measurements of anchovy are available from Peruvian localities. Part of these samples are from catches of trawls and explosives and are, because of differences in gear-selectivity, not suitable for comparison with purse-seine catches. In the following we have considered samples from the purse seine fishery only. The problem with these data is whether, with the relatively small scale of sampling, the observations really represent the length distribution of the catch. With this problem in mind we have limited the comparison to data collected during the spring fishing season, (October through January) because the size range of the anchovy caught is smaller during this season than at other times of the year, and the requirement for adequate sampling thus at a minimum.

To evaluate in some way this important point on the adequacy of the sampling, we compared the modal sizes of the monthly compiled data within each season. They show a comforting degree of consistency, but it should nevertheless be borne in mind that these data are scanty and less reliable than our recent observations. All the previous measurements were recorded as standard length, and they were converted to extreme total length by the regression given under 1.1 above.

Figure 22 shows the comparison. The sources of the data are as follows:

Chimbote 1954 through 1958: The Guano Company, Lima, original records of data. Callao 1959/60, data sampled by Dr. Popovici, The Hydrobiological Council, and 1960/61, data sampled by Dr. Einarsson, The Marine Resources Research Institute. The two last years are represented by our length-abundance curves of the spring fishing season.

It should be noted that the curves of figure 22 are on a per mille basis only, and thus cannot be compared in the same way as the abundance curves we have demonstrated above. The curves show at the best only the relative abundance of the various size categories within each season.

It will be seen from figure 22 that all the curves from both ports are largely similar in shape except that representing Chimbote 1957/58. The rest have very few fish of sizes below 12 cm. of length and the modal lengths

are found between 13 and 15 cm, usually between 13.5 and 14.5 cm. These minor variations in the modal lengths are in our opinion probably the effects of fluctuations in brood strength.

The season 1957/58 in Chimbote is represented by a different type of length-distribution, which shows an absence of adult fish and a modal size of about 11.5 cm. We have no explanation for this anomaly, but we would like to draw attention to its simultaneity with the "El Niño" phenomenon of abnormally high temperature of coastal waters that occurred in 1957/58. Also some length data from the autumn season (March through June) of 1958 in Chimbote demonstrated the same lack of big adult fish.

Although there are thus some variations between years in the size composition of the anchovy caught, figure 22 does not demonstrate any tendency of a consistent change of size within the period. The two or three first seasons from which we have length observations represent for practical purposes the unexploited phase of the anchovy stock. The annual total catches in 1954, 1955 and 1956 were only about 40, 60 and 120 thousand tons respectively. In 1961 about 4.5 million tons were landed and in 1962 the catch was well over 6 million tons. One effect of an increased exploitation is an increase of the mortality in the population, which often results in changes of the size composition: the abundance of the big fish is reduced relatively to that of the young ones. No such effects can be found in figure 22, but the significance of this may not be too great. As already mentioned the curves only show the relative abundance of the various size-categories within each season, and the frequency of any one size category cannot be compared between seasons. And because of the slow growth-rate after first maturity and the few year-classes involved, an increased mortality may not affect the relative size composition of the adult fish appreciably. A minor reduction of modal length could be masked by brood strength fluctuations. The main effect of the increased mortality would be to reduce the abundance of all adult fish, and would thus be appreciated only in data presented in the form of abundance curves that are comparable between seasons, as described under 3.2.

There is also another possible explanation worth mentioning, i.e. that a change of the growth rate of the anchovy has taken place over this period. In fish populations increases of growth rate have sometimes been associated with decreases of population density. We have unfortunately no way of checking whether this phenomenon has occurred in our case.

#### 4. STUDY OF RECRUITMENT

##### 4.1 The season of recruitment to the fishery.

While trying to identify the modal groups of young fish under 2.3 above we have already briefly considered the season of entrance of the recruit group to the fishery. Under 3.2.4 above we also demonstrated the difference in the size-composition of the fish during the spring (October-January) and autumn (March-June) season fisheries, the latter having a high proportion of small fish of sizes below 12 cm.

The season when the new broods enter the fishery can best be judged from figure 23 which compiles the information of the monthly length-abundance curves figures 15 - 17. Abundance of the recruit fish may be high between January and July with a maximum usually in May, sometimes in April. Because of growth, parts of the recruit group will especially by the end of the season be bigger than 12 cm., and will thus pass our defined recruit size, but it can be seen from the monthly abundance curves figures 15 - 17 that this is not the main reason why the abundance of the recruits drops in August-September. Apparently the group becomes unavailable to the fishery during these off-season months and nor is it usually present in high abundance during the following spring season as indicated by the selective analysis of prominent mode-groups (cfr. 2.3).

During the autumn season the abundance of the recruits is high relative to the other fish, in some months making out more than half of the total. It is evident from figure 23 that the autumn fishing season is actually an effect of the entrance of the recruit group.

There are some variations in the time of recruitment between years and ports. In 1962 the recruits appeared in abundance already in February in Chimbote, while in Callao they were not found until May. In 1963 the condition between these parts was reversed.

Figures 16 and 17 show that in the southern area Mollendo-Ilo, no appreciable abundance of small fish is found at any time of the year. This could well be an effect of a difference in fishing selectivity and probably does not demonstrate a lack of recruits in this area. The fishery is here still on a small scale. The times when fish smaller than 12 cm. were of relatively highest abundance in the fishery were between June and August 1962 and between January and March 1963.

#### **4.2 Quantitative estimates of recruitment.**

The presence of the recruits as a separate group during the autumn fishing season offers us a means of measuring the abundance of the spawning broods. The curves in figure 23 showing the abundance of fish less than 12 cm. of length are in themselves indicating such a measure. A better method is to make use of the modal groups of the monthly abundance curves figures 15 - 17. Figure 24 demonstrates the results of using these curves in two ways: The left hand graph shows the mean abundance in number of fish per trip of the whole recruit group during the three months of its maximum abundance in the autumn season. The definition of the size-limits of the group is based on an evaluation of the form of the curves and a comparison with the selective grouping in figures 5-10. The right-hand graph in figure 24 is the modal size of the group at about 11 cm, of fish length, taking the mean of the two months of maximum value in each season.

Both methods give a striking correspondence between the two ports Chimbote and Callao, both in the absolute values indicating the abundance of the recruits, as in the variation between years. This close agreement between the ports is indeed a strong indication that we are actually measuring a natural phenomenon in a sensible way.



The two methods make use of the same data, and should be expected to give largely consistent results. As can be seen from figure 24 the results for group 1 agree reasonably well, but there is a difference in the abundance designated by the 2-group in 1961. It will be remembered that our analysis of the length data by selective grouping showed that two different groups of young fish entered the fishery in 1961. As group 2 is intermediate in size between group 1 and the adult fish the evaluation of the limits of this group is difficult, and it is probable that by the method of total group abundance the range of the group has been underestimated. The modal abundance of this group 2 was relatively much higher and may give a better appreciation of its true abundance. The total recruitment in 1961, group 1 plus group 2 was thus probably considerably more abundant than in the following two years, and the resulting strong year class was perhaps the one responsible for the increased abundance of the big-sized fish in 1962.

## 5. EVIDENCE CONCERNING THE POPULATION STRUCTURE

A few of these findings may have some bearing on the question of the structure of the population of anchovy on the Peruvian coast.

No consistent differences in size-compositions between ports have been demonstrated. The 1962 annual size-abundance curve for the southern ports Mollendo - Ilo is for instance very similar to that of the northernmost port Chimbote in the size-range of adult fish. Another element of similarity of perhaps higher significance is the consistency between Chimbote and Callao in the abundance of the recruit groups during the three years 1961 - 1963.

There is however a difference between these two ports in the size of the recruits: the modal lengths of these groups are in nearly all cases smaller in Chimbote than in Callao at the same time (cfr. figure 14). This could be the effect of a difference in growth-rate or in age. The explanation could also be that the difference is caused by a process of size-selective migration. As the current transporting the eggs and larvae generally goes north and with considerable speed there must at some stages be a southward movement of the fish. It is not inconceivable that this migration is in some way related to the size of the fish.

The relevant evidence from these observations thus generally suggests homogeneity of population structure, especially between the ports Chimbote and Callao. This type of evidence is of course not conclusive.

## 6. ACKNOWLEDGEMENTS

We are greatly indebted to all our collaborators who have participated in this work. We would like to mention especially the invaluable assistance of those in charge of the main data collection: Mr. J. Miñano in Chimbote, and Messrs. A. Haro and P. Tatoje in Callao. Our gratitude is also due to Dr. Einarsson, the chief biologist of the Institute for his invariable help and support. Finally we thank the Guano Company of Perú for placing at our disposal all the records of their length-measurements from previous years.

## 7. REFERENCES

- Barret I. and G. V. Howard 1961. Studies of the age, growth, sexual maturity and spawning of populations of anchoveta *Cetengraulis mysticetus* of the coast of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Inter-Amer. trop. Tuna Comm., Bull., Vol. V, N° 2. La Jolla, Calif.*
- Doucet, W. F. et al 1963. La pesca de anchoveta. Estadística de pesca y esfuerzo en los meses de Julio - Diciembre 1962 y resumen de los resultados de la pesca total durante el año 1962. *Inf. Inst. Invest. Recurs. mar., N° 15, Callao.*
- Holt, S., J., 1959. A preliminary comparative study of the growth, maturity and mortality of sardines. *FAO World Scientific Meeting on the Biology of Sardines and related Species. Subj. Synops N° 4 Rome.*
- Howard, G. V. and A. Lando 1958. A study of age, growth, sexual maturity and spawning of the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) in the Gulf of Panama. *Inter-Amer. trop. Tuna Comm., Bull., Vol. II, N° 9. La Jolla, Calif.*
-