

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION  
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**

Bulletin — Boletín

Vol. 15, No. 1

**MIGRATIONS OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNA  
IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN AS DETERMINED  
BY TAGGING EXPERIMENTS, 1952-1964**

**MIGRACIONES DEL ATUN ALETA AMARILLA Y BARRILETE  
EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL SEGUN HAN SIDO  
DETERMINADAS POR LOS EXPERIMENTOS DE  
MARCACION REALIZADOS EN 1952-1964**

by — por

**Bernard D. Fink and/y William H. Bayliff**

La Jolla, California

1970

**CONTENTS — INDICE**  
**ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES**

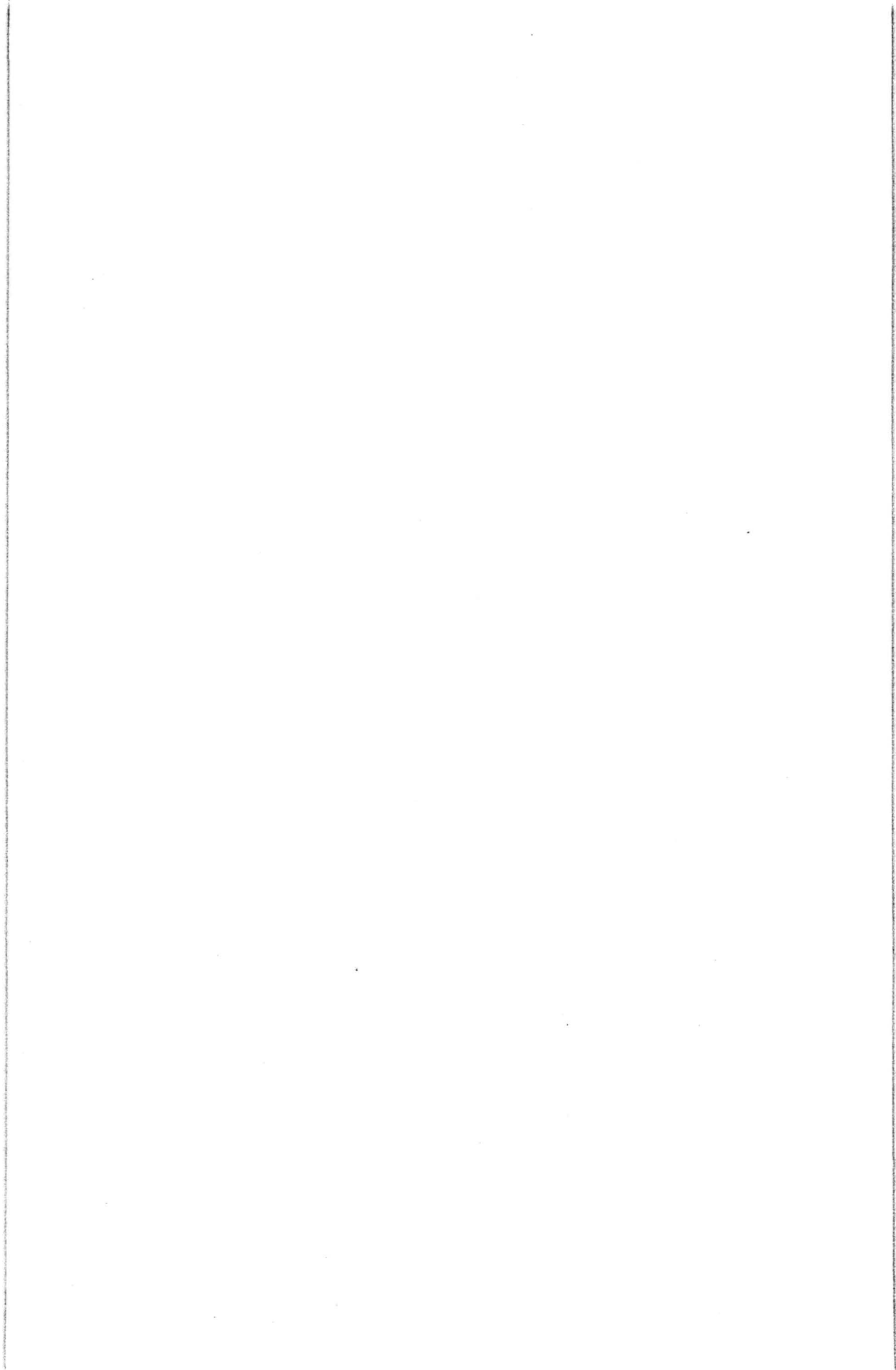
	Page
ABSTRACT.....	7
INTRODUCTION.....	7
ACKNOWLEDGEMENTS.....	8
MATERIALS AND METHODS.....	9
Tag releases.....	9
Baitboats, regular fishing trips.....	9
Baitboats, charter cruises.....	10
Purse seiners.....	10
Regional bases.....	11
Data storage and processing.....	11
Data included.....	11
APPRAISAL OF THE TAGGING OPERATIONS OF THE TUNA COMMISSION	12
Baitboats, regular fishing trips.....	12
Baitboats, charter cruises.....	12
Purse seiners.....	12
Sport boat.....	13
Regional bases.....	13
RESULTS.....	13
Origin and movements.....	13
Dispersion.....	14
Area 1, Baja California.....	16
Fishery.....	16
Tagging operations.....	16
Yellowfin tuna.....	17
Skipjack tuna.....	20
Area 2, Gulf of California.....	23
Fishery.....	23
Tagging operations.....	23
Yellowfin tuna.....	24
Skipjack tuna.....	25
Area 3, Revillagigedo Islands.....	25
Fishery.....	25
Tagging operations.....	26
Yellowfin tuna.....	26
Skipjack tuna.....	27
Area 4, Southern Mexican Coast.....	28
Fishery.....	28
Tagging operations.....	28
Yellowfin tuna.....	29
Skipjack tuna.....	30
Area 5, Guatemala-Nicaragua.....	31
Fishery.....	31
Tagging operations.....	31
Yellowfin tuna.....	31
Skipjack tuna.....	32

	Page
Area 6, Costa Rica-Panama.....	32
Fishery.....	32
Tagging operations.....	33
Yellowfin tuna.....	33
Skipjack tuna.....	38
Area 7, Galapagos Islands.....	41
Fishery.....	41
Tagging operations.....	41
Yellowfin tuna.....	41
Skipjack tuna.....	42
Area 8, Colombia-Ecuador.....	42
Fishery.....	42
Tagging operations.....	42
Yellowfin tuna.....	42
Skipjack tuna.....	43
Area 9, Gulf of Guayaquil.....	44
Fishery.....	44
Tagging operations.....	45
Yellowfin tuna.....	45
Skipjack tuna.....	48
Area 10, Central Peru.....	50
Fishery.....	50
Tagging operations.....	50
Yellowfin tuna.....	50
Skipjack tuna.....	51
Area 11, Peru-Chile Boundary.....	52
Fishery.....	52
Tagging operations.....	52
Yellowfin tuna.....	53
Skipjack tuna.....	53
DISCUSSION AND CONCLUSIONS.....	53
Yellowfin tuna.....	56
Northern group.....	56
Southern group.....	56
Skipjack tuna.....	59
Northern group.....	59
Southern group.....	60
SUMMARY.....	61
_____	
FIGURES — FIGURAS.....	64
_____	
TABLES — TABLAS.....	138

**VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION**

	Página
EXTRACTO.....	153
INTRODUCCION.....	153
AGRADECIMIENTO.....	154
MATERIALES Y METODOS.....	155
Liberaciones de marcas.....	156
Clippers, viajes regulares de pesca.....	156
Clippers, cruceros fletados.....	156
Cerqueros.....	156
Bases regionales.....	157
Archivo y procesamiento de datos .....	157
Datos incluidos.....	158
AVALUO DE LAS OPERACIONES DE MARCACION	
DE LA COMISION DEL ATUN.....	158
Clippers, viajes regulares de pesca.....	158
Clippers, cruceros fletados.....	159
Cerqueros.....	159
Barco deportivo.....	160
Bases regionales.....	160
RESULTADOS.....	160
Origen y desplazamientos.....	160
Dispersión.....	161
Area 1, Baja California.....	163
Pesca.....	163
Operaciones de marcación.....	164
Atún aleta amarilla.....	164
Atún barrilete.....	168
Area 2, Golfo de California.....	171
Pesca.....	171
Operaciones de marcación.....	171
Atún aleta amarilla.....	171
Atún barrilete.....	172
Area 3, Islas Revillagigedo.....	173
Pesca.....	173
Operaciones de marcación.....	173
Atún aleta amarilla.....	174
Atún barrilete.....	175
Area 4, Costa Meridional de México.....	176
Pesca.....	176
Operaciones de marcación.....	176
Atún aleta amarilla.....	177
Atún barrilete.....	178
Area 5, Guatemala-Nicaragua.....	179
Pesca.....	179
Operaciones de marcación.....	179
Atún aleta amarilla.....	179
Atún barrilete.....	180

	Página
Area 6, Costa Rica-Panamá.....	181
Pesca.....	181
Operaciones de marcación.....	181
Atún aleta amarilla.....	181
Atún barrilete.....	186
Area 7, Islas Galápagos.....	189
Pesca.....	189
Operaciones de marcación.....	190
Atún aleta amarilla.....	190
Atún barrilete.....	191
Area 8, Colombia-Ecuador.....	191
Pesca.....	191
Operaciones de marcación.....	191
Atún aleta amarilla.....	191
Atún barrilete.....	192
Area 9, Golfo de Guayaquil.....	193
Pesca.....	193
Operaciones de marcación.....	194
Atún aleta amarilla.....	194
Atún barrilete.....	197
Area 10, Perú Central.....	199
Pesca.....	199
Operaciones de marcación.....	200
Atún aleta amarilla.....	200
Atún barrilete.....	201
Area 11, Límite Perú-Chile.....	202
Pesca.....	202
Operaciones de marcación.....	202
Atún aleta amarilla.....	202
Atún barrilete.....	203
DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	203
Atún aleta amarilla.....	206
Grupo septentrional.....	206
Grupo meridional.....	207
Atún barrilete.....	209
Grupo septentrional.....	210
Grupo meridional.....	211
SUMARIO.....	212
—————	
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	215
—————	
APPENDIX TABLES — TABLAS DEL APENDICE.....	220



# MIGRATIONS OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNA IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN AS DETERMINED BY TAGGING EXPERIMENTS, 1952 - 1964

by

Bernard D. Fink<sup>1</sup> and William H. Bayliff

## ABSTRACT

Totals of 59,547 tagged yellowfin and 90,412 tagged skipjack were released during 1952-1964 throughout the range of the fishery in the eastern Pacific Ocean during that period. Most of the fish were released from commercial baitboats, either on regular fishing trips or on chartered trips to catch fish for tagging. There were 8,397 yellowfin and 4,381 skipjack returned from these releases.

There appear to be two main groups of yellowfin in the eastern Pacific Ocean. There is considerable intermingling among the fish of the two groups, however. The fish of the northern group (west coast of Baja California, Gulf of California, and Revillagigedo Islands) first appear in the Revillagigedo Islands in about April, and migrate north along the Baja California coast during the spring and summer and south along that coast during the fall. Recruits to the southern group (Tres Marias Islands to northern Chile) appear at many points or continuously along most of the coast. The fish which first appear in the northern Panama Bight in April migrate rapidly northwest to Central America and Mexico and south to the Gulf of Guayaquil.

There also appear to be two main groups of skipjack in the eastern Pacific Ocean. The fish of the northern group (west coast of Baja California, Gulf of California, and Revillagigedo Islands) perform about the same migration as do the yellowfin of the same area, but most of the skipjack apparently then migrate to the central Pacific Ocean during the fall and/or winter. Recruits to the southern group (Central America to northern Chile) appear mostly in or near the Panama Bight. The fish which first appear in the northern Panama Bight in April migrate rapidly northwest to Central America and south to the Gulf of Guayaquil. The proportions which migrate in these directions vary considerably from year to year, this perhaps being dependent on differences in the sea-surface temperatures.

## INTRODUCTION

A large-scale tagging program on the tropical tunas of the eastern Pacific Ocean was initiated by the Inter-American Tropical Tuna Commission in late 1955. From then through the end of 1964 Tuna Commission personnel released the following numbers of tagged fish: 46,334 yellowfin, *Thunnus albacares*, 76,101 skipjack, *Katsuwonus pelamis*, 40 bigeye, *Thunnus obesus*, and 1 black skipjack, *Euthynnus lineatus*. From these there were returned 8,134 yellowfin and 4,132 skipjack tags. Except for three of the skipjack, all the returns were made from the eastern Pacific Ocean.

<sup>1</sup> Present address, Inter-Oceanic Factors, Inc., Long Beach, California.

The program was designed to yield information on the migrations and population structure of the tropical tunas in the eastern Pacific Ocean and to provide estimates of their growth and mortality. Many of the results of the work have already been reported. Schaefer, Chatwin, and Broadhead (1961) used the tag returns through the end of 1959 (747 yellowfin and 937 skipjack) to analyze the migrations, growth, and total attrition of the tagged fish. The yellowfin tag returns through 1962 were used along with other data by Joseph *et al.* (1964) in a discussion of the population structure of this species in the eastern Pacific Ocean. In that report there were used, in addition, the 263 yellowfin tag returns obtained by the California Department of Fish and Game from its 1952-1959 tagging program (Blunt and Messersmith, 1960). Fink (1965a) used tag release and return data through 1960 to estimate the total and fishing mortality rates of yellowfin and skipjack tuna. Chapman, Fink, and Bennett (1965) analyzed data for yellowfin released with single and double tags on one cruise in 1963 to estimate the shedding rates of the tags and, consequently, to obtain better estimates of the mortality rates. Joseph and Calkins (1969) used the tag returns through the end of 1964 to analyze the growth and mortality of skipjack.

The present report is devoted to analysis of the migrations of yellowfin and skipjack tuna.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Acknowledgement is extended to the following members of the Tuna Commission's staff for their participation in the tagging of the fish: Franklin G. Alverson, Gilbert W. Bane, Javier Barandiarán, Izadore Barrett, Patrick J. Boylan, Gordon C. Broadhead, Thomas P. Calkins, Julio Carranza, Enrique Carrera, Gilfredo Carrera, Eduardo Cedeño, Bruce M. Chatwin, Vernon G. Connelly, Gary I. Cowan, Enrique L. Díaz, Michel Doutre, David R. Dugan, Kenneth R. Feng, Dale R. Fisher, Eric D. Forster, Raymond C. Griffiths, Richard L. Hark, Arthur E. Harms, Rudolph E. Harth, Richard C. Hennemuth, Robert W. Hetzler, James Joseph, Roger K. Kearns, John E. Kinnear, Frederick R. Kirschman, Witold L. Klawe, Antonio Landa, Fred M. Larmie, Esteban Long, Austin R. Magill, Federico Moscoso, Madison L. Myers, Arthur L. Oakley, Craig J. Orange, Sueichi Oshita, Francis M. Parham, Clifford L. Peterson, Roy S. Preston, Darrell Pruden, James A. Renner, Paul N. Sund, Robert T. Umlor, Bertulfo Vaca Montenegro, Luis Vilela, Donald W. Vorbeck, Ronald P. Walker, Ronald E. Wheeler, Martin L. Wiley, and Tacoma W. Wiley. Appreciation is likewise expressed to the masters and crews of the many vessels of the fishing fleet which were used in the tagging experiments.

The indispensable cooperation of the fishing vessel masters and fishermen, and of cannery workers, in returning the tags when the fish were



recovered, together with pertinent information, is also acknowledged with gratitude.

Unpublished results of tuna tagging by the U. S. Bureau of Commercial Fisheries in the eastern Pacific Ocean were furnished by Mr. Eugene L. Nakamura. Mr. Donald L. Whitt wrote the computer program used for calculation of the dispersion rates of the tagged fish, and assisted in various other ways with the analysis of the data. The manuscript was reviewed by Dr. James Joseph and Messrs. Clifford L. Peterson and Eric D. Forsbergh.

### **MATERIALS AND METHODS**

Most aspects of the materials and methods employed in the tagging program have been described by Broadhead (1959), Schaefer, Chatwin, and Broadhead (1961), and Fink (1965b). Accordingly, the discussion in this section will be limited to facets of the program not treated in the previous papers.

In this report the tagging terminology of the International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries (Anonymous, 1961: 46-47) is followed. The definitions are as follows:

- “releases: the (number of) fish tagged and released;
- recaptures: the (number of) tagged fish caught;
- recoveries: the (number of) tagged fish detected,  
by fishermen or in any other way;
- reports: the (number of) tagged fish concerning which any information reached the tagging organization sufficient to establish that they have been recovered;
- returns: the (number of) reported tagged fish or tags which are eventually returned to the tagging organization, or the existence of which is fully authenticated.”

#### **Tag releases**

Most of the Tuna Commission's operations have been conducted from baitboats. In some cases one or two taggers accompanied a vessel on one of its regular fishing trips, and in others a baitboat was chartered to catch fish for tagging. Several trips have been made by one or two taggers on purse-seine vessels on regular fishing trips. Virtually all the fish were caught for tagging by the standard pole-and-line or purse-seining methods, but a few were caught by trolling from baitboats, purse seiners, and a sport-fishing boat.

#### **Baitboats, regular fishing trips**

The materials and methods used on these cruises have been adequately described in the three papers cited at the beginning of this section.

### **Baitboats, charter cruises**

One charter cruise was made each year of the 1958-1963 period. Four or five Tuna Commission scientists and/or technicians took part in each cruise. At least three or four of these normally tagged fish, while the fourth or fifth either assisted the others or conducted other experiments related to the tagging program. Professional fishermen, part of the vessel's crew, caught the fish. Typically there was one fisherman for each tagger, but more were used when the fishing success was poor.

The methods of tagging the fish on the chartered vessels were usually identical to those employed on the non-chartered vessels, except that on the chartered vessels the taggers and fishermen worked in positions which were of the best advantage for tagging. On Cruise 33 several hundred large (greater than 25 lb) yellowfin were captured by the two-pole technique (Godsil, 1938) and tagged by a different method. The captured fish were swung aboard between the rail of the vessel and the bait box (padded with foam plastic) and then immediately placed, or often unavoidably dropped, on 3-inch-thick sheets of foam plastic. It was generally impossible to handle these vigorous fish gently, but as soon as they could be approached they were tagged, their lengths were measured or estimated, and they were released. The time from the initial hooking of a fish to that of its release was usually about 1 minute, as compared to about 7 to 12 seconds for fish up to 15 lb (Fink, 1965b).

### **Purse seiners**

The character of the tuna fishing fleet of the eastern Pacific Ocean underwent considerable change during the late 1950's and early 1960's, when most of the large baitboats were converted to purse seiners (Orange and Broadhead, 1959; Broadhead, 1962). This change has had the side effect of greatly reducing the number of baitboats in the fleet large enough to accommodate a two-man tagging team in addition to the regular crew.

The Tuna Commission conducted six tagging cruises from California-based purse seiners during 1955-1964, one each in 1956, 1958, 1959, and 1962, and two in 1960. On each of these cruises the tags were applied and the releases made during the course of the regular fishing operations by the one or two taggers aboard the vessel. The fish could generally be tagged and released effectively only during the short period in which they were sufficiently confined within the seine to remove them from it with strong mackerel scoops. During one cruise (41), on which the catch consisted mostly of larger (greater than 25 lb) yellowfin, the tagger entered the water inside the net, tagged the fish as they swam by near the cork line, and guided them over the cork line for release. This procedure was awkward and somewhat dangerous, but with its employment fish of about 40 to 100 lb were tagged and released.

### **Regional bases**

In late 1956 the Tuna Commission initiated biological investigations, including tuna tagging, at Mancora, Paita, and Coishco, in Peru. Whenever the opportunity presented itself, one or two staff members would accompany a baitboat or *bolichero* (small purse seiner) on one of its regular fishing trips and tag and release as many fish as possible. In late 1958 similar work was initiated at Manta, Ecuador, the fish being tagged and released from small baitboats. The methods used on both the Peru- and Ecuador-based vessels were similar to those used on the United States-based vessels, but the areas of operation were generally more limited.

### **Data storage and processing**

The basic tagging data have been recorded on computer cards, using a numerical coding system. For each tagged fish released there is recorded the following information: cruise number; gear used to catch the fish for tagging and release; tag number; tag type; species; date of release; area of release according to the system of Shimada and Schaefer (1956); length (Marr and Schaefer, 1949) in millimeters, to the nearest 50 mm; sea-surface temperature in degrees Fahrenheit, to the nearest 1°.

When a tag is returned the corresponding card has the following information added to it: date of recapture; area of recapture according to the system of Shimada and Schaefer (1956); length at recapture in millimeters, to the nearest 1 mm; growth increment in millimeters; number of days at liberty (When a tagged fish was recaptured the same day it was released it was recorded as having been 1 day at liberty, and so on.); minimum distance traveled in nautical miles; direction of movement in intervals of 45°; gear used to recapture the fish; size class of recapture vessel (Shimada and Schaefer, 1956); place tagged fish found (*i.e.* vessel, cannery, etc.); city from which the tag was returned.

For convenience, the cards which represented tags which were returned were duplicated for use in analyses not requiring the other cards. Card sorters, accounting machines, and the CDC 3600 computer at the University of California at San Diego were used to tabulate the data for analysis. Computer program CIAT F02 (Psaropulos, 1966) was used for the calculations of dispersion.

### **Data included**

The releases made by the Tuna Commission during 1959-1964, and the returns of these tags during all years, are summarized in Tables 1, 2, and 3. The areas are shown in Figure 1. However, this report deals also with the Tuna Commission tag releases of 1955-1958 (Schaefer, Chatwin, and Broadhead, 1961), the California Department of Fish and Game tag releases of 1952-1959 (Blunt and Messersmith, 1960), and the U. S. Bureau of Commercial Fisheries tag releases of 1960 (Anonymous, 1960a, 1960b; Eugene L.

Nakamura, personal communication), and the returns of these tags during all years. All the tag releases of 1952-1964 are summarized in Tables 4 and 5, and the returns from these are listed in Tables 6 and 7. (Since 1964 additional tag releases have been made. These releases, and the resulting returns, are described in a preliminary fashion by Anonymous (1966, 1967, 1968, 1969, and 1970).)

### **APPRAISAL OF THE TAGGING OPERATIONS OF THE TUNA COMMISSION**

Comparison of the relative success of the various methods of tagging is useful not only for evaluating past experiments, but for planning future ones as well.

#### **Baitboats, regular fishing trips**

There were 32 regular baitboat cruises made during the 1955-1964 period, during which 9,534 yellowfin and 19,787 skipjack were tagged and released. The taggers spent 4,246 man days at sea on these vessels, an average of 133 per cruise. The average number of tagged fish released per man day was 6.9. The releases per short ton of fish caught by the vessels were fairly consistent among cruises, averaging about 3.3 yellowfin per ton of yellowfin caught and 3.8 skipjack per ton of skipjack caught.

#### **Baitboats, charter cruises**

The advantages of vessel chartering include the following: (1) large numbers of fish can be tagged in a restricted area during a short period of time; (2) the area and time of operation can be controlled; (3) larger fish can be tagged if they are encountered; and (4) ancillary experiments can be conducted (*e.g.* Barrett and Connor, 1962, 1964).

A total of 25,651 yellowfin and 24,844 skipjack were tagged and released during the six charter cruises. The taggers spent 978 man days at sea on these vessels, an average of 163 per cruise. The average number of tagged fish released per man day was 51.6. In spite of the considerable costs of chartering the vessels, the cost per fish tagged on these cruises was about 20% lower than that of the regular baitboat cruises because the number of tagged fish released per man day was so much higher.

#### **Purse seiners**

There were six purse-seine cruises during the 1955-1964 period (including one which produced only bluefin tuna), during which 1,630 yellowfin and 15 skipjack were tagged and released. The taggers spent 269 man days at sea on these vessels, an average of 45 per cruise. The average number of tagged fish released per man day was 6.1. The releases per short ton of fish caught averaged about 0.9 for yellowfin and 0.1 for skipjack.

Tunas tagged from purse-seine catches are often in poor condition

when they are released. Skipjack are particularly susceptible to injury from crowding and net abrasion, and are often dead or dying by the time they are sufficiently confined to be removed from the seine. Cruises 32 (two purse seiners) and 33 (a chartered baitboat), both conducted off the southern Mexico coast in February-April 1960, provide data for comparison of the relative effectiveness of tagging experiments conducted on baitboats and purse seiners. Of the 274 tagged yellowfin released from the purse seiners 9, or 3.3%, were returned, while the baitboat experiment produced 190 returns from 1,141 releases, or 16.7%. A Chi-square contingency test shows that these return rates are different ( $\chi^2 = 3.65$ , d.f. = 1,  $P < 0.01$ ). There were no returns from the 15 skipjack tagged and released from purse seiners. Although it is obvious that tagging from purse seiners has been much less effective than that from baitboats, it is believed that if a purse seiner was chartered the methods could be modified so as to improve considerably the rate of return of the tags.

### **Sport boat**

Only one trip on this type of vessel was made, during which nine skipjack, all caught by trolling, were tagged and released. The taggers spent 6 man days at sea on this vessel, and the average number of fish released per man day was 1.5.

### **Regional bases**

There were 79 baitboat and 20 *bolichero* cruises from Peru during the 1956-1962 period, during which 9,267 yellowfin and 24,873 skipjack were tagged and released. Tagged fish were released in all months of the year, mostly in the Gulf of Guayaquil, but some also in the Panama Bight and off the coasts of Ecuador, Peru, and Chile. The tagging experiments from the baitboats were, on the average, far more effective than those from the *bolicheros*, but there were a few notable exceptions where the latter produced very high returns. There were 146 baitboat cruises from Ecuador during the 1958-1961 period, during which 252 yellowfin and 6,573 skipjack were tagged and released. Tagged fish were released in all months of the year, mostly in the vicinity of Manta, but some also in the Gulf of Guayaquil.

The results of the tagging from both South American bases are considered to be highly satisfactory. It is important to note that, in addition to their tag release activities, the personnel stationed in these countries collected catch statistics, sampled the commercial catches, facilitated the returns of tags, and conducted various other types of research such as those on baitfishes.

## **RESULTS**

### **Origin and movements**

In these sections most of the attention will be given to movements from

one area to another and to movements greater than 300 nautical miles within areas.

The intra- and inter-area movements are summarized in Tables 6 and 7. The 11 principal areas, shown in Figure 1, are nearly the same as those used by Schaefer, Chatwin, and Broadhead (1961) and Joseph *et al.* (1964), and correspond roughly to natural regions of occurrence of tuna concentrations. Information equivalent to that presented in Table 6 is also shown in Figures 2-12 of Joseph *et al.* (1964).

The movements greater than 300 nautical miles are shown in Figures 2-48. (There is no figure for skipjack released in February because there were no long-distance migrations reported from these releases.) The arrows in the figures represent the net movements of the fish, but do not necessarily portray the migration routes, of course, as these are not known. Each arrow represents a single tagged fish which was returned, except where otherwise indicated by a number superimposed on the arrow. The arrows are, in most cases, drawn from 1° areas of release to 1° areas of recapture. However, in the cases where many returns resulted from the releases of tagged fish during a single month in several adjacent 1° areas it was sometimes necessary to combine the release data for these areas to avoid confusion. The combined release areas are stippled in the figures. In these cases the returns are indicated by numbers in the proper 1° areas.

The 1° areas are designated in the text by the system of Shimada and Schaefer (1956), who explain it as follows, "According to this system, the Eastern Pacific Ocean is divided into major sub-divisions bounded by lines of latitude and longitude which are divisible by five and are coded by the latitude and longitude of the southeast corner. Each sub-division in turn is further sub-divided into 25 one-degree squares, approximately 60 nautical miles on a side, and serially numbered from 1 to 25 starting at the southeast corner and working from east to west and south to north." Thus, each 1° area is designated by a seven-digit code number, plus a prefix of 0 or 2 to designate areas north or south of the equator, respectively. Each 5° area is designated by a six-digit code number, the last two digits being omitted. The code numbers for a few of the 1° and 5° areas are shown in Figure 1.

### Dispersion

The dispersion of the fish was analyzed from data on the times at liberty, distances traveled, and net directions of movement. Eight directions of movement, 0°-45° true = 0, 45°-90° true = 1, . . . , and 315°-360° true = 7, were used.

The numbers of fish ( $n$ ), averages of the times at liberty ( $t$ ), averages of the distances of movement ( $r$ ), averages of the distances of movement squared, standard deviations of  $r$  ( $s$ ), coefficients of variation of  $r$  ( $U$ ), mean velocities of dislocation ( $V$ ), and mean square dispersion coefficients

( $a^2$ ) were calculated by 30-day intervals, for all times at liberty combined, for each of the eight directions of movement, and for all directions combined.

The coefficient of variation of  $r$  was calculated by

$$U = \frac{100s}{\bar{r}} \quad (1)$$

(Simpson, Roe, and Lewontin, 1960). The mean velocity of dislocation and mean square dispersion coefficient were calculated by

$$V = \frac{\sqrt{(\sum r \sin \theta)^2 + (\sum r \cos \theta)^2}}{\sum t} \quad (2)$$

and

$$a^2 = \frac{1}{n} \left[ \sum \frac{r^2}{t} - \frac{(\sum r \sin \theta)^2 + (\sum r \cos \theta)^2}{\sum t} \right] \quad (3)$$

(Jones, 1966). (Jones used the term  $\Sigma(r/t)$  instead of  $\Sigma(r^2/t)$  in Formula (3) (his Formula (17)), but this is evidently a misprint.) The following values of  $\theta$  were used in Formulas (2) and (3): Direction 0,  $22\frac{1}{2}^\circ$ , Direction 1,  $67\frac{1}{2}^\circ$ , . . . , and Direction 7,  $337\frac{1}{2}^\circ$ . (For groups of fish which moved in only one direction the mean velocity of dislocation could be calculated more simply by

$$V = \frac{\sum r}{\sum t} \quad (4)$$

but this was not done because the calculations were made with a computer, and it was more convenient to write the program in such a way that  $V$  was always calculated the same way.)

The significance of the mean velocity of dislocation and the mean square dispersion coefficient has been discussed by Jones (1959 and 1966). Briefly, the former pertains to directional movement and the latter to random movement, and the latter is meaningless unless there is little or no directional movement. Even if the movement is entirely random, the values of  $V$  would not be expected to equal 0 for most of the present experiments because they were initiated close to shore, and the fish were restricted in their movements toward the shore.

The data were divided into groups in accordance with the species, area of release (and sometimes location within the area), and time of release. It is believed that fish released during extended periods of time should not be included in the same group, since they may migrate in one direction during one season and in another direction during another season. In some cases, when sufficient data were available, data for different years of release were assigned to different groups to determine if the patterns of dispersion were the same in different years. If a considerable amount of

data was available for a certain period of one or two years, and very little for the other years, only the data for those one or two years were used.

The directions and average distances of movement are shown in Figures 49 and 50. The numbers in the circles at the centers of the diagrams indicate the numbers of fish which did not move from the locations of release. (As explained by Schaefer, Chatwin, and Broadhead (1961), because of lack of precision in recording positions at sea, fish which moved 10 or 20 miles are often recorded as having been recaptured at the location of release.) The numbers outside the circles indicate the numbers of fish which moved in each direction and the average distances of movement for each direction, respectively. The widths of the circles and of the lines are proportional to the percentages of the fish which were recaptured in the locations of release and the percentages which moved in each direction. The lengths of the lines are proportional to the average distances of movement.

The directions and distances of movement by days at liberty are shown in Figures 51 through 86. Only the returns of fish recaptured within 360 days of release are considered in these figures, but the numbers of returns of fish which were at liberty more than 360 days were small, especially for skipjack, so this is of little or no consequence. The data for fish moving in different directions are shown in different panels within each figure. The points for consecutive time intervals are joined by solid lines and those for non-consecutive time intervals by dashed lines. The numbers near the points indicate the numbers of fish in each time interval. The values of  $V$  appear in all the panels, but the values of  $a^2$  appear only in the panels for the groups for which the mean velocities of dislocation for all directions combined were small (*i.e.* the movement is believed to have been random, or nearly so).

### **Area 1, Baja California**

#### **Fishery**

The Baja California area produces about 5-15% of the yellowfin and 5-15% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. Most of the fishing takes place within about 150 miles of the coast. The fishing effort is high in this area from about June through November, but much lower during the rest of the year. The high fishing intensity is due in part to the proximity of the area to the important tuna ports of San Pedro and San Diego, California, and Ensenada and Cape San Lucas, Baja California. The amount of effort exerted in any particular year in this area is influenced not only by the weather and the apparent abundance of yellowfin and skipjack, but also by the apparent abundance of bluefin, *Thunnus thynnus*, and albacore tuna, *T. alalunga*, in the same area and north of it.

#### **Tagging operations**

There were released 15,961 tagged yellowfin and 22,728 tagged skip-



jack in the Baja California area during the 1952-1964 period. More than half of these were released on Cruises 23, 42, and 43, chartered during August 1958, June 1962, and June 1963, respectively. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	0	0	0	0	454	8,532	1,604	2,797	1,356	935	273	10
Skipjack	0	0	0	0	261	5,687	2,503	9,759	2,370	1,712	393	43

Relatively few tagged fish were released in July, despite the fact that it is frequently the month of greatest fishing effort and greatest catches of yellowfin and skipjack in the area.

Most of the tagged yellowfin and many of the tagged skipjack released in the Baja California area were less than, or only slightly more than, the minimum legal sizes for California, 7½ lb (about 554 mm) for yellowfin and 4 lb (about 450 mm) for skipjack. The length-frequency distributions of the tagged yellowfin and skipjack which were measured are shown in Appendices 1 and 2. The smaller fish, even when of legal size, are not as heavily exploited by the fishery as are the larger ones. According to Davidoff (1965), the yellowfin of the Baja California area are not fully recruited until they are about 2 years old, at which time they are about 85 cm long. Only a few yellowfin this size have been tagged and released in the area.

### Yellowfin tuna

#### Origin

There were 67 returns of yellowfin in the Baja California area from fish released in other areas (Table 6). Recruits to the fishery of the Baja California area first appear off Cape San Lucas, usually in about May or June. At least some of these fish probably come from Area 3, as 37 small fish (average lengths at release and recapture, 524 and 578 mm, respectively) released in this area were returned from the Baja California area (Table 6; Figures 7-11). Thirty-four of these were released in April 1960 (Cruise 33), and they were all recaptured shortly after having been released, in the summer of 1960. In addition, there was a substantial immigration of fish from Area 2 (Table 6). All but 4 of the 27 returns were from fish released near Cape San Lucas on Cruise 43 (June 1963), and all of them were recaptured in the summer following their release. A few fish released in Areas 4, 5, and 9 were also returned from the Baja California area (Table 6; Figures 11, 9, and 7, respectively).

#### Movements

There were 5,027 returns in the Baja California area from yellowfin released in that area (Table 6). Information on 4,650 of these is summarized in Table 8, which contains data on the areas of recapture and times at

liberty for eight major groups of releases. The compositions of the groups are as follows:

1. all fish released during May 22-June 1 in 0-20-110-17 and 0-20-110-18; includes fish from Cruise CDFG (California Department of Fish and Game) 58C1 of 1958;
2. all fish from Cruise 42 (1962); includes fish released during June 2-24 in 0-20-110-11, 0-20-110-12, 0-20-110-13 and 0-20-110-17;
3. all fish from Cruise 43 (1963) which were released in June; includes fish released during June 5-28 in 0-20-110-16, 0-20-110-17, 0-20-110-18, and 0-20-110-23;
4. all fish released during July 1-31 in 0-25-110-03 and 0-25-110-04; includes fish from Cruises 22 of 1958 (32 fish), 43 (32 fish), and CDFG 53C2 and/or CDFG 53C3 of 1953 (3 fish);
5. all fish released during August 1-30 in 0-25-110-03 and 0-25-110-04; includes fish from Cruises 5 of 1956 (1 fish), 14 of 1957 (13 fish), 22 (6 fish), 23 of 1958 (14 fish), 35 of 1960 (3 fish), and CDFG 58C2 of 1958 (6 fish);
6. all fish released during September 2-16 in 0-25-110-03 and 0-25-110-04; includes fish from Cruises 5 (1 fish), 35 (104 fish), 40 of 1961 (1 fish), and CDFG 55C4 of 1955 (2 fish);
7. all fish released during September 5-30 in 0-25-110-15 and 0-25-115-11; includes fish from Cruises 29 of 1959 (1 fish), 30 of 1959 (4 fish), 35 (33 fish), and 40 (9 fish);
8. all fish released during September 8-October 25 in 0-25-110-09 and 0-25-110-10; includes fish from Cruises 14 (4 fish), 16 of 1957 (8 fish), 30 (16 fish), and CDFG 52S6 of 1952 (6 fish).

Only the fish recaptured in the same year they were released are included in this table. The rest of the same-year returns were from fish released in various other time-area strata, none of which contained enough data for analysis.

The fish released in May and June tended to travel northward in 1958, 1962, and 1963. In 1963 they traveled more rapidly than in 1962, and went much further north than in either 1958 or 1962. Alverson (1960: Figures 64 and 65; 1963: Figures 32 and 33) and Calkins and Chatwin (1967: Figures 5 and 6) show that the catches of yellowfin were distributed further northward in 1958 and 1963 than in 1962. Therefore, it is somewhat surprising that the tagged fish were not recaptured further to the north in 1958. A tendency to move southward is evident for the fish released in September and October. The migrations of yellowfin in this area are believed to be considerably influenced by sea-surface temperatures (Broadhead and Barrett, 1964; Blackburn, 1965 and 1970).

There were 206 fish returned during the two calendar years following release. The percentages of the returns which were made in those two years (as opposed to the year of release), according to the months of release, were as follows: May, 1; June, 1; July, 13; August, 34; September, 16; October, 49; November, 87; December, 100. In Table 9 is shown the distribution of the returns by month and area. The distribution is about the same as that of the younger fish.

There were 44 returns in Area 2 (Table 6). Twenty-five of the fish had been released in May-June (3 from Cruise 42 of 1962, 21 from Cruise 43 of 1963, and 1 from Cruise CDFG 58C1 of 1958), and the other 19 had been released in August-November (12 from Cruise 30 of September-October 1959 and 7 from other cruises). Of the former group, 14 fish were recaptured in June of the year of release, 9 in the first half of the following year, and 2 in the first half of the second year after release. Of the latter group, 17 were recaptured in the first half of the year following release, one was released in November 1957 (Cruise 16) and recaptured 4 days later, and one was released in September 1955 (Cruise CDFG 55C4) and recaptured in July 1956. It is not surprising that most of the recaptures were made during the first half of the year, in view of the fact that most of the fishing in Area 2 takes place at that time. Of the 14 returns from Area 3 (Table 6), all but 2 were from fish released in June 1962 (Cruise 42). All 12 of these fish were recaptured near Roca Partida (0-15-110-17 and 0-15-110-23) after 4 to 17 days at liberty (median = 9 days). One fish released in July 1958 (Cruise 58C2) was returned from near Isla San Benedicto (0-15-110-21) in November of the same year, and one fish released in September 1961 (Cruise 40) was returned from near Clarion Island (0-15-110-20) in April 1962.

It is noteworthy that 21 of the 24 fish which had been released in June and were returned from Area 2 were from Cruise 43, whereas all of the 12 fish which had been released in June and were returned from Area 3 were from Cruise 42. Effort and catch data are useful for investigating the cause of this difference. Alverson (1963: Table 4) and Calkins and Chatwin (1967: Table 2) list estimates of the fishing effort and catches (in short tons) of tropical tunas by baitboats (effort in Class-4 days) and purse seiners (effort in Class-3 days) for each 5° area of the eastern Pacific Ocean by quarters of the year for 1962 and 1963. These values include data only for the vessels from which adequate logbook information was obtained, but in these two areas the coverage was about 90% complete. The data are shown in Table 10. In 1963 the fishing effort and the catch of yellowfin in Area 2 were considerably greater than in 1962, which may account for the fact that more fish from Cruise 43 were returned from there. Substantial catches of yellowfin were made in Area 3 in both 1962 and 1963, and yet 12 fish from Cruise 42 and none from Cruise 43 were returned from Area 3. This may be because the movements of the fish

were different in the two years or because the fish were released further north in 1963.

• There were three returns from Area 4 (Table 6; Figure 22). One of the fish was released in September 1959 (Cruise 30) and recaptured in February 1960, and the other two were released in September 1960 (Cruise 35) and recaptured in January and May 1961. Two other fish were returned from Area 5 (Table 6; Figures 19 and 23). These were released in October 1959 (Cruise 30) and June 1962 (Cruise 42) and recaptured in April 1960 and November 1965.

### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Baja California area were analyzed from the returns of fish of eight groups. These groups are the same as those of the Movements section, except that the data for the fish recaptured in all years, instead of only those recaptured in the year of release, were used, and the data for a few fish for which the dates of recapture were unknown were not used. The data are shown in Figures 49 and 51-58.

The fish which were released in May and June off southern Baja California (Groups 1, 2, and 3) exhibited a strong tendency to move to the northwest (Directions 6 and 7). The mean velocities of dislocation were roughly the same in 1962 (Group 2) and 1963 (Group 3). Those released in July, August, and September a little further to the north (Groups 4, 5, and 6) moved in all directions, but tended to go more to the northwest (Directions 6 and 7) in July and more to the southeast (Directions 2 and 3) in September. The fish released still further to the north in September and October (Groups 7 and 8) exhibited a strong tendency to move to the southeast. The mean distances of movement of the fish of Group 8 were greater than those of the fish of Group 7. It is apparent that the fish move northward from about May to August, and then southward from about September to November. Accordingly, the mean distances of movement for the fish of Groups 1, 2, and 3 should be at their maxima after about 60 to 90 days at liberty, and then decrease for about the next 90 days. Such appears to be more or less the case, though the maxima occur at about 90 to 120 days and the effect is not pronounced because so few fish were recaptured after more than about 120 days at liberty.

### **Skipjack tuna**

#### **Origin**

There were 42 returns of skipjack in the Baja California area from fish released in other areas (Table 7). Recruits to the fishery of the Baja California area first appear off Cape San Lucas, usually in about May or June. At least some of these fish probably come from Area 3, as 39 fish released in this area were returned from the Baja California area (Table 7; Figures 32-34). Thirty-eight of these were released in April 1960, and

they were all recaptured shortly after having been released, in the summer of 1960. A few fish released in Areas 2, 8, and 9 were also returned from the Baja California area (Table 7; Figure 34).

### Movements

There were 2,062 returns in the Baja California area from skipjack released in that area (Table 7). Information on 1,795 of these is summarized in Table 11, which contains data on the areas of recapture and times at liberty for five major groups of releases. The compositions of the groups are as follows:

1. all fish from Cruise 42 (1962); includes fish released during June 2-24 in 0-20-110-11, 0-20-110-12, 0-20-110-13, and 0-20-110-17;
2. all fish from Cruise 43 (1963) which were released in June; includes fish released during June 5-30 in 0-20-110-16, 0-20-110-17, 0-20-110-18, and 0-20-110-23;
3. all fish released during August 2-31 in 0-25-110-03 and 0-25-110-04; includes fish from Cruises 14 of 1957 (42 fish), 22 of 1958 (1 fish), 23 of 1958 (29 fish), 35 of 1960 (1 fish), and CDFG 58C2 of 1958 (6 fish);
4. all fish released during September 2-13 in 0-25-110-03 and 0-25-110-04; includes fish from Cruises 5 of 1956 (1 fish), 14 (2 fish), 35 (69 fish), and CDFG 55C4 of 1955 (1 fish);
5. all fish released during September 5-26 in 0-25-110-15 and 0-25-115-11; includes fish from Cruises 14 (2 fish), 30 of 1959 (2 fish), 35 (42 fish), and 40 of 1961 (17 fish).

Only the fish recaptured in the same year they were released are included in this table. The rest of the same-year returns were from fish released in various other time-area strata, none of which contained enough data for analysis.

The fish released in June tended to travel northward in both 1962 and 1963. In 1963 they traveled much more rapidly, and went much further north. Alverson (1963: Figures 32 and 33) and Calkins and Chatwin (1967: Figures 5 and 6) show that the catches of skipjack were distributed further northward in 1963 than in 1962. A tendency to move southward is evident for the fish released in September. The migrations of skipjack in this area are believed to be considerably influenced by sea-surface temperatures (Broadhead and Barrett, 1964; Blackburn, 1965 and 1970).

There were 24 fish returned during the year following release. One was released in June, 9 in August, and 14 in October-December. In Table 9 is shown the distribution of the returns by month and area. The distribution is about the same as that of the younger fish.

There were 17 returns in Area 2 (Table 7), all from fish released in June 1963 (Cruise 43). Sixteen of the fish were recaptured south of the tip of the Baja California peninsula (0-20-105-15) after 14 to 19 days at liberty (median = 15 days). The other was recaptured near the Tres Marias Islands (0-20-105-11) in March 1964 (Figure 42). Of the 36 returns from Area 3 (Table 7), all but 2 were from fish released in June (33 from Cruise 42 of 1962 and 1 from Cruise 43 of 1963). Twenty-nine of these 34 fish were recaptured near Roca Partida (0-15-110-17, 0-15-110-22, and 0-15-110-23) after 6 to 21 days at liberty (median = 7 days). The fish from Cruise 43 was recaptured near Isla Socorro (0-15-110-16) in April 1964. The other four fish from the June 1962 releases were recaptured on Shimada Bank (0-15-115-08) in November 1962-January 1963 (Figure 42). It is interesting to note that three of these fish were recaptured in a single set of a purse seine on November 4, 1962; they had been released on June 2, 3, and 4 of that year in 0-20-110-11. The two remaining fish were released in September 1960 (Cruise 35) and September 1961 (Cruise 40) and recaptured in March 1961 and April 1962, both near Roca Partida (0-15-110-23).

It is noteworthy that all 17 of the fish which were returned from Area 2 were from Cruise 43, and that all but 3 of the 36 fish which were returned from Area 3 were from Cruise 42. The effort and catch data in Table 10 are useful for investigating the cause for this difference. There was considerable fishing effort in Area 2 in 1962, but few skipjack were caught there and no fish from Cruise 42 were returned from there, so apparently few fish migrated from Area 1 to Area 2 in that year. In 1963, however, the catches of skipjack in Area 2 were much better, and the presence of fish from Cruise 43 indicates that the source of at least some of these fish was Area 1. The catches of skipjack were better in Area 3 in 1963 than in 1962, and yet far more fish released in Area 1 were caught in Area 3 in 1962 than in 1963. This may be because the movements of the fish were different in the two years or because the fish were released further north in 1963.

There were three returns in Area 4 (Table 7; Figures 42 and 45). Two of the fish were released in June 1963 (Cruise 43) and recaptured in January 1964; the other was released in September 1961 (Cruise 40) and recaptured in January 1962. Two other fish were returned from the central Pacific Ocean (Table 7; Figure 45). One was released 20 miles west-southwest of Turtle Bay, Baja California (0-25-115-11) on September 5, 1960 (Cruise 35), and recaptured by a sampan vessel 30 miles west of Oahu Island (0-20-155-09) on June 12, 1962. The other was released outside of Bahía San Cristobal, Baja California (0-25-110-15) on September 22, 1961 (Cruise 40), and recaptured by a Japanese longline vessel east of Christmas Island (0-00-150-12) on April 5, 1963. These fish had each traveled a minimum distance of approximately 2,500 miles. Neither fish was measured

when it was released, but they were 774 and approximately 700 mm long, respectively, when they were recaptured.

### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Baja California area were analyzed from the returns of fish of five groups. These groups are the same as those of the Movements section, except that the data for the fish recaptured in all years, instead of only those recaptured in the year of release, were used, and the data for a few fish for which the dates of recapture were unknown were not used. The data are shown in Figures 50 and 59-63.

The fish which were released in June off southern Baja California (Groups 1 and 2) exhibited a strong tendency to move to the northwest (Directions 6 and 7). The mean velocities of dislocation were greater in 1963 (Group 2) than in 1962 (Group 1). Those released in August a little further to the north (Group 3) tended to move northward (Directions 0 and 7), but at a slower rate than those of Groups 1 and 2. The fish released in September in the same location as those of Group 3 (Group 4) and still further to the north (Group 5) tended to move southward (Directions 3 and 5). The mean distances of movement of the fish of Group 5 were greater than those of the fish of Group 4. It is apparent that the fish move northward from about June to September, and then southward from about September to November. Accordingly, the mean distances of movement for the fish of Groups 1 and 2 should be at their maxima after about 90 days at liberty, and then decrease for about the next 60 days. Such does not appear to be the case, probably because so few fish were recaptured after more than about 120 days at liberty.

### **Area 2, Gulf of California**

#### **Fishery**

The Gulf of California area produces about 5-15% of the yellowfin and 0-5% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. Most of the fishing takes place south of 26°N, but some is conducted as far north as 29°N. The most important fishing grounds are located southeast and east of the tip of the Baja California peninsula and near the Tres Marias Islands. The peak period of fishing is usually February-May.

#### **Tagging operations**

There were released 1,615 tagged yellowfin and 1,273 tagged skipjack in the Gulf of California area during the 1952-1964 period. Most of the catch of tunas in this area has always been taken by purse seiners, which are not nearly as good as baitboats for tagging, and this is partially the reason why so few fish have been tagged in this area. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	7	198	493	151	41	197	93	10	14	0	167	244
Skipjack	0	85	5	2	6	65	0	0	8	0	736	366

### Yellowfin tuna

#### Origin

There were 67 returns of yellowfin in the Gulf of California area from fish released in other areas (Table 6). Forty-four of these were from fish released in Area 1 (Table 6; Figures 2 and 4-7). The majority had been released the previous year, which is not surprising in view of the fact that most of the tagging operations in Area 1 were conducted in the second half of the year and most of the fishing in the Gulf of California area takes place in the first half of the year. Substantial returns came from fish released by the California Department of Fish and Game (Blunt and Messersmith, 1960) and on Cruises 30 (September-October 1959) and 43 (June 1963), but not from those released on Cruise 42 (June 1962). Appreciable numbers of immigrants came also from Areas 3 (Table 6; Figures 4 and 5) and 4 (Table 6), especially when it is considered that much fewer fish were released in these areas than in Area 1 (Table 4). All but 2 of the 12 returns from fish released in Area 3 were from Cruise 33 (March-April 1960). A few fish released in Areas 5 and 6 were also recaptured in June in the Gulf of California area (Table 6; Figure 7).

#### Movements

There were 44 returns in the Gulf of California area from yellowfin released in that area (Table 6). Of the 27 returns from fish released near the Tres Marias Islands (10 from Cruise 8 of November-December 1956, 13 from Cruise 9 of February 1957, and 4 from other cruises), 8 were recaptured near the tip of the Baja California peninsula (0-20-105-20 and 0-20-110-21) (Figure 15) and 2 others near Mazatlan (0-20-105-18), while the remaining 17 were recaptured near the Tres Marias Islands. Of the 17 returns from fish released near the tip of the Baja California peninsula and near Mazatlan (15 from Cruise 25 of March 1959 and 2 from Cruise 43 of June 1963), none had moved south to the Tres Marias Islands. These 44 fish were at liberty 2 to 351 days (median = 24 days). All but four of them were recaptured during the first half of the year.

Of the 27 returns from Area 1 (Table 6), 25 had been released near the tip of the Baja California peninsula (0-20-105-15 and 0-20-105-20), 1 near the Tres Marias Islands (0-20-105-02) (Figure 25), and 1 midway between (0-20-105-09). The fish of the first group were all released in May 1962 (Cruise 42) and June 1963 (Cruise 43) and were recaptured after 11 to 92 days at liberty (median = 25 days). The other two were released in March 1952 (Cruise CDFG 52S2) and December 1956 (Cruise 8) and recaptured in June 1952 and July 1957. All five of the fish which



were returned from Area 4 (Table 6) had been released near the Tres Marias Islands and were recaptured in the northeastern part of Area 4. Four of these were released in November-December 1956 (Cruises 8 and CDFG 56C5) and recaptured in February-June 1957; the other was released in February 1957 (Cruise 9) and recaptured the same month.

### **Skipjack tuna**

#### **Origin**

There were 17 returns of skipjack in the Gulf of California area from fish released in Area 1 (Table 7). All of these had been released in June 1963 (Cruise 43); 16 were recaptured during the same month, and the other in March 1964 (Figure 28). It is not surprising that all the recaptures were made during the first half of the year, in view of the fact that most of the fishing in the Gulf of California takes place during this time.

#### **Movements**

There were 16 returns in the Gulf of California area from skipjack released in that area (Table 7). All these fish had been released near the Tres Marias Islands, and all but one were recaptured there. The first 15 fish were released in November-December 1956 (4 each from Cruise 8 and CDFG 56C5) and February 1957 (7 from Cruise 9) and recaptured in December 1956-March 1957. The other was released in November 1956 (Cruise 8) and recaptured east of the tip of the Baja California peninsula (0-20-105-25) in April 1957.

One fish released south of the tip of the Baja California peninsula (0-20-105-15) in June 1963 (Cruise 43) was returned from Area 1 (0-20-110-23) in August of the same year (Table 7). One other fish released near the Tres Marias Islands (0-20-105-12) in February 1957 (Cruise 9) was returned from Area 4 (0-15-105-22) in the same month (Table 7).

### **Area 3, Revillagigedo Islands**

#### **Fishery**

The Revillagigedo Islands area produces about 0-10% of the yellowfin and 0-10% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. Fishing takes place in the vicinity of the four islands (San Benedicto, Socorro, Roca Partida, and Clarion) and on Shimada Bank, located at approximately 16°52'N-117°31'W. Most of the fishing effort is exerted in the first half of the year, but there is some fishing there in all months. The apparent abundance of tunas in the area fluctuates widely and erratically, which tends to discourage fishing there. In addition, the Revillagigedo Islands are located far offshore, so vessels do not pass near them when traveling between most other fishing areas and the important ports of California and Baja California. Finally, the fishing conditions are difficult there, for storms are frequent during July through October (Anonymous,

1956), there are insufficient baitfishes available for the baitboats, and the shallow water, strong currents, and abundant sharks make fishing difficult for purse seiners.

### Tagging operations

There were released 1,965 tagged yellowfin and 4,047 tagged skipjack in the Revillagigedo Islands area during the 1952-1964 period. Most of these were released on Cruise 33, chartered during March-April 1960. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	37	2	117	1,000	293	361	27	7	112	0	9	0
Skipjack	1	0	6	2,414	136	493	269	635	61	0	32	0

### Yellowfin tuna

#### Origin

There were 17 returns of yellowfin in the Revillagigedo Islands area from fish released in other areas (Table 6). Of the 14 returns from fish released in Area 1, 12 had been released in June 1962 (Cruise 42) and all were returned the same month. A few fish released in Areas 4 and 5 were also returned from the Revillagigedo Islands area (Table 6; Figures 11 and 12).

#### Movements

There were 49 returns in the Revillagigedo Islands area from yellowfin released in that area (Table 6). Of the 42 returns from fish released near Roca Partida (0-15-110-18 and 0-15-110-23), 40 were recaptured near Roca Partida, 1 near Isla Socorro (0-15-110-16), and 1 near Isla San Benedicto (0-15-110-21). Of these 42 returns, 8 were from Cruise 4 (June 1956), 31 from Cruise 33 (April 1960), and 3 from other cruises. The first 40 fish were at liberty 8 to 208 days (median = 24 days). The one which went to Isla Socorro was released in July 1956 and recaptured in March 1957, while the one which went to Isla San Benedicto was released in April 1960 (Cruise 33) and recaptured in April 1961. Of the four returns from fish released near Isla Socorro, three were recaptured near Isla Socorro and one near Isla San Benedicto; of the three returns from fish released near Clarion Island (0-15-110-20), two were recaptured near Clarion Island and one near Isla San Benedicto. The recaptures of these seven fish were made after 4 to 262 days at liberty (median = 50 days).

About half of the returns of fish released in the Revillagigedo Islands area were from inter-area migrants. Of the 37 returns from Area 1 (Table 6), 34 were released near Roca Partida in April 1960 (Cruise 33), two near Clarion Island in May and June, and one near Isla Socorro in May 1958 (Cruise CDFG 58C1) (Figures 17-19). These fish were recaptured after

36 to 188 days at liberty (median = 84 days). There were 12 returns from Area 2 (Table 6) from fish released at Roca Partida, 10 from Cruise 33 (April 1960) and 2 from Cruise 41 (March 1962). All of these fish were recaptured south and east of Cape San Lucas. Seven of these were at liberty 5 to 52 days and the other five 333 to 358 days. This is not surprising in view of the fact that most of the fishing in Area 2 takes place during the first half of the year. The two fish which were returned from Area 4 (Table 6) were at liberty long periods of time. Both were released at Roca Partida in April 1960 (Cruise 33) (Figure 17); one was recaptured in June 1961 and the other in April 1962.

### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Revillagigedo Islands area were analyzed from the returns of fish released on April 17-19, 1960 (Cruise 33). The data are shown in Figures 49 and 64.

Thirty of the 77 fish were recaptured at the location of release, and the remainder exhibited a strong tendency to move northward (Directions 0 and 7). The mean velocities of dislocation were about the same as those of the fish released in Area 1 in May and June. There were only four fish which were at liberty more than 150 days and returned in the year of release, so it cannot be determined whether or not these fish reversed their direction of movement later in the year.

### **Skipjack tuna Origin**

There were 36 returns of skipjack in the Revillagigedo Islands area from fish released in Area 1 (Table 7). All but 3 of the returns were from fish released in June 1962 (Cruise 42); 29 of the 33 fish were recaptured during the month of tagging, 3 in November 1962 (Figure 36), and 1 in January 1963 (Figure 26). All of the last four fish were recaptured on Shimada Bank (0-15-115-08).

### **Movements**

There were 100 returns in the Revillagigedo Islands area from skipjack released in that area (Table 7). All 97 of those from releases made near Roca Partida (0-15-110-17, 0-15-110-18, 0-15-110-22, and 0-15-110-23) were recaptured in the same region. Seventy-six of these 97 fish had been released in April 1960 (65 from Cruise 33 and 11 from the U. S. Bureau of Commercial Fisheries cruise). Of the three returns from fish released near Isla Socorro (0-15-110-16), one was recaptured near Isla Socorro and two near Roca Partida. These fish were at liberty 4 to 84 days (median = 18 days).

There were 39 returns from Area 1 (Table 7; Figures 40 and 41), 38 of which were from releases made near Roca Partida in April 1960 (37

from Cruise 33 and 1 from the U. S. Bureau of Commercial Fisheries cruise) and the other in the same region in May 1958 (Cruise CDFG 58C1). The locations of recapture were distributed along most of the coast of Baja California. The fish were at liberty 38 to 150 days (median = 86 days). One other fish was returned from the Hawaiian Islands (Table 7; Figure 40). It was released near Roca Partida (0-15-110-23) on April 17, 1960, and recaptured by a sampan vessel 50 miles west of Oahu Island (0-20-155-10) on August 22, 1962; the minimum distance this fish had traveled was approximately 2,600 miles. It was not measured when it was released but it was approximately 780 mm long when it was recaptured. It was at liberty 858 days, which represents the longest time free for a skipjack recorded for the experiments reported in this paper.

### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Revillagigedo Islands area were analyzed from the returns of fish released on April 17-19, 1960 (Cruise 33). The data are shown in Figures 50 and 65.

Sixty-five of the 103 fish were recaptured at the location of release, and the remainder exhibited a strong tendency to move northward (Directions 0 and 7). The mean velocities of dislocation were about the same as those of the fish released in Area 1 in June. Except for one fish which was recaptured in the central Pacific Ocean, there were no fish at liberty more than 150 days, so it cannot be determined whether or not these fish reversed their direction of movement later in the year.

## **Area 4, Southern Mexican Coast**

### **Fishery**

The Southern Mexican Coast area produces about 5-35% of the yellowfin and 0-5% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. Most of the effort takes place within about 200 miles of the coast, but during the late 1960's many vessels fished successfully further offshore (Calkins and Chatwin, 1967). Large (greater than 25 lb) yellowfin are taken offshore, usually associated with spotted, *Stenella graffmani*, and spinner porpoises, *S. longirostris*. Smaller (10-15 lb) yellowfin, generally not associated with porpoises, are caught nearer to the coast, especially near Manzanillo. Most of the skipjack caught off the Southern Mexican Coast are caught in the southern part of the area. The effort and catches of yellowfin are greater during the first half of the year, and least during the third quarter.

### **Tagging operations**

There were released 3,717 tagged yellowfin and 346 tagged skipjack in the Southern Mexican Coast area during the 1952-1964 period. A considerable portion of the yellowfin were released on Cruise 33, chartered

during March-April 1960. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	78	697	1,079	1,196	125	153	0	345	18	1	25	20
Skipjack	0	8	57	158	122	0	0	0	0	0	1	0

Of the 1,141 tagged yellowfin released in this area on Cruise 33, 1,117 were 800 mm long or longer, and only 3 were less than 800 mm (Appendix 1). The larger fish were unavoidably subjected to rougher handling than smaller fish usually receive. Nevertheless, there were 184 returns (16.5%) from the larger fish, which compares favorably with the return rates for tagged yellowfin released on most other cruises.

### Yellowfin tuna

#### Origin

There were 50 returns of yellowfin in the Southern Mexican Coast area from fish released in other areas (Table 6). All but 3 of the 36 returns of fish originating in Area 6 were from releases made in April 1959 (Cruise 27) and April 1961 (Cruise 38). Most of these returns took place in November, December, and January (Figures 12, 13, and 2, respectively). Appreciable numbers of immigrants came also from Areas 2, 3, and 5 (Table 6: Figures 2, 6, 7, and 13), especially when it was considered that much fewer fish were released in these areas than in Area 6 (Table 4). A few fish released in Area 1 were also returned from the Southern Mexican Coast area (Table 6; Figures 2, 3, and 6).

#### Movements

There were 215 returns in the Southern Mexican Coast area from yellowfin released in that area (Table 6). There were 186 returns of fish released in the southeastern part of the area in March-April 1960 (8 from Cruise 32 and 178 from Cruise 33), 117 of which moved to the northwest. Of the 186 fish, 182 were at liberty 2 to 79 days (median = 26 days) and the other 4 204 to 292 days. There were 25 returns of fish released in the northeastern part of the area (0-15-100-20) in August 1960 (Cruise 35), 24 of which moved to the southeast. These 25 fish were at liberty 85 to 259 days (median = 104 days).

Only one return was received from the heavily-fished Area 1 (Table 6); this fish had been released in April 1956 (Cruise 3) and was recaptured in October of the same year (Figure 17). Eight returns were made from Area 2 (Table 6). These fish were released in January-April and recaptured after 59 to 101 days at liberty (median = 76 days) (Figures 14-17). The regions of release of these fish were well scattered along the coastline. One fish, released in February 1957 (Cruise 9), was returned from Area 3 in November of the same year (Table 6; Figure 15). Six of

the 12 returns from Area 5 (Table 6) resulted from releases in March-April 1960 (Cruise 33) (Figure 17). Four of the recaptures were made in March-May 1960 and the other two in December 1961, nearly 2 years later. The other six returns from Area 5 resulted from releases in August 1960 (Cruise 35) (Figure 21); the fish were recaptured in December 1960-April 1961. The fish of the former group were released in the southeastern part of the area (0-15-095-04 and 0-15-095-10), whereas those of the latter group were liberated in its northeastern part (0-15-100-20).

#### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Southern Mexican Coast area were analyzed from the returns of fish released on March 27-April 9, 1960 (Cruise 33) and August 24-27, 1960 (Cruise 35). The data are shown in Figures 49 and 66-67.

The fish of the first group, which were released in the southeastern part of the area, exhibited a strong tendency to move to the northwest (Directions 6 and 7). The maximum mean distance from the area of release was reached after only about 60 days at liberty, but only a few of the fish were at liberty longer. The fish of the second group, which were released in the northeastern part of the area, exhibited an even stronger tendency to move to the southeast (Direction 2). The maximum mean distance from the area of release was reached by all but three of the fish after about 90 days at liberty. The mean velocities of dislocation for both groups were about the same as those of the fish released in Areas 1 and 3 in April, May, and June. There appears to be cyclical movement back and forth along the Southern Mexican Coast area. The fish of the first group were medium to large (mostly 80 to 110 cm, Appendix 1). Those of the second group were not measured, but the 14 which were recaptured in December were mostly about 65 to 75 cm long, so they must have been about 50 to 60 cm long when they were released. Thus small fish appear in the northeast in August, then seem to reappear in the southeast the following March and April as medium or medium to large fish, and finally move to the northeast again.

#### **Skipjack tuna**

##### **Origin**

There were four returns of skipjack in the Southern Mexican Coast area from fish released in other areas (Table 7). Three of these were from fish released in Area 1; all these fish were recaptured in January (Figure 26). One fish released in Area 2 was also returned from the Southern Mexican Coast area (Table 7).

##### **Movements**

There were no returns from skipjack released in the Southern Mexican Coast area (Table 7).

### Area 5, Guatemala-Nicaragua

#### Fishery

The Guatemala-Nicaragua area produces about 10-40% of the yellowfin and 0-20% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. Most of the fishing occurs within about 300 miles of the coast, but there is some fishing near Clipperton Island, located at approximately 10°15'N-109°15'W. The greatest effort and best catches of both species occur during the first half of the year, but the catch per unit of effort for skipjack tends to be higher during the second half.

#### Tagging operations

There were released 4,374 tagged yellowfin and 1,433 tagged skipjack in the Guatemala-Nicaragua area during the 1952-1964 period. More than half of these were released by the California Department of Fish and Game. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	206	887	1,206	837	222	174	17	12	574	219	0	0
Skipjack	26	106	293	335	146	0	29	38	204	256	0	0

#### Yellowfin tuna

##### Origin

There were 312 returns of yellowfin in the Guatemala-Nicaragua area from fish released in other areas (Table 6). The great majority of the returns were from fish released in Area 6. All but 22 of the 294 returns from fish originating in this area were from releases made in April-May 1961 (Cruise 38). Most of these fish were recaptured from July through November (Figures 8-12). The returns from fish released in Area 4 (Table 6) were substantial too, considering the lesser number released there (Table 4). These 12 returns all came from fish released in March-April 1960 (Cruise 33) and August 1960 (Cruise 35). A few fish released in Areas 1, 7, 8, and 9 were also returned from the Guatemala-Nicaragua area (Table 6; Figures 3, 5, 8, 11, and 12).

##### Movements

There were 24 returns in the Guatemala-Nicaragua area from yellowfin released in that area (Table 6). No pattern of movement is discernible among these fish. Some of those released in the southern part of the area were recaptured in the region of release and some moved northwest. Likewise, some of those released in the northern part of the area were recaptured in the same region and some moved southeast. The fish were at liberty 2 to 215 days (median = 42 days).

Two fish released in February 1955 were returned from Areas 1 and 2 (Table 6; Figure 15); the first was recaptured in August and the second in June of the same year. Two other fish released in February 1955 were

returned from Area 3 (Table 6; Figure 15) in October-November of the same year. Two of the four fish which were returned from Area 4 (Table 6; Figure 16) were released in September; one was returned in December of the same year and the other in January of the following year. The other two were released in March 1957 and returned in May-June of the same year. All of the five fish which were returned from Area 6 (Table 6; Figure 22) had been released in September 1961 (Cruise 39); one was returned in October 1961 and the other four in February-March 1962.

### **Skipjack tuna**

#### **Origin**

There were 67 returns of skipjack in the Guatemala-Nicaragua area from fish released in other areas (Table 7). All but one of these were from fish released in Area 6. All but 2 of these 66 returns were from fish released in April-May 1961 (Cruise 38). Sixty-three of these fish were recaptured in July-November 1961 (Figures 32-36) and the other in March 1962 (Figure 28). One fish released in Area 9 was also returned from the Guatemala-Nicaragua area (Table 7; Figure 27).

#### **Movements**

There were 11 returns in the Guatemala-Nicaragua area from skipjack released in that area (Table 7). No pattern of movement is discernible among these fish. All of the four fish from releases made in the northern part of the area (0-10-090-16 and 0-10-090-17, Cruise 10 of March-April 1957) showed short movements to the southeast; all four recaptures were made within 1 week of release. Some of the seven fish from releases made in the southern part of the area were recaptured in the region of release and some had moved to the northwest. These fish were at liberty 36 to 192 days (median = 55 days).

Two fish released in September 1961 (Cruise 39) were returned from Area 6 in October 1961 and March 1962 (Table 7). One other fish released in September 1961 (Cruise 39) was returned from Area 8 in February 1962 (Table 7; Figure 45).

### **Area 6, Costa Rica-Panama**

#### **Fishery**

The Costa Rica-Panama area produces about 10-35% of the yellowfin and 0-20% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. The fishery used to be conducted mostly within about 200 miles of the coast, but recently large catches have been made in the western part of 0-05-085 and in 0-05-090. The effort and the catches per unit of effort are fairly uniform for both species throughout the year.



### Tagging operations

There were released 17,884 tagged yellowfin, 11,565 tagged skipjack, 15 tagged bigeye, and 1 tagged black skipjack in the Costa Rica-Panama area during the 1952-1964 period. (In addition to the 1 bigeye listed in Table 1, 14 others were released on Cruise CDFG 55C2 (Anonymous, 1955c).) Most of the fish were released on Cruises 27 and 38, chartered in April 1959 and April 1961, respectively. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	74	392	373	13,310	2,620	658	34	13	207	160	43	0
Skipjack	45	334	253	9,104	1,089	493	9	0	66	108	64	0

Most of the tagged fish of both species released in this area were considerably smaller than the average size of the fish taken by the commercial fishery in the same area (Appendices 1 and 2; Hennemuth, 1961; Davidoff, 1963; Díaz, 1966).

The rates of return for the experiments initiated in 1952-1960 were considerably lower than those for the experiments initiated in 1961-1964; this is particularly evident for the yellowfin released on Cruises 27 and 38 (Table 1). The low return rates for the earlier period are believed to be due, in part, to mortalities of a substantial portion of the tagged fish immediately after release. This type of mortality is higher for smaller fish, and also when the water is warmer (Schaefer, Chatwin, and Broadhead, 1961; Fink, 1965a). The average sea-surface temperatures are between 80° and 85° F in this area during April (and the rest of the year) (Renner, 1963). The increase in the return rates after 1960 is believed to be due to improved methods of handling the fish for tagging and release (Fink, 1965b), an increase in the portion of recaptured tagged fish returned (Fink, 1965a), and increased fishing effort in the area of release and nearby areas.

### Yellowfin tuna

#### Origin

There were 16 returns of yellowfin in the Costa Rica-Panama area from fish released in other areas (Table 6). Nine of these fish were released in Area 9, five in Area 5, and two in Area 8. All but one of the fish were recaptured during the first four months of the year (Figures 2-5).

#### Movements

There were 318 returns in the Costa Rica-Panama area from yellowfin released in that area (Table 6). Of these, 254 were from fish released in the northern Panama Bight (0-05-075), 37 from fish released south of western Panama and Costa Rica (0-05-080, 0-05-085-21, and 0-05-085-22), and 27 from fish released near Cocos Island (0-05-085-04).

Of the 254 returns from fish released in the northern Panama Bight, 145 were recaptured in the same region and 109 south of western Panama and Costa Rica. Of the 145 fish returned from the same region, 130 were released in April-May (1 from Cruise 27 of April 1959, 127 from Cruise 38 of April-May 1961, 1 from Cruise 8035 of April-May 1962 (made on a Peru-based vessel), and 1 from another cruise) and 15 were released in September-October 1961 (Cruise 39). The 130 fish were at liberty 6 to 402 days (median = 321 days), and the other 15 were free 128 to 189 days (median = 176 days). All but 23 of the former group and all of the latter group were recaptured during the first half of the year following release. Of the 109 fish returned from south of western Panama and Costa Rica, 102 were released in April-May (9 from Cruise 27, 91 from Cruise 38, and 2 from Cruise 8035) and 7 were released in September-October 1961 (Cruise 39). The 102 fish were at liberty 32 to 1,408 days (median = 167 days), and the other 7 were free 77 to 228 days (median = 98 days). Only 27 of the former group and 4 of the latter group were recaptured during the first half of the year following release.

The fish which was at liberty 1,408 days was released on April 30, 1961 (Cruise 38), and recaptured on March 7, 1965. This represents the longest time at liberty for a yellowfin recorded for the experiments reported in this paper. The fish was 600 mm long when it was released, but it was not measured when it was recaptured.

Of the 37 returns from fish released south of western Panama and Costa Rica, 33 were recaptured in the same region, 3 in the northern Panama Bight, and 1 offshore south of Guatemala (0-05-090-22). All these fish were released in March-April (2 from Cruise 27, 23 from Cruise 38, and 12 from Cruise 45 of March 1964). The 33 fish returned from the same region were recaptured 8 to 373 days after release (median = 53 days). The three fish returned from the northern Panama Bight were at liberty 114 to 343 days. The fish returned from offshore south of Guatemala was released in March 1964 (Cruise 45) and recaptured in June of the same year (Figure 16).

Of the 27 returns from fish released near Cocos Island, 25 were recaptured in the same 1° area and 2 were recaptured about 200 miles to the north (0-05-085-19 and 0-05-085-25). All these fish were released in February-March 1964 (Cruise 45). Of the 25 fish returned from the same region, 20 were at liberty 5 to 33 days (median = 23 days), and the others 168, 354, 554, 679, and 696 days. The two fish which were returned from the north were at liberty 629 and 581 days, respectively.

There were two returns from Area 2 (Table 6; Figures 17 and 18). The fish were released in the northern Panama Bight in April-May 1961 (Cruise 38), and both were recaptured in June 1962.

There were 36 returns from Area 4 (Table 6; Figures 17 and 18), all

from fish released in April-May (10 from Cruise 27, 23 from Cruise 38, and 3 from Cruise 8035). Twenty-nine of the fish had been released in the northern Panama Bight and seven south of western Panama and Costa Rica. The fish of the former group were at liberty 75 to 596 days (median = 253 days), while those of the latter group were free 171 to 379 days (median = 251 days).

There were 294 returns from Area 5 (Table 6; Figures 15-18 and 22), 272 of which were from fish released in April-May 1961 (Cruise 38). Of these fish, 261 had been released in the northern Panama Bight, 32 south of western Panama and Costa Rica, and 1 near Cocos Island.

All but 2 of the 261 returns from fish released in the northern Panama Bight were from releases made in April-May (3 from Cruise 27, 247 from Cruise 38, and 9 from Cruise 8035); the other 2 were released in February 1955 and September 1961 (Cruise 39). Of the 261 fish, 181 were recaptured in 0-10-085, 78 in 0-10-090, and 2 near Clipperton Island (0-10-105-05). The fish of the first two groups were at liberty 67 to 846 days (median = 158 days). The other two fish, both released in April 1961 (Cruise 38), were recaptured in January and March 1962.

The 32 returns from fish released south of western Panama and Costa Rica were all from releases made in March-April (1 from Cruise 27, 25 from Cruise 38, 5 from Cruise 45, and 1 from another cruise). Fifteen of the fish were recaptured in 0-10-085, 16 in 0-10-090, and 1 further offshore in 0-10-100-18. The fish of the first two groups were at liberty 49 to 403 days (median = 163 days). The other fish, released in March 1964 (Cruise 45), was recaptured in March 1965.

One fish released near Cocos Island in February 1964 (Cruise 45) was returned from 0-10-100-18 in March 1965.

There were three returns from Area 7 (Table 6; Figure 17), all from fish released in the northern Panama Bight. One fish released in April 1959 (Cruise 27) was returned in April 1962 from 0-00-095-08 by a Japanese longline vessel. Although this fish had moved nearly 1,200 miles to the southwest, it was recaptured well within the regulatory area of the Inter-American Tropical Tuna Commission (Anonymous, 1970: Figure 1). The other two fish were released in April 1961 (Cruise 38); one was recaptured in November 1961 and the other in May 1962.

There were 75 returns from Area 8 (Table 6; Figures 17, 18, 22, and 23), all from fish released in the northern Panama Bight. Sixty-nine of the returns were from fish released in April-May (7 from Cruise 27, 48 from Cruise 38, and 14 from Cruise 8035) and 6 from fish released in September-October 1961 (Cruise 39). Twenty-two of the 69 fish from releases made in April-May were recaptured north of Punta Galera 153 to 502 days later (median = 271 days). The other 47 fish were recaptured south of

Punta Galera near Manta (0-00-080-01, 2-05-080-17, 2-05-080-21, and 2-05-080-22) 22 to 372 days later (median = 204 days). Four of the six fish from releases made in September-October were recaptured north of Punta Galera 95 to 154 days later, and the other two south of Punta Galera near Manta (2-05-080-21) 184 and 196 days later.

There were 107 returns from Area 9 (Table 6; Figures 17, 18, and 22), 105 from fish released in the northern Panama Bight, 1 from fish released south of western Panama and Costa Rica, and 1 from fish released near Cocos Island. Of the 105 returns from fish released in the northern Panama Bight, 104 were from releases made in April-May (3 from Cruise 27, 63 from Cruise 38, and 38 from Cruise 8035) and 1 from releases made in September 1961 (Cruise 39). The fish were at liberty 50 to 517 days (median = 294 days). One fish released south of western Panama and Costa Rica in April 1959 (Cruise 27) was recaptured in December of the same year, and one fish released near Cocos Island in March 1964 (Cruise 45) was recaptured in January 1965.

One fish released in the northern Panama Bight in April 1961 (Cruise 38) was returned from Area 11 in February 1962 (Table 6; Figure 17).

In summary, fish released in the northern Panama Bight were recaptured in the various areas after the following median times at liberty: Area 6 south of western Panama and Costa Rica, 166 days; Area 5, 158 days; Area 4, 252 days; Area 8 north of Punta Galera, 266 days; Area 8 south of Punta Galera, 190 days; Area 9, 294 days.

The numbers of returns in the principal areas of the fish released in April 1959 (Cruise 27), April-May 1961 (Cruise 38), and April-May 1962 (Cruise 8035) were as follows:

Year	Area of return				
	4	5	6	8	9
1959	10	4	12	7	4
1961	23	272	241	48	63
1962	3	9	3	14	38

It appears that about equal numbers of fish moved north and south in 1959, while most of them remained in the same area or moved north in 1961 and most of them moved south in 1962. It is necessary, however, to examine data on the fishing effort to determine whether the differences in the apparent movements in the three years were artifacts caused by differences in the locations of fishing. Alverson (1963: Table 4) lists estimates of the fishing effort for tropical tunas by baitboats (in Class-4 days) and purse seiners (in Class-3 days) for each 5° area of the eastern Pacific Ocean by quarters of the year for 1959 through 1962. His values include data only for the vessels from which adequate logbook information was obtained, all larger ones. There were many small baitboats and *bolicheros*

operating in Areas 8 and 9 during the years in question. The former were based almost entirely in Manta, Ecuador, and the latter almost entirely in Mancora, Peru. Joseph and Calkins (1969: 42) list estimates for the annual effort for 1959 through 1965 (in Class-4 baitboat days) by small baitboats based in Manta. No estimates are available for the effort by *bolicberos*, but it is believed to have been considerably less than half the total effort in Areas 8 and 9. The effort data for the last three quarters of the year for the large baitboats and purse seiners were obtained from Alverson's table, while those for the small baitboats were estimated by multiplying Joseph and Calkins' values by 0.75. These data are shown for Areas 4, 5, 6, and 8-9 in Table 12, the data for the last two areas being combined because both occupy the same 5° area, 2-05-080. In 1959 the effort was considerably greater south of the area of release, and yet the returns were divided about equally between Areas 4 and 5 and Area 8-9. In 1961 the effort was about equal north and south of the area of release, or perhaps greater in the north, but many more returns were made in the north than in the south. In 1962 the effort was roughly twice as great in the south, and there were more than four times as many returns in the south as in the north. Thus it appears that the fish tended to migrate northward in 1959 and 1961 and southward in 1962.

### Dispersion

The dispersion data for the fish of the Costa Rica-Panama area were analyzed from the returns of fish released on April 5-22, 1959 (Cruise 27), April 7-May 2, 1961 (Cruise 38), and April 24-May 26, 1962 (Cruise 8035). The data are shown in Figures 49 and 68-70.

The fish released in this area exhibited greater dispersion than those released in any other area. (The arrows for the three diagrams of Figure 49 depicting the dispersion of the fish released in this area had to be drawn proportionally half as long as those for the other experiments because the distances traveled by the former were so much greater.) The fish released in 1959 and 1961 tended to move to the northwest (Direction 6), while those released in 1962 moved mostly to the south (Direction 4). (The table on page 36 indicates that approximately equal numbers of fish moved north and south in 1959; this is because a considerable portion of the fish which moved to the northwest remained in Area 6.) The mean velocities of dislocation were greater in 1961 and 1962 than in 1959, but those for all three years were of the same order of magnitude as those of the fish released in Areas 1, 3, and 4 in April, May, and June. Most of the fish released in the Costa Rica-Panama area were at liberty much longer than those released in Areas 1, 3, and 4, however, which enabled them to move further. In 1961 the northwestward-bound fish traveled about 600 miles in their first 90 days at liberty, remained stationary for about 90 days, and then traveled about 300 additional miles to the northwest. It appears

that in 1961, and possibly in 1959, the fish tended to reverse their movement to the northwest after about 250 days at liberty and move back toward the locations of release.

### **Skipjack tuna**

#### **Origin**

There were five returns of skipjack in the Costa Rica-Panama area from fish released in other areas (Table 7). Two of these fish were released in Area 5, two in Area 9, and one in Area 8 (Figures 29 and 36).

#### **Movements**

There were 143 returns in the Costa Rica-Panama area from skipjack released in that area (Table 7). Of these, 113 were from fish released in the northern Panama Bight (0-05-075), 3 from fish released south of western Panama and Costa Rica (0-05-080), and 27 from fish released near Cocos Island (0-05-085-04).

Of the 113 returns from fish released in the northern Panama Bight, 95 were recaptured in the same region, 17 south of western Panama and Costa Rica, and 1 east of Cocos Island (0-05-085-02). Of the 95 fish returned from the same region, 93 were released in April-June (85 from Cruise 27 of April 1959, 5 from Cruise 38 of April-May 1961, 1 from Cruise 8035 of April-May 1962 (made on a Peru-based vessel), and 2 from other cruises) and 2 were released in September 1961 (Cruise 39). The first 93 fish were at liberty 5 to 320 days (median = 32 days). The two fish from releases made in September 1961 were recaptured in January-February 1962. The 17 fish returned from south of western Panama and Costa Rica had all been released in April-May (7 from Cruise 27, 8 from Cruise 38, and 2 from another cruise) and were recaptured 8 to 302 days later (median = 149 days). The fish returned from east of Cocos Island was released in May 1961 (Cruise 38) and recaptured in March 1962 (Figure 41).

The three returns from fish released south of western Panama and Costa Rica were all from releases made in April 1959 and 1961 (Cruises 27 and 38). One fish was recaptured in the northern Panama Bight 54 days later, and the other two in the region of release after 9 and 232 days at liberty.

Of the 27 returns from fish released near Cocos Island, 25 were recaptured in the same 1° area. All but 1 of the 25 fish were released in February-March 1964 (Cruise 45) and recaptured after 1 to 29 days at liberty (median = 11 days); the other was released in February 1957 and recaptured in April of the same year. One fish released in March 1964 (Cruise 45) was returned from about 200 miles to the east (0-05-085-01) in March 1965. One other fish released in the same month on the same cruise was returned from south of western Panama and Costa Rica (0-05-085-22) in October 1964 (Figure 39).

There were 66 returns from Area 5 (Table 7; Figures 40 and 41), 64 of which were from fish released in April-May 1961 (Cruise 38). Sixty-three of these fish had been released in the northern Panama Bight and three south of western Panama and Costa Rica.

The 63 returns from fish released in the northern Panama Bight were all from Cruise 38. Fifty-three of the 63 fish were recaptured in 0-10-085, 9 in 0-10-090 near shore, and 1 offshore in 0-10-090-03. The fish of the first two groups were at liberty 73 to 193 days (median = 149 days); the other fish was released in April 1961 and recaptured in March 1962.

The three returns from fish released south of western Panama and Costa Rica were from releases made in April 1954 (Cruise 54C2), April 1959 (Cruise 27), and April 1961 (Cruise 38). The fish were recaptured 51 to 310 days later in 0-10-085.

One fish released near Cocos Island in February 1964 (Cruise 45) was returned from Area 7 (0-00-090-16) in July of the same year (Table 7).

There were 58 returns from Area 8 (Table 7; Figures 39-41 and 45), 57 of which were from fish released in March-May (30 from Cruise 27, 20 from Cruise 38, 6 from Cruise 8035, and 1 from another cruise) and 1 from fish released in September 1961 (Cruise 39). Fifty-two of the fish had been released in the northern Panama Bight, five south of western Panama and Costa Rica, and one near Cocos Island.

Thirteen of the 52 fish from releases made in the northern Panama Bight were recaptured north of Punta Galera 18 to 275 days later (median = 153 days). The other 39 fish were recaptured south of Punta Galera near Manta (0-00-080-01, 2-05-080-17, 2-05-080-21, and 2-05-080-22) 59 to 446 days later (median = 181 days). The one fish from a September release was included in the latter group; it was at liberty 173 days.

Two of the five fish from releases made south of western Panama and Costa Rica were recaptured north of Punta Galera 80 and 168 days later. The other three were recaptured south of Punta Galera 88 to 213 days later.

One fish released near Cocos Island in March 1964 (Cruise 45) was returned from near Manta (2-05-080-21) in September of the same year.

There were 15 returns from Area 9 (Table 7; Figures 40 and 41), all of which were from releases made in the northern Panama Bight in April-May (11 from Cruise 27, 3 from Cruise 38, and 1 from Cruise 8035). The fish were at liberty 50 to 482 days (median = 205 days).

In summary, fish released in the northern Panama Bight were recaptured in the various areas after the following median times at liberty: Area 6 south of western Panama and Costa Rica, 149 days; Area 5, 149 days; Area 8 north of Punta Galera, 153 days; Area 8 south of Punta Galera, 181 days; Area 9, 205 days.

The numbers of returns in the principal areas from the fish released in April 1959 (Cruise 27), April-May 1961 (Cruise 38), and April-May 1962 (Cruise 8035) were as follows:

Year	Area of return			
	5	6	8	9
1959	1	92	30	11
1961	64	17	19	3
1962	0	1	6	1

It appears that most of the fish remained in the same area or moved south in 1959 and 1962, and that most of them moved north in 1961. It is necessary, however, to examine data on the fishing effort (Table 12) to determine whether the differences in the apparent movements in the three years were artifacts due to differences in the locations of fishing. It is quite clear from these data that the fishing effort was higher in Area 8-9 than in Area 5 in 1959 and 1962, whereas it was about equal, or perhaps greater in Area 5, in 1961. This must be partly responsible for the fact that more fish were returned from Areas 8 and 9 in 1959 and 1962 and from Area 5 in 1961, but probably not entirely so, for the differences in the distributions of the tag returns were considerably greater than the differences in the distributions of the fishing effort. In fact, the differences in the distributions of the fishing effort were probably partly due to differences in the migrations of the fish which had previously been in Area 6. The sea-surface temperatures were considerably higher in the eastern Pacific Ocean in 1959 than in 1961 (Eber, Saur, and Sette, 1968), and this may have been the cause of the differences in migration in the two years.

### Dispersion

The dispersion data for the fish of the Costa Rica-Panama area were analyzed from the returns of fish released on April 2-22, 1959 (Cruise 27) and April 12-May 2, 1961 (Cruise 38). The data are shown in Figures 50 and 71-72.

The fish released in this area exhibited greater dispersion than those released in any other area. Those released in 1959 tended to move southward (Directions 3 and 4), while those released in 1961 moved mostly to the northwest (Direction 6). The mean velocities of dislocation were greater in 1961 than in 1959, but those for both years were of the same order of magnitude as those of the fish released in Area 3 in April and Area 1 in June. Most of the fish released in the Costa Rica-Panama area were at liberty much longer than those released in Areas 1 and 3, however, which enabled them to move further. The fish reached their maximum mean distances from the locations of release after about 90 days at liberty, and thereafter do not appear to have dispersed much. It appears that in 1961 the fish tended to reverse their movement to the northwest after about 90 days at liberty and move back toward the locations of release.



### Area 7, Galapagos Islands

#### Fishery

The Galapagos Islands area produces less than 1% of the yellowfin and about 1% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. Most of the fishing in this area is conducted by baitboats. The greatest effort and best catches of both species occur during the second half of the year, but there is some fishing in all months. The catches per unit of effort are fairly good, but the effort is low. The remoteness of the area probably contributes considerably to the lack of fishing effort there, but other factors, such as the abundance of sharks, may be important too.

#### Tagging operations

There were released 2,049 tagged yellowfin, 2,603 tagged skipjack, and 121 tagged bigeye in the Galapagos Islands area during the 1952-1964 period. (In addition to the 37 bigeye listed in Table 1, 2 others were released on Cruise 13 and 82 others on Cruises CDFG 54C2, 54C3, 54C4, and 55C2 (Anonymous, 1954, 1955a, 1955b, 1955c).) More than half of the fish were released by the California Department of Fish and Game. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	0	463	603	118	0	0	19	275	24	118	245	184
Skipjack	0	183	934	278	0	0	2	475	9	34	291	397

#### Yellowfin tuna

##### Origin

There were only four returns of yellowfin in the Galapagos Islands area from fish released in other areas (Table 6). Three of these fish originated in Area 6 and the other in Area 9 (Figures 5, 6, and 12).

##### Movements

There were 24 returns in the Galapagos Islands area from yellowfin released in that area (Table 6). Nineteen of these fish were recaptured in the same 1° areas in which the fish were released; 15 of these were released and recaptured on Paramount Bank (0-00-090-16). The other five fish moved short distances within the area; no pattern of movement was discernible among them. The fish were at liberty 6 to 182 days (median = 52 days).

One fish released in February 1964 (Cruise 45) was returned from Area 5 in July of the same year (Table 6; Figure 15). One other fish released in August 1961 (Cruise 39) was returned from Area 8 in March 1962 (Table 6; Figure 21). Of the four returns made from Area 9 (Table 6), two of the fish were released in August 1957 (Cruise 13) and August 1961 (Cruise 39) and recaptured in April 1958 and April 1962 (Figure 21), one was released in March 1954 and returned in October of the same year

(Figure 16), and one was released in February 1964 (Cruise 45) and returned in April of the following year (Figure 15).

### **Skipjack tuna**

#### **Origin**

There were two returns of skipjack in the Galapagos Islands area from fish released in other areas (Table 7). One of these was released in Area 6, near Cocos Island (0-05-085-04), and the other in Area 9 (Figure 37).

#### **Movements**

There were eight returns in the Galapagos Islands area from skipjack released in that area (Table 7). Each of these fish was recaptured in the same 1° area in which it was released after 6 to 41 days at liberty (median = 24 days).

One fish released in August 1957 (Cruise 13) was returned from Area 10 in March 1958 (Table 7, Figure 44).

### **Area 8, Colombia-Ecuador**

#### **Fishery**

The Colombia-Ecuador area produces about 2-10% of the yellowfin and 10-30% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. The best yellowfin fishing occurs northwest of Buenaventura, Colombia, during the second quarter of the year (Forsbergh, 1969). The fishery is pursued principally by a fleet of large purse seiners (most of which were baitboats during the 1950's) based in California and Puerto Rico, and a fleet of small baitboats based mostly in Manta, Ecuador. The baitboats fish almost entirely very near the coast, whereas the purse seiners may fish either near the coast or further offshore (but mostly within about 150 miles of the coast). May, June, and July are the best months for the inshore fishery.

#### **Tagging operations**

There were released 1,812 tagged yellowfin and 9,660 tagged skipjack in the Colombia-Ecuador area during the 1952-1964 period. More than half of these were released by Tuna Commission employees stationed at Manta, Ecuador. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	603	29	42	438	242	43	121	45	36	19	15	179
Skipjack	647	88	222	1,312	1,120	2,472	1,912	422	281	629	293	262

### **Yellowfin tuna**

#### **Origin**

There were 241 returns of yellowfin in the Colombia-Ecuador area from fish released in other areas (Table 6). Most of the returns were from

fish released in Area 9. All but 17 of the 165 returns from fish originating in this area were from releases made from Peru-based vessels in 1961. Most of these fish were recaptured during the first half of 1962, which is not surprising in view of the fact that most of the yellowfin tagged in Area 9 were released in the second half of the year. A substantial portion of the fish returned from the Colombia-Ecuador area had been released in Area 6 (Table 6); 48 of the 75 returns came from releases made in April 1961 (Cruise 38). There was also one return in the Colombia-Ecuador area from a fish released in Area 7 (Table 6; Figure 4).

#### **Movements**

There were 29 returns in the Colombia-Ecuador area from yellowfin released in that area (Table 6). All 22 of those from releases made near Manta (south of Punta Galera) were recaptured in that region after 2 to 309 days at liberty (median = 32 days). All seven of those from releases made north of Punta Galera were recaptured in that region after 72 to 192 days at liberty (median = 130 days).

One fish released in April 1962 was returned from Area 5 in October of the same year (Table 6; Figure 17). Two other fish released in September 1961 (Cruise 39) were returned from Area 6 in February-March 1962 (Table 6; Figure 22). The nine fish which were returned from Area 9 (Table 6) were released in April, June, and September-October (Figures 17 and 19); they were at liberty 89 to 354 days (median = 176 days).

#### **Skipjack tuna**

##### **Origin**

There were 152 returns of skipjack in the Colombia-Ecuador area from fish released in other areas (Table 7). More than half the returns were from fish released in Area 9. Fifty-one of the 86 returns from fish originating in this area were from releases made from Peru-based vessels in 1961. Most of these fish were recaptured during the first half of 1962, which is not surprising in view of the fact that most of the skipjack tagged in Area 9 were released in the second half of the year. A substantial portion of the fish returned from the Colombia-Ecuador area had been released in Area 6 (Table 7); 50 of the 58 returns came from releases made in April 1959 (Cruise 27) and April 1961 (Cruise 38). There were six returns of fish which had been released in Area 10 (Table 7; Figures 29, 30, 34, 35, and 37). A few fish released in Areas 5 and 11 were also returned from the Colombia-Ecuador area (Table 7; Figures 27 and 32).

##### **Movements**

There were 266 returns of skipjack in the Colombia-Ecuador area from fish released in that area (Table 7). Of the 251 returns from fish released south of Punta Galera near Manta (2-05-080-17, 2-05-080-21, 2-05-080-22,

0-00-080-01, and 0-00-080-2), 246 were recaptured in the same region and 5 were recaptured north of Punta Galera. These fish were released in all months but February and December. The former 246 were at liberty 2 to 623 days (median = 43 days), and the latter 5 were at liberty 11 to 231 days (median = 184 days). Of the 15 returns from fish released north of Punta Galera, 9 were recaptured in the same region and 6 near Manta. These fish were at liberty 5 to 292 days (median = 99 days).

One fish released in July 1962 was returned from Area 1 in September of the same year (Table 7; Figure 43); this fish had traveled a minimum distance of approximately 2,400 miles in only 59 days. This return, together with that for a fish released in Area 9 and returned from Area 1 (Figure 43), constitutes the only evidence for mixing of the skipjack populations north and south of the Southern Mexican Coast area, which is nearly devoid of skipjack (Joseph and Calkins, 1969). One fish released in April 1957 was returned from Area 6 in May of the same year (Table 7; Figure 40). There were 78 returns in Area 9 from fish released in the Colombia-Ecuador area (Table 7). One was released north of Punta Galera and the other 77 near Manta. These fish were released in all months but January and February, and recaptured after 9 to 424 days at liberty (median = 90 days).

### Dispersion

The dispersion data for the fish of the Colombia-Ecuador area were analyzed from the returns of the fish released on May 17-July 7 of all years, more than 50 percent of the returns from fish released in this area having been from releases made during this period. The data are shown in Figures 50 and 73.

The fish did not move very much, averaging less than 1 mile per day. They moved mostly southward (Directions 3 and 4) toward the heavily exploited Area 9. The fish reached their maximum mean distances from the locations of release after about 60 days at liberty, and thereafter do not appear to have dispersed much. The mean square dispersion coefficient was 691 miles<sup>2</sup> per day.

### Area 9, Gulf of Guayaquil

#### Fishery

The Gulf of Guayaquil area produces about 5-20% of the yellowfin and 20-45% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. The fish are now caught mostly by large purse seiners, but until about 1960 a considerable portion of the catch was taken by *bolicheros* based in Mancora. The latter have now been diverted to other fisheries or to other areas. The best yellowfin fishing usually occurs in March-April and the best skipjack fishing in May-September.

**Tagging operations**

There were released 7,821 tagged yellowfin and 17,284 tagged skipjack in the Gulf of Guayaquil area during the 1952-1964 period. Most of these were released by Tuna Commission employees stationed at Mancora, Paíta, and Coishco, Peru. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	138	298	20	12	31	296	836	627	409	1,777	2,067	1,310
Skipjack	488	313	66	170	861	733	932	3,193	1,606	2,782	3,406	2,734

**Yellowfin tuna****Origin**

There were 136 returns of yellowfin in the Gulf of Guayaquil area from fish released in other areas (Table 6). The majority of the returns were from fish released in Area 6. These 107 fish were recaptured in the Gulf of Guayaquil in all months, but particularly in October, November, and December (Figures 11-13). Substantial numbers of returns came also from fish released in Areas 7, 8, and 10 (Table 6), especially when it is considered that much fewer fish were released in these areas than in Area 6 (Table 4). Three of the four fish from Area 7 were recaptured in April and the other in October (Figures 5 and 11). Eight of the 16 fish from Area 10 were recaptured in November and December (Figures 12 and 13).

**Movements**

There were 1,536 returns in the Gulf of Guayaquil area from yellowfin released in that area (Table 6). Recaptures were made in all months from fish released in all months but March. The ranges and medians of the times at liberty for the fish released in each month were as follows:

Month of release	Number of returns	Days at liberty	
		Range	Median
January	14	8-721	29
February	25	3-244	50
April	1	286	286
May	12	1-91	4
June	92	2-355	150
July	238	5-389	135
August	106	1-408	126
September	81	10-385	120
October	477	1-526	68
November	270	3-572	102
December	220	1-423	46
<b>Total</b>	1,536	1-721	90

The most noteworthy thing about these data is the short time the fish released in May were at liberty. (It might seem that not much significance

should be attached to data based on only 12 returns, but the same phenomenon was observed for the 136 returns of skipjack released in May (page 48.) These fish were all released in 1960 (Cruises 8018 and 8019 from Peru-based vessels). It is curious that the fish released in May 1960 were recaptured so much more quickly than the others, for heavy fishing took place in the Gulf of Guayaquil area during nearly all quarters of 1959-1962 (Alverson, 1963: Figures 2-33; Table 4). There is a possibility that most of these returns were fraudulent. It can also be observed that the times at liberty tended to decrease from June to January.

One fish released in July 1962 was returned from Area 1 in June 1964 (Table 6; Figure 20); this fish had traveled a minimum distance of approximately 2,500 miles in 710 days. This is the only return from Area 1 of a fish released south of Area 5. Two fish released in July and August 1962 were returned from Area 5 in October 1962 and February 1963, respectively (Table 6; Figures 20 and 21). All of the nine fish returned from Area 6 (Table 6; Figures 20, 21, 23, and 24) had been released in July-August and October-November, and all were recaptured in January-April of the year following release after 111 to 287 days at liberty (median = 139 days). One fish released in July 1962 was returned from Area 7 in May 1963 (Table 6; Figure 20).

Of the 165 fish returned from Area 8, 151 were recaptured south of Punta Galera (0-00-080-01, 2-05-080-17, 2-05-080-21, and 2-05-080-22) and 14 north of it (Figures 20, 21, and 23-25). The fish of the former group were all released in June-December and recaptured in all months but October. They were at liberty 17 to 524 days (median = 168 days). The fish of the latter group were all released in July-August and October-December. Thirteen of them were returned during the following December-March period after 67 to 190 days at liberty (median = 124 days). The other was released in November 1961 and recaptured in January 1963.

All 13 of the fish returned from Area 10 (Table 6; Figures 14 and 23-25) had been released in October-January. Eleven of them were recaptured during the first half of the year following tagging. The two others were released in December 1952 (Cruise CDFG 52C1) and January 1956 (Cruise 1) and recaptured in December 1953 and July 1956. The first 11 fish were at liberty 62 to 243 days (median = 128 days).

The 11 fish returned from Area 11 (Table 6; Figures 20-24) had all been released in July-November. Ten of them were recaptured in December of the year of release or February-March of the following year; the other was released in November 1961 and recaptured in February 1963. It is not surprising that all the returns were made in December-March, since fishing takes place in Area 11 almost exclusively during the southern summer. The first 10 fish were at liberty 62 to 219 days (median = 124 days).

In summary, fish released in the Gulf of Guayaquil area were recaptured in the various areas after the following median times at liberty: Area 8 south of Punta Galera, 168 days; Area 8 north of Punta Galera, 136 days; Area 6, 139 days; Area 10, 129 days; Area 11, 124 days.

### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Gulf of Guayaquil area were analyzed from the returns of fish of the following groups:

1. all fish released during June 22-25, 1961;
2. all fish released during July 15-September 30 of all years except 1962;
3. all fish released during July 14-September 17, 1962;
4. all fish released during October 7-December 29 of all years except 1961;
5. all fish released during October 1-15, 1961;
6. all fish released during November 2-9, 1961;
7. all fish released during December 2-15, 1961.

The data are shown in Figures 49 and 74-80. There were few returns of fish released during January-April, and most of the returns of fish released during May may be fraudulent, so the data for these months were not considered. There were large numbers of returns for fish released during July-September 1962 and October, November, and December 1961, so these were separated from the returns of fish released during these months of other years.

The fish did not move very much, averaging less than 1 mile per day. The fish of Groups 1, 5, and 6 tended to go northward, while those of Groups 3 and 4 tended to go to the south. The fish released in June 1961 (Group 1) reached their minimum mean distances from the locations of release after about 150 days at liberty and their maximum mean distances from these locations after about 300 days at liberty, while those released in October, November, and December of that year (Groups 5, 6, and 7) reached their maximum mean distances after about 150 to 180 days at liberty and their minimum mean distances after about 300 days at liberty. Thus these fish appear to have concentrated in the locations of release in October, November, and December 1961, and to have been relatively far away from them (mostly to the north) in April, May, and June 1962. The fish of Groups 2 and 3 behaved somewhat like those of Group 1, while the fish of Group 4 behaved about like those of Groups 5, 6, and 7, but the trends are less pronounced. The mean square dispersion coefficients for the seven groups were as follows: 1, 49; 2, 92; 3, 224; 4, 171; 5, 86; 6, 229; 7, 66 miles<sup>2</sup> per day (average = 131 miles<sup>2</sup> per day).

### Skipjack tuna

#### Origin

There were 126 returns of skipjack in the Gulf of Guayaquil area from fish released in other areas (Table 7). The majority of the returns were from fish released in Area 8. Fifty-three of the 78 returns of fish originating in this area were from releases made from Ecuador-based vessels in 1959-1961. All but 1 (Figure 28) of the 32 returns from fish released in Area 10 (Table 7) were made during the second half of the year (Figures 32-34, 36, and 37). The 15 returns from Area 6 (Table 7; Figures 26 and 31-37) all came from fish released in April and May; 11 of them were recaptured during the second half of the year. One fish released in Area 11 was also returned from the Gulf of Guayaquil area (Table 7; Figure 34).

#### Movements

There were 948 returns in the Gulf of Guayaquil area from skipjack released in that area (Table 7). Recaptures were made in all months from fish released in all months. The ranges and medians of the times at liberty for the fish released in each month were as follows:

Month of release	Number of returns	Days at liberty	
		Range	Median
January	10	8-345	16
February	1	3	3
March	5	3-77	69
April	2	20-328	174
May	136	1-393	3
June	64	1-430	82
July	86	7-344	44
August	132	2-499	68
September	44	2-426	32
October	207	1-393	60
November	189	3-788	42
December	72	2-378	23
<b>Total</b>	<b>948</b>	<b>1-788</b>	<b>41</b>

The most noteworthy thing about these data is the short time the fish released in May were at liberty. These fish were all released in 1960 (Cruises 8018 and 8019 from Peru-based vessels), whereas only 51 other fish among the 948 returns had been released in that year. It is curious that the fish released in May 1960 were recaptured so much more quickly than the others, for heavy fishing took place in the Gulf of Guayaquil area during nearly all quarters of 1959-1962 (Alverson, 1963; Figures 2-33; Table 4). There is a possibility that most of these returns were fraudulent. It can be observed that the times at liberty tended to decrease from June to January.



One fish released in July 1962 was returned from Area 1 in September of the same year (Table 7; Figure 43); this fish had traveled a minimum distance of approximately 2,600 miles in only 64 days. This return, together with that for a fish released in Area 8 and returned from Area 1 (Figure 43), constitutes the only evidence for mixing of skipjack populations north and south of the Southern Mexican Coast area, which is nearly devoid of skipjack (Joseph and Calkins, 1969). (It is noteworthy that all three returns in Area 1 of fish released off the Ecuador coast—one yellowfin and one skipjack from Area 9 and one skipjack from Area 8—came from releases made in July 1962. The two skipjack reached their destination in only 2 months.)

One fish released in November 1961 was returned from Area 5 in February 1962 (Table 7; Figure 47). Two fish released in August and November 1961 were returned from Area 6 in November 1961 and April 1962, respectively (Table 7; Figures 44 and 47). One fish released in October 1958 was returned from Area 7 in December of the same year (Table 7; Figure 46).

Of the 86 fish returned from Area 8 (Table 7), 78 were recaptured south of Punta Galera (0-00-080-01, 2-05-080-17, 2-05-080-21, and 2-05-080-22) and 8 north of it (Figures 47 and 48). The fish of the former group were released in all months but January and March and recaptured in all months. They were at liberty 5 to 498 days (median = 108 days). The fish of the latter group were all released in October-December and recaptured after 51 to 169 days at liberty (median = 129 days).

The nine fish returned from Area 10 (Table 7; Figures 44 and 46-48) had been released in August and October-December and were recaptured after 20 to 170 days at liberty (median = 100 days).

In summary, fish released in the Gulf of Guayaquil area were recaptured in the various areas after the following median times at liberty: Area 8 south of Punta Galera, 108 days; Area 8 north of Punta Galera, 129 days; Area 10, 100 days.

### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Gulf of Guayaquil area were analyzed from the returns of fish of the following groups:

1. all fish released during June 10-28;
2. all fish released during July 1-September 30;
3. all fish released during October 2-December 29 of all years except 1961;
4. all fish released during October 1-December 19, 1961.

The data are shown in Figures 50 and 81-84. There are few returns from

fish released during January-April, and most of the returns of the fish released in May may be fraudulent, so the data for these months were not considered. There was a large number of returns for fish released during October-December 1961, so these were separated from the returns of the fish released during October-December of the other years.

The fish did not move very much, averaging less than 1 mile per day. They moved in all directions, but somewhat more to the north (Directions 0 and 7) toward the heavily exploited Area 8. The fish released in the fourth quarter of 1961 (Group 4) tended to move northward, like those of Groups 1 and 2, while those released in the fourth quarter of the other years (Group 3) moved more to the south than to the north. The fish of Groups 3 and 4 which moved northward reached their maximum mean distances from the locations of release after about 150 days at liberty, and then those of the latter group apparently tended to move southward again. From these data, and those presented previously for the fish released in Area 8, there is some evidence of cyclical movements, the fish moving northward from Area 9 to Area 8 during the first half of the year and southward from Area 8 to Area 9 during the second half of the year. The evidence is not very good, however, and may be an artifact caused by the fact that the fishing is heavier in Areas 8 and 9 than in Areas 6 and 10, so fish moving northward from Area 9 or southward from Area 8 are probably more likely to be recaptured than are fish moving southward from Area 9 or northward from Area 8. The mean square dispersion coefficients for Groups 1, 2, 3, and 4 were 110, 459, 236, and 96 miles<sup>2</sup> per day, respectively. These values are all less than that for Area 8.

### **Area 10, Central Peru**

#### **Fishery**

The Central Peru area produces about 0-5% of the yellowfin and 0-25% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. Tunas are caught in this area only sporadically; Broadhead and Barrett (1964) pointed out that the best catches there coincide with the warm-water "El Niño" phenomenon.

#### **Tagging operations**

There were released 2,227 tagged yellowfin and 16,106 tagged skipjack in the Central Peru area during the 1952-1964 period. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	429	148	229	98	450	327	110	118	50	32	130	106
Skipjack	411	295	973	2,100	1,517	6,063	1,737	1,033	852	855	185	85

#### **Yellowfin tuna**

##### **Origin**

There were 13 returns of yellowfin in the Central Peru area from fish

released in Area 9 (Table 6). Most of these fish were recaptured during the first half of the year, especially during March (Figure 4).

#### **Movements**

There were 113 returns in the Central Peru area from yellowfin released in that area (Table 6). All the returns were from fish released on or near 14-Fathom Bank (2-10-075-05 and 2-10-075-10) and recaptured there. Recaptures were made in all months from fish released in all months. The fish were at liberty 3 to 422 days (median = 76 days).

All the inter-area returns from the Central Peru area were also from fish released on or near 14-Fathom Bank, and all had moved to Area 9 (Table 6). Eleven of the 16 fish were released in April-June and recaptured after 44 to 230 days at liberty (median = 184 days) (Figures 17-19). The others were released in January, September, and November and recaptured 16 to 284 days later (Figures 14, 22, and 24).

#### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Central Peru area were analyzed from the returns of fish released on April 30-July 3 of all years, more than 50% of the returns of fish released in this area having been from releases made during this period. The data are shown in Figures 49 and 85.

Fifty-nine of the 76 fish were recaptured at the location of release, and the remainder moved mostly to the north (Direction 7) and southwest (Directions 4 and 5). The mean velocity of dislocation was greatest for the fish which moved toward Area 9 (Direction 7). The mean square dispersion coefficient was 151 miles<sup>2</sup> per day. This value is a little more than the average for the seven groups of Area 9.

#### **Skipjack tuna**

##### **Origin**

There were 10 returns of skipjack in the Central Peru area from fish released in other areas (Table 7). All of the nine which originated in Area 9 were released in August and October-December and all were recaptured by the following April (Figures 26-29 and 36). One fish released in Area 7 was also returned from the Central Peru area (Table 7; Figure 28).

##### **Movements**

There were 258 returns in the Central Peru area from skipjack released in that area (Table 7). All the returns were from fish released on or near 14-Fathom Bank (2-10-075-05, 2-10-075-10, 2-10-080-01, and 2-10-080-06) and recaptured there. Recaptures were made in all months from fish released in all months. The fish were at liberty 1 to 356 days (median = 21 days).

There were six returns in Area 8 (Table 7; Figures 38, 40, 42, and 43). These fish were released in January, April, June, and July and recaptured 134 to 276 days later (median = 182 days). Of the 32 fish returned from Area 9 (Table 7; Figures 38-43, 45, and 47), 31 were recaptured in the second half of the year and the other in March. The fish had been released in all months but February, August, October, and December; they were at liberty 13 to 270 days (median = 142 days). Two other fish released in August and October 1957 were returned from Area 11 in December of the same year (Table 7; Figures 44 and 46).

### **Dispersion**

The dispersion data for the fish of the Central Peru area were analyzed from the returns of fish released on May 15-July 18 of all years, more than 40% of the returns from fish released in this area having been from releases made during this period. The data are shown in Figures 50 and 86.

Ninety-one of the 136 fish were recaptured at the location of release, and the remainder moved mostly to the northwest (Directions 6 and 7). The mean velocity of dislocation was greatest for the fish which moved toward Area 9 (Direction 7). The mean square dispersion coefficient was 96 miles<sup>2</sup> per day. This value is the same as that for Group 4 of Area 9 and less than those for the other three groups of Area 9 and for Area 8.

### **Area 11, Peru-Chile Boundary**

#### **Fishery**

The Peru-Chile Boundary area produces about 0.5% of the yellowfin and 0.5% of the skipjack catch of the eastern Pacific Ocean. Fishing takes place there almost exclusively during the southern summer. As in Area 10, the occurrence of tunas is sporadic in the Peru-Chile Boundary area. According to Broadhead and Barrett (1964: 426), ". . . this fishery is not dependent on the warming of the water during the 'El Niño' period, but rather is more likely dependent on the warming associated with the tongues of warm water which sporadically enter that area from the west." The seasonal warming of the surface waters off southern Peru and northern Chile may be associated with localized *in situ* heating or possibly may result from a general eastward extension of the South Equatorial Countercurrent. The concept of local warming is suggested because the surface waters off the Peru-Chile boundary in the southern summer are not only warmer than the waters to the north and south, but are also generally warmer than the water to the immediate west (Stevenson, Guillen, and Santoro, 1970).

#### **Tagging operations**

There were released 122 tagged yellowfin and 3,367 tagged skipjack in the Peru-Chile Boundary area during the 1952-1964 period. More than half of these were released on Cruises 17 and 37. The numbers of tagged fish released each month were as follows:

## TUNA MIGRATIONS

53

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yellowfin	24	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	96
Skipjack	45	0	1,078	716	0	0	0	0	0	0	246	1,282

**Yellowfin tuna****Origin**

There were 12 returns of yellowfin in the Peru-Chile Boundary area from fish released in other areas (Table 6). All but one of these were from fish released in Area 9. These fish were recaptured in December, February, and March (Figures 13, 3, and 4, respectively). The single return from a fish released in Area 6 (Table 6) was made in February, too (Figure 3).

**Movements**

There was only one return from yellowfin released in the Peru-Chile Boundary area (Table 6). This fish, released in December 1957 and recaptured in November 1958, had moved 165 miles to the northwest, but remained in the same area.

**Skipjack tuna****Origin**

There were two returns of skipjack in the Peru-Chile Boundary area from fish released in Area 10 (Table 7; Figure 37). These two fish were released in August and October 1957 and recaptured in December of the same year.

**Movements**

There were 10 returns in the Peru-Chile Boundary area from skipjack released in that area (Table 7). None was recaptured more than 100 miles from the point of release. Eight of these were released in November-December and recaptured 5 to 37 days later (median = 27 days). One was released in November 1958 and recaptured in May of the following year, and one was released on March 31, 1961 (Cruise 37) and recaptured the following day.

One fish released in March 1961 (Cruise 37) was returned from Area 8 in July of the same year (Table 7; Figure 39). One other fish released in April 1961 (Cruise 37) was returned from Area 9 in September of the same year (Table 7; Figure 40).

**DISCUSSION AND CONCLUSIONS**

There are a number of conditions regarding the data on releases and returns of tagged tunas which limit their usefulness for determination of the migrations of the fish.

First, insufficient numbers of tagged fish were released and returned.

Ideally, adequate numbers of fish of all sizes available should be released in each area during each month of several years, and adequate numbers of these should be returned in each month following release until most of the fish have died. It is plain from the text and the tables that the numbers of releases were not adequate in most of the area-time strata. Very few tagged yellowfin larger than about 85 cm were released (Appendix 1), and yet these make up a considerable portion of the catch. Large numbers of fish were released in the Baja California area in June 1962 (Cruise 42) and June 1963 (Cruise 43), and large numbers of returns resulted, but the recaptures were nearly all made within 60 days of release. Therefore even larger numbers of fish should have been released, so that adequate numbers of them were returned after longer times at liberty. Due to legal restrictions, remoteness from the principal ports of landing, difficult fishing conditions, low vulnerability of the fish to capture, etc., little or no fishing is conducted in some of the area-time strata in which fish occur. Thus the presence of tagged fish in these strata is unlikely to be detected even if larger numbers of tagged fish are released.

Second, almost no account was taken in the analysis of the differences in the amounts of fishing effort exerted within the various area-time strata. It is obviously important that this be done, for the likelihood that a fish is recaptured in any area and at any time is affected by the fishing effort in the area of release at that time and in the areas through which it passes at the times when it is in those areas. This problem is presently being studied by computer simulation (Anonymous, 1969).

Third, as far as is known, no fish were released or recaptured shortly before, during, or shortly after spawning, and no small fish which were known to have been the product of spawning in a given area at a given time were released. The areas and times of spawning are somewhat sketchily known from studies of the maturity (Schaefer and Orange, 1956; Orange, 1961; Kikawa, 1962; Kume and Schaefer, 1966; Kume and Joseph, 1969) and of the distribution of larvae and juveniles (Klawe, 1963; Matsumoto, 1966; Ueyanagi, 1969; Klawe, Pella, and Leet, 1970), but this information is not linked with the tagging data, and there is almost no information available on the early life histories of the tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. The areas of spawning will be mentioned from time to time in the subsequent discussion, but it should not be construed that the fish of any area are necessarily the product of whatever spawning occurs in that area, or even the producers of the eggs and larvae which have been found there.

Fourth, the return data are often incomplete or inaccurate. Some of the tags are recovered, but not returned (Broadhead, 1959; Fink, 1965a). During the 1950's most of the tunas were caught by fishing with live bait, and with this system most of the tagged fish which were recaptured were seen at that time and the pertinent information was immediately recorded

by the fishermen. During the 1960's, however, most of the tuna were caught by purse seining, and most of the tagged fish were not seen at the time of recapture. These fish were later seen when the fish were being unloaded at the canneries or, less often, in the canneries. The wells in which the fish had been kept were usually known, and the wells in which the fish caught each day were stored were recorded in the logbooks of the vessels, so it was possible to tell at least the approximate area and date of recapture (but not always the exact area and date, because fish from more than one area and/or date might be stored in the same well). In addition, errors are more likely to occur when the tagged fish are first seen when the vessel is being unloaded or in the canneries because cannery employees furnish incorrect information more often than do fishermen. One or more of the one yellowfin and two skipjack which were released in Areas 8 and 9 and reported as having been recaptured in Area 1 might actually have been recaptured near the locations of release. The two returns of skipjack are considered to be particularly suspicious in view of the fact that both fish were reported to have traveled such great distances in such short periods. (The other long-distance recaptures took place long periods after the fish were released.) Finally, there exists the possibility of fraudulent returns. The possibility that most of the returns of the fish released in Area 9 in May 1960 were fraudulent has been mentioned, and the data were not used for that reason.

Conclusions regarding the migrations of the fish have been made from the results discussed previously, plus published information on maturity and spawning (cited below) and on length-frequency distribution (Hennemuth, 1961; Davidoff, 1963; Diaz, 1966; Appendices 1 and 2). Because of the unevenness of the quality of the data, the conclusions which are drawn from them range from fairly firm ones to little more than guesses. The principal directions of movement of the fish in the areas where fishing is conducted during the period of their lives when they are exploited (and to a much lesser extent before and after they are exploited) are indicated by curved arrows in Figures 87-90. The approximate centers of distribution of the tagged fish during the first calendar year in which they were exploited are indicated by numbers (1 = January, 2 = February, etc.), those of the second calendar year by underlined numbers, and so on. There is considerable variation in the migrations of the fish, of course, so it should not be inferred that substantial numbers of tagged fish occurred only in the locations shown on the charts during the months in question. On all four charts it is indicated that the younger fish were closer to shore than the older ones. The charts were drawn this way only to make them easier to interpret, and it should not be inferred that the distributions of the older and younger fish were different with respect to distance from the shore. In general, because of the limitations imposed by the small size of the charts, and the limitations of the data, discussed above, the charts are very crude.

**Yellowfin tuna**

The tag return data suggest that there are two main groups of yellowfin in the portions of the eastern Pacific Ocean in which fishing took place during the period under consideration. The northern group occurs in Areas 1 and 3 and the northern portion of Area 2 (Gulf of California). The southern group occurs from the southern portion of Area 2 (Tres Marias Islands) to northern Chile. There is considerable intermingling among the fish of the two groups, however.

**Northern group**

Young fish apparently enter the northern region from the south, principally via the Revillagigedo Islands (Figure 87). Their origin and life history prior to their entry into the fishery are unknown, but considerable spawning is known to occur in the southern portion of the region (Schaefer and Orange, 1956; Orange, 1961; Klawe, 1963; Matsumoto, 1966; Kume and Joseph, 1969; Ueyanagi, 1969; Klawe, Pella, and Leet, 1970), and it is probable that at least some of them are the result of this spawning.

There is a substantial northerly migration of small fish from the Revillagigedo Islands to Cape San Lucas during May and June. Some of the fish go to the east of Cape San Lucas, but it is believed that this is a temporary movement prior to the northern migration along the west coast of the Baja California peninsula, which takes place during May through August. This migration usually extends to about 28°N, but varies somewhat from year to year according to the sea-surface temperature, and probably other factors as well. During the period of northerly migration the fish are usually heavily exploited, and their numbers are greatly reduced (Fink, 1965a). For example, the return rates for tagged fish released in Area 1 in 1962 (Cruise 42) and 1963 (Cruise 43) were 47.2 and 65.5%, respectively (Table 1). This heavy exploitation is probably responsible for the fact that few tagged fish released in Area 1 were recaptured after more than about 60 days at liberty.

From September to November or December there is a southerly migration along the west coast of the Baja California peninsula. When the fish reach about 22° or 23° N near the end of the year they probably disperse, some to Area 3 and some to Areas 2 and 4. Most of those which go to Area 3 probably repeat the northerly migration from there to about 28°N the following spring and summer, while most of those which go to Areas 2 and 4, especially the latter, probably stay there or go further south.

Some tagged fish released near the Tres Marias Islands in the winter moved northwest to Cape San Lucas, but most of the fish in the former region apparently belong to the southern group.

**Southern group**

The migrations of the fish of the southern group (Figure 88) are



apparently much more complex than those of the northern group. Length-frequency data indicate that young fish are recruited into the fishery of the southern region from the Tres Marias Islands to central Peru. Their origin and life history prior to their entry into the fishery are unknown, but the distribution of larvae and juveniles indicates that heavy spawning occurs from the Tres Marias Islands to western Panama and light spawning in the northern Panama Bight and near the coast of Ecuador (Klawe, 1963; Matsumoto, 1966; Ueyanagi, 1969; Klawe, Pella, and Leet, 1970). Maturity studies (Orange, 1961; Kume and Schaefer, 1966; Kume and Joseph, 1969) indicate the presence of considerable numbers of nearly-mature fish in the Panama Bight and near the coast of Ecuador, so perhaps the spawning in those areas is heavier than indicated by the collections of larvae and juveniles. Regardless of the extent of the spawning south of western Panama, it is probable that most of the fish of the southern group are the product of spawning in the eastern Pacific Ocean. Some of the recruits probably reach catchable size on the fishing grounds, while others migrate in from the north and west.

Most of the young fish which first appear in the northern Panama Bight in April do not remain there long, but instead migrate rapidly north-west or south along the coast. The proportions which migrate in each of these two directions vary considerably from year to year.

The fish which migrate to the northwest proceed far along the coast, appearing in the area south of western Panama and Costa Rica and Area 5 in about July-October and in Area 4 in about November-December. Most of them do not go as far as Area 4, however. Their lengths in April, July-October, and November-December are about 50-60 cm (Appendix 1), 60-70 cm, and 70-80 cm, respectively. Tagged fish somewhat larger (Cruise 36) and somewhat smaller (Cruise 39) than 60-70 cm have also been released in Area 5 in September-October (Appendix 1). These fish probably did not first enter the fishery in the northern Panama Bight in April. The smaller ones had probably not been there at all except possibly as very young fish. Tagged fish of about 60-70 cm and 100-115 cm (Appendix 1) were released in the southeastern part of Area 4 in March (Cruise 32); the larger ones could have been fish which entered the fishery in the northern Panama Bight the preceding April and the smaller ones fish which reached catchable size a few months earlier in Area 4 and/or 5. The fish which were released in the northeastern part of Area 4 in August (Cruise 35) were not measured, but those recaptured in December were only 65-75 cm long, so they must have been only about 50-60 cm long when released. It is possible that these fish had been in the Revillagigedo or Tres Marias Islands the preceding June and July, and had migrated east or south instead of north or northwest, as would be appropriate for fish of the northern group. There is no evidence from tag releases that this was the case, however, although five fish released during November 1956-February

1957 in the Tres Marias Islands were recaptured during February-June 1957 in the northeastern part of Area 4. Tagged fish of about 80-110 cm (Appendix 1) were released in the southeastern part of Area 4 in April (Cruise 33); these were roughly the same length as the larger fish released on Cruise 32 in March. Some of these, especially those larger than about 90 cm, could have been in the northern Panama Bight as 50-60 cm fish the preceding April and south of western Panama and Costa Rica and in Area 5 as 60-70 cm fish the preceding July-October. Some others, especially those smaller than about 100 cm, could have been in the northeastern part of Area 4 as 50-60 cm fish the preceding August or south of western Panama and Costa Rica and in Area 5 as 45-65 cm fish the preceding September-October (see Appendix 1, Area 5, Cruise 39).

The numbers of tagged fish released were particularly inadequate between the Tres Marias Islands and western Panama, so the knowledge of the migrations of the fish in this area is very sketchy. The migrations shown by the experiments which have been conducted may be less important than others which have not been detected because sufficient tagged fish were not released in the proper places at the proper times. It is particularly interesting to note that fair numbers of fish moved from Area 4 to Area 5 and from Area 5 to Area 6, so perhaps the southeasterly migration is as important as the northwesterly one. Some offshore movements have also been shown; more of these undoubtedly would have been detected if there had been more fishing offshore during the 1952-1965 period.

The fish which migrate to the south do not travel as far as those which migrate to the northwest. The fish released in April in the northern Panama Bight appear in both Areas 8 and 9 from about the following September to March. Their lengths in April, September, and March are about 50-60 cm (Appendix 1), 60-70 cm, and 70-85 cm, respectively. They appear to grow more slowly than do the fish which migrate to the northwest. No tagged fish released in Area 6 were returned from Area 10, and only one was returned from Area 11. Most of the releases of tagged fish in Areas 8 and 9 were made in June-December and involved fish about 50-60 cm long (Appendix 1). These apparently do not belong to the same subgroup as the 50-60 cm fish which were released in April in Area 6. The fish released in Areas 8 and 9 probably come to those areas from the north and west when they are small, or possibly from the west when they are about 40-60 cm long. Five tagged fish released in Area 7 were returned from Areas 8 and 9 (Table 6), so it is possible that a considerable portion of the recruits to Areas 8 and 9 pass through the Galapagos Islands. The 24 tagged fish released in Area 9 which were returned from Areas 10 and 11 were about 50-65 cm long when released during July-January, so these also were apparently part of the subgroup of fish which makes its first appearance in Areas 8 and 9, rather than in Area 6. The fact that only one fish released in Area 6 was returned from Areas 10 and 11 is additional

support for this hypothesis. The most outstanding feature of the migrations of the fish south of the northern Panama Bight is their strong tendency to go to the Gulf of Guayaquil if they were released elsewhere and to stay there if they originated there.

There is little or no spawning in Areas 9, 10, and 11, and possibly Areas 6, 7, and 8 as well (Orange, 1961; Klawe, 1963; Kume and Schaefer, 1966; Matsumoto, 1966; Kume and Joseph, 1969), and the proportion of large fish in that region is less than in Areas 4 and 5. It seems likely that when the fish get larger and approach maturity they migrate west or northwest to the areas where spawning takes place. The only evidence for this, however, is the return of three tagged fish released in Areas 6 and 9 from the Galapagos Islands 7 to 13 months after release and the return of one tagged fish released in Area 6 from west of the Galapagos Islands 36 months later. There is little opportunity for the return of tags from fish which migrate offshore because little fishing was conducted offshore during the 1952-1965 period.

### **Skipjack tuna**

There are two main groups of skipjack in the portions of the eastern Pacific Ocean in which fishing took place during the period under consideration. The northern group occurs in Areas 1 and 3 and the northern part of Area 2 (Gulf of California), and the southern group from Area 5 to northern Chile. However, the geographical distribution of the fish varies somewhat from year to year, according to the sea-surface temperature, and probably other factors as well. In 1956, a year in which the sea-surface temperatures were unusually low, the distribution of the fish was continuous from Area 1 to Area 9 (Joseph and Calkins, 1969). The tag returns indicate that there is little interchange of fish of the size range caught in the eastern Pacific Ocean across the warm-water area of southern Mexico.

### **Northern group**

Young fish apparently enter the northern region from the south, principally via the Revillagigedo Islands (Figure 89). Rothschild (1965) has hypothesized that the fish of this region originate from spawning in the central Pacific Ocean, mostly south of the Hawaiian Islands. He stated that they avoid water warmer than 28°C, and that the eastward migration probably occurs just north of the cell of warm water off the Mexican coast which extends north to about 15°N. Williams (1969) believes that 29°C is a more realistic upper temperature limit, and that the fish migrate eastward along the "zonal productivity band" located at about 10°N.

There is a substantial northerly migration of small fish from the Revillagigedo Islands to the area off Cape San Lucas during May and June. Some of the fish enter the Gulf of California, but it is believed that this is

a temporary movement prior to the northerly migration along the west coast of the Baja California peninsula, which takes place during May to September. This migration usually extends to about 30°N, but varies somewhat from year to year according to the sea-surface temperature, and probably other factors as well. During the period of northerly migration the fish are usually heavily exploited, and their numbers are greatly reduced (Fink, 1965a). For example, the return rates for tagged fish released in Area 1 in 1962 (Cruise 42) and 1963 (Cruise 43) were 26.2 and 44.1%, respectively (Table 1). This heavy exploitation is probably responsible for the fact that few tagged fish released in Area 1 were recaptured after more than about 60 days at liberty.

From September to November or December there is a southerly migration along the west coast of the Baja California peninsula. Most of these turn westward to the central Pacific Ocean, where they will eventually spawn (Rothschild, 1965), while others continue southward to Area 3, reaching there about the end of the year. Some of the latter may spend the winter in Area 3, and others may migrate from there to the central Pacific Ocean or to Areas 2 or 4. Most of those which spend the winter in Areas 2 and 3 probably repeat the northerly migration from there to about 30°N the following spring and summer, while those which go to Area 4 probably stay there or go to the central Pacific Ocean.

One tagged fish released near the Tres Marias Islands in the winter is known to have moved northward to Cape San Lucas, and 15 others were returned from the area of release shortly after having been released. It is likely that there is considerable mixing between these fish and those of Areas 1 and 3.

#### **Southern group**

The migrations of the fish of the southern group (Figure 90) are apparently much more complex than those of the northern group. Rothschild (1965) has hypothesized that the fish of the southern region, like those of the northern region, originate from spawning in the central Pacific Ocean, and migrate eastward just south of the cell of warm water off the Mexican coast which extends south to about 5° or 10° N, depending on the season. Williams (1969 and personal communication) believes that they migrate eastward along the "zonal productivity bands" located at about the equator and at about 10°N, and first appear in the eastern Pacific fishery in the vicinity of the Galapagos Islands and Cocos Island.

Most of the young fish which first appear in the northern Panama Bight in April do not remain there long, but instead migrate rapidly north-west or south along the coast. The proportions which migrate in these two directions vary considerably from year to year, this possibly being dependent on differences in the sea-surface temperatures.

The fish which migrate to the northwest do not travel as far as those which migrate to the south. The fish released in April 1961 in the northern Panama Bight were heavily fished in that region in May, and then appeared south of western Panama and Costa Rica in June and in Area 5 in July. The fish in these areas may be joined by fish which had come there without passing through the northern Panama Bight. It has been demonstrated that some fish migrate from Area 5 to the southeast, but the extent of this migration is not known.

The tagged fish released in the northern Panama Bight which migrate to the south appear in both Areas 8 and 9 from about the following June to December. These two areas contain large numbers of fish at all times of the year, and tagged fish released there were usually recaptured there even after long periods at liberty, so apparently many or most of the fish there do not migrate to other areas in the eastern Pacific Ocean. There is some evidence that the fish tend to migrate from Area 9 to Area 8 during the first half of the year and from Area 8 to Area 9 during the second half of the year. A few fish migrate from Areas 8 and 9 to Areas 5 and 6; there is considerable doubt, however, as to the authenticity of the two returns from Area 1 of tagged fish released in Areas 8 and 9. Some fish were demonstrated to migrate south from Area 9 to Area 10 and from Area 10 to Area 11. Fish appear only sporadically in these areas, when the water is warmer than usual. The fish probably migrate to and from Area 11 in tongues of warm water which extend there from the west during the southern summer (Wyrтки, 1964: Figures 2-5 and 13; Stevenson, Guillen, and Santoro, 1970).

Most of the fish of the southern group probably eventually migrate to the central Pacific Ocean to spawn, but there have been no returns from there of tagged fish released in Areas 5-11. The fish released in Area 9 in July 1962 and recaptured in Area 7 in May 1963 may have been on its way to that spawning area. The lack of fishing effort for skipjack in the central Pacific Ocean makes the recapture there of tagged fish from the eastern Pacific Ocean unlikely.

The migrations of the fish of the southern group are not well delineated from the tagging data. The numbers of tagged fish released have been far from adequate, except possibly in Areas 8 and 9, and this is compounded by the fact that the migrations apparently vary considerably from year to year, according to oceanographic conditions. Because so little about the migrations can be determined from the tagging data, not many numbers indicating months appear in Figure 90.

#### SUMMARY

During the 1952-1964 period the following numbers of tropical tunas were tagged and released in the eastern Pacific Ocean by the Inter-Amer-

ican Tropical Tuna Commission, the California Department of Fish and Game, and the U. S. Bureau of Commercial Fisheries: yellowfin, 59,547; skipjack, 90,412; bigeye, 136; black skipjack, 1. Both yellowfin and skipjack were released throughout the range of the fishery during that period, from northern Mexico to northern Chile, and mostly within about 200 miles of the coast or near offshore islands. These releases resulted in 8,396 returns of yellowfin and 4,381 of skipjack.

At first most of the tagged fish were released by one or two biologists or technicians accompanying commercial baitboats on regular fishing trips. Later, when the tagging requirements became more specific, baitboats were chartered to catch fish for this purpose; these were accompanied by four or five biologists and technicians. Both these methods resulted in considerable success. Releases of tagged fish from purse-seine vessels on regular fishing trips have produced much lesser numbers of returns.

There appear to be two main groups of yellowfin tuna in the portions of the eastern Pacific Ocean in which fishing took place during the period under consideration. The fish of the northern group occur off the west coast of Baja California, in the Gulf of California, and in the Revillagigedo Islands, and those of the southern group from the Tres Marias Islands to northern Chile. There is considerable intermingling among the fish of the two groups, however.

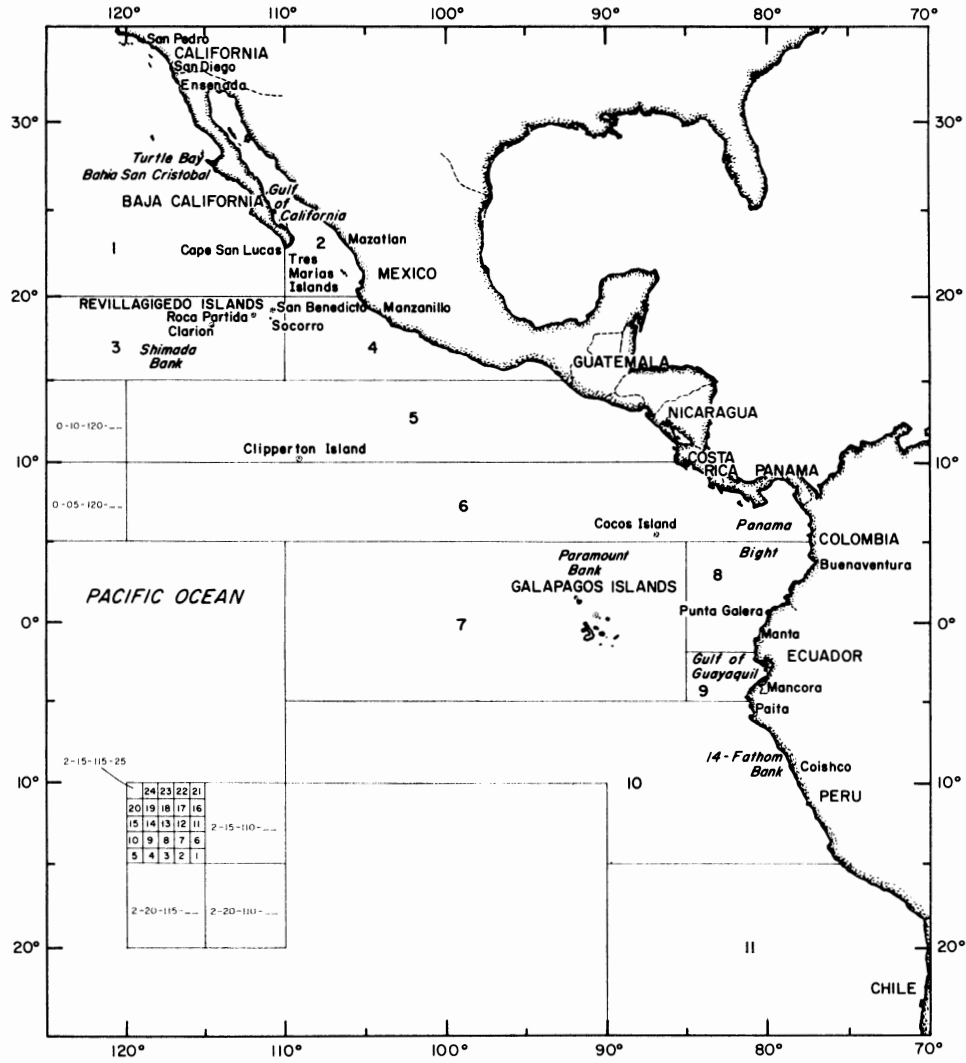
The fish of the northern group first appear in the Revillagigedo Islands in about April, and move northward to the west coast of Baja California in May and June. The migration continues northward until about August or September, by which time the fish have reached about 28°N. The fish then migrate southward, reaching about 22° or 23° N at the end of the year. From there they probably disperse to the Revillagigedo Islands and to the coast south of about 23°N. In the spring most of those which spend the winter in the Revillagigedo Islands probably repeat the migration of the previous year, while most of those which spend it near the coast probably stay there or go further south.

Recruits to the southern group appear at many points or continuously along the coast from the Tres Marias Islands to central Peru, but little is known about those which enter the fishery in areas other than the northern Panama Bight and the Gulf of Guayaquil. The fish which first appear in the northern Panama Bight in April migrate rapidly northwest to Central America and Mexico and south to the Gulf of Guayaquil. There is considerable mixing in both regions with recruits which first appear off Central America and Mexico and in the Gulf of Guayaquil. The most outstanding feature of the migrations of the fish south of the northern Panama Bight is their strong tendency to go to the Gulf of Guayaquil if they were released elsewhere and to stay there if they originated there. However, some fish migrated further south to central Peru and to southern Peru and northern Chile.

There also appear to be two main groups of skipjack tuna in the portions of the eastern Pacific Ocean in which fishing took place during the period under consideration. The fish of the northern group occur off the west coast of Baja California, in the Gulf of California, and in the Revillagigedo Islands, and those of the southern group from Central America to northern Chile. The intervening area is practically devoid of skipjack, except in years when the sea-surface temperatures are unusually low.

The fish of the northern group first appear in the Revillagigedo Islands in about April, and move northward to the west coast of Baja California in May and June. The migration continues northward until about September, by which time the fish have reached about  $30^{\circ}\text{N}$ . The fish then migrate southward, reaching about  $22^{\circ}$  or  $23^{\circ}$  N at the end of the year. From there they probably disperse to the Revillagigedo Islands and to the coast south of about  $23^{\circ}\text{N}$ . Most of them leave the area during the fall southward migration and/or during the winter, however, migrating to the central Pacific Ocean. In the spring most of those remaining in the Revillagigedo Islands and near the coast probably repeat the migration of the previous year.

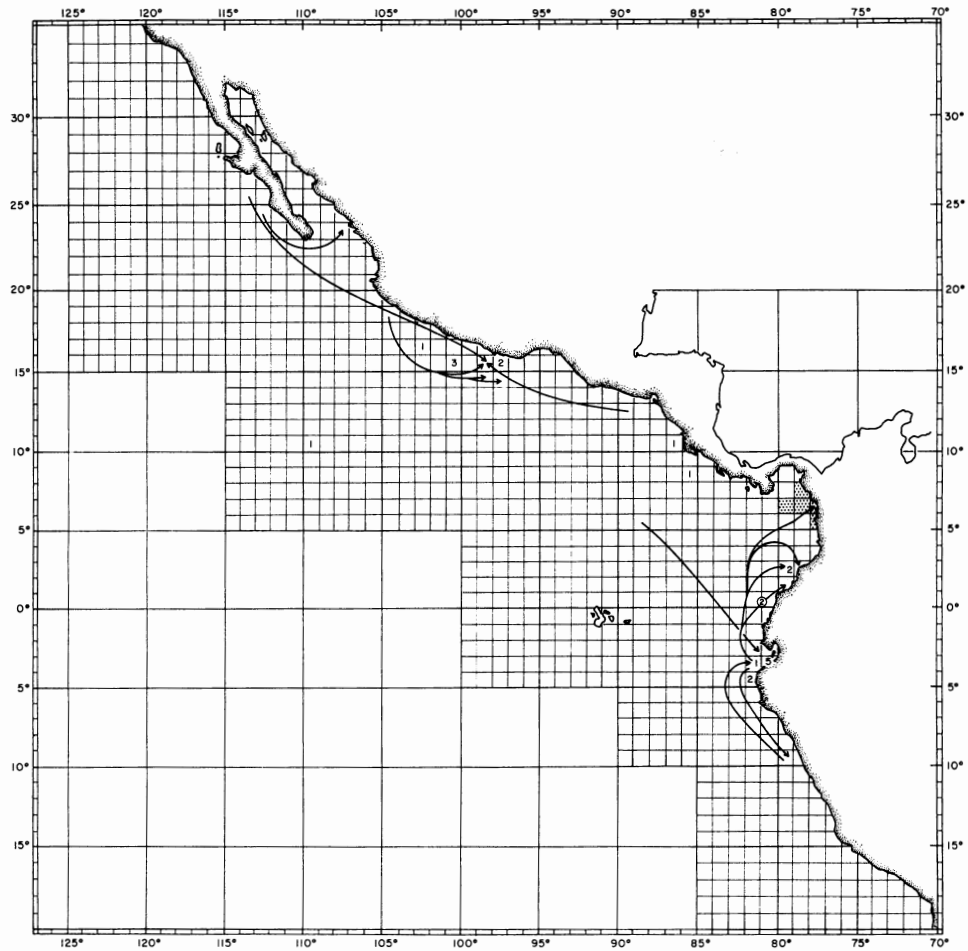
Recruits to the southern region appear mostly in or near the Panama Bight. Those which enter the fishery in the northern Panama Bight migrate rapidly northwest to Central America and south to Ecuador. The proportions which migrate in these two directions vary considerably from year to year, this perhaps being dependent on differences in the sea-surface temperatures. There is possibly a seasonal interchange of fish between the Gulf of Guayaquil and the Ecuador coast; the fish appear to migrate from the Gulf of Guayaquil to the Ecuador coast during the first half of the year and from the Ecuador coast to the Gulf of Guayaquil during the second half of the year. Some fish migrate further south to central Peru and to southern Peru and northern Chile. There is no evidence from tagging that fish of the southern group migrate to the central Pacific Ocean as they grow older.



**FIGURE 1.** Map of the eastern Pacific Ocean, showing the 11 tagging areas and the other locations mentioned in the text.

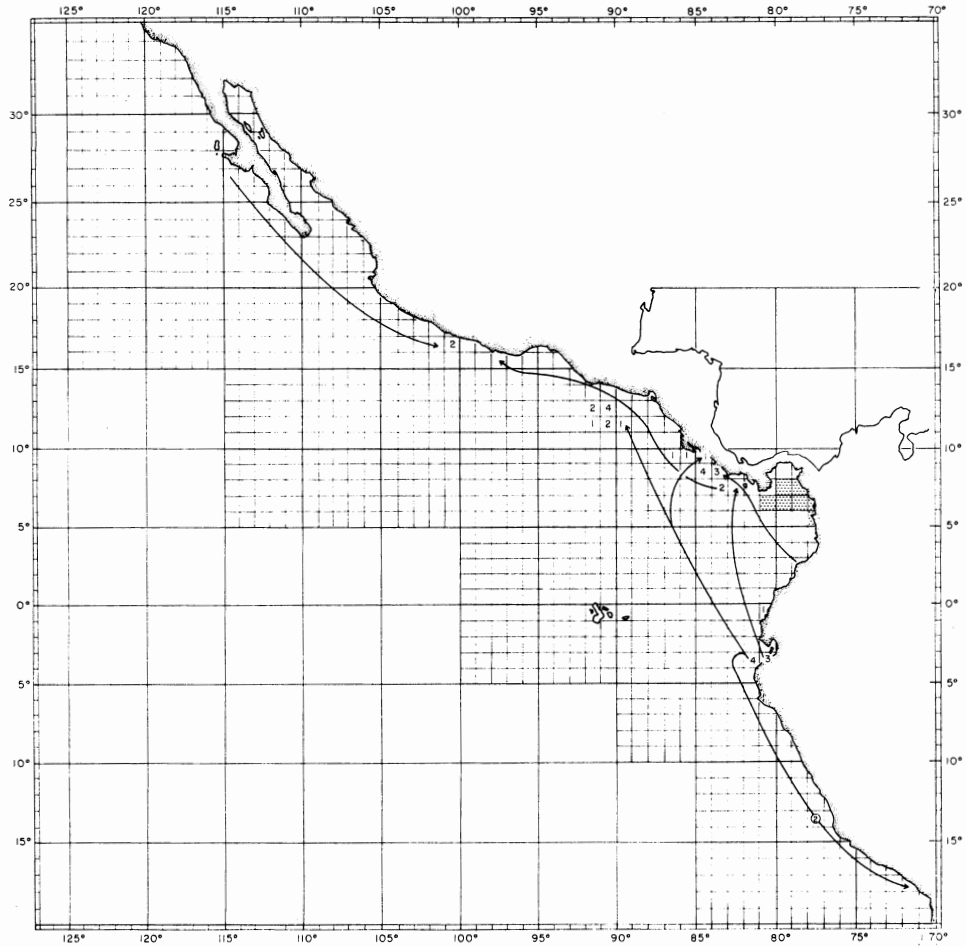
**FIGURA 1.** Mapa del Océano Pacífico oriental, indicando las 11 áreas de marcación y las otras localidades mencionadas en el texto.





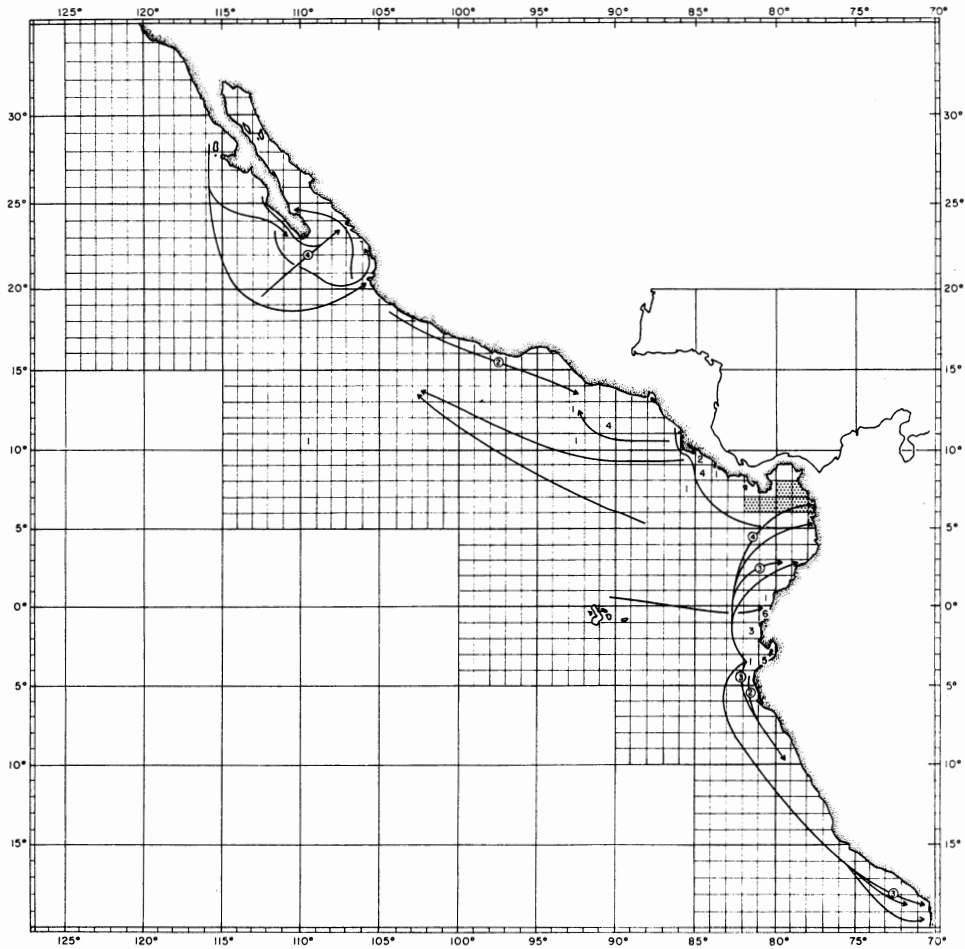
**FIGURE 2.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in January more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 2.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en enero más de 300 millas de los puntos de liberación.



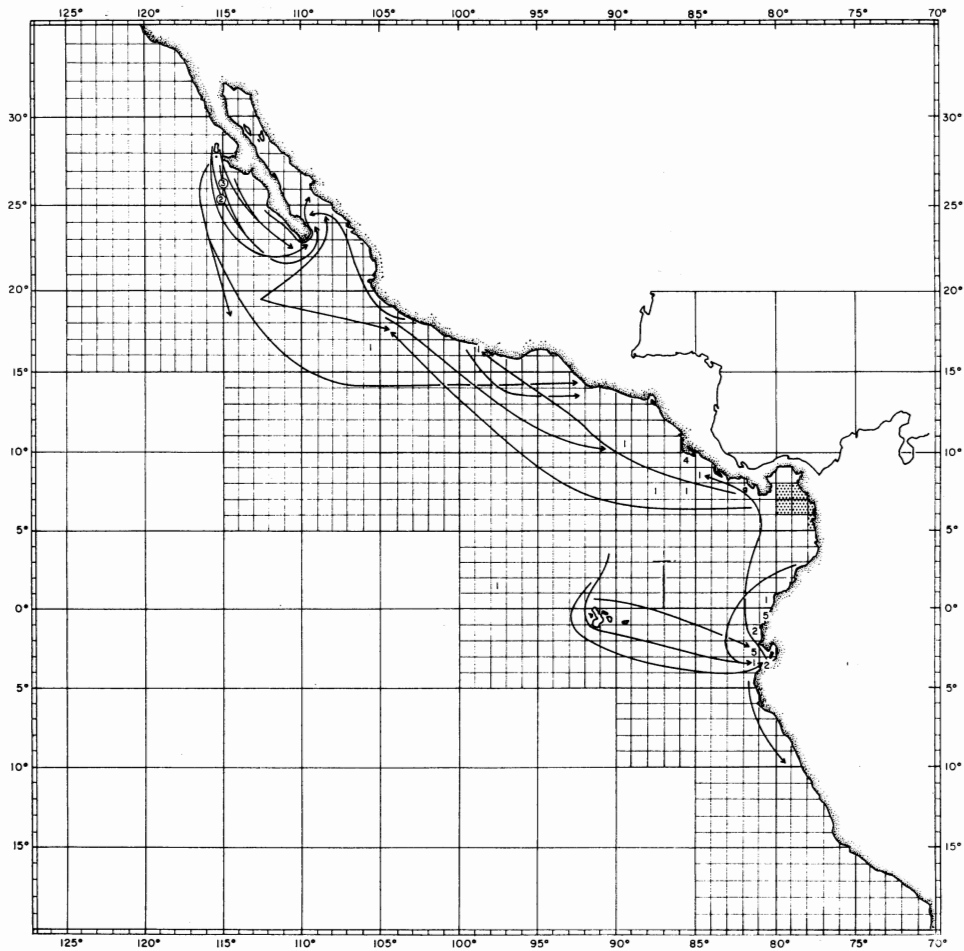
**FIGURE 3.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in February more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 3.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en febrero más de 300 millas de los puntos de liberación.



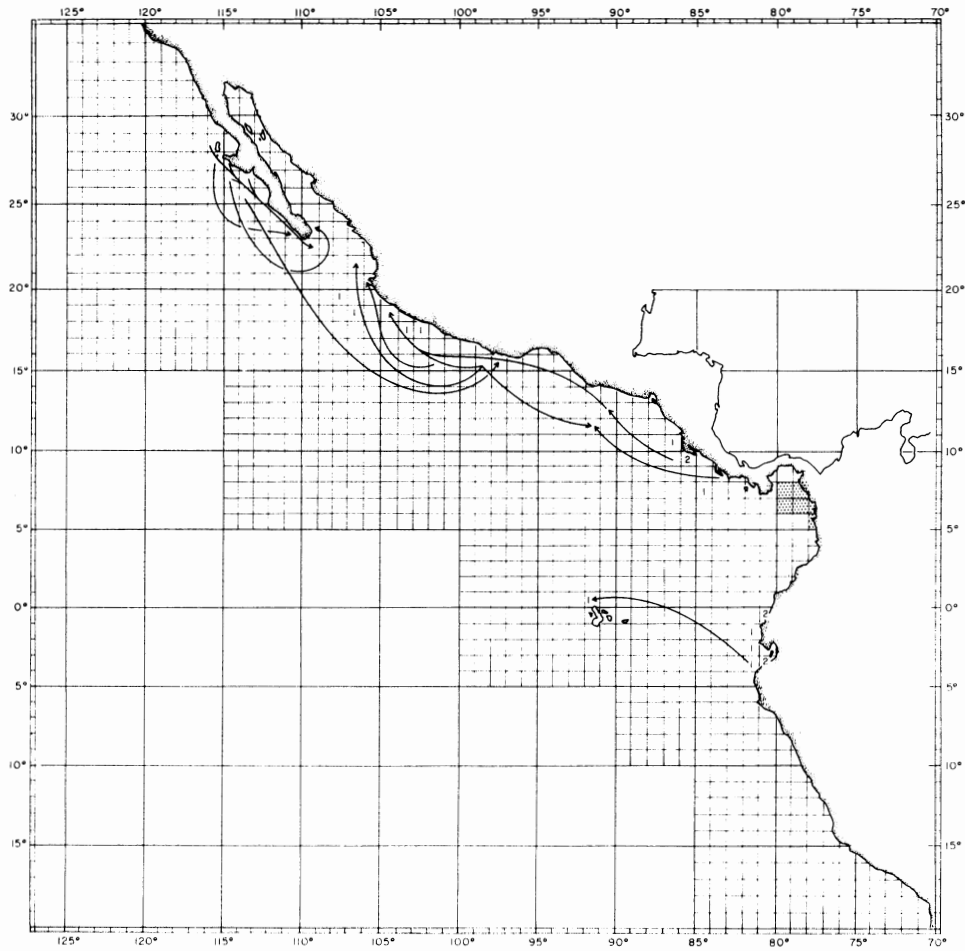
**FIGURE 4.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in March more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 4.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en marzo más de 300 millas de los puntos de liberación.



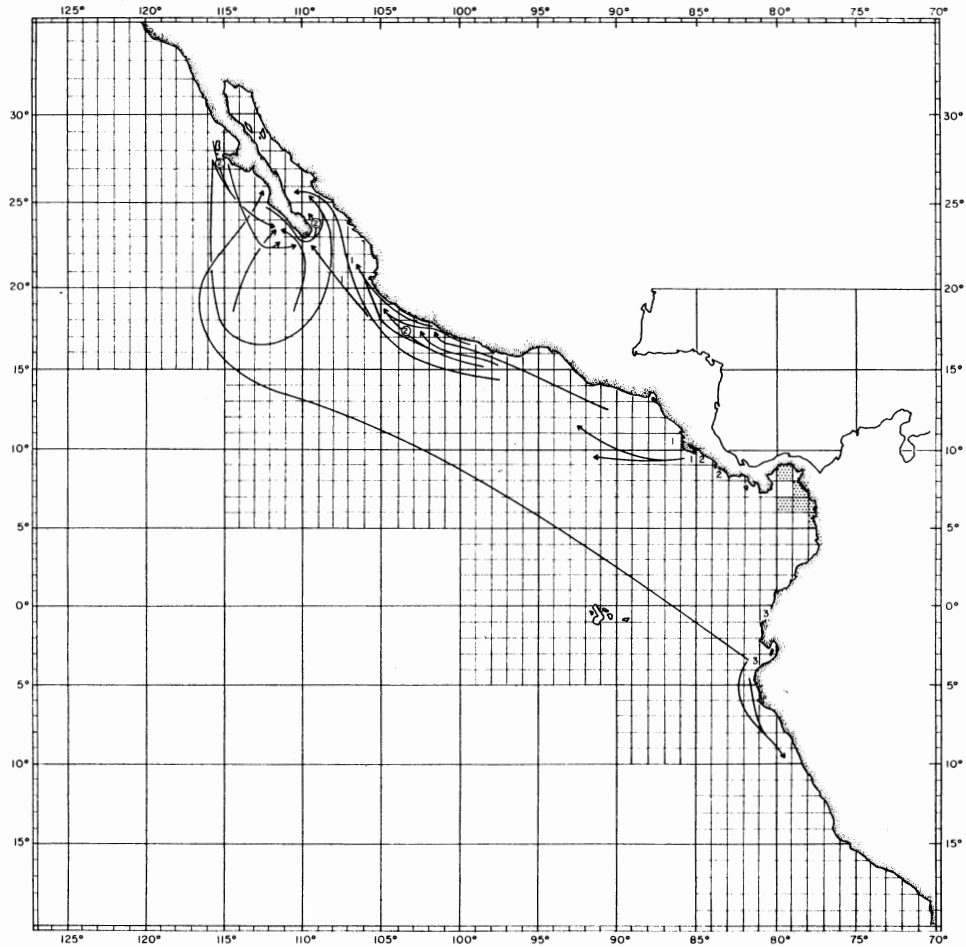
**FIGURE 5.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in April more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 5.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en abril más de 300 millas de los puntos de liberación.



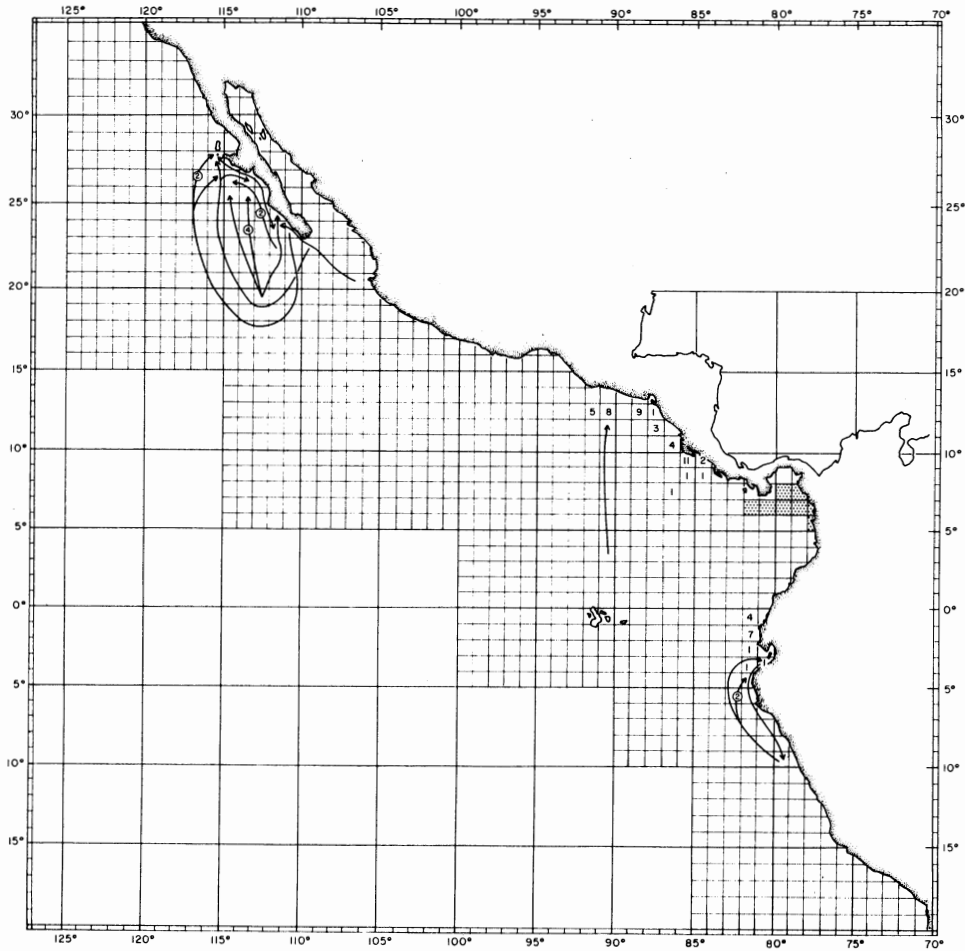
**FIGURE 6.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in May more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 6.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en mayo más de 300 millas de los puntos de liberación.



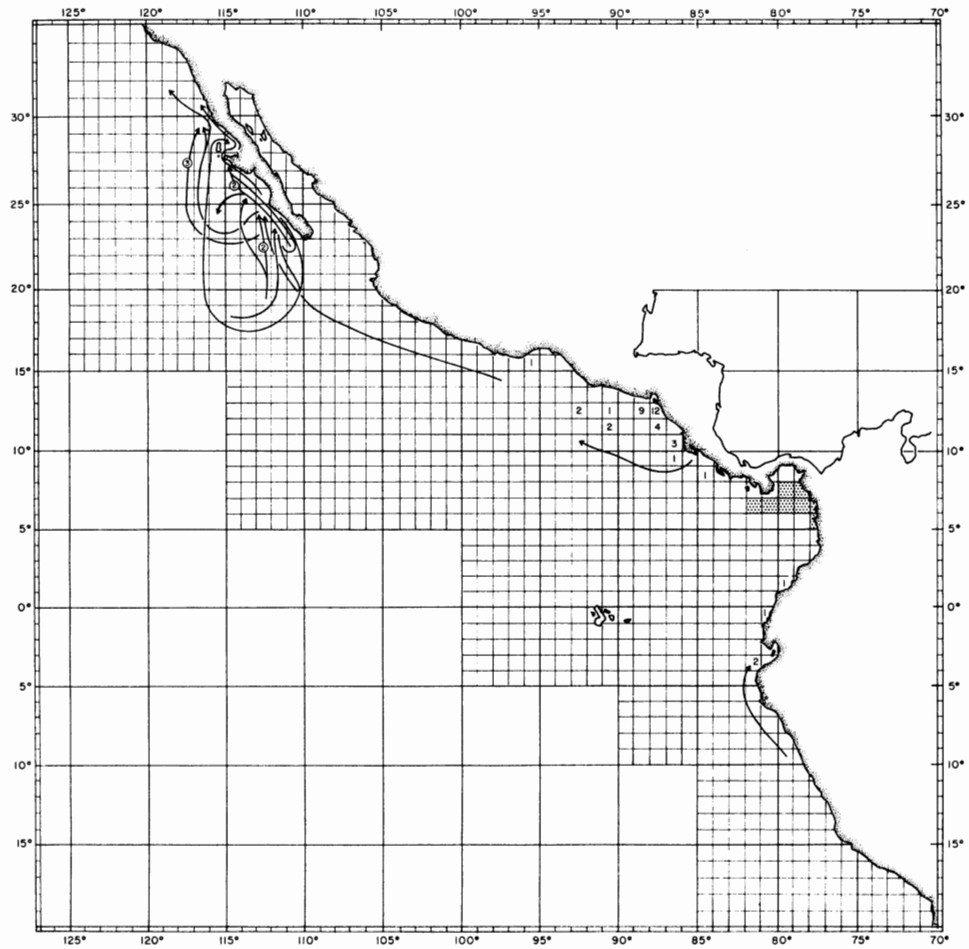
**FIGURE 7.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in June more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 7.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en junio más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 8.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in July more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 8.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en julio más de 300 millas de los puntos de liberación.

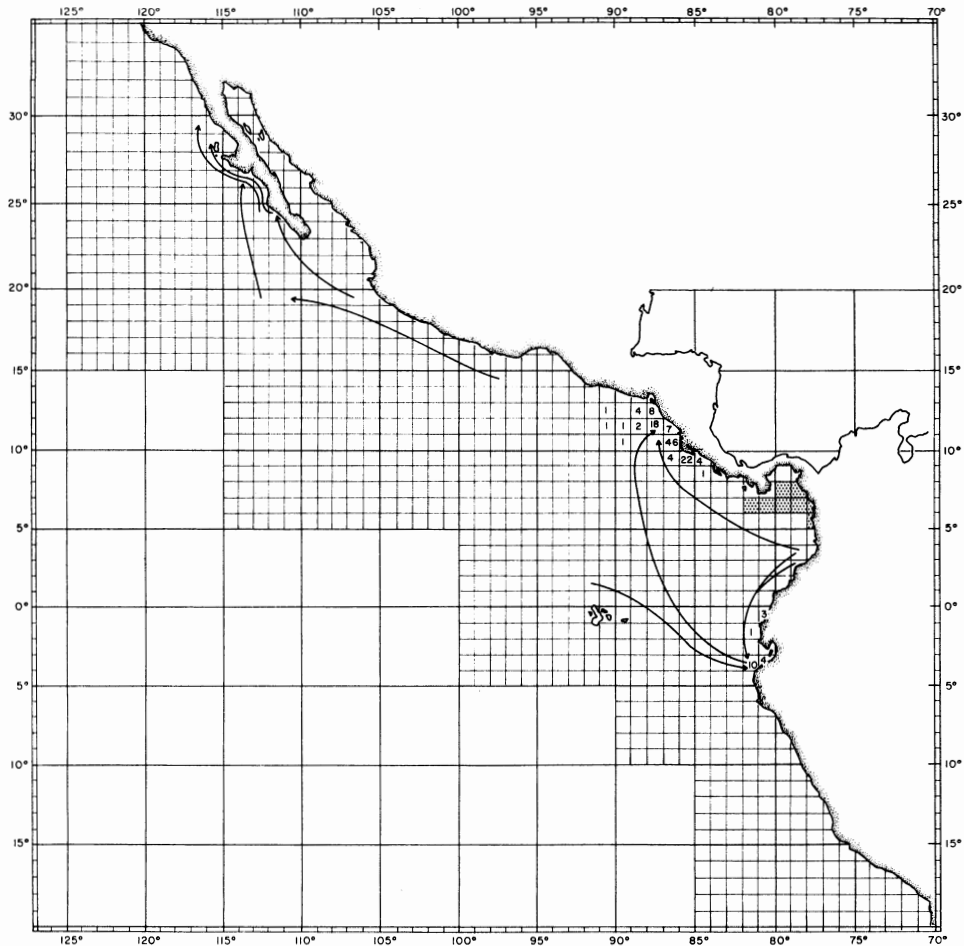


**FIGURE 9.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in August more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 9.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en agosto más de 300 millas de los puntos de liberación.

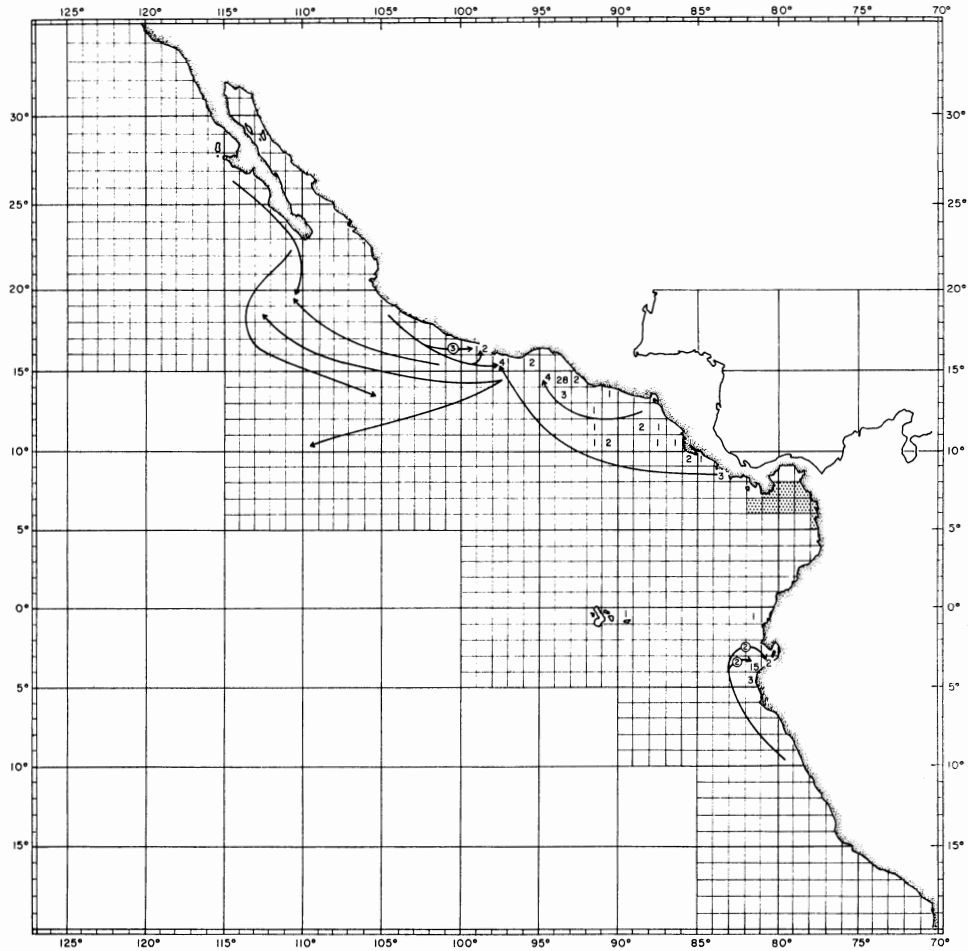






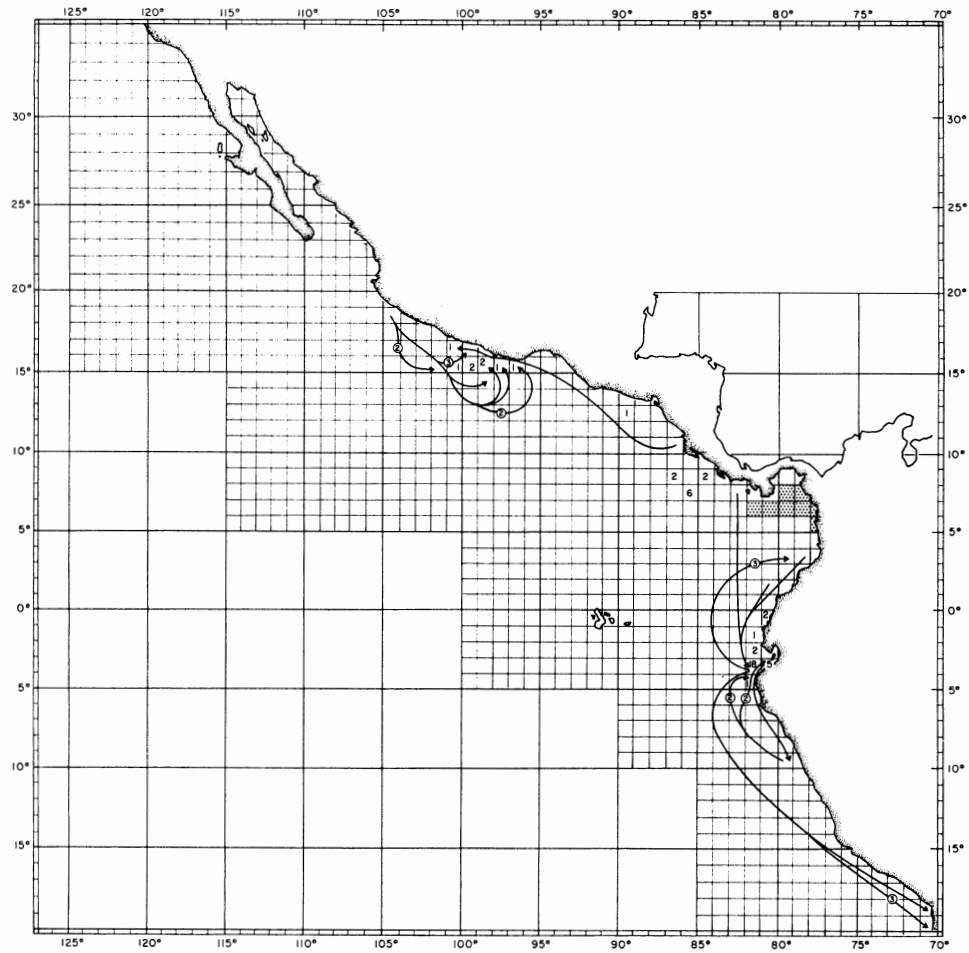
**FIGURE 11.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in October more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 11.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en octubre más de 300 millas de los puntos de liberación.



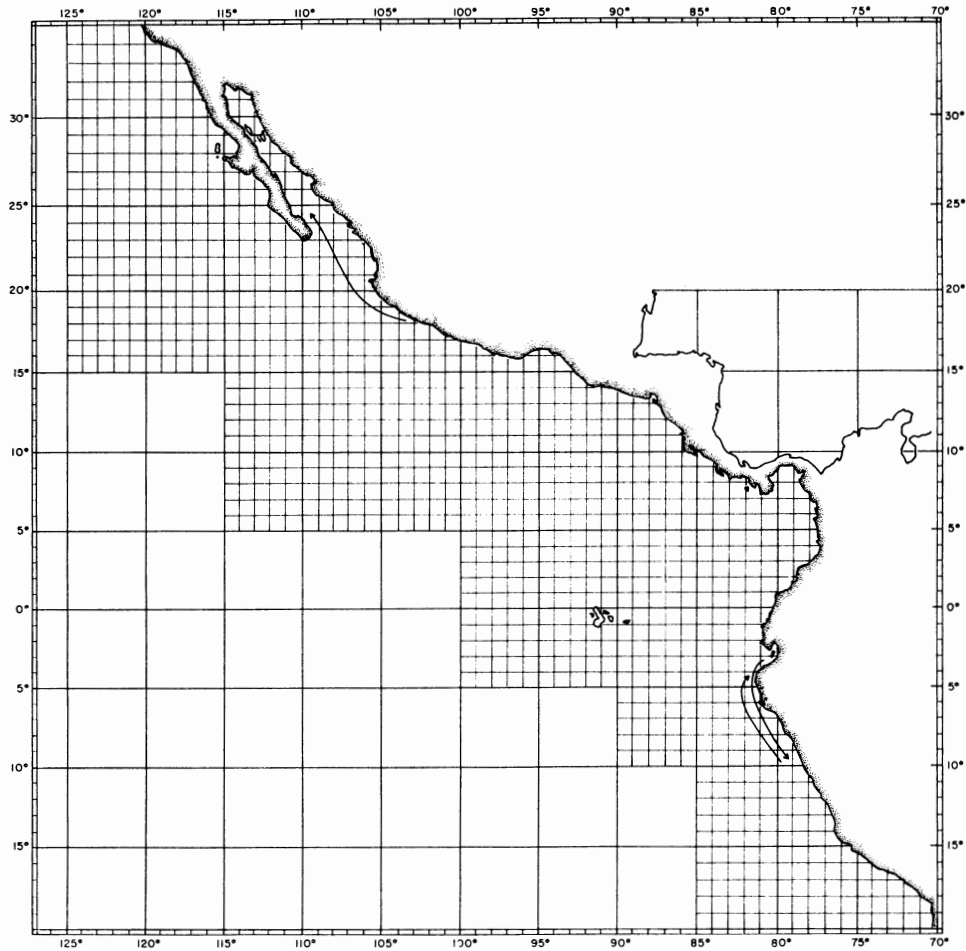
**FIGURE 12.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in November more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 12.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en noviembre más de 300 millas de los puntos de liberación.



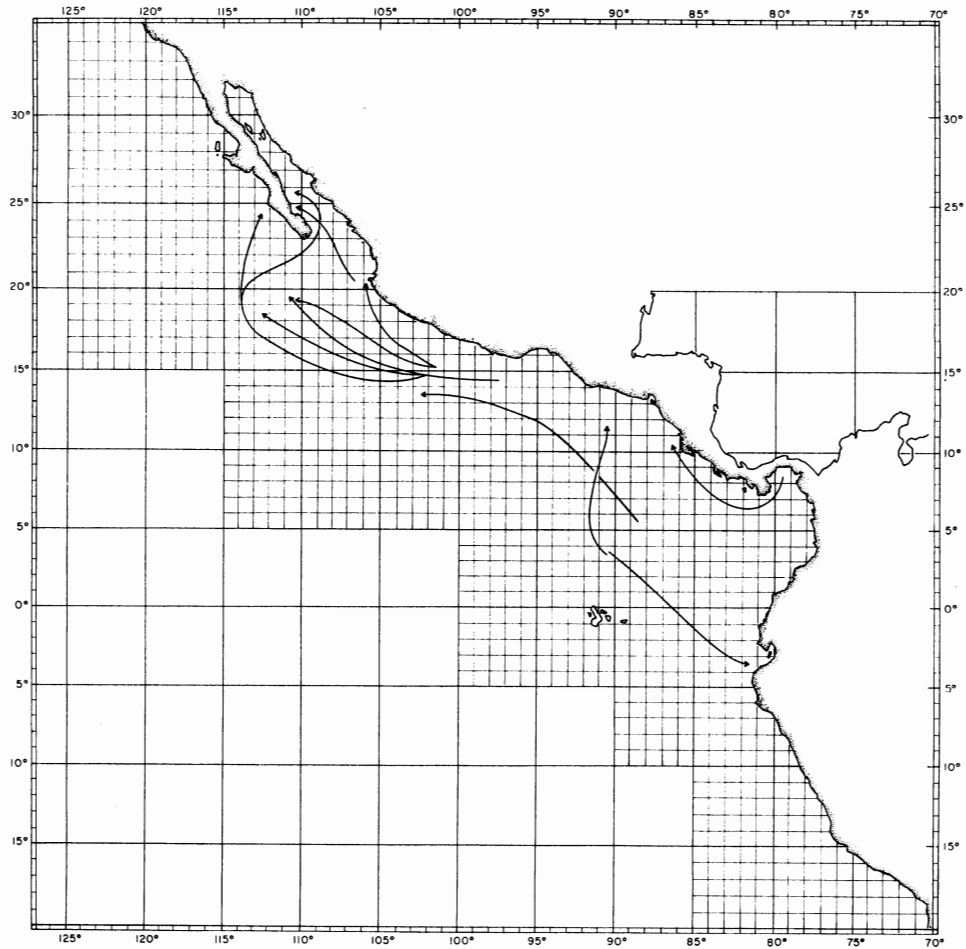
**FIGURE 13.** Net movements of tagged yellowfin recaptured in December more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 13.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados recapturados en diciembre más de 300 millas de los puntos de liberación.



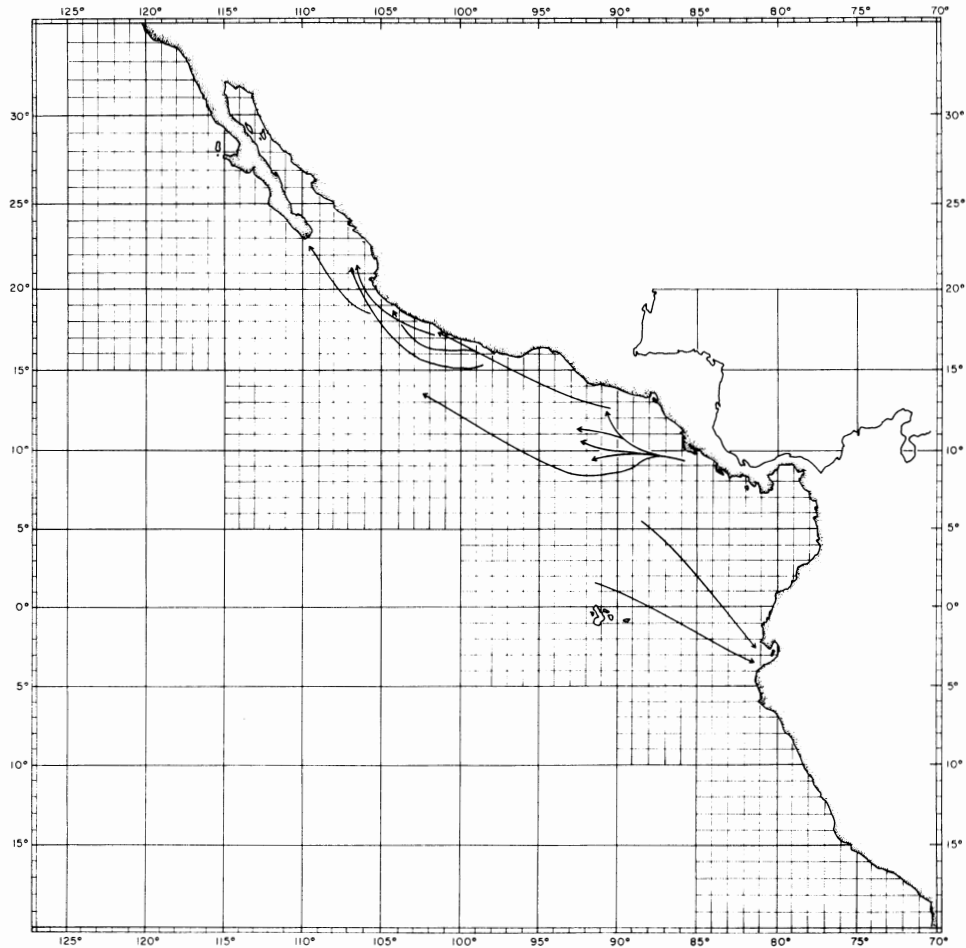
**FIGURE 14.** Net movements of tagged yellowfin released in January and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 14.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en enero y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



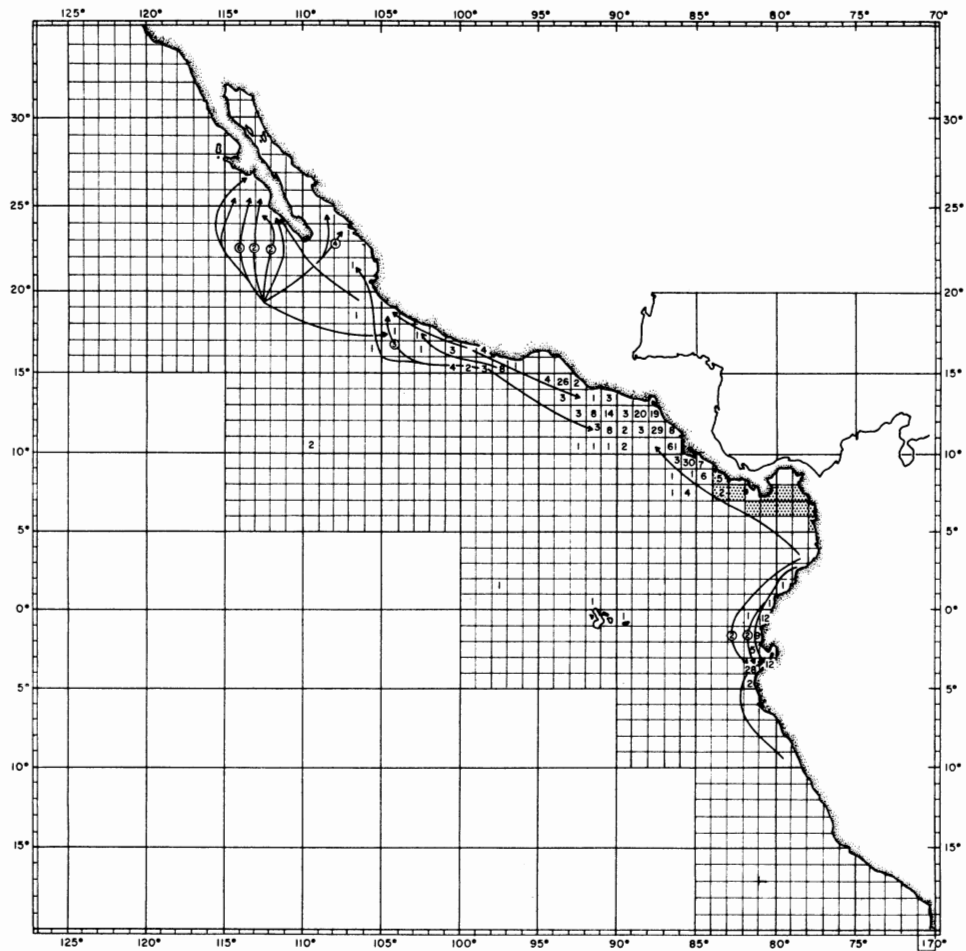
**FIGURE 15.** Net movements of tagged yellowfin released in February and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 15.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en febrero y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 16.** Net movements of tagged yellowfin released in March and recaptured more than 300 miles from the points of release.

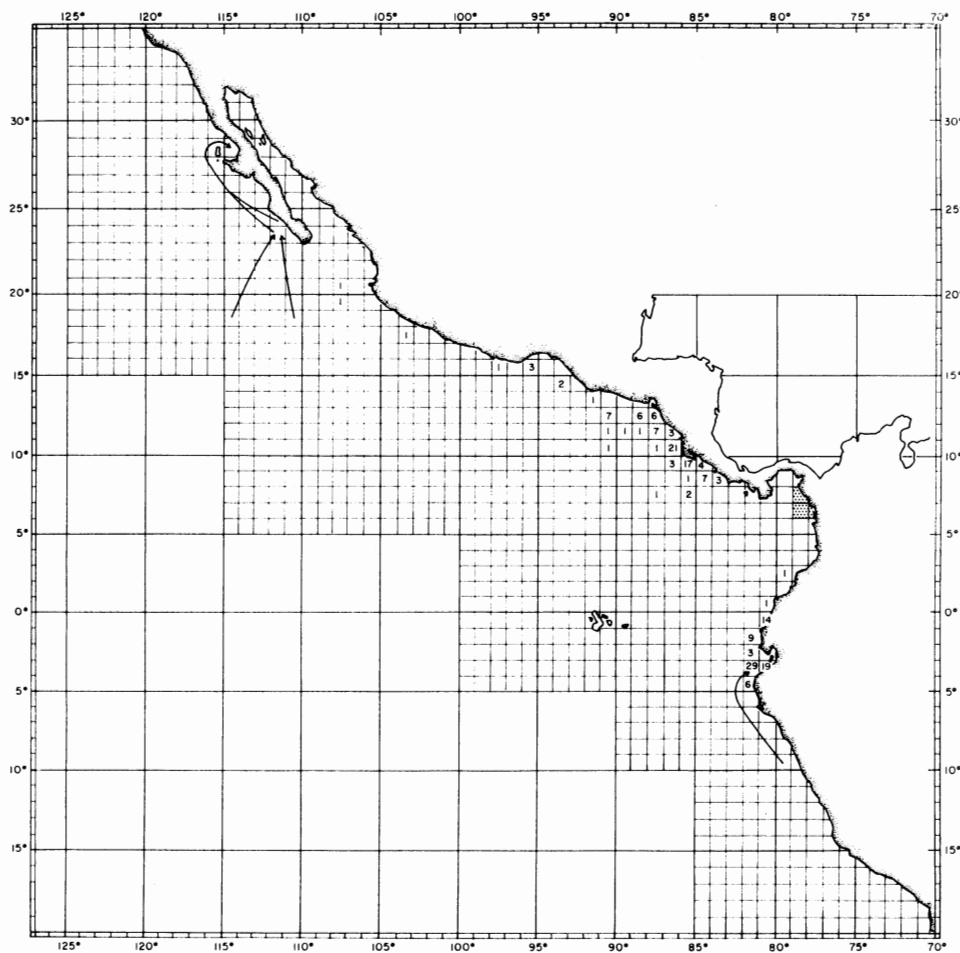
**FIGURA 16.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en marzo y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 17.** Net movements of tagged yellowfin released in April and recaptured more than 300 miles from the points of release.

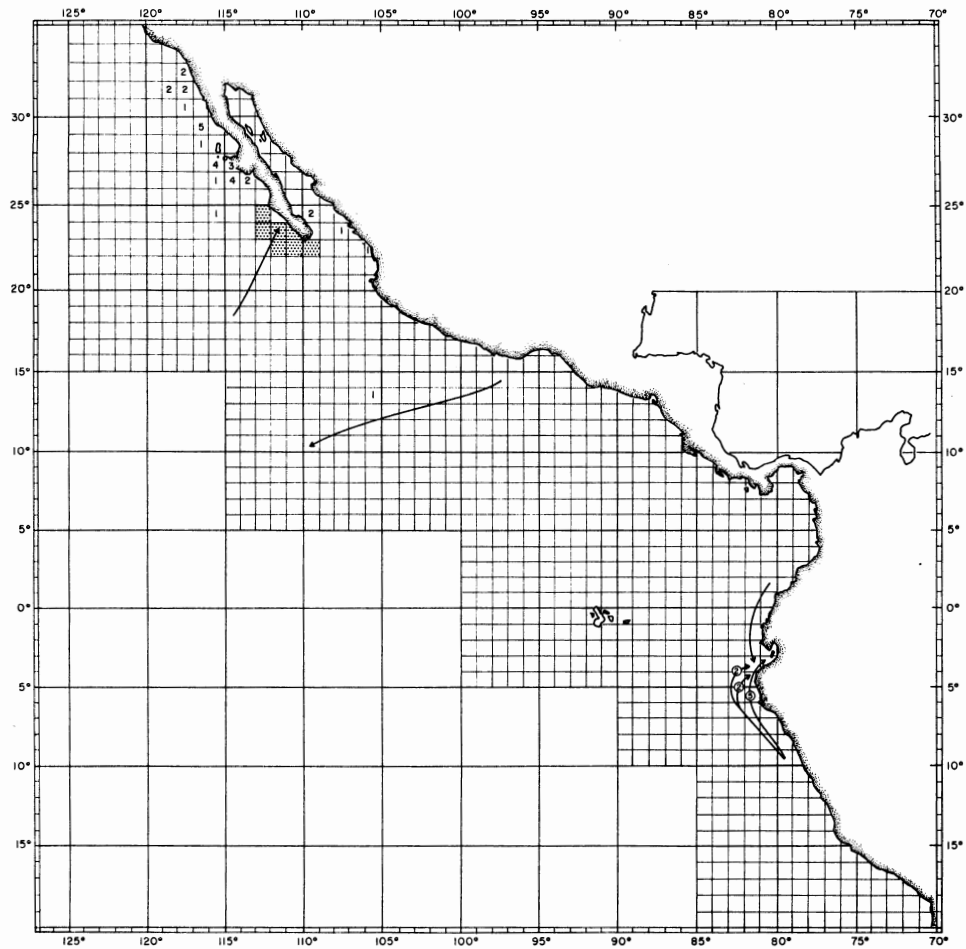
**FIGURA 17.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en abril y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.





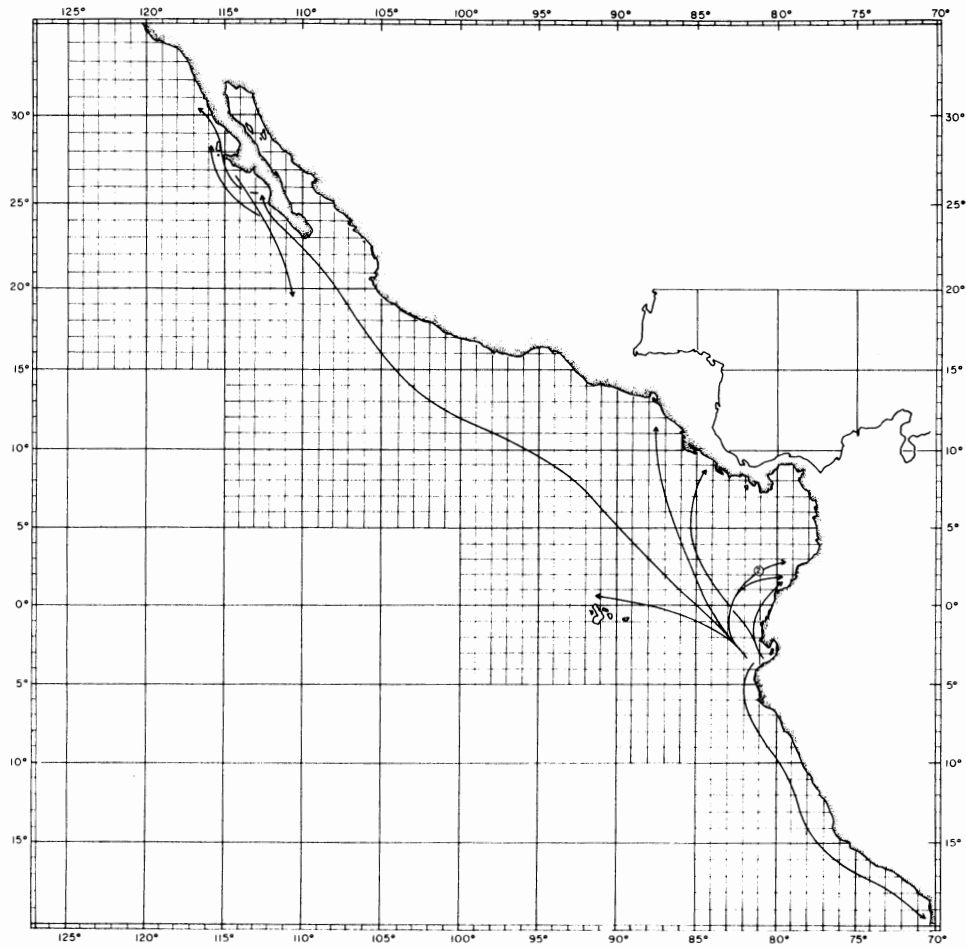
**FIGURE 18.** Net movements of tagged yellowfin released in May and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 18.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en mayo y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



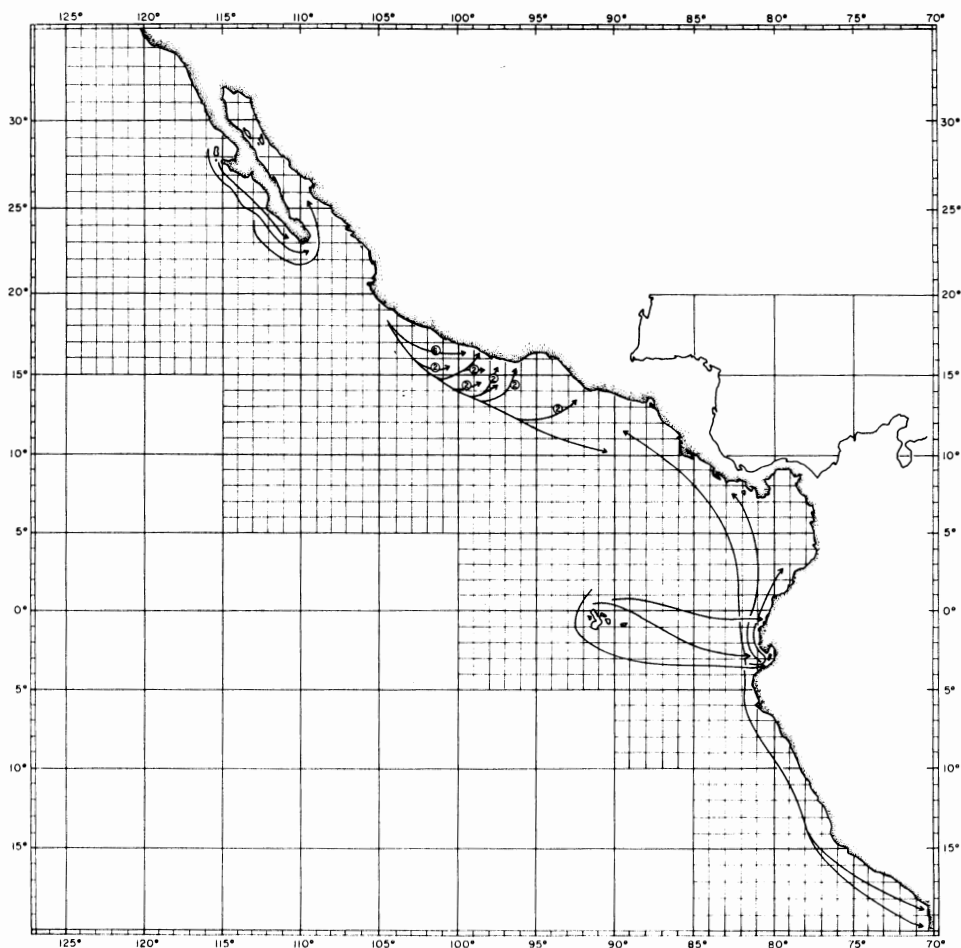
**FIGURE 19.** Net movements of tagged yellowfin released in June and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 19.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en junio y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



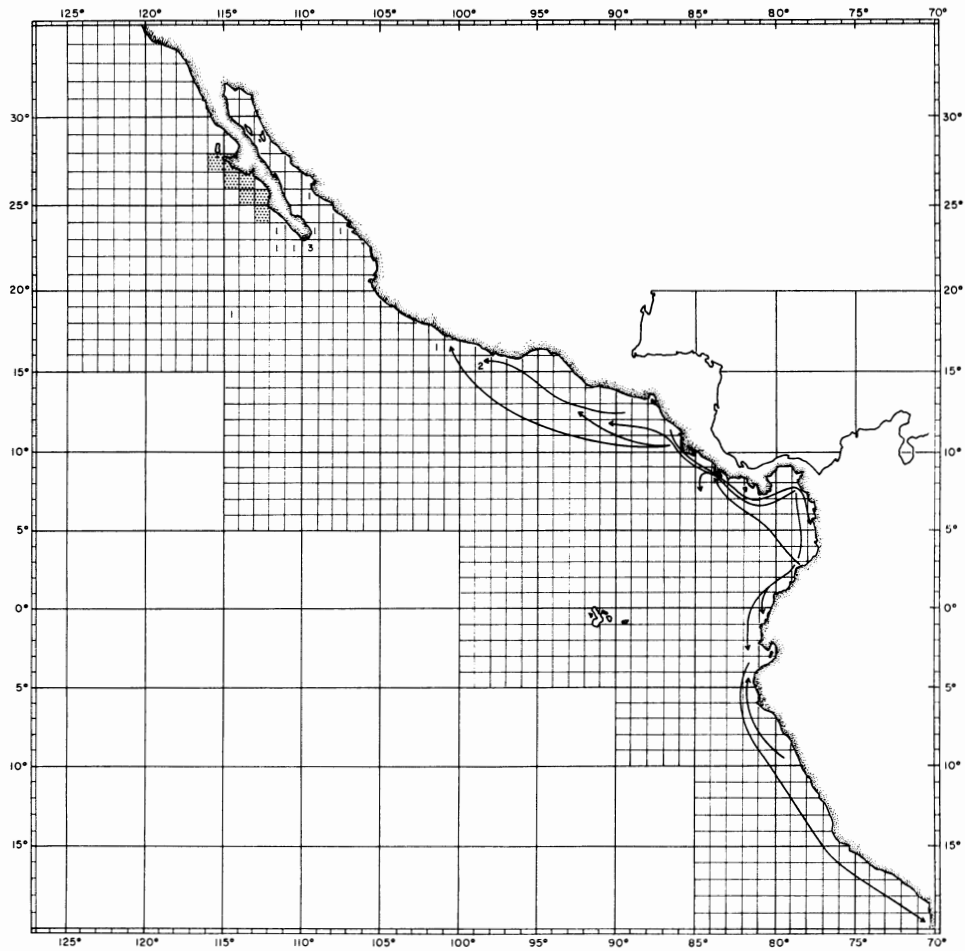
**FIGURE 20.** Net movements of tagged yellowfin released in July and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 20.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en julio y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



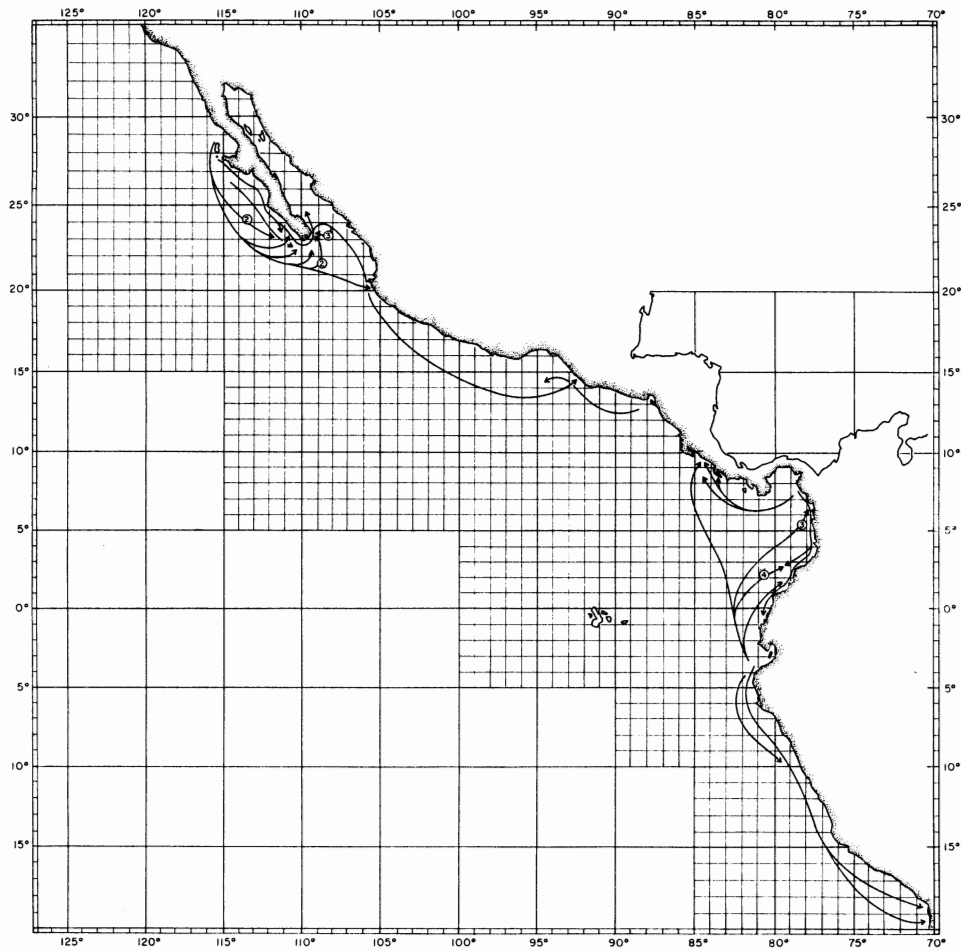
**FIGURE 21.** Net movements of tagged yellowfin released in August and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 21.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en agosto y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



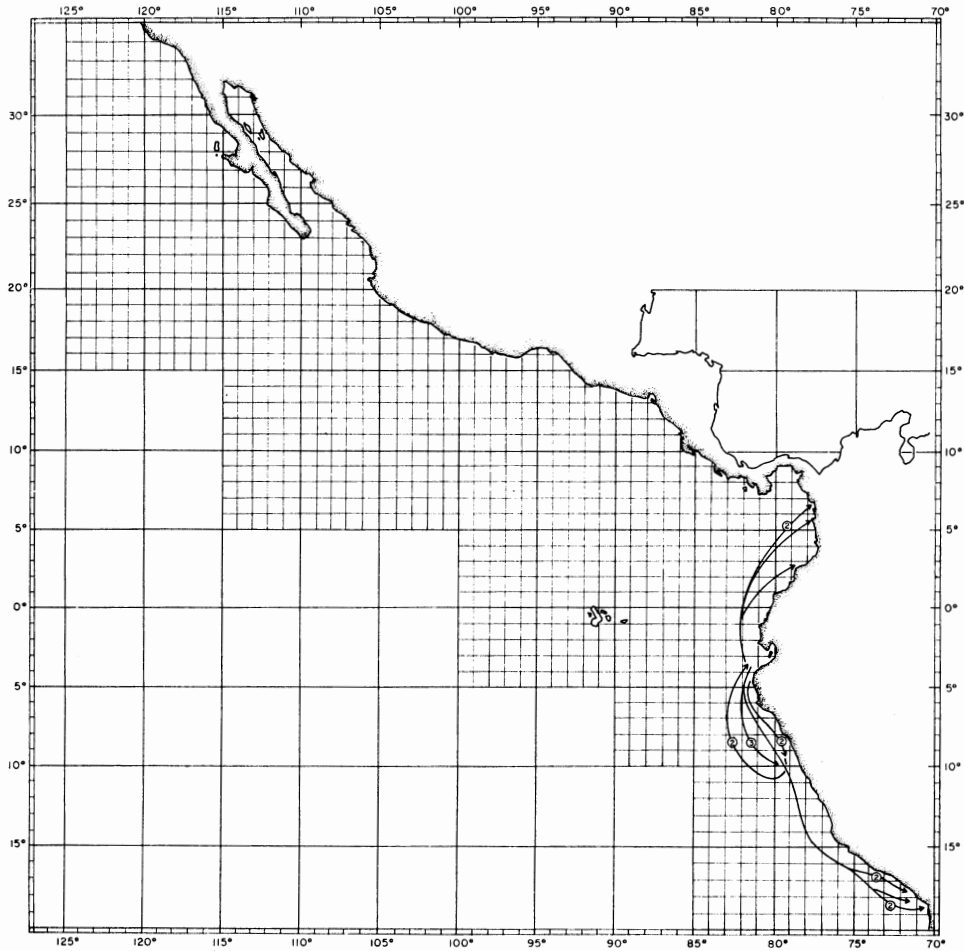
**FIGURE 22.** Net movements of tagged yellowfin released in September and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 22.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en setiembre y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



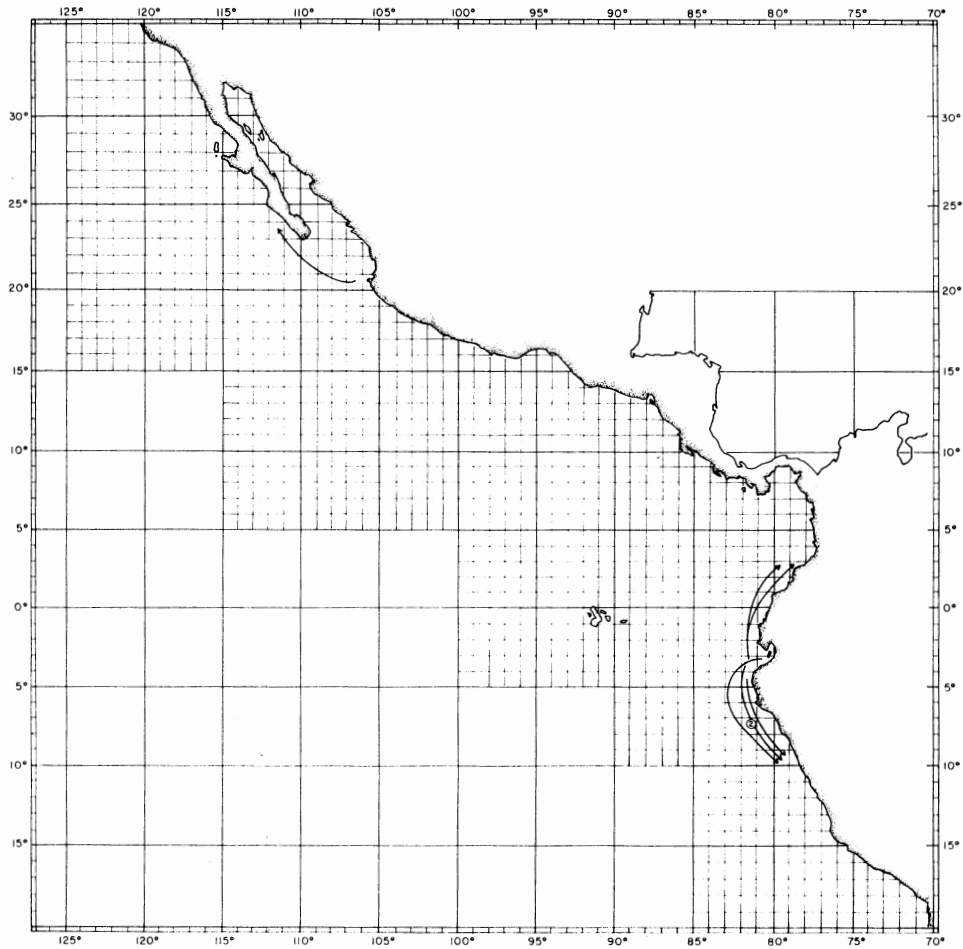
**FIGURE 23.** Net movements of tagged yellowfin released in October and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 23.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en octubre y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 24.** Net movements of tagged yellowfin released in November and recaptured more than 300 miles from the points of release.

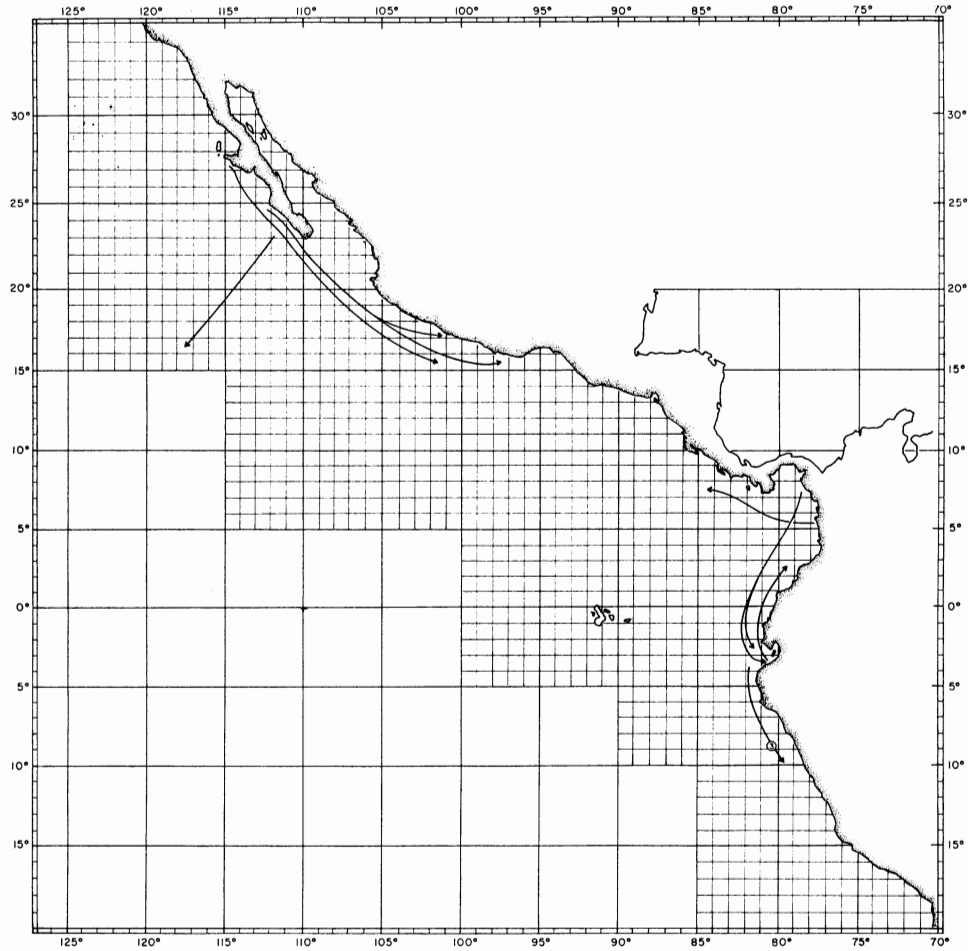
**FIGURA 24.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en noviembre y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 25.** Net movements of tagged yellowfin released in December and recaptured more than 300 miles from the points of release.

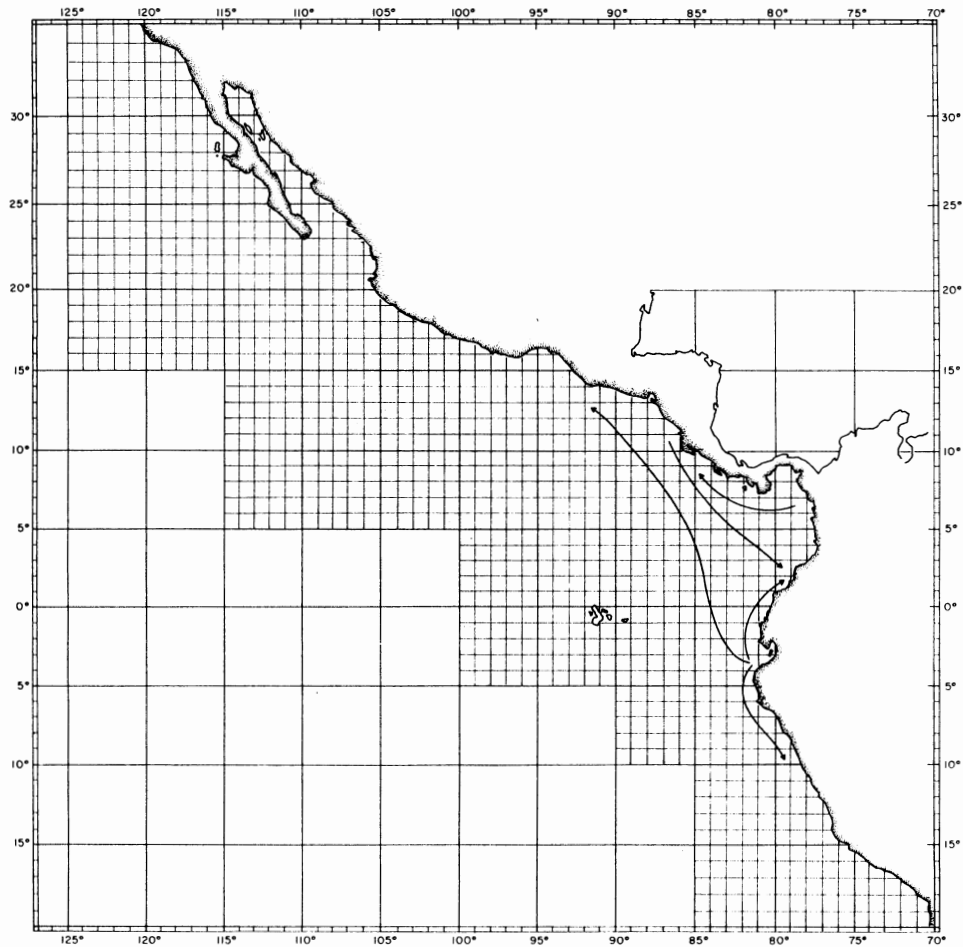
**FIGURA 25.** Movimientos netos de los aleta amarilla marcados liberados en diciembre y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.





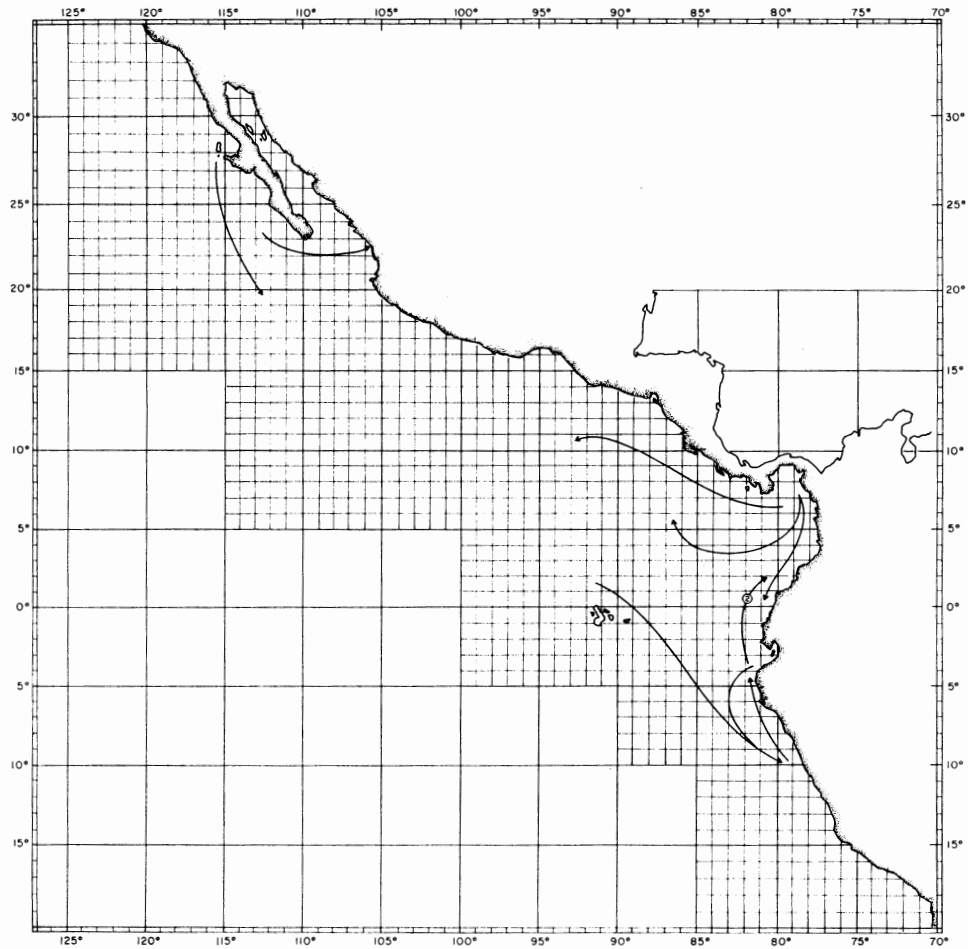
**FIGURE 26.** Net movements of tagged skipjack recaptured in January more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 26.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en enero más de 300 millas de los puntos de liberación.



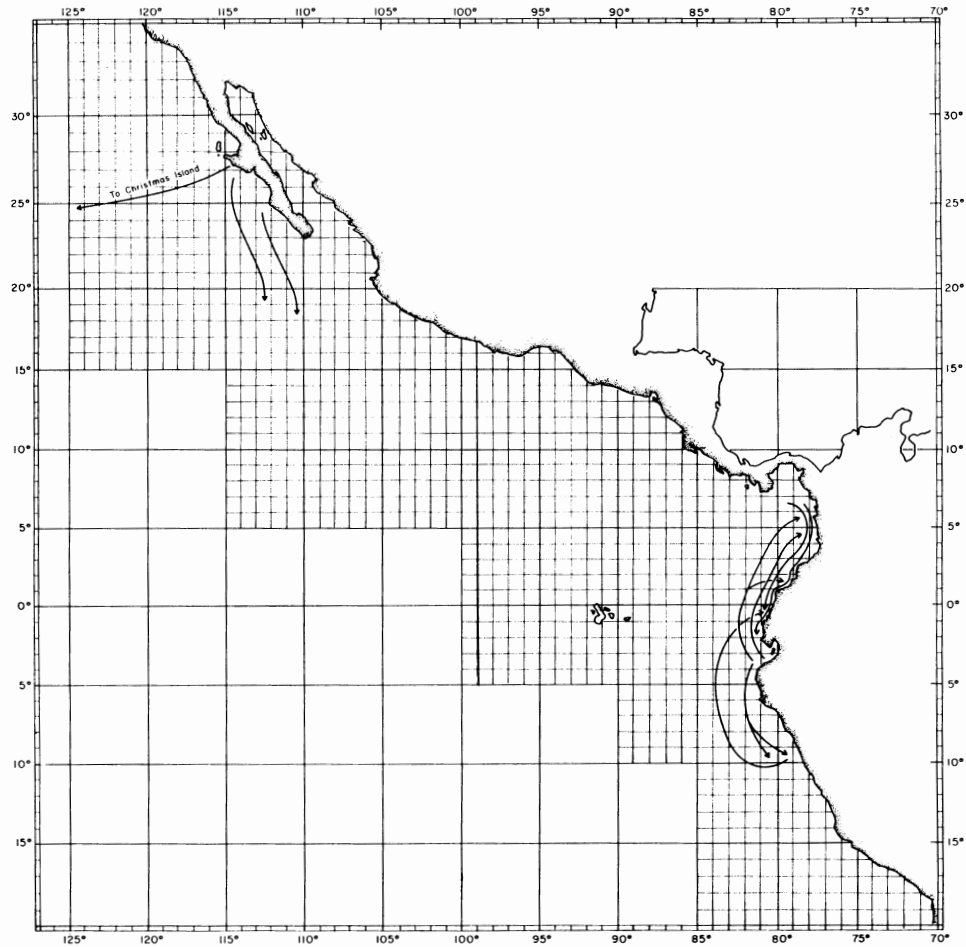
**FIGURE 27.** Net movements of tagged skipjack recaptured in February more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 27.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en febrero más de 300 millas de los puntos de liberación.



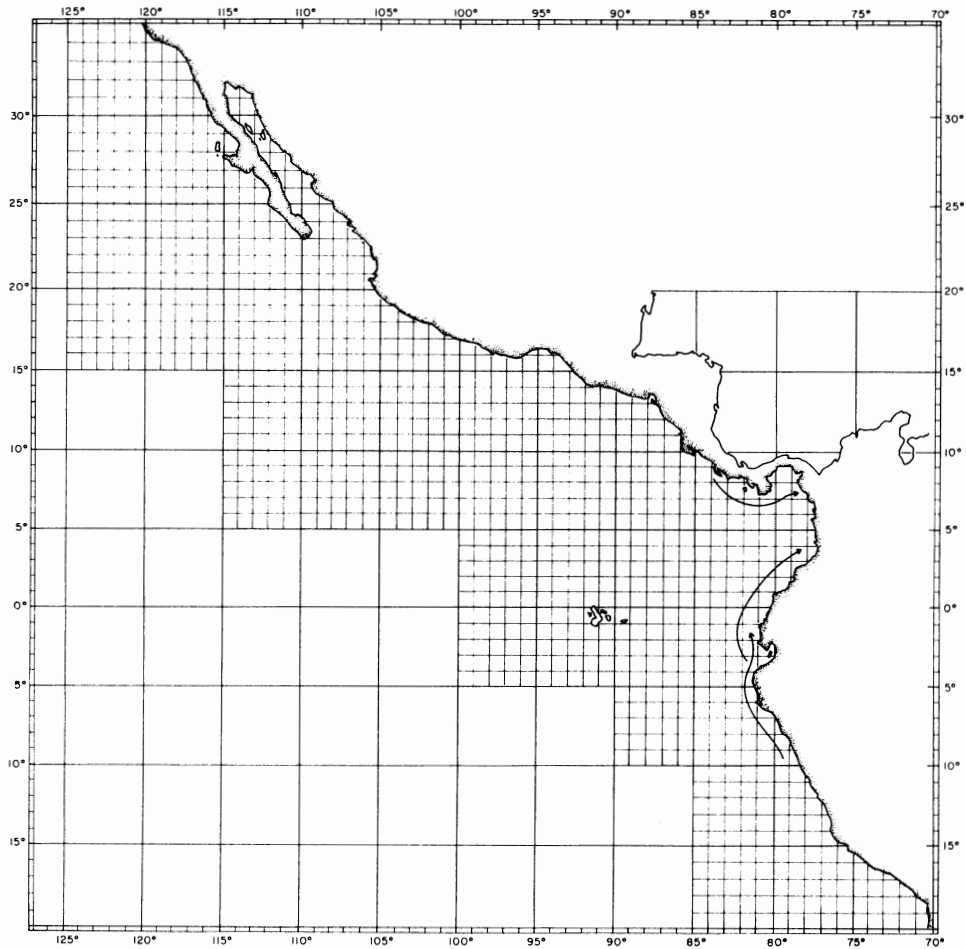
**FIGURE 28.** Net movements of tagged skipjack recaptured in March more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 28.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en marzo más de 300 millas de los puntos de liberación.



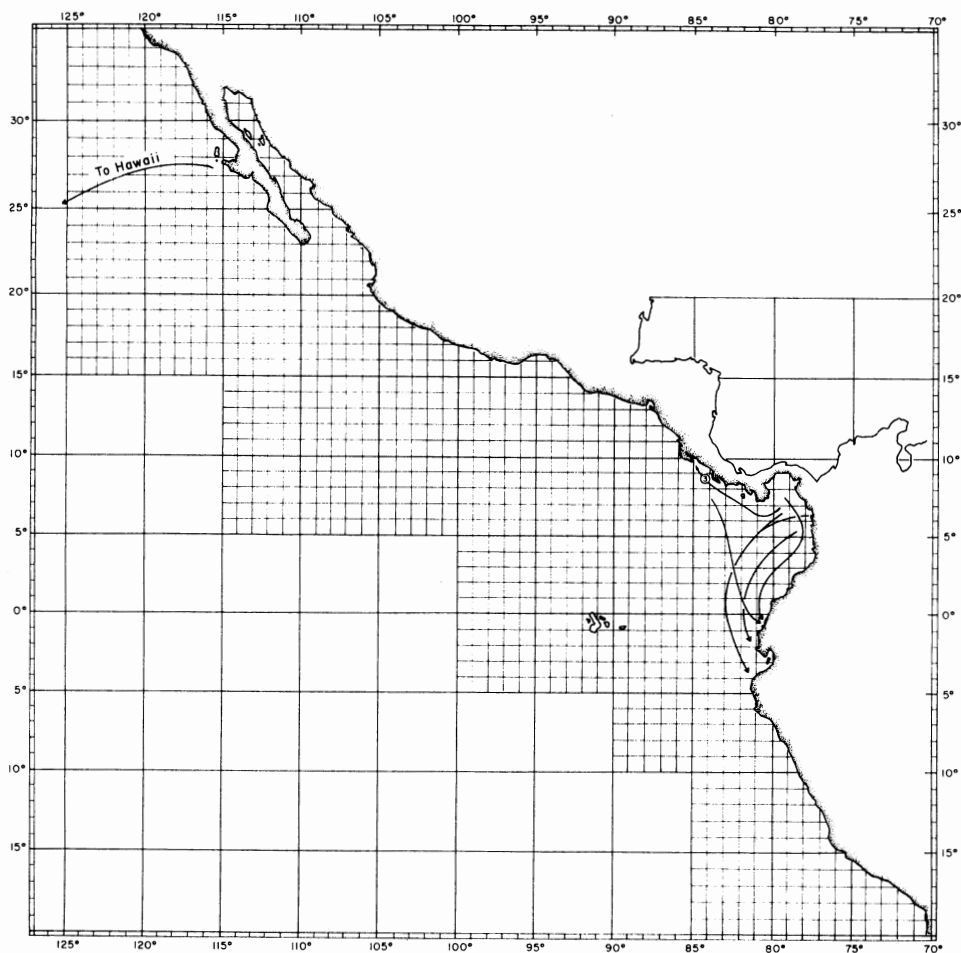
**FIGURE 29.** Net movements of tagged skipjack recaptured in April more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 29.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en abril más de 300 millas de los puntos de liberación.



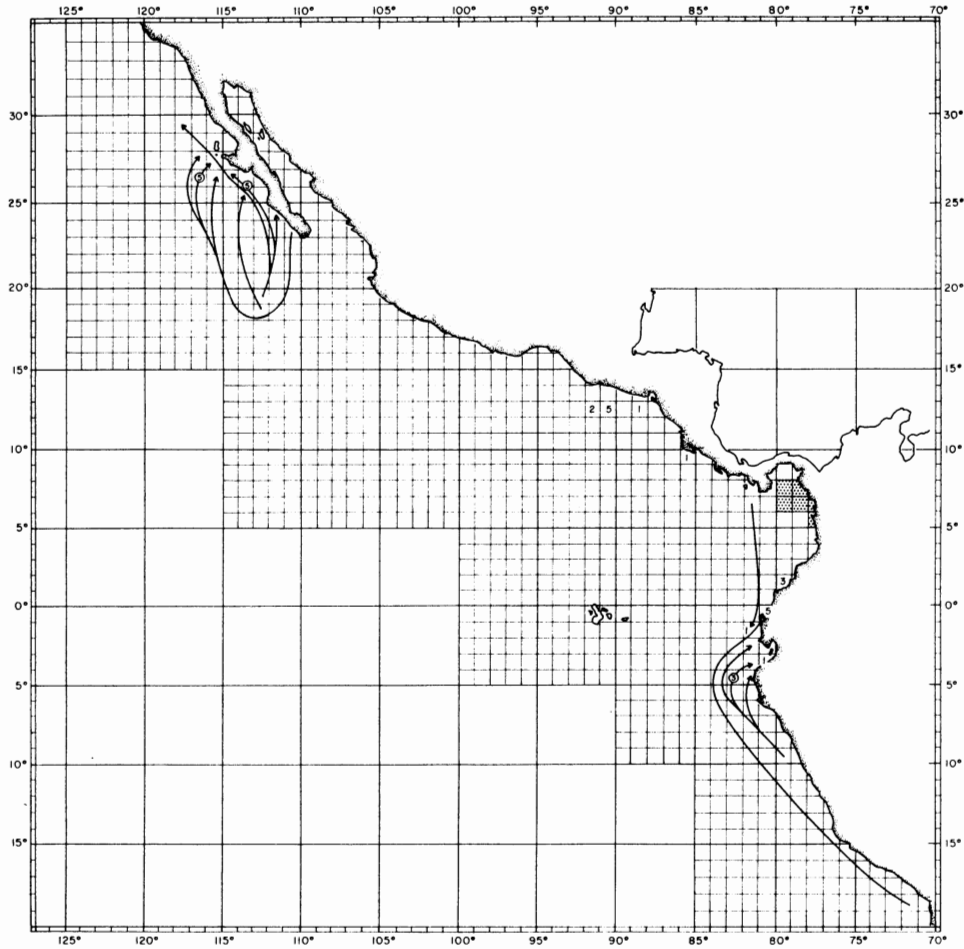
**FIGURE 30.** Net movements of tagged skipjack recaptured in May more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 30.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en mayo más de 300 millas de los puntos de liberación.



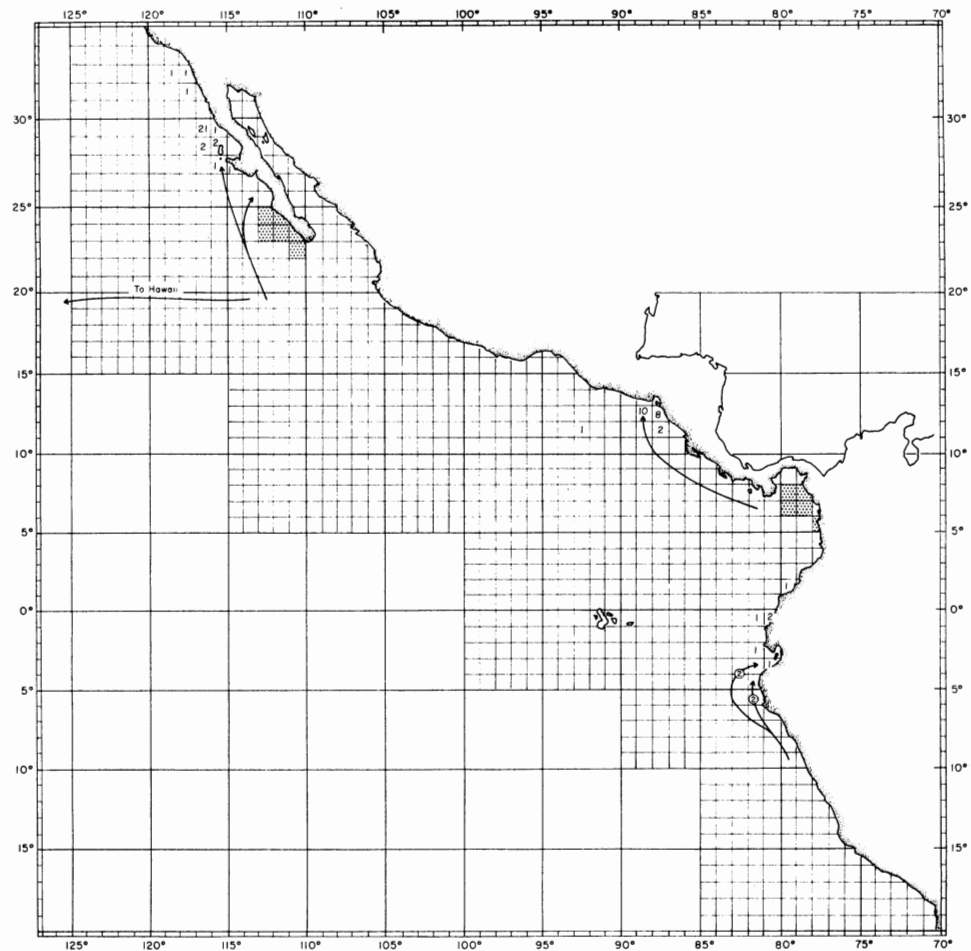
**FIGURE 31.** Net movements of tagged skipjack recaptured in June more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 31.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en junio más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 32.** Net movements of tagged skipjack recaptured in July more than 300 miles from the points of release.

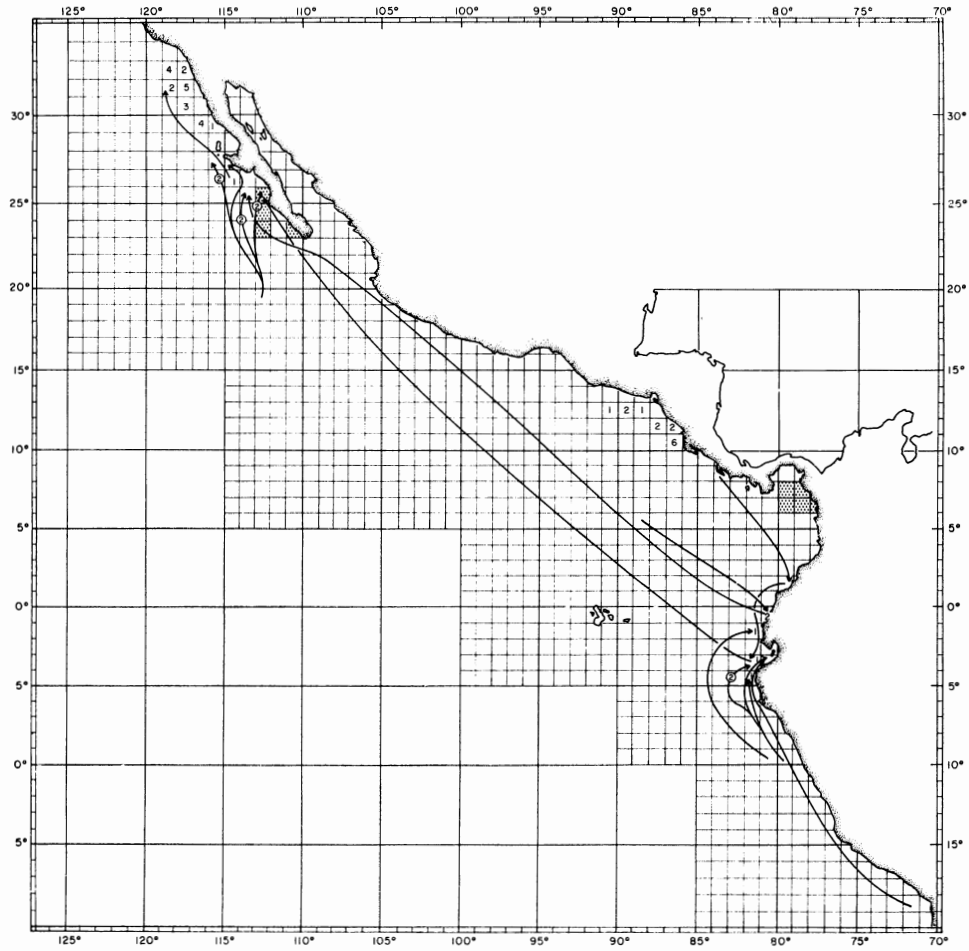
**FIGURA 32.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en julio más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 33.** Net movements of tagged skipjack recaptured in August more than 300 miles from the points of release.

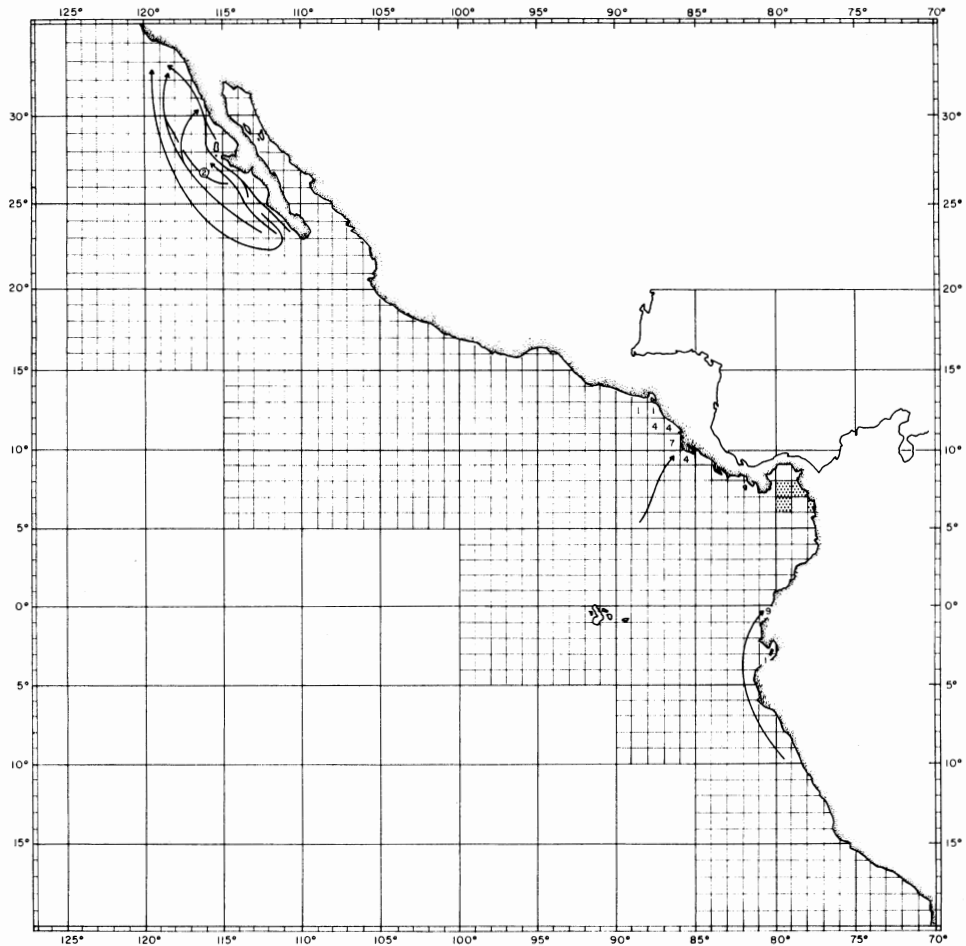
**FIGURA 33.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en agosto más de 300 millas de los puntos de liberación.





**FIGURE 34.** Net movements of tagged skipjack recaptured in September more than 300 miles from the points of release.

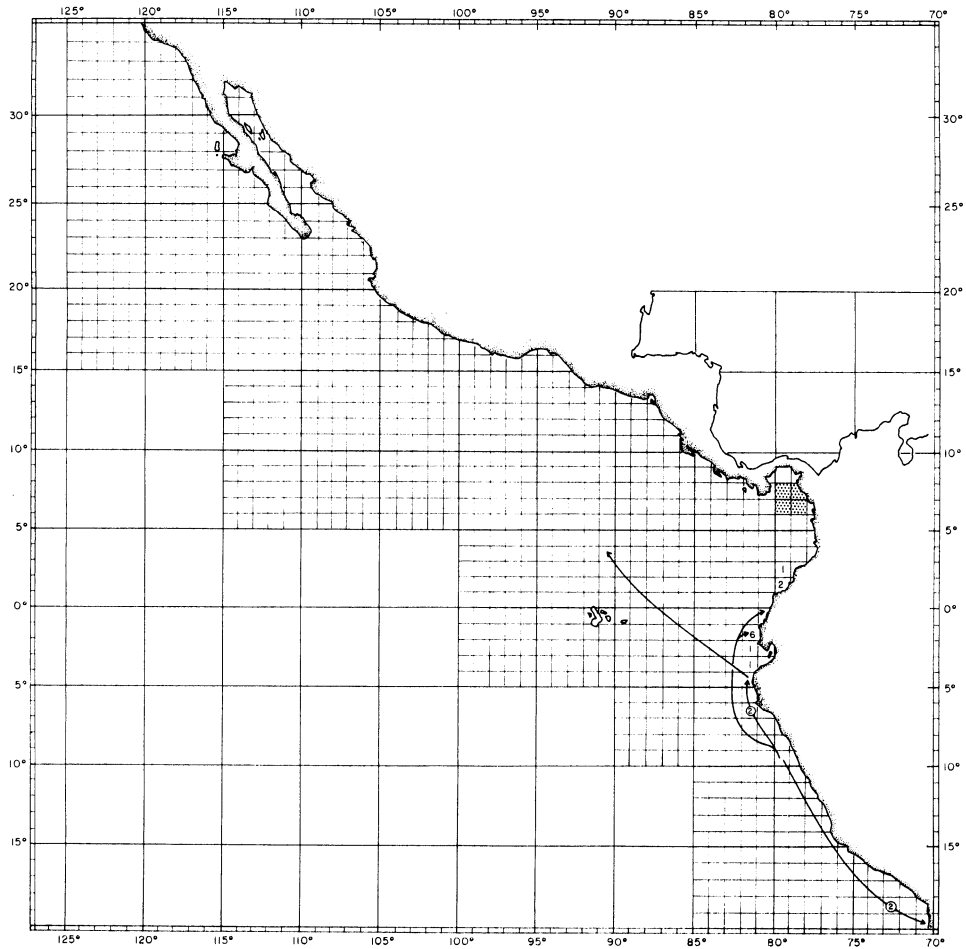
**FIGURA 34.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en setiembre más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 35.** Net movements of tagged skipjack recaptured in October more than 300 miles from the points of release.

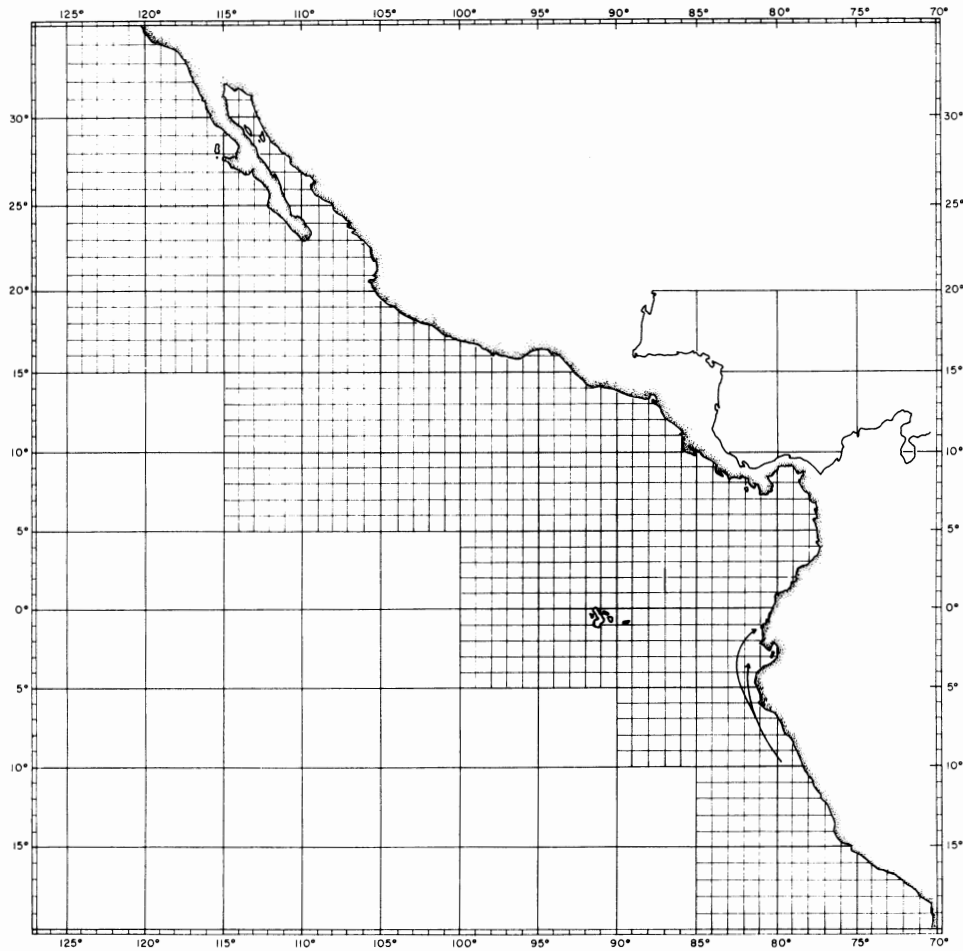
**FIGURA 35.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en octubre más de 300 millas de los puntos de liberación.





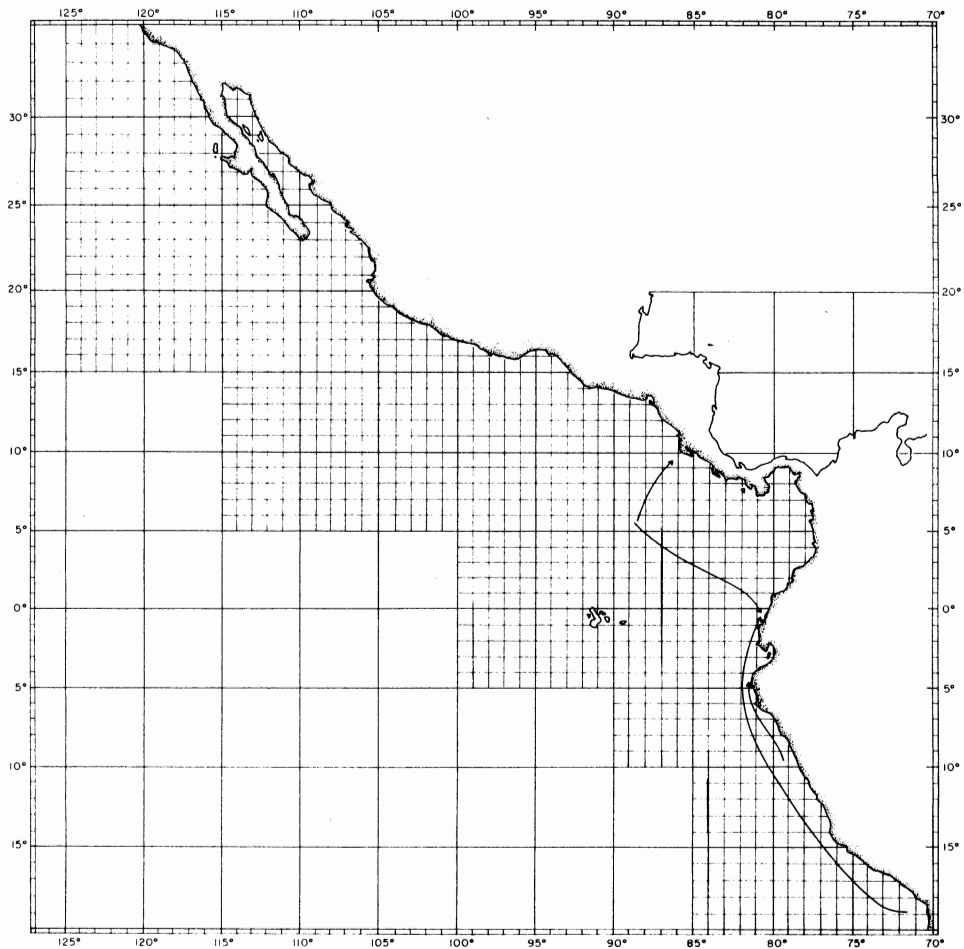
**FIGURE 37.** Net movements of tagged skipjack recaptured in December more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 37.** Movimientos netos de los barriletes marcados recapturados en diciembre más de 300 millas de los puntos de liberación.



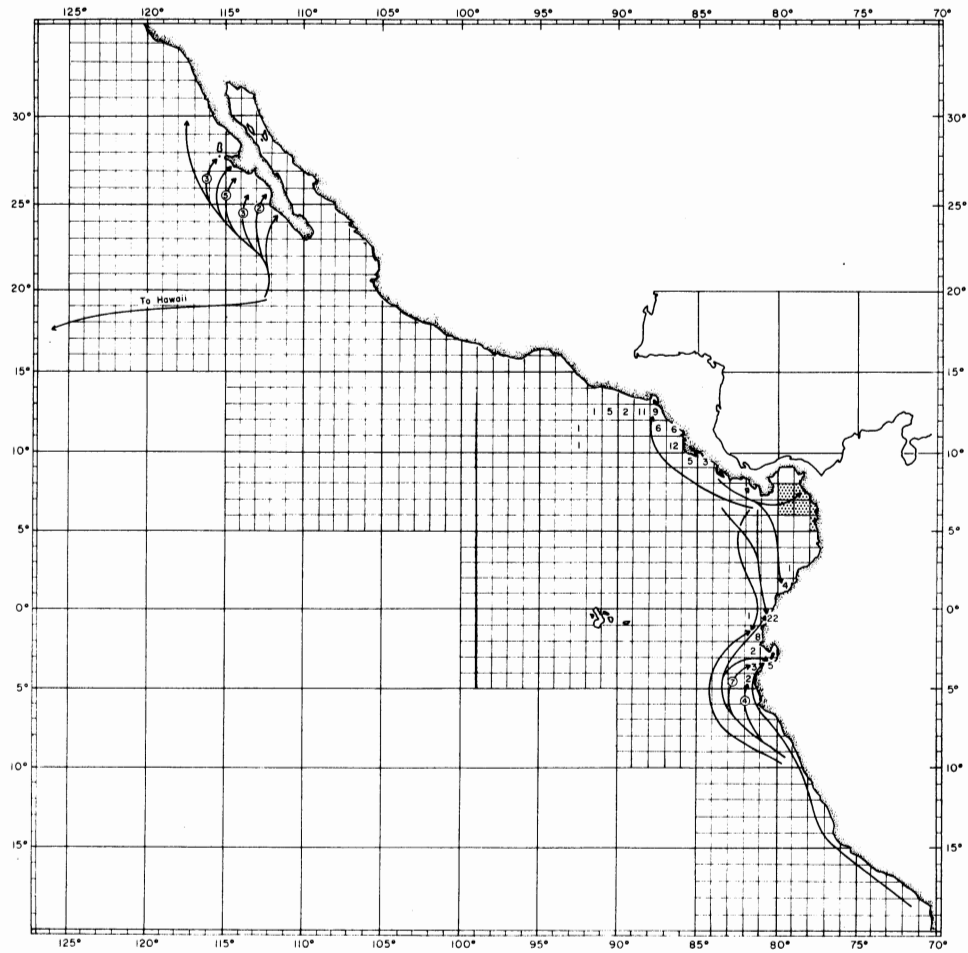
**FIGURE 38.** Net movements of tagged skipjack released in January and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 38.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en enero y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



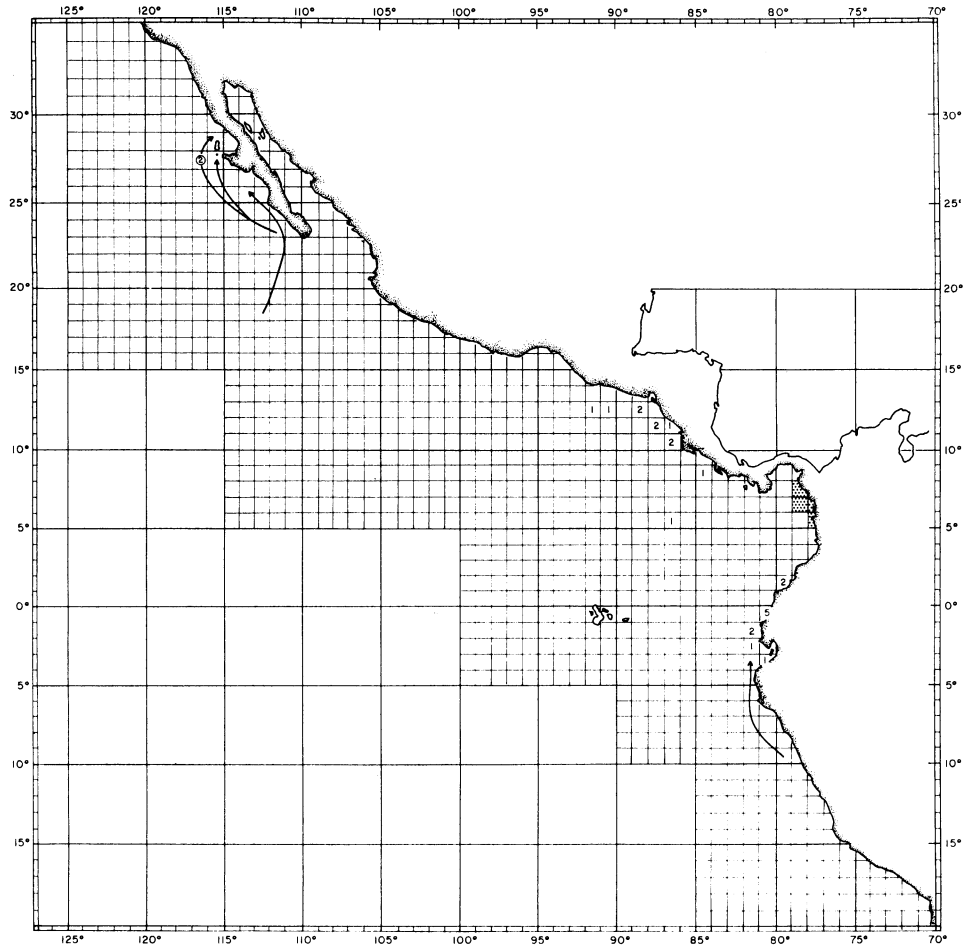
**FIGURE 39.** Net movements of tagged skipjack released in March and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 39.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en marzo y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 40.** Net movements of tagged skipjack released in April and recaptured more than 300 miles from the points of release.

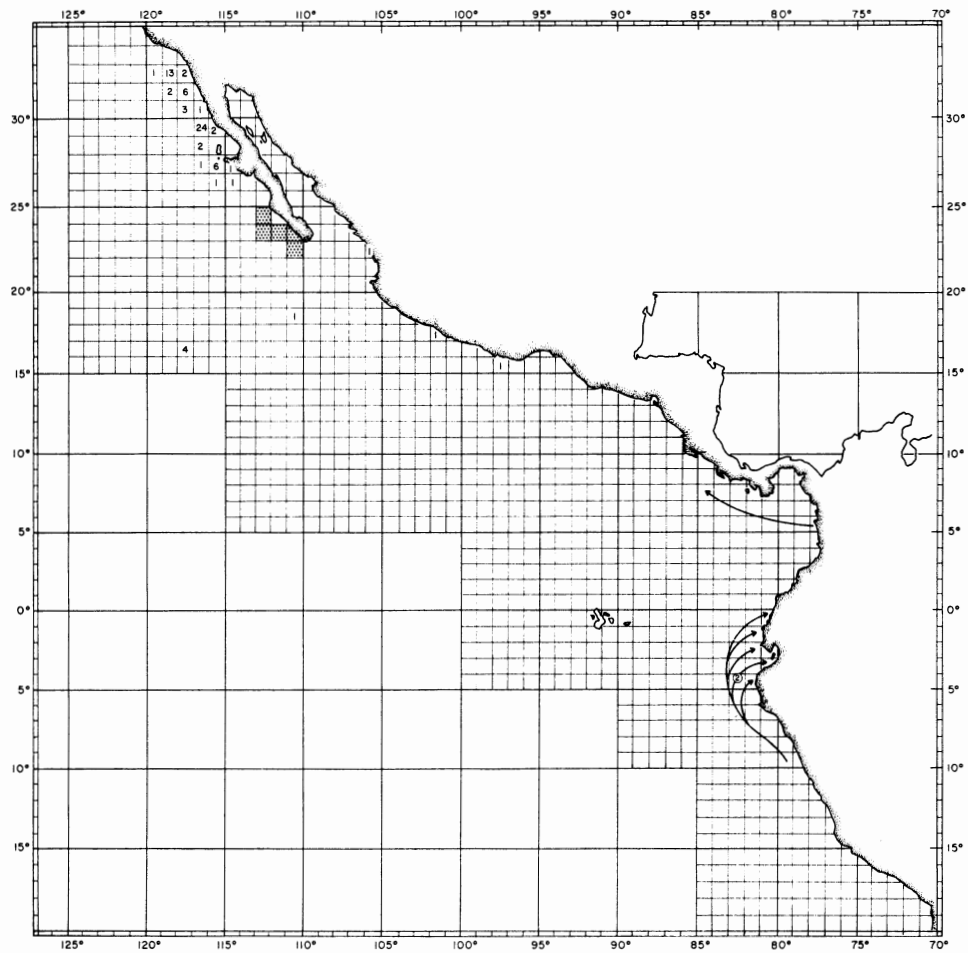
**FIGURA 40.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en abril y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



**FIGURE 41.** Net movements of tagged skipjack released in May and recaptured more than 300 miles from the points of release.

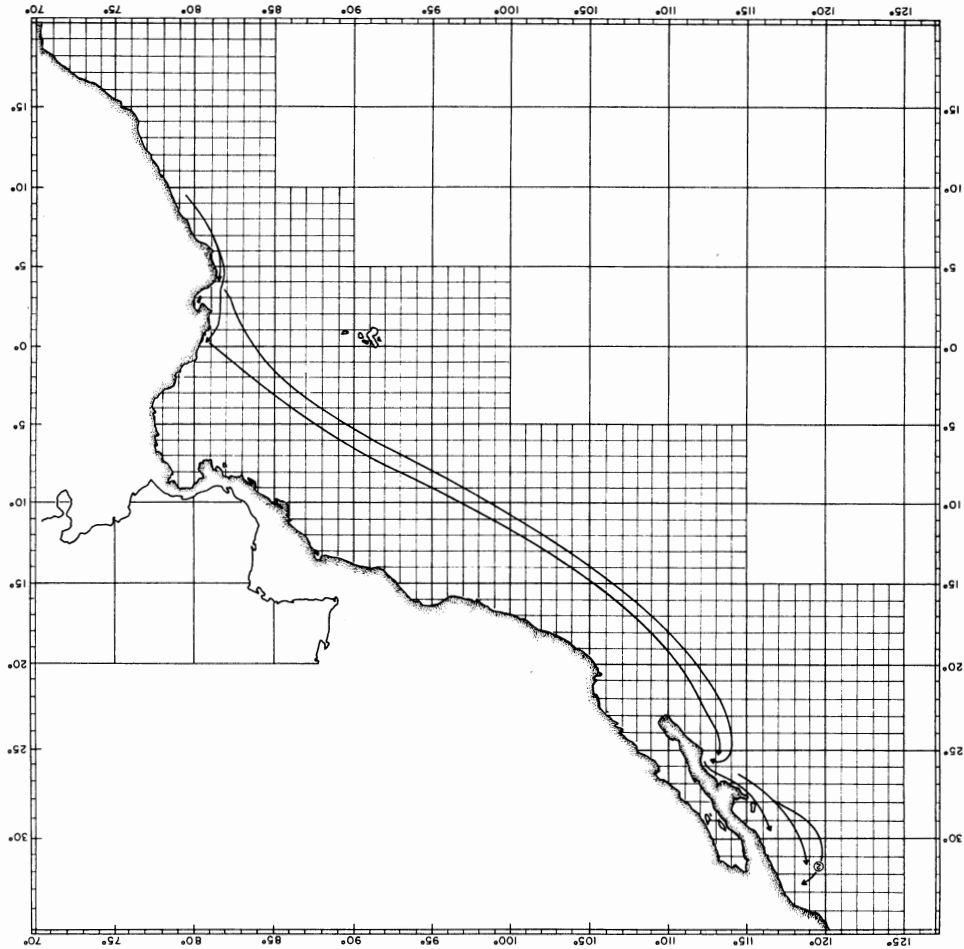
**FIGURA 41.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en mayo y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.





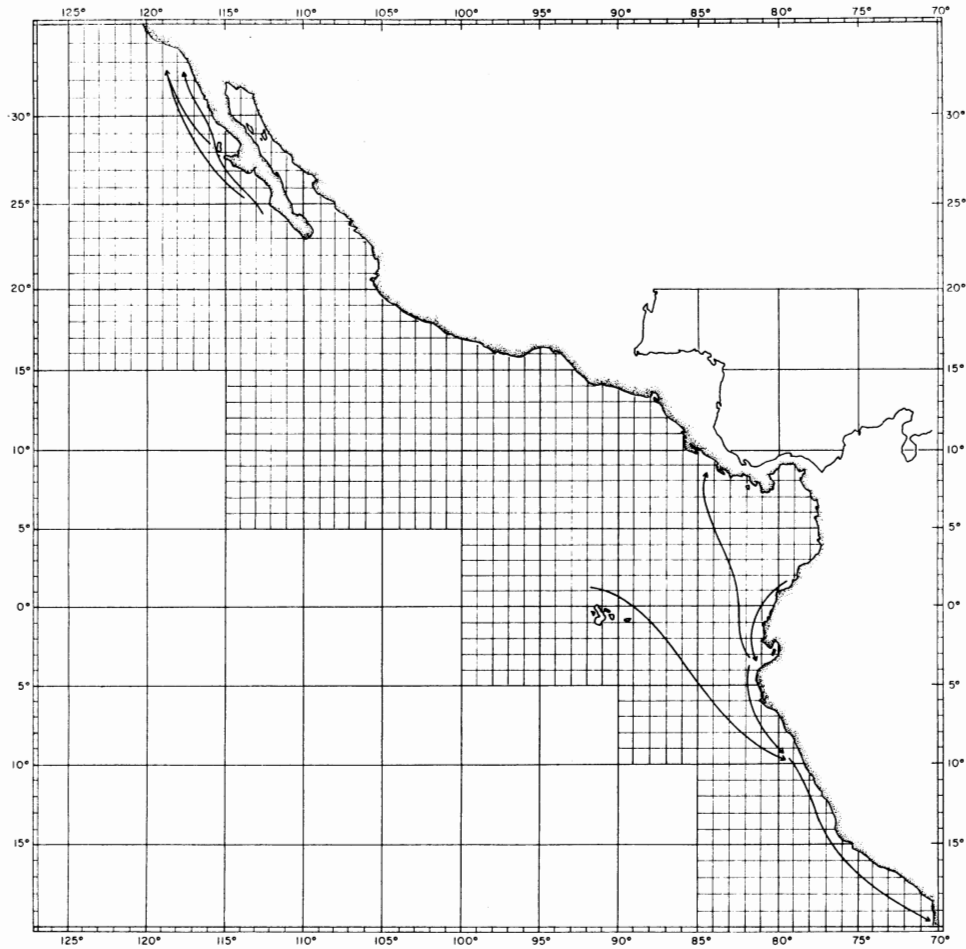
**FIGURE 42.** Net movements of tagged skipjack released in June and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 42.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en junio y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



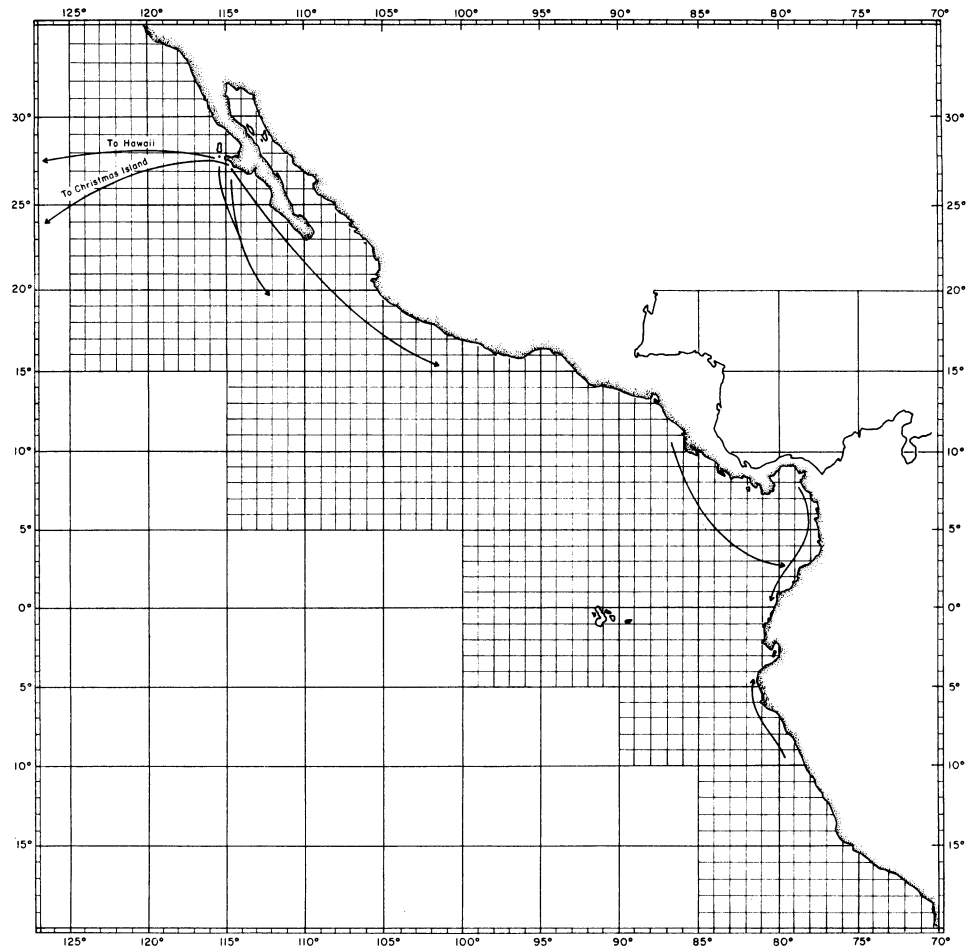
**FIGURE 43.** Net movements of tagged skipjack released in July and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 43.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en julio y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



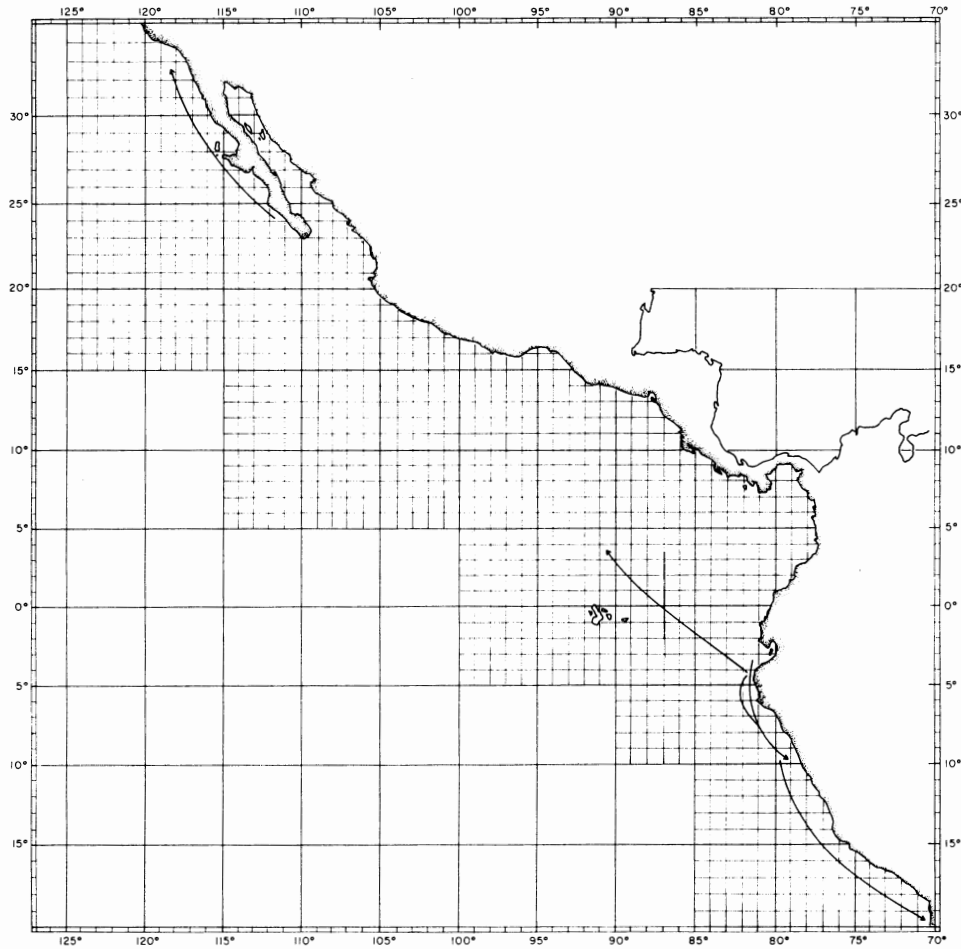
**FIGURE 44.** Net movements of tagged skipjack released in August and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 44.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en agosto y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



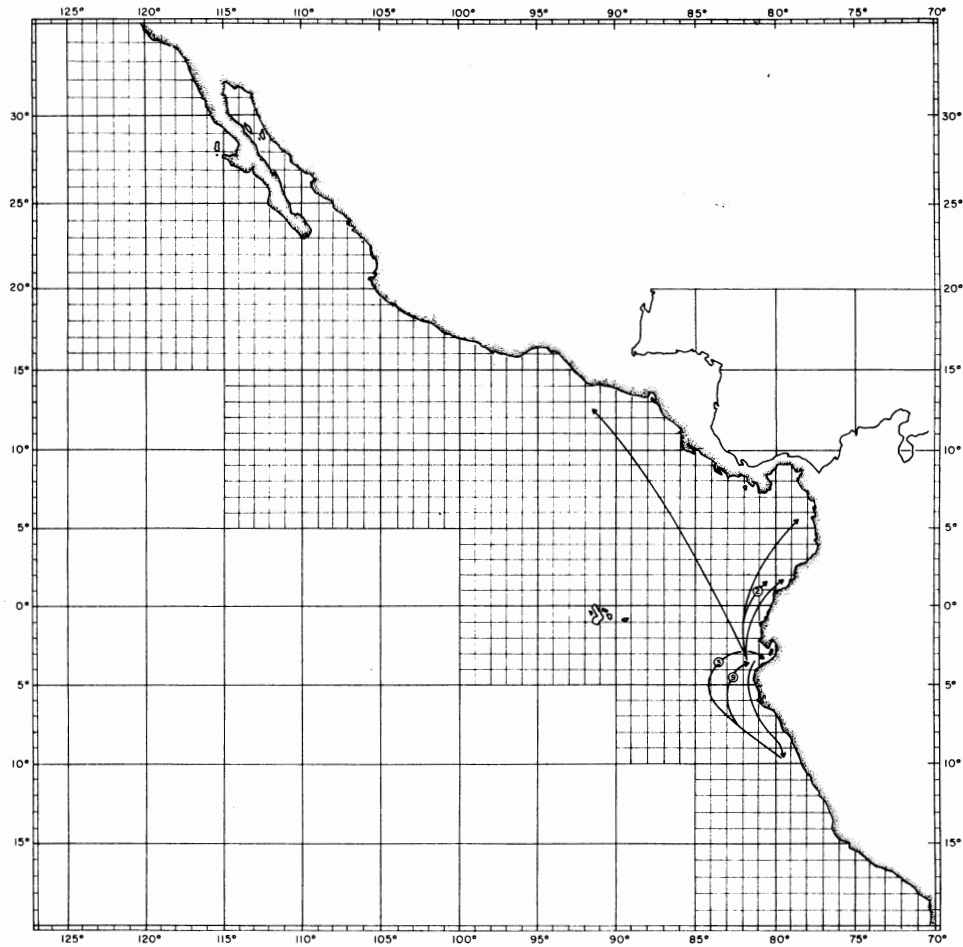
**FIGURE 45.** Net movements of tagged skipjack released in September and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 45.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en setiembre y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



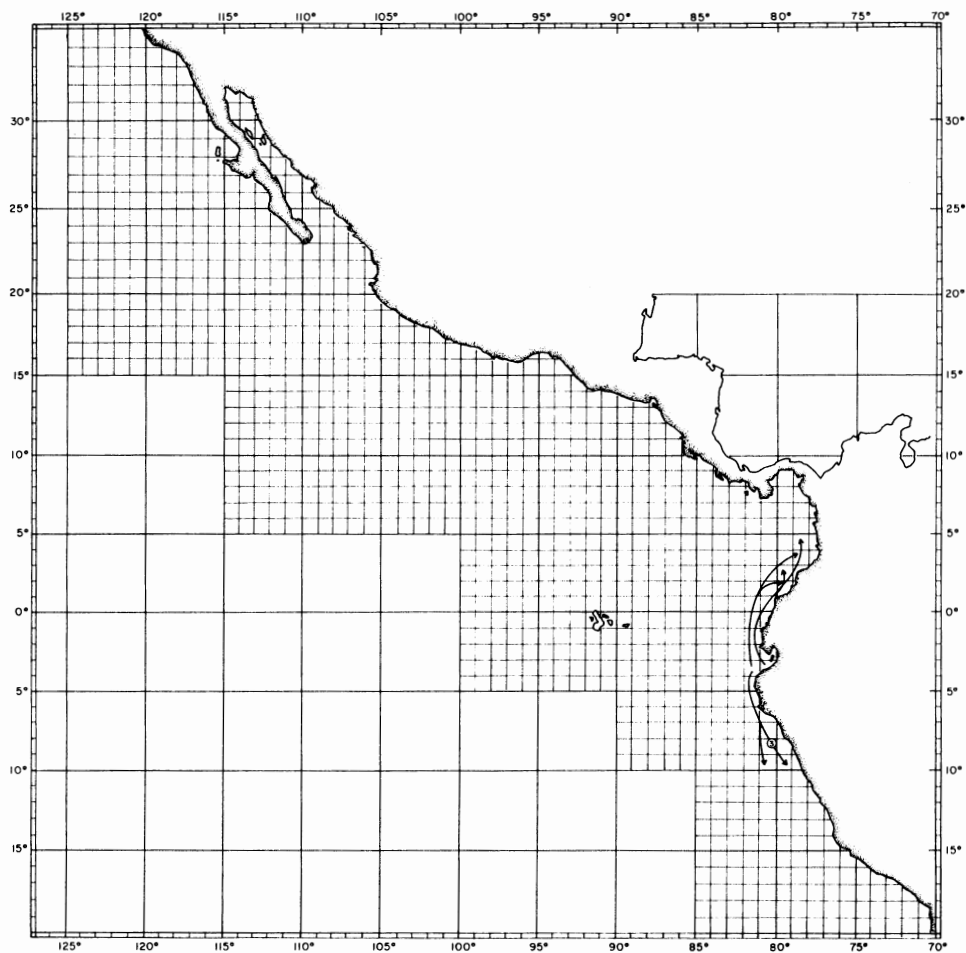
**FIGURE 46.** Net movements of tagged skipjack released in October and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 46.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en octubre y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



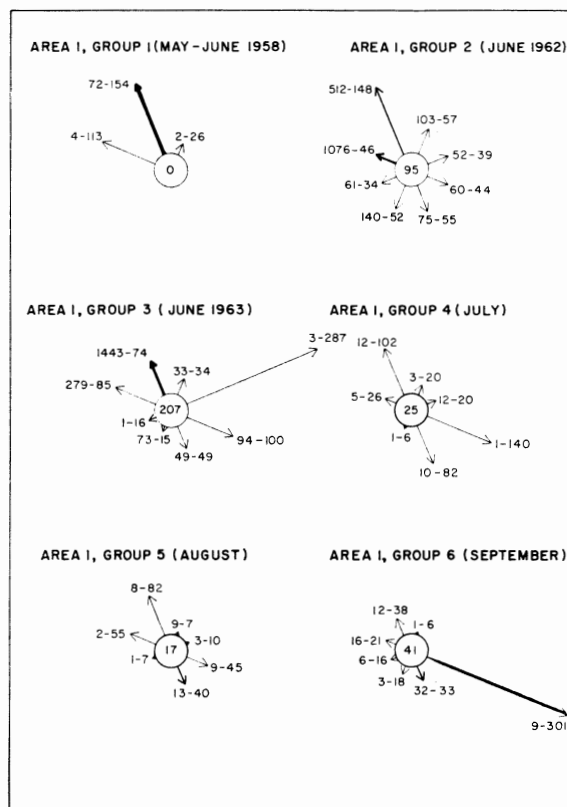
**FIGURE 47.** Net movements of tagged skipjack released in November and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 47.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en noviembre y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.

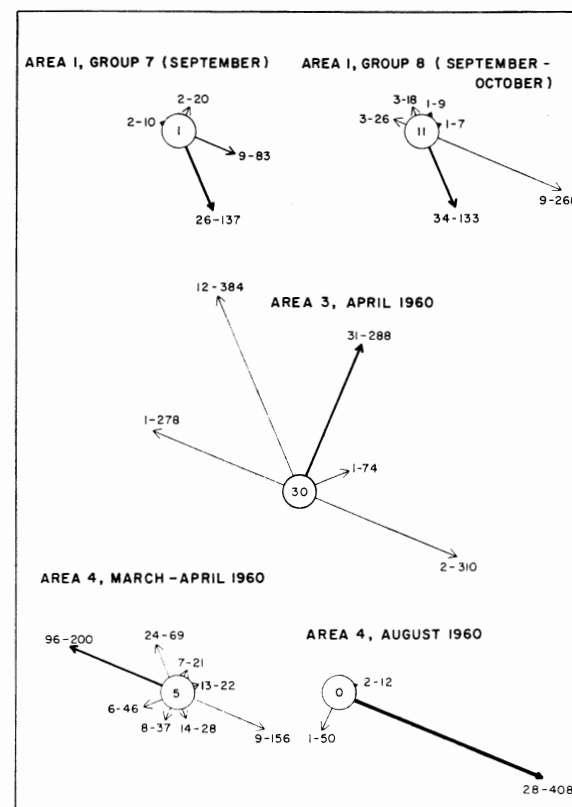


**FIGURE 48.** Net movements of tagged skipjack released in December and recaptured more than 300 miles from the points of release.

**FIGURA 48.** Movimientos netos de los barriletes marcados liberados en diciembre y recapturados más de 300 millas de los puntos de liberación.



(a)

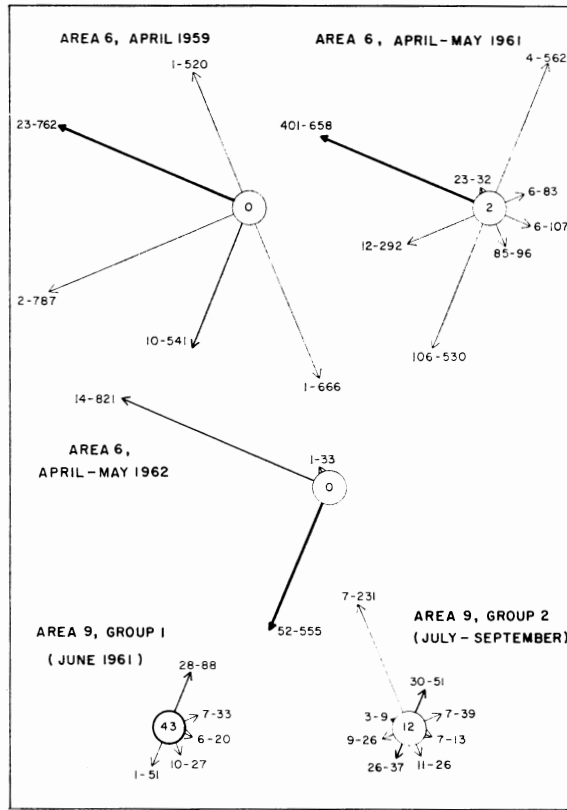


(b)

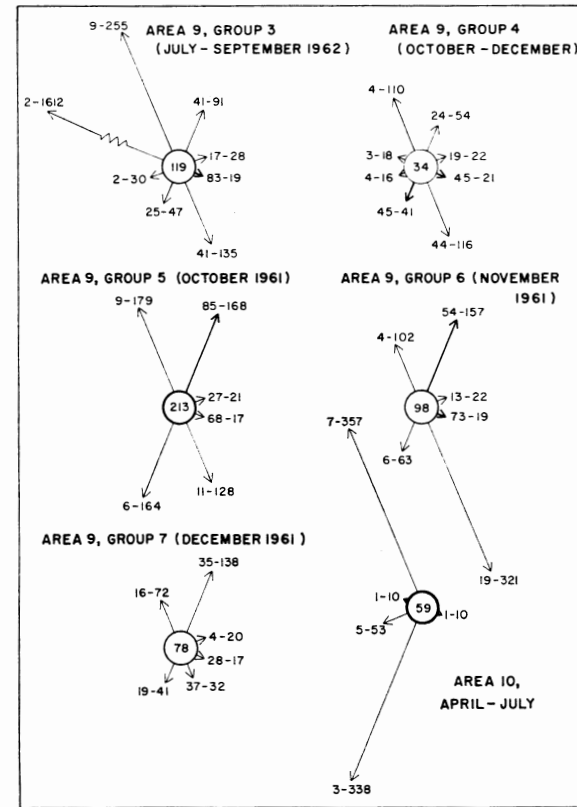
**FIGURE 49.** Directions and average distances of movement of tagged yellowfin. The diagrams are explained in the text.

**FIGURA 49.** Direcciones y promedios de las distancias del movimiento de los aleta amarilla marcados. Los diagramas se encuentran explicados en el texto.



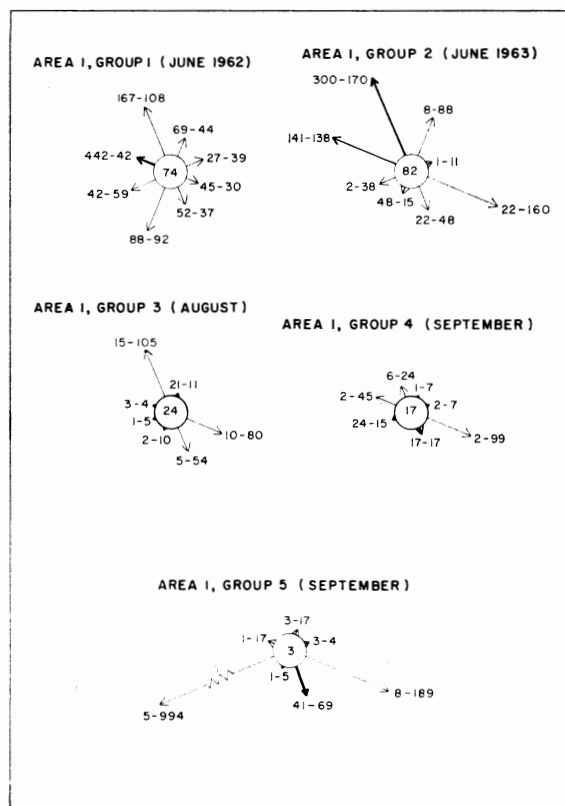


(c)

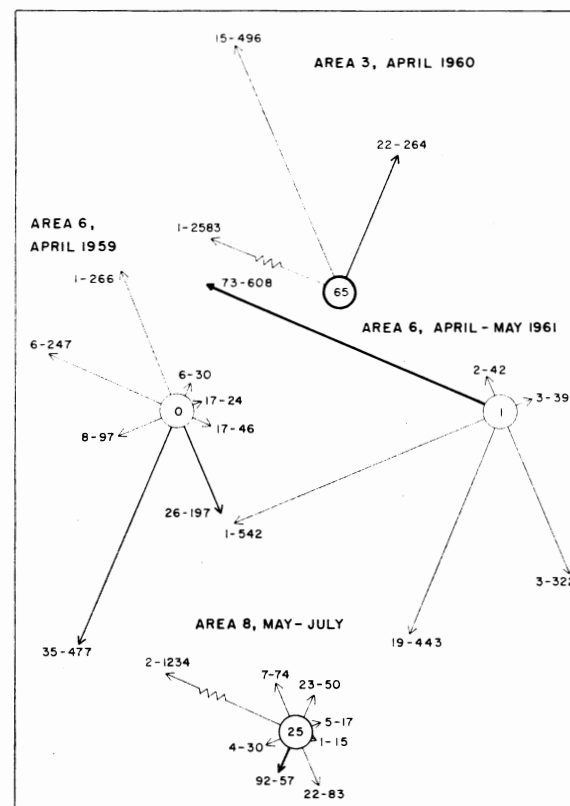


(d)

TUNA MIGRATIONS



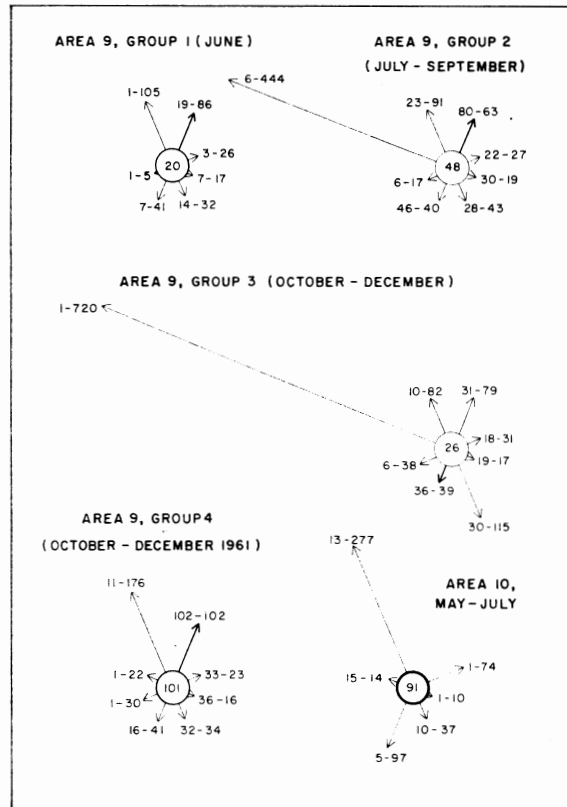
(a)



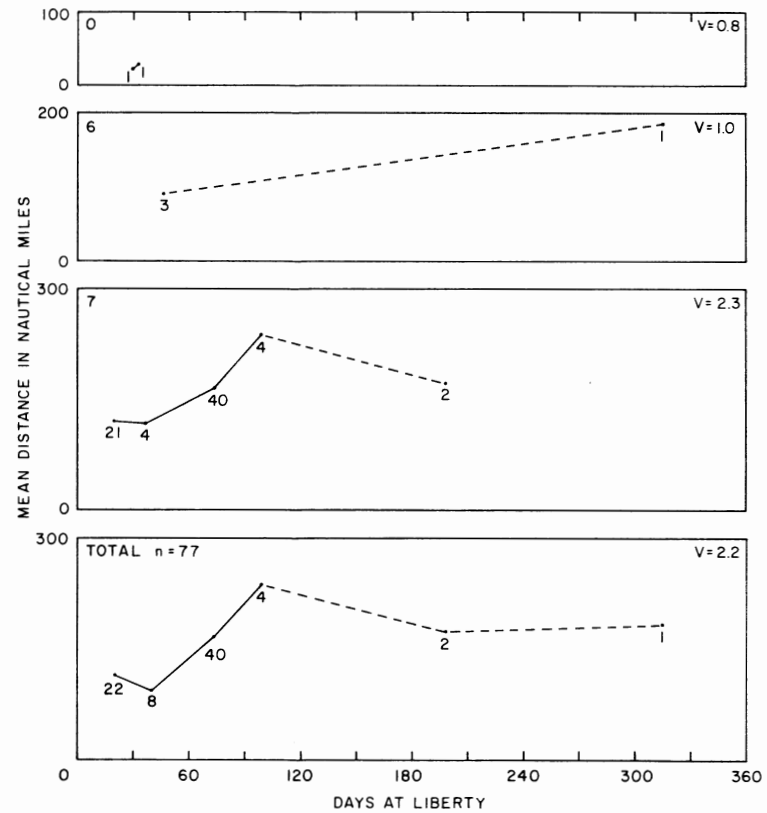
(b)

**FIGURE 50.** Directions and average distances of movement of tagged skipjack. The diagrams are explained in the text.

**FIGURA 50.** Direcciones y promedios de las distancias del movimiento de los barriletes marcados. Los diagramas se encuentran explicados en el texto.

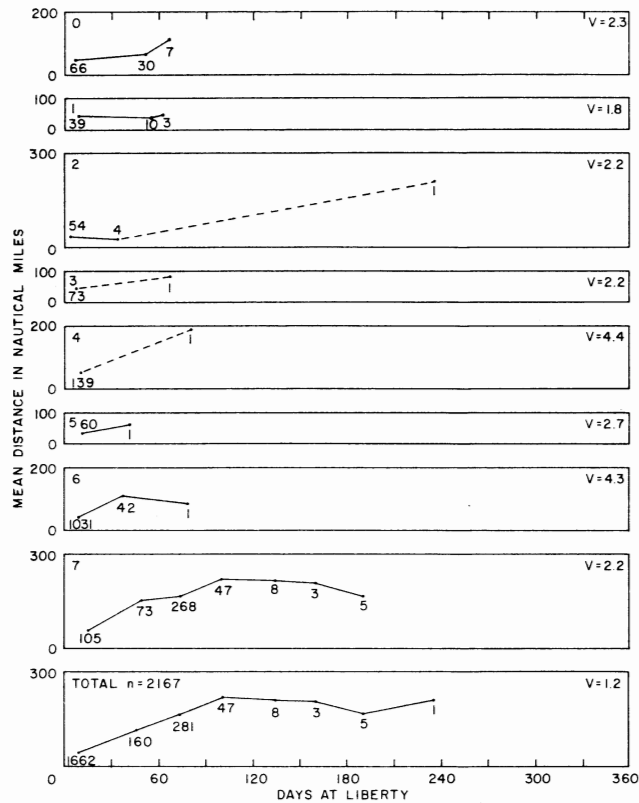


(c)



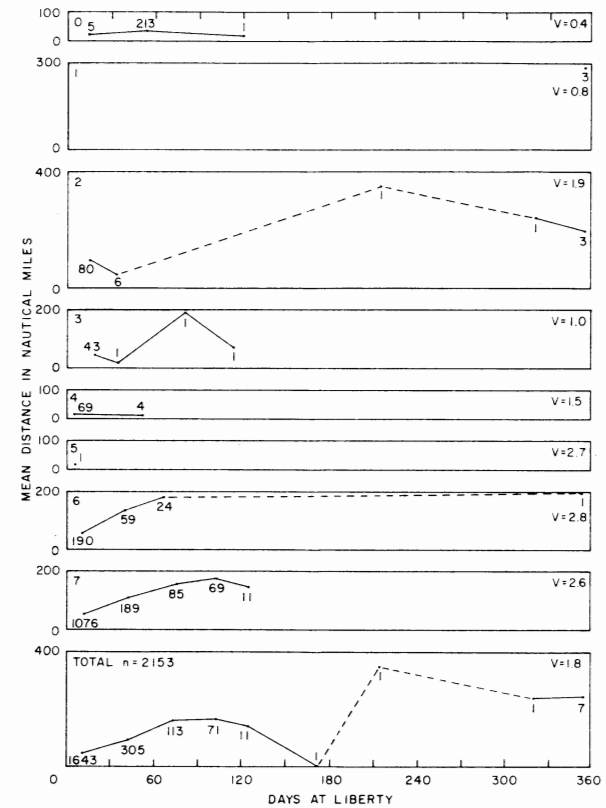
**FIGURE 51.** Dispersion of yellowfin released in Area 1 between 23° and 24° N during May 22-June 1, 1958 (Group 1). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 51.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 1 entre los 23° y 24° N durante mayo 22-junio 1, 1958 (Grupo 1). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



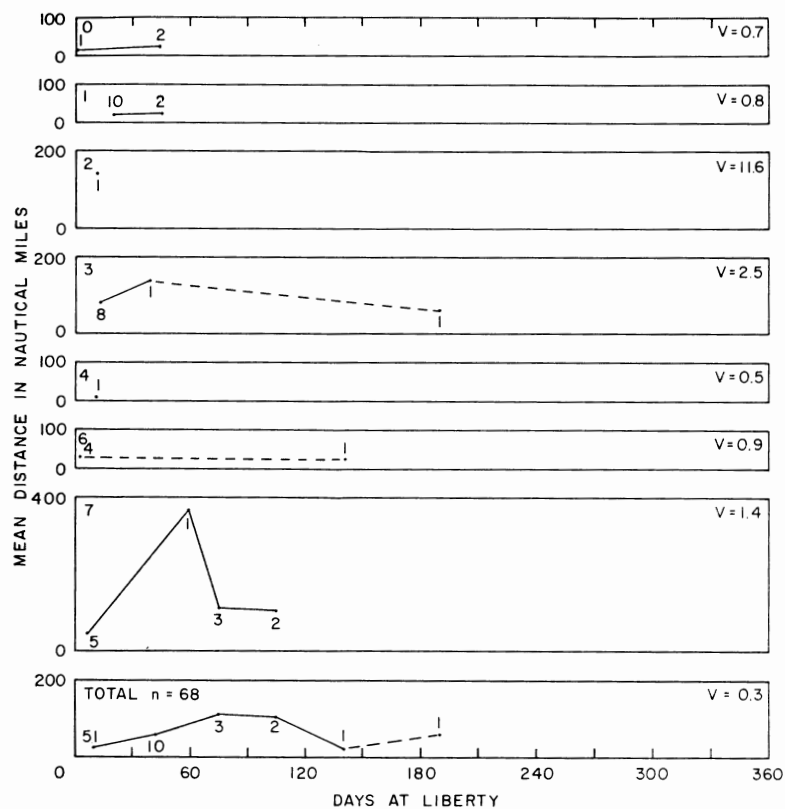
**FIGURE 52.** Dispersion of yellowfin released in Area 1 between 22° and 24° N during June 2-24, 1962 (Group 2). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 52.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 1 entre los 22° y 24° N durante junio 2-24, 1962 (Grupo 2). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



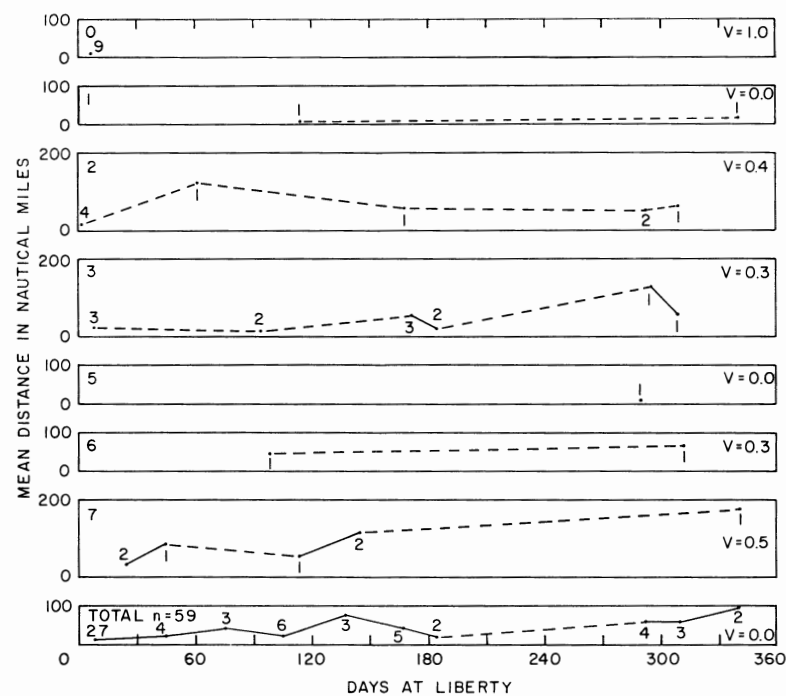
**FIGURE 53.** Dispersion of yellowfin released in Area 1 between 23° and 25° N during June 5-28, 1963 (Group 3). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 53.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 1 entre los 23° y 25° N durante junio 5-28, 1963 (Grupo 3). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



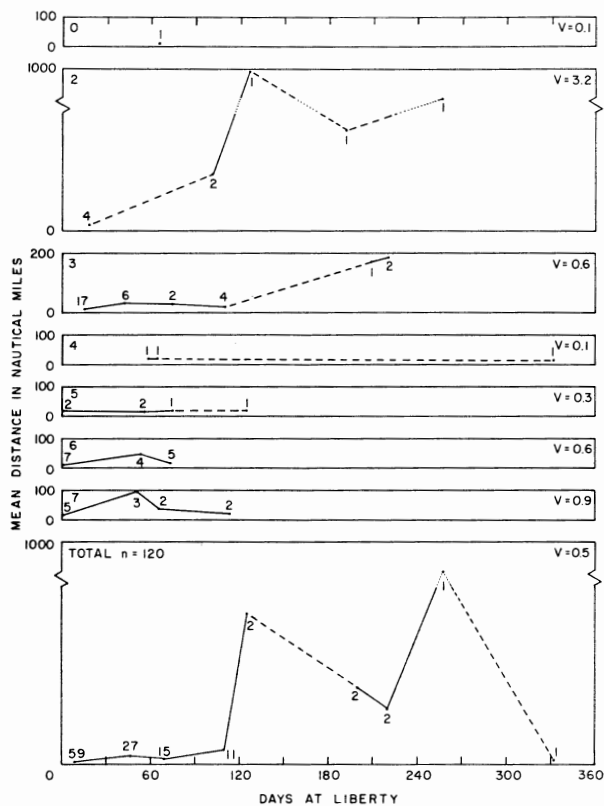
**FIGURE 54.** Dispersion of yellowfin released in Area 1 between 25° and 26° N during July 1-31 (Group 4). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 54.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 1 entre los 25° y 26° N durante julio 1-31 (Grupo 4). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



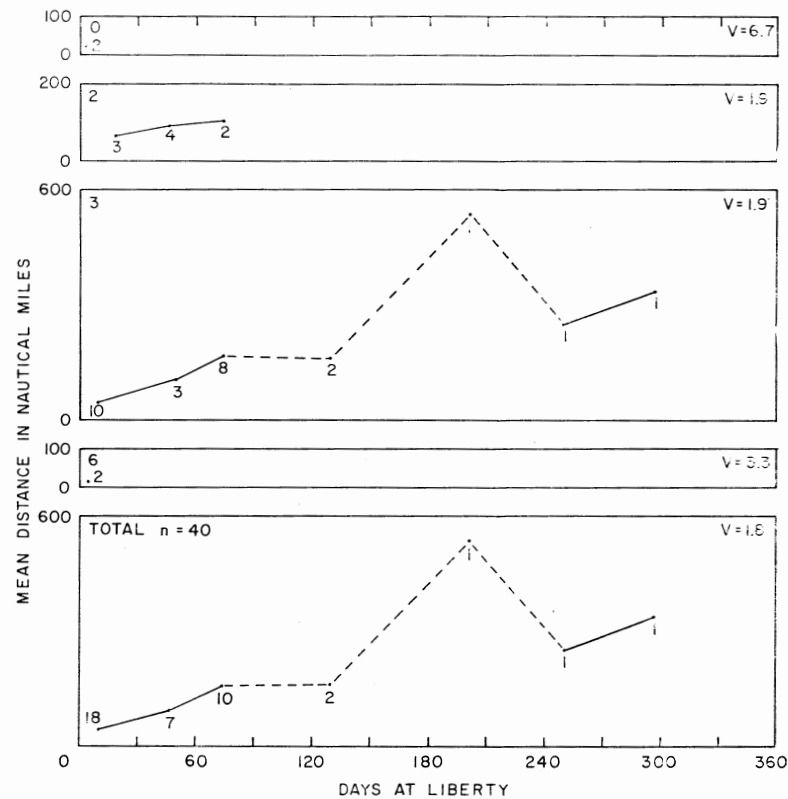
**FIGURE 55.** Dispersion of yellowfin released in Area 1 between 25° and 26° N during August 1-31 (Group 5). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 55.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 1 entre los 25° y 26° N durante agosto 1-31 (Grupo 5). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



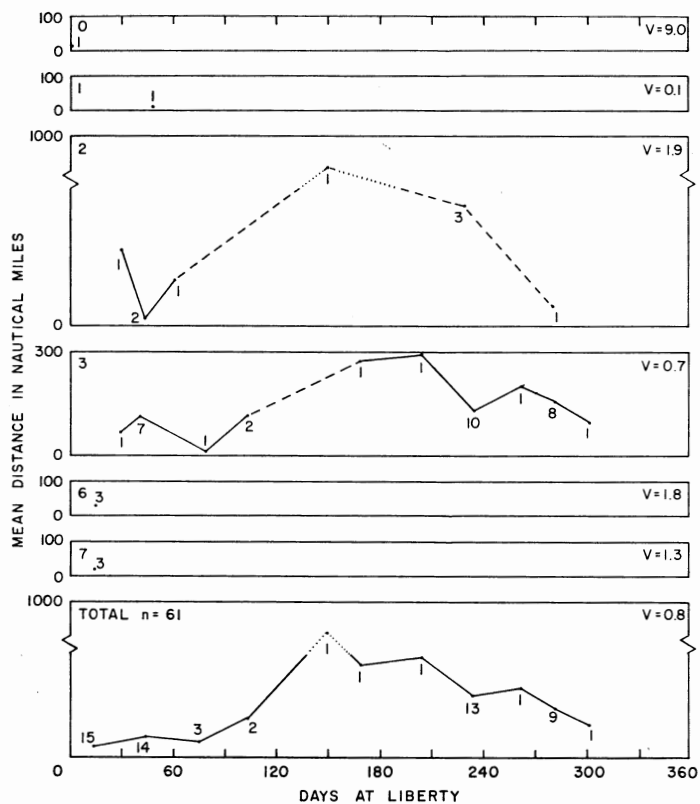
**FIGURE 56.** Dispersion of yellowfin released in Area 1 between 25° and 26° N during September 2-16 (Group 6). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 56.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 1 entre los 25° y 26° N durante setiembre 2-16 (Grupo 6). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



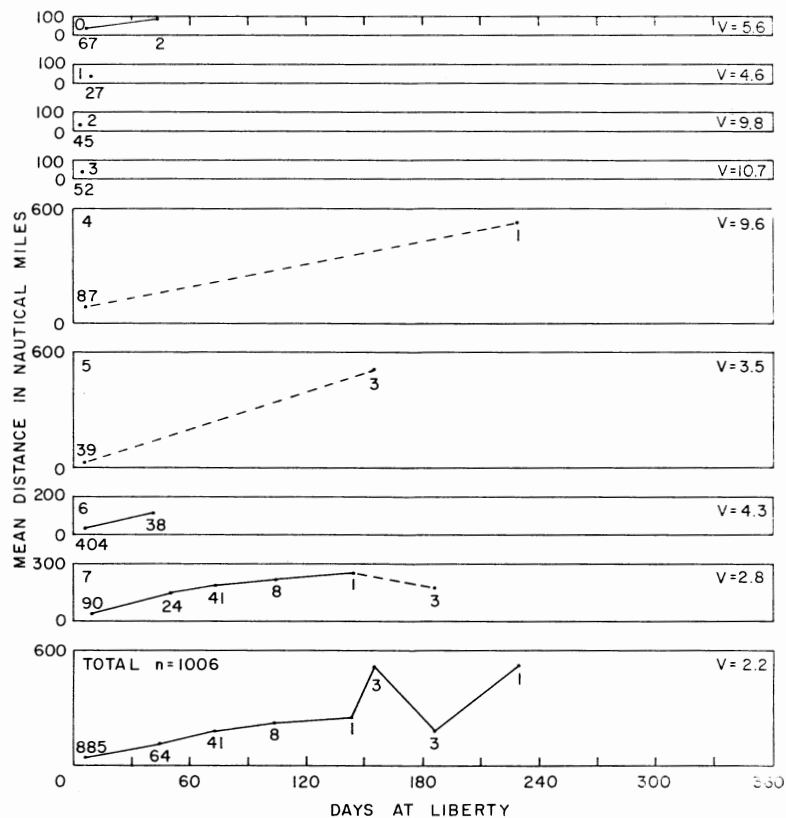
**FIGURE 57.** Dispersion of yellowfin released in Area 1 between 27° and 28° N during September 5-30 (Group 7). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 57.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 1 entre los 27° y 28° N durante setiembre 5-30 (Grupo 7). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



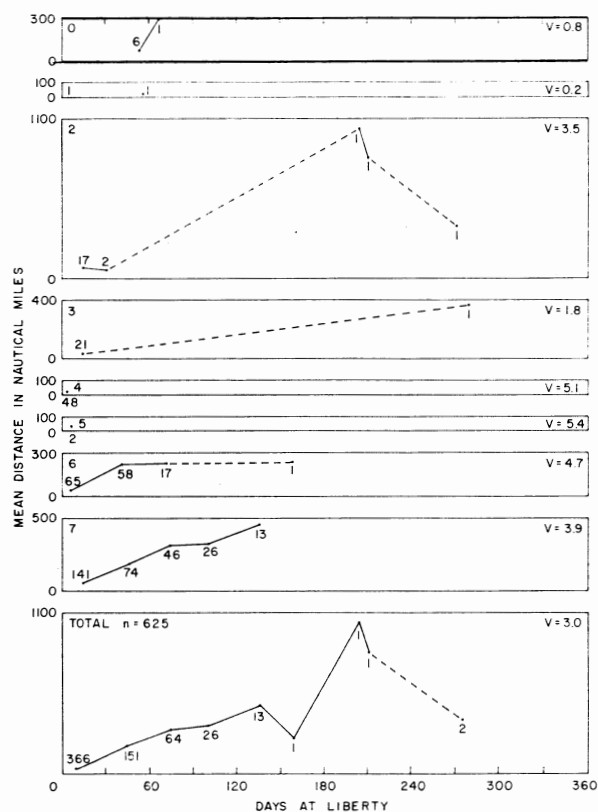
**FIGURE 58.** Dispersion of yellowfin released in Area 1 between 26° and 27° N during September 8-October 26 (Group 8). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 58.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 1 entre los 26° y 27° N durante setiembre 8 octubre 26 (Grupo 8). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



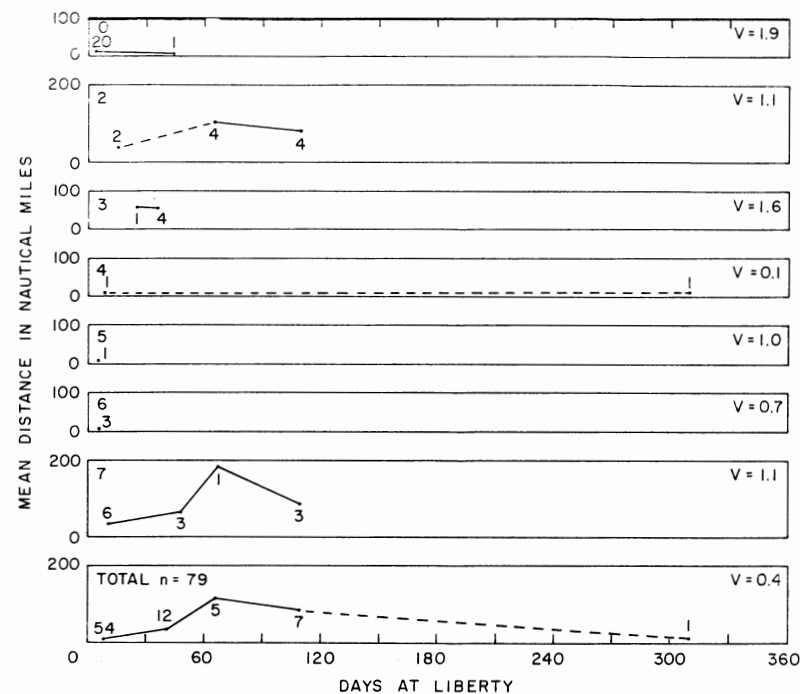
**FIGURE 59.** Dispersion of skipjack released in Area 1 between 22° and 24° N during June 2-24, 1962 (Group 1). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 59.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 1 entre los 22° y 24° N durante junio 2-24, 1962 (Grupo 1). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



**FIGURE 60.** Dispersion of skipjack released in Area 1 between  $23^{\circ}$  and  $25^{\circ}$  N during June 5-30, 1963 (Group 2). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

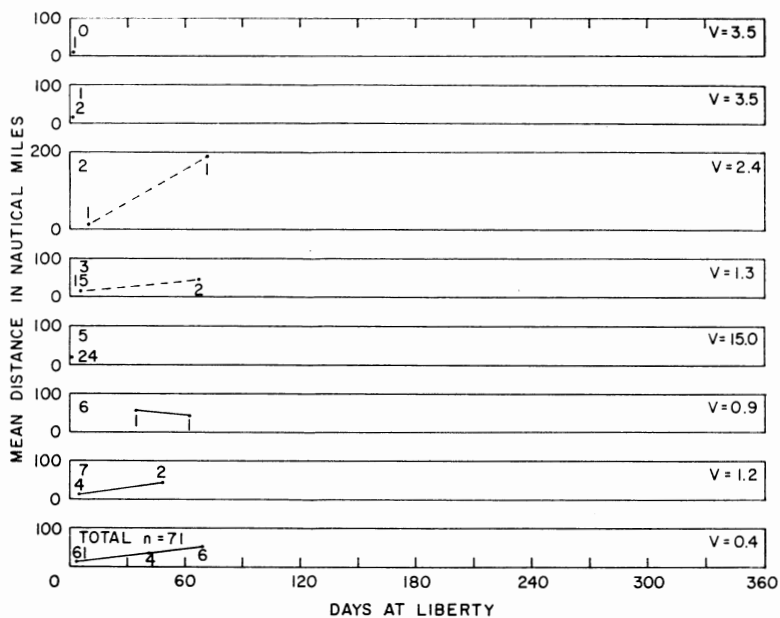
**FIGURA 60.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 1 entre los  $23^{\circ}$  y  $25^{\circ}$  N durante junio 5-30, 1963 (Grupo 2). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



**FIGURE 61.** Dispersion of skipjack released in Area 1 between  $25^{\circ}$  and  $26^{\circ}$  N during August 2-31 (Group 3). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

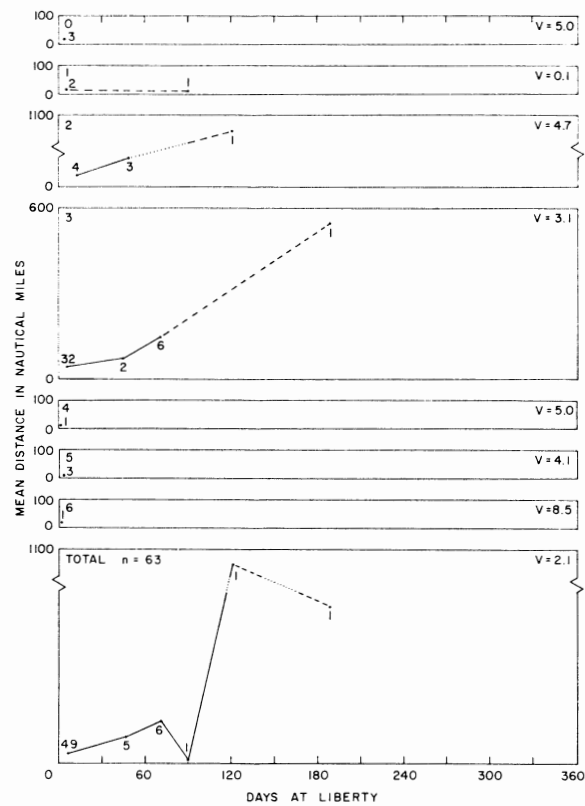
**FIGURA 61.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 1 entre los  $25^{\circ}$  y  $26^{\circ}$  N durante agosto 2-31 (Grupo 3). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.





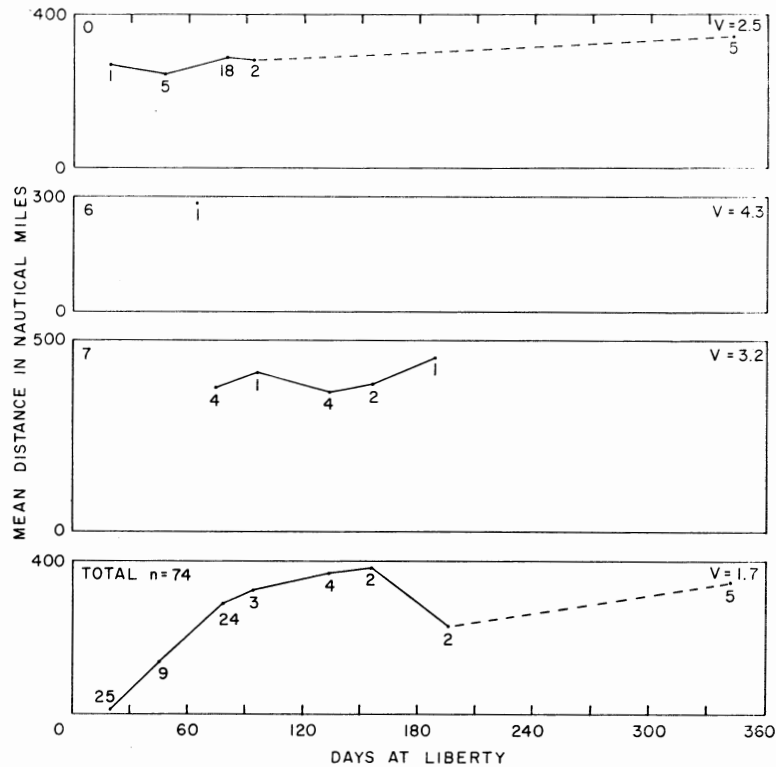
**FIGURE 62.** Dispersion of skipjack released in Area 1 between 25° and 26° N during September 2-13 (Group 4). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 62.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 1 entre los 25° y 26° N durante setiembre 2-13 (Grupo 4). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



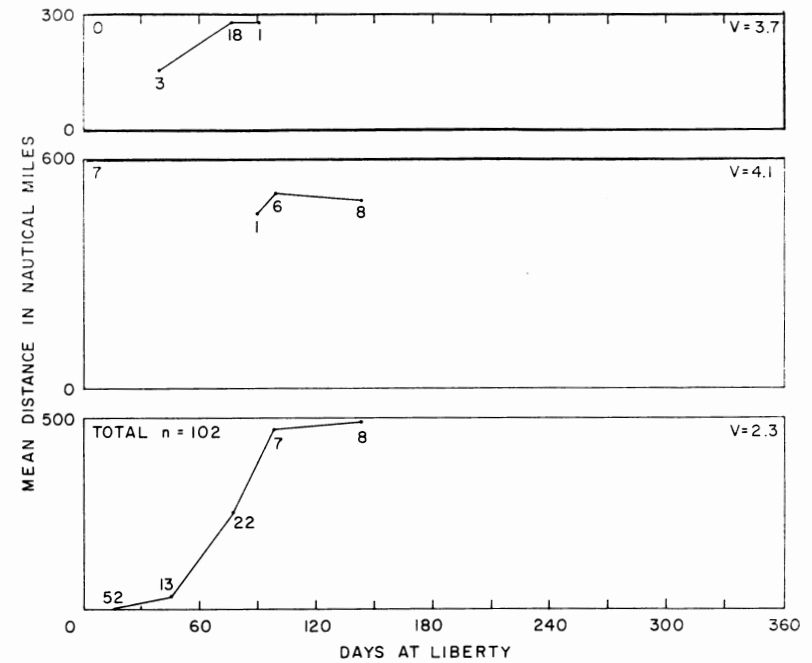
**FIGURE 63.** Dispersion of skipjack released in Area 1 between 27° and 28° N during September 5-26 (Group 5). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 63.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 1 entre los 27° y 28° N durante setiembre 5-26 (Grupo 5). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



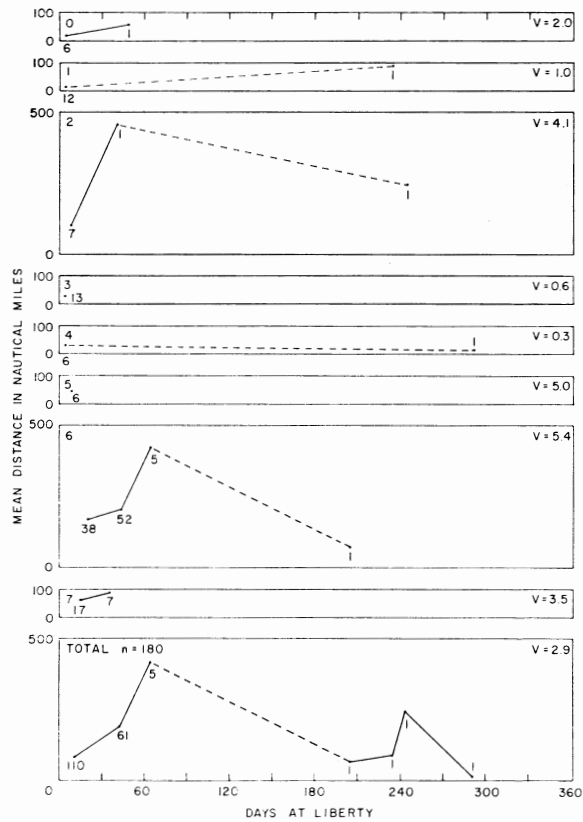
**FIGURE 64.** Dispersion of yellowfin released in Area 3 during April 17-19, 1960. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 64.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 3 durante abril 17-19, 1960. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



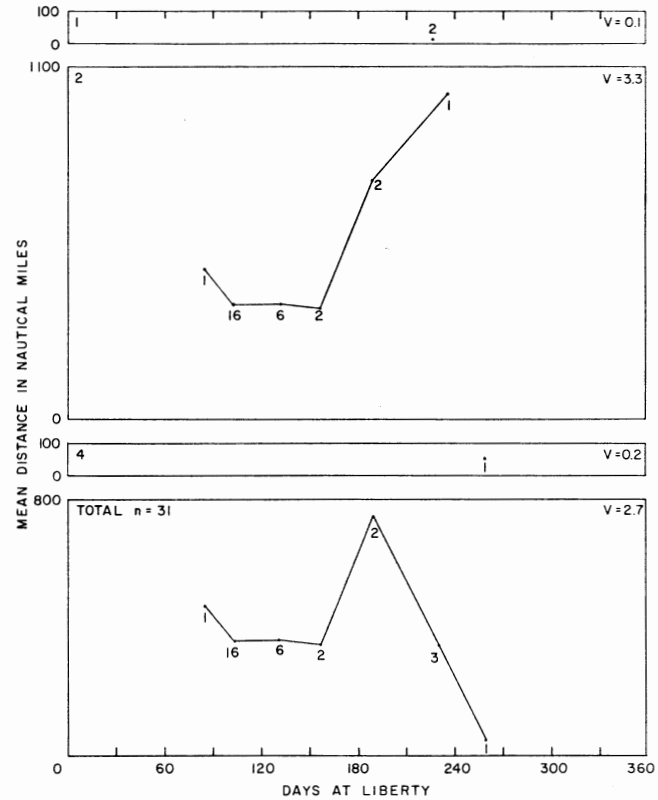
**FIGURE 65.** Dispersion of skipjack released in Area 3 during April 17-19, 1960. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 65.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 3 durante abril 17-19, 1960. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



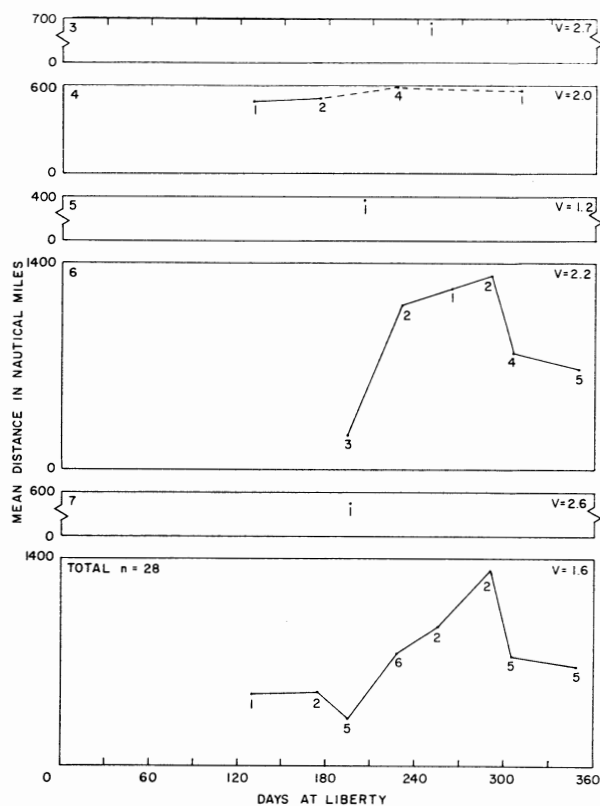
**FIGURE 66.** Dispersion of yellowfin released in Area 4 during March 27-April 9, 1960. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 66.** Dispersión de los aleta amarillo liberados en el Area 4 durante marzo 27-abril 9, 1960. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



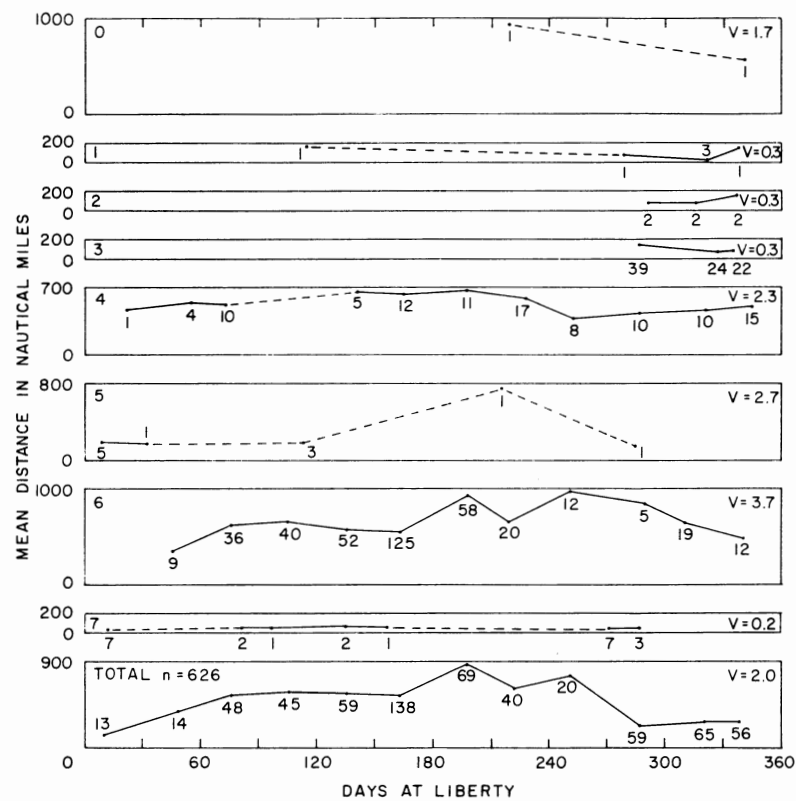
**FIGURE 67.** Dispersion of yellowfin released in Area 4 during August 24-27, 1960. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 67.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 4 durante agosto 24-27, 1960. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



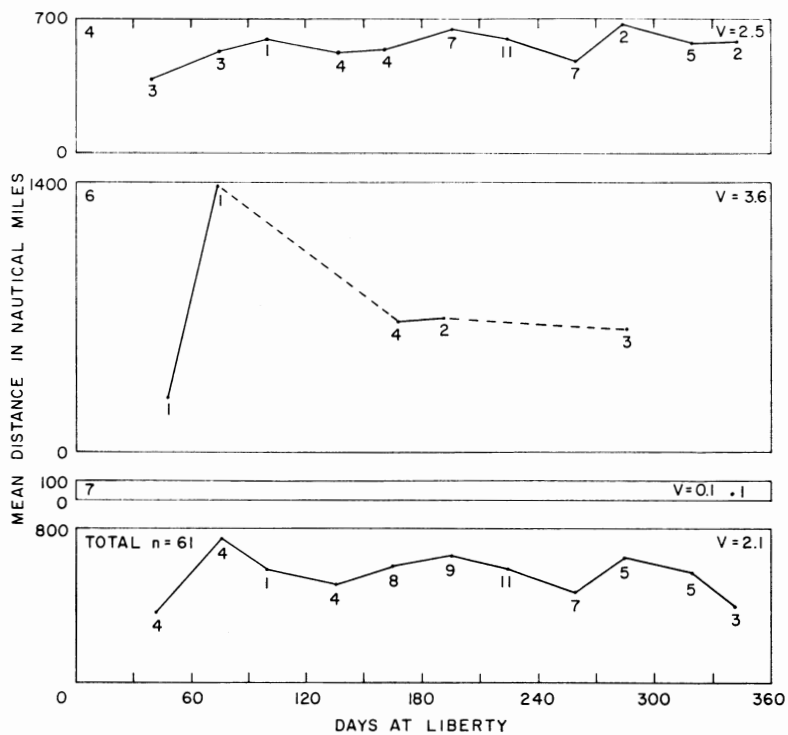
**FIGURE 68.** Dispersion of yellowfin released in Area 6 during April 5-22, 1959. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 68.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 6 durante abril 5-22, 1959. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



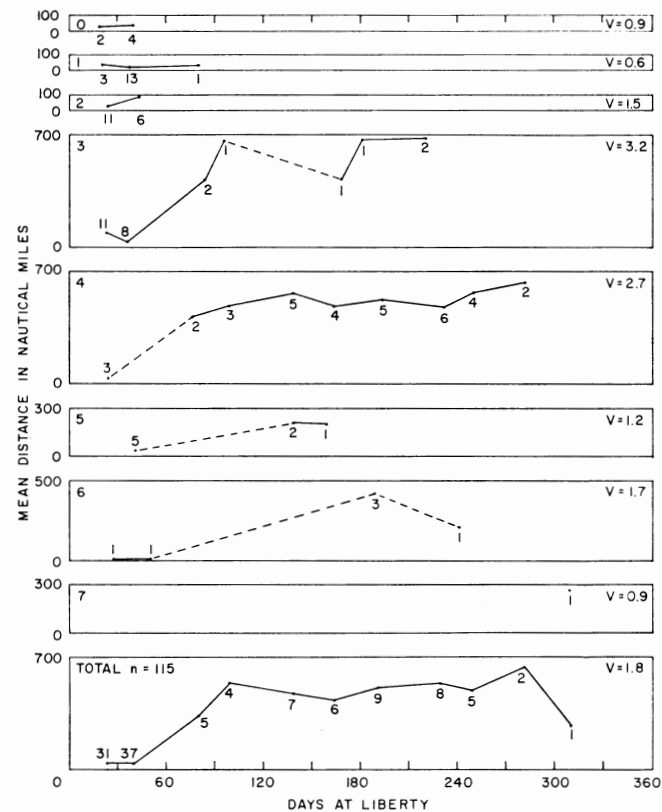
**FIGURE 69.** Dispersion of yellowfin released in Area 6 during April 7-May 2, 1961. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 69.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 6 durante abril 7-mayo 2, 1961. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



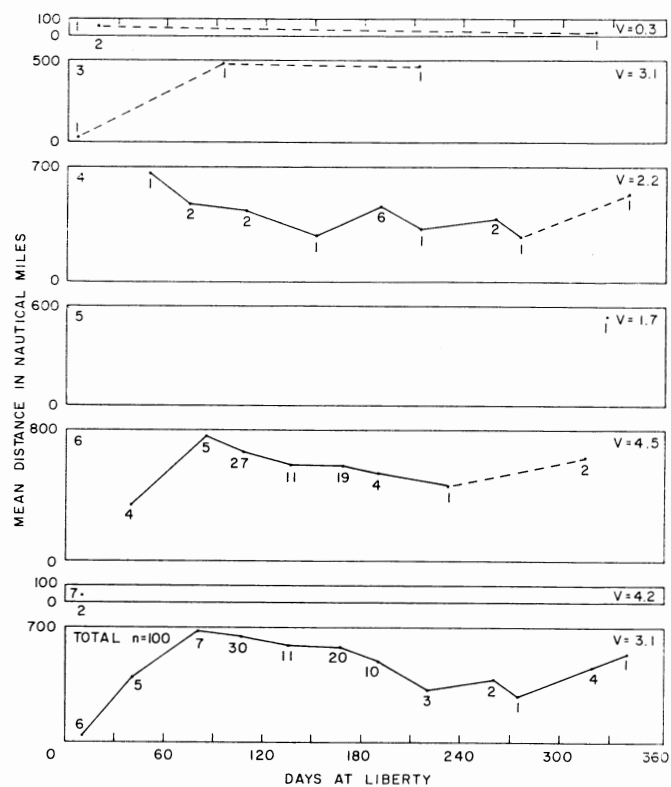
**FIGURE 70.** Dispersion of yellowfin released in Area 6 during April 24-May 26, 1962. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 70.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 6 durante abril 24-mayo 26, 1962. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



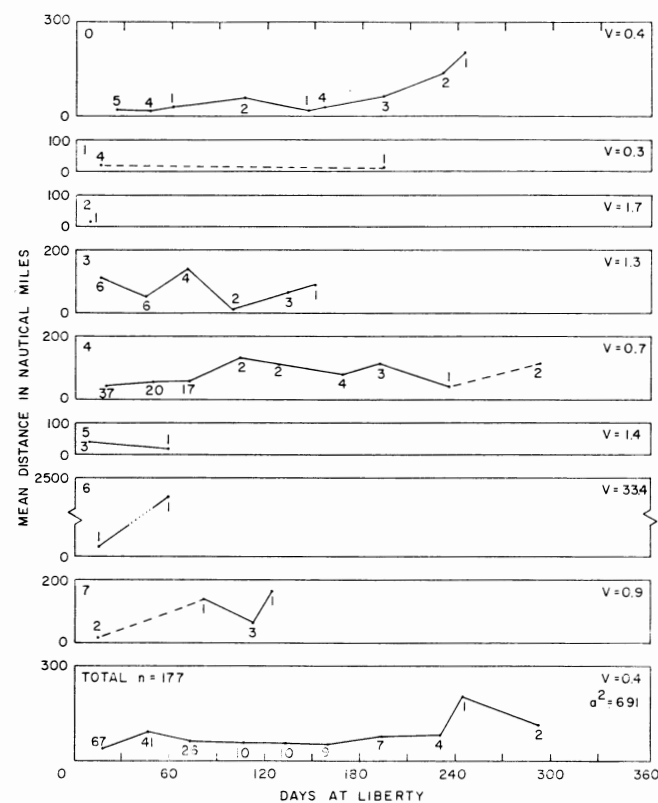
**FIGURE 71.** Dispersion of skipjack released in Area 6 during April 2-22, 1959. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 71.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 6 durante abril 2-22, 1959. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



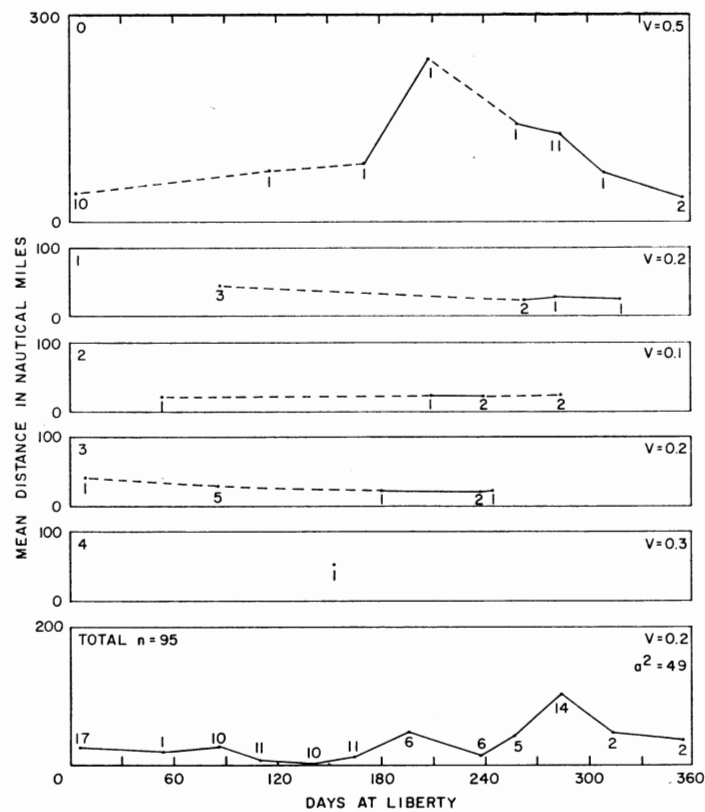
**FIGURE 72.** Dispersion of skipjack released in Area 6 during April 12-May 2, 1961. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 72.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 6 durante abril 12-mayo 2, 1961. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



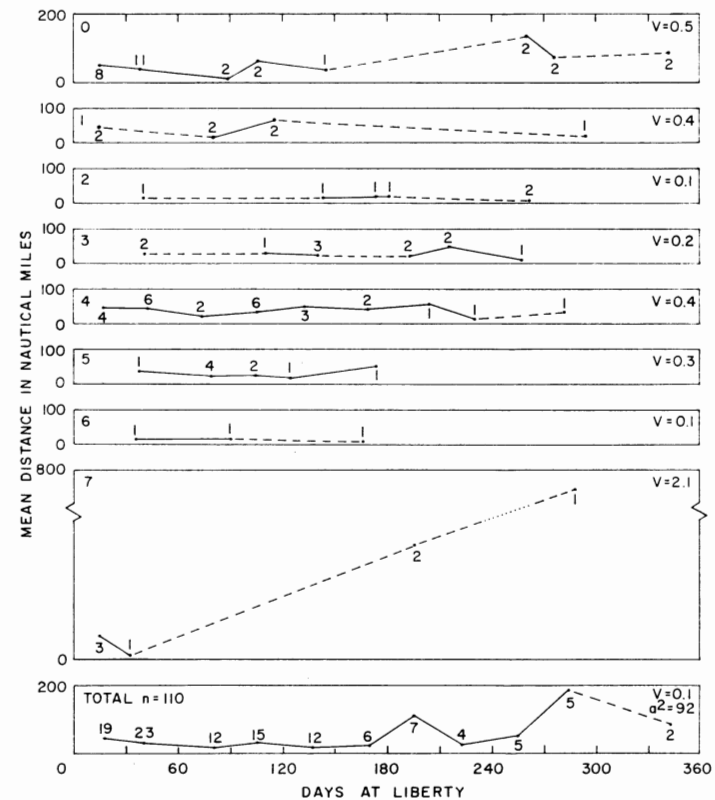
**FIGURE 73.** Dispersion of skipjack released in Area 8 during May 17-July 7, 1961. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 73.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 8 durante mayo 17-julio 7. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



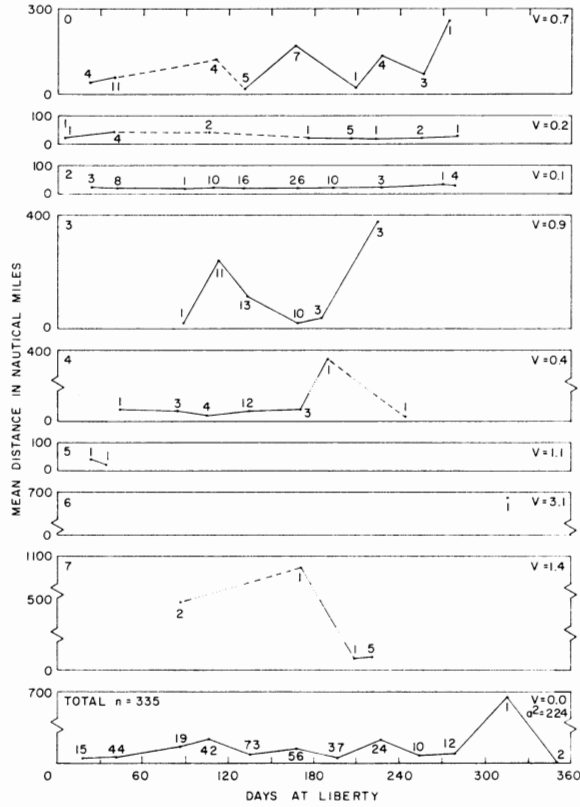
**FIGURE 74.** Dispersion of yellowfin released in Area 9 during June 22-25, 1961 (Group 1). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 74.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 9 durante junio 22-25, 1961 (Grupo 1). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



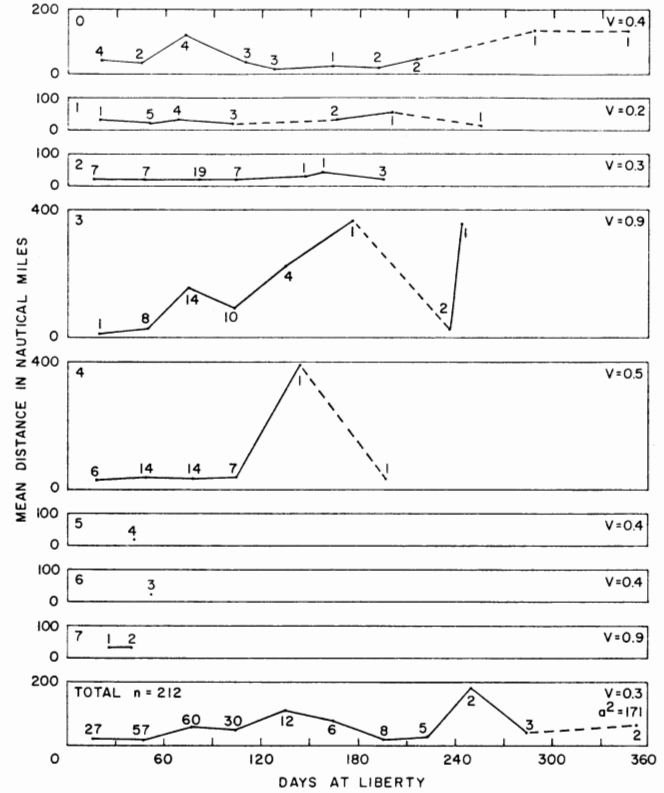
**FIGURE 75.** Dispersion of yellowfin released in Area 9 during July 15-September 30 of all years except 1962 (Group 2). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 75.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 9 durante julio 15-setiembre 30 de todos los años excepto en 1962 (Grupo 2). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



**FIGURE 76.** Dispersion of yellowfin released in Area 9 during July 14-September 17, 1962 (Group 3). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

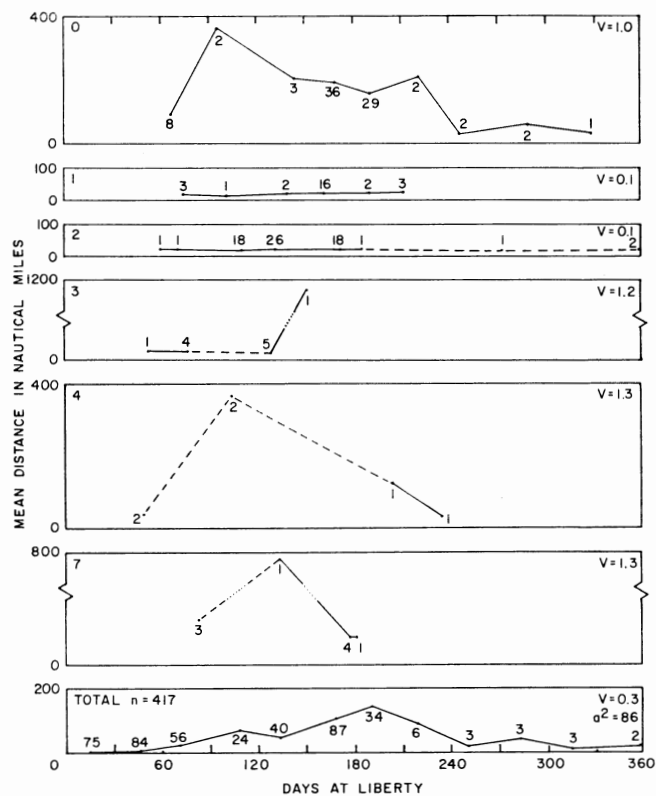
**FIGURA 76.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 9 durante julio 14-setiembre 17, 1962 (Grupo 3). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



**FIGURE 77.** Dispersion of yellowfin released in Area 9 during October 7-December 29 of all years except 1961 (Group 4). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

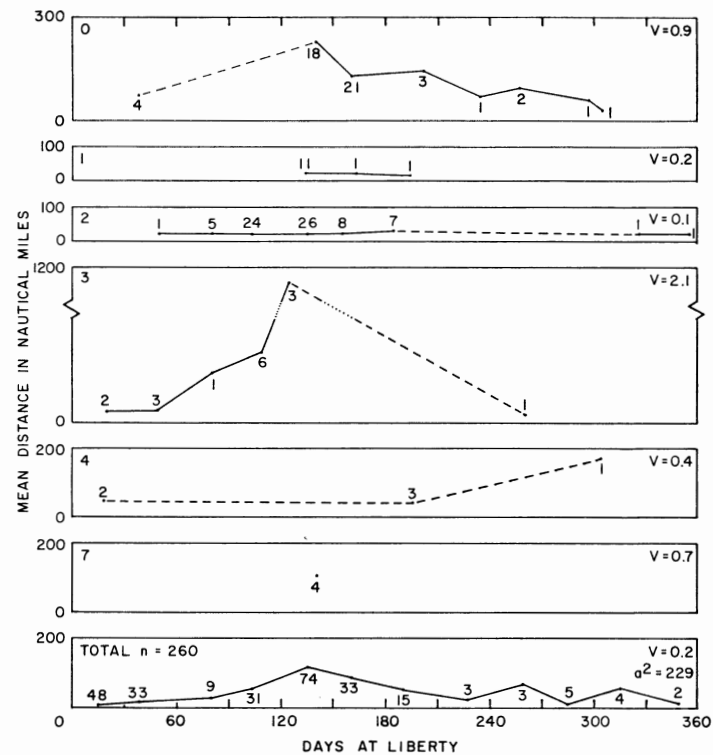
**FIGURA 77.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 9 durante octubre 7-diciembre 29 de todos los años excepto 1961 (Grupo 4). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.





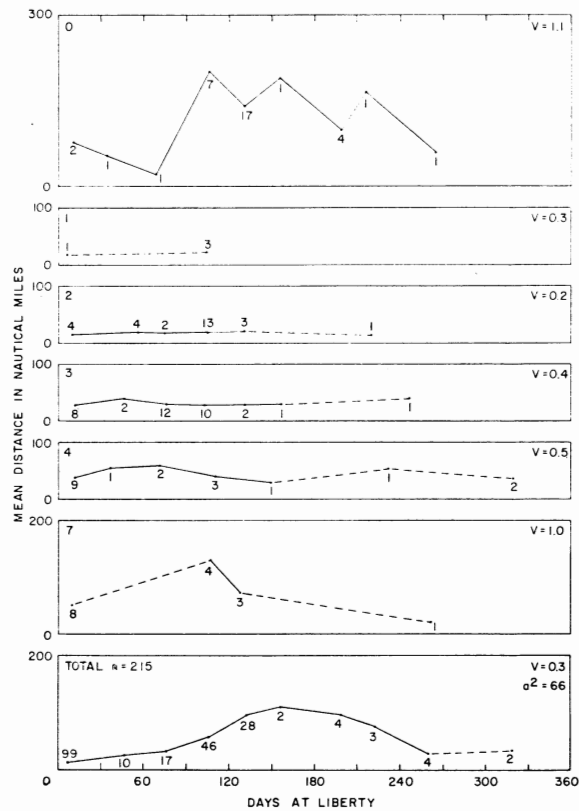
**FIGURE 78.** Dispersion of yellowfin released in Area 9 during October 1-15, 1961 (Group 5). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 78.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 9 durante octubre 1-15, 1961 (Grupo 5). Los números en los ángulos superiores izquierdos indican las direcciones de movimiento.



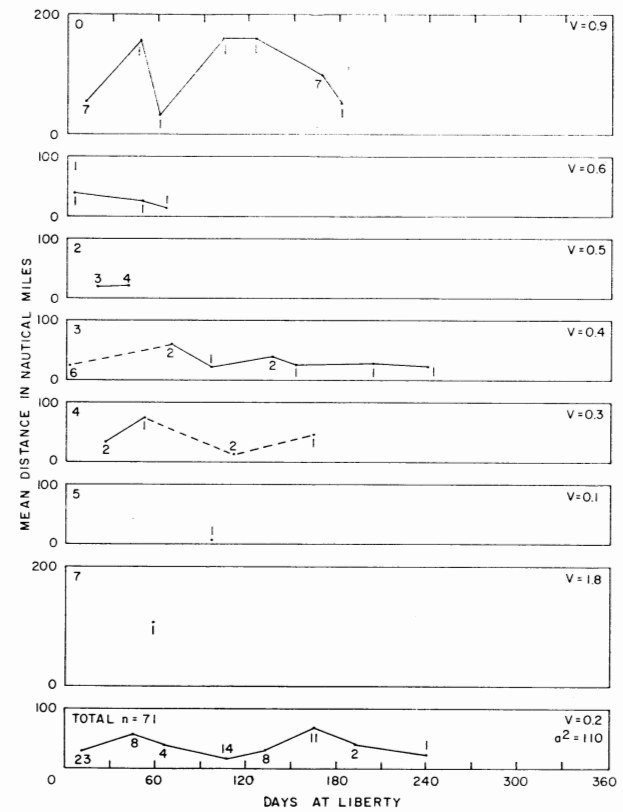
**FIGURE 79.** Dispersion of yellowfin released in Area 9 during November 2-9, 1961 (Group 6). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 79.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 9 durante noviembre 2-9, 1961 (Grupo 6). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



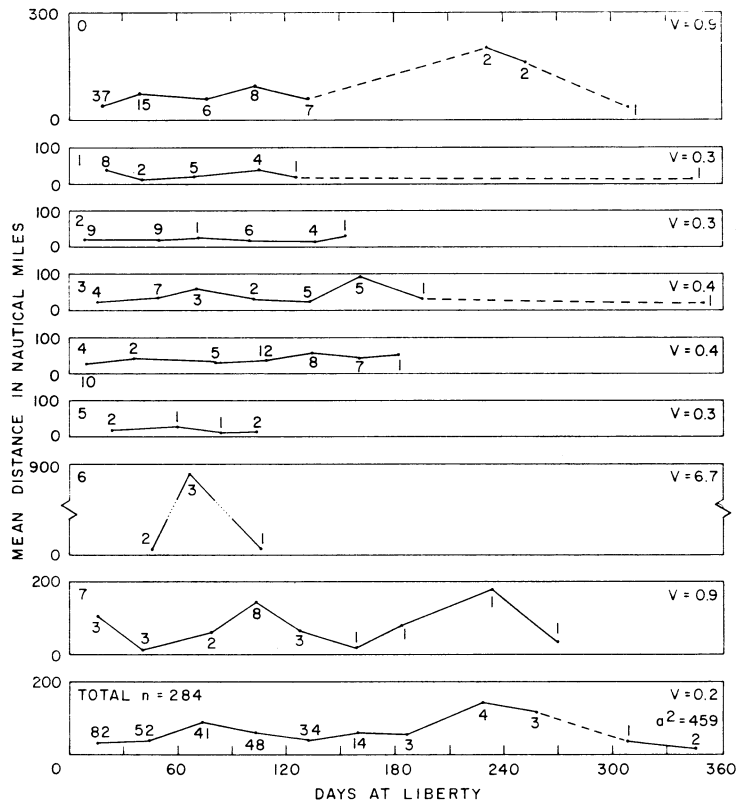
**FIGURE 80.** Dispersion of yellowfin released in Area 9 during December 2-15, 1961 (Group 7). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 80.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 9 durante diciembre 2-15, 1961 (Grupo 7). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



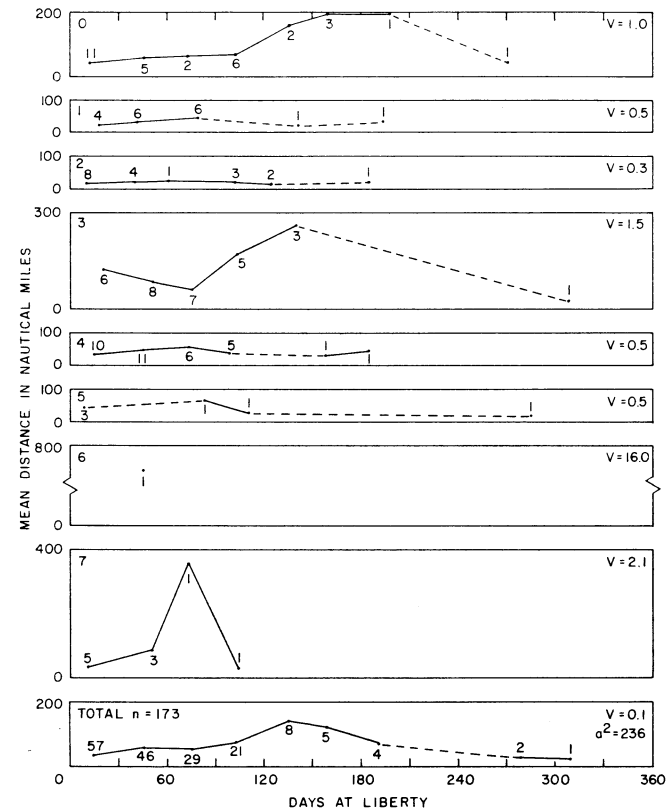
**FIGURE 81.** Dispersion of skipjack released in Area 9 during June 10-28 (Group 1). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 81.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 9 durante junio 10-28 (Grupo 1). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



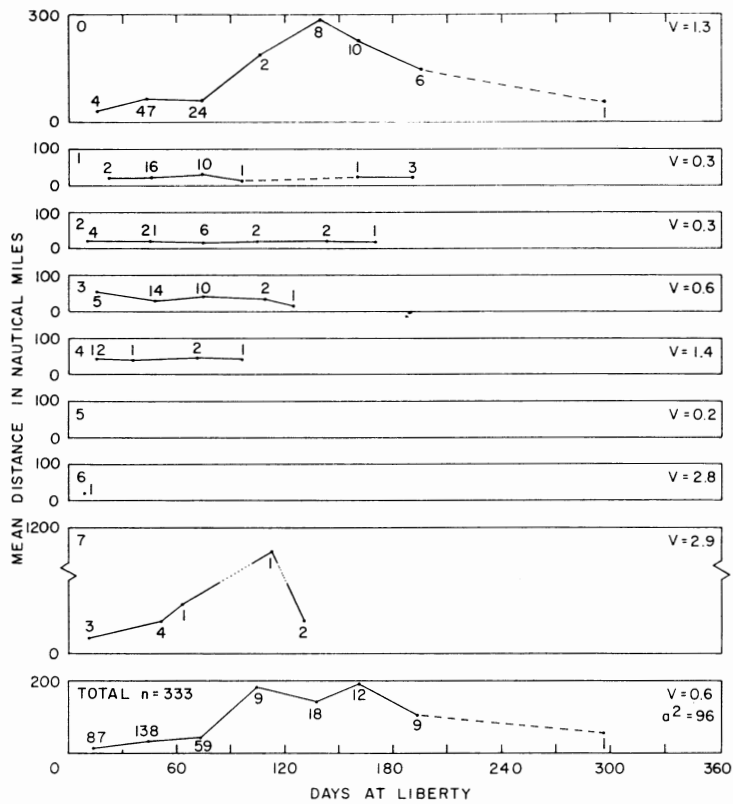
**FIGURE 82.** Dispersion of skipjack released in Area 9 during July 1-September 30 (Group 2). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 82.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 9 durante julio 1-setiembre 30 (Grupo 2). Los números en los ángulos superiores izquierdos indican las direcciones de movimiento.



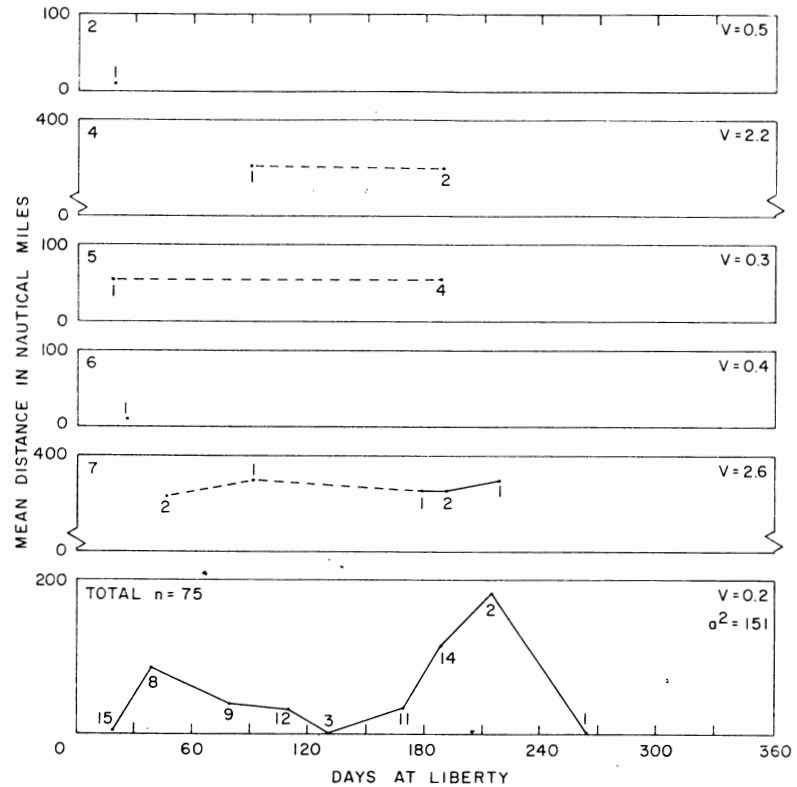
**FIGURE 83.** Dispersion of skipjack released in Area 9 during October 2-December 29 of all years except 1961 (Group 3). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 83.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 9 durante octubre 2-diciembre 29 de todos los años excepto en 1961 (Grupo 3). Los números en los ángulos superiores izquierdos indican las direcciones de movimiento.



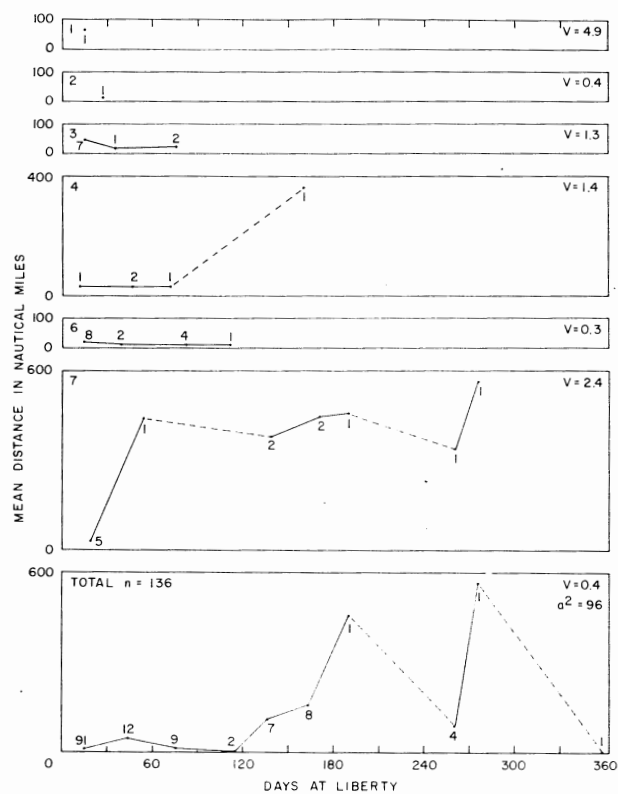
**FIGURE 84.** Dispersion of skipjack released in Area 9 during October 1-December 19, 1961 (Group 4). The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 84.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 9 durante octubre 1-diciembre 19, 1961 (Grupo 4). Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



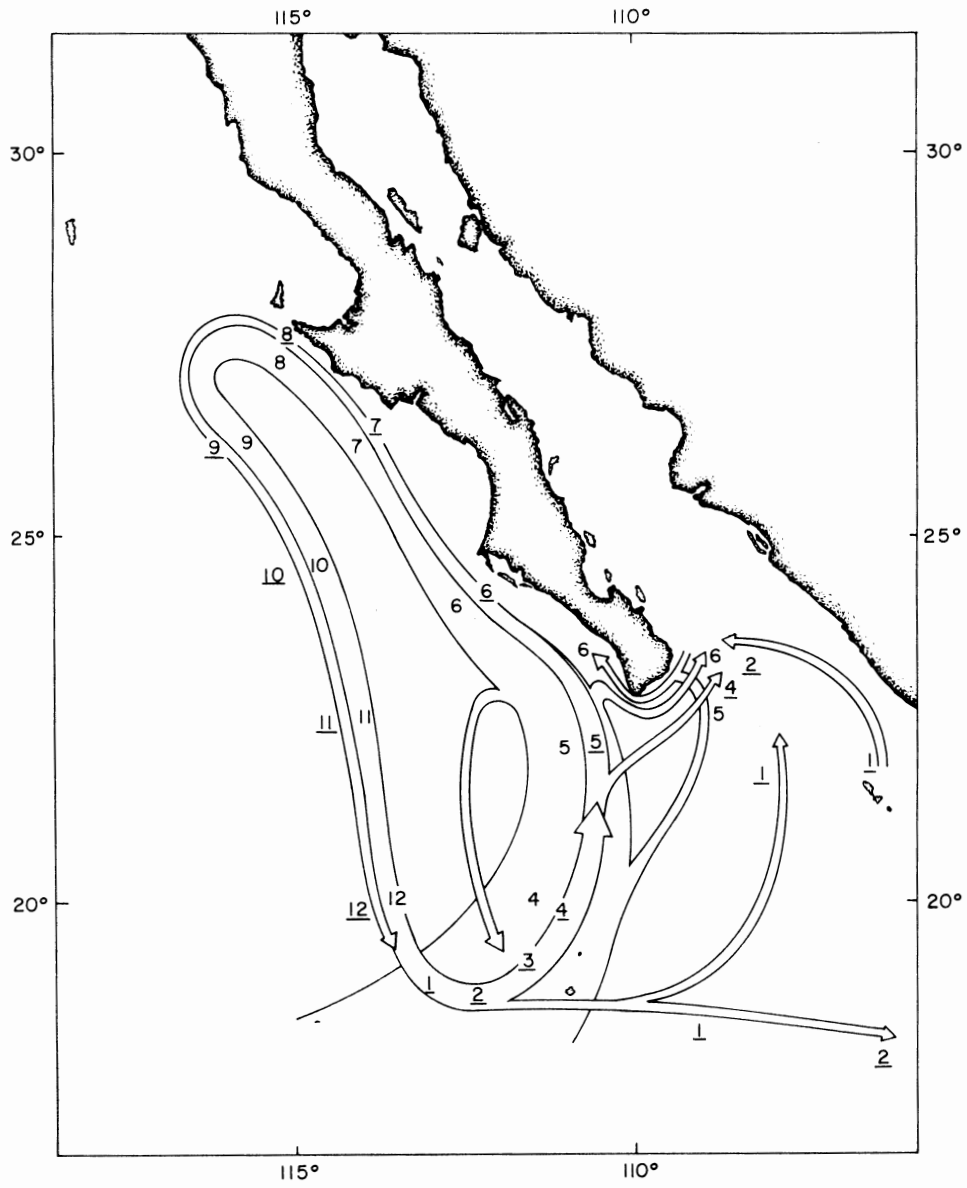
**FIGURE 85.** Dispersion of yellowfin released in Area 10 during April 30-July 3. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 85.** Dispersión de los aleta amarilla liberados en el Area 10 durante abril 30-julio 3. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



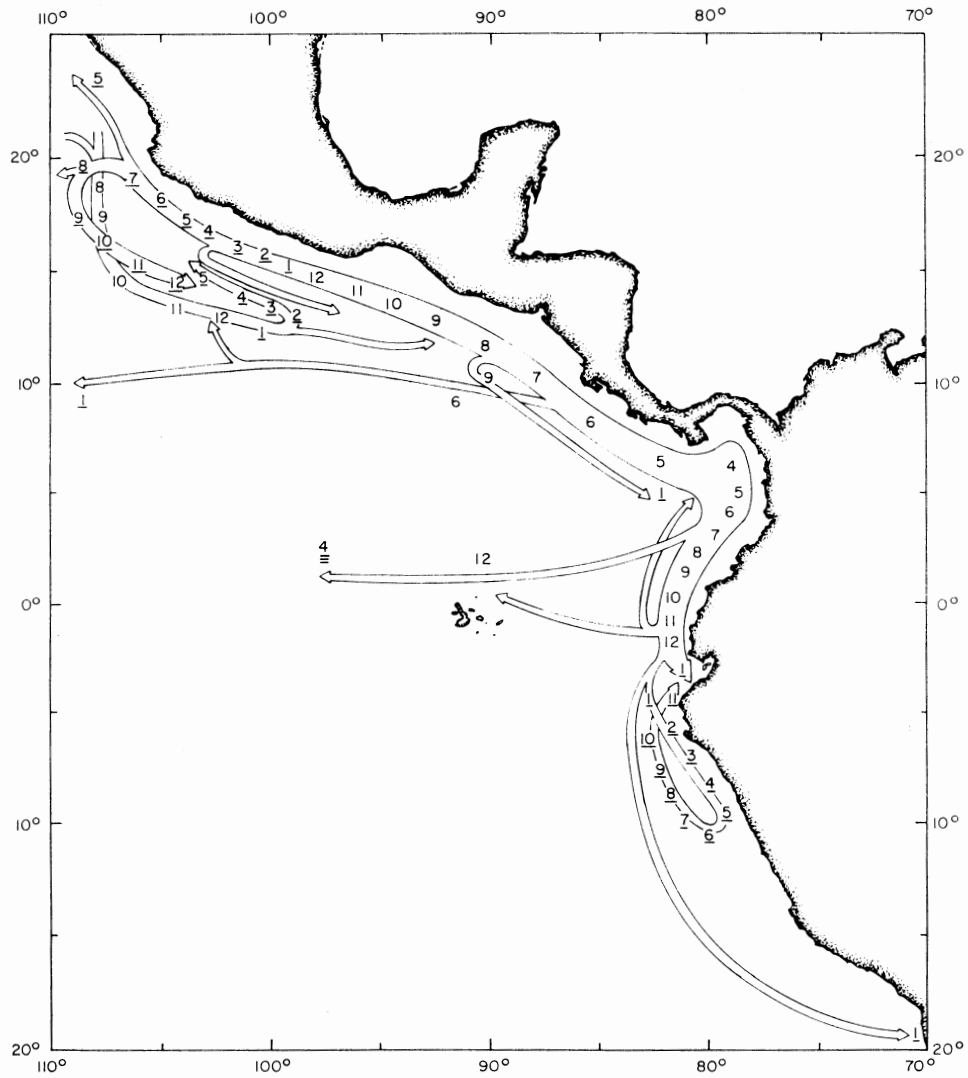
**FIGURE 86.** Dispersion of skipjack released in Area 10 during May 15-July 18. The numbers in the upper left corners of the panels indicate the directions of movement.

**FIGURA 86.** Dispersión de los barriletes liberados en el Area 10 durante mayo 15-julio 18. Los números en los ángulos superiores izquierdos de los recuadros indican las direcciones de movimiento.



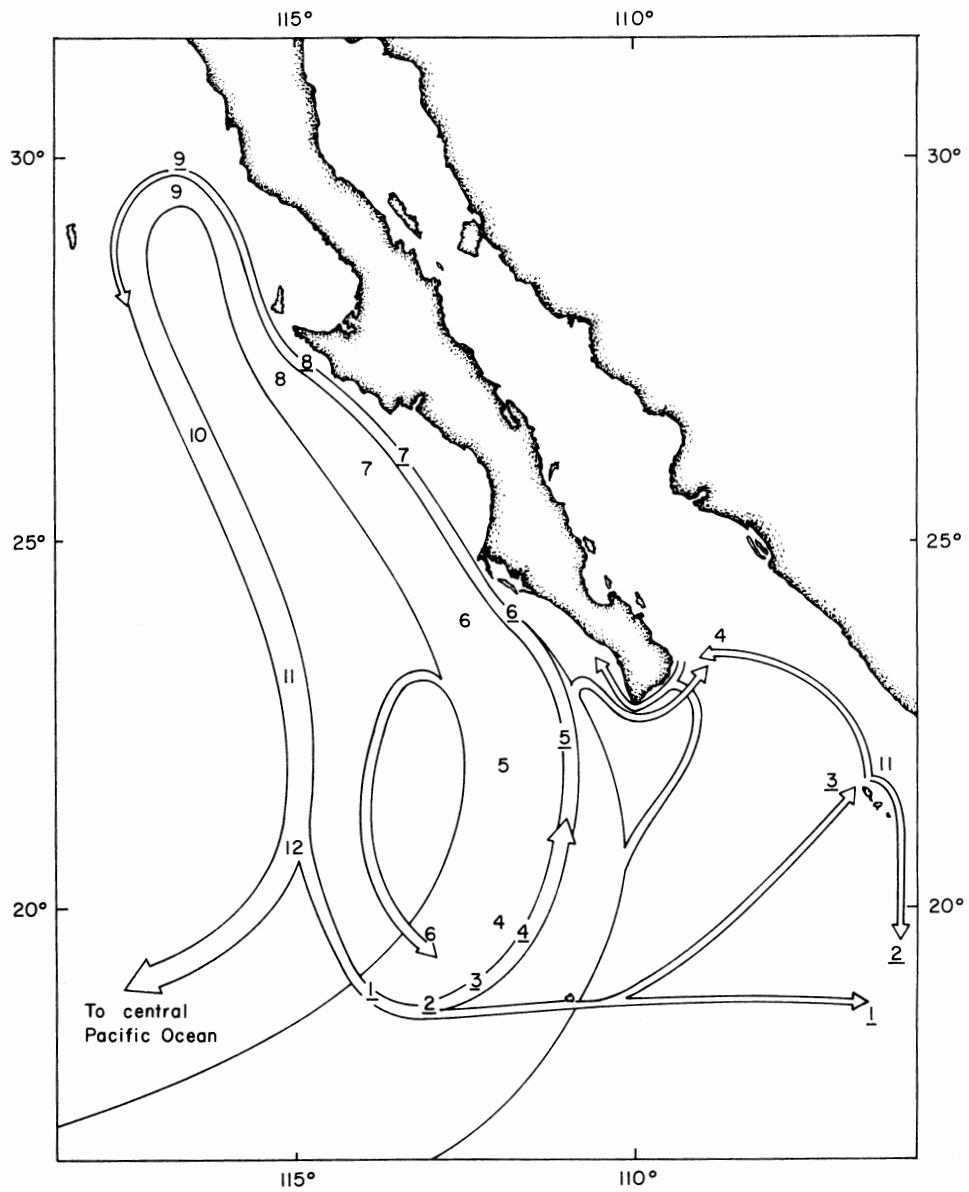
**FIGURE 87.** Migrations of yellowfin of the northern group.

**FIGURA 87.** Migraciones de los aleta amarilla del grupo septentrional.



**FIGURE 88.** Migrations of yellowfin of the southern group.

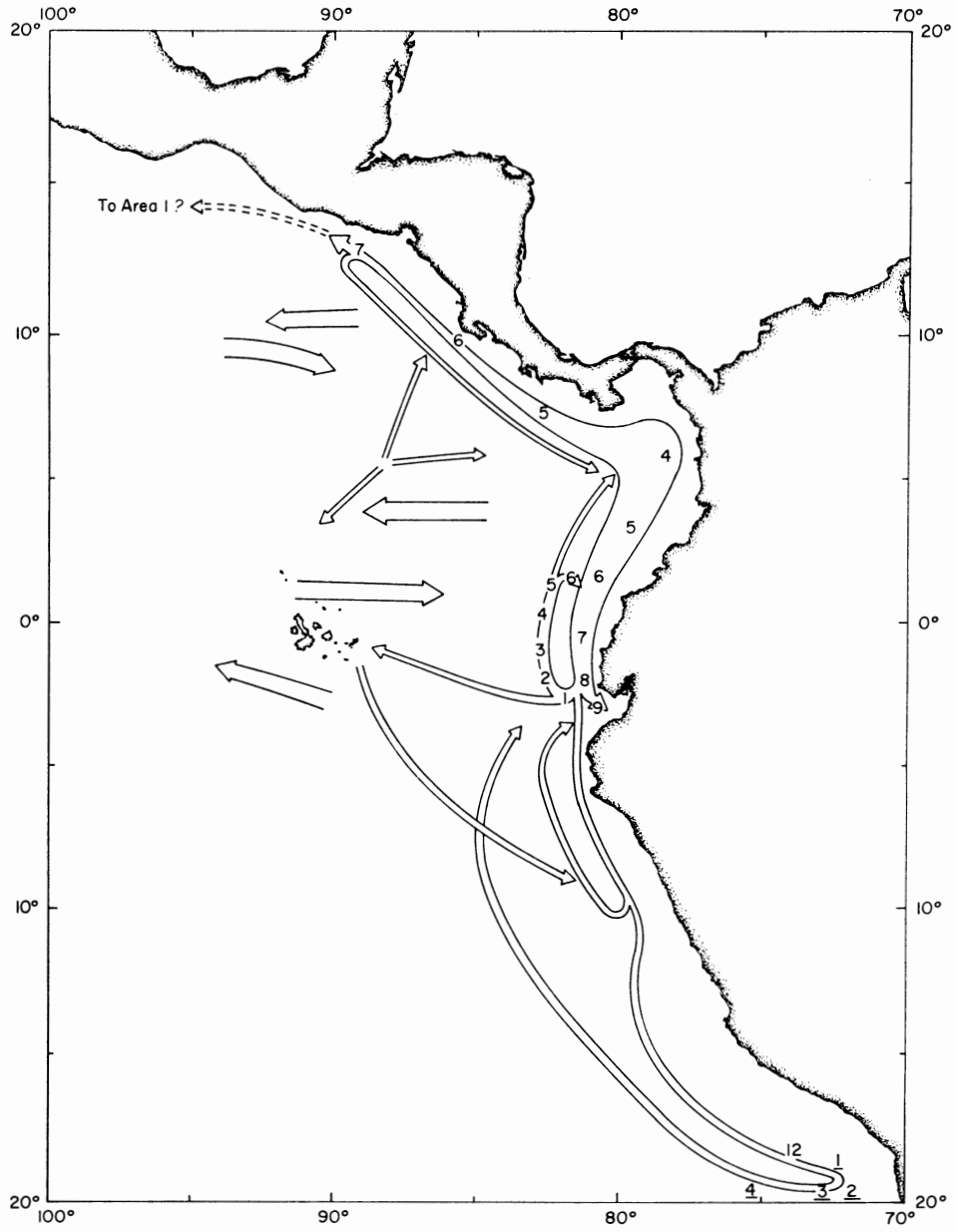
**FIGURA 88.** Migraciones de los aleta amarilla del grupo meridional.



**FIGURE 89.** Migrations of skipjack of the northern group.

**FIGURA 89.** Migraciones de los barriletes del grupo septentrional.





**FIGURE 90.** Migrations of skipjack of the southern group.

**FIGURA 90.** Migraciones de los barriletes del grupo meridional.

**TABLE 1.** Tagged fish released, 1959-1964, by cruise or field station, and returns from these in all years.**TABLA 1.** Peces marcados liberados, 1959-1964, por crucero o estación experimental, y retornos de éstos en todos los años.

Year	Cruise	Area	Dates	Tag type	No. of taggers	Vessel(s)	Vessel type	Yellowfin			Skipjack			Others		
Año	Crucero	Area	Fechas	Tipo de marca	No. de marcadores	Barco(s)	Tipo de barco	Rel. Aleta Lib.	Ret. Ret.	Percent Porcentaje	Rel. Lib.	Ret. Ret.	Percent Porcentaje	Rel. Lib.	Ret. Ret.	Percent Porcentaje
1959	25	2 4	Feb. 27-Apr. 6	loop (ojal)	1	various	purse seiners	413	16	3.9	2	0	0.0	0	—	—
			Apr. 10	loop				1	0	0.0	0	—	—	0	—	—
	26	7 10	Mar. 14-15	loop	2	<i>Alphecca</i>	baitboat	5	0	0.0	0	—	—	0	—	—
			Mar. 21-Apr. 16	loop				73	3	4.1	1,119	8	0.7	0	—	—
	27	6	Apr. 1-22	loop	4	<i>Mary Jo</i>	chartered baitboat	6,329	39	0.6	5,994	137	2.3	0	—	—
	28	3 10	May 21-22	loop	2	<i>United States</i>	baitboat	7	0	0.0	0	—	—	0	—	—
			Jun. 3-9	loop				86	8	0.9	631	4	0.6	0	—	—
	29	1	Aug. 8-Sep. 20	loop	2	<i>Carol Virginia</i>	baitboat	179	4	2.2	1,084	3	0.3	0	—	—
	30	1	Sep. 14-Oct. 21	loop	2	<i>South Coast</i>	baitboat	449	47	1.0	799	11	1.4	0	—	—
	31	6 7	Oct. 22-Nov. 4	loop	2	<i>Alphecca</i>	baitboat	38	0	0.0	53	0	0.0	1	0	0.0
			Oct. 30-Dec. 8	loop				377*	15	4.0	273*	2	0.7	37*	0	0.0
	Ecuador	8	Jan. 6-Dec. 28	loop		various	baitboats	56	3	5.4	1,727	67	3.9	0	—	—
	Peru	8 9 9 10	Jun. 27-Dec. 12	loop		<i>Sun Splendor</i>	baitboat	49	1	2.0	407	6	1.5	0	—	—
Jun. 28-Dec. 14			loop		<i>Sun Splendor</i>	baitboat	737	87	11.8	3,680	126	3.4	0	—	—	
Feb. 6-Mar. 12			loop		various	purse seiners	80	13	16.2	93	5	5.4	0	—	—	
	10	Jun. 2-22	loop		<i>Sun Splendor</i>	baitboat	0	—	—	541	2	0.4	0	—	—	
Total								8,879	236	2.7	16,403	371	2.3	38	0	0.0
1960	32	4	Feb. 25-Mar. 9	dart (flecha)	1	<i>Jeanne Lynn, Determined</i>	purse seiners	274	9	3.3	0	—	—	0	—	—
	33	2 2 3 3 4 4	Mar. 22	loop	4	<i>Julia B.</i>	chartered baitboat	1	1	100.0	0	—	—	0	—	—
			Mar. 22	dart				1	0	0.0	0	—	—	0	—	—
			Apr. 17-19	loop				263	15	5.7	646	22	3.4	0	—	—
			Apr. 17-19	dart				643	63	9.8	1,720	81	4.7	0	—	—
			Mar. 26-Apr. 9	loop				518	70	13.5	0	—	—	0	—	—
			Mar. 26-Apr. 9	dart				623	120	19.3	0	—	—	0	—	—

TABLE 1. (Continued)

Year	Cruise	Area	Dates	Tag type	No. of taggers	Vessel(s)	Vessel type	Yellowfin			Skipjack			Others		
								Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent
Año	Crucero	Area	Fechas	Tipo de marca	No. de marcadores	Barco(s)	Tipo de barco	Aleta amarilla			Barrilete			Otros		
								Lib.	Ret.	Porcentaje	Lib.	Ret.	Porcentaje	Lib.	Ret.	Porcentaje
	34	5	Jul. 30-Aug. 9	dart	2	<i>Mary Barbara</i>	baitboat	22	0	0.0	44	0	0.0	0	—	—
		6	Aug. 7	dart				13	0	0.0	0	—	—	0	—	—
		8	Aug. 15	dart				6	1	16.7	39	3	7.7	0	—	—
		9	Aug. 22-23	dart				10	0	0.0	77	7	9.1	0	—	—
	35	1	Aug. 10-Sep. 16	dart	2	<i>Westport</i>	baitboat	392	150	38.3	471	118	25.1	0	—	—
		2	Aug. 30	dart				10	1	10.0	0	—	—	0	—	—
		4	Aug. 24-27	dart				345	32	9.3	0	—	—	0	—	—
	36	4	Sep. 9-10	dart	1	<i>Santa Helena</i>	purse seiner	18	0	0.0	0	—	—	0	—	—
		5	Sep. 12-29	dart				484	15	3.1	2	0	0.0	0	—	—
	Ecuador	8	Jan. 17-Dec. 6	loop		various	baitboats	91	4	4.4	1,497	37	2.5	0	—	—
		9	Feb. 5-Dec. 14	loop		various	baitboats	23	1	4.3	376	1	0.3	0	—	—
	Peru	8	Apr. 10-Jul. 27	loop		<i>Sun Splendor</i>	baitboat	114	5	4.4	518	24	4.6	0	—	—
		9	May 10-Aug. 26	loop		<i>Sun Splendor</i>	baitboat	155	25	13.7	1,263	166	13.1	0	—	—
		9	Sep. 18-Oct. 14	dart		<i>Sun Splendor</i>	baitboat	48	4	8.3	773	33	4.3	0	—	—
		9	Feb. 1-Aug. 26	loop		various	purse seiners	239	23	9.6	97	1	1.0	0	—	—
		10	May 1-4	loop		<i>Sun Splendor</i>	baitboat	0	—	—	620	0	0.0	0	—	—
		11	Mar. 22-30	loop		<i>Sun Splendor</i>	baitboat	2	0	0.0	510	0	0.0	0	—	—
	Total							4,295	539	12.5	8,653	493	5.7	0	—	—
1961	37	8	Apr. 19	dart	2	<i>Mary Barbara</i>	baitboat	13	0	0.0	70	4	5.7	0	—	—
		11	Mar. 28-Apr. 10	dart				0	—	—	1,284	3	0.2	0	—	—
	38	6	Apr. 7-May 2	dart	5	<i>Barbara K.</i>	chartered baitboat	7,346**	655	8.9	3,521**	105	3.0	0**	—	—
	39	5	Sep. 10-Oct. 14	dart	2	<i>San Juan</i>	baitboat	104	10	9.6	193	7	3.6	0	—	—
		6	Sep. 9-Oct. 7	dart				276	30	10.9	43	3	7.0	0	—	—
		7	Aug. 22-Sep. 3	dart				156	6	3.8	52	0	0.0	0	—	—
		8	Sep. 29	dart				18	7	38.9	7	1	14.3	0	—	—
	40	1	Sep. 13-Oct. 5	dart	1	<i>Golden Glow</i>	baitboat	99	20	20.2	627	31	4.9	0	—	—
	Ecuador	8	Jan. 5-18	loop		various	baitboats	6	0	0.0	227	1	0.4	0	—	—
		8	Apr. 12-Aug. 27	dart		various	baitboats	59	13	22.0	2,172	152	7.0	0	—	—
		9	Aug. 21-23	dart		various	baitboats	0	—	—	429	6	1.4	0	—	—
	Peru	9	Feb. 13-27	loop		various	purse seiners	49	1	2.0	86	0	0.0	0	—	—
		9	Jun. 22-Dec. 17	dart		various	baitboats	2,648	1,020	37.7	2,186	466	21.3	0	—	—
		9	Sep. 14-15	dart		various	purse seiners	0	—	—	45	0	0.0	0	—	—
		10	Jun. 17-Jul. 4	dart		<i>Heroic</i>	baitboat	7	0	0.0	411	17	4.1	0	—	—
	Total							10,781	1,762	16.3	11,353	796	7.0	0	—	—

TUNA MIGRATIONS

139

TABLE 1. (Continued)

Year	Cruise	Area	Dates	Tag type	No. of taggers	Vessel(s)	Vessel type	Yellowfin			Skipjack			Others		
								Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent
Año	Crucero	Area	Fechas	Tipo de marca	No. de marcadores	Barco(s)	Tipo de barco	Lib.	Aleta amarilla Ret.	Porcentaje	Lib.	Barrilete Ret.	Porcentaje	Lib.	Otros Ret.	Porcentaje
1962	41	3	Mar. 26-Apr. 10	dart	2	<i>Santa Helena</i>	purse seiner	206	5	2.4	6	0	0.0	0	—	—
	42	1	Jun. 2-24	dart	5	<i>South Seas</i>	chartered baitboat	4,622	2,180	47.2	3,856	1,010	26.2	0	—	—
		2	May 29	dart				37	2	5.4	0	—	—	0	—	—
	Peru	6	Apr. 24-May 26	dart		<i>Mary Jo</i>	baitboat	1,048	69	6.6	131	8	6.1	0	—	—
		8	Apr. 22-Sep. 10	dart		<i>Mary Jo, Judy S.</i>	baitboats	70	6	8.6	96	22	22.9	0	—	—
		9	Jun. 20-Oct. 22	dart		<i>Judy S.</i>	baitboat	984	420	42.7	166	76	45.8	0	—	—
	Total							6,967	2,682	38.5	4,255	1,116	26.2	0	—	—
1963	43	1	Jun. 5-Jul. 1	dart	4	<i>Julia B.</i>	chartered baitboat	2,578	1,730	67.1	1,086	528	48.6	0	—	—
		1	Jun. 5-Jun. 27	2 darts				531	401	75.5	261	111	42.5	0	—	—
		1	Jun. 17-Jul. 1	dart + loop				280	90	32.1	157	25	15.9	0	—	—
		2	Jun. 21	dart				37	20	54.1	0	—	—	0	—	—
		2	Jun. 21	2 darts				2	1	50.0	1	1	100.0	0	—	—
		2	Jun. 21	dart + loop				12	4	33.3	0	—	—	0	—	—
	44	1	Nov. 25	dart	3	<i>Dorsal</i>	sport boat	0	—	—	9	0	0.0	0	—	—
	Total							3,440	2,246	65.3	1,514	665	43.9	0	—	—
1964	45	6	Feb. 19-Mar. 19	dart	2	<i>Santa Anita</i>	baitboat	243	48	19.8	401	30	7.5	1	0	0.0
		7	Feb. 5-Mar. 4	dart				135	2	1.5	20	0	0.0	0	—	—
	Total							378	50	13.2	421	30	7.1	1	0	0.0
1959-1964	Grand total							34,740	7,515	21.6	42,599	3,471	8.1	39	0	0.0

\* An additional 82 tagged fish were released, but there is no record of the species, as the data were lost overboard. There were no returns from these releases.

Se liberaron otros 82 peces marcados, pero no se tiene registro de estas especies, debido a que los datos se perdieron en el mar. No hubo retornos de estas liberaciones.

\*\* An additional 161 tagged fish were released, but there is no record of the species, as these were not recorded at the times of release. There were no returns from these releases.

Se liberaron otros 161 peces marcados, pero no se tiene registro de estas especies, ya que no fueron registradas durante el tiempo de liberación. No hubo retornos de estas liberaciones.

**TABLE 2.** Numbers of tagged yellowfin released in each year, 1959-1964, by area and month of release, and returns from these in all years.

**TABLA 2.** Número de aleta amarilla marcados liberados en cada año, 1959-1964, por área y mes de liberación, y retornos de estas liberaciones en todos los años.

Year and area of release	January Rel. Ret.	February Rel. Ret.	March Rel. Ret.	April Rel. Ret.	May Rel. Ret.	June Rel. Ret.	July Rel. Ret.	August Rel. Ret.	September Rel. Ret.	October Rel. Ret.	November Rel. Ret.	December Rel. Ret.	Total Rel. Ret.															
Año y área de liberación	Enero Lib. Ret.	Febrero Lib. Ret.	Marzo Lib. Ret.	Abril Lib. Ret.	Mayo Lib. Ret.	Junio Lib. Ret.	Julio Lib. Ret.	Agosto Lib. Ret.	Setiembre Lib. Ret.	Octubre Lib. Ret.	Noviembre Lib. Ret.	Diciembre Lib. Ret.	Total Lib. Ret.															
1959	1							134	3	258	24	236	24	628	51													
	2		13	0	250	16	150	0						413	16													
	3						7	0						7	0													
	4					1	0							1	0													
	6					6,329	39							6,367	39													
	7			5	0					118	5	37	0	382	15													
	8	13	0	14	0	5	0	1	1	21	1	11	1	105	4													
	9		71	13	9	0				208	29	96	12	817	100													
	10			46	0	27	3	86	8	237	22	100	17	159	11													
	Total	13	0	98	13	315	16	6,508	42	10	0	87	9	229	30	371	25	355	37	466	47	335	13	92	4	8,879	236	
1960	1							26	7	366	143			392	150													
	2				2	1		10	1					12	2													
	3					906	78							906	78													
	4		17	0	690	97	708	102						1,778	231													
	5							10	0	345	32	18	0	506	15													
	6							13	0	12	0	484	15	13	0													
	8	2	0		2	0	107	4		29	3	45	2	17	1	6	0	2	0	211	10							
	9		178	11	11	0		31	12	7	1	117	12	60	12	41	4	7	0	23	1	475	53					
	11				2	0																		2	0			
	Total	2	0	195	11	707	98	1,721	184	31	12	7	1	156	15	511	54	926	163	13	0	2	0	24	1	4,295	539	
1961	1													92	18	7	2									99	20	
	5													66	8	38	2									104	10	
	6					6,037	448	1,309	207					159	16	117	14									7,622	685	
	7													147	6	9	0									156	6	
	8	7	0			13	0							18	7											96	20	
	9			49	1					241	96	58	13								967	419	756	267	600	219	2,697	1,021
	10									7	0	84	19													7	0	
	Total	7	0	49	1	0	—	6,050	448	1,309	207	248	96	142	32	147	6	344	49	1,129	437	756	267	600	219	10,781	1,762	

TUNA MIGRATIONS

TABLE 2. (Continued)

Year and area of release	January Rel. Ret.	February Rel. Ret.	March Rel. Ret.	April Rel. Ret.	May Rel. Ret.	June Rel. Ret.	July Rel. Ret.	August Rel. Ret.	September Rel. Ret.	October Rel. Ret.	November Rel. Ret.	December Rel. Ret.	Total Rel. Ret.
Año y área de liberación	Enero Lib. Ret.	Febrero Lib. Ret.	Marzo Lib. Ret.	Abril Lib. Ret.	Mayo Lib. Ret.	Junio Lib. Ret.	Julio Lib. Ret.	Agosto Lib. Ret.	Setiembre Lib. Ret.	Octubre Lib. Ret.	Noviembre Lib. Ret.	Diciembre Lib. Ret.	Total Lib. Ret.
1962 1						4,622	2,180						4,622 2,180
2					37 2								37 2
3			112 2	94 3									206 5
6				349 18	699 51								1,048 69
8				70 6									70 6
9							421 199	182 73	190 67	191 81			984 420
Total	0 —	0 —	112 2	513 27	736 53	4,622 2,180	421 199	182 73	190 67	191 81	0 —	0 —	6,967 2,682
1963 1						3,321	2,189	68 32					3,389 2,221
2						51 25							51 25
Total	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	3,372 2,214	68 32	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	3,440 2,246
1964 6		106 19	137 29										243 48
7		132 2	3 0										135 2
Total	0 —	238 21	140 29	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	378 50
1959-1964 1						7,943	4,369	68 32	160 10	716 185	243 26		9,130 4,622
2		13 0	252 17	150 0	37 2	51 25			10 1				513 45
3			112 2	1,000 81	7 0								1,119 83
4		17 0	690 97	709 102				345 32	18 0				1,779 231
5							10 0	12 0	550 23	38 2			610 25
6		106 19	137 29	12,715 505	2,008 258			13 0	159 16	118 14	37 0		15,293 841
7		132 2	8 0					147 6	9 0	118 5	234 10	25 0	673 23
8	22 0	14 0	7 0	191 10	3 0	1 1	108 17	45 2	36 9	17 1	7 0	31 0	482 40
9		298 25	20 0		31 12	248 97	830 259	479 107	327 83	1,265 517	815 270	660 224	4,973 1,594
10			46 0	27 3		93 8							166 11
11			2 0										2 0
Grand total	22 0	580 46	1,274 145	14,792 701	2,086 272	8,336 4,500	1,016 308	1,211 158	1,815 316	1,799 565	1,093 280	716 224	34,740 7,515



TABLE 3. (Continued)

Year and area of release	January Rel. Ret.	February Rel. Ret.	March Rel. Ret.	April Rel. Ret.	May Rel. Ret.	June Rel. Ret.	July Rel. Ret.	August Rel. Ret.	September Rel. Ret.	October Rel. Ret.	November Rel. Ret.	December Rel. Ret.	Total Rel. Ret.	
Año y área de liberación	Enero Lib. Ret.	Febrero Lib. Ret.	Marzo Lib. Ret.	Abril Lib. Ret.	Mayo Lib. Ret.	Junio Lib. Ret.	Julio Lib. Ret.	Agosto Lib. Ret.	Setiembre Lib. Ret.	Octubre Lib. Ret.	Noviembre Lib. Ret.	Diciembre Lib. Ret.	Total Lib. Ret.	
1962	1					3,856	1,010						3,856 1,010	
	3		6 0										6 0	
	6			48 1	83 7								131 8	
	8			41 3			39 14	16 5					96 22	
	9					7 3	132 60	1 1	26 12				166 76	
Total	0 —	0 —	6 0	89 4	83 7	3,863 1,013	171 74	17 6	26 12	0 —	0 —	0 —	4,255 1,116	
1963	1					1,429	628	75 36			9 0		1,513 664	
	2					1 1							1 1	
Total	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	1,430 629	75 36	0 —	0 —	0 —	9 0	0 —	1,514 665	
1964	6	286 23	115 7										401 30	
	7	20 0											20 0	
Total	0 —	306 23	115 7	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	0 —	421 30	
1959-1964	1					5,285	1,638	75 36	736 2	1,774 152	471 9	9 0	8,350 1,837	
	2				2 0	1 1							3 1	
	3		6 0	2,366 103									2,372 103	
	5							6 0	38 0	194 7	1 0		239 7	
	6	286 23	115 7	8,818 221	828 29				41 3	2 0	53 0		10,143 283	
	7	20 0								34 0	235 2	4 0	345 2	
	8	297 2	71 0	184 8	722 19	586 40	2,050 108	1,399 79	422 22	281 8	410 20	210 8	128 3	6,760 317
	9		265 2	66 5	8 0	784 147	627 72	853 95	2,921 128	1,386 58	854 145	1,046 182	461 53	9,277 887
	10			575 3	544 5	620 0	1,536 23	47 0						3,322 31
	11			1,078 2	716 1									1,794 3
Grand total	297 2	642 25	2,024 25	13,176 349	2,818 216	9,499 1,842	2,380 210	4,169 152	3,676 228	1,772 174	1,553 192	593 56	42,599 3,471	



**TABLE 4.** Tagged yellowfin released, 1952-1964, by area, and the returns from these in all years. The California Department of Fish and Game data are from Blunt and Messersmith (1960).

**TABLA 4.** Aleta amarilla marcados liberados, 1952-1964, por área, y los retornos de estas liberaciones en todos los años. Los datos del California Department of Fish and Game pertenecen a Blunt y Messersmith (1960).

Area released	CDFG, 1952-1959			IATTC, 1955-1958			IATTC, 1959-1964			Rel.	Total	Percent
Area de liberación	Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent	Lib.	Ret.	Porcentaje
	Lib.	Ret.	Porcentaje	Lib.	Ret.	Porcentaje	Lib.	Ret.	Porcentaje	Lib.	Ret.	Porcentaje
1	3,156	180	5.7	3,675	325	8.8	9,130	4,672	50.6	15,961	5,127	32.1
2	366	4	1.1	736	28	3.8	513	45	8.8	1,615	77	4.8
3	556	8	1.4	290	12	4.1	1,119	83	7.4	1,965	103	5.2
4	1,587	4	0.3	371	7	2.0	1,779	231	13.0	3,737	242	6.5
5	2,829	11	0.4	915	2	0.2	610	25	4.1	4,354	38	0.9
6	1,072	2	0.2	1,519	1	0.1	15,293	841	5.5	17,884	844	4.7
7	1,229	4	0.3	147	3	2.0	673	23	3.4	2,049	30	1.5
8	989	0	0.0	341	4	1.2	482	40	8.3	1,812	44	2.4
9	1,081	33	3.1	1,767	130	7.4	4,973	1,594	32.1	7,821	1,757	22.5
10	278	17	6.1	1,783	106	5.9	166	11	6.6	2,227	134	6.0
11	70	0	0.0	50	1	2.0	2	0	0.0	122	1	0.8
Total	13,213	263	2.0	11,594	619	5.3	34,740	7,515	21.6	59,547	8,397	14.1

TUNA MIGRATIONS

**TABLE 5.** Tagged skipjack released, 1952-1964, by area, and the returns from these in all years. The California Department of Fish and Game data are from Blunt and Messersmith (1960).

**TABLA 5.** Barriletes marcados liberados, 1952-1964, por área, y los retornos de estas liberaciones en todos los años. Los datos del California Department of Fish and Game pertenecen a Blunt y Messersmith (1960).

Area released	CDFG, 1952-1959			USBCF, 1960			IATTC, 1955-1958			IATTC, 1959-1964			Rel.	Total	
	Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent	Rel.	Ret.	Percent		Ret.	Percent
Area de liberación	CDFG, 1952-1959			USBCF, 1960			CIAT, 1955-1958			CIAT, 1959-1964			Lib.	Total	
	Lib.	Ret.	Porcentaje	Lib.	Ret.	Porcentaje	Lib.	Ret.	Porcentaje	Lib.	Ret.	Porcentaje		Ret.	Porcentaje
1	2,815	88	3.1	0	—	—	11,563	217	1.9	8,350	1,837	22.0	22,728	2,142	9.4
2	882	6	0.7	0	—	—	388	13	3.4	3	1	33.3	1,273	20	1.6
3	936	17	1.8	46	12	26.1	693	9	1.3	2,372	103	4.3	4,047	141	3.5
4	277	0	0.0	0	—	—	69	0	0.0	0	—	—	346	0	0.0
5	769	3	0.4	0	—	—	425	5	1.2	239	7	2.9	1,433	15	1.0
6	605	2	0.3	0	—	—	817	5	0.6	10,143	283	2.8	11,565	290	2.5
7	1,833	3	0.2	0	—	—	425	5	1.2	345	2	0.6	2,603	10	0.4
8	1,133	6	0.5	0	—	—	1,767	34	1.9	6,760	317	4.7	9,660	357	3.7
9	2,144	62	2.9	0	—	—	5,869	126	2.1	9,271	887	9.6	17,284	1,075	6.2
10	2,357	50	2.1	0	—	—	10,427	236	2.3	3,322	31	0.9	16,106	317	2.0
11	514	0	0.0	0	—	—	1,059	11	1.0	1,794	3	0.2	3,367	14	0.4
Total	14,265	237	1.7	46	12	26.1	33,502	661	2.0	42,599	3,471	8.1	90,412	4,381	4.8

**TABLE 6.** Returns in all years, by area, of tagged yellowfin released in 1952-1964.

**TABLA 6.** Retornos en todos los años, por área, de aleta amarilla marcados liberados en 1952-1964.

Area of release Area de liberación	Area of recapture — Area of recaptura											Unknown Desconocida	Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	5,027	44	14	3	2								37	5,127
2	27	44		5									1	77
3	37	12	49	2									3	103
4	1	8	1	215	12								5	242
5	1	1	2	4	24	5							1	38
6		2		36	294	318	3	75	107			1	8	844
7					1		24	1	4					30
8					1	2		29	9				3	44
9	1				2	9	1	165	1,536	13	11	19		1,757
10									16	113			5	134
11											1			1
<b>Total</b>	5,094	111	66	265	336	334	28	270	1,672	126	13	82		8,397

TUNA MIGRATIONS

**TABLE 7.** Returns in all years, by area, of tagged skipjack released in 1952-1964.

**TABLA 7.** Retornos en todos los años, por áreas, de barriletes marcados liberados en 1952-1964.

Area of release Area de liberación	Area of recaptura — Area de recaptura											11	Central Pacific Pacífico Central	Unknown Desconocida	Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
1	<u>2,062</u>	17	36	3									2	22	2,142
2	1	<u>16</u>		1										2	20
3	39		<u>100</u>										1	1	141
4															0
5					<u>11</u>	2		1						1	15
6					66	<u>143</u>	1	58	15					7	290
7							<u>8</u>					1		1	10
8	1					1		<u>266</u>	78					11	357
9	1				1	2	1	86	<u>948</u>	9				27	1,075
10								6	32	<u>258</u>	2			19	317
11								1	1		<u>10</u>			2	14
Total	2,104	33	136	4	78	148	10	418	1,074	268	12	3	93	4,381	

FINN AND BAYLIFF

**TABLE 8.** Migrations of yellowfin within Area 1.

**TABLA 8.** Migraciones de aleta amarilla en Area 1.

		Time and region of release — Tiempo y región de liberación															
Region of recapture	May-June 1958 23°-24°N		June 1962 22°-24°N		June 1963 23°-25°N		July 25°-26°N		August 25°-26°N		September 25°-26°N		September 27°-28°N		September-October 26°-27°N		
	Number	Median days out	Number	Median days out	Number	Median days out	Number	Median days out	Number	Median days out	Number	Median days out	Number	Median days out	Number	Median days out	
Región de recaptura	Mayo-Junio 1958 23°-24°N		Junio 1962 22°-24°N		Junio 1963 23°-25°N		Julio 25°-26°N		Agosto 25°-26°N		Setiembre 25°-26°N		Setiembre 27°-28°N		Setiembre-Octubre 27°-28°N		
	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	
32°-33°N					2	97											
31°-32°N					4	86											
30°-31°N					1	94	1	58									
29°-30°N					5	72											
28°-29°N	1	96															
27°-28°N			3	82	59	35					1	50	12	6			
26°-27°N	5	68	10	100	207	75	7	82	3	113	1	44	10	37	23	18	
25°-26°N	61	69	170	72	747	14	50	11	37	8	103	20	13	68	7	43	
24°-25°N	3	19	121	79	895	11	4	7	3	91	1	39	1	81	4	38	
23°-24°N	6	35	488	26	176	22	5	10			2	102					
22°-23°N			1,341	4	37	15											
21°-22°N			20	8													
<b>Total</b>	<b>76</b>		<b>2,153</b>		<b>2,133</b>		<b>67</b>		<b>43</b>		<b>108</b>		<b>36</b>		<b>34</b>		

TUNA MIGRATIONS

**TABLE 9.** Distribution of returns, by region and month, of yellowfin and skipjack recaptured after the end of the calendar year in which they were released. The numbers following the + signs indicate the fish recaptured the second year after release.

**TABLA 9.** Distribución de retornos, por región y mes, de aleta amarilla y barrilete recapturados después del fin del año civil en los que fueron liberados. Los números siguientes al signo + indican los peces recapturados al segundo año después de la liberación.

		Month of recapture — Mes de recaptura												
Region of recapture		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Región de recaptura														
Yellowfin	27°-28°N							3	1					4
Aleta amarilla	26°-27°N	4		1				7			2	1		15
	25°-26°N	13	11				39	20	17	5		1+1	1	107+1
	24°-25°N	6	2			2	11	6	1	1		1+1		30+1
	23°-24°N	1		2+1	4	7+1	16	6						36+2
	22°-23°N		1		3+1		2			1				7+1
	21°-22°N					1	1							2
	Total	24	14	3+1	7+1	10+1	69	42	19	7	2	3+2	1	201+5
Skipjack	32°-33°N								2		1			3
Barrilete	29°-30°N								1					1
	27°-28°N							2						2
	26°-27°N							1	1					2
	25°-26°N						5	4	2	1				12
	24°-25°N					1	1							2
	23°-24°N			1		1								2
	Total	0	0	1	0	2	6	7	6	1	1	0	0	24

**TABLE 10.** Effort and catch data for yellowfin and skipjack in Areas 2 and 3 during the last three quarters of 1962 and 1963. The effort is given in Class-4 days for baitboats and Class-3 days for purse seiners, and the catches in short tons.

**TABLA 10.** Datos de esfuerzo y captura del aleta amarilla y barrilete en las Areas 2 y 3 durante los últimos tres trimestres de 1962 y 1963. El esfuerzo se presenta en días para la Clase 4 de clippers y para la Clase 3 de cerqueros, y las capturas en toneladas cortas.

Area	Year	Quarter	Baitboats			Purse seiners		
			Effort	Yellowfin catch	Skipjack catch	Effort	Yellowfin catch	Skipjack catch
Area	Año	Trimestre	Esfuerzo	Captura aleta amarilla	Captura barrilete	Esfuerzo	Captura aleta amarilla	Captura barrilete
2	1962	2	6	0	0	285	688	0
		3	0	0	0	61	34	0
		4	27	98	6	105	46	35
2	1963	2	28	50	33	423	2,054	149
		3	0	0	0	19	4	0
		4	4	11	9	225	782	446
3	1962	2	122	301	96	337	2,052	143
		3	1	3	3	4	0	0
		4	69	238	177	390	2,191	751
3	1963	2	85	391	574	221	1,439	1,017
		3	0	0	0	14	127	1
		4	45	212	321	366	533	1,366

**TABLE 11.** Migrations of skipjack within Area 1.**TABLA 11.** Migraciones de barrilete en el Area 1.

<b>Time and region of release — Tiempo y región de liberación</b>										
Region of recapture	June 1962 22°-24°N		June 1963 23°-25°N		August 25°-26°N		September 25°-26°N		September 27°-28°N	
	Number	Median days out	Number	Median days out	Number	Median days out	Number	Median days out	Número	Mediana días fuera
Región de recaptura	Junio 1962 22°-24°N		Junio 1963 23°-25°N		Agosto 25°-26°N		Setiembre 25°-26°N		Setiembre 27°-28°N	
	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Número	Mediana días fuera	Number	Median days out
32°-33°N			16	134						
31°-32°N			8	82						
30°-31°N			4	78						
29°-30°N			26	63						
28°-29°N			3	78						
27°-28°N	1	68	69	46	2	54			47	6
26°-27°N	2	120	68	52	8	41			7	41
25°-26°N	46	70	116	19	59	5	71	2	9	68
24°-25°N	13	79	224	3	9	64	1	69		
23°-24°N	217	11	57	1	1	72	1	71		
22°-23°N	686	2	14	15						
21°-22°N	10	7								
Total	975		605		79		73		63	

**TABLE 12.** Effort data in Areas 4, 5, 6, and 8-9 during the last three quarters of 1959, 1961, and 1962. The effort is given in Class-4 days for baitboats and Class-3 days for purse seiners.**TABLA 12.** Datos de esfuerzo en Areas 4, 5, 6 y 8-9 durante los últimos tres trimestres de 1959, 1961 y 1962. El esfuerzo se presenta en días para la Clase 4 de clipers y para la Clase 3 de cerqueros.

Vessel type Area		Baitboat				Purse seiner			
		4	5	6	8-9	4	5	6	8-9
Tipo de barco Area		Clíper				Cerquero			
		4	5	6	8-9	4	5	6	8-9
1959	Effort	296	636	1,091	3,270	422	55	152	216
	Esfuerzo								
	Percent	6	12	21	62	50	7	18	26
	Porcentaje								
1961	Effort	30	152	354	2,661	2,518	4,856	1,788	1,708
	Percent	1	5	11	83	23	45	16	16
1962	Effort	89	114	327	1,949	1,134	2,673	1,525	4,436
	Percent	4	5	13	79	12	27	16	45



**MIGRACIONES DEL ATUN ALETA AMARILLA Y BARRILETE  
EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL SEGUN HAN SIDO  
DETERMINADAS POR LOS EXPERIMENTOS DE  
MARCACION REALIZADOS EN 1952-1964**

por

**Bernard D. Fink y William H. Bayliff**

**EXTRACTO**

Durante el período de 1952-1964 se liberó a través de todos los límites de distribución de la pesquería en el Océano Pacífico oriental un total de 59,547 aleta amarilla y 90,412 barriletes marcados. La mayoría de los peces fueron liberados de barcos de carnada comerciales, o en viajes regulares de pesca o en viajes en los que se fletaron los barcos para capturar atunes y marcarlos. De estas liberaciones se recapturaron 8,397 aleta amarilla y 4,381 barriletes.

Parece que haya dos grupos principales de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. Sin embargo, existe una entremezcla considerable entre los peces de los dos grupos. Los peces del grupo septentrional (costa occidental de Baja California, Golfo de California e Islas Revillagigedo) aparecen primero en las Islas Revillagigedo alrededor de abril, y durante la primavera y el verano se desplazan al norte a lo largo de la costa de Baja California y durante el otoño al sur a lo largo de la costa. Los reclutas del grupo meridional (Islas Tres Marias hasta el norte de Chile) aparecen en muchas partes o continuamente a lo largo de la mayoría de la costa. Los peces que aparecen primero en la región septentrional del Panamá Bight en abril se desplazan rápidamente al noroeste a la América Central y México y al sur al Golfo de Guayaquil.

Parece también que existen dos grupos principales de barrilete en el Océano Pacífico oriental. Los peces del grupo septentrional (costa occidental de Baja California, Golfo de California e Islas Revillagigedo) realizan casi la misma migración que el atún aleta amarilla de la misma área, pero aparentemente la mayor parte del barrilete se desplaza luego al Océano Pacífico central durante el otoño y/o en el invierno. Los reclutas al grupo meridional (América Central al norte de Chile) aparecen en su mayoría en el Panamá Bight o cerca a este lugar. Los peces que aparecen primero en la región septentrional del Panamá Bight en abril se desplazan rápidamente al noroeste a la América Central y al sur al Golfo de Guayaquil. Las proporciones que se desplazan en estas direcciones varían considerablemente de año a año; tal vez esto depende en las diferencias de temperatura de la superficie del mar.

**INTRODUCCION**

A fines de 1955 la Comisión Interamericana del Atún Tropical inició un programa de marcación en gran escala de atunes tropicales del Océano Pacífico oriental. Desde entonces hasta fines de 1964 el personal de la

Comisión del Atún liberó las siguientes cantidades de peces marcados: 46,334 aleta amarilla, *Thunnus albacares*, 76,101 barriletes, *Katsuwonus pelamis*, 40 patudos (atún ojo grande), *Thunnus obesus*, y 1 barrilete negro, *Euthynnus lineatus*. De estas liberaciones fueron retornadas 8,134 marcas de aleta amarilla y 4,132 marcas de barrilete. Con excepción de tres de los barriletes, todos los retornos se lograron en el Océano Pacífico oriental.

El programa fue concebido para producir información sobre las migraciones y la estructura de población de los atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental y para proveer estimaciones sobre su crecimiento y mortalidad. Muchos de los resultados de este trabajo han sido ya informados. Schaefer, Chatwin y Broadhead (1961) usaron los retornos de marcas hasta fines de 1959 (747 aleta amarilla y 937 barriletes) para analizar las migraciones, crecimiento, y la disminución total de los peces marcados. Los retornos de marcas de los aleta amarilla hasta 1962 fueron usados junto con otros datos por Joseph *et al.* (1964) en una discusión sobre la estructura poblacional de esta especie en el Océano Pacífico oriental. En ese informe, además, se emplearon los retornos de marcas de 263 aleta amarilla obtenidas por el California Department of Fish and Game en su programa de marcación realizado desde 1952-1959 (Blunt y Messersmith, 1960). Fink (1965a) usó los datos de liberación y retorno de marcas hasta 1960 para estimar las tasas de mortalidad total y de pesca del aleta amarilla y barrilete. Chapman, Fink y Bennett (1965) analizaron los datos de los aleta amarilla liberados con marcas sencillas y dobles en un crucero en 1963 con el fin de estimar las tasas de desprendimiento de marcas y, por consiguiente, obtener mejores estimaciones de las tasas de mortalidad. Joseph y Calkins (1969) usaron los retornos de marcas hasta fines de 1964 para analizar el crecimiento y mortalidad del barrilete.

Este informe está dedicado al análisis de las migraciones de los atunes aleta amarilla y barrilete.

#### AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a los siguientes miembros del personal de la Comisión del Atún por su participación en el marcado de los peces: Franklin G. Alverson, Gilbert W. Bane, Javier Barandiarán, Izadore Barrett, Patrick J. Boylan, Gordon C. Broadhead, Thomas P. Calkins, Julio Carranza, Enrique Carrera, Gilfredo Carrera, Eduardo Cedeño, Bruce M. Chatwin, Vernon G. Connelly, Gary I. Cowan, Enrique L. Díaz, Michel Doutre, David R. Dugan, Kenneth R. Feng, Dale R. Fisher, Eric D. Forsbergh, Raymond C. Griffiths, Richard L. Hark, Arthur E. Harms, Rudolph E. Harth, Richard C. Hennemuth, Robert W. Hetzler, James Joseph, Roger K. Kearns, John E. Kinnear, Frederick R. Kirschman, Witold L. Klawe, Antonio Landa, Fred M. Larmie, Esteban Long, Austin R. Magill, Federico

Moscoso, Madison L. Myers, Arthur L. Oakley, Craig J. Orange, Sueichi Oshita, Francis M. Parham, Clifford L. Peterson, Roy S. Preston, Darrell Pruden, James A. Renner, Paul N. Sund, Robert T. Umlor, Bertulfo Vaca Montenegro, Luis Vilela, Donald W. Vorbeck, Ronald P. Walker, Ronald E. Wheeler, Martin L. Wiley y Tacoma W. Wiley. Asimismo, expresamos nuestro reconocimiento a los capitanes y tripulaciones de muchos de los barcos de la flota pesquera que fueron empleados en los experimentos de marcación.

Agradecemos también la indispensable colaboración de los capitanes y pescadores de los barcos pesqueros, y de los trabajadores de las fábricas enlatadoras, por entregar las marcas de los peces recapturados junto con la información correspondiente.

Los resultados inéditos de la marcación de atunes del U. S. Bureau of Commercial Fisheries en el Océano Pacífico oriental fueron suministrados por el Sr. Eugene L. Nakamura. El Sr. Donald L. Whitt escribió el programa de cómputo empleado para los cálculos de las tasas de dispersión de los peces marcados y ayudó de varios modos en el análisis de los datos. El manuscrito fue examinado por el Dr. James Joseph y los Sres. Clifford L. Peterson y Eric D. Forsbergh.

### **MATERIALES Y METODOS**

Muchos de los aspectos de los materiales y métodos empleados en el programa de marcación han sido descritos por Broadhead (1959), Schaefer, Chatwin y Broadhead (1961), y Fink (1965b). Por lo consiguiente, la discusión en esta sección se limitará a las facetas del programa que no han sido tratadas en estudios anteriores.

En el presente informe se sigue la terminología empleada para la marcación por la International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries (Anonymous, 1961: 46-47). Las definiciones son las siguientes:

- “liberaciones: los peces (en números) marcados y liberados;
- recapturas: los peces marcados (en números) y capturados;
- recobros: los peces marcados (en números) descubiertos por los pescadores o por cualquier otro medio;
- informes: los peces marcados (en números) sobre los cuales llega a la organización marcadora cualquier información suficiente para establecer que han sido recobrados;
- retornos: los peces (en números) reportados como marcados o las marcas que eventualmente se devuelven a la organización marcadora o, también, la presencia de marcas completamente autenticadas.”

**Liberaciones de marcas**

La mayoría de las operaciones de la Comisión del Atún han sido realizadas en barcos de carnada. En algunos casos uno o dos marcadores han estado a bordo de un barco en uno de sus viajes regulares de pesca, y en otros se ha fletado un barco de carnada para capturar atunes y marcarlos. Varios viajes han sido realizados por uno o dos marcadores en barcos cerqueros en viajes regulares de pesca. Efectivamente todos los peces fueron capturados para la marcación por los métodos standard de caña y cordel o mediante redes de cerco, pero algunos pocos fueron capturados mediante la pesca "a la carrera" de clípers, cerqueros y un barco deportivo de pesca.

**Clípers, viajes regulares de pesca**

Los materiales y métodos empleados en estos cruceros han sido adecuadamente descritos en los tres estudios citados al principio de esta sección.

**Clípers, cruceros fletados**

Se realizó un crucero fletado cada año durante el período 1958-1963. Cuatro o cinco científicos y/o técnicos de la Comisión del Atún tomaron parte en cada crucero. Por lo menos tres o cuatro de ellos marcaron normalmente peces, a la vez que el otro ayudó a los otros o condujo otros experimentos relativos al programa de marcación. Pescadores profesionales, parte de la tripulación del barco, capturaron los peces. Por lo regular había un pescador para cada marcador, pero se emplearon más cuando había poca pesca.

Los métodos para marcar los peces en barcos fletados eran usualmente idénticos a los empleados en barcos no fletados, con excepción de que en los barcos fletados los marcadores y pescadores trabajaban en localidades más ventajosas para la marcación. En el Crucero 33 se capturaron varios cientos de aleta amarilla grandes (de más de 25 lb) mediante la técnica de dos cañas (Godsil, 1938) y fueron marcados por un método diferente. Los peces capturados eran halados a bordo entre la baranda del barco y el tanque de carnada (acolchonados con plástico esponjoso) y luego se colocaban inmediatamente, o a menudo caían inevitablemente, en hojas de plástico esponjoso de 3 pulgadas de grosor. Generalmente fue imposible manipular suavemente estos peces vigorosos, pero tan pronto como era posible acercarse a ellos eran marcados, su longitud fue estimada o medida, y luego eran liberados. El tiempo desde el momento en que quedaba enganchado en el anzuelo hasta su liberación fue comúnmente cerca de 1 minuto, en comparación de 7 a 12 segundos en peces hasta de 15 lb (Fink, 1965b).

**Cerqueros**

La naturaleza de la flota pesquera de atún del Océano Pacífico oriental pasó por un cambio considerable durante el final de la década de 1950 y a

principios de la de 1960, cuando la mayoría de los grandes clípers fueron reacondicionados a cerqueros (Orange y Broadhead, 1959; Broadhead, 1962). Este cambio tuvo un efecto secundario al reducir grandemente el número de clípers que podían acomodar un par de hombres para el marcado además de la tripulación ordinaria.

La Comisión del Atún condujo seis cruceros de marcación en cerqueros basados en California durante 1955-1964, uno en 1956, 1958, 1959 y 1962, y dos en 1960. En cada uno de estos cruceros las marcas fueron aplicadas y los peces liberados por uno de los dos marcadores a bordo del barco durante el curso de las operaciones regulares de pesca. Los peces podían generalmente ser marcados y liberados efectivamente solo durante un corto período en los que se encontraban suficientemente encerrados dentro de la red de cerco para sacarlos de ella con fuertes salabardos que se usan en la pesca de caballa. Durante un crucero (41), en que la captura consistió en su mayoría de aleta amarilla grandes (de más de 25 lb), el marcador se metió al agua dentro de la red, marcó los peces mientras nadaban cerca de la línea de flotación y los guió por encima de la línea de corchos para liberarlos. Este procedimiento fue difícil y algún tanto peligroso, pero con su empleo se marcaron peces de unas 40 a 100 lb y fueron liberados.

#### **Bases regionales**

A fines de 1956 la Comisión del Atún inició investigaciones biológicas incluyendo marcación de atún, en Mancora, Paita y Coishco, en Perú. Cuantas veces se presentaba una oportunidad en sí, uno o dos miembros del personal acompañaban un clíper o *bolichero* (cerquero pequeño) en uno de sus viajes regulares de pesca y marcaban y liberaban tantos peces como fuera posible. A fines de 1958 se inició un trabajo similar en Manta, Ecuador, siendo los peces marcados y liberados en clípers pequeños. Los métodos usados tanto en barcos basados en el Perú como en el Ecuador fueron similares a los usados en los barcos basados en los Estados Unidos, pero las áreas de operación fueron generalmente más limitadas.

#### **Archivo y procesamiento de datos**

Los datos básicos de marcación han sido registrados en tarjetas de computador, usando un sistema de código numérico. Por cada pez marcado y liberado se registra la siguiente información: número del crucero; arte usada para capturar el pez para el marcado y la liberación; número de la marca; tipo de marca; especie; fecha de liberación; área de liberación de acuerdo al sistema de Shimada y Schaefer (1956); longitud (Marr y Schaefer, 1949) en milímetros, a los 50 mm más cercanos; temperatura de la superficie del mar en grados Fahrenheit al 1° más cercano.

Cuando se devuelve una marca se le añade a la tarjeta correspondiente la siguiente información: fecha de recaptura; área de recaptura de acuerdo al sistema de Shimada y Schaefer (1956); longitud en milímetros a tiempo

de recaptura, al 1 mm más cercano; incremento del crecimiento en milímetros; número de días en libertad (Cuando un pez marcado fue recapturado el mismo día que fue liberado se registró como si hubiera estado 1 día en libertad, y así sucesivamente.); distancia mínima de viaje en millas náuticas; dirección de desplazamiento a intervalos de 45°; arte usada para recapturar el pez; clase de tamaño del barco usado para la recaptura (Shimada y Schaefer, 1956); lugar en que se encontró el pez marcado (*i.e.* barco, enlatadora, etc.); ciudad de la cual fue retornada la marca.

Para que fuera más conveniente, las tarjetas que representaban marcas retornadas fueron duplicadas para usarlas en los análisis que no necesitaban de otras tarjetas. Se usaron clasificadores de tarjetas, máquinas de contabilidad, y el computador CDC 3600 de la Universidad de California en San Diego para tabular los datos para el análisis. Se usó el programa de cómputo CIAT F02 (Psaropulos, 1966) para los cálculos de dispersión.

#### **Datos incluidos**

Las liberaciones realizadas por la Comisión del Atún durante 1959-1964, y los retornos de estas marcas durante todos los años, se encuentran sumariados en las Tablas 1, 2 y 3. Las áreas se indican en la Figura 1. Sin embargo, este informe trata también de la liberación de marcas de la Comisión del Atún en 1955-1958 (Schaefer, Chatwin y Broadhead, 1961), liberación de marcas del California Department of Fish and Game en 1952-1959 (Blunt y Messersmith, 1960), y la liberación de marcas del U. S. Bureau of Commercial Fisheries en 1960 (Anónimo, 1960a, 1960b; Eugene L. Nakamura, comunicación personal), y el retorno de estas marcas durante todos los años. Todas las liberaciones de marcas de 1952-1964 están sumariados en las Tablas 4 y 5, y los retornos de éstas se encuentran enumerados en las Tablas 6 y 7. (Desde 1964 se han realizado otras liberaciones de marcas. Estas liberaciones, y los retornos resultantes, se encuentran descritos de una manera preliminar por Anonymous (1966, 1967, 1968, 1969 y 1970)).

### **AVALUO DE LAS OPERACIONES DE MARCACION DE LA COMISION DEL ATUN**

La comparación del éxito relativo de los varios métodos de marcación es útil no solamente para evaluar los experimentos anteriores, pero para planear también otros en el futuro.

#### **Clípers, viajes regulares de pesca**

Durante el período de 1955-1964 se realizaron 32 cruceros regulares de pesca en clípers durante los cuales se marcaron y liberaron 9,534 aleta amarilla y 19,787 barriletes. Los marcadores gastaron 4,246 días de trabajo a bordo de estos barcos, un promedio de 133 por crucero. El número

promedio de peces marcados y liberados por día de trabajo fue 6.9. Las liberaciones por tonelada corta de peces capturados por los barcos fue bastante consistente entre los cruceros, promediando cerca de 3.3 aleta amarilla por tonelada pescada de esta especie y 3.8 barriletes por tonelada capturada de esta especie.

#### **Clípers, cruceros fletados**

Las ventajas de fletar barcos son las siguientes: (1) se pueden marcar grandes cantidades de peces en áreas restringidas durante un período corto de tiempo; (2) se puede controlar el área y tiempo de operación; (3) se pueden marcar peces grandes, si se encuentran; y (4) pueden conducirse experimentos ancilarios (*e.d.* Barrett y Connor, 1962, 1964).

Se marcó y liberó un total de 25,651 aleta amarilla y 24,844 barriletes durante los seis cruceros fletados. Los marcadores gastaron 978 días de trabajo a bordo de estos barcos, un promedio de 163 por crucero. El número promedio de peces marcados liberados por día de trabajo fue 51.6. A pesar del gasto considerable al fletar los barcos, el costo por pez marcado en estos cruceros fue un 20% inferior a aquel de los cruceros regulares de clípers debido a que el número de peces marcados liberados por día de trabajo fue muy superior.

#### **Cerqueros**

Se realizaron seis cruceros en cerqueros durante el período de 1955-1964 (incluyendo uno que produjo solamente atún aleta azul), durante los cuales fueron marcados y liberados 1,630 aleta amarilla y 15 barriletes. Los marcadores gastaron 269 días de trabajo a bordo de estos barcos, un promedio de 45 por crucero. El número promedio de peces marcados liberados por día de trabajo fue 6.1. Las liberaciones por tonelada corta de peces capturados promedió cerca de 0.9 respecto al aleta amarilla y 0.1 en cuanto al barrilete.

Los atunes marcados en capturas de cerqueros están frecuentemente en pobres condiciones cuando son liberados. El barrilete es especialmente susceptible a maltrato por amontonamiento y rozamiento de la red; a menudo mueren o se están muriendo en el momento en que están lo suficientemente concentrados en la red para poderlos sacar. Los Cruceros 32 (dos cerqueros) y 33 (un clíper fletado), ambos realizados frente a la costa meridional de México en febrero-abril 1960, suministraron datos para la comparación de la eficacia relativa de los experimentos de marcación conducidos en clípers y cerqueros. De los 274 aleta amarilla marcados y liberados de los cerqueros 9, o sea 3.3% fueron retornados, mientras que el experimento del clíper produjo 190 retornos de 1,141 liberaciones, o sea 16.7%. Una prueba de contingencia del ji cuadrado indica que estos índices de retorno son diferentes ( $\chi^2 = 32.65$ , g.l. = 1,  $P < 0.01$ ). No hubo retornos de los 15 barriletes marcados y liberados de los cerqueros. Aunque

es evidente que la marcación en los cerqueros ha sido mucho menos eficaz que la de los clípers, se cree que si se fleta un cerquero los métodos podrían ser modificados para mejorar considerablemente la tasa de retorno de marcas.

### **Barco deportivo**

Solo se realizó un viaje en este tipo de barco, durante el cual nueve barriletes, todos capturados mediante la pesca a la carrera, fueron marcados y liberados. Los marcadores gastaron 6 días de trabajo a bordo de este barco, y el número promedio de peces liberados por día de trabajo fue 1.5.

### **Bases regionales**

Se realizaron 79 cruceros en barcos de carnada y 20 cruceros en *bolicberos* en el Perú durante el periodo de 1956-1962, durante los cuales se marcaron y liberaron 9,267 aleta amarilla y 24,873 barriletes. Los peces marcados fueron liberados durante todos los meses del año, principalmente en el Golfo de Guayaquil, pero algunos también en el Panamá Bight y frente a las costa de Ecuador, Perú y Chile. Los experimentos de marcación de los clípers fueron, en promedio, mucho más efectivos que los de los *bolicberos*, pero hubo unas pocas excepciones notables en las que estos últimos produjeron altos retornos. Durante el período 1958-1961 se realizaron 146 cruceros en clípers en el Ecuador, durante los cuales se marcaron y liberaron 252 aleta amarilla y 6,573 barriletes. Los peces marcados fueron liberados durante todos los meses del año, principalmente en la vecindad de Manta, pero algunos también en el Golfo de Guayaquil.

Los resultados de marcación de ambas bases sudamericanas se consideran altamente satisfactorios. Es importante anotar que, además de las actividades de la liberación de marcas, el personal estacionado en estos países obtuvo estadísticas de captura, muestreó las capturas comerciales, facilitó los retornos de marcas, y realizó otros varios tipos de investigación tal como el de los peces de carnada.

## **RESULTADOS**

### **Origen y desplazamientos**

En estas secciones se prestará la mayor parte de la atención a los desplazamientos de una área a otra y a migraciones superiores a 300 millas náuticas en las áreas.

Los desplazamientos intra e inter-área se suman en las Tablas 6 y 7. Las 11 áreas principales, indicadas en la Figura 1, son casi las mismas a las usadas por Schaefer, Chatwin y Broadhead (1961) y Joseph *et al.* (1964), y corresponden aproximadamente a las regiones naturales de aparición de las concentraciones de atún. Se presenta también la infor-



mación equivalente a la presentada en la Tabla 6 en las Figuras 2-12 de Joseph *et al.* (1964).

Los movimientos superiores a 300 millas náuticas se indican en las Figuras 2-48. (No existe figura para la liberación de barrilete en febrero debido a que no hubo informes sobre migraciones de largas distancias respecto a estas liberaciones). Las flechas en las figuras representan los movimientos netos de los peces, pero, claro está, no indican necesariamente las rutas de migración, ya que éstas no se conocen. Cada flecha representa un pez individual marcado que fue retornado, excepto cuando se indica lo contrario al superponer una cifra en la flecha. Las flechas, en la mayoría de los casos, son trazadas desde áreas de liberación de 1° a áreas de recaptura de 1°. Sin embargo, en los casos en que resultaron muchos retornos de las liberaciones de peces marcados durante un mes individual en varias áreas adyacentes de 1° fue algunas veces necesario combinar los datos de liberación de estas áreas para evitar confusión. Las áreas de liberación combinadas son punteadas en las figuras. En estos casos los retornos se encuentran indicados por números en las áreas apropiadas de 1°.

Las áreas de 1° han sido designadas en el texto por el sistema de Shimada y Schaefer (1956), quienes lo explican en la forma siguiente, "De acuerdo a este sistema, la región oriental del Océano Pacífico ha sido dividida en zonas llamadas 'subdivisiones,' cuyos límites son las líneas de latitud y longitud divisibles por cinco y están codificadas por la latitud y longitud del ángulo sureste. Cada subdivisión, a su vez, está subdividida en 25 cuadrados de un grado, aproximadamente 60 millas náuticas por cada lado, y numerados de 1 a 25 comenzando en el ángulo sureste y ordenados de este a oeste y de sur a norte." Así que cada área de 1° está marcada por una cifra código de siete dígitos, además de un prefijo de 0 o 2 para designar las áreas norte o sur del ecuador, respectivamente. Cada área de 5° está designada por una cifra código de seis dígitos, habiéndose omitido los dos últimos dígitos. En la Figura 1 se indican las cifras código de unas pocas áreas de 1° y 5°.

### Dispersión

La dispersión de los peces fue analizada según los datos de los períodos de libertad, distancias atravesadas y direcciones netas de desplazamiento. Se emplearon ocho direcciones de movimiento, 0°-45° verdadero = 0, 45°-90° verdadero = 1, . . . y 315°-360° verdadero = 7.

Los números de peces ( $n$ ), promedios de los períodos en libertad ( $t$ ), promedios de las distancias de desplazamiento ( $r$ ), promedios de las distancias al cuadrado de desplazamiento, desviaciones standard de  $r$  ( $s$ ), coeficientes de variación de  $r$  ( $U$ ), velocidades medias de dislocación ( $V$ ), y el cuadrado medio de los coeficientes de dispersión ( $a^2$ ) fueron calculados por intervalos de 30 días, para todos los períodos en libertad combinados,

para cada una de las ocho direcciones de desplazamiento, y para todas las direcciones combinadas.

El coeficiente de la variación de  $r$  fue calculado mediante

$$U = \frac{100s}{\bar{r}} \quad (1)$$

(Simpson, Roe, y Lewontin, 1960). La velocidad media de dislocación y coeficiente cuadrático medio de dispersión fueron calculados mediante

$$V = \frac{\sqrt{(\sum r \sin \theta)^2 + (\sum r \cos \theta)^2}}{\sum t} \quad (2)$$

y

$$a^2 = \frac{1}{n} \left[ \sum \frac{r^2}{t} - \frac{(\sum r \sin \theta)^2 + (\sum r \cos \theta)^2}{\sum t} \right] \quad (3)$$

(Jones, 1966). (Jones usó el término  $\Sigma(r/t)$  en vez de  $\Sigma(r^2/t)$  en la Fórmula (3) (su Fórmula (17)), pero evidentemente esto fue un error de imprenta). Los siguientes valores de  $\theta$  fueron usados en Fórmulas (2) y (3): Dirección 0,  $22\frac{1}{2}^\circ$ , Dirección 1,  $67\frac{1}{2}^\circ$ , . . . y Dirección 7,  $337\frac{1}{2}^\circ$ . (Para grupos de peces que solo se movieron en una dirección la velocidad media de dislocación puede calcularse más sencillamente mediante

$$V = \frac{\sum r}{\sum t} \quad (4)$$

pero esto no se hizo debido a que los cálculos fueron hechos con un computador, y fue más conveniente escribir el programa de tal modo que  $V$  fuera calculado siempre de la misma manera).

El significado de la velocidad media de dislocación y del cuadrado medio del coeficiente de dispersión ha sido discutido por Jones (1959 y 1966). Brevemente, la primera pertenece al movimiento direccional y el último al movimiento aleatorio, y éste no tiene significado a no ser que no haya movimiento direccional o que haya muy poquito. Aún si el movimiento es enteramente aleatorio, no se espera que los valores de  $V$  sean equivalentes a 0 para la mayoría de los experimentos actuales debido a que fueron iniciados cerca al litoral, y los peces se encontraban limitados en su desplazamiento hacia el litoral.

Los datos fueron divididos en grupos de acuerdo a las especies, área de liberación (y algunas veces a la localidad dentro del área) y tiempo de liberación. Se cree que los peces liberados durante períodos prolongados de tiempo no deben incluirse en el mismo grupo, ya que pueden desplazarse en una dirección durante una temporada y en otra dirección durante otra temporada. En algunos casos, cuando hubo suficientes datos, se asignaron éstos a diferentes años de liberación y diferentes grupos para determinar

si las pautas de dispersión eran las mismas en diferentes años. Si se disponía de una considerable cantidad de datos para cierto período de tiempo de uno o dos años, y muy pocos datos para los otros años, solo se emplearon los datos correspondientes a éste período de tiempo de uno o dos años.

Las direcciones y distancias medias de movimiento se indican en las Figuras 49 y 50. Las cifras en los círculos en el centro de los diagramas indican el número de peces que no se movió de las localidades de liberación. (Conforme fue explicado por Schaefer, Chatwin y Broadhead (1961), debido a la falta de precisión en registrar las posiciones en el mar, los peces que se desplazaron 10 o 20 millas son registrados a menudo como si hubieran sido recapturados en la localidad de liberación). Las cifras que se encuentran fuera de los círculos indican los números de peces que se desplazaron en cada dirección y los promedios de las distancias de desplazamiento para cada dirección, respectivamente. El ancho de los círculos y de las líneas es proporcional a los porcentajes de los peces que fueron recapturados en las localidades de liberación y a los porcentajes que se desplazaron en cada dirección. La longitud de las líneas es proporcional al promedio de las distancias de desplazamiento.

Las direcciones y distancias de desplazamiento por días en libertad se indican en las Figuras 51 a la 86. En estas figuras se consideran únicamente los retornos de peces recapturados dentro de 360 días de liberación, pero las cifras de retornos de peces que estuvieron en libertad más de 360 días fueron pequeñas, especialmente para el barrilete, así que esto tiene poco o ningún significado. Los datos de peces que se movieron en diferentes direcciones se presentan en diferentes recuadros dentro de cada figura. Los puntos para intervalos consecutivos de tiempo han sido unidos mediante líneas sólidas y aquellos para intervalos de tiempo no consecutivos por líneas a guiones. Las cifras cerca de los puntos indican las cantidades de peces en cada intervalo de tiempo. Los valores de  $V$  aparecen en todos los recuadros, pero los valores de  $a^2$  aparecen solamente en los recuadros para los grupos en los que las velocidades medias de dislocación de todas las direcciones combinadas fueron pequeñas (*i.e.* se cree que el movimiento fue aleatorio o poco más o menos así).

### **Area 1, Baja California**

#### **Pesca**

El área de Baja California produce cerca del 5-15% de la captura del aleta amarilla y 5-15% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. La mayoría de la pesca se realiza dentro de unas 150 millas de la costa. El esfuerzo de pesca es alto en esta área aproximadamente desde junio hasta noviembre, pero es mucho más bajo durante el resto del año. La alta intensidad pesquera se debe en parte a la proximidad del área a los

puertos importantes atuneros de San Pedro y San Diego, California, y Ensenada y Cabo San Lucas, Baja California. La cantidad de esfuerzo ejercido en cualquier año particular en esta área se encuentra influida no solamente por las condiciones de tiempo y la abundancia aparente del aleta amarilla y barrilete, pero también por la abundancia aparente del atún aleta azul, *Thunnus thynnus*, y el atún albacora, *T. alalunga*, en la misma área y al norte de ésta.

### Operaciones de marcación

Durante el período de 1952-1964 se liberaron 15,961 aleta amarilla y 22,728 barriletes marcados en el área de Baja California. Más de la mitad de éstos fueron liberados durante los Cruceros 23, 42 y 43, fletados durante agosto 1958, junio 1962 y junio 1963, respectivamente. Las cantidades de peces marcados liberados cada mes fueron las siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aleta amarilla	0	0	0	0	454	8,532	1,604	2,797	1,356	935	273	10
Barrilete	0	0	0	0	261	5,687	2,503	9,759	2,370	1,712	393	43

Se liberaron relativamente pocos peces marcados en julio, a pesar del hecho de que frecuentemente este es el mes en que se ejerce el mayor esfuerzo pesquero y en que se logran las capturas más grandes de aleta amarilla y barrilete en el área.

La mayoría de los aleta amarilla marcados y muchos de los barriletes marcados liberados en el área de Baja California fueron inferiores, o solo ligeramente mayores, que las tallas mínimas legales en California, 7½ lb (alrededor de 554 mm) para el aleta amarilla y 4 lb (alrededor de 450 mm) para el barrilete. Las distribuciones frecuencia-longitud del aleta amarilla y barriletes marcados, las cuales fueron medidas, se encuentran indicadas en los Apéndices 1 y 2. Los peces más pequeños, aún los de tamaño legal, no se encuentran tan fuertemente explotados por la pesquería como lo están los más grandes. De acuerdo a Davidoff (1965), el aleta amarilla del área de Baja California no se encuentra completamente reclutado hasta que tiene unos 2 años de edad, cuando tienen unos 85 cm de longitud. Solo se han marcado y liberado en el área unos pocos aleta amarilla de esta talla.

### Atún aleta amarilla

#### Origen

Hubo 67 retornos de aleta amarilla en el área de Baja California de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). Los reclutas en la pesquería del área de Baja California aparecen primero frente al Cabo San Lucas, comúnmente alrededor de mayo o junio. Por lo menos algunos de estos peces provienen probablemente del Area 3, ya que 37 peces pequeños (tallas promedio de liberación y recaptura, 524 y 578 mm, respectivamente)

liberados en esta área fueron retornados del área de Baja California (Tabla 6; Figuras 7-11). Treinta y cuatro de estos fueron liberados en abril 1960 (Crucero 33), y todos fueron recapturados poco tiempo después de haber sido liberados, en el verano de 1960. Además, hubo una inmigración substancial de peces del Area 2 (Tabla 6). Todos menos 4 de los 27 retornos fueron de peces liberados cerca al Cabo San Lucas en el Crucero 43 (junio 1963), y todos ellos fueron recapturados en el verano siguiente de su liberación. Unos pocos peces liberados en Areas 4, 5 y 9 fueron también retornados del área de Baja California (Tabla 6; Figuras 11, 9 y 7, respectivamente).

### Desplazamientos

Hubo 5,027 retornos en el área de Baja California de aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). La información de 4,650 de éstos se encuentra sumariada en la Tabla 8, la cual contiene datos sobre las áreas de recaptura y períodos en libertad de ocho grupos principales de liberaciones. La composición de los grupos es en la siguiente forma:

1. todos los peces liberados durante mayo 22-junio 1 en 0-20-110-17 y 0-20-110-18; incluyen peces del Crucero CDFG (California Department of Fish and Game) 58C1 de 1958;
2. todos los peces del Crucero 42 (1962); incluyen peces liberados durante junio 2-24 en 0-20-110-11, 0-20-110-12, 0-20-110-13 y 0-20-110-17;
3. todos los peces del Crucero 43 (1963) que fueron liberados en junio; incluyen peces liberados durante junio 5-28 en 0-20-110-16, 0-20-110-17, 0-20-110-18 y 0-20-110-23;
4. todos los peces liberados durante julio 1-31 en 0-25-110-03 y 0-25-110-04; incluyen peces de los Cruceros 22 de 1958 (32 peces), 43 (32 peces) y CDFG 53C2 y/o CDFG 53C3 de 1953 (3 peces);
5. todos los peces liberados durante agosto 1-30 en 0-25-110-03 y 0-25-110-04; incluyen peces de los Cruceros 5 de 1956 (1 pez), 14 de 1957 (13 peces), 22 (6 peces), 23 de 1958 (14 peces), 35 de 1960 (3 peces) y CDFG 58C2 de 1958 (6 peces);
6. todos los peces liberados durante setiembre 2-16 en 0-25-110-03 y 0-25-110-04; incluyen peces de los Cruceros 5 (1 pez), 35 (194 peces), 40 en 1961 (1 pez) y CDFG 55C4 de 1955 (2 peces);
7. todos los peces liberados durante setiembre 5-30 en 0-25-110-15 y 0-25-115-11; incluyen peces de los Cruceros 29 de 1959 (1 pez), 30 de 1959 (4 peces), 35 (33 peces) y 40 (9 peces);
8. todos los peces liberados durante setiembre 8-octubre 25 en 0-25-110-09 y 0-25-110-10; incluyen peces de los Cruceros 14 (4 peces), 16 de 1957 (8 peces), 30 (16 peces) y CDFG 52S6 de 1952 (6 peces).

Solo se incluyen en esta tabla los peces recapturados en el mismo año en

que fueron liberados. El resto de retornos del mismo año fueron de peces liberados en varios otros estratos de tiempo y área, ninguno de los cuales tenía suficientes datos para ser analizados.

Los peces liberados en mayo y junio tuvieron la tendencia a viajar hacia el norte en 1958, 1962 y 1963. En 1963 viajaron más rápidamente que en 1962, y se dirigieron mucho más lejos al norte que en 1958 o 1962. Alverson (1960: Figuras 64 y 65; 1963: Figuras 32 y 33) y Calkins y Chatwin (1967: Figuras 5 y 6) indican que las capturas de aleta amarilla fueron distribuidas más hacia el norte en 1958 y 1963 que en 1962. Consecuentemente, es algún tanto sorprendente que los peces marcados no hubieran sido recapturados más lejos hacia el norte en 1958. Una tendencia a moverse hacia el sur es evidente en los peces liberados en setiembre y octubre. Se cree que las migraciones del aleta amarilla en esta área están considerablemente influenciadas por las temperaturas de la superficie del mar (Broadhead y Barrett, 1964; Blackburn, 1965 y 1970).

Hubo un retorno de 206 peces durante los dos años civiles subsiguientes a la liberación. Los porcentajes de los retornos realizados en esos dos años (en oposición al año de liberación), de acuerdo a los meses de liberación, fueron los siguientes: mayo, 1; junio, 1; julio, 13; agosto, 34; setiembre, 16; octubre, 49; noviembre, 87; diciembre, 100. En la Tabla 9 se presenta la distribución de los retornos por mes y área. La distribución es casi la misma que la de los peces más jóvenes.

Hubo 44 retornos en el Area 2 (Tabla 6). Veinticinco de los peces habían sido liberados en mayo-junio (3 en el Crucero 42 de 1962, 21 en el Crucero 43 de 1963, y 1 en el Crucero CDFG 58C1 de 1958), y los otros 19 habían sido liberados en agosto-noviembre (12 en el Crucero 30 de setiembre-octubre 1959 y 7 en otros cruceros). Del primer grupo, 14 peces fueron recapturados en junio del año de liberación, 9 en el primer semestre del año siguiente, y 2 en el primer semestre del segundo año después de la liberación. Del último grupo, 17 fueron recapturados en el primer semestre al año siguiente de liberación, uno fue liberado en noviembre 1957 (Crucero 16) y recapturado 4 días más tarde y uno fue liberado en setiembre 1955 (Crucero CDFG 55C4) y recapturado en julio 1956. No es sorprendente que la mayor parte de las recapturas se realizaran durante la primera mitad del año, en vista del hecho de que la mayoría de la pesca en el Area 2 toma lugar en esa época. De los 14 retornos del Area 3 (Tabla 6), todos menos 2 fueron de peces liberados en junio 1962 (Crucero 42). De estos todos los 12 peces fueron recapturados cerca a Roca Partida (0-15-110-17 y 0-15-110-23) después de 4 a 17 días en libertad (mediana = 9 días). Un pez liberado en julio 1958 (Crucero 58C2) fue retornado de cerca de la Isla San Benedicto (0-15-110-21) en noviembre del mismo año, y un pez liberado en setiembre 1961 (Crucero 40) fue retornado de cerca a la Isla Clarion (0-15-110-20) en abril 1962.

Es digno de atención que 21 de los 24 peces que habían sido liberados en junio y que fueron retornados del Area 2 fueran del Crucero 43, mientras que todos los 12 peces que habían sido liberados en junio y habían sido retornados del Area 3 fueron del Crucero 42. Los datos de esfuerzo y captura son útiles para investigar la causa de esta diferencia. Alverson (1963: Tabla 4) y Calkins y Chatwin (1967: Tabla 2) enumeran las estimaciones del esfuerzo de pesca y las capturas (en toneladas cortas) de atunes tropicales por barcos de carnada (esfuerzo en días de la Clase-4) y cerqueros (esfuerzo en días de la Clase-3) por cada área de 5° en el Océano Pacífico oriental, por (trimestres del año para 1962 y 1963. Estos valores incluyen únicamente datos para los barcos de los que se obtuvo adecuada información de los cuadernos de bitácora, pero en esas dos áreas el abarcamiento completo fue casi del 90%. Los datos se presentan en la Tabla 10. En 1963 el esfuerzo de pesca y la captura del atún aleta amarilla en el Area 2 fueron considerablemente superiores a 1962, lo cual puede explicar el hecho que más peces del Crucero 43 fueron retornados allí. Capturas substanciales de aleta amarilla fueron realizadas en el Area 3 tanto en 1962 y 1963, no obstante 12 peces del Crucero 43 y ninguno del Crucero 43 fueron retornados del Area 3. Esto se debe posiblemente a que los movimientos de los peces fueron diferentes en los dos años o a que los peces fueron liberados más al norte en 1963.

Hubo tres retornos del Area 4 (Tabla 6: Figura 22). Uno de los peces fue liberado en setiembre 1959 (Crucero 30) y recapturado en febrero 1960, y los otros dos fueron liberados en setiembre 1960 (Crucero 35) y recapturados en enero y mayo 1961. Otros dos peces fueron retornados del Area 5 (Tabla 6; Figuras 19 y 23). Estos fueron liberados en octubre 1959 (Crucero 30) y junio 1962 (Crucero 42) y recapturados en abril 1960 y noviembre 1965.

### **Dispersión**

Los datos de dispersión para los peces del área de Baja California fueron analizados según los retornos de peces de ocho grupos. Estos grupos son los mismos que aquellos de la sección de Desplazamientos, excepto que se usaron los datos de los peces recapturados en todos los años, en vez de solo aquellos recapturados en el año de liberación, y no se usaron los datos de algunos pocos peces para los que no se conocía la fecha de recaptura. Los datos se presentan en las Figuras 49 y 51-58.

Los peces que fueron liberados en mayo y junio frente a la parte meridional de Baja California (Grupos 1, 2 y 3) exhibieron una fuerte tendencia de desplazamiento hacia el noroeste (Direcciones 6 y 7). La media de las velocidades de dislocación fue aproximadamente la misma en 1962 (Grupo 2) y 1963 (Grupo 3). Aquellos liberados en julio, agosto y setiembre un poco más lejos hacia el norte (Grupos 4, 5 y 6) se desplazaron en todas direcciones, pero tuvieron la tendencia a dirigirse más hacia el noroeste (Direcciones 6

y 7) en julio y más hacia el sudeste (Direcciones 2 y 3) en setiembre. Los peces liberados aún más lejos hacia el norte en setiembre y octubre (Grupos 7 y 8) exhibieron una fuerte tendencia a moverse hacia el sudeste. Las distancias medias del movimiento de los peces del Grupo 8 fueron mayores que aquellas de los peces del Grupo 7. Es aparente que los peces se mueven hacia el norte por ahí de mayo a agosto, y luego hacia el sur aproximadamente desde setiembre a noviembre. Por lo tanto, las distancias medias del movimiento de los peces de los Grupos 1, 2 y 3 deben estar a su máximo después de unos 60 a 90 días en libertad, y luego deben disminuir aproximadamente durante los 90 días siguientes. Tal parece que sea más o menos el caso, aunque los máximos ocurren cerca de 90 a 120 días y el efecto no es pronunciado debido a que muy pocos peces fueron recapturados después de más de unos 120 días en libertad.

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo 42 retornos de barrilete en el área de Baja California de peces liberados en otras áreas (Tabla 7). Los reclutas en la pesquería del área de Baja California aparecieron primero frente al Cabo San Lucas, por lo común alrededor de mayo o junio. Por lo menos algunos de estos peces vinieron probablemente del Area 3, ya que 39 peces liberados en esta área fueron retornados del área de Baja California (Tabla 7; Figuras 32-34). Treinta y ocho de éstos fueron liberados en abril 1960, y todos fueron recapturados poco tiempo después de su liberación, en el verano de 1960. Unos pocos peces liberados en las Areas 2, 8 y 9 fueron también retornados del área de Baja California (Tabla 7; Figura 34).

#### **Desplazamientos**

Hubo 2,062 retornos en el área de Baja California de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). Se ha sumariado la información de 1,795 de éstos en la Tabla 11, la cual contiene datos de las áreas de recaptura y de los períodos en libertad de cinco grupos principales de liberaciones. La composición de estos grupos fue la siguiente:

1. todos los peces del Crucero 42 (1962); incluyen peces liberados durante junio 2-24 en 0-20-110-11, 0-20-110-12, 0-20-110-13 y 0-20-110-17;
2. todos los peces del Crucero 43 (1963) que fueron liberados en junio; incluyen peces liberados durante junio 5-30 en 0-20-110-16, 0-20-110-17, 0-20-110-18 y 0-20-110-23;
3. todos los peces liberados durante agosto 2-31 en 0-25-110-03 y 0-25-110-04; incluyen peces de los Cruceros 14 de 1957 (42 peces), 22 de 1958 (1 pez), 23 de 1958 (29 peces), 35 de 1960 (1 pez) y CDFG 58C2 de 1958 (6 peces);



4. todos los peces liberados durante setiembre 2-13 en 0-25-110-03 y 0-25-110-04; incluyen peces de los Cruceros 5 de 1956 (1 pez), 14 (2 peces), 35 (69 peces) y CDFG 55C4 de 1955 (1 pez);
5. todos los peces liberados durante setiembre 5-26 en 0-25-110-15 y 0-25-115-11; incluyen peces de los Cruceros 14 (2 peces), 30 de 1959 (2 peces), 35 (42 peces) y 40 de 1961 (17 peces).

Solo los peces recapturados en el mismo año de su liberación fueron incluidos en esta tabla. El resto de los retornos del mismo año fueron de peces liberados en varios otros estratos de tiempo-área, ninguno de los cuales contiene suficientes datos para analizar.

Los peces liberados en junio tuvieron la tendencia a viajar hacia el norte tanto en 1962 como 1963. En 1963 viajaron mucho más rápidamente, y fueron mucho más lejos al norte. Alverson (1963: Figuras 32 y 33) y Calkins y Chatwin (1967: Figuras 5 y 6) indican que las capturas de barrilete fueron distribuidas más lejos hacia el norte en 1963 que en 1962. Es evidente una tendencia de desplazamiento hacia el sur de los peces liberados en setiembre. Se cree que las migraciones de barrilete en esta área están considerablemente influenciadas por las temperaturas de la superficie del mar (Broadhead y Barrett, 1964; Blackburn, 1965 y 1970).

Fueron retornados 24 peces durante el año siguiente a su liberación. Uno fue liberado en junio, 9 en agosto y 14 en octubre-diciembre. En la Tabla 9 se presenta la distribución de los retornos por mes y área. La distribución es casi la misma a la de los peces más jóvenes.

Hubo 17 retornos en el Area 2 (Tabla 7), todos de peces liberados en junio 1963 (Crucero 43). Dieciseis de los peces fueron recapturados al sur del extremo de la península de Baja California (0-20-105-15) después de 14 a 19 días de libertad (mediana = 15 días). El otro fue recapturado cerca a las Islas Tres Marías (0-20-105-11) en marzo 1964 (Figura 42). De los 36 retornos del Area 3 (Tabla 7), todos menos 2 fueron de peces liberados en junio (33 del Crucero 42 de 1962 y 1 del Crucero 43 de 1963). Veintinueve de estos 34 peces fueron recapturados cerca a Roca Partida (0-15-110-17, 0-15-110-22 y 0-15-110-23) después de 6 a 21 días en libertad (mediana = 7 días). Los peces del Crucero 43 fueron recapturados cerca a Isla Socorro (0-15-110-16) en abril 1964. Los otros cuatro peces de las liberaciones de junio 1962 fueron recapturados en Banco Shimada (0-15-115-08) en noviembre 1962-enero 1963 (Figura 42). Es interesante observar que tres de estos peces fueron recapturados en una sola calada de un cerquero en noviembre 4, 1962; habían sido liberados en junio 2, 3 y 4 de ese año en 0-20-110-11. Los dos peces restantes fueron liberados en setiembre 1960 (Crucero 35) y setiembre 1961 (Crucero 40) y recapturados en marzo 1961 y abril 1962, ambos cerca a Roca Partida (0-15-110-23).

Es digno de atención que todos los 17 peces que fueron retornados del Area 2 provenían del Crucero 43, y que todos menos 3 de los 36 peces que fueron retornados del Area 3 provenían del Crucero 42. Los datos de captura y esfuerzo en la Tabla 10 son útiles para investigar la causa de esta diferencia. Existió en el Area 2 esfuerzo considerable de pesca en 1962, pero se capturaron pocos barriletes allí y no hubo en esa área retornos de peces del Crucero 42, así que aparentemente pocos peces se desplazaron del Area 1 al Area 2 en ese año. En 1963, sin embargo, las capturas de barrilete en el Area 2 fueron mucho mejores, y la presencia de peces del Crucero 43 indica que la fuente por lo menos de algunos de estos peces fue el Area 1. Las capturas de barrilete fueron mejores en el Area 3 en 1963 que en 1962, pero con todo esto muchos más peces liberados en el Area 1 fueron capturados en el Area 3 en 1962 que en 1963. Puede que esto haya sido debido a que los movimientos de los peces fueron diferentes en los dos años o a que los peces fueron liberados más al norte en 1963.

Hubo tres retornos en el Area 4 (Tabla 7; Figuras 42 y 45). Dos de los peces fueron liberados en junio 1963 (Crucero 43) y recapturados en enero 1964; el otro fue liberado en setiembre 1961 (Crucero 40) y recapturado en enero 1962. Otros dos peces fueron retornados del Océano Pacífico central (Tabla 7; Figura 45). Uno fue liberado 20 millas oestesudoeste de la Bahía de Tortugas, Baja California (0-25-115-11) en setiembre 5, 1960 (Crucero 35), y recapturado por un sampán 30 millas al oeste de la Isla Oahu (0-20-155-09) en junio 12, 1962. El otro fue liberado fuera de la Bahía de San Cristobal, Baja California (0-25-110-15) en setiembre 22, 1961 (Crucero 40), y recapturado por un barco palangrero japonés al este de la Isla Christmas (0-00-150-12) en abril 5, 1963. Cada uno de estos peces había viajado una distancia mínima de aproximadamente 2,500 millas. Ninguno de estos peces fue medido cuando fue liberado, pero tenían 774 y aproximadamente 700 mm de longitud, respectivamente, cuando fueron recapturados.

### **Dispersión**

Los datos de dispersión de los peces del área de Baja California fueron analizados según los retornos de peces de cinco grupos. Estos grupos son los mismos que aquellos pertenecientes a la sección de Desplazamientos, excepto que se usaron los datos de los peces recapturados en todos los años, en vez de solamente aquellos recapturados en el año de liberación, y no se usaron los datos de unos pocos peces para los cuales no se conocía la fecha de recaptura. Los datos se presentan en las Figuras 50 y 59-63.

Los peces que fueron liberados en junio frente al sur de Baja California (Grupos 1 y 2) exhibieron una fuerte tendencia a desplazarse al noroeste (Direcciones 6 y 7). Las medias de las velocidades de dislocación fueron superiores en 1963 (Grupo 2) a las de 1962 (Grupo 1). Aquellos liberados en agosto un poco más lejos hacia el norte (Grupo 3) tuvieron la tendencia

a desplazarse hacia el norte (Direcciones 0 y 7), pero a una tasa más lenta que los grupos 1 y 2. Los peces liberados en setiembre en la misma localidad que los del Grupo 3 (Grupo 4) y aún más lejos hacia el norte (Grupo 5) tuvieron la tendencia a desplazarse hacia el sur (Direcciones 3 y 5). Las distancias medias de movimiento de los peces del Grupo 5 fueron superiores a aquellas de los peces del Grupo 4. Es evidente que los peces se mueven hacia el norte por ahí de junio a setiembre, y luego hacia el sur más o menos de setiembre a noviembre. Por lo consiguiente, las distancias medias del movimiento de los peces de los Grupos 1 y 2 deben estar a sus máximos después de unos 90 días en libertad, y luego deben disminuir aproximadamente durante los próximos 60 días. No parece que este sea el caso, debido probablemente a que se recapturaron tan pocos peces después de más de unos 120 días en libertad.

## **Area 2, Golfo de California**

### **Pesca**

El área del Golfo de California produce cerca del 5-15% de la captura del aleta amarilla y 0-5% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. La mayoría de la pesca tiene lugar al sur de los 26°N, pero se realizó alguna pesca tan lejos al norte como los 29°N. Las áreas más importantes de pesca están localizadas al sudeste y este del extremo de la península de Baja California y cerca a las Islas Tres Marías. El periodo máximo de pesca es comúnmente de febrero a mayo.

### **Operaciones de marcación**

Se liberaron 1,615 aleta amarilla marcados y 1,273 barriletes marcados en el área del Golfo de California durante el periodo 1952-1964. La mayoría de la captura de atunes en esta área ha sido siempre lograda por cerqueros, los cuales no son tan buenos para la marcación como los barcos de carnada, y ésta es parcialmente la razón por la que tan pocos peces han sido marcados en esta área. Las cantidades de peces marcados liberados cada mes fueron las siguientes:

<b>Mes</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Aleta amarilla</b>	7	198	493	151	41	197	93	10	14	0	167	244
<b>Barrilete</b>	0	85	5	2	6	65	0	0	8	0	736	366

### **Atún aleta amarilla**

#### **Origen**

Hubo 67 retornos de aleta amarilla en el área del Golfo de California de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). Cuarenta y cuatro de éstos fueron peces liberados en el Area 1 (Tabla 6; Figuras 2 y 4-7). La mayoría habían sido liberados el año anterior, lo cual no es sorprendente en vista del hecho de que la mayoría de las operaciones de marcación en el Area 1

fueron conducidas en la segunda mitad del año y la mayoría de la pesca en el área del Golfo de California se realiza en la primera mitad del año. Retornos substanciales provinieron de peces liberados por el California Department of Fish and Game (Blunt y Messersmith, 1960) y de los Cruceros 30 (setiembre-octubre 1959) y 43 (junio 1963), pero no de los liberados en el Crucero 42 (junio 1962). Cantidades apreciables de inmigrantes provinieron también de las Areas 3 (Tabla 6; Figuras 4 y 5) y 4 (Tabla 6), especialmente si se considera que se liberaron muchos menos peces en estas áreas que en el Area 1 (Tabla 4). Todos menos 2 de los 12 retornos de peces liberados en el Area 3 fueron del Crucero 33 (marzo-abril 1960). Unos pocos peces liberados en las Areas 5 y 6 fueron también recapturados en junio en el área del Golfo de California (Tabla 6; Figura 7).

### **Desplazamientos**

Hubo 44 retornos en el área del Golfo de California de atunes aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). De los 27 retornos de peces liberados cerca de las Islas Tres Marias (10 del Crucero 8 de noviembre-diciembre 1956, 13 del Crucero 9 en febrero 1957, y 4 de otros cruceros), 8 fueron recapturados cerca al extremo de la península de Baja California (0-20-105-20 y 0-20-110-21) (Figura 15) y otros 2 cerca a Mazatlán (0-20-105-18), mientras que los 17 restantes fueron recapturados cerca de las Islas Tres Marias. De los 17 retornos de peces liberados cerca al extremo de la península de Baja California y cerca de Mazatlán (15 del Crucero 25 en marzo 1959 y 2 del Crucero 43 en junio 1963), ninguno se había desplazado al sur a las Islas Tres Marias. Estos 44 peces estuvieron en libertad de 2 a 351 días (mediana = 24 días). Todos menos 4 de ellos fueron recapturados durante la primera mitad del año.

De los 27 retornos del Area 1 (Tabla 6), 25 habían sido liberados cerca del extremo de la península de Baja California (0-20-105-15 y 0-20-105-20), 1 cerca de las Islas Tres Marias (0-20-105-02) (Figura 25) y 1 a una distancia equidistante entre (0-20-105-09). Los peces del primer grupo fueron todos liberados en mayo 1962 (Crucero 42) y junio 1963 (Crucero 43) y fueron recapturados después de 11 a 92 días en libertad (mediana = 25 días). Los otros dos fueron liberados en marzo 1952 (Crucero CDFG 52S2) y diciembre 1956 (Crucero 8) y recapturado en junio 1952 y julio 1957. Todos los cinco peces que fueron retornados del Area 4 (Tabla 6) habían sido liberados cerca de las Islas Tres Marias y fueron recapturados en la parte nordeste del Area 4. Cuatro de éstos fueron liberados en noviembre-diciembre 1956 (Cruceros 8 y CDFG 56C5) y recapturados en febrero-junio 1957; el otro fue liberado en febrero 1957 (Crucero 9) y recapturado el mismo mes.

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo 17 retornos de barrilete en el área del Golfo de California de

peces liberados en el Area 1 (Tabla 7). Todos éstos habían sido liberados en junio 1963 (Crucero 43); 16 fueron recapturados durante el mismo mes, y el otro en marzo 1964 (Figura 28). No es sorprendente que todas las recapturas hubieran sido realizadas durante la primera mitad del año, en vista del hecho de que la mayoría de la pesca en el Golfo de California se realiza durante esta época.

### **Desplazamientos**

Hubo 16 retornos en el área del Golfo de California de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). Todos estos peces habían sido liberados cerca de las Islas Tres Marias, y todos menos uno fueron recapturados allí. Los primeros 15 peces fueron liberados en noviembre-diciembre 1956 (4 en el Crucero 8 y 4 en el del CDFG 56C5) y en febrero 1957 (7 del Crucero 9) y recapturados en diciembre 1956-marzo 1957. El otro fue liberado en noviembre 1956 (Crucero 8) y recapturado al este del extremo de la península de Baja California (0-20-105-25) en abril 1957.

Un pez liberado al sur del extremo de la península de Baja California (0-20-105-15) en junio 1963 (Crucero 43) fue retornado del Area 1 (0-20-110-23) en agosto del mismo año (Tabla 7). Otro pez liberado cerca de las Islas Tres Marias (0-20-105-12) en febrero 1957 (Crucero 9) fue retornado del Area 4 (0-15-105-22) en el mismo mes (Tabla 7).

### **Area 3, Islas Revillagigedo**

#### **Pesca**

El área de las Islas Revillagigedo produce cerca del 0-10% de la captura del aleta amarilla y 0-10% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. La pesca se realiza en la vecindad de las cuatro islas (San Benedicto, Socorro, Roca Partida y Clarión) y en el Banco Shimada, localizado aproximadamente a los 16°52'N-117°31'W. La mayoría del esfuerzo pesquero se ejerce en la primera mitad del año, pero existe alguna pesca allí durante todos los meses. La abundancia aparente de atunes en el área fluctúa ampliamente y erráticamente, lo cual tiende a desanimar la pesca allí. Además, las Islas Revillagigedo están localizadas lejos del litoral, por lo tanto los barcos no pasan cerca de ellas cuando viajan entre la mayoría de otras áreas pesqueras y los puertos importantes de California y Baja California. Finalmente, las condiciones de pesca son difíciles allí, ya que las tempestades son frecuentes durante julio hasta octubre (Anonymous, 1956), no se encuentran suficientes peces de carnada para los clipers, y las aguas poco profundas, las fuertes corrientes y la abundancia de tiburones hacen que la pesca sea difícil para los cerqueros.

#### **Operaciones de marcación**

Se liberaron 1,965 atunes aleta amarilla marcados y 4,047 barriletes marcados en el área de las Islas Revillagigedo durante el período de 1952-

1964. La mayoría de éstos fueron liberados en el Crucero 33, fletado durante marzo-abril 1960. Las cantidades de peces marcados liberados cada mes fueron las siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aleta amarilla	37	2	117	1,000	293	361	27	7	112	0	9	0
Barrilete	1	0	6	2,414	136	493	269	635	61	0	32	0

### Atún aleta amarilla

#### Origen

Hubo 17 retornos de aleta amarilla en el área de las Islas Revillagigedo de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). De los 14 retornos de peces liberados en el Area 1, 12 habían sido liberados en junio 1962 (Crucero 42) y todos fueron retornados el mismo mes. Unos pocos peces liberados en las Areas 4 y 5 fueron también retornados del área de las Islas Revillagigedo (Tabla 6; Figuras 11 y 12).

#### Desplazamientos

Hubo 49 retornos en el área de las Islas Revillagigedo de aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). De los 42 retornos de peces liberados cerca a Roca Partida (0-15-110-18 y 0-15-110-23), 40 fueron recapturados cerca a Roca Partida, 1 cerca a la Isla Socorro (0-15-110-16), y 1 cerca a la Isla San Benedicto (0-15-110-21). De estos 42 retornos, 8 fueron del Crucero 4 (junio 1956), 31 del Crucero 33 (abril 1960), y 3 de otros cruceros. Los primeros 40 peces estuvieron en libertad de 8 a 208 días (mediana = 24 días). El que fue a Isla Socorro fue liberado en julio 1956 y recapturado en marzo 1957, mientras que el que fue a la Isla San Benedicto fue liberado en abril 1960 (Crucero 33) y recapturado en abril 1961. De los cuatro retornos de peces liberados cerca a Isla Socorro, tres fueron recapturados cerca a Isla Socorro y uno cerca a Isla San Benedicto; de los tres retornos de peces liberados cerca a la Isla Clarión (0-15-110-20), dos fueron recapturados cerca a la Isla Clarión y uno cerca a la Isla San Benedicto. Las recapturas de estos siete peces se realizó después de haber estado los peces de 4 a 262 días en libertad (mediana = 50 días).

Aproximadamente la mitad de los retornos de peces liberados en el área de las Islas Revillagigedo fueron de peces que se movieron a otras áreas. De los 37 retornos del Area 1 (Tabla 6), 34 fueron liberados cerca a Roca Partida en abril 1960 (Crucero 33), dos cerca de la Isla Clarión en mayo y junio, y uno cerca de la Isla Socorro en mayo 1958 (Crucero CDFG 58C1) (Figuras 17-19). Estos peces fueron recapturados después de estar 36 a 188 días en libertad (mediana = 84 días). Hubo 12 retornos del Area 2 (Tabla 6) de peces liberados en Roca Partida, 10 del Crucero 33 (abril 1960) y 2 del Crucero 41 (marzo 1962). Todos estos peces fueron recapturados al sur y este del Cabo San Lucas. Siete de éstos estuvieron en libertad de 5 a 52 días y los otros cinco de 333 a 358 días. Esto no es

sorprendente en vista del hecho de que la mayoría de la pesca en el Area 2 se realizó durante la primera mitad del año. Los dos peces que fueron retornados del Area 4 (Tabla 6) estuvieron en libertad durante largos períodos de tiempo. Ambos fueron liberados en Roca Partida en abril 1960 (Crucero 33) (Figura 17); uno fue recapturado en junio 1961 y el otro en abril 1962.

### **Dispersión**

Los datos de dispersión de los peces del área de las Islas Revillagigedo fueron analizados según los retornos de peces liberados en abril 17-19, 1960 (Crucero 33). Los datos se presentan en las Figuras 49 y 64.

Treinta de los 77 peces fueron recapturados en la localidad de liberación, y el resto exhibió una fuerte tendencia a moverse hacia el norte (Direcciones 0 a 7). Las medias de velocidades de dislocación fueron casi las mismas a aquellas de los peces liberados en el Area 1 en mayo y junio. Solo cuatro peces estuvieron en libertad más de 150 días y regresaron en el año de su liberación, así que no puede determinarse si estos peces reversaron su dirección de desplazamiento más tarde en el año.

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo 36 retornos de barrilete en el área de las Islas Revillagigedo de peces liberados en el Area 1 (Tabla 7). Todos los retornos menos 3 fueron de peces liberados en junio 1962 (Crucero 42); 29 de los 33 peces fueron recapturados durante el mes de marcación, 3 en noviembre 1962 (Figura 36), y 1 en enero 1963 (Figura 26). Todos los últimos cuatro peces fueron recapturados en el Banco Shimada (0-15-115-08).

#### **Desplazamientos**

Hubo 100 retornos en el área de las Islas Revillagigedo de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). Todos los 97 peces de aquellos de liberaciones realizadas cerca a Roca Partida (0-15-110-17, 0-15-110-18, 0-15-110-22 y 0-15-110-23) fueron recapturados en la misma región. Setenta y seis de estos 97 peces fueron liberados en abril 1960 (65 del Crucero 33 y 11 del Crucero del U. S. Bureau of Commercial Fisheries). De los tres retornos de peces liberados cerca a la Isla Socorro (0-15-110-16), uno fue recapturado cerca a la Isla Socorro y dos cerca a Roca Partida. Estos peces estuvieron en libertad de 4 a 84 días (mediana = 18 días).

Hubo 39 retornos del Area 1 (Tabla 7; Figuras 40 y 41), 38 de los cuales fueron de liberaciones realizadas cerca a Roca Partida en abril 1960 (37 del Crucero 33 y 1 del Crucero del U. S. Bureau of Commercial Fisheries) y el otro en la misma región en mayo 1958 (Crucero CDFG 58C1). Las localidades de recaptura fueron distribuidas a lo largo de la mayoría

de la costa de Baja California. Los peces estuvieron en libertad de 38 a 150 días (mediana = 86 días). Otro pez fue retornado de las Islas del Hawai (Tabla 7; Figura 40). Fue liberado cerca a Roca Partida (0-15-110-23) en abril 17, 1960, y recapturado por un barco sampán 50 millas al oeste de la Isla Oahu (0-20-155-10) el 22 de agosto 1962; la distancia mínima que este pez había atravesado fue aproximadamente de 2,600 millas. No fue medido cuando fue liberado, pero tenía aproximadamente 780 mm de longitud cuando fue recapturado. Estuvo en libertad 858 días, lo cual representa el período de tiempo más largo en libertad registrado para un barrilete en los experimentos informados en este estudio.

### **Dispersión**

Los datos de dispersión correspondientes a los peces del área de las Islas Revillagigedo fueron analizados según los retornos de peces liberados en abril 17-19, 1960 (Crucero 33). Los datos se presentan en las Figuras 50 y 65.

Sesenta y cinco de los 103 peces fueron recapturados en la localidad de liberación, y el resto exhibió una fuerte tendencia de desplazarse hacia el norte (Direcciones 0 y 7). Las velocidades medias de dislocación fueron casi las mismas a aquellas de los peces liberados en el Area 1 en junio. Excepto por un pez que fue recapturado en el Océano Pacífico central, ninguno de los peces estuvo en libertad más de 150 días, así que no puede determinarse de un modo u otro si estos peces reversaron su dirección de desplazamiento más tarde en el año.

### **Area 4, Costa Meridional de México**

#### **Pesca**

El área de la Costa Meridional de México produce cerca del 5-35% de la captura del aleta amarilla y 0-5% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. La mayoría del esfuerzo se realiza aproximadamente a unas 200 millas de la costa, pero a fines de la década de 1960 muchos barcos pescaron con éxito más lejos de la costa (Calkins y Chatwin, 1967). Se obtienen aleta amarilla grandes (mayores de 25 lb) fuera de la costa, asociados comúnmente con delfines, *Stenella graffmani* y *S. longirostris*. Los aleta amarilla pequeños (10-15 lb), no asociados generalmente con delfines, se pescan más cerca a la costa, especialmente cerca a Manzanillo. La mayoría del barrilete obtenido frente a la Costa Meridional de México es capturado en la parte sur del área. El esfuerzo y las capturas de aleta amarilla son superiores durante la primera mitad del año, e inferiores durante el tercer trimestre.

#### **Operaciones de marcación**

Se liberaron 3,717 aleta amarilla marcados y 346 barriletes marcados en el área de la Costa Meridional de México durante el período 1952-1964.



Una considerable porción de aleta amarilla fue liberada en el Crucero 33, fletado durante marzo-abril 1960. Los números de peces marcados liberados en cada mes fueron los siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Aleta amarilla</b>	78	697	1,079	1,196	125	153	0	345	18	1	25	20
<b>Barrilete</b>	0	8	57	158	122	0	0	0	0	0	1	0

De los 1,141 aleta amarilla marcados liberados en esta área en el Crucero 33, 1,117 eran de 800 mm de longitud o más largos, y solo 3 fueron inferiores a 800 mm (Apéndice 1). Los peces más grandes fueron inevitablemente sujetos a un manipuleo más brusco que el que los pequeños peces recibieron por lo general. No obstante, hubo 184 retornos (16.5%) de los grandes peces, lo cual puede compararse favorablemente con las tasas de retorno de los aleta amarilla liberados en la mayoría de los otros cruceros.

### **Atún aleta amarilla**

#### **Origen**

Hubo 50 retornos de aleta amarilla en el área de la Costa Meridional de México de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). Todos menos 3 de los 36 retornos de peces originados en el Area 6 fueron de liberaciones realizadas en abril 1959 (Crucero 27) y abril 1961 (Crucero 38). La mayoría de estos retornos tuvieron lugar en noviembre, diciembre y enero (Figuras 12, 13 y 2, respectivamente). Números apreciables de inmigrantes vinieron también de las Areas 2, 3 y 5 (Tabla 6; Figuras 2, 6, 7 y 13), especialmente cuando se considera que se liberaron muchos menos peces en estas áreas que en el Area 6 (Tabla 4). Unos pocos peces liberados en el Area 1 fueron también retornados del área de la Costa Meridional de México (Tabla 6; Figuras 2, 3 y 6).

#### **Desplazamientos**

Hubo 215 retornos en el área de la Costa Meridional de México de los aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). Hubo 186 retornos de peces liberados en la parte sudeste del área en marzo-abril 1960 (8 del Crucero 32 y 178 del Crucero 33), 117 de los cuales se desplazaron hacia el noroeste. De los 186 peces, 182 estuvieron en libertad de 2 a 79 días (mediana = 26 días) y los otros 4 de 204 a 292 días. Hubo 25 retornos de peces liberados en la parte nordeste del área (0-15-100-20) en agosto 1960 (Crucero 35), 24 de los cuales se movieron hacia el sudeste. Estos 25 peces estuvieron en libertad 85 a 259 días (mediana = 104 días).

Se recibió un solo retorno del Area 1 fuertemente explotada (Tabla 6); este pez había sido liberado en abril 1956 (Crucero 3) y fue recapturado en octubre del mismo año (Figura 17). Ocho retornos fueron realizados en el Area 2 (Tabla 6). Estos peces fueron liberados en enero-abril y recapturados después de haber estado en libertad de 59 a 101 días (mediana

= 76 días) (Figuras 14-17). Las regiones de liberación de estos peces estuvieron bien esparcidas a lo largo de la costa. Un pez, liberado en febrero 1957 (Crucero 9), fue retornado del Area 3 en noviembre del mismo año (Tabla 6; Figura 15). Seis de los 12 retornos del Area 5 (Tabla 6) resultaron de las liberaciones de marzo-abril 1960 (Crucero 33) (Figura 17). Cuatro de las recapturas fueron hechas en marzo-mayo 1960 y las otras dos en diciembre 1961, casi 2 años más tarde. Los otros seis retornos del Area 5 resultaron de liberaciones efectuadas en agosto 1960 (Crucero 35) (Figura 21); los peces fueron recapturados en diciembre 1960-abril 1961. Los peces del primer grupo fueron liberados en la parte sudeste del área (0-15-095-04 y 0-15-095-10), mientras que los del último grupo fueron liberados en la parte nordeste (0-15-100-20).

### **Dispersión**

Los datos de dispersión de los peces del área de la Costa Meridional de México fueron analizados según los retornos de peces liberados en marzo 27-abril 9, 1960 (Crucero 33) y agosto 24-27, 1960 (Crucero 35). Los datos se indican en las Figuras 49 y 66-67.

Los peces del primer grupo, los cuales fueron liberados en la parte sudeste del área, exhibieron una fuerte tendencia a moverse hacia el noroeste (Direcciones 6 y 7). La distancia media máxima del área de liberación fue alcanzada después de solo 60 días de libertad, pero solo unos pocos peces estuvieron en libertad más tiempo. Los peces del segundo grupo, los cuales fueron liberados en la parte nordeste del área, exhibieron una tendencia aún más fuerte a moverse hacia el sudeste (Dirección 2). La distancia media máxima desde el área de liberación fue alcanzada por todos menos tres de los peces después de haber estado unos 90 días en libertad. Las velocidades medias de dislocación para ambos grupos fueron aproximadamente las mismas a aquellas de los peces liberados en las Areas 1 y 3 en abril, mayo y junio. Parece existir un movimiento cíclico de una parte a otra a lo largo del área de la Costa Meridional de México. Los peces del primer grupo eran de talla mediana a grande (en su mayoría de 80 a 110 cm, Apéndice 1). Aquellos del segundo grupo no fueron medidos, pero los 14 que fueron recapturados en diciembre tenían en su mayoría de unos 65 a 75 cm de longitud, así que han debido tener unos 50 a 60 cm de longitud cuando fueron liberados. De modo que los peces pequeños aparecen en el nordeste en agosto, luego parece que vuelven a aparecer en el sudeste en los meses siguientes de marzo y abril como peces medianos o medianos a grandes, y finalmente se desplazan nuevamente hacia el nordeste.

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo cuatro retornos de barrilete en el área de la Costa Meridional de México de peces liberados en otras áreas (Tabla 7). Tres de éstos

fueron de peces liberados en el Area 1; todos estos peces fueron recapturados en enero (Figura 26). Un pez liberado en el Area 2 fue retornado también del área de la Costa Meridional de México (Tabla 7).

### Desplazamientos

No hubo retornos de barriletes liberados en el área de la costa meridional de México (Tabla 7).

### Area 5, Guatemala-Nicaragua

#### Pesca

El área Guatemala-Nicaragua produce cerca del 10-40% de la captura del aleta amarilla y 0-20% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. La mayor parte de la pesca se realiza a unas 300 millas de la costa, pero hay alguna pesca cerca a la Isla Clipperton, localizada aproximadamente a 10°15'N-109°15'W. El mayor esfuerzo y las mejores capturas de ambas especies se logran en la primera mitad del año, pero la captura por unidad de esfuerzo para el barrilete tiende a ser superior en la segunda mitad.

#### Operaciones de marcación

Hubo 4,374 liberaciones de atunes aleta amarilla marcados y 1,433 de barriletes marcados en el área Guatemala-Nicaragua durante el período de 1952-1964. Más de la mitad de estos peces fueron liberados por el California Department of Fish and Game. Los números de peces marcados liberados cada mes fueron los siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aleta amarilla	206	887	1,206	837	222	174	17	12	574	219	0	0
Barrilete	26	106	293	335	146	0	29	38	204	256	0	0

### Atún aleta amarilla

#### Origen

Hubo 312 retornos de aleta amarilla en el área Guatemala-Nicaragua de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). La gran mayoría de los retornos fueron de peces liberados en el Area 6. Todos menos 22 de los 294 retornos de peces originados en esta área fueron de liberaciones hechas en abril-mayo 1961 (Crucero 38). La mayoría de estos peces fueron recapturados de julio a noviembre (Figuras 8-12). Los retornos de peces liberados en el Area 4 (Tabla 6) fueron también substanciales, si se considera el número menor liberado allí (Tabla 4). Estos 12 retornos provinieron todos de peces liberados en marzo-abril 1960 (Crucero 33) y agosto 1960 (Crucero 35). Unos pocos peces liberados en las Areas 1, 7, 8 y 9 fueron también retornados del área Guatemala-Nicaragua (Tabla 6; Figuras 3, 5, 8, 11 y 12).

### Desplazamientos

Hubo 24 retornos en el área Guatemala-Nicaragua de los aleta amarilla

liberados en esa área (Tabla 6). No es evidente una pauta de desplazamiento entre estos peces. Algunos de aquellos liberados en la parte meridional del área fueron recapturados en la región de liberación y algunos se movieron al noroeste. Asimismo, algunos de aquellos liberados en la parte septentrional del área fueron recapturados en la misma región y algunos se movieron al sudeste. Los peces estuvieron en libertad de 2 a 215 días (mediana = 42 días).

Dos peces liberados en febrero 1955 fueron retornados de las Areas 1 y 2 (Tabla 6; Figura 15); el primero fue recapturado en agosto y el segundo en junio del mismo año. Otros dos peces liberados en febrero 1955 fueron retornados del Area 3 (Tabla 6; Figura 15) en octubre-noviembre del mismo año. Dos de los cuatro peces que fueron retornados del Area 4 (Tabla 6; Figura 16) fueron liberados en setiembre; uno fue retornado en diciembre del mismo año y el otro en enero del año siguiente. Los otros dos fueron liberados en marzo 1957 y retornados en mayo-junio del mismo año. Todos los cinco peces que fueron retornados del Area 6 (Tabla 6; Figura 22) habían sido liberados en setiembre 1961 (Crucero 39); uno fue retornado en octubre 1961 y los otros cuatro en febrero-marzo 1962.

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo 67 retornos de barrilete en el área Guatemala-Nicaragua de peces liberados en otras áreas (Tabla 7). Todos menos uno de éstos fueron de peces liberados en el Area 6. Todos menos 2 de los 66 retornos fueron de peces liberados en abril-mayo 1961 (Crucero 38). Sesenta y tres de estos peces fueron recapturados en julio-noviembre 1961 (Figuras 32-36) y el otro en marzo 1962 (Figura 28). Un pez liberado en el Area 9 fue también retornado del área Guatemala-Nicaragua (Tabla 7; Figura 27).

#### **Desplazamientos**

Hubo 11 retornos en el área Guatemala-Nicaragua de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). No hay una pauta de movimiento evidente entre estos peces. Todos los cuatro peces de las liberaciones hechas en la parte septentrional del área (0-10-090-16 y 0-10-090-17, Crucero 10 de marzo-abril 1957) indicaron movimientos cortos hacia el sudeste; todas las cuatro recapturas fueron realizadas dentro de 1 semana de liberación. Algunos de los siete peces de las liberaciones hechas en la parte meridional del área fueron recapturados en la región de liberación y algunos se habían desplazado hacia el noroeste. Estos peces estuvieron en libertad de 36 a 192 días (mediana = 55 días).

Dos peces liberados en setiembre 1961 (Crucero 39) fueron retornados del Area 6 en octubre 1961 y marzo 1962 (Tabla 7). Uno de los otros peces liberado en setiembre 1961 (Crucero 39) fue retornado del Area 8 en febrero 1962 (Tabla 7; Figura 45).

**Area 6, Costa Rica-Panamá****Pesca**

El área Costa Rica-Panamá produce cerca del 10-35% de la captura del aleta amarilla y 0-20% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. La pesca se realizaba en su mayoría dentro de unas 200 millas de la costa, pero recientemente se han logrado grandes capturas en la parte occidental del área 0-05-085 y en la 0-05-090. El esfuerzo y las capturas por unidad de esfuerzo son bastante uniformes para ambas especies durante el año.

**Operaciones de marcación**

Se liberaron 17,884 aleta amarilla marcados, 11,565 barriletes marcados, 15 patudos (ojo grande) marcados y 1 barrilete negro marcado en el área Costa Rica-Panamá durante el período 1952-1964. (Además del patudo enumerado en la Tabla 1, otros 14 fueron liberados en el Crucero CDFG 55C2 (Anonymous, 1955c)). La mayoría de los peces fueron liberados en los Cruceros 27 y 38, fletados en abril 1959 y abril 1961, respectivamente. Los números de peces liberados cada mes fueron los siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Aleta amarilla</b>	74	392	373	13,310	2,620	658	34	13	207	160	43	0
<b>Barrilete</b>	45	334	253	9,104	1,089	493	9	0	66	108	64	0

La mayoría de los peces marcados de ambas especies liberados en esta área fueron considerablemente más pequeños que la talla promedio de los peces capturados por la pesca comercial en la misma área (Apéndices 1 y 2; Hennemuth, 1961; Davidoff, 1963; Díaz, 1966).

Las tasas de retorno de los experimentos iniciados en 1952-1960 fueron considerablemente inferiores a aquellas de los experimentos iniciados en 1961-1964; esto es especialmente evidente en cuanto a los aleta amarilla liberados en los Cruceros 27 y 38 (Tabla 1). Las tasas bajas de retorno para el período anterior se cree que se deba, en parte, a la mortalidad inmediatamente después de la liberación de una porción substancial de los peces marcados. Este tipo de mortalidad es superior en cuanto a los peces más pequeños, y también cuando el agua es más cálida (Schaefer, Chatwin y Broadhead, 1961; Fink, 1965a). Las temperaturas promedias de la superficie del mar son entre unos 80° y 85° F en esta área durante abril (y el resto del año) (Renner, 1963). El aumento de las tasas de retorno después de 1960 se cree que es debido al mejoramiento de los métodos en el manipuleo de los peces para la marcación y liberación (Fink, 1965b), a un aumento en la porción de los peces marcados recapturados que fueron retornados (Fink, 1965a) y a un aumento en el esfuerzo de pesca en el área de liberación y áreas adyacentes.

**Atún aleta amarilla****Origen**

Hubo 16 retornos de aleta amarilla en el área Costa Rica-Panamá de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). Nueve de estos peces fueron

liberados en el Area 9, cinco en el Area 5 y dos en el Area 8. Todos menos uno de los peces fueron recapturados durante los primeros cuatro meses del año (Figuras 2-5).

### **Desplazamientos**

Hubo 318 retornos en el área Costa Rica-Panamá de los aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). De éstos, 254 fueron de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight (0-05-075), 37 de peces liberados al sur de Panamá occidental y Costa Rica (0-05-080, 0-05-085-21, y 0-05-085-22), y 27 de peces liberados cerca a Isla Cocos (0-05-085-04).

De los 254 retornos de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight, 145 fueron recapturados en la misma región y 109 al sur de Panamá occidental y Costa Rica. De los 145 peces retornados de la misma región, 130 fueron liberados en abril-mayo (1 en el Crucero 27 de abril 1959, 127 del Crucero 38 en abril-mayo 1961, 1 del Crucero 8035 en abril-mayo 1962 (realizado en un barco con base en el Perú), y 1 de otro crucero) y 15 fueron liberados en setiembre-octubre 1961 (Crucero 39). Los 130 peces estuvieron en libertad de 6 a 402 días (mediana = 321 días), y los otros 15 estuvieron libres de 128 a 189 días (mediana = 176 días). Todos menos 23 del primer grupo y todos los del último grupo fueron recapturados durante la primera mitad del año después de la liberación. De los 109 peces retornados del sur de Panamá occidental y Costa Rica, 102 fueron liberados en abril-mayo (9 del Crucero 27, 91 del Crucero 38, y 2 del Crucero 8035) y 7 fueron liberados en setiembre-octubre 1961 (Crucero 39). Los 102 peces estuvieron en libertad de 32 a 1,408 días (mediana = 167 días), y los otros 7 estuvieron libres de 77 a 228 días (mediana = 98 días). Solo 27 de los del primer grupo y 4 de los del último grupo fueron recapturados durante la primera mitad del año después de la liberación.

El pez que estuvo en libertad 1,408 días fue liberado en abril 30, 1961 (Crucero 38), y recapturado en marzo 7, 1965. Esto representa el tiempo más largo en libertad registrado para un aleta amarilla en los experimentos informados en este estudio. El pez tenía 600 mm de longitud cuando fue liberado, pero no se midió cuando fue recapturado.

De los 37 retornos de peces liberados al sur de Panamá occidental y Costa Rica, 33 fueron recapturados en la misma región, 3 en la parte septentrional del Panamá Bight, y 1 mar afuera al sur de Guatemala (0-05-090-22). Todos estos peces fueron liberados en marzo-abril (2 en el Crucero 27, 23 del Crucero 38 y 12 del Crucero 45 en marzo 1964). Los 33 peces retornados de la misma región fueron recapturados de 8 a 373 días después de la liberación (mediana = 53 días). Los tres peces retornados de la parte septentrional del Panamá Bight estuvieron en libertad de 114 a 343 días. El pez retornado lejos de la costa al sur de Guatemala fue

liberado en marzo 1964 (Crucero 45) y recapturado en junio del mismo año (Figura 16).

De los 27 retornos de peces liberados cerca a la Isla Cocos, 25 fueron recapturados en la misma área de 1° y 2 fueron recapturados a unas 200 millas hacia el norte (0-05-085-19 y 0-05-085-25). Todos estos peces fueron liberados en febrero-marzo 1964 (Crucero 45). De los 25 peces retornados de la misma región, 20 estuvieron en libertad de 5 a 33 días (mediana = 23 días), y los otros 168, 354, 554, 679 y 696 días. Los dos peces que fueron retornados del norte estuvieron en libertad 629 y 581 días, respectivamente.

Hubo dos retornos del Area 2 (Tabla 6; Figuras 17 y 18). Los peces fueron liberados en la parte septentrional del Panamá Bight en abril-mayo 1961 (Crucero 38), y ambos fueron recapturados en junio 1962.

Hubo 36 retornos del Area 4 (Tabla 6; Figuras 17 y 18), todos de peces liberados en abril-mayo (10 del Crucero 27, 23 del Crucero 38 y 3 del Crucero 8035). Veintinueve de los peces habían sido liberados en la parte septentrional del Panamá Bight y siete al sur de Panamá occidental y Costa Rica. Los peces del primer grupo estuvieron en libertad de 75 a 596 días (mediana = 253 días), mientras que aquellos del último grupo estuvieron libres 171 a 379 días (mediana = 251 días).

Hubo 294 retornos del Area 5 (Tabla 6; Figuras 15-18 y 22), 272 de los cuales fueron de peces liberados en abril-mayo 1961 (Crucero 38). De estos peces, 261 habían sido liberados en la parte septentrional del Panamá Bight, 32 al sur de Panamá occidental y Costa Rica y 1 cerca a la Isla Cocos.

Todos menos 2 de los 261 retornos de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight fueron de liberaciones realizadas en abril-mayo (3 del Crucero 27, 247 del Crucero 38 y 9 del Crucero 8035); los otros 2 fueron liberados en febrero 1955 y setiembre 1961 (Crucero 39). De los 261 peces, 181 fueron recapturados en 0-10-085, 78 en 0-10-090 y 2 cerca a la Isla Clipperton (0-10-105-05). Los peces de los primeros dos grupos estuvieron en libertad de 67 a 846 días (mediana = 158 días). Los otros dos peces, ambos liberados en abril 1961 (Crucero 38), fueron recapturados en enero y marzo 1962.

Los 32 retornos de peces liberados al sur de Panamá occidental y Costa Rica fueron todos de liberaciones realizadas en marzo-abril (1 del Crucero 27, 25 del Crucero 38, 5 del Crucero 45 y 1 de otro crucero). Quince de los peces fueron recapturados en el área 0-10-085, 16 en la 0-10-090 y 1 más lejos de la costa en la 0-10-100-18. Los peces de los primeros dos grupos estuvieron en libertad de 49 a 403 días (mediana = 163 días). El otro pez, liberado en marzo 1964 (Crucero 45), fue recapturado en marzo 1965.

Un pez liberado cerca a la Isla Cocos en febrero 1964 (Crucero 45) fue retornado del área 0-10-100-18 en marzo 1965.

Hubo tres retornos del Area 7 (Tabla 6; Figura 17), todos de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight. Un pez liberado en abril 1959 (Crucero 27) fue retornado en abril 1962 del área 0-00-095-08 por un barco palangrero japonés. Aunque este pez se había desplazado casi 1,200 millas hacia el sudoeste, fue recapturado bien dentro del área reglamentaria de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (Anonymous: Figura 1). Los otros dos peces fueron liberados en abril 1961 (Crucero 38); uno fue recapturado en noviembre 1961 y el otro en mayo 1962.

Hubo 75 retornos del Area 8 (Tabla 6; Figuras 17, 18, 22 y 23), todos de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight. Sesenta y nueve de los retornos fueron de peces liberados en abril-mayo (7 del Crucero 27, 48 del Crucero 38 y 14 del Crucero 8035) y 6 de peces liberados en setiembre-octubre 1961 (Crucero 39). Veintidos de los 69 peces de las liberaciones hechas en abril-mayo fueron recapturados al norte de Punta Galera 153 a 502 días más tarde (mediana = 271 días). Los otros 47 peces fueron recapturados al sur de Punta Galera cerca a Manta (0-00-080-01, 2-05-080-17, 2-05-080-21, y 2-05-080-22) de 22 a 372 días más tarde (mediana = 204 días). Cuatro de los seis peces de las liberaciones realizadas en setiembre-octubre fueron recapturados al norte de Punta Galera de 95 a 154 días más tarde, y los otros dos al sur de Punta Galera cerca a Manta (2-05-080-21) de 184 a 196 días más tarde.

Hubo 107 retornos del Area 9 (Tabla 6; Figuras 17, 18 y 22), 105 de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight, 1 de peces liberados al sur de Panamá occidental y Costa Rica y 1 de peces liberados cerca a la Isla Cocos. De los 105 retornos de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight, 104 fueron de liberaciones hechas en abril-mayo (3 del Crucero 27, 63 del Crucero 38 y 38 del Crucero 8035) y 1 de liberaciones realizadas en setiembre 1961 (Crucero 39). Los peces estuvieron en libertad de 50 a 517 días (mediana = 294 días). Un pez liberado al sur de Panamá occidental y Costa Rica en abril 1959 (Crucero 27) fue recapturado en diciembre del mismo año, y un pez liberado cerca a la Isla Cocos en marzo 1964 (Crucero 45) fue recapturado en enero 1965.

Un pez liberado en la parte septentrional del Panamá Bight en abril 1961 (Crucero 38) fue retornado del Area 11 en febrero 1962 (Tabla 6; Figura 17).

En resumen, los peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight fueron recapturados en varias áreas después de las siguientes medianas de tiempo en libertad: Area 6 al sur de Panamá occidental y Costa Rica, 166 días; Area 5, 158 días; Area 4, 252 días; Area 8 al norte de Punta Galera, 266 días; Area 8 al sur de Punta Galera, 190 días; Area 9, 294 días.

Los números de retornos en las áreas principales de peces liberados



en abril 1959 (Crucero 27), abril-mayo 1961 (Crucero 38) y abril-mayo 1962 (Crucero 8035) fueron los siguientes:

Año	Area de retorno				
	4	5	6	8	9
1959	10	4	12	7	4
1961	23	272	241	48	63
1962	3	9	3	14	38

Parece que cantidades casi iguales de peces se desplazaron al norte y sur en 1959, mientras que la mayoría de ellos permanecieron en la misma área o se movieron al norte en 1961 y la mayoría de ellos se movieron al sur en 1962. Sin embargo, es necesario examinar los datos del esfuerzo de pesca para determinar si las diferencias en los desplazamientos aparentes en los tres años fueron variaciones fortuitas propias de las diferencias en las localidades de pesca. Alverson (1963: Tabla 4) enumeró estimaciones del esfuerzo producido por los clípers (en días de la Clase-4) en la pesca de atunes tropicales y por los cerqueros (en días de la Clase 3) para cada área de 5° en el Océano Pacífico oriental por trimestres del año desde 1959 hasta 1962. Sus valores incluyen datos solo para los barcos de los que se obtuvo una información adecuada de los cuadernos de bitácora, todos barcos grandes. Hubo muchos pequeños clípers y *bolicheros* operando en las Areas 8 y 9 durante los años mencionados. Los primeros se encontraban casi todos basados en Manta, Ecuador, y los últimos casi en su totalidad en Mancora, Perú. Joseph y Calkins (1969: 180) enumeran las estimaciones del esfuerzo anual para 1959 hasta 1965 (en días de la Clase 4 de clípers) de clípers pequeños basados en Manta. No se tienen estimaciones para el esfuerzo de los *bolicheros*, pero se cree que fue considerablemente inferior a la mitad del esfuerzo total en las Areas 8 y 9. Los datos de esfuerzo de los últimos tres trimestres del año para los grandes clípers y cerqueros fueron obtenidos según la tabla de Alverson, en tanto que aquellos de los pequeños clípers fueron estimados al multiplicar los valores de Joseph y Calkins por 0.75. Estos datos se presentan para las Areas 4, 5, 6 y 8-9 en la Tabla 12; los datos de las dos últimas áreas se combinaron debido a que ambas ocuparon la misma área de 5°, 2-05-080. En 1959 el esfuerzo fue considerablemente superior al sur del área de liberación, y aún así los retornos fueron divididos casi igualmente entre las Areas 4 y 5 y en el Area 8-9. En 1961 el esfuerzo fue casi igual al norte y al sur del área de liberación, o tal vez mayor en el norte, pero se obtuvieron muchos más retornos en el norte que en el sur. En 1962 el esfuerzo fue aproximadamente el doble que en el sur, y hubo cuatro veces más retornos en el sur que en el norte. Consecuentemente parece que los peces tuvieron la tendencia a desplazarse hacia el norte en 1959 y 1961 y hacia el sur en 1962.

### Dispersión

Los datos de dispersión de los peces del área Costa Rica-Panamá

fueron analizados según los retornos de los peces liberados en abril 5-22, 1959 (Crucero 27), abril 7-mayo 2, 1961 (Crucero 38) y abril 24-mayo 26, 1962 (Crucero 8035). Los datos se presentan en las Figuras 49 y 68-70.

Los peces liberados en esta área exhibieron una dispersión superior a aquellos liberados en cualquiera otra área. (Las flechas de los tres diagramas de la Figura 49 indicando la dispersión de los peces liberados en esta área tuvieron que dibujarse proporcionalmente a la mitad de la longitud de aquellas de los otros experimentos debido a que las distancias atravesadas por los primeros fueron mucho mayores). Los peces liberados en 1959 y 1961 tuvieron la tendencia a moverse hacia el noroeste (Dirección 6), mientras que aquellos liberados en 1962 se movieron en su mayoría hacia el sur (Dirección 4). (La tabla en página 185 indica que aproximadamente números iguales de peces se desplazaron al norte y sur en 1959; esto es debido a que una considerable porción de los peces que se movieron hacia el noroeste permanecieron en el Area 6). Las velocidades medias de dislocación fueron superiores en 1961 y 1962 que las de 1959, pero aquellas para todos los tres años fueron del mismo orden de magnitud a aquellas de los peces liberados en las Areas 1, 3 y 4 en abril, mayo y junio. Sin embargo, la mayoría de los peces liberados en el área de Costa Rica-Panamá estuvieron en libertad mucho más tiempo que aquellos liberados en las Areas 1, 3 y 4, lo cual los capacitó para moverse aún más lejos. En 1961 los peces que se dirigieron hacia el noroeste viajaron unas 600 millas en los primeros 90 días en libertad, permanecieron estacionarios por unos 90 días, y luego viajaron unas 300 millas adicionales hacia el noroeste. Parece que en 1961, y posiblemente en 1959, los peces tuvieron la tendencia a invertir su desplazamiento hacia el noroeste después de unos 250 días en libertad y regresar hacia las localidades de liberación.

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo cinco retornos de barrilete en el área de Costa Rica-Panamá de peces liberados en otras áreas (Tabla 7). Dos de estos peces fueron liberados en el Area 5, dos en el Area 9 y uno en el Area 8 (Figuras 29 y 36).

#### **Desplazamientos**

Hubo 143 retornos en el área de Costa Rica-Panamá de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). De éstos, 113 fueron de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight (0-05-075), 3 de peces liberados al sur de Panamá occidental y Costa Rica (0-05-075), 3 de peces liberados al sur de Panamá occidental y Costa Rica (0-05-080) y 27 de peces liberados cerca a la Isla Cocos (0-05-085-04).

De los 113 retornos de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight, 95 fueron recapturados en la misma región, 17 al sur de Panamá occidental y Costa Rica, y 1 al este de la Isla Cocos (0-05-085-02).

De los 95 peces retornados de la misma región, 93 fueron liberados en abril-junio (85 del Crucero 27 en abril 1959, 5 del Crucero 38 en abril-mayo 1961, 1 del Crucero 8035 en abril-mayo 1962 (realizado en un barco con base en el Perú), y 2 de otros cruceros) y 2 fueron liberados en setiembre 1961 (Crucero 39). Los primeros 93 peces estuvieron en libertad de 5 a 320 días (mediana = 32 días). Los dos peces de liberaciones efectuadas en setiembre 1961 fueron recapturados en enero-febrero 1962. Los 17 peces retornados del sur de Panamá occidental y Costa Rica habían sido todos liberados en abril-mayo (7 del Crucero 27, 8 del Crucero 38 y 2 de otro crucero) y fueron recapturados de 8 a 302 días más tarde (mediana = 149 días). El pez retornado del este de la Isla Cocos fue liberado en mayo 1961 (Crucero 38) y recapturado en marzo 1962 (Figura 41).

Los tres retornos de peces liberados al sur de Panamá occidental y Costa Rica fueron todos de liberaciones hechas en abril 1959 y 1961 (Cruceros 27 y 38). Un pez fue recapturado en la parte septentrional del Panamá Bight 54 días más tarde, y los otros dos en la región de liberación después de 9 y 232 días de libertad.

De los 27 retornos de peces liberados cerca a la Isla Cocos, 25 fueron recapturados en la misma área de 1°. Todos menos 1 de los 25 peces fueron liberados en febrero-marzo 1964 (Crucero 45) y recapturados después de 1 a 29 días en libertad (mediana = 11 días); el otro fue liberado en febrero 1957 y recapturado en abril del mismo año. Un pez liberado en marzo 1964 (Crucero 45) fue retornado aproximadamente de 200 millas hacia el este (0-05-085-01) en marzo 1965. Otro pez liberado en el mismo mes en el mismo crucero fue retornado del sur de Panamá occidental y Costa Rica (0-05-085-22) en octubre 1964 (Figura 39).

Hubo 66 retornos del Area 5 (Tabla 7; Figuras 40 y 41), 64 de los cuales fueron de peces liberados en abril-mayo 1961 (Crucero 38). Sesenta y tres de estos peces habían sido liberados en la parte septentrional del Panamá Bight y tres al sur de Panamá occidental y Costa Rica.

Los 63 retornos de peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight fueron todos del Crucero 38. Cincuenta y tres de los 63 peces fueron recapturados en el área 0-10-085, 9 en la 0-10-090 cerca del litoral y 1 lejos de la costa en el área 0-10-090-03. Los peces de los dos primeros grupos estuvieron en libertad de 73 a 193 días (mediana = 149 días); el otro pez fue liberado en abril 1961 y recapturado en marzo 1962.

Los tres retornos de peces liberados al sur de Panamá occidental y Costa Rica fueron de liberaciones hechas en abril 1954 (Crucero 54C2), abril 1959 (Crucero 27), y abril 1961 (Crucero 38). Los peces fueron recapturados de 51 a 310 días más tarde en el área 0-10-085.

Un pez liberado cerca a la Isla Cocos en febrero 1964 (Crucero 45) fue retornado del Area 7 (0-00-090-16) en julio del mismo año (Tabla 7).

Hubo 58 retornos del Area 8 (Tabla 7; Figuras 39-41 y 45), 57 de los cuales fueron de peces liberados en marzo-mayo (30 del Crucero 27, 20 del Crucero 38, 6 del Crucero 8035 y 1 de otro crucero) y 1 de peces liberados en setiembre 1961 (Crucero 39). Cincuenta y dos de los peces habían sido liberados en la parte septentrional del Panamá Bight, cinco al sur del occidente de Panamá y Costa Rica y uno cerca a la Isla Cocos.

Trece de los 52 peces de las liberaciones realizadas en la parte septentrional del Panamá Bight fueron recapturados al norte de Punta Galera de 18 a 275 días más tarde (mediana = 153 días). Los otros 39 peces fueron recapturados al sur de Punta Galera cerca a Manta (0-00-080-01, 2-05-080-17, 2-05-080-21 y 2-05-080-22) de 59 a 446 días más tarde (mediana = 181 días). El solo pez de una liberación en setiembre fue incluido en el último grupo; estuvo en libertad 173 días.

Dos de los cinco peces de liberaciones hechas al sur de Panamá occidental y Costa Rica fueron recapturados al norte de Punta Galera de 80 a 168 días más tarde. Los otros tres fueron recapturados al sur de Punta Galera de 88 a 213 días más tarde.

Un pez liberado cerca a la Isla Cocos en marzo 1964 (Crucero 45) fue retornado de cerca a Manta (2-05-080-21) en setiembre del mismo año.

Hubo 15 retornos del Area 9 (Tabla 7; Figuras 40 y 41), todos los cuales fueron de liberaciones hechas en la parte septentrional del Panamá Bight en abril-mayo (11 del Crucero 27, 3 del Crucero 38 y 1 del Crucero 8035). Los peces estuvieron en libertad de 50 a 482 días (mediana = 205 días).

En resumen, los peces liberados en la parte septentrional del Panamá Bight fueron recapturados en varias áreas después de las siguientes medianas de tiempo en libertad: Area 6 al sur de Panamá occidental y Costa Rica, 149 días; Area 5, 149 días; Area 8 al norte de Punta Galera, 153 días; Area 8 al sur de Punta Galera, 181 días; Area 9, 205 días.

Los números de retornos en las áreas principales de los peces liberados en abril 1959 (Crucero 27), abril-mayo 1961 (Crucero 38), en abril-mayo 1962 (Crucero 8035) fueron los siguientes:

Año	Area de retorno			
	5	6	8	9
1959	1	92	30	11
1961	64	17	19	3
1962	0	1	6	1

Parece que la mayoría de los peces permaneció en la misma área o se desplazaron al sur en 1959 y 1962, y que la mayoría de ellos se movieron al norte en 1961. Sin embargo, es necesario examinar los datos del esfuerzo

de pesca (Tabla 12) para determinar si las diferencias en los desplazamientos aparentes en los tres años fueron variaciones fortuitas causadas por las diferencias en las localidades de pesca. Es evidente según estos datos que el esfuerzo de pesca fue más alto en el Area 8-9 que en el Area 5 en 1959 y 1962, mientras que fue casi igual, o tal vez superior en el Area 5, en 1961. Esto en parte puede ser causado por el hecho de que más peces fueron devueltos de las Areas 8 y 9 en 1959 y 1962 y del Area 5 en 1961, pero probablemente no en su totalidad, ya que las diferencias en las distribuciones de los retornos de marcas fueron considerablemente mayores que las diferencias en las distribuciones del esfuerzo de pesca. Realmente, las diferencias en las distribuciones del esfuerzo de pesca se debieron probablemente en parte a las diferencias en las migraciones de los peces los cuales habían estado anteriormente en el Area 6. Las temperaturas superficiales del mar fueron considerablemente más altas en el Océano Pacífico oriental en 1959 que en 1961 (Eber, Saur y Sette, 1968), y esta ha podido ser la causa de las diferencias en migración en los dos años.

### **Dispersión**

Los datos de dispersión de los peces del área Costa Rica-Panamá fueron analizados según los retornos de los peces liberados en abril 2-22, 1959 (Crucero 27) y abril 12-mayo 2, 1961 (Crucero 38). Los datos se presentan en las Figuras 50 y 71-72.

Los peces liberados en esta área exhibieron una mayor dispersión que aquellos liberados en cualquiera otra área. Aquellos liberados en 1959 tendieron a desplazarse hacia el sur (Direcciones 3 y 4), mientras aquellos liberados en 1961 se movieron principalmente hacia el noroeste (Dirección 6). Las velocidades medias de dislocación fueron superiores en 1961 que en 1959, pero aquellas para ambos años fueron del mismo orden de magnitud a las de los peces liberados en el Area 3 en abril y en el Area 1 en junio. Sin embargo, la mayor parte de los peces liberados en el área Costa Rica-Panamá estuvieron en libertad mucho más tiempo que aquellos liberados en las Areas 1 y 3, lo cual los capacitó para moverse aún más lejos. Los peces alcanzaron su media máxima de distancia de las localidades de liberación después de unos 90 días en libertad, y no parece que luego se hubieran dispersado mucho. Parece que en 1961 los peces tuvieron la tendencia a invertir sus movimientos hacia el noroeste después de unos 90 días en libertad y regresar hacia las localidades de liberación.

### **Area 7, Islas Galápagos**

#### **Pesca**

El área de las Islas Galápagos produce menos del 1% de la captura del aleta amarilla y cerca del 1% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. Los clippers realizan la mayor parte de la pesca en esta área. El esfuerzo más grande y las mejores capturas de ambas especies se realizan

durante la segunda mitad del año, pero durante todos los meses hay alguna pesca. Las capturas por unidad de esfuerzo son bastante buenas, pero el esfuerzo es bajo. Probablemente la lejanía del área contribuye considerablemente a la falta allí de esfuerzo de pesca, pero otros factores, tal como la abundancia de tiburones, pueden también ser importantes.

### Operaciones de marcación

Se liberaron 2,049 aleta amarilla marcados, 2,603 barriletes marcados y 121 patudos marcados en el área de las Islas Galápagos durante el período de 1952-1964. (Además de los 37 patudos enumerados en la Tabla 1, se liberaron otros 2 en el Crucero 13 y otros 82 en los Cruceros CDFG 54C2, 54C3, 54C4 y 55C2 (Anonymous, 1954, 1955a, 1955b, 1955c)). Más de la mitad de los peces fueron liberados por el California Department of Fish and Game. Los números de peces marcados liberados cada mes fueron los siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aleta amarilla	0	463	603	118	0	0	19	275	24	118	245	184
Barrilete	0	183	934	278	0	0	2	475	9	34	291	397

### Atún aleta amarilla

#### Origen

Solo hubo cuatro retornos de aleta amarilla en el área de las Islas Galápagos de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). Tres de estos peces se originaron en el Area 6 y el otro en el Area 9 (Figuras 5, 6 y 12).

#### Desplazamientos

Hubo 24 retornos en el área de las Islas Galápagos de los aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). Diecinueve de estos peces fueron recapturados en las mismas áreas de 1° en las que los peces fueron liberados; 15 de éstos fueron liberados y recapturados en el Banco Paramount (0-00-090-16). Los otros cinco peces se desplazaron a cortas distancias dentro del área; no fue evidente ninguna pauta de desplazamiento entre ellos. Los peces estuvieron en libertad de 6 a 182 días (mediana = 52 días).

Un pez liberado en febrero 1964 (Crucero 45) fue retornado del Area 5 en julio del mismo año (Tabla 6; Figura 15). Otro pez liberado en agosto 1961 (Crucero 39) fue retornado del Area 8 en marzo 1962 (Tabla 6; Figura 21). De los cuatro retornos realizados del Area 9 (Tabla 6), dos de los peces fueron liberados en agosto 1957 (Crucero 13) y agosto 1961 (Crucero 39) y recapturados en abril 1958 y abril 1962 (Figura 21), uno fue liberado en marzo 1954 y retornado en octubre del mismo año (Figura 16) y uno fue liberado en febrero 1964 (Crucero 45) y retornado en abril del año siguiente (Figura 15).

**Atún barrilete****Origen**

Hubo dos retornos de barrilete en el área de las Islas Galápagos de peces liberados en otras áreas (Tabla 7). Uno de éstos fue liberado en el Area 6, cerca a la Isla Cocos (0-05-085-04), y el otro en el Area 9 (Figura 37).

**Desplazamientos**

Hubo ocho retornos en el área de las Islas Galápagos de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). Cada uno de estos peces fue recapturado en la misma área de 1° en la que fue liberado después de 6 a 41 días de estar en libertad (mediana = 24 días).

Un pez liberado en agosto 1957 (Crucero 13) fue retornado del Area 10 en marzo 1958 (Tabla 7, Figura 44).

**Area 8, Colombia-Ecuador****Pesca**

El área Colombia-Ecuador produce cerca del 2 al 10% de la captura del aleta amarilla y del 10 al 30% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. La mejor pesca de aleta amarilla ocurre al noroeste de Buenaventura, Colombia, durante el segundo trimestre del año (Forsbergh, 1969). La pesca está principalmente ejercida por una flota de grandes cerqueros (la mayoría de los cuales eran barcos de carnada durante la década de 1950) con base en California y Puerto Rico, y una flota de pequeños clípers basados principalmente en Manta, Ecuador. Los clípers pescan casi en su totalidad muy cerca de la costa, en cambio los cerqueros pueden pescar ya sea cerca de la costa o más lejos (pero en su mayoría dentro de una distancia de unas 150 millas de la costa). Mayo, junio y julio son los mejores meses para la pesca cerca al litoral.

**Operaciones de marcación**

Se liberaron 1,812 aleta amarilla marcados y 9,660 barriletes marcados en el área Colombia-Ecuador durante el período 1952-1964. Más de la mitad de éstos fueron liberados por empleados de la Comisión del Atún estacionados en Manta, Ecuador. Los números de peces marcados liberados cada mes fueron los siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Aleta amarilla</b>	603	29	42	438	242	43	121	45	36	19	15	179
<b>Barrilete</b>	647	88	222	1,312	1,120	2,472	1,912	422	281	629	293	262

**Atún aleta amarilla****Origen**

Hubo 241 retornos de aleta amarilla en el área Colombia-Ecuador de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). La mayoría de los retornos fueron de peces liberados en el Area 9. Todos menos 17 de los 165 retornos de peces originados en esta área fueron de liberaciones realizadas por barcos basados en el Perú en 1961. La mayoría de estos peces fueron recaptu-

rados durante la primera mitad de 1962, lo cual no es sorprendente en vista del hecho de que la mayoría de los aleta amarilla marcados en el Area 9 fueron liberados en la segunda mitad del año. Una porción substancial de los peces retornados del área Colombia-Ecuador habían sido liberados en el Area 6 (Tabla 6); 48 de los 75 retornos provinieron de liberaciones hechas en abril 1961 (Crucero 38). Hubo también un retorno en el área Colombia-Ecuador de un pez liberado en el Area 7 (Tabla 6; Figura 4).

#### **Desplazamientos**

Hubo 29 retornos en el área Colombia-Ecuador de los aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). Todos los 22 peces de las liberaciones hechas cerca a Manta (al sur de Punta Galera) fueron recapturados en esa región después de 2 a 309 días en libertad (mediana = 32 días). Todos siete de aquellos de liberaciones hechas al norte de Punta Galera fueron recapturados en esa región después de estar en libertad de 72 a 192 días (mediana = 130 días).

Un pez liberado en abril 1962 fue retornado del Area 5 en octubre del mismo año (Tabla 6; Figura 17). Otros dos peces liberados en setiembre 1961 (Crucero 39) fueron retornados del Area 6 en febrero-marzo 1962 (Tabla 6; Figura 22). Los nueve peces que fueron retornados del Area 9 (Tabla 6) fueron liberados en abril, junio y setiembre-octubre (Figuras 17 y 19); estuvieron en libertad de 89 a 354 días (mediana = 176 días).

#### **Atún barrilete**

##### **Origen**

Hubo 152 retornos de barrilete en el área Colombia-Ecuador de peces liberados en otras áreas (Tabla 7). Más de la mitad de los retornos fueron de peces liberados en el Area 9. Cincuenta y uno de los 86 retornos de peces originados en esta área fueron de liberaciones hechas por barcos basados en el Perú en 1961. La mayoría de estos peces fueron recapturados durante la primera mitad de 1962, lo cual no es sorprendente en vista del hecho de que la mayoría de los barriletes marcados en el Area 9 fueron liberados en la segunda mitad del año. Una porción substancial de los peces retornados del área Colombia-Ecuador había sido liberada en el Area 6 (Tabla 7); 50 de los 58 retornos provinieron de liberaciones hechas en abril 1959 (Crucero 27) y abril 1961 (Crucero 38). Hubo seis retornos de peces que habían sido liberados en el Area 10 (Tabla 7; Figuras 29, 30, 34, 35 y 37). Unos pocos peces liberados en las Areas 5 y 11 fueron también retornados del área Colombia-Ecuador (Tabla 7; Figuras 27 y 32).

#### **Desplazamientos**

Hubo 266 retornos de barrilete en el área Colombia-Ecuador de peces liberados en esa área (Tabla 7). De los 251 retornos de peces liberados al sur de Punta Galera cerca a Manta (2-05-080-17, 2-05-080-21, 2-05-080-22, 0-00-080-01, y 0-00-080-02), 246 fueron recapturados en la misma



región y 5 fueron recapturados al norte de Punta Galera. Estos peces fueron liberados en todos los meses menos febrero y diciembre. Los primeros 246 estuvieron en libertad de 2 a 623 días (mediana = 43 días), y los últimos 5 estuvieron en libertad de 11 a 231 días (mediana = 184 días). De los 15 retornos de peces liberados al norte de Punta Galera, 9 fueron recapturados en la misma región y 6 cerca a Manta. Estos peces estuvieron en libertad de 5 a 292 días (mediana = 99 días).

Un pez liberado en julio 1962 fue retornado del Area 1 en setiembre del mismo año (Tabla 7; Figura 43); este pez había viajado una distancia mínima de aproximadamente 2,400 millas en solo 59 días. Este retorno, junto con ese de un pez liberado en el Area 9 y retornado del Area 1 (Figura 43), constituye la única evidencia de mezcla de las poblaciones de barrilete al norte y sur del área de la Costa Meridional de México, que se encuentra casi desprovista de barrilete (Joseph y Calkins, 1969). Un pez liberado en abril 1957 fue retornado del Area 6 en mayo del mismo año (Tabla 7; Figura 40). Hubo 78 retornos en el Area 9 de peces liberados en el área Colombia-Ecuador (Tabla 7). Uno fue liberado al norte de Punta Galera y los otros 77 cerca a Manta. Estos peces fueron liberados en todos los meses menos enero y febrero, y recapturados después de estar en libertad de 9 a 424 días (mediana = 90 días).

### **Dispersión**

Los datos de dispersión de los peces del área Colombia-Ecuador fueron analizados según los retornos de los peces liberados en mayo 17-julio 7 en todos los años, siendo más del 50 por ciento de los retornos de peces liberados en esta área de liberaciones hechas durante este período. Los datos se presentan en las Figuras 50 y 73.

Los peces no se desplazaron mucho, promediando menos de 1 milla por día. Se movieron principalmente hacia el sur (Direcciones 3 y 4) hacia el Area 9 fuertemente explotada. Los peces alcanzaron el máximo de las distancias medias de las localidades de liberación después de unos 60 días de libertad, y parece que después no se dispersaron mucho. El coeficiente cuadrático medio de dispersión fue de 691 millas<sup>2</sup> por día.

### **Area 9, Golfo de Guayaquil**

#### **Pesca**

El área del Golfo de Guayaquil produce cerca del 5 al 20% de la captura del aleta amarilla y del 20 al 45% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. Los peces son capturados ahora en su mayoría por grandes cerqueros, pero hasta aproximadamente 1960 una porción considerable de la captura era obtenida por bolicheros basados en Mancora. Estos últimos se han cambiado ahora a otras pesquerías o a otras áreas. La mejor pesca de aleta amarilla es comúnmente en marzo-abril y la de barrilete en mayo-setiembre.

### Operaciones de marcación

Se liberaron 7,821 aleta amarilla marcados y 17,284 barriletes marcados en el área del Golfo de Guayaquil durante el período de 1952-1964. La mayoría de éstos fueron liberados por empleados de la Comisión del Atún estacionados en Mancora, Paita y Coishco, Perú. Los números de peces marcados liberados cada mes fueron los siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Aleta amarilla</b>	138	298	20	12	31	296	836	627	409	1,777	2,067	1,310
<b>Barrilete</b>	488	313	66	170	861	733	932	3,193	1,606	2,782	3,406	2,734

### Atún aleta amarilla

#### Origen

Hubo 136 retornos de aleta amarilla en el área del Golfo de Guayaquil de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). La mayoría de los retornos fueron de peces liberados en el Area 6. Estos 107 peces fueron recapturados en el Golfo de Guayaquil en todos los meses, pero especialmente en octubre, noviembre y diciembre (Figuras 11-13). Cantidades substanciales de retornos provinieron también de peces liberados en las Areas 7, 8 y 10 (Tabla 6), especialmente cuando se considera que se liberaron muchos menos peces en esas áreas que en el Area 6 (Tabla 4). Tres de los cuatro peces del Area 7 fueron recapturados en abril y el otro en octubre (Figuras 5 y 11). Ocho de los 16 peces del Area 10 fueron recapturados en noviembre y diciembre (Figuras 12 y 13).

#### Desplazamientos

Hubo 1,536 retornos en el área del Golfo de Guayaquil de los aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). Se hicieron recapturas en todos los meses de peces liberados en todos los meses menos marzo. Las amplitudes y medianas de los tiempos en libertad de los peces liberados en cada mes fueron las siguientes:

Mes de liberación	Número de retornos	Días en libertad	
		Amplitud	Mediana
<b>Enero</b>	14	8-721	29
<b>Febrero</b>	25	3-244	50
<b>Abril</b>	1	286	286
<b>Mayo</b>	12	1-91	4
<b>Junio</b>	92	2-355	150
<b>Julio</b>	238	5-389	135
<b>Agosto</b>	106	1-408	126
<b>Setiembre</b>	81	10-385	120
<b>Octubre</b>	477	1-526	68
<b>Noviembre</b>	270	3-572	102
<b>Diciembre</b>	220	1-423	46
<b>Total</b>	1,536	1-721	90

Lo más notable acerca de estos datos es el corto tiempo que los peces liberados en mayo estuvieron en libertad. (Puede parecer que no se le debe dar mucho significado a los datos basados solo en 12 retornos, pero el mismo fenómeno fue observado en los 136 retornos de barrilete liberados en mayo (página 197)). Estos peces fueron todos liberados en 1960 (Cruceiros 8018 y 8019 de barcos basados en el Perú). Es curioso que los peces liberados en mayo 1960 fueron recapturados mucho más rápidamente que los otros, ya que tuvo lugar una fuerte pesca en el área del Golfo de Guayaquil durante casi todos los trimestres de 1959-1962 (Alverson, 1963: Figuras 2-33; Tabla 4). Existe la posibilidad de que la mayoría de estos retornos fueron fraudulentos. Puede también observarse que los tiempos en libertad tendieron a disminuir de junio a enero.

Un pez liberado en julio 1962 fue retornado del Area 1 en junio 1964 (Tabla 6; Figura 20); este pez había viajado una distancia mínima de aproximadamente 2,500 millas en 710 días. Este es el único retorno del Area 1 de un pez liberado al sur del Area 5. Dos peces liberados en julio y agosto 1962 fueron retornados del Area 5 en octubre 1962 y febrero 1963, respectivamente (Tabla 6; Figuras 20 y 21). Todos los nueve peces retornados del Area 6 (Tabla 6; Figuras 20, 21, 23 y 24) habían sido liberados en julio-agosto y octubre-noviembre, y todos fueron recapturados en enero-abril del año siguiente de liberación después de estar en libertad de 111 a 287 días (mediana = 139 días). Un pez liberado en julio 1962 fue retornado del Area 7 en mayo 1963 (Tabla 6; Figura 20).

De los 165 peces retornados del Area 8, 151 fueron recapturados al sur de Punta Galera (0-00-080-01, 2-05-080-17, 2-05-080-21 y 2-05-080-22) y 14 al norte de ella (Figuras 20, 21 y 23-25). Los peces del primer grupo fueron todos liberados en junio-diciembre y recapturados en todos los meses menos octubre. Estuvieron en libertad de 17 a 524 días (mediana = 168 días). Los peces del último grupo fueron todos liberados en julio-agosto y octubre-diciembre. Trece de ellos fueron retornados durante el período siguiente de diciembre-marzo después de estar en libertad de 67 a 190 días (mediana = 124 días). El otro fue liberado en noviembre 1961 y recapturado en enero 1963.

Todos los 13 peces retornados del Area 10 (Tabla 6; Figuras 14 y 23-25) habían sido liberados en octubre-enero. Once de ellos fueron recapturados durante la primera mitad del año después de la marcación. Los otros dos fueron liberados en diciembre 1952 (Crucero CDFG 52C1) y enero 1956 (Crucero 1) y recapturados en diciembre 1953 y julio 1956. Los primeros 11 peces estuvieron en libertad de 62 a 243 días (mediana = 128 días).

Los 11 peces retornados del Area 11 (Tabla 6; Figuras 20-24) habían sido todos liberados en julio-noviembre. Diez de ellos fueron recapturados en diciembre del año de liberación o febrero-marzo del año siguiente; el otro

fue liberado en noviembre 1961 y recapturado en febrero 1963. No es sorprendente que todos los retornos se hubieran realizado en diciembre-marzo, ya que la pesca toma lugar en el Area 11 casi exclusivamente durante el verano meridional. Los primeros 10 peces estuvieron en libertad de 62 a 219 días (mediana = 124 días).

En resumen, los peces liberados en el área del Golfo de Guayaquil fueron recapturados en varias de las áreas después de las siguientes medianas de tiempo en libertad: Area 8 al sur de Punta Galera, 168 días; Area 8 al norte de Punta Galera, 136 días; Area 6, 139 días; Area 10, 129 días; Area 11, 124 días.

### **Dispersión**

Los datos de dispersión de los peces del área del Golfo de Guayaquil fueron analizados según los retornos de peces de los siguientes grupos:

1. todos los peces liberados durante junio 22-25, 1961;
2. todos los peces liberados durante julio 15-setiembre 30 de todos los años excepto 1962;
3. todos los peces liberados durante julio 14-setiembre 17, 1962;
4. todos los peces liberados durante octubre 7-diciembre 29 de todos los años excepto 1961;
5. todos los peces liberados durante octubre 1-15, 1961;
6. todos los peces liberados durante noviembre 2-9, 1961;
7. todos los peces liberados durante diciembre 2-15, 1961.

Los datos se presentan en las Figuras 49 y 74-80. Hubo pocos retornos de peces liberados durante enero-abril, y la mayoría de los retornos de peces liberados durante mayo pueden ser fraudulentos, así que los datos de estos meses no fueron considerados. Hubo grandes cantidades de retornos de peces liberados durante julio-setiembre 1962 y octubre, noviembre y diciembre 1961, así que éstos se separaron de los retornos de peces liberados durante estos meses en otros años.

Los peces no se desplazaron mucho, promediando menos de 1 milla por día. Los peces de los Grupos 1, 5 y 6 tuvieron la tendencia de dirigirse hacia el norte, mientras los de los Grupos 3 y 4 tendieron a dirigirse hacia el sur. Los peces liberados en junio 1961 (Grupo 1) alcanzaron el mínimo de sus distancias medias de las localidades de liberación después de estar en libertad unos 150 días y el máximo de sus distancias medias de estas localidades después de unos 300 días en libertad, mientras que aquellos liberados en octubre, noviembre y diciembre de ese año (Grupos 5, 6 y 7) alcanzaron el máximo de sus distancias medias después de estar en libertad unos 150 a 180 días y el mínimo de sus distancias medias después de estar en libertad unos 300 días. Por lo tanto parece que estos peces se concentraron en las localidades de liberación en octubre, noviembre y diciembre

1961, y que estuvieron relativamente alejados de ellas (principalmente hacia el norte) en abril, mayo y junio 1962. Los peces de los Grupos 2 y 3 se comportaron algo similar a los del Grupo 1, mientras que los peces del Grupo 4 se comportaron casi como los de los Grupos 5, 6 y 7, pero las tendencias son menos pronunciadas. Los coeficientes cuadráticos medios de dispersión de los siete grupos fueron los siguientes: 1, 49; 2, 92; 3, 224; 4, 171; 5, 86; 6, 229; 7, 66 millas<sup>2</sup> por día (promedio = 131 millas<sup>2</sup> por día).

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo 126 retornos de barrilete en el área del Golfo de Guayaquil de peces liberados en otras áreas (Tabla 7). La mayoría de los retornos fueron de peces liberados en el Area 8. Cincuenta y tres de los 78 retornos de peces originados en esta área fueron de liberaciones hechas por barcos basados en el Ecuador en 1959-1961. Todos menos 1 (Figura 28) de los 32 retornos de peces liberados en el Area 10 (Tabla 7) fueron hechos durante la segunda mitad del año (Figuras 32-34, 36 y 37). Los 15 retornos del Area 6 (Tabla 7; Figuras 26 y 31-37) provinieron todos de peces liberados en abril y mayo; 11 de ellos fueron recapturados durante la segunda mitad del año. Un pez liberado en el Area 11 fue también retornado del área del Golfo de Guayaquil (Tabla 7; Figura 34).

#### **Desplazamientos**

Hubo 948 retornos en el área del Golfo de Guayaquil de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). Se hicieron recapturas en todos los meses de peces liberados en todos los meses. Las amplitudes y medianas de los tiempos en libertad de los peces liberados en cada mes fueron las siguientes:

Mes de liberación	Número de retornos	Días en libertad	
		Amplitud	Mediana
<b>Enero</b>	10	8-345	16
<b>Febrero</b>	1	3	3
<b>Marzo</b>	5	3-77	69
<b>Abril</b>	2	20-328	174
<b>Mayo</b>	136	1-393	3
<b>Junio</b>	64	1-430	82
<b>Julio</b>	86	7-344	44
<b>Agosto</b>	132	2-499	68
<b>Setiembre</b>	44	2-426	32
<b>Octubre</b>	207	1-393	60
<b>Noviembre</b>	189	3-788	42
<b>Diciembre</b>	72	2-378	23
<b>Total</b>	948	1-788	41

Lo más notable acerca de estos datos es el corto tiempo que los peces

liberados en mayo estuvieron en libertad. Estos peces fueron todos liberados en 1960 (Cruceros 8018 y 8019 por barcos basados en el Perú), mientras que solo otros 51 peces entre los 948 retornos habían sido liberados en ese año. Es curioso que los peces liberados en mayo 1960 fueron recapturados mucho más rápidamente que los otros, ya que tuvo lugar una fuerte pesca en el área del Golfo de Guayaquil durante casi todos los trimestres de 1959-1962 (Alverson, 1963: Figuras 2-33; Tabla 4). Existe la posibilidad de que la mayoría de estos retornos hubieran sido fraudulentos. Puede observarse que los tiempos en libertad tendieron a disminuir de junio a enero.

Un pez liberado en julio 1962 fue retornado del Area 1 en setiembre del mismo año (Tabla 7; Figura 43); este pez había viajado una distancia mínima de aproximadamente 2,600 millas en solo 64 días. Este retorno, junto con aquel del pez liberado en el Area 8 y retornado del Area 1 (Figura 43), constituye la única evidencia de mezcla de las poblaciones de barrilete al norte y sur del área de la Costa Meridional de México, la cual está casi desprovista de barrilete (Joseph y Calkins, 1969). (Es digno de atención que todos los tres retornos en el Area 1 de peces liberados frente a la costa del Ecuador—un aleta amarilla y un barrilete del Area 9 y un barrilete del Area 8—proviene de liberaciones realizadas en julio 1962. Los dos barriletes alcanzaron su punto de destino en solo 2 meses).

Un pez liberado en noviembre 1961 fue devuelto del Area 5 en febrero 1962 (Tabla 7; Figura 47). Dos peces liberados en agosto y noviembre 1961 fueron retornados del Area 6 en noviembre 1961 y abril 1962, respectivamente (Tabla 7; Figuras 44 y 47). Un pez liberado en octubre 1958 fue retornado del Area 7 en diciembre del mismo año (Tabla 7; Figura 46).

De los 86 peces retornados del Area 8 (Tabla 7), 78 fueron recapturados al sur de Punta Galera (0-00-080-01, 2-05-080-17, 2-05-080-21 y 2-05-080-22) y 8 al norte de ella (Figuras 47 y 48). Los peces del primer grupo fueron liberados en todos los meses menos en enero y marzo y recapturados en todos los meses. Estuvieron en libertad de 5 a 498 días (mediana = 108 días). Los peces del último grupo fueron todos liberados en octubre-diciembre y recapturados después de 51 a 169 días de estar en libertad (mediana = 129 días).

Los nueve peces retornados del Area 10 (Tabla 7; Figuras 44 y 46-48) habían sido liberados en agosto y octubre-diciembre y fueron recapturados después de haber estado de 20 a 170 días en libertad (mediana = 100 días).

En resumen, los peces liberados en el área del Golfo de Guayaquil fueron recapturados en varias de las áreas después de las siguientes medianas de tiempo en libertad: Area 8 al sur de Punta Galera, 108 días; Area 8 al norte de Punta Galera, 129 días; Area 10, 100 días.

### **Dispersión**

Los datos de dispersión de los peces del area del Golfo de Guayaquil fueron analizados según los retornos de peces de los siguientes grupos:

1. todos los peces liberados durante junio 10-28;
2. todos los peces liberados durante julio 1-setiembre 30;
3. todos los peces liberados durante octubre 2-diciembre 29 de todos los años excepto 1961;
4. todos los peces liberados durante octubre 1-diciembre 19, 1961.

Los datos se presentan en las Figuras 50 y 81-84. Hubo pocos retornos de peces liberados durante enero-abril, y la mayoría de los retornos de los peces liberados en mayo pueden ser fraudulentos, así que los datos de esos meses no fueron considerados. Hubo una gran cantidad de retornos de peces liberados durante octubre-diciembre 1961, de manera que estos se separaron de los retornos de los peces liberados durante octubre-diciembre de los otros años.

Los peces no se desplazaron demasiado, promediando menos de 1 milla al día. Se movieron en todas las direcciones, pero algo más hacia el norte (Direcciones 0 y 7) hacia el Area 8 fuertemente explotada. Los peces liberados en el cuarto trimestre de 1961 (Grupo 4) tuvieron la tendencia a moverse hacia el norte, como aquellos de los Grupos 1 y 2, mientras que aquellos liberados en el cuarto trimestre de los otros años (Grupo 3) se movieron más hacia el sur que hacia el norte. Los peces de los Grupos 3 y 4 que se desplazaron hacia el norte alcanzaron el máximo de sus distancias medias de las localidades de liberación después de haber estado unos 150 días en libertad, y luego aquellos del último grupo aparentemente tuvieron la tendencia a moverse nuevamente hacia el sur. Según estos datos, y aquellos presentados anteriormente para los peces liberados en el Area 8, existe alguna evidencia de movimientos cíclicos, es decir los peces se desplazaron del Area 9 hacia el norte al Area 8 durante la primera mitad del año y del Area 8 hacia el sur al Area 9 durante la segunda mitad del año. Sin embargo, la evidencia no es muy buena, y puede ser una variación fortuita causada por el hecho de que la pesca es más pesada en las Areas 8 y 9 que en las Areas 6 y 10, de manera que los peces que se mueven del Area 9 hacia el norte o del Area 8 hacia el sur probablemente están más aptos a ser recapturados que lo que pueden ser los peces que se desplazan del Area 9 hacia el sur o del Area 8 hacia el norte. Los coeficientes cuadráticos medios de dispersión para los Grupos 1, 2, 3 y 4 fueron 110, 459, 236 y 96 millas<sup>2</sup> por día, respectivamente. Estos valores son todos inferiores a aquel del Area 8.

### **Area 10, Perú Central**

#### **Pesca**

El área del Perú Central produce cerca del 0 al 5% de la captura del

aleta amarilla y del 0-al 25% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. Solo se capturan atunes esporádicamente en esta área; Broadhead y Barrett (1964) indicaron que las mejores capturas allí coinciden con el agua cálida del fenómeno "El Niño."

#### Operaciones de marcación

Se liberaron 2,227 aleta amarilla marcados y 16,106 barriletes marcados en el área del Perú Central durante el período 1952-1964. Los números de peces liberados cada mes fueron los siguientes.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Aleta amarilla</b>	429	148	229	98	450	327	110	118	50	32	130	106
<b>Barrilete</b>	411	295	973	2,100	1,517	6,063	1,737	1,033	852	855	185	85

#### Atún aleta amarilla

##### Origen

Hubo 13 retornos de aleta amarilla en el área del Perú Central de peces liberados en el Area 9 (Tabla 6). La mayoría de estos peces fueron recapturados durante la primera mitad del año, especialmente durante marzo (Figura 4).

##### Desplazamientos

Hubo 113 retornos en el área del Perú Central de los aleta amarilla liberados en esa área (Tabla 6). Todos los retornos fueron de peces liberados en el Banco de 14 Brazas o cerca a él (2-10-075-05 y 2-10-075-10) y recapturados allí. Las recapturas se realizaron en todos los meses de peces liberados en todos los meses. Los peces estuvieron en libertad de 3 a 422 días (mediana = 76 días).

Todos los retornos inter-área del área del Perú Central fueron también de peces liberados en o cerca del Banco de 14 Brazas, y todos se habían desplazado al Area 9 (Tabla 6). Once de los 16 peces fueron liberados en abril-junio y recapturados después de haber estado en libertad de 44 a 230 días (mediana = 184 días) (Figuras 17-19). Los otros fueron liberados en enero, setiembre y noviembre y recapturados de 16 a 284 días más tarde (Figuras 14, 22 y 24).

##### Dispersión

Los datos de dispersión de los peces del área del Perú Central fueron analizados según los retornos de los peces liberados en abril 30-julio 3 de todos los años, habiendo sido más del 50% de los retornos de peces liberados en esta área de liberaciones hechas durante este período. Los datos se presentan en las Figuras 49 y 85.

Cincuenta y nueve de los 76 peces fueron recapturados en la localidad de liberación, y el resto se desplazó principalmente hacia el norte (Direc-



ción 7) y al sudoeste (Direcciones 4 y 5). La velocidad media de dislocación fue superior para los peces que se movieron hacia el Area 9 (Dirección 7). El coeficiente cuadrático medio de dispersión fue 151 millas<sup>2</sup> por día. Este valor es un poco más que el promedio de los siete grupos del Area 9.

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo 10 retornos de barrilete en el área del Perú Central de peces liberados en otras áreas (Tabla 7). Todos los nueve originados en el Area 9 fueron liberados en agosto y octubre-diciembre y todos fueron recapturados en el siguiente abril (Figuras 26-29 y 36). Un pez liberado en el Area 7 fue también retornado del área del Perú Central (Tabla 7; Figura 28).

#### **Desplazamientos**

Hubo 258 retornos en el área del Perú Central de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). Todos los retornos fueron de peces liberados en o cerca al Banco de 14 Brazas (2-10-075-05, 2-10-075-10, 2-10-080-01 y 2-10-080-06) y recapturados allí. Las recapturas se realizaron en todos los meses de peces liberados en todos los meses. Los peces estuvieron en libertad de 1 a 356 días (mediana = 21 días).

Hubo seis retornos en el Area 8 (Tabla 7; Figuras 38, 40, 42 y 43). Estos peces fueron liberados en enero, abril, junio y julio y recapturados de 134 a 276 días más tarde (mediana = 182 días). De los 32 peces retornados del Area 9 (Tabla 7; Figuras 38-43, 45 y 47), 31 fueron recapturados en la segunda mitad del año y el otro en marzo. Los peces habían sido liberados en todos los meses menos febrero, agosto, octubre y diciembre; estuvieron en libertad de 13 a 270 días (mediana = 142 días). Otros dos peces liberados en agosto y octubre 1957 fueron retornados del Area 11 en diciembre del mismo año (Tabla 7; Figuras 44 y 46).

#### **Dispersión**

Los datos de dispersión de los peces del área del Perú Central fueron analizados según los retornos de peces liberados en mayo 15-julio 18 de todos los años, habiendo sido más del 40% de los retornos de peces liberados en esta área de liberaciones hechas durante este período. Los datos se presentan en las Figuras 50 y 86.

Noventa y uno de los 136 peces fueron recapturados en la localidad de liberación, y el resto se desplazó principalmente hacia el noroeste (Direcciones 6 y 7). La velocidad media de dislocación fue superior para los peces que se movieron hacia el Area 9 (Dirección 7). El coeficiente del cuadrático medio de dispersión fue 96 millas<sup>2</sup> por día. Este valor es el mismo que el del Grupo 4 del Area 9 e inferior a los valores de los otros tres grupos del Area 9 y del Area 8.

### Area 11, Límite Perú-Chile

#### Pesca

El área del Límite Perú-Chile produce cerca del 0 al 5% de la captura del aleta amarilla y del 0 al 5% de la del barrilete en el Océano Pacífico oriental. La pesca se realiza allí casi exclusivamente durante el verano meridional. Como en el Area 10, la aparición de atunes es esporádica en el área del Límite Perú-Chile. De acuerdo a Broadhead y Barrett (1964: 462), “. . . esta pesquería no depende del calentamiento del agua durante el período de ‘El Niño,’ sino que más bien parece depender del calentamiento asociado a las lenguas de agua templada que entran esporádicamente en aquella área desde el oeste.” El calentamiento estacional de las aguas superficiales frente al Perú meridional y Chile septentrional puede tal vez asociarse con el calentamiento localizado *in situ* o es posible que resulte de la prolongación general hacia el este de la Contracorriente Ecuatorial del Sur. El concepto del calentamiento local se sugiere debido a que las aguas superficiales frente al límite Perú-Chile en el verano meridional no son solamente más cálidas que las aguas del norte y del sur, pero son generalmente más calientes que el agua directamente al oeste (Stevenson, Guillén y Santoro, 1970).

#### Operaciones de marcación

Se liberaron 122 aleta amarilla marcados y 3,367 barriletes marcados en el área del Límite Perú-Chile durante el período 1952-1964. Más de la mitad de éstos fueron liberados en los Cruceros 17 y 37. Las cantidades de peces marcados liberados cada mes fueron las siguientes:

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aleta amarilla	24	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	96
Barrilete	45	0	1,078	716	0	0	0	0	0	0	246	1,282

#### Atún aleta amarilla

##### Origen

Hubo 12 retornos de aleta amarilla en el área del Límite Perú-Chile de peces liberados en otras áreas (Tabla 6). Todos menos uno de éstos fueron de peces liberados en el Area 9. Estos peces fueron recapturados en diciembre, febrero y marzo (Figuras 13, 3 y 4 respectivamente). El solo retorno de un pez liberado en el Area 6 (Tabla 6) fue realizado también en febrero (Figura 3).

##### Desplazamientos

Hubo solo un retorno de aleta amarilla liberado en el área del Límite Perú-Chile (Tabla 6). Este pez, liberado en diciembre 1957 y recapturado en noviembre 1958, se había desplazado 165 millas hacia el noroeste, pero permaneció en la misma área.

### **Atún barrilete**

#### **Origen**

Hubo dos retornos de barrilete en el área del Límite Perú-Chile de peces liberados en el Area 10 (Tabla 7; Figura 37). Estos dos peces fueron liberados en agosto y octubre 1957 y recapturados en diciembre del mismo año.

#### **Desplazamientos**

Hubo 10 retornos en el área del Límite Perú-Chile de barriletes liberados en esa área (Tabla 7). Ninguno fue recapturado más de 100 millas del punto de liberación. Ocho de éstos fueron liberados en noviembre-diciembre y recapturados de 5 a 37 días más tarde (mediana = 27 días). Uno fue liberado en noviembre 1958 y recapturado en mayo del año siguiente, y uno fue liberado en marzo 31, 1961 (Crucero 37) y recapturado al día siguiente.

Un pez liberado en marzo 1961 (Crucero 37) fue retornado del Area 8 en julio del mismo año (Tabla 7; Figura 39). Otro pez liberado en abril 1961 (Crucero 37) fue retornado del Area 9 en setiembre del mismo año (Tabla 7; Figura 40).

### **DISCUSION Y CONCLUSIONES**

Existe un número de condiciones respecto a los datos de liberaciones y retornos de atunes marcados los cuales limitan su utilidad para determinar las migraciones de los peces.

Primero, cantidades insuficientes de peces marcados fueron liberados y retornados. Sería ideal si cantidades adecuadas de peces de todos los tamaños disponibles fueran liberados en cada área durante cada mes en varios años, y que un número adecuado de éstos sea retornado cada mes después de la liberación hasta que la mayoría de los peces se hayan muerto. Es evidente según el texto y las tablas que el número de liberaciones no fue adecuado en la mayor parte de los estratos de área y tiempo. Muy pocos aleta amarilla marcados de un tamaño mayor a unos 85 cm fueron liberados (Apéndice 1), no obstante estos forman una considerable porción de la captura. Grandes cantidades de peces fueron liberadas en el área de Baja California en junio 1962 (Crucero 42) y junio 1963 (Crucero 43), y resultaron grandes números de retornos, pero las recapturas se hicieron casi todas dentro de los 60 días después de la liberación. Consecuentemente se han debido liberar aún cantidades mayores de peces, de modo que cantidades adecuadas de ellos fueran retornadas después de períodos más largos en libertad. Debido a restricciones legales, las distancias de los principales puertos de desembarque, dificultades en las condiciones de pesca, baja vulnerabilidad de los peces a la captura, etc., se realiza poca o ninguna

pesca en algunos de los estratos de área y tiempo en los que aparecen los peces. Por lo tanto la presencia de peces marcados en estos estratos probablemente no se descubrirá aún si se liberan cantidades mayores de peces marcados.

Segundo, las diferencias en las cantidades del esfuerzo de pesca ejercido dentro de los varios estratos de área y tiempo casi no se tomaron en cuenta en el análisis. Es evidentemente importante que esto se realice, ya que existe la probabilidad de que un pez sea recapturado en cualquiera área y en cualquier momento y pueda ser afectado por el esfuerzo de pesca en el área de liberación en ese momento y en las áreas a través de las cuales pasa en las épocas en que está en esas áreas. Se está estudiando actualmente este problema mediante un programa de simulación de la computadora (Anonymous, 1969).

Tercero, tanto como se tiene conocimiento, ningún pez fue liberado o recapturado poco tiempo antes del desove, durante el desove o poco tiempo después del desove, y ningún pez pequeño fue liberado del cual se supiera fuera el producto de desove en una área determinada en una época determinada. Las áreas y épocas de desove se conocen en forma fragmentaria por los estudios de la madurez (Schaefer y Orange, 1956; Orange, 1961; Kikawa, 1962; Kume y Schaefer, 1966; Kume y Joseph, 1969) y según la distribución de larvas y juveniles (Klawe, 1963; Matsumoto, 1966; Ueyanagi, 1969; Klawe, Pella y Leet, 1970), pero esta información no está conectada con los datos de marcación, y no se dispone casi de ninguna información referente a los primeros estadios del ciclo vital de los atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental. Las áreas de reproducción serán mencionadas de tiempo en tiempo en la siguiente discusión, pero no debe interpretarse que los peces de cualquiera área son necesariamente el producto de cualesquiera reproducción que ocurra en esa área, ni aún los productores de los huevos o larvas que se han encontrado allí.

Cuarto, los datos de los retornos son frecuentemente incompletos e inexactos. Algunas de las marcas son recobradas, pero no las retornan (Broadhead, 1959; Fink, 1965a). Durante la década de 1950 la mayoría de los atunes fueron capturados mediante la pesca con carnada viva, y con este sistema la mayor parte de los peces marcados que fueron recapturados fueron vistos en ese momento e inmediatamente fue registrada por los pescadores la información pertinente. Sin embargo, durante la década de 1960 la mayor parte de los atunes fueron capturados mediante la pesca con redes de cerco, y la mayoría de los peces marcados no se vieron al tiempo de la recaptura. Estos peces fueron vistos más tarde cuando se estaban desembarcando los peces en las enlatadoras o, con menos frecuencia, en las enlatadoras. Generalmente se conocían las bodegas en las que los peces habían sido guardados, y las bodegas en las que los peces capturados cada día fueron almacenados se registraron en los cuadernos de

bitácora de los barcos, por lo menos así fue posible conocer el área y fecha aproximada de recaptura (pero no siempre el área y la fecha exacta, debido a que los peces de más de una área y/o fecha podían haber sido almacenados en la misma bodega). Además, hay más probabilidad de que ocurran errores cuando se ven por primera vez los peces marcados (durante la descarga del barco) o en las enlatadoras a causa de que los empleados de las enlatadoras proveen con más frecuencia que los pescadores información incorrecta. Un pez o más que el solo aleta amarilla y los dos barriletes que fueron liberados en las Areas 8 y 9, y sobre los cuales se informó que habían sido recapturados en el Area 1, puede que actualmente hubieran sido recapturados cerca a las localidades de liberación. Los dos retornos de barrilete se consideran especialmente sospechosos en vista de que se había reportado que ambos peces habían viajado unas distancias tan grandes en períodos tan cortos de tiempo. (Las otras capturas de larga distancia tuvieron lugar después de períodos largos de tiempo después de la liberación de los peces). Finalmente, existe la posibilidad de retornos fraudulentos. Ya se ha mencionado la posibilidad de que la mayoría de los retornos de peces liberados en el Area 9 en mayo 1960 fueron fraudulentos, y por esta razón no se utilizaron los datos.

Las conclusiones respecto a las migraciones de los peces han sido obtenidas de los resultados discutidos anteriormente, además de otros informes publicados respecto a la madurez y desove (citados más adelante) y de la distribución frecuencia-longitud (Hennemuth, 1961; Davidoff, 1963; Diaz, 1966; Apéndices 1 y 2). Debido a la irregularidad de la calidad de los datos, las conclusiones que se han obtenido varían de firmes a poco más que suposiciones. Las direcciones principales de desplazamiento de los peces en las áreas en las que se realiza la pesca durante el período de sus vidas cuando son explotados (y en un grado muy inferior antes y después de que son explotados) se encuentran indicadas mediante flechas curvas en las Figuras 87-90. Los centros aproximados de distribución de los peces marcados durante el primer año civil en los que fueron explotados se encuentran indicados por números (1 = enero, 2 = febrero, etc.), aquellos del segundo año civil por números subrayados y así sucesivamente. Consecuentemente existe una variación considerable en las migraciones de los peces, de modo que no debe suponerse que cantidades substanciales de peces marcados aparecieron solamente en las localidades presentadas en los diagramas durante los meses consabidos. En todos los cuatro diagramas se ha indicado que los peces más jóvenes se encontraban más cerca al litoral que los más viejos. Los diagramas se diseñaron de este modo solamente para facilitar su interpretación, y no debe suponerse que las distribuciones de los peces más viejos y jóvenes fueron diferentes con respecto a la distancia del litoral. En general, debido a las limitaciones impuestas por el tamaño pequeño de los diagramas, y a las limitaciones de los datos, antes discutidas, los diagramas son muy imperfectos.

**Atún aleta amarilla**

Los datos de los retornos de marcas sugieren que existen dos grupos principales de aleta amarilla en las partes del Océano Pacífico oriental en las que tuvo lugar la pesca durante el periodo bajo consideración. El grupo septentrional aparece en las Areas 1 y 3 y en la parte septentrional del Area 2 (Golfo de California). El grupo meridional aparece desde la parte meridional del Area 2 (Islas Tres Marias) hasta la parte septentrional de Chile. Existe, sin embargo, una entremezcla considerable entre los peces de los dos grupos.

**Grupo septentrional**

Los peces jóvenes entran aparentemente desde el sur a la región septentrional principalmente vía las Islas Revillagigedo (Figura 87). Su origen y ciclo vital antes de su entrada en la pesca no se conocen, pero se sabe que existe un desove considerable en la parte meridional de la región (Schaefer y Orange, 1956; Orange, 1961; Klawe, 1963; Matsumoto, 1966; Kume y Joseph, 1969; Ueyanagi, 1969; Klawe, Pella y Leet, 1970), y es probable que por lo menos algunos de ellos sean el resultado de este desove.

Existe una migración substancial hacia el norte de peces pequeños desde las Islas Revillagigedo al Cabo San Lucas durante mayo y junio. Algunos de los peces van al este desde Cabo San Lucas, pero se cree que este sea un movimiento temporal antes de la migración al norte a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California, que se realiza durante mayo a agosto. Esta migración se extiende generalmente hasta cerca de los 28°N, pero varía algo de un año a otro de acuerdo a la temperatura superficial del mar, y probablemente otros factores también. Durante el período de migración al norte los peces están por lo general fuertemente explotados, y su número reducido grandemente (Fink, 1965a). Por ejemplo, las tasas de retorno de los peces marcados liberados en el Area 1 en 1962 (Crucero 42) y 1963 (Crucero 43) fueron 47.2 y 65.5%, respectivamente (Tabla 1). Esta fuerte explotación es probablemente responsable por lo que pocos peces marcados liberados en el Area 1 fueran recapturados después de haber estado más de unos 60 días en libertad.

Desde setiembre a noviembre o diciembre hay una migración al sur a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California. Cuando los peces alcanzan aproximadamente los 22° o 23° N cerca al final del año probablemente se esparcen, algunos al Area 3 y algunos a las Areas 2 y 4. La mayoría de aquellos que van al Area 3 probablemente repiten la migración septentrional desde allí hasta cerca de los 28° N en la primavera y verano siguientes, mientras que la mayoría de aquellos que van a las Areas 2 y 4, especialmente estos últimos probablemente permanecen allí o se van más hacia el sur.

Algunos peces marcados liberados cerca de las Islas Tres Marias en el

invierno se desplazaron al noroeste a Cabo San Lucas, pero la mayoría de los peces de la primera región pertenecen aparentemente al grupo meridional.

### **Grupo meridional**

Las migraciones de los peces del grupo meridional (Figura 88) son aparentemente mucho más complejas que aquellas del grupo septentrional. Los datos frecuencia-longitud indican que los peces jóvenes son reclutados en la pesquería de la región meridional desde las Islas Tres Marias hasta la parte central del Perú. No se conoce su origen y ciclo vital anterior a su entrada en la pesquería, pero la distribución de larvas y juveniles indica que ocurre un fuerte desove desde las Islas Tres Marias hasta Panamá occidental y un desove ligero en la parte septentrional del Panamá Bight y cerca a la costa del Ecuador (Klawe, 1963; Matsumoto, 1966; Ueyanagi, 1969; Klawe, Pella y Leet, 1970). Los estudios de madurez (Orange, 1961; Kume y Schaefer, 1966; Kume y Joseph, 1969) indican la presencia de cantidades considerables de peces casi maduros en el Panamá Bight y cerca a la costa del Ecuador, de modo que tal vez el desove en esas áreas es más pesado que lo indicado por las recolecciones de larvas y juveniles. No obstante, el grado de desove al sur de Panamá occidental, es probable que la mayor parte de los peces del grupo meridional sean el producto del desove en el Océano Pacífico oriental. Algunos de los reclutas probablemente alcanzan el tamaño capturable en las regiones de pesca mientras otros migran a ella desde el norte y el occidente.

La mayoría de los peces jóvenes que aparecen primero en la parte septentrional del Panamá Bight en abril no permanecen allí mucho tiempo, pero en cambio se desplazan rápidamente al noroeste o sur a lo largo de la costa. Las proporciones que se desplazan a cualquiera de estas dos direcciones varían considerablemente de un año a otro.

Los peces que migran hacia el noroeste avanzan lejos a lo largo de la costa, apareciendo en el área sur de Panamá occidental y Costa Rica y en el Area 5 aproximadamente en julio-octubre y en el Area 4 cerca a noviembre-diciembre. Sin embargo, la mayoría de ellos no llegan tan lejos como al Area 4. Sus longitudes en abril, julio-octubre y noviembre-diciembre son de unos 50-60 cm (Apéndice 1), 60-70 cm, y 70-80 cm, respectivamente. Los peces marcados algo más grandes (Crucero 36) y algo más pequeños (Crucero 39) que 60-70 cm fueron también liberados en el Area 5 en setiembre-octubre (Apéndice 1). Estos peces probablemente no entraron primero en la pesquería en la parte septentrional del Panamá Bight en abril. Los más pequeños tal vez no habían estado allí de ninguna manera excepto posiblemente cuando eran peces muy jóvenes. Peces marcados de unos 60-70 cm y 100-115 cm (Apéndice 1) fueron liberados en la parte sudeste del Area 4 en marzo (Crucero 32); los más grandes podían haber sido peces que entraron en la pesquería en la parte septen-

trional del Panamá Bight en el mes de abril anterior y los más pequeños, los cuales alcanzaron la talla de capturabilidad unos meses anteriores en el Area 4 y/o 5. Los peces que fueron liberados en la parte nordeste del Area 4 en agosto (Crucero 35) no fueron medidos, pero aquellos recapturados en diciembre tenían solo 65-75 cm de longitud, así que solo debían haber tenido unos 50-60 cm de longitud cuando fueron liberados. Es posible que estos peces hubieran estado en las Islas Revillagigedo o Tres Mariás en los meses de junio y julio anteriores, y que hubieran migrado al este o al sur en vez de al norte o noroeste, como sería apropiado para peces del grupo septentrional. Sin embargo, no existe evidencia según las liberaciones de marcas de que este hubiera sido el caso, aunque cinco peces liberados durante noviembre 1956-febrero 1957 en las Islas Tres Mariás fueron recapturados durante febrero-junio 1957 en la parte nordeste del Area 4. Peces marcados de unos 80-110 cm (Apéndice 1) fueron liberados en la parte sudeste del Area 4 en abril (Crucero 33); estos tenían aproximadamente la misma longitud que los peces grandes liberados en el Crucero 32 en marzo. Algunos de éstos, especialmente los de un tamaño mayor de unos 90 cm, podían haber estado en la parte septentrional del Panamá Bight como peces de 50-60 cm en el mes de abril anterior y al sur de Panamá occidental y Costa Rica y en el Area 5 como peces de 60-70 cm en los meses de julio-octubre anteriores. Algunos otros, especialmente los de talla más pequeña que los 100 cm, podían haber estado en la parte nordeste del Area 4 como peces de 50-60 cm en el mes de agosto anterior o al sur de Panamá occidental y Costa Rica y en el Area 5 como peces de 45-65 cm en los meses de setiembre-octubre anteriores (véase Apéndice 1, Area 5, Crucero 39).

Las cantidades de peces marcados liberados fueron especialmente inadecuadas entre las Islas Tres Mariás y Panamá occidental, así que el conocimiento de las migraciones de los peces en esta área es muy fragmentario. Las migraciones presentadas por los experimentos que han sido realizados puede que sean menos importantes que otros que no han sido descubiertos debido a que no se liberaron suficientes peces marcados en los lugares apropiados en las épocas apropiadas. Es especialmente interesante observar que buenas cantidades de peces se movieron del Area 4 al Area 5, y del Area 5 al Area 6, así que tal vez la migración sudoriental es tan importante como la del noroeste. Algunos movimientos lejos de la costa han sido también presentados; indudablemente se hubieran podido descubrir más de éstos si hubiera habido más pesca cerca al litoral durante el período de 1952-1965.

Los peces que migraron hacia el sur no viajan tan lejos como los que migran hacia el noroeste. Los peces liberados en abril en la parte septentrional del Panamá Bight aparecen en ambas áreas 8 y 9 aproximadamente desde el mes de setiembre siguiente hasta marzo. Sus longitudes en abril, setiembre y marzo fueron de unos 50-60 cm (Apéndice 1), 60-70 cm y 70-85



cm, respectivamente. Parece que crecieran más lentamente que los peces que se desplazan hacia el noroeste. Ningún pez marcado liberado en el Area 6 fue retornado del Area 10, y solo uno fue retornado del Area 11. La mayoría de las liberaciones de peces marcados en Areas 8 y 9 fueron realizadas en junio-diciembre y comprendieron peces de unos 50-60 cm de longitud (Apéndice 1). Estos aparentemente no pertenecen al mismo subgrupo que los peces de 50-60 cm que fueron liberados en abril en el Area 6. Los peces liberados en las Areas 8 y 9 vinieron probablemente a esas áreas desde el norte y el oeste cuando eran pequeños, o posiblemente del oeste cuando tenían de unos 40-60 cm de longitud. Cinco peces marcados liberados en el Area 7 fueron retornados de las Areas 8 y 9 (Tabla 6), así que es posible que una considerable porción de los reclutas de las Areas 8 y 9 pasen a través de las Islas Galápagos. Los 24 peces marcados liberados en el Area 9 que fueron retornados de las Areas 10 y 11 tenían cerca de 50-65 cm de longitud cuando fueron liberados durante julio-enero, así que aparentemente estos formaban también parte del subgrupo de peces que hace su primera aparición en las Areas 8 y 9, en vez de en el Area 6. El hecho de que solo un pez liberado en el Area 6 fuera retornado de las Areas 10 y 11 es otra confirmación de esta hipótesis. La característica más sobresaliente de las migraciones de los peces al sur de la parte septentrional de Panamá Bight fue su fuerte tendencia a dirigirse al Golfo de Guayaquil si eran liberados en cualquiera otra parte y a permanecer si provenían de allí.

No hay desove o muy poco en las Areas 9, 10 y 11, y posiblemente también en las Areas 6, 7 y 8 (Orange, 1961; Klawe, 1963; Kume y Schaefer, 1966; Matsumoto, 1966; Kume y Joseph, 1969), y la proporción de peces grandes en esa región es inferior a la de las Areas 4 y 5. Parece probable que cuando los peces crecen y se acercan a la madurez migran al oeste o noroeste a las áreas en las que el desove tiene lugar. Sin embargo, la única evidencia de esto es el retorno de las Islas Galápagos de tres peces marcados liberados en las Areas 6 y 9 después de haber estado en libertad de 7 a 13 meses, y el retorno 36 meses más tarde del oeste de las Islas Galápagos de un pez marcado liberado en el Area 6. Hay muy poca oportunidad de obtener retornos de marcas de peces que se desplazan lejos del litoral debido a que se realizó poca pesca allí durante el período de 1952-1965.

### **Atún barrilete**

Existen dos grupos principales de barriletes en las partes del Océano Pacífico oriental en los que la pesca tuvo lugar durante el período bajo consideración. El grupo septentrional aparece en las Areas 1 y 3 y en la parte septentrional del Area 2 (Golfo de California), y el grupo meridional desde el Area 5 hasta la parte septentrional de Chile. Sin embargo, la distribución geográfica de los peces varía algo de un año a otro, de acuerdo a la temperatura superficial del mar, y probablemente también a otros factores. En 1956, un año en el que las temperaturas superficiales del mar

fueron inusitadamente bajas, la distribución de los peces fue continua desde el Area 1 al Area 9 (Joseph y Calkins, 1969). El retorno de marcas indica que existe poco intercambio de peces de la distribución de tamaño capturada en el Océano Pacífico oriental a través del área de agua cálida de la parte meridional de México.

### **Grupo septentrional**

Aparentemente los peces jóvenes entran a la región septentrional del sur, principalmente via las Islas Revillagigedo (Figura 89). Rothschild (1965) postuló que los peces de esta región se originan del desove en el Océano Pacífico central, en su mayoría al sur de las Islas Hawaianas. Declaró que evitan el agua con una temperatura de más de 28°C, y que la migración hacia el este ocurre probablemente apenas al norte de la célula de agua cálida localizada frente a la costa mexicana la cual se prolonga al norte hasta cerca de los 15°N. Williams (1969) cree que los 29°C forman un límite de temperatura alto más realístico, y que los peces migran hacia el este a lo largo de la "banda de productividad zonal" localizada a unos 10°N.

Existe una migración substancial hacia el norte de peces pequeños de las Islas Revillagigedo al área frente al Cabo San Lucas durante mayo y junio. Algunos de los peces entran al Golfo de California, pero se cree que este sea un movimiento temporal prior a la migración del norte a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California, que toma lugar de mayo a setiembre. Esta migración se extiende generalmente hasta cerca de los 30°N, pero varía algo de un año a otro de acuerdo a la temperatura superficial del mar, y probablemente también a otros factores. Durante el período de la migración septentrional los peces por lo general son explotados fuertemente, y sus cantidades grandemente reducidas (Fink, 1965a). Por ejemplo, las tasas de retorno de los peces marcados liberados en el Area 1 en 1962 (Crucero 42) y 1963 (Crucero 43) fueron 26.2 y 44.1%, respectivamente (Tabla 1). Esta fuerte explotación es probablemente responsable por el hecho de que pocos peces marcados liberados en el Area 1 fueran recapturados después de unos 60 días en libertad.

Desde setiembre a noviembre o diciembre existe una migración meridional a lo largo de la costa occidental de la península de Baja California. La mayoría de estos peces se desvían hacia el oeste al Océano Pacífico central, en donde eventualmente se reproducirán (Rothschild, 1965), mientras otros continúan hacia el sur al Area 3, alcanzando esta área aproximadamente a fines del año. Algunos de estos últimos pueden pasar el invierno en el Area 3, y otros pueden migrar de allí al Océano Pacífico central o a las Areas 2 o 4. La mayoría de aquellos que pasan el invierno en las Areas 2 y 3 probablemente repetirán la migración septentrional desde allí, hasta cerca de los 30°N en la primavera y verano siguientes,

mientras que aquellos que se dirigen al Area 4 posiblemente se quedarán allí o se dirigirán al Océano Pacífico central.

Se conoce que un pez marcado liberado cerca de las Islas Tres Marías en el invierno se desplazó hacia el norte a Cabo San Lucas, y otros 15 fueron retornados del área de liberación poco tiempo después de haber sido liberados. Es posible que exista una considerable mezcla entre estos peces y aquellos de las Areas 1 y 3.

#### **Grupo meridional**

Las migraciones de los peces del grupo meridional (Figura 90) son aparentemente mucho más complejas que aquellas de las del grupo septentrional. Rothschild (1965) postuló que los peces de la región meridional, como los de la región septentrional, provienen del desove en el Océano Pacífico central, y se desplazan hacia el este apenas al sur de la célula de agua cálida frente a la costa mexicana, la cual se prolonga al sur hasta cerca de los 5° o 10° N, dependiendo de la estación. Williams (1969 y comunicación personal) cree que se desplazan hacia el este a lo largo de las "bandas de productividad zonal" localizadas cerca del ecuador y a unos 10°N, y aparecen primero en la pesca del Pacífico oriental en la vecindad de las Islas Galápagos y la Isla Cocos.

La mayoría de los peces jóvenes que aparecen primero en la parte septentrional del Panamá Bight en abril no permanecen allí mucho tiempo, pero en cambio se desplazan rápidamente al noroeste o al sur a lo largo de la costa. Las proporciones que se desplazan en estas dos direcciones varían considerablemente de un año a otro, esto dependiendo posiblemente de las diferencias en las temperaturas superficiales del mar.

Los peces que se desplazan hacia el noroeste no viajan tan lejos como aquellos que migran hacia el sur. Los peces liberados en abril 1961 en la parte septentrional del Panamá Bight fueron fuertemente explotados en esa región en mayo, y luego aparecieron al sur de Panamá occidental y Costa Rica en junio y en el Area 5 en julio. Los peces en estas áreas pueden reunirse con peces que han venido allí sin atravesar la parte septentrional del Panamá Bight. Se ha demostrado que algunos peces migran del Area 5 al sudeste, pero no se conoce el alcance de esta migración.

Los peces marcados liberados en la parte septentrional del Panamá Bight que migran hacia el sur aparecen en ambas Areas 8 y 9 aproximadamente desde el mes de junio siguiente hasta diciembre. Estas dos áreas contienen grandes cantidades de peces en todo tiempo durante el año, y los peces marcados liberados allí se recapturaron generalmente en el mismo lugar aún después de haber estado en libertad durante largos períodos de tiempo, así que aparentemente muchos o la mayoría de los peces allí no se desplazan a otras áreas en el Océano Pacífico oriental. Existe alguna evidencia de que los peces tienden a migrar del Area 9 al Area 8 durante

la primera mitad del año y del Area 8 al Area 9 durante la segunda mitad del año. Unos pocos peces migran de las Areas 8 y 9 a las Areas 5 y 6; sin embargo, existe considerable duda acerca de la autenticidad de los dos retornos del Area 1 de peces marcados liberados en las Areas 8 y 9. Se demostró que algunos peces migraban al sur del Area 9 al Area 10 y del Area 10 al Area 11. Los peces aparecen solo esporádicamente en estas áreas, cuando el agua es más cálida de lo normal. Los peces probablemente se desplazan al Area 11 y del Area 11 en lenguas de agua cálida que se extienden allí provenientes del oeste durante el verano meridional (Wyrcki, 1964: Figuras 2-5 y 13; Stevenson, Guillén y Santoro, 1970).

Posiblemente la mayoría de los peces del grupo meridional se desplazan eventualmente al Océano Pacífico central para desovar, pero no han habido retornos de allí de peces marcados liberados en las Areas 5-11. Los peces liberados en el Area 9 en julio 1962 y recapturados en el Area 7 en mayo 1963 pueden haber estado en ruta a esa área de desove. La falta de esfuerzo de pesca respecto al barrilete en el Océano Pacífico central hace improbable la recaptura allí de peces marcados en el Océano Pacífico oriental.

Según los datos de marcación las migraciones de los peces del grupo meridional no se encuentran bien delineadas. Las cantidades de peces marcados liberados están bastante lejos de ser adecuadas, con excepción posiblemente de las Areas 8 y 9, y a esto se agrega el hecho de que las migraciones aparentemente varían considerablemente de un año a otro, de acuerdo a las condiciones oceanográficas. A causa de que se puede determinar tan poco acerca de las migraciones según los datos de marcación, no aparecen en la Figura 90 muchos números indicando meses.

### SUMARIO

Durante el período 1952-1964 fueron marcadas y liberadas las siguientes cantidades de atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental por la Comisión Interamericana del Atún Tropical, el California Department of Fish and Game y el U. S. Bureau of Commercial Fisheries: 59,547 aleta amarilla; 90,412 barriletes; 136 patudos; 1 barrilete negro. Tanto los aleta amarilla como los barriletes fueron liberados en toda la distribución de la pesquería durante ese período, desde el norte de México hasta el norte de Chile, y principalmente dentro de unas 200 millas de la costa o cerca de islas lejos de la costa. Estas liberaciones dieron como resultado 8,396 retornos de aleta amarilla y 4,381 de barrilete.

Al principio la mayoría de los peces marcados fueron liberados por uno o dos biólogos o técnicos que acompañaban los barcos de carnada comerciales en sus viajes regulares de pesca. Más tarde, cuando las necesidades de marcación vinieron a ser más específicas, se fletaron clippers para capturar peces con este propósito; se embarcaban en ellos cuatro o

cinco biólogos y técnicos. Ambos métodos tuvieron un éxito considerable. Las liberaciones de peces marcados de barcos con redes de cerco en viajes regulares de pesca han producido mucho menos cantidades de retornos.

Parece que existan dos grupos principales de atún aleta amarilla en las partes del Océano Pacífico oriental en las que tuvo lugar la pesca durante el período bajo consideración. Los peces del grupo septentrional aparecen frente a la costa occidental de Baja California, en el Golfo de California y en las Islas Revillagigedo, y aquellos del grupo meridional, desde las Islas Tres Marías hasta la parte septentrional de Chile. Sin embargo, existe una considerable entremezcla entre los peces de los dos grupos.

Los peces del grupo septentrional aparecen primero en las Islas Revillagigedo aproximadamente en abril, y se mueven hacia el norte a la costa occidental de Baja California en mayo y junio. La migración continúa hacia el norte casi hasta agosto o setiembre; para este tiempo los peces han llegado casi a los 28°N. Los peces luego migran hacia el sur, llegando casi a los 22° o 23° N al final del año. Desde allí probablemente se dispersan a las Islas Revillagigedo y a la costa al sur de aproximadamente los 23°N. En la primavera la mayoría de aquellos que pasan el invierno en las Islas Revillagigedo repiten probablemente la migración del año anterior, mientras la mayor parte de aquellos que lo pasan cerca a la costa probablemente se quedan allí o se dirigen más lejos al sur.

Los reclutas al grupo meridional aparecen en muchos puntos o continuamente a lo largo de la costa desde las Islas Tres Marías hasta la parte central del Perú, pero se conoce poco acerca de aquellos que entran en la pesquería en más áreas que las de la parte septentrional del Panamá Bight y el Golfo de Guayaquil. Los peces que aparecen primero en la parte septentrional del Panamá Bight en abril migran rápidamente al noroeste a Centroamérica y México y al sur al Golfo de Guayaquil. Existe una mezcla considerable en ambas regiones con reclutas que aparecen primero frente a Centroamérica y México y en el Golfo de Guayaquil. La característica más sobresaliente de las migraciones de los peces al sur de la parte septentrional del Panamá Bight es su fuerte tendencia a dirigirse al Golfo de Guayaquil si se liberaban en cualquiera otra parte y a permanecer allí si provenían de este lugar. Sin embargo, algunos peces migraron más lejos al sur, a la parte central del Perú y a la parte meridional del Perú y la parte septentrional de Chile.

Parece que haya también dos grupos principales de atún barrilete en las partes del Océano Pacífico oriental en las que la pesca tuvo lugar durante el período bajo consideración. Los peces del grupo septentrional aparecen frente a la costa occidental de Baja California, en el Golfo de California y en las Islas Revillagigedo, y aquellos del grupo meridional desde Centroamérica hasta el norte de Chile. El área intermedia se encuentra prácticamente desprovista de barrilete, excepto en los años en los que las temperaturas superficiales del mar son inusualmente bajas.

Los peces del grupo septentrional aparecen primero en las Islas Revillagigedo aproximadamente en abril, y se mueven hacia el norte a la costa occidental de Baja California en mayo y junio. La migración continúa hacia el norte hasta casi setiembre; para ese tiempo los peces han casi llegado a los 30°N. Los peces luego migran hacia el sur, llegando casi a los 22° o 23° N a fines del año. Desde allí posiblemente se dispersan a las Islas Revillagigedo y a la costa al sur de aproximadamente los 23°N. La mayoría de ellos, sin embargo, abandonan el área durante la migración otoñal hacia el sur y/o durante el invierno, desplazándose al Océano Pacífico central. En la primavera la mayor parte de los que permanecen en las Islas Revillagigedo y cerca a la costa repiten tal vez la migración del año anterior.

Los reclutas a la región meridional aparecen principalmente en el Panamá Bight o cerca a este lugar. Aquellos que entran a la pesquería en la parte septentrional del Panamá Bight migran rápidamente al noroeste a Centroamérica y al sur al Ecuador. Las proporciones que migran en estas dos direcciones varían considerablemente de un año a otro, dependiendo esto tal vez de las diferencias en las temperaturas superficiales del mar. Posiblemente exista un intercambio estacional de peces entre el Golfo de Guayaquil y la costa del Ecuador; parece que los peces se desplazan desde el Golfo de Guayaquil a la costa del Ecuador durante la primera mitad del año y de la costa del Ecuador al Golfo de Guayaquil durante la segunda mitad del año. Algunos peces se desplazan más lejos al sur a la parte central del Perú y al Perú meridional y la parte septentrional de Chile. Según la marcación de los peces no hay evidencia de que el grupo meridional se desplace al Océano Pacífico central a medida que se vuelven más viejos.

**LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA**

- Alverson, F. G. 1960. Distribution of fishing effort and resulting tuna catches from the eastern tropical Pacific by quarters of the year, 1951-1958 (in English and Spanish). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, **4** (6): 319-446.
- . 1963. Distribution of fishing effort and resulting tuna catches from the eastern tropical Pacific Ocean, by quarters of the year, 1959-1962 (in English and Spanish). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, **8** (6): 317-379.
- Anonymous. 1954. Tuna tagged by commercial vessel "Mayflower" (Cruise C-2-54). *Comm. Fish. Rev.*, **16** (10): 23-24.
- . 1955a. Tuna tagged in south Pacific on commercial clipper "Southern Pacific" (Cruise C-3-54). *Comm. Fish. Rev.*, **17** (2): 18-19.
- . 1955b. Tuna tagged off South America by "Mayflower" (Cruise C-4-54). *Comm. Fish. Rev.*, **17** (3): 26-27.
- . 1955c. Tuna tagged by commercial clipper "Ocean Pride" (Cruise C-55-2). *Comm. Fish. Rev.*, **17** (6): 34-35.
- . 1956. Monthly meteorological charts of the eastern Pacific Ocean. Marine Division of the Meteorological Office, Air Ministry, Great Britain: 122 p.
- . 1960a. Skipjack tuna behavior studies in eastern Pacific. *Comm. Fish. Rev.*, **22** (8): 19-20.
- . 1960b. Tagging returns indicate that skipjack tuna is not a wide-ranging species. *Comm. Fish. Rev.*, **22** (11): 25-26.
- . 1961. Standing Committee on Research and Statistics, International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries, 1961 Annual Meeting: 164 p.
- . 1966. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission 1965 (in English and Spanish): 106 p.
- . 1967. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission 1966 (in English and Spanish): 138 p.
- . 1968. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission 1967 (in English and Spanish): 143 p.
- . 1969. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission 1968 (in English and Spanish): 127 p.
- . 1970. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission 1969 (in English and Spanish): 117 p.

- Barrett, I., and A. R. Conner. 1962. Blood lactate in yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, and skipjack, *Katsuwonus pelamis*, following capture and tagging (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **6** (6): 231-280.
- , and ———. 1964. Muscle glycogen and blood lactate in yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, and skipjack, *Katsuwonus pelamis*, following capture and tagging (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **9** (4): 217-268.
- Blackburn, M. 1965. Oceanography and ecology of tunas. Ocean. Mar. Biol., Ann. Rev., **3**: 299-322.
- . 1970. Conditions related to upwelling which determine distribution of tropical tunas off western Baja California. U. S. Fish Wild. Serv., Fish. Bull., **68** (1): 147-176.
- Blunt, C. E., Jr., and J. D. Messersmith. 1960. Tuna tagging in the eastern tropical Pacific, 1952-1959. Calif. Fish Game, **46** (3): 301-369.
- Broadhead, G. C. 1959. Techniques used in the tagging of yellowfin and skipjack tunas in the eastern tropical Pacific Ocean during 1955-1957. Gulf Carib. Fish. Inst., Proc., **11**: 91-97.
- . 1962. Recent changes in the efficiency of vessels fishing for yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **6** (7): 281-332.
- Broadhead, G. C., and I. Barrett. 1964. Some factors affecting the distribution and apparent abundance of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **8** (8): 417-473.
- Calkins, T. P., and B. M. Chatwin. 1967. Geographical distribution of yellowfin tuna and skipjack catches in the eastern Pacific Ocean, by quarters of the year, 1963-1966 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **12** (6): 433-508.
- Chapman, D. G., B. D. Fink, and E. B. Bennett. 1965. A method for estimating the rate of shedding of tags from yellowfin tuna (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **10** (5): 333-352.
- Davidoff, E. B. 1963. Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean, 1951-1961 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **8** (4): 199-251.
- . 1965. Estimation of year class abundance and mortality of yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **10** (6): 353-393.



- Díaz, E. L. 1966. Growth of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, in the eastern Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Internal Rep., 2: 18 p.
- Eber, L. E., J. F. T. Saur, and O. E. Sette. 1968. Monthly mean charts sea surface temperature North Pacific Ocean 1949-62. U. S. Fish Wild. Serv., Circ., 258.
- Fink, B. D. 1965a. Estimations, from tagging experiments, of mortality rates and other parameters respecting yellowfin and skipjack tuna (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 10 (1): 1-82.
- . 1965b. A technique, and the equipment used, for tagging tunas caught by the pole and line method (summary in Spanish). Cons. Perm. Inter. Explor. Mer, Jour. 29 (3): 335-339.
- Forsbergh, E. D. 1969. On the climatology, oceanography and fisheries of the Panama Bight (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 14 (2): 45-385.
- Godsil, H. C. 1938. The high seas tuna fishery of California. Calif. Dept. Fish Game, Fish. Bull., 51: 41 p.
- Hennemuth, R. C. 1961. Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean for the years 1954-1958 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 5 (1): 1-112.
- Jones, R. 1959. A method of analysis of some tagged haddock returns. Cons. Perm. Inter. Explor. Mer, Jour., 25 (1): 58-72.
- . 1966. Manual of methods for fish stock assessment, Part IV —marking (in English, French, and Spanish). FAO, Fish. Tech. Pap., 51, Suppl. 1.
- Joseph, J., F. G. Alverson, B. D. Fink, and E. B. Davidoff. 1964. A review of the population structure of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 9 (2): 53-112.
- Joseph, J., and T. P. Calkins. 1969. Population dynamics of the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) of the eastern Pacific Ocean (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 13 (1): 1-273.
- Kikawa, S. 1962. Studies on the spawning activity of the Pacific tunas, *Parathunnus mebachi* and *Neothunnus macropterus*, by gonad index examination. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Occ. Rep., 1: 43-56.

- Klawe, W. L. 1963. Observations on the spawning of four species of tuna (*Neothunnus macropterus*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard* and *Euthynnus lineatus*) in the eastern Pacific Ocean, based on distribution of their larvae and juveniles (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **6** (9): 447-540.
- Klawe, W. L., J. J. Pella, and W. S. Leet. 1970. The distribution, abundance and ecology of larval tunas from the entrance to the Gulf of California (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **14** (4): 505-544.
- Kume, S., and J. Joseph. 1969. The Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean east of 130°W, 1964-1966 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **13** (2): 275-418.
- Kume, S., and M. B. Schaefer. 1966. Studies on the Japanese long-line fishery for tuna and marlin in the eastern tropical Pacific Ocean during 1963 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **11** (3): 101-170.
- Marr, J. C., and M. B. Schaefer. 1949. Definitions of body dimensions used in describing tunas. U. S. Fish Wild. Serv., Fish. Bull., **51** (47): 241-244.
- Matsumoto, W. M. 1966. Distribution and abundance of tuna larvae in the Pacific Ocean: p. 221-230. In T. A. Manar (editor), Proceedings of the Governor's Conference on Central Pacific Fishery Resources, State of Hawaii: viii + 266 p.
- Orange, C. J. 1961. Spawning of yellowfin tuna and skipjack in the eastern tropical Pacific, as inferred from studies of gonad development (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **5** (6): 457-526.
- Orange, C. J., and G. C. Broadhead. 1959. 1958-1959—a turning point for tuna purse seine fishing? Pacific Fisherman, **57** (7): 20, 22, 25, 27.
- Psaropulos, C. T. (editor). 1966. Computer program manual. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Internal Rep., 1.
- Renner, J. A. 1963. Sea surface temperature monthly average and anomaly charts eastern tropical Pacific Ocean, 1947-58. U. S. Fish Wild. Serv., Spec. Sci. Rep.—Fish., 442: iii + 57 p.
- Rothschild, B. J. 1965. Hypothesis on the origin of exploited skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the eastern and central Pacific Ocean. U. S. Fish Wild. Serv., Spec. Sci. Rep.—Fish., 512: iii + 20 p.

- Schaefer, M. B., B. M. Chatwin, and G. C. Broadhead. 1961. Tagging and recovery of tropical tunas, 1955-1959 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 5 (5): 341-355.
- Schaefer, M. B., and C. J. Orange. 1956. Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in three areas of the eastern Pacific Ocean, by examination of gonads (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 1 (6): 281-349.
- Shimada, B. M., and M. B. Schaefer. 1956. A study of changes in fishing effort, abundance, and yield for yellowfin and skipjack tuna in the eastern tropical Pacific Ocean (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 1 (7): 347-469.
- Simpson, G. G., A. Roe, and R. C. Lewontin. 1960. Quantitative Zoology, Revised Edition. Harcourt, Brace and Company, New York: vii + 444 p.
- Stevenson, M. R., O. Guillen G., and J. Santoro de Y. 1970. Marine Atlas of the Pacific Coastal Waters of South America (in English and Spanish). University of California Press, Berkeley: 23 p. + charts.
- Ueyanagi, S. 1969. Observations on the distribution of tuna larvae in the Indo-Pacific Ocean with emphasis on the delineation of the spawning areas of albacore, *Thunnus alalunga* (in Japanese with English summary). Far Seas Fish. Res. Lab., Bull., 2: 177-256.
- Williams, F. 1969. Studies on skipjack ecology and biology bearing on their offshore distribution. Eastropac, Information Paper, 10: 66-72.
- Wyrтки, K. 1964. The thermal structure of the eastern Pacific Ocean (summary in German and French). Deut. Hydro. Inst., Ergän. Reihe, 8 (6): 84 p.

**APPENDIX 1.** Lengths in centimeters at release of the yellowfin which were released and of the yellowfin which were returned, by area of release and cruise number. The cruises with less than 30 fish measured at release are not listed individually, but are included in the area totals. Some fish were not measured at release, and for this reason some of the numbers of fish released in this table are less than the corresponding numbers in Table 1.

**APENDICE 1.** Longitud en centímetros a tiempo de liberación de los aleta amarilla que fueron liberados y de los aleta amarilla que fueron retornados, por área de liberación y número de crucero. Los cruceros con menos de 30 peces medidos a tiempo de liberación no se encuentran enumerados individualmente, pero se incluyen en los totales de las áreas. Algunos peces no fueron medidos a tiempo de liberación, y por esta razón algunas de los números de los peces liberados en esta tabla son inferiores a los números correspondientes de la Tabla 1.

Length in centimeters	Area 1														Total	
	21		22		23		29		30		42		43			
Longitud en centímetros	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.
	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.
30					4						3				7	
35					49	1					10				59	1
40			5		256	2	11		10		131	42			413	44
45	29	1	43	2	439	10	23		39		515	199	4	1	1,092	213
50			93	12	460	14	107	2	152	20	1,384	651	246	146	2,442	845
55	20	4	50	8	159	8	16	1	151	17	1,332	650	740	467	2,468	1,155
60			83	15	99	4	9		80	8	897	453	1,387	884	2,555	1,364
65	75	30	43	5	35	2	9		10	2	258	137	786	562	1,216	738
70	1		53	15	8	2			7		53	25	201	142	323	184
75	35	10	13	3	2						24	14	20	14	94	41
80			6		2						10	7	4	3	22	10
85					2	1					4	1			6	2
90					1										1	
95					1										1	
Total	160	45	389	60	1,517	44	175	3	449	47	4,621	2,179	3,388	2,219	10,699	4,597

APPENDIX 1. (Continued)

Length in centimeters	25		Area 2				Total		21		Area 3 33		Total	
	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.
35											1		1	
40			3				3				29	1	29	1
45			2				2		17		136	8	153	8
50	4		14	1	1	1	19	2	1		370	27	371	27
55	35		9		5	2	49	2	34	1	124	14	159	15
60	154		9	1	8	4	171	5			178	16	179	16
65	26				15	6	41	6	22		23	3	50	3
70	31	5			16	8	47	13	1		19	1	20	1
75	3	1			4	4	7	5	1		4		5	
80	83	6			2		86	6			9		9	
85	6						6				2		2	
90	5	1					6	2						
95														
100	18	1					18	1						
105	13						13							
110	18	1					18	1						
115	17	1					17	1						
Total	413	16	37	2	51	25	503	44	76	1	895	70	978	71

TUNA MIGRATIONS

## APPENDIX 1. (Continued)

Length in centimeters	17		Area 4				Total		20		Area 5				Total	
	Rel.	Ret.	32 Rel.	Ret.	33 Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	36 Rel.	Ret.	39 Rel.	Ret.	Rel.	Ret.
40																
45													6		7	
50			6				6		21				33	4	34	4
													3	1	26	1
55	2						2		1				25	3	28	3
60	14		106	3			120	3	11				2		21	
65	11		7	2			18	2	22				25	1	59	1
70	12	1	119	3	2		133	4			82	2	3		91	2
75					1		2				103	4			107	4
80			2			36	8	38	8		201	5			203	5
85						74	9	74	9		96	4			97	4
90			4			219	47	224	47		2				2	
95						277	47	277	47							
100			3			309	45	329	45							
105			3			88	13	91	13							
110			5	1		48	7	53	8							
115			4			18	3	22	3							
120						22	1	22	1							
125						6		6								
130						9	2	9	2							
135						5	2	5	2							
140						5		5								
145						1		1								
Total	39	1	259	9	1,120	184	1,437	194	55	0	484	15	97	9	675	24

FINN AND BAYLIFF

APPENDIX 1. (Continued)

Length in centimeters	19		20		27		31		Area 6 38		39		45		Peru, 1962		Total		
	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	
25					1													1	
30					3		1		12						13			29	
35					6		1		42						1	1		50	1
40			69		22		2		6		27		1					127	
45	3		89		276	2	2		1				12					387	2
50	62		28		5,208	33			3,532	272	13		24	5				8,872	310
55	71		59		685	3	4		1,707	156			29	6	1,034	68		3,596	233
60	110		20		59	1	9		1,383	175	90	13	97	18				1,769	207
65	30		31		7		17		358	24	35	4	33	6				512	34
70	6						2		279	25	57	8	17	6				361	39
75	1								6		51	5	15	4				73	9
80									13	2	2		13	3				28	5
85													1					1	
Total	283	0	296	0	6,267	39	38	0	7,339	654	275	30	242	48	1,048	69		15,806	840

Length in centimeters	Area 7				Area 8				Peru, 1959	Peru, 1959
	31	39	45	Total	19	20	Ecuador, 1959	Ecuador, 1960		
	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.
30	2			2			4			
35	31		13	44			7			
40	13	1	40	54	1		13	5	6	20
45	9		42	55		6	15	4	4	13
50	12	4	29	46	1	46	1	24	6	15
55	20	1	10	30	1	27		2		1
60	101	4	36	138	8	6	2	41	2	55
65	171	8	64	235	9	2	3	11		13
70	17	1	24	41	1	2		2		
75	1	1	19	20	1	1				
80						2				
Total	377	15	148	665	22	92	2	88	4	65

TUNA MIGRATIONS

## APPENDIX 1. (Continued)

Length in centimeters	Area 8 (continued)				Area 9				Peru, 1959		Peru, 1960		Peru, 1961				
	Peru, 1960		Peru, 1962		Total		15	17	20	24	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.		
	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.		
30				4													
35	1			8							2	1					
40	18			82	1					4	169	10	10				
45	41	1		97	1					13	127	10	51	4			
50	40	4	38	3	152	9				47	101	12	151	7	666 174		
55	2		32	3	111	5				46	3	23	1	162	27		
60					109	17				1	1	44	4	230	35		
65					17									23	5		
70					21	7											
75					2												
80					2												
Total	102	5	70	6	605	40	189	1	36	4	48	5	131	7	814 100	436 50	2,697 1,117

Length in centimeters	Area 9 (continued)				Area 10				Area 11										
	Peru 1962		Total		15		17		26		28		Total		17		Total		
	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.	Rel. Ret.		
35			2	1															
40			183	10															
45	3	1	246	16	1	1	1	6	12		13	3	2						
50	37	13	1,004	208	1	1	208	6	12		13	3	234	10					
55	571	235	1,738	577	23				39	1	5	1	71	2					
60	341	155	2,011	868					19	2	68	4	87	6					
65	32	16	162	25	13				3				16			4	4		
70			3	1												8	8		
75			25						9				9			33	34		
80																3	3		
85																	1		
Total	984	420	5,374	1,706	47	1	209	6	73	3	86	8	419	18		48	1	50	1



**APPENDIX 2.** Lengths in centimeters at release of the skipjack which were released and of the skipjack which were returned, by area of release and cruise number. The cruises with less than 30 fish measured at release are not listed individually, but are included in the area totals. Some fish were not measured at release and for this reason some of the numbers of fish released in this table are less than the corresponding numbers in Table 1.

**APENDICE 2.** Longitud en centímetros a tiempo de liberación de barriletes que fueron liberados y de los barriletes que fueron retornados, por área de liberación y número de crucero. Los cruceros con menos de 30 peces medidos a tiempo de liberación no se encuentran enumerados individualmente, pero se incluyen en los totales de las áreas. Algunos peces no fueron medidos a tiempo de liberación, y por esta razón algunas de los números de los peces liberados en esta tabla son inferiores a los números correspondientes de la Tabla 1.

Length in centimeters	21		22		29		Area 1 30		42		43		Total		Area 2 Total	
	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.
Longitud en centímetros	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.	Lib.	Ret.
30									5	2			5	2		
35			5						9	2			14	2		
40			111		5		6		411	54	5	1	538	55		
45	27		207		35		51		1,005	177	142	64	1,467	241		
50			327	12	746	1	443	7	1,321	334	849	376	3,686	730		2
55	124	12	221	3	192	1	240	2	845	317	460	158	2,091	493	1	1
60			209	4	31	1	54	1	233	110	43	38	570	154		
65	84	11	9	1	1		5	1	20	13	4	2	123	28		
70			1						1	1			2	1		
75									1				1			
Total	235	23	1,090	20	1,010	3	799	11	3,851	1,010	1,503	639	8,497	1,706	3	1

TUNA MIGRATIONS

## APPENDIX 2. (continued)

Length in centimeters	Area 3		Area 5				Area 6				Total								
	21	Rel. Ret.	39	Rel. Ret.	Total	Rel. Ret.	19	Rel. Ret.	27	Rel. Ret.	31	Rel. Ret.	38	Rel. Ret.	45	Rel. Ret.	Total	Rel. Ret.	
35															1		1		
40											19				44	1	63	1	
45	83		1		1						8				139	6	147	6	
50	1						9		1,454	36	8		49		122	11	1,644	47	
55	88	1		7	7			33			15				77	11	145	14	
60				131	6	131	6	45	1		3				15	2	63	3	
65	2							4					16		3		26		
70					2														
Total	174	1		139	6	141	6	91	1	1,454	36	53	0	65	0	401	31	2,089	71

Length in centimeters	Area 7			Area 8							Total									
	31	Rel. Ret.	Total	19	Rel. Ret.	20	Rel. Ret.	24	Rel. Ret.	37	Rel. Ret.	Ecuador, 1960	Rel. Ret.	Ecuador, 1961	Rel. Ret.	Peru, 1962	Rel. Ret.	Total	Rel. Ret.	
30												1						1		
35	11		12			1										9	3	10	3	
40	68		74											59		2	1	61	1	
45	38	1	47	1	1	2		3				226	1	388	26	13	5	634	32	
50	54	1	65	1	23	1	36	3	54	1		141	2	1,124	88	10	4	1,391	99	
55	90		90		37		336	13	109	2	70	4	35	1	46	1	17	4	679	25
60	10		17		61		28	1	51					3		4	2	148	3	
65	2		2		13													13		
70					5													5		
Total	273	2	307	2	140	1	403	17	217	3	70	4	403	4	1,620	115	55	19	2,942	163

APPENDIX 2. (continued)

Length in centimeters	15		17		19		Area 9 20		24		Peru, 1962		Total	
	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.
30														10
35														4
40				3					45	1				50 2
45	187			1					95	3	5	1		288 4
50	2	2		47		10			548	10	88	45		696 57
55	228			95		43		106	4	149	4	63	27	685 35
60				6		38	1			96		10	3	150 4
65	14					1				1				16
70						1								1
Total	431	2		152	0	93	1	106	4	934	18	166	76	1,900 102

TUNA MIGRATIONS

Length in centimeters	15		17		Area 10				Total		15		17		Area 11 24		37		Total			
	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.		
40				2					293	3	295	3										
45	18			7				20	1		46		15		50			98		163		
50				27	1	428	8	670	6	336	1	1,461	16	1	1		4	1,185	3	1,191 4		
55	36			18	1	159	1	341	2	1	555	4	228			22	1			250 1		
60	1	1		26				86			113	1			355	2	9			364 2		
65	4							2			6		161		9					170		
Total	59	1		80	2	587	9	1,119	8	631	4	2,476	24	405	1	415	2	35	1	1,283	3	2,138 7