

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín
Vol. VII, No. 5

**THE FOOD OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNAS IN THE
EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN**

**EL ALIMENTO DEL ATUN ALETA AMARILLA Y DEL BARRILETE
EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL**

by — por
FRANKLIN G. ALVERSON

La Jolla, California
1963

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	295
ACKNOWLEDGEMENTS.....	296
REVIEW OF LITERATURE.....	296
METHODS AND MATERIALS.....	299
Sampling areas and number of stomachs collected.....	299
Source of samples.....	300
Laboratory procedures.....	300
Number and size of fish examined.....	301
RESULTS.....	302
Yellowfin.....	302
Areal variations.....	303
Variations with size (and age), and with area.....	304
Skipjack.....	307
Areal variations.....	308
Variation with size (and age).....	309
Empty stomachs.....	309
Feeding selectivity of yellowfin.....	310
Food of yellowfin near offshore islands and banks.....	311
FIGURES—FIGURAS.....	313
<hr/>	
TABLES—TABLAS.....	320

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
INTRODUCCION.....	368
RECONOCIMIENTO.....	369
REVISION DE LITERATURA.....	370
METODOS Y MATERIALES.....	373
Areas de muestreo y número de estómagos recolectados.....	373
Origen de las muestras.....	374
Procedimiento de laboratorio.....	374
Cantidad y tamaño de los peces examinados.....	375
RESULTADOS.....	376
El atún aleta amarilla.....	376
Variaciones en las áreas.....	377
Variaciones con respecto al tamaño (y edad y con el área).....	378
Barrilete.....	381
Variaciones en las áreas.....	383
Variación con el tamaño (la edad).....	384
Estómagos vacíos.....	385
Selectividad alimentaria del atún aleta amarilla.....	386
El alimento del atún aleta amarilla cerca de las islas y de los bancos mar afuera.....	387
<hr/>	
LITERATURE CITED—BIBLIOGRAFIA.....	389

THE FOOD OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNAS IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN

by

Franklin G. Alverson(1)

INTRODUCTION

The tropical tuna fishery in the Eastern Pacific Ocean is sustained, for the most part, by two species, the yellowfin (*Neothunnus macropterus*) and the skipjack (*Katsuwonus pelamis*). A third species, the bigeye (*Parathunnus sibi*), is taken in small quantities (less than 1,000 tons annually) and has been included in the catch statistics for yellowfin tuna. Both the yellowfin and skipjack have a cosmopolitan distribution in the warmer seas of the world; in general, skipjack are found in waters within the temperature range 66-83°F while yellowfin are found in waters within the temperature range 68-85°F. They are the object of intensive fisheries in nearly all parts of the world ocean where they are present in commercially catchable aggregations.

In the Eastern Pacific, these tunas are fished, in season, from Cedros Island, Mexico, to northern Chile, and near the offshore islands including Alijos Rocks, Revillagigedos, Clipperton, Cocos and Galapagos (see Figure 1). In years when the oceanic waters are warmer than usual, e.g., 1957, 1958 and 1959, the tunas are fished commercially as far north as Southern California (Calif. Bur. Mar. Fish., 1960a and 1960b; Alverson, 1960; and Radovich, 1961). The skipjack are most abundant at the two extremes of their geographical range, because of a preference for waters of cooler temperatures (Alverson, 1960; and Broadhead and Orange, 1960). The yellowfin are usually most abundant, on the other hand, near the center of their range, along the Mexican coast and Central America, where warmer waters prevail. United States landings of these two species in 1960 from the Eastern Pacific were approximately 113,000 tons of yellowfin and 46,000 tons of skipjack (Schaefer, 1961).

The tunas are highly mobile and capable of moving great distances in a short time (Blunt and Messersmith, 1960; and Schaefer, Chatwin and Broadhead, 1961). Studies by the staff of the Commission have shown that there are considerable changes in the distribution of both species from year to year, and from quarter to quarter in the same year (Shimada, 1958; and Alverson, 1959 and 1960). Some of these distributional changes can be attributed to changes in the temperature regime, especially at the two extremes of the geographical distribution (Alverson, 1959; and Black-

(1) Present address Van Camp Seafood Company

burn *et al.*, 1962), where the temperature seasonally becomes too cold for these species. There is apparently also some relationship between high water temperature and distribution of skipjack, which tend to avoid surface waters over 83°F, in the region from Cape Corrientes, Mexico, to Punta Burica, Costa Rica-Panama (see Figure 1). Within those areas, and seasons, where the water temperatures are compatible for the tunas, food may play an important part in their distributional variations.

Knowledge of the kinds of organisms eaten by tunas, and the relative importance of different kinds of organisms in different situations, is of importance to our understanding of regional and local aggregations and of the behavior of the tropical tunas. Determination of the relative importance of benthic forms in the stomachs of tunas captured in the vicinity of islands and offshore banks, compared with the forms found in the stomachs of those from oceanic areas, distant from these shoal areas, is useful to the understanding of the mechanisms by which the islands and banks attract tuna. A thorough knowledge of the diet may also reveal more about the seasonal and annual variations in the distribution of these fish along the coasts of Mexico, Central America and elsewhere. A knowledge of the diet of the tunas is basic to quantitative studies of the zooplankton and nekton in the Eastern Pacific Ocean with reference to the production of tunas. Studies of the diet of the tropical tunas by examination of stomach contents was, therefore, commenced in late 1957.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks the management and employees of the canneries in San Diego and San Pedro for their cooperation in the collection of stomach samples within their plants. Mr. Robert Umlor was responsible for the collection of stomach samples at the canneries in San Diego and Mr. Craig Orange was responsible for those collected in San Pedro.

The author is indebted to Dr. Carl L. Hubbs, Dr. Elbert H. Ahlstrom, Dr. Grace Orton and Mr. Robert Wisner for assistance in the identification of the fishes. The amphipods were identified by Dr. Thomas E. Bowman and the cephalopods by Dr. Gilbert L. Voss. Many of the decapod crustacea were identified by Dr. Fenner A. Chace.

REVIEW OF LITERATURE

Reintjes and King (1953) have summarized investigations prior to 1953 on the food of yellowfin caught in the Central Pacific Ocean. Their data are both quantitative and qualitative, and give an excellent account of the food habits of the yellowfin in that region. The work of these authors, the literature they summarize, and more recent publications by King and Ikehara (1956), Watanabe (1958 and 1960), and Legand and Desrosieres (1960) all indicate that the diet of the yellowfin, in the Central

and Western Pacific and Indian Ocean, is quite varied. Apparently, however, only a few kinds of the numerous forage organisms present in a given locality are taken in quantity.

Reintjes and King (1953) reported finding 38 families of fish and 10 orders of invertebrates in the stomachs of yellowfin caught in the Central Pacific, but noted that only seven families of fish and three orders of invertebrates contributed more than two per cent of the total food volume examined. The important families of fish and their contributions to the total volume examined were: Carangidae (11 per cent), Scombridae (9 per cent), Bramidae (4 per cent), Exocoetidae (3 per cent), Balistidae (2 per cent), Acanthuridae (2 per cent), and Tetraodontidae (2 per cent). The important orders of invertebrates and their per cent of the total volume examined were: Decapoda, squids (26 per cent), Decapoda, crustacea (20 per cent) and Stomatopoda (5 per cent). In the aggregate, these few fish families and orders of invertebrates, of the many encountered, comprised 84 per cent of the total volume examined. Ronquillo (1953) and Watanabe (1958) record similar data for yellowfin captured in the Western Pacific and Indian Oceans. They did not record the volumes of the various items found, but rather the total number of times an item appeared in the stomachs examined. Nevertheless, from the evidence presented by Ronquillo, it appears that only six families of fish and two orders of invertebrates, of the 36 families of fish and seven orders of invertebrates recorded, contributed the greatest share of the diet. Watanabe's data indicated that only seven families of fish and two orders of invertebrates, of the 37 families of fish and eight orders of invertebrates noted, comprised the greatest portion of the food consumed. The dominance of only a few of the diverse forage items eaten is not peculiar to the yellowfin among the tunas, as similar results were obtained by McHugh (1956) for the albacore (*Germo alalunga*), by King and Ikehara (1956) for the bigeye and by Yuen (1959) for the skipjack.

Information on the food of yellowfin caught in the Atlantic Ocean is sparse, but it also indicates that they eat a considerable variety of organisms. Beebe (1936) found representatives of nine families of fish and four orders of invertebrates plus sargassum, bark and a leaf in the stomachs of seven yellowfin caught in the West Indies. Postel (1954) found representatives of 13 families of fish and three orders of invertebrates in the stomachs of 58 yellowfin captured off Cape Verde, French West Africa. A total of 15 families of fish and eight orders of invertebrates have been noted from the stomachs of eight fish caught on trolling gear off the South Atlantic Coast of the United States (Anderson, Gehringer and Cohen, 1956; Anderson and Gehringer, 1958, 1959a, 1959b, and 1959c).

Walford (1937) states that the stomachs from yellowfin caught in the Eastern Pacific, presumably off Baja California, contained flying fish, sauries, sardines, copepods, shrimp, crab larvae, spiny lobsters, squids, and

other molluscs not protected by shells. The only specific dietary item recorded for yellowfin in the Baja California area is the "red crab," *Pleuroncodes planipes* (Steinbeck and Ricketts, 1941). The only quantitative and qualitative information available for the Eastern Pacific waters is that of Juhl (1954) and Blunt (1960), both reporting on yellowfin taken on long-line gear off Central America. Juhl examined the stomach contents of ten fish (size range 1072-1714 mm.) which contained, in the aggregate, 2,287 ml. (displaced volume) of food. The contents, by volume, were: squid 1.5 per cent; a portunid crab, *Euphyllax dovii*, 18.7 per cent; and fish 79.8 per cent. *Auxis* sp. (frigate mackerel) was the only fish identified and comprised 78 per cent of the fish remains. Blunt, who examined 3 surface and 15 subsurface-caught fish, 720-1550 mm. in length, reported their diet as 51 per cent crustacea, 13 per cent cephalopods and 36 per cent fish, by volume. The total aggregate volume (displacement) of the stomach contents examined was 2,914 ml. The crustacean remains were all portunid crabs (*Portunus affinis*) and the cephalopods were mainly squids, with some argonauts. He noted 10 families of fish; Katsuwonidae (*Auxis* sp.), however, constituted 71 per cent, by volume, of the total fish present. Yellowfin have also been reported as feeding voraciously on the lantern fish (*Bentho-sema pterota*) in this area (Alverson, 1961). Off Peru and northern Chile, yellowfin have been reported to eat anchovies, squid, small mackerel, silver-sides, saury, hake, and stomatopod larvae (Hildebrand, 1946; Schweigger, 1949; Mann, 1954; and Buen, 1958). It is apparent that yellowfin in the Eastern Pacific eat a considerable diversity of food items.

There is also considerable diversity in the diet of the skipjack. Representatives of 15 families of fish and 10 orders of invertebrates have been recorded from the stomachs of skipjack caught off the South Atlantic Coast of the United States with trolling gear (Anderson, Gehringer and Cohen, 1956; Anderson and Gehringer 1957a, 1957b, 1959a, 1959b and 1959c). This diversity of food, from 13 skipjack, ranging in length from 445-710 mm., indicates rather indiscriminate feeding. Similar data have been reported by Suárez and Duarte (1961), who found representatives of 18 families of fish and seven orders of invertebrates in the stomachs of 73 skipjack caught off the coast of Cuba by the live-bait method. Postel (1955) found representatives of seven families of fish and six orders of invertebrates in the stomachs of 43 fish caught off Cape Verde, French West Africa. Among the food items listed, by these various authors, as eaten by skipjack in the Atlantic Ocean, were copepods, isopods, amphipods, euphausiids, decapods, stomatopod larvae, squids, argonauts, pteropods, lizard fish, lantern fish, flying fish, mullet, jacks, tunnies, file fish, and puffers.

Ronquillo (1953) found representatives of 34 families of fish and five orders of invertebrates in the stomachs of 115 skipjack caught in the vicinity of the Philippine Islands. Hotta and Ogawa (1955), who examined

2,900 fish caught between Luzon, Philippine Islands, and Japan found 45 families of fish and four orders of invertebrates in the stomachs. They concluded that the skipjack had no preference, but preyed upon species which occurred within the skipjack's area of distribution. Yuen (1959) sampled the stomach contents of skipjack from 34 schools taken in the vicinity of the Hawaiian Islands and noted 30 families of fish and seven orders of invertebrates. Welsh (1949) also noted that the Hawaiian skipjack eat a variety of foods. A list of the individual items found in the stomachs of skipjack caught in the Central and Western Pacific would be very similar to that for the Atlantic. Without doubt, the skipjack found in regions other than the Eastern Pacific eat a wide variety of foods.

Information on the dietary habits of skipjack is fragmentary for the Eastern Pacific area. We can infer from Steinbeck and Ricketts (1941) that skipjack eat the "red crab" in the Gulf of California. Alverson (1961) recorded a lantern fish (*Benthoosema pterota*) as a food item in Central American waters. A small bathypelagic fish, *Vinciguerria lucetia*, was noted by Ahlstrom and Counts (1958) as a food item for skipjack off the coast of Colombia, and also off Peru by the same authors and by Hildebrand (1948). Skipjack in Chilean waters are described as eating mostly anchovies, sardines, flying fishes, crab megalops, euphausiids, and squid (Mann, 1954; and Buen, 1958).

From the fragmentary nature of the records above cited, it may be seen that very little is known of the dietary habits of yellowfin and skipjack in the Eastern Pacific and, with the exception of yellowfin near Central America, there is no indication of the relative importance of different food items.

METHODS AND MATERIALS

Sampling areas and number of stomachs collected

To facilitate the systematic collection of stomachs from fish caught over the entire range of the fishery, the Eastern Pacific was divided into 14 sampling areas (Figure 1). These were designed to correspond to aggregations of fish which occur in them at various times of the year (Alverson, 1959 and 1960) and are, with two exceptions, comparable to those used in the Commission's market-measurement program (Hennemuth, 1957 and 1961). The Area 06 used in this paper is synonymous with Hennemuth's Areas 06 and 13 combined and, Alijos Rocks, my Area 13, has been separated from Area 01 (see Figure 1).

Figures 2 and 3 show the one-degree areas of capture of yellowfin and skipjack, respectively, from which stomach contents were sampled. Stomachs have been examined from yellowfin tuna captured in nearly all such areas of the fishery from California to northern Peru, and from the vicinity of all the offshore islands. Skipjack samples, on the other hand, have

come, for the most part, from fish captured in the more northerly and southerly areas of the fishery, with a near hiatus in the area from Cape Corrientes, Mexico, to the Gulf of Fonseca. The primary reason for this was the low abundance of this species in this central region during the period of study, which corresponds to its usual distribution (Alverson, 1960). In addition, no skipjack samples were obtained from Clipperton Island. This locality rarely produces skipjack (Alverson, *op. cit.*) and, in fact, produced none during the period of study.

The ideal plan of sampling a certain number of fish from each area in every month was not realized, because of the distribution of the tuna catch by season and area. Listed in Tables 1 (yellowfin) and 2 (skipjack), for each sampling area, are the number of stomachs examined that contained food, that were empty, and the volume of food examined for each month of the year, and for all 12 months combined. The data for the sampling areas have also been summed, for each species, by category, in each month, and for all 12 months combined to arrive at the totals for the Eastern Pacific.

Source of samples

Stomach samples were collected by Commission personnel from research vessels, during tagging operations on commercial vessels, or at the time of unloading of frozen fish from commercial vessels at the canneries in San Diego and San Pedro; this latter source supplied over 95 per cent of the samples. The logbook of every tuna vessel, purse-seiner or baitboat, is copied upon arrival in port. From the logbook data, supplemented by information as to the dates of stowage, it is easy to ascertain the time and location of capture of the fish stowed in the various wells. Fish were sampled only when all the fish in a well had been captured from one sampling area during the same month. This is the same system employed by the Commission in its size-sampling program, described in more detail by Hennemuth (1957).

Most of the stomachs sampled during unloading at the canneries were from fish caught by baitboats, and include specimens from the entire range of the fishery. The remainder were obtained from fish caught by purse-seiners, which had fished for the most part off Baja California and in the Gulf of California, with some from off the Mexican coast and Central America. The species, length, location, date of capture, and method of capture were recorded for each fish sampled.

Laboratory procedures

The stomachs were received at the laboratory preserved in ten per cent formalin, frozen, or freshly thawed. Those preserved in formalin were leached in fresh water for 24 hours before their contents were examined. The frozen stomachs were thawed over night before examina-

tion. Freshly thawed stomachs, which had been obtained from fish unloaded at the local canneries, were examined on the day of collection. Each stomach was opened and the contents were identified by category as far down the taxonomic scale as practicable. The material in each category was then drained of any excess of water and placed in a graduate containing a measured quantity of water to determine the volumetric displacement of each category. Graduates used ranged from 10 to 2000 ml. capacity, according to the size and quantity of the material to be measured. Bait fish were never considered as a food item and were always discarded when found in the stomachs. The baitfishes used by the tuna fleet are well known (see Alverson and Shimada, 1957) and may be readily identified and separated from other stomach contents.

In determining the importance of the various foods eaten by the tunas, two criteria were used: the number of stomachs in which an item appeared and, for each item, the total aggregate volume found in all stomachs examined. No attempt was made to enumerate the number of individual items of the same type.

Because of the cannery's method of eviscerating yellowfin tuna, the most anterior portion of the stomach, and food contained therein, was not obtained. Sample comparisons of food contents found in the anterior portion, with those found in the remainder of the stomach, indicated that the kinds of food found in each portion were similar. The assumption has therefore been made that the kinds of food thus lost were, on the average, the same as those retained, and that the loss of the anterior portion would therefore not materially affect the results. Measurements indicate that the volume thus lost was approximately 15 per cent of the total food contained in the stomach. The skipjack stomachs were obtained intact.

Number and size of fish examined

From July 1957 to December 1959, 3,763 yellowfin and 2,317 skipjack stomachs were examined.

Every effort was made to sample throughout the size range of the fish landed by the commercial fleet. The yellowfin stomachs came, for the most part, from fish in the size range 550-1300 mm., although specimens as small as 253 mm. and as large as 1963 mm. were sampled. The length-frequency distribution of the yellowfin tunas from which stomachs were taken, and those which contained food are graphed in Figure 4. Graphed in Figure 5, for each sampling area, are the length-frequencies of those fish that contained food. The skipjack sampled ranged in size from 399 mm. to 705 mm. The length-frequency distribution of the skipjack from which stomachs were taken, and of those which contained food are graphed in Figure 6. In Figure 7 are shown the size-frequencies, by sampling areas, of those skipjack that contained food.

RESULTS

Yellowfin

Not all the stomachs sampled contained food: 24.4 per cent (917) of the yellowfin stomachs were empty. The data on frequency of occurrence noted below, refer only to stomachs which contained food. The total displacement volume from the 2,846 yellowfin that contained food was 244,651 ml. Fish (47%), crustacea (45%) and cephalopods (8%) comprised, by volume, the three major categories of the food of yellowfin (Figure 8 and Table 3). Miscellaneous items amounted to less than 0.1 per cent of the total volume examined and included such diverse items as pectens, acorn barnacles, pteropods, tunicates, wood, kelp, feathers, and unidentified material. The proportions of the categories were somewhat different in terms of frequency of occurrence. Crustacea were found in 76 per cent of the stomachs containing food, fish in 54 per cent and cephalopods in 33 per cent. Squid were, by far, the most important constituent of the cephalopod portion of the yellowfin's diet, both in frequency of occurrence (73%) and displaced volume (94%).

Representatives of 12 orders of invertebrates and 42 families of fish were found in yellowfin stomachs. In addition to the 42 identified families of fish, letocephalus larvae and flatfish larvae were found, to give a total of at least 44 families of fish. A check list of the items found is given in Table 3 which also includes, for each item, the number of stomachs in which it was found, the per cent of occurrence in the stomachs which contained food, the displacement volume, and the per cent of the total displaced volume examined. The percentage of occurrence and the percentage of total volume of the major components are graphed in Figure 8.

The crustacean order Decapoda which comprised, by volume, 44 per cent of the total food examined, contained the two most important forage families for yellowfin, in the aggregate for all areas. The "red crab," *Pleuroncodes planipes*, family Galatheidae, was found in 39 per cent of the stomachs examined and represented, by volume, 34 per cent of the stomach contents. The family Portunidae, or swimming crabs, was found in 17 per cent of the stomachs examined and comprised, by volume, nine per cent of the total food. Two species of these crabs were identified, *Portunus affinis* and *Euphyllax dovii*. Members of the family Squillidae (order Stomatopoda) were found in 19 per cent of the stomachs examined but comprised only 1.4 per cent of the total volume.

The great majority of the squids, order Decapoda, were not further identified. Squids, however, were found in 24 per cent of the stomachs examined, and comprised seven per cent of the total volume.

The families of fish which made up, by volume, an important portion of the diet of yellowfin tunas were: Katsuwonidae* (8.4%), Ostraciidae

(5.4%), Exocoetidae (4.0%), Tetraodontidae (4.0%), Carangidae (2.2%), Myctophidae (2.0%), Scombridae (1.9%), Thunnidae* (1.8%), Engraulidae (1.5%), Gonostomatidae (1.4%), Stromateidae (1.3%), and Serranidae (1.2%).

Only a few items are of any importance in the yellowfin's diverse diet. Six families of fish and two orders of invertebrates (Table 3 and above) each contributed, by volume, two per cent or more of the total food examined; in the aggregate they accounted for 77 per cent of the total volume examined. That only a few of the numerous items eaten are of much importance is consistent with the findings of other investigators.

Areal variations

In Figures 9 through 11 are shown the dominant forage items, in volume and occurrence, in 12 of the 14 sampling areas of the Eastern Pacific. Two areas, 12 and 14, were not shown as the data from them were too few. Check lists of all food items found in the stomachs of yellowfin from each of the sampling areas are given in Tables 4 through 17. Listed in these tables for each item, in each area, are the number of stomachs in which it occurred, the per cent of occurrence, the displaced volume, and the per cent of the total volume examined.

From these tables and figures it is apparent that those items listed as most important in the aggregate do not retain their dominance in each area. An item may be very important in one area while in another it may be negligible or even absent.

Fish was the most abundant category, by volume, in six areas (02, 05, 06, 07, 08, and 09) contributing 54 per cent to 86 per cent of the food eaten; the smallest contribution in any area was 13 per cent (Gulf of Panama). Crustacea comprised the most abundant category in six areas (01, 03, 04, 10, 11, and 13) contributing from 42 to 86 per cent of the food consumed; the minimum contribution in any area was seven per cent (Galapagos Islands). The cephalopods were not of first importance in any area; their greatest contribution was in the Gulf of California where they amounted to 26 per cent of the total food eaten; and in the vicinity of the Tres Marias Islands where they formed 23 per cent of the diet. They were minimum contributors in the vicinity of Alijos Rocks, where they amounted to only 0.4 per cent of the volume, and in the Revillagigedo Islands, with 0.8 per cent. Two areas, 12 and 14, were not considered separately because of the few stomachs examined.

The pattern is somewhat different when per cent of occurrence is considered. As previously noted, for the entire Eastern Pacific Ocean, crustacea were found in 76 per cent of the stomachs examined, fish in 54 per

* The Katsuwonidae and Thunnidae of Kishinouye (1923). According to Fraser-Brunner (1950) these should be included in the Scombridae.

cent, and cephalopods in 33 per cent. Crustacea was the most important category, by frequency of occurrence, in all areas except 06 and 07, occurring in 67 to 98 per cent of the stomachs examined; the lowest per cent of occurrence was 54 in Areas 06 and 07. Fish was the leading category in two areas, 06 and 07, where it occurred in 65 and 61 per cent, respectively, of the stomachs examined; the lowest per cent of occurrence was off Baja California (24 per cent). In none of the areas was the cephalopod category in first place; the highest per cent of occurrence was off Central America (57 per cent) and the lowest off Baja California (12 per cent).

For the purpose of discussing individual food items, five per cent of the total volume of the food examined in an area was arbitrarily established as the minimum level indicating importance in the diet. Of the crustacea, the family Galatheidae was an important constituent of the diet in five areas (01, 02, 03, 08, and 13) of the 12 considered, Portunidae in six areas (04, 05, 06, 09, 10, and 11) and Squillidae in two areas (04 and 09). Of the fish, the family Katsuwonidae was an important constituent in six areas (02, 03, 04, 06, 07, and 09), Carangidae in five areas (04, 07, 09, 10, and 11), Exocoetidae in five areas (04, 05, 07, 09, and 13) and Myctophidae in two areas (05 and 09). Other families which comprised more than five per cent of the volume of stomach contents in one area each were: Engraulididae (01), Ostraciidae (02), Tetraodontidae (02), Thunnidae (02), Stromateidae (08), Gonostomatidae (08), and Coryphaenidae (03).

Variations with size (and age), and with area

To explore the relationship between the size of the yellowfin and their food, the fish were grouped into five classes which correspond to Henne-muth's (1961) divisions by age groups: up to 550 mm.; 551-850 mm.; 851-1230 mm.; 1231-1440 mm.; and 1441 mm. and over. The mean weights and corresponding ages for fish in these size categories are listed below:

Length (mm.)	Weight (lbs.)	Age (years)
up to 550	up to 7.5	to 1
551-850	7.6-28.0	1+
851-1230	28.1-85.0	2+
1231-1440	85.1-134.0	3+
1441 and over	134.1 and over	4+

In Table 18 are listed, by area, the volumes and per cent of the total volume of food from tuna of each size class consisting of fish, of crustacea and of cephalopods. Because of the California minimum size limit of 7.5 pounds (ca. 550 mm.) for yellowfin, it was difficult to obtain samples of the first size class, and only a few were collected, mainly at sea during tagging cruises.

The smallest size class, under 550 mm., consumed the three major categories of food items in fairly even proportions—fish, 27 per cent, crustacea,

36 per cent, and cephalopods, 37 per cent. This size class was the only one in which the three food categories were about equally represented, and the only one in which the cephalopods were the highest ranking food.

There was a tendency, in the next three size classes, 551-850 mm., 851-1230 mm., and 1231-1440 mm., for each succeeding class to have a higher per cent of crustacea in their diet. The per cent fish in the diet also shows an increase with size. Cephalopods formed a decreasing part of the diet in these three classes.

In the class of largest yellowfin (1441 mm. and over), the diet was predominantly fish (86 per cent); cephalopods and crustacea were minor constituents. However, only 28 fish were examined; 21 of these specimens, with 87 per cent of the total volume, were from a single area (02) where fish form a conspicuous portion of the diet. These results, however, are in accord with those noted by Reintjes and King (1953) for mid-Pacific fish 1300 mm. and over.

The trend toward a higher percentage of crustacea in the diet, with increase in fish size, may not be real (as there are considerable variations among areas and among size classes), but only a reflection of the unequal sampling. The same may be said for per cent of fish in the diet which also appears to increase with fish size. The data, therefore, in the two largest size-classes were combined, because of a paucity of data, and an analysis of variance made to test the significance of the variations. To examine the differences in the per cent total volume that was crustacea and the per cent total volume that was fish in the diet, by both size and area categories, the per cent volume was transformed by $Y = \arcsin \sqrt{X}$, where X is the fraction of volume observed and Y the transformed variate upon which the analysis of variance is performed. The procedure is described in Snedecor (1956) on pages 316, 338, 382, *et al.*

The analysis of variance by size and area categories, on the per cent of the total volume in the diet that is composed of fish, indicates a highly significant effect for both (Table 19). There is also present a highly significant interaction indicating that a combination of the two factors affects the percentage of fish in the diet. The interaction appears to be sufficiently large to invalidate the conclusion concerning size effect but not that of the area effect. The F value of the area effect is seven times that of the F value of the interaction, while the F value of the size effect is less than twice that of the interaction.

The analysis of variance by size and area categories, on the per cent of the total volume in the diet that is composed of crustacea, indicates a highly significant effect for both. There is present also a highly significant interaction between these two factors indicating that the combination of the two affects the percentage of crustacea in the diet. The interaction

does not appear to be sufficiently large to invalidate the conclusions concerning size and area effect as their F values are, respectively, seven and 12 times the F value of the interaction.

The number of yellowfin examined, the number containing fish and the percentage that contained fish, are given in Table 20, by fish size and area categories. There is a definite increase in the per cent containing fish, as yellowfin increase in size, since the mean value for all areas shows that fish occurred in 30 per cent of those fish less than 550 mm., in 49 per cent of those between 551-850 mm., in 64 per cent of those between 851-1230 mm., and in 68 per cent of those larger than 1231 mm. There is also demonstrated a considerable difference among areas in the percentage occurrence of fish in the diet.

To examine the significance of these differences in per cent occurrence of fish in the diet, by both size and area categories, an analysis of variance was made, again using the arc sin transformation described above.

The analysis of variance by size and area categories, on the occurrence of fish in the diet, indicates a highly significant* effect for both. There may be some real difference among area effects for different fish sizes, as F for interaction is significant at the 1 per cent level, although this effect does not appear to be sufficiently large to invalidate the conclusion that there are differences in the per cent occurrence of fish in the diet by both area and size of fish. The F values for fish size and area are, respectively, 15 and 14 times as large as the F value of the interaction.

The number of yellowfin examined, the number containing crustacea and the percentage that contained crustacea, are given in Table 21, by fish-size and area categories. No relationship is apparent between size of fish and the per cent of occurrence of crustacea in the diet. In fact there is very little difference among the various size categories, since the mean value for all areas shows that crustacea occurred in 76 per cent of those fish less than 550 mm., in 77 per cent of those between 551-850 mm., in 75 per cent of those between 851-1230 mm., and in 76 per cent of those larger than 1231 mm. There appears, however, to be considerable variation among areas in the per cent of occurrence of crustacea in the diet. To determine the significance of these differences the data were transformed in the manner noted above.

An analysis of variance, by size and area categories, of the transformed data, on the occurrence of crustacea in the diet, indicates a highly significant area effect, and a non-significant size effect. There is a highly significant interaction, at the 1% level, indicating that these two factors combined also affect the occurrence of crustacea in the diet. While there is significant interaction, it does not appear to be large enough to invali-

* In Tables 19 through 21 I have followed the convention of indicating significance at the 1% probability level by a double asterisk.

date the conclusion that there are significant differences in the occurrence of crustacea in the diet by area. The F value of the area effect is eight times that of the F values for interaction.

Skipjack

A total of 1,307 (56 per cent) of the 2,317 skipjack stomachs examined were empty. The total displaced volume of stomach contents examined, from 1,010 skipjack that contained food, was 41,153.5 ml. (Table 2). The food of the skipjack may be divided into three categories: fish, crustacea, and cephalopods (Figure 8). Their food, by volume consisted of crustacea 59 per cent, fish 37 per cent and cephalopods three per cent. Miscellaneous items, which included pteropods, tunicates, a feather, and unidentified material, amounted to less than 0.1 per cent of the total volume examined (Table 22). Squid made up the major portion of the cephalopods. In terms of the number of stomachs in which each of the categories appeared, the proportions were somewhat different. Crustacea were found in 76 per cent of the stomachs, fish in 36 per cent and cephalopods in 13 per cent (Figure 8 and Table 22).

A check list of the individual items identified from stomachs of skipjack captured in the Eastern Tropical Pacific Ocean is given in Table 22 which includes the number of stomachs in which each item occurred, the per cent of occurrence in the total number containing food, the displaced volume, and the per cent of the total displaced volume examined. Nine orders of invertebrates and 22 families of fish were represented; however, 88 per cent, by volume, of the skipjack's food consisted of two families of crustacea (Euphausiidae and Galatheidae) and five families of fishes (Gonostomatidae, Exocoetidae, Myctophidae, Trichuiridae, and Engraulidae). In Figure 8 are graphed for the more important food items their per cent of occurrence and their per cent of the total food volume.

The most important food item in the Eastern Pacific was the family Euphausiidae which constituted, by volume, 49 per cent of the food eaten and was found in 37 per cent of the stomachs examined. Four species were identified, *Nyctiphanes simplex*, *Euphausia distinguenda*, *E. exima* and *E. lamelligera*. The second-ranking forage item was a small bathypelagic fish, *Vinciguerria lucetia*, a member of the family Gonostomatidae, which comprised approximately 10 per cent of the total volume. The great utilization of this species as a food item is related to its wide distribution and abundance in the Eastern Pacific, from 35° N to at least 14° S (Ahlgren and Counts, 1958). The flying fishes (Exocoetidae), which comprised nine per cent of the total volume, were the third most important food component. The "red crab" was the fourth ranking food comprising eight per cent of the total volume examined. Lantern fishes (Myctophidae) with six per cent were fifth and the cutlass fishes (Trichiuridae) with four

per cent of the volume were the sixth ranking food. The Engraulididae comprised three per cent of the total volume examined.

The items listed above as important by volume also had a high frequency of occurrence in the total number of stomachs examined. Several categories rating low in volume appeared in the stomachs quite often. These were stomatopods 10 per cent, squids 9 per cent, amphipods 6 per cent, and shrimps in 6 per cent of the stomachs examined.

Areal variations

Skipjack apparently are unselective in their diet, as are the yellowfin, and seem to take any material of ingestible size. The dietary items of the skipjack change from area to area, and those organisms that are important in the aggregate are not necessarily paramount in all individual areas.

Check lists of the items found in the stomachs of skipjack captured in each of the areas are given in Tables 23 to 34. The tables include, for every item, the number of stomachs in which it occurred, the per cent of occurrence, the displaced volume, and the per cent of the total displaced volume examined.

There were six areas (01, 02, 06, 07, 11 and 14) in which sufficient data were available to make some comment as to the skipjack's food habits by area. Crustacea was the most abundant category in four areas (01, 02, 06 and 14) comprising from 56 to 98 per cent of the total volume consumed; the minimum contribution was in the Cocos Island area where less than one per cent of the food volume consisted of crustacea. Fish was the most abundant category in two areas (07 and 11) where it contributed 47 and 99 per cent, respectively, of the total food examined; the minimum contribution was ten per cent in Area 14 (vicinity of Peru-Chile border). The cephalopods were not of first importance in any area, making up only 0.5 to 6.4 per cent of the volume eaten in each.

When per cent of occurrence is considered, the pattern is quite similar to that demonstrated by volumetric analysis; crustacea was the most important category in all areas except 11, occurring in 70 to 95 per cent of the stomachs examined. Fish was found in 65 per cent of the stomachs examined from Area 11, the only one in which it was the most abundant category; the minimum occurrence was in Area 14 (9 per cent). The cephalopods were found in 2.6 to 17.2 per cent of the stomachs examined from the above areas and were not of first importance in any of them.

As for yellowfin, five per cent or more by volume of the food eaten, in an area was established as the minimum level of importance for individual food organisms in the diet. Of the crustacea the Euphausiidae was an important element of the diet in four areas (01, 06, 07 and 14) of the six considered, the Galatheidae in two (01 and 02) and an amphipod

family, Phrosinidae, in one (07). Of the fishes the Gonostomatidae was an important constituent in three areas (02, 06 and 07), Exocoetidae in three (06, 07 and 11) and Myctophidae in two (06 and 07). Important in one area each were Engraulididae (01), Scomberesocidae (01), and Trichiuridae (06).

Variation with size (and age)

To investigate the relationship between the size of the skipjack and their food habits, the fish were grouped in three size classes which correspond to Schaefer's (1960) tentative divisions by age groups: up to 450 mm., 450-600 mm., and 601 mm. and over. The corresponding weights and ages for each size-class are listed below:

Length (mm.)	Weight (lbs.)	Age (years)
up to 450	up to 4.0	to 1
451-600	4.1-10	1+
601 and over	10.1 and over	2 and over

In Table 35 are listed, by area, the volumes and per cent of the total volume of food of skipjack of each size-class consisting of fish, of crustacea, and of cephalopods. Fish in the first size-class were difficult to obtain because of the California minimum size limit of four pounds (ca. 450 mm.), and only a few were secured, mainly at sea during tagging operations.

For the smallest size-class (up to 450 mm.), crustacea contributed 56 per cent of the total volume of the stomach contents, fish contributed 44 per cent, and the cephalopods a fraction of one per cent. Fish made up 33 per cent, by volume, of the diet of the skipjack 451-600 mm. long, and 62 per cent, by volume, of the fish larger than 600 mm., with a concomitant decrease in the contribution of the crustacea. This is consistent with the findings of Yuen (1959), who noted that as the Hawaiian skipjack increased in size, the per cent of fish, in the diet, by volume, increased and that of crustacea decreased. In the Eastern Pacific, cephalopods are apparently not an important constituent in the skipjack's diet.

Empty stomachs

Some 24 per cent of the yellowfin stomachs and 56 per cent of the skipjack stomachs examined were empty (Tables 36 and 37). The percentage of empty stomachs varied considerably from area to area for both species.

The highest percentage of empty yellowfin stomachs (50 per cent) was from fish taken in Area 02 (Revillagigedo Islands). Less than one per cent of the stomachs from Area 13 (Alijos Rocks) and only seven per cent of the stomachs from Area 10 (Gulf of Panama) were empty.

The highest percentage of empty skipjack stomachs (81 per cent) was also from fish taken in Area 02. The lowest percentage of empty skipjack stomachs (39 per cent) was from Area 14, if those areas (03, 04, 08, 12 and 13), from which only a few fish were sampled, are excluded.

There is a positive relationship between the per cent of empty yellowfin stomachs in an area and the per cent of the total volume in that area that is made up of fish: the higher the percentage of fish in the diet the higher the per cent of empty stomachs ($r = +0.824$, significant at the one per cent level). Conversely, the higher the percentage of crustacea in the total food volume, the lower the percentage of empty stomachs ($r = -0.741$, significant at the one per cent level). Two areas, 12 and 14, were not included in these calculations, because of the paucity of data from them.

For skipjack there was no relationship between per cent of empty stomachs and the per cent of the total volume that was fish or crustacea.

This variation in the percentage of empty stomachs invites some speculation. It may be that, because of their exoskeleton, the crustaceans are digested at a slower rate than are fish; the crustacea may, therefore, be present in the stomach contents of the yellowfin longer and thus reduce the percentage of empty stomachs sampled. Another explanation could be in the distribution of the forage organisms themselves (see Brock and Riffenburgh, 1960). It is quite possible that the forage fishes have a more contagious distribution than the forage crustacea. Therefore, when the tuna are feeding on fish, they may feed in spurts, ingest considerable amounts in a short time period and digest the food rapidly. If the crustacea are less contagious in distribution, tuna feeding largely on such organisms may feed during a longer period of time, thus reducing the chances of sampling a fish that is devoid of food.

Feeding selectivity of yellowfin

The results of this investigation show that representatives of 12 orders of invertebrates and 42 families of fish are utilized as food by the yellowfin. Walford (1937) lists Clupeidae, Hildebrand (1946) Atherinidae, and Blunt (1960) Echineidae as additional families of fish found in the stomach contents of yellowfin taken in the Eastern Tropical Pacific Ocean. From personal observations, Fistularidae and Holocentridae (Mexican coast), Lophotidae (Gulf of Tehuantepec), and leptocephalus larvae of Congridae and Ophichtidae (off Central America) are also taken by yellowfin. These eight additional families plus a minimum of one for the flatfish larvae found (see page 327) gives us records of at least 51 families of fish eaten by Eastern Pacific yellowfin.

The multiplicity of food organisms in the Eastern Pacific and in other localities (Beebe, 1936; Nakamura, 1936; Ronquillo, 1953; Reintjes and

King, 1953; King and Ikehara, 1956; Postel, 1954; Watanabe, 1958; Legand and Desrosieres, 1960; and Watanabe, 1960) indicates that the yellowfin are probably quite non-selective. This is probably a factor in their distribution over an enormous area of the Eastern Pacific. One would reasonably expect a fish species with such a large distribution to have a rather cosmopolitan diet.

A striking demonstration of the yellowfin's propensity to eat what is available is illustrated in Figure 12 where are plotted the areas of capture of yellowfin tunas whose stomachs contained *Pleuroncodes planipes*, *Portunus affinis* and *Euphylax dovi*. A similar plot for the distribution of these species as recorded in the literature is given in Figure 13; the data for *P. affinis* and *E. dovi* have been supplemented by information kindly furnished by Dr. John Garth (personal communication).

Going from north to south, the diet of the yellowfin tuna obviously changes in response to the distribution of the prey. In those areas where the "red crab" is found, the yellowfin eat it in quantity, and it forms a very important portion of the diet (see page 323). Further to the south, where the swimming crabs of the family Portunidae have supplanted the "red crab," we find that they are the important constituents in the yellowfin's diet (see page 332). The change in diet probably does not reflect a change in preference but merely a change in availability of the food organisms.

Food of yellowfin near offshore islands and banks

Fishermen have long taken advantage of the propensity of tunas, especially yellowfin, to aggregate around islands and over seamounts, as indicated by analyses of logbook records from fishing vessels (Shimada, 1958; Alverson, 1959; Griffiths, 1960; Alverson, 1960; Calkins, 1962). What attracts tuna to these locations, despite the fact that several i.e. Revillagigedo Islands, are located, as indicated by low zooplankton volumes, in areas of relatively low general fertility (Holmes, Schaefer and Shimada, 1957; Bennett and Schaefer, 1960; Holmes and Blackburn, 1960; and Klawe, 1961) is of some interest.

Certainly the availability of more food in the vicinity of islands than the surrounding seas, is a possible reason for the aggregation of the tunas. An island offers a different environment than the surrounding sea, in that benthic fauna and flora, in addition to the pelagic, may contribute to the food chain.

Because of the low zooplankton volumes encountered in the vicinity of Clarion Island (Revillagigedo Islands) and Shimada Bank (16:52 N, 117:30 W) Bennett and Schaefer (1960) felt that it was unlikely that the stocks of tunas encountered, by the fishing fleet, in these areas, were supported by organisms which depended upon zooplankton for their food.

Schaefer (1961c) suggested that, in such places there was a possibility that benthic and demersal forms feeding directly on detritus or benthic plants might constitute an important part of the tuna's diet, and thus provide more forage with little or no increase in basic production (by utilizing on the average a shorter food chain). Blackburn and associates (1962) also noted the dearth of zooplankton around Clarion Island and suggested that micronekton might be an important food around such offshore islands, as high standing crops of micronekton were encountered locally near Clarion and Cocos Islands.

The suggestions made above seem to have some support from my results. The plectognaths, families Balistidae, Monacanthidae, Ostraciidae, Tetraodontidae and Diodontidae, well known denizens of water near reefs, islands and coastal areas of the warm seas of the world, comprised, by volume, 37 per cent of the yellowfin's food in the Revillagigedo Islands (Table 5). These families eat a variety of foods, including such forms as sedentary plants and animals, mollusks, crabs, shrimp, isopods, barnacles, sea urchins, copepods, crustacean and molluscan larvae (Meek and Hildebrand, 1928; Breder, 1929; Tinker, 1944; Smith, 1949; and Bigelow and Schroeder, 1953) and their presence in quantity in the stomachs of yellowfin supports, with some modification in the food chain, Schaefer's suggestion. The "red crab" comprised, by volume, 31 per cent of the yellowfin's diet in the same area. This animal is, according to Boyd (MS), not only pelagic but at times benthic, and is evidently a scavenger, filter feeder and carnivore. The importance, in the diet of yellowfin, of this animal, of rather flexible habits, seems to support both Schaefer's and Blackburn and associates' theories. Highly mobile members of the families Katsuwonidae and Thunnidae furnished approximately 20 per cent of the volume of food from the area. These are prey whose occurrence in the area may very well be ephemeral in nature, since they are free to move in and out, depending upon the supply of suitable food items.

It appears that islands and offshore banks may act as concentrating mechanisms not only for tunas but also some of their prey.

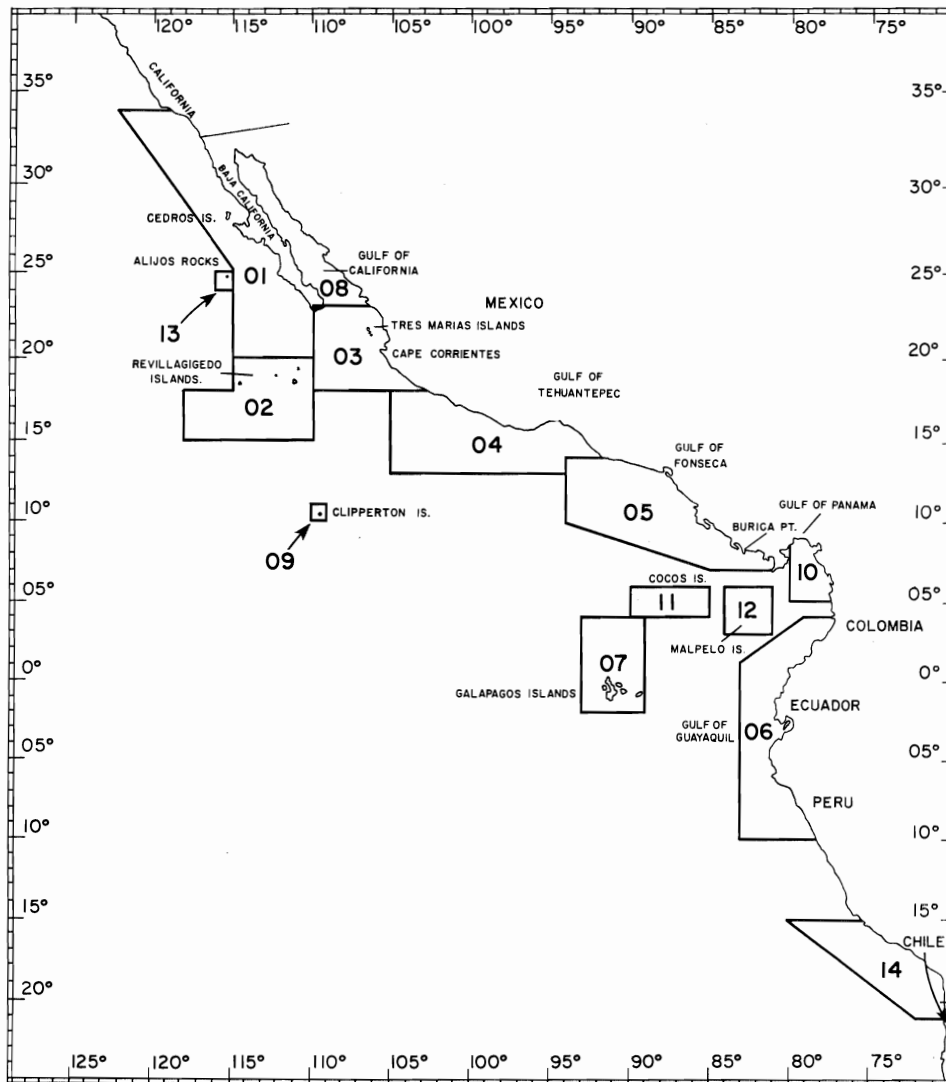


FIGURE 1. Areas of the Eastern Tropical Pacific tuna fishing grounds from which the samples of yellowfin and skipjack were obtained.

FIGURA 1. Areas de pesca del atún en el Pacífico Oriental Tropical, de donde se obtuvieron las muestras del atún aleta amarilla y del barrilete.

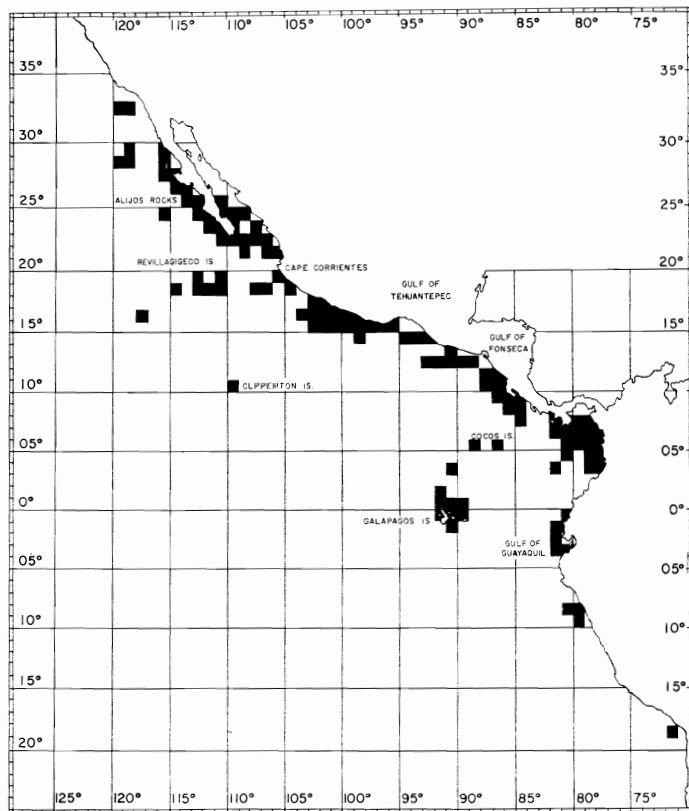


FIGURE 2. One-degree areas from which yellowfin were sampled.

FIGURA 2. Areas de a un grado de donde fué muestreado el atún aleta amarilla.

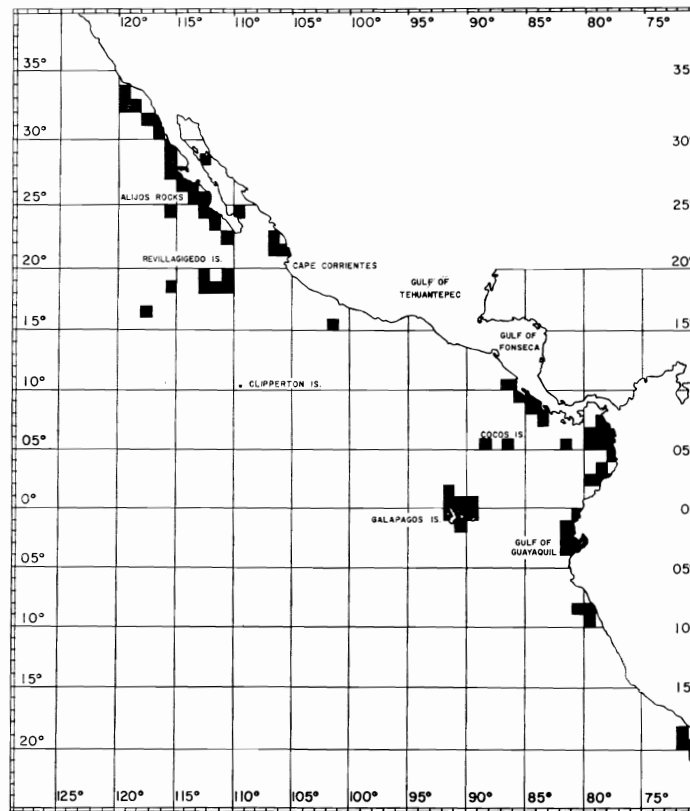


FIGURE 3. One-degree areas from which skipjack were sampled.

FIGURA 3. Areas de a un grado de donde fué muestreado el barrilete.

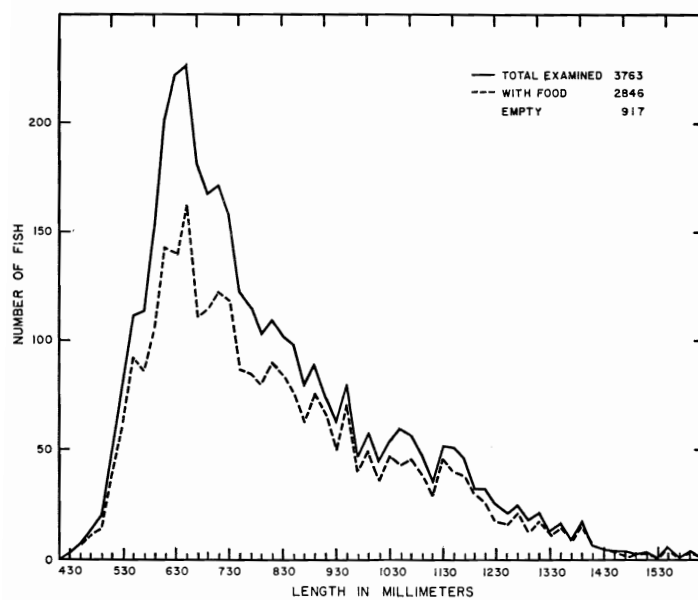


FIGURE 4. Length-frequency distribution of all yellowfin examined, and of those that contained food.

FIGURA 4. Distribución de la frecuencia de longitudes de todos los atunes aleta amarilla examinados y de aquéllos que contenían alimento.

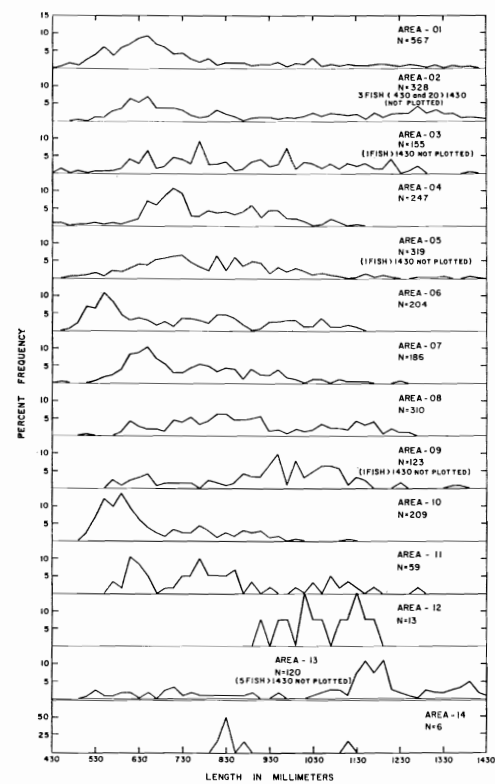


FIGURE 5. Length-frequency distribution, by area, of yellowfin that contained food.

FIGURA 5. Distribución de la frecuencia de longitudes, por áreas, del atún aleta amarilla que contenía alimento.

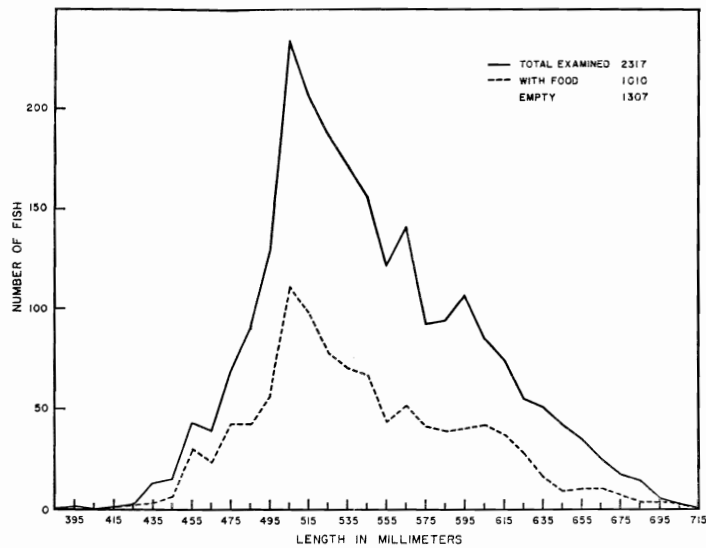


FIGURE 6. Length-frequency distribution of all skipjack examined, and of those that contained food.

FIGURA 6. Distribución de la frecuencia de longitudes de todos los barriletes examinados y de aquellos que contenían alimento.

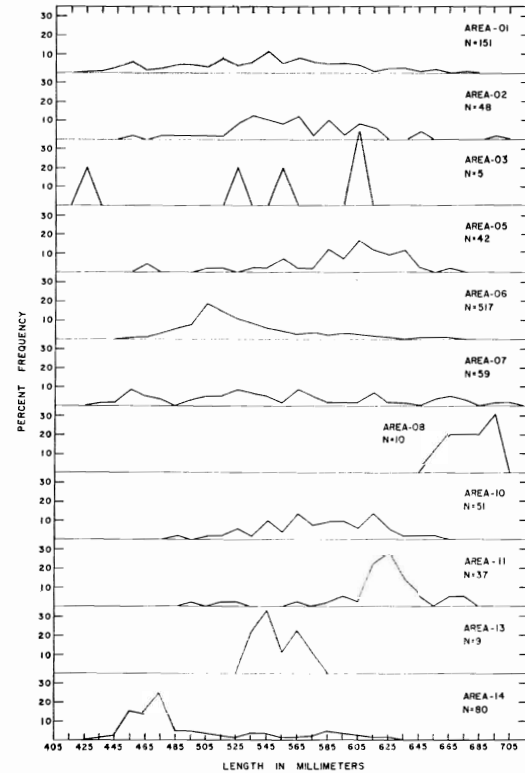


FIGURE 7. Length-frequency distribution, by area, of skipjack that contained food.

FIGURA 7. Distribución de la frecuencia de longitudes, por áreas, del barrilete que contenía alimento.

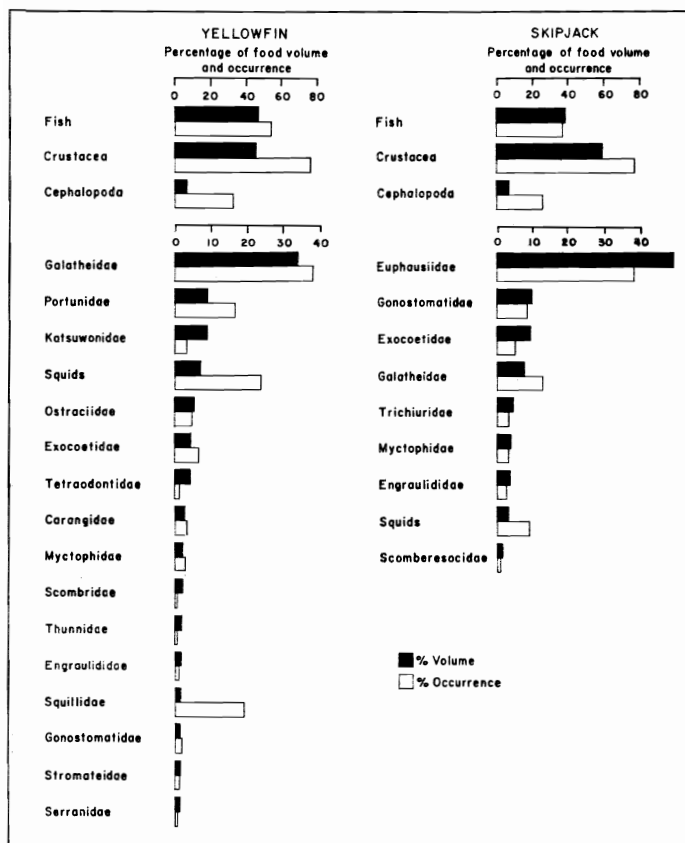


FIGURE 8. Relative importance of the major components in the diets of yellowfin and skipjack in the Eastern Tropical Pacific.

FIGURA 8. Importancia relativa de los componentes principales en la dieta del atún aleta amarilla y del barrilete en el Pacífico Oriental Tropical.

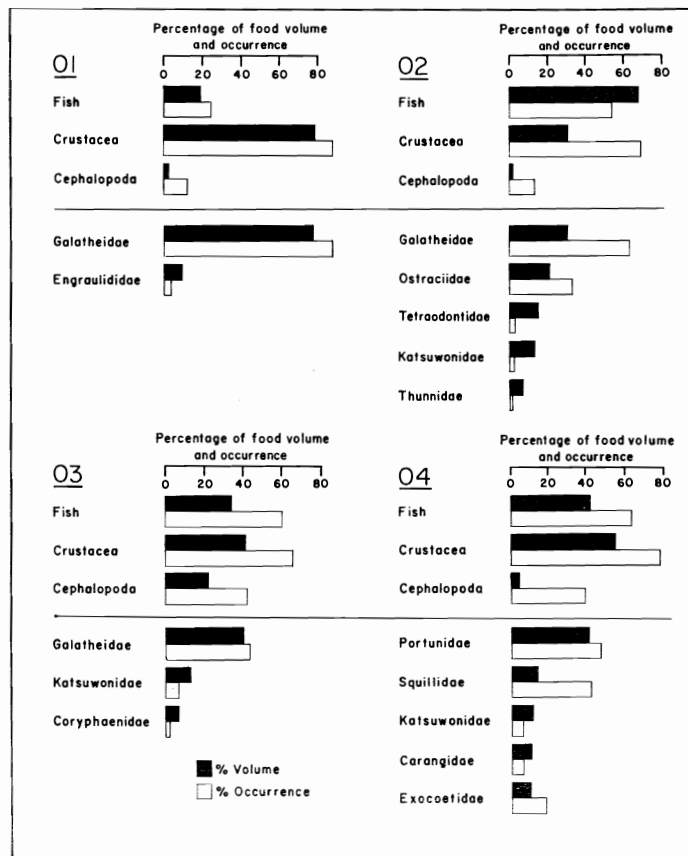


FIGURE 9. Relative importance of the three major categories of food and some individual food items in the diet of yellowfin from Areas 01, 02, 03 and 04.

FIGURA 9. Importancia relativa de las tres categorías principales de los alimentos y de algunos artículos alimenticios individuales en la dieta del atún aleta amarilla de las Areas 01, 02, 03 y 04.

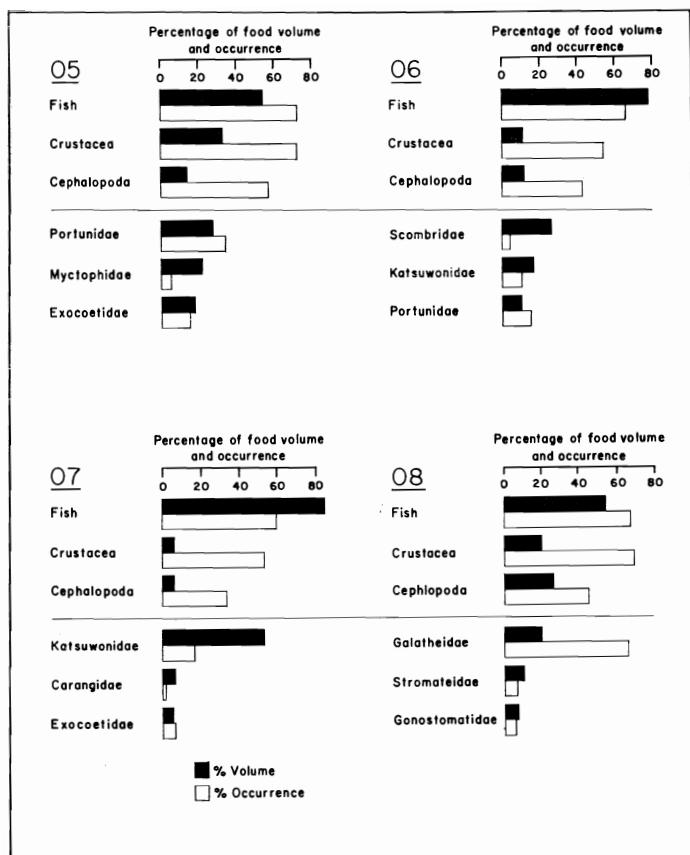


FIGURE 10. Relative importance of the three major categories of food and some individual food items in the diet of yellowfin from Areas 05, 06, 07 and 08.

FIGURA 10. Importancia relativa de las tres categorías principales de los alimentos y de algunos artículos alimenticios individuales en la dieta del atún aleta amarilla de las Areas 05, 06, 07 y 08.

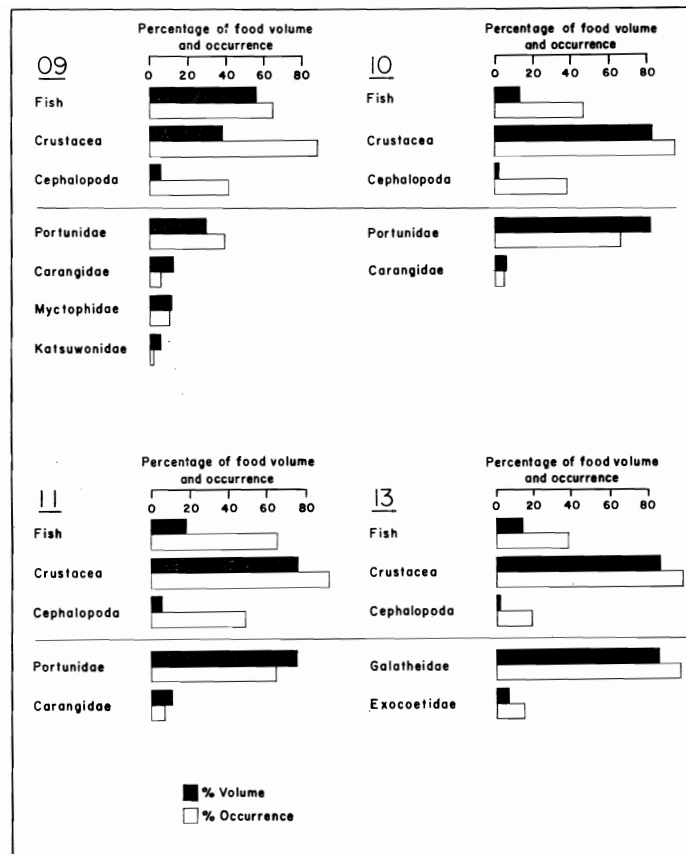


FIGURE 11. Relative importance of the three major categories of food and some individual food items in the diet of yellowfin from Areas 09, 10, 11 and 13.

FIGURA 11. Importancia relativa de las tres categorías principales de los alimentos y de algunos artículos alimenticios individuales en la dieta del atún aleta amarilla de las Areas 09, 10, 11 y 13.

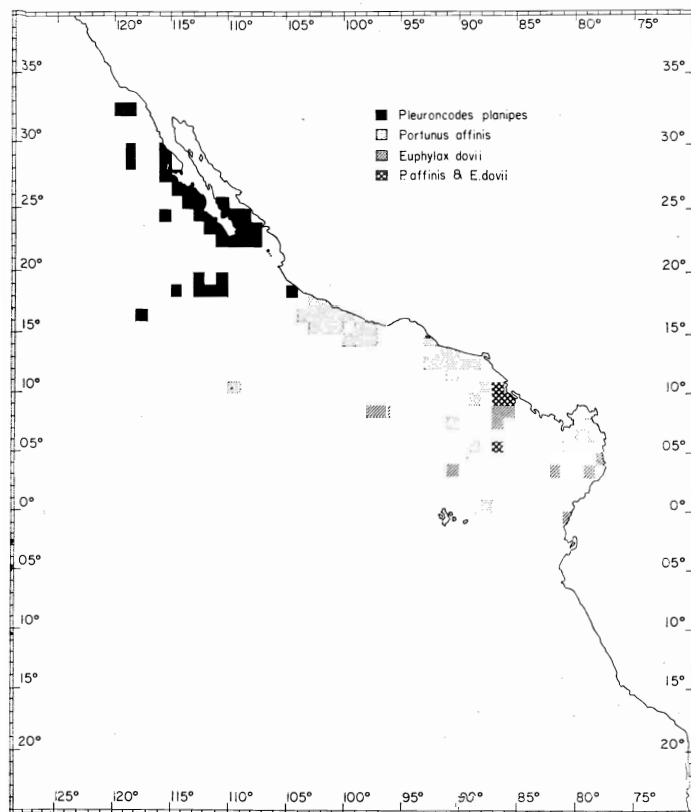


FIGURE 12. The occurrence of *Pleuroncodes planipes*, *Portunus affinis*, and *Euphylax dovii* based on the examination of yellowfin stomachs.

FIGURA 12. La ocurrencia de *Pleuroncodes planipes*, *Portunus affinis* y *Euphylax dovii*, basado en el examen de estómagos del atún aleta amarilla.

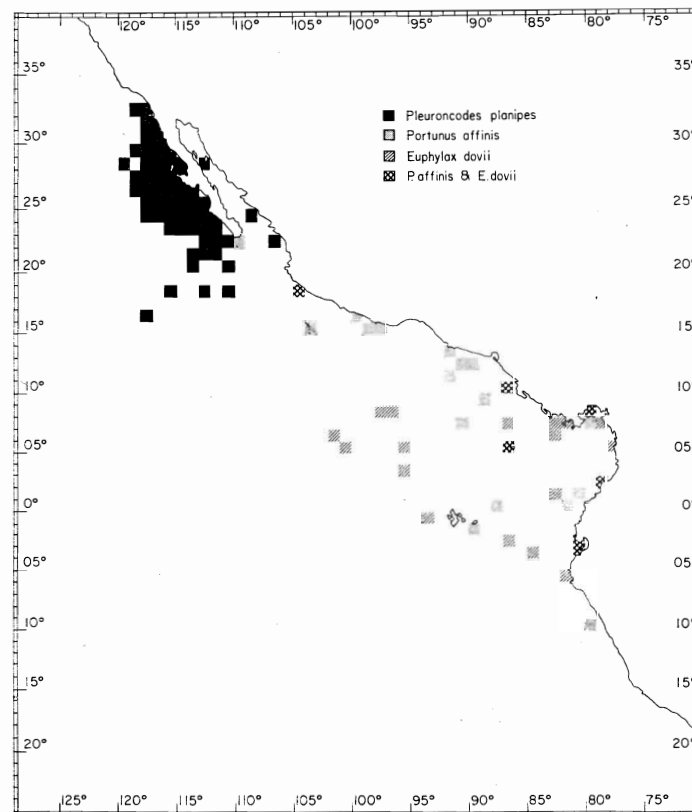


FIGURE 13. Distribution of *Pleuroncodes planipes*, *Portunus affinis*, and *Euphylax dovii* as recorded in the literature.

FIGURA 13. Distribución de *Pleuroncodes planipes*, *Portunus affinis* y *Euphylax dovii*, según lo registrado en la literatura.

TABLE 1. Number of yellowfin examined from each area, for the period July 1957 through December 1959, that contained food, were empty, and food volume examined, by month of the year and all 12 months combined.

TABLA 1. Número de atunes aleta amarilla examinados de cada área cuyos estómagos contenían alimento o estuvieron vacíos, y volumen del alimento examinado, correspondientes al periodo julio de 1957 a diciembre de 1959, por meses del año y por los 12 meses combinados.

Area	With food	Empty	Volume (ml.)	With food	Empty	Volume (ml.)	With food	Empty	Volume (ml.)	With food	Empty	Volume (ml.)
Area	Con alimento	Vacios	Volumen (ml.)	Con alimento	Vacios	Volumen (ml.)	Con alimento	Vacios	Volumen (ml.)	Con alimento	Vacios	Volumen (ml.)
JANUARY-ENERO			FEBRUARY-FEBRERO			MARCH-MARZO			APRIL-ABRIL			
01	—	—	—	61	1	4,446.5	—	—	—	65	10	2,118.2
02	15	17	1,138.3	29	27	2,188.2	109	78	34,146.8	54	33	9,627.4
03	30	6	775.8	—	—	—	29	4	1,517.1	36	2	2,388.0
04	4	11	45.8	56	10	3,744.9	65	—	4,727.6	18	12	155.4
05	39	2	915.1	56	6	3,847.2	25	1	1,590.5	10	9	223.1
06	6	1	23.2	—	—	—	24	30	185.5	59	9	3,077.9
07	49	21	1,727.8	25	16	833.2	—	—	—	—	—	—
08	—	—	—	63	22	5,229.7	64	49	11,969.2	89	10	6,868.6
09	37	4	771.3	26	2	1,412.8	—	—	—	26	2	2,586.0
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	4	1,082.4
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22	—	2,165.2
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	33	—	6,253.5	—	—	—	67	—	16,621.7	9	—	1,754.5
14	—	—	—	6	5	782.0	—	—	—	—	—	—
Totals	213	62	11,650.8	322	89	22,484.5	383	162	70,758.4	458	91	32,046.7
MAY-MAYO			JUNE-JUNIO			JULY-JULIO			AUGUST-AGOSTO			
01	102	10	3,734.6	29	7	901.3	88	6	12,606.2	72	16	1,848.3
02	10	49	625.7	14	23	302.3	—	—	—	20	8	4,409.4
03	21	9	2,186.0	—	—	—	20	—	3,899.0	—	—	—
04	—	—	—	39	12	2,870.3	—	—	—	—	—	—
05	68	3	2,143.3	37	3	1,952.5	—	—	—	14	1	1,186.4
06	13	1	1,794.7	6	—	666.7	16	12	305.9	22	16	6,126.1
07	15	16	481.8	—	—	—	—	—	—	41	19	6,191.7
08	49	3	3,154.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	135	9	6,235.4	4	2	4.9	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	13	1	309.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	2	—	329.6	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Totals	426	101	20,665.0	129	47	6,698.0	126	18	17,140.7	169	60	19,761.9

TABLE 2. Number of skipjack examined from each area, for the period July 1957 through December 1959, that contained food, were empty, and food volume examined, by month of the year and all 12 months combined.

TABLA 2. Número de barriletes examinados de cada área cuyos estómagos contenían alimento o estuvieron vacíos, y volumen del alimento examinado, correspondientes al período julio de 1957 a diciembre de 1959, por meses del año y por los 12 meses combinados.

Area	With food	Empty	Volume (ml.)	With food	Empty	Volume (ml.)	With food	Empty	Volume (ml.)	With food	Empty	Volume (ml.)
Area	Con alimento	Vacios	Volumen (ml.)	Con alimento	Vacios	Volumen (ml.)	Con alimento	Vacios	Volumen (ml.)	Con alimento	Vacios	Volumen (ml.)
	JANUARY-ENERO			FEBRUARY-FEBRERO			MARCH-MARZO			APRIL-ABRIL		
01	—	—	—	1	7	24.0	—	—	—	19	11	936.5
02	8	34	508.6	5	16	299.5	10	56	204.0	14	28	279.2
03	—	—	—	—	—	—	2	—	175.5	—	—	—
04	—	—	—	—	—	—	1	—	97.0	—	—	—
05	13	3	369.8	3	12	42.3	—	—	—	—	—	—
06	23	35	1,535.4	11	6	1,118.7	24	102	1,801.5	68	92	763.0
07	19	17	265.5	13	2	135.7	—	—	—	—	—	—
08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	20	90.8
11	18	—	2,143.6	—	—	—	—	—	—	4	26	150.2
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	9	11	13.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	68	16	3,035.7	2	12	15.0	—	—	—
Totals	90	100	4,836.5	101	59	4,655.9	39	170	2,293.0	119	177	2,219.7
	MAY-MAYO			JUNE-JUNIO			JULY-JULIO			AUGUST-AGOSTO		
01	16	14	170.4	5	14	41.2	42	36	1,119.2	33	56	696.1
02	—	14	—	—	15	—	—	—	—	5	2	214.0
03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
05	—	—	—	—	—	—	4	10	55.6	—	—	—
06	75	4	6,489.8	96	100	5,352.2	24	28	763.0	6	16	176.3
07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	11	218.2
08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	32	63	258.1	3	3	0.5	—	—	—	—	16	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Totals	123	95	6,918.3	104	132	5,393.9	70	74	1,937.8	53	101	1,304.6

TABLE 3. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 2846 yellowfin captured in the Eastern Tropical Pacific.
TABLA 3. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 2846 atunes aleta amarilla capturados en el Pacífico Oriental Tropical.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	2166	76.1	111,188.2	45.4
Thoracica				
Balanidae				
<i>Balanus</i> sp.	1	—	2.5	—
Mysidacea				
Mysiidae	1	—	0.5	—
Isopoda				
Cymothoidae	3	0.1	0.4	—
unid. isopods	32	1.1	8.6	—
Amphipoda				
Phronimidae				
<i>Phronima sedentaria</i>	4	0.1	0.8	—
Phrosinidae				
<i>Phrosina semilunata</i>	20	0.7	17.7	—
unid. phrosinids	15	0.5	7.3	—
unid. amphipods	37	1.3	10.3	—
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Thysanopoda orientalis</i>	1	—	4.0	—
<i>Euphausia exima</i>	2	0.1	2.1	—
<i>Euphausia</i> sp.	2	0.1	0.3	—
unid. euphausiids	9	0.3	2.7	—
Decapoda				
Sergestidae				
<i>Sergestes gardneri</i>	5	0.2	69.1	—
Pandalidae				
<i>Plesionika beebei</i>	4	0.1	88.0	—
unid. shrimps	119	4.2	339.9	0.1
Scyllaridae				
<i>Scyllarides</i> sp. (post-larvae)	2	0.1	2.3	—
unid. post larvae	8	0.3	20.9	—
Palinuridae				
phyllosoma larvae	2	0.1	0.8	—
puerulus—post larvae	4	0.1	1.8	—
Galatheididae				
<i>Pleuoncodes planipes</i>	1098	38.6	83,464.3	34.1
<i>Munida</i> sp.	1	—	1.5	—
unid. galatheids	16	0.6	300.7	0.1
Porcellanidae (zoea)	1	—	0.1	—
Hippidae				
<i>Emerita ratzbunae</i> (zoea)	48	1.7	209.8	0.1
Paguridae (megalops)	7	0.2	0.8	—
Portunidae				
<i>Portunus affinis</i>	237	8.3	9,563.3	3.9
<i>Euphyllax dovii</i>	104	3.6	8,470.6	3.5
unid. swimming crabs	154	5.4	4,963.8	2.0
unid. crab zoea	7	0.2	11.2	—
unid. crab megalops	147	5.2	157.7	0.1
Stomatopoda				
Squillidae				
<i>Squilla biformis</i>	13	0.4	898.2	0.4
<i>Gonodactylus</i> sp. (gonerichthus larvae)	1	—	0.2	—
unid. larvae and post larvae	443	15.6	1,163.3	0.5
unid. adults	107	3.8	1,360.8	0.6
unid. crustacean remains	72	2.5	41.9	—

TABLE 3. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Mollusca				
Pelecypoda				
Prionodesmacea				
Pectinidae				
<i>Pecten latiauritus</i>	2	0.1	0.5	—
Gastropoda				
Heteropoda				
Atlantidae				
<i>Atlanta</i> sp.	3	0.1	0.3	—
Pteropoda				
Limacinidae				
<i>Limacina</i> sp.	8	0.3	0.9	—
Cavoliniidae				
<i>Cavolina gibbosa</i>	1	—	0.1	—
unid. pteropods	4	0.1	0.5	—
Cephalopoda	937	32.9	18,718.3	7.6
Decapoda	680	23.9	17,641.5	7.2
Loliginidae				
<i>Loligo</i> sp.	1	—	6.0	—
Enoploteuthidae				
<i>Abraliopsis morisii</i>	2	0.1	5.0	—
<i>Abraliopsis boyei</i>	1	—	3.0	—
Onykchoteuthidae				
<i>Onykia</i> sp.	1	—	11.7	—
Onychoteuthidae				
<i>Onychoteuthis banksi</i>	7	0.2	621.8	0.2
Thysanoteuthidae				
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	2	0.1	146.0	—
Ommastrephidae				
<i>Ommastrephes gigas</i>	1	—	587.0	0.2
<i>Ommastrephes</i> sp.	4	0.1	249.2	0.1
<i>Symplectoteuthis onalaniensis</i>	7	0.2	97.0	—
unid. ommastrephids	3	0.1	759.0	0.3
unid. squids	659	23.2	15,155.8	6.2
Octopoda	166	5.8	924.5	0.3
Octopodidae				
<i>Octopus</i> sp.	1	—	2.0	—
Argonautidae				
<i>Argonauta cornuta</i>	7	0.2	65.5	—
<i>Argonauta pacifica</i>	3	0.1	53.5	—
<i>Argonauta</i> sp.	46	1.6	231.5	0.1
unid. octopods	111	3.9	572.0	0.2
unid. cephalopods	164	5.8	152.3	0.1
Chordata				
Tunicata	7	0.2	5.6	—
Pisces	1531	53.8	114,643.7	46.9
Engraulidae				
<i>Engraulis mordax</i>	22	0.8	3,593.0	1.5
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	49	1.7	3,407.4	1.4
Stomiidae				
<i>Stomias</i> sp.	4	0.1	95.0	—
unid. stomiatids	1	—	5.0	—
Astronesthidae	1	—	4.0	—
Synodontidae	1	—	7.3	—

TABLE 3. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Paralepididae				
<i>Lestidium pacificum</i>	1	—	27.0	—
<i>Lestidium mirabile</i>	1	—	10.0	—
<i>Lestidium</i> sp.	1	—	125.0	—
unid. paralepidids	9	0.3	80.8	—
Scopelosauridae				
<i>Scopelosaurus</i> n. sp.	2	0.1	12.5	—
Myctophidae				
<i>Benthoema pterota</i>	10	0.4	3,035.0	1.2
<i>Myctophum affine</i>	1	—	5.0	—
<i>Myctophum aurolaternatum</i>	2	0.1	21.3	—
<i>Myctophum</i> sp.	1	—	18.0	—
<i>Gonichthys tenuiculum</i>	4	0.1	8.2	—
<i>Lampanyctus omostigma</i>	2	0.1	168.0	0.1
unid. myctophids	52	1.8	1,542.1	0.6
Nemichthyidae				
<i>Nemichthys scolopaceus</i> (larvae)	3	0.1	1.3	—
Apodes (leptocephalus)	1	—	1.5	—
Scomberesocidae				
<i>Cololabis saira</i>	3	0.1	189.0	0.1
Hemiramphidae	3	0.1	32.0	—
Exocoetidae				
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	23	0.8	1,182.3	0.5
<i>Danichthys rondeleti</i>	2	0.1	398.0	0.2
<i>Cypselurus</i> sp.	4	0.1	684.0	0.3
unid. exocoetids	155	5.4	7,462.7	3.0
Bregmacerotidae				
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	4	0.1	30.5	—
Gadidae				
<i>Merluccius gayi</i>	7	0.2	737.0	0.3
Macrorhamphosidae				
<i>Macrorhamphosus gracilis</i>	2	0.1	116.5	—
Syngnathidae				
<i>Hippocampus</i> sp.	14	0.5	34.9	—
Trachypteridae	2	0.1	61.0	—
Mugilidae	1	—	0.4	—
Polynemidae				
<i>Polydactylus approximans</i>	1	—	0.6	—
<i>Polydactylus opercularis</i>	1	—	14.0	—
<i>Polydactylus</i> sp.	3	0.1	196.0	0.1
Serranidae				
Anthiinae	7	0.2	34.8	—
unid. serranids	17	0.6	2,995.1	1.2
Apogonidae				
<i>Apogon dovii</i>	1	—	3.0	—
Carangidae				
<i>Decapterus hypodus</i>	1	—	157.0	0.1
<i>Trachurus symmetricus</i>	4	0.1	191.0	0.1
<i>Selar crumenophthalmus</i>	3	0.1	513.0	0.2
<i>Caranx</i> sp.	1	—	5.0	—
<i>Selene</i> sp.	5	0.2	10.3	—
<i>Elagatis bipinnulatus</i>	2	0.1	662.0	0.3
unid. carangids	58	2.0	3,903.5	1.6
Coryphaenidae				
<i>Coryphaena</i> sp.	4	0.1	885.0	0.4
Chaetodontidae				
<i>Chaetodon humeralis</i>	16	0.6	19.4	—
unid. chaetodonts	4	0.1	4.2	—

TABLE 3. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Millilitros	%
Uranoscopidae				
<i>Katbetostoma</i> sp.	1	—	5.9	—
unid. uranoscopids	1	—	10.0	—
Blenniidae				
<i>Ophioblennius steindachneri</i>	1	—	1.8	—
unid. blenniids	1	—	245.0	0.1
Ophidiidae				
<i>Otophidium</i> sp.	6	0.2	29.9	—
unid. ophidiids	2	0.1	1.8	—
Callionymidae				
<i>Callionymus atrilabiatus</i>	11	0.4	20.5	—
Gempylidae	5	0.2	40.6	—
Trichiuridae				
<i>Lepidopus xantusi</i>	3	0.1	181.0	0.1
<i>Trichiurus nitens</i>	3	0.1	88.0	—
unid. trichiurids	13	0.4	412.5	0.2
Scombridae				
<i>Pneumatophorus japonicus</i>	2	0.1	761.0	0.3
<i>Pneumatophorus peruanus</i>	8	0.3	3,910.0	1.6
unid. scombrids	2	0.1	59.0	—
Stromateidae				
<i>Cubiceps carinatus</i>	22	0.8	3,002.8	1.2
unid. stromateids	6	0.2	98.9	—
Scorpaenidae				
<i>Sebastodes</i> sp.	1	—	128.0	—
unid. scorpaenids	3	0.1	10.8	—
Peristediidae	3	0.1	2.6	—
Thunnidae				
<i>Neothunnus macropterus</i>	3	0.1	4,335.0	1.8
unid. thunnids	3	0.1	20.7	—
Katsuwonidae				
<i>Katsuwonus pelamis</i>	1	—	17.0	—
<i>Euthynnus lineatus</i>	5	0.2	6,614.1	2.7
<i>Auxis</i> sp.	101	3.5	13,887.6	5.7
Heterosomata (larval flatfish)	2	0.1	3.0	—
Balistidae				
<i>Xanthichthys lineopunctatus</i>	3	0.1	87.0	—
<i>Cantibidermis maculatus</i>	10	0.4	167.8	0.1
unid. balistids	56	2.0	561.6	0.2
Monacanthidae				
<i>Alutera scripta</i>	1	—	3.0	—
Ostraciidae				
<i>Lactoria diaphanus</i>	124	4.4	13,172.0	5.4
Tetraodontidae	41	1.4	9,763.9	4.0
Diodontidae	7	0.2	100.1	—
Lophiidae	5	0.2	9.0	—
unid. fish remains	1025	36.0	24,202.2	9.9
Feathers—plumas	2	0.1	0.2	—
Wood—madera	16	0.6	20.0	—
Kelp—algas	1	—	7.0	—
Unid. material—material no identificado	17	0.6	66.0	—
	Total		244,651.3	

TABLE 5. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 328 yellowfin captured in Area 02.**TABLA 5.** Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 328 atunes aleta amarilla capturados en el Area 02.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	225	68.6	19,400.4	31.2
Isopoda	2	0.3	0.2	—
Amphipoda	1	0.3	0.1	—
Euphausiacea	1	0.3	0.1	—
Decapoda				
unid. shrimps	7	2.1	3.6	—
Galatheidae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	208	63.4	19,377.2	31.1
Porcellanidae (zoea)	1	0.3	0.1	—
unid. crab zoea	1	0.3	0.1	—
unid. crab megalops	8	2.4	14.2	—
Stomatopoda				
unid. larvae and post larvae	3	0.9	3.5	—
unid. crustacean remains	4	1.2	1.3	—
Mollusca				
Cephalopoda	44	13.4	483.9	0.8
Decapoda	29	8.8	445.0	0.7
Thysanoteuthidae				
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	0.3	124.0	0.2
unid. squids	28	8.5	321.0	0.5
Octopoda	6	1.8	31.6	—
Argonautidae				
<i>Argonauta</i> sp.	1	0.3	0.9	—
unid. octopods	5	1.5	30.7	—
unid. cephalopods	9	2.7	7.3	—
Chordata				
Pisces	177	54.0	42,339.0	68.0
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	2	0.6	15.5	—
Exocoetidae	8	2.4	1,205.1	1.9
Serranidae	11	3.4	2,940.0	4.7
Carangidae	4	1.2	326.0	0.5
Blenniidae	1	0.3	245.0	0.4
Trichiuridae				
<i>Trichiurus nitens</i>	1	0.3	16.0	—
unid. trichiurids	1	0.3	49.0	0.1
Thunnidae				
<i>Neothunnus macropterus</i>	3	0.9	4,335.0	7.0
Katsuwonidae				
<i>Euthynnus lineatus</i>	3	0.9	6,430.0	10.3
<i>Auxis</i> sp.	6	1.8	1,640.8	2.6
Balistidae				
<i>Xanthichthys lineopunctatus</i>	3	0.3	87.0	0.1
unid. balistids	9	2.7	291.0	0.5
Monacanthidae				
<i>Alutera scripta</i>	1	0.3	3.0	—
Ostraciidae				
<i>Lactoria diaphanus</i>	109	33.2	13,140.2	21.1
Tetraodontidae	11	3.4	9,685.0	15.6
Diodontidae	2	0.6	83.0	0.1
unid. fish remains	65	19.8	1,847.4	3.0
Wood—madera	1	0.3	1.0	—
Unid. material—material no identificado	1	0.3	1.0	—
Total			62,225.3	

TABLE 6. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 155 yellowfin captured in Area 03.

TABLA 6. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 155 atunes aleta amarilla capturados en el Area 03.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	104	67.1	5,044.9	41.8
Isopoda	2	1.3	0.3	—
Decapoda				
unid. shrimps	3	1.9	7.5	0.1
Galatheidæ				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	68	43.9	4,932.1	40.9
Hippidæ				
<i>Emerita rathbunae</i> (zoea)	6	3.9	2.0	—
Portunidæ	2	1.3	3.8	—
unid. crab megalops	3	1.9	0.5	—
Stomatopoda				
Squillidæ				
unid. larvae and post larvae	40	25.8	86.8	0.7
unid. adults	1	0.6	0.3	—
unid. crustacean remains	4	2.6	11.6	0.1
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda				
Limacinidæ				
<i>Limacina</i> sp.	1	0.6	0.1	—
Cephalopoda	66	42.6	2,779.1	23.0
Decapoda	51	32.9	2,737.9	22.7
Onychoteuthidæ				
<i>Onychoteuthis banksi</i>	5	3.2	564.0	4.7
Ommastrephidæ				
<i>Symplectoteuthis oualaniensis</i>	1	0.6	28.0	0.2
unid. squids	46	29.7	2,145.9	17.8
Octopoda	11	7.1	27.4	0.2
Argonautidæ				
<i>Argonauta</i> sp.	8	5.2	11.2	0.1
unid. octopods	4	2.6	16.2	0.1
unid. cephalopods	9	5.8	13.8	0.1
Chordata				
Tunicata	1	0.6	0.3	—
Pisces	95	61.3	4,233.0	35.1
Gonostomatidæ				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	3	1.9	56.0	0.5
Myctophidæ	3	1.9	17.0	0.1
Hemiramphidæ	1	0.6	8.0	0.1
Exocoetidæ	4	2.6	72.5	0.6
Bregmacerotidæ				
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	1	0.6	2.0	—
Syngnathidæ				
<i>Hippocampus</i> sp.	2	1.3	6.0	—
Polynemidæ				
<i>Polydactylus</i> sp.	3	1.9	196.0	1.6
Serranidæ				
Anthiinae	1	0.6	15.3	0.1
unid. serranids	1	0.6	42.0	0.3
Apogonidæ				
<i>Apogon dovii</i>	1	0.6	3.0	—

TABLE 6. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Carangidae				
<i>Selene</i> sp.	1	0.6	1.0	—
unid. carangids	6	3.9	186.1	1.5
Coryphaenidae				
<i>Coryphaena</i> sp.	3	1.9	842.0	7.0
Chaetodontidae				
<i>Chaetodon humeralis</i>	5	3.2	10.2	0.1
unid. chaetodonts	3	1.9	3.2	—
Ophidiidae	1	0.6	1.0	—
Trichiuridae	1	0.6	3.5	—
Katsuwonidae				
<i>Auxis</i> sp.	11	7.1	1,470.5	12.2
Balistidae				
<i>Canthidermis maculatus</i>	2	1.3	66.0	0.5
unid. balistids	6	3.9	19.5	0.2
Tetraodontidae	7	4.5	29.5	0.2
Diodontidae	1	0.6	4.0	—
unid. fish remains	74	47.7	1,178.7	9.8
Wood—madera	2	1.3	5.0	—
		Total	12,062.4	

TABLE 7. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 247 yellowfin captured in Area 04.

TABLA 7. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 247 atunes aleta amarilla capturados en el Area 04.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	193	78.1	8,202.2	55.3
Isopoda	7	2.8	1.6	—
Amphipoda	1	0.4	0.1	—
Decapoda				
Palinuridae				
phyllosoma	2	0.8	0.8	—
Galatheidae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	1	0.4	145.0	1.0
Hippidae				
<i>Emerita ratbbunae</i> (zoea)	5	2.0	2.6	—
Portunidae				
<i>Portunus affinis</i>	105	42.5	5,746.7	38.7
unid. portunids	11	4.4	259.9	1.8
unid. crab megalops	13	5.3	2.8	—
Stomatopoda				
Squillidae				
<i>Squilla biformis</i>	12	4.8	830.2	5.6
unid. larvae and post larvae	44	17.8	41.7	0.3
unid. adults	49	19.8	1,169.6	7.9
unid. crustacean remains	5	2.0	1.2	—
Mollusca				
Cephalopoda	96	38.9	601.9	4.0
Decapoda	82	33.2	494.3	3.3
Thysanoteuthidae				
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	0.4	22.0	0.1
Ommastrephidae	1	0.4	108.0	0.7
unid. squids	80	32.4	364.3	2.4
Octopoda	15	6.1	87.9	0.6
Argonautidae				
<i>Argonauta</i> sp.	4	1.6	13.5	0.1
unid. octopods	11	4.4	74.4	0.5
unid. cephalopods	6	2.4	19.7	0.1
Chordata				
Pisces	157	63.6	6,023.8	40.6
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	1	0.4	6.4	—
Paralepididae				
<i>Lestidium mirabile</i>	1	0.4	10.0	0.1
Myctophidae				
<i>Bentbosema pterota</i>	2	0.8	123.0	0.8
unid. myctophids	8	3.2	141.1	1.0
Exocoetidae				
<i>Oxyporbampus micropterus</i>	1	0.4	16.0	0.1
unid. exocoetids	44	17.8	1,298.2	8.7
Syngnathidae				
<i>Hippocampus</i> sp.	1	0.4	2.0	—
Mugilidae	1	0.4	0.4	—
Serranidae				
Anthiinae	1	0.4	1.6	—

TABLE 7. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Carangidae				
<i>Decapterus hypodus</i>	1	0.4	157.0	1.0
<i>Selar crumenophthalmus</i>	3	1.2	513.0	3.4
unid. carangids	12	4.8	894.5	6.0
Coryphaenidae				
<i>Coryphaena</i> sp.	1	0.4	43.0	0.3
Chaetodontidae				
<i>Chaetodon humeralis</i>	2	0.8	2.4	—
Callionymide				
<i>Callionymus atrilabiatu</i>	1	0.4	1.6	—
Scombridae	2	0.8	59.0	0.4
Scorpaenidae	2	0.8	10.0	0.1
Katsuwonidae				
<i>Auxis</i> sp.	15	6.1	1,596.9	10.8
Balistidae				
<i>Canthidermis maculatus</i>	8	3.2	101.8	0.7
unid. balistids	6	2.4	11.9	0.1
Tetraodontidae	2	0.8	3.9	—
Lophiidae	1	0.4	2.5	—
unid. fish remains	102	41.3	1,027.6	6.9
Wood—madera	5	2.0	1.3	—
Unid. material—material no identificado	4	1.6	9.3	0.1
		Total	14,838.5	

TABLE 8. List of forage organisms and other materials found in the stomachs of 319 yellowfin captured in Area 05.

TABLA 8. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 319 atunes aleta amarilla capturados en el Area 05.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Millilitros	%
Arthropoda				
Crustacea	229	71.8	5,325.6	32.8
Mysidacea				
Mysiidae	1	0.3	0.5	—
Isopoda	1	0.3	0.6	—
Amphipoda				
Phrosinidae				
<i>Phrosina semilunata</i>	1	0.3	0.1	—
unid. amphipods	2	0.6	0.7	—
Euphausiacea				
Euphausiidae	1	0.3	0.1	—
Decapoda				
unid. shrimps	4	1.2	3.2	—
Scyllaridae (post-larvae)	1	0.3	0.8	—
Palinuridae (puerulus)	1	0.4	0.2	—
Galatheididae	14	4.4	293.7	1.8
Hippidae				
<i>Emerita ratbunae</i> (zoea)	12	3.8	8.2	—
Portunidae				
<i>Portunus affinis</i>	64	20.1	1,741.4	10.7
<i>Euphyllax dovii</i>	23	7.2	2,187.3	13.4
unid. portunids	19	6.0	503.1	3.1
unid. crab megalops	13	4.1	42.3	0.3
Stomatopoda				
Squillidae				
<i>Squilla biformis</i>	1	0.3	68.0	0.4
<i>Gonodactylus</i> sp. (gonerichthus larvae)	1	0.3	0.2	—
unid. larvae and post larvae	124	38.9	357.8	2.2
unid. adults	9	2.8	117.0	0.7
unid. crustacean remains	2	0.6	0.4	—
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda				
Limacinidae				
<i>Limacina</i> sp.	5	1.6	0.6	—
Cephalopoda	181	56.7	2,181.8	13.4
Decapoda	142	44.5	1,871.6	11.5
Onykchoteuthidae				
<i>Onykia</i> sp.	1	0.3	11.7	0.1
Ommastrephidae				
<i>Ommastrephes</i> sp.	1	0.3	26.0	0.2
<i>Symplectoteuthis oualaniensis</i>	5	1.6	34.6	0.2
unid. squids	137	42.9	1,769.3	10.9
Octopoda	43	13.5	310.2	1.9
Argonautidae				
<i>Argonauta cornuta</i>	1	0.3	7.5	—
<i>Argonauta pacifica</i>	3	0.9	53.5	0.3
<i>Argonauta</i> sp.	14	4.4	91.9	0.6
unid. octopods	25	7.8	157.3	1.0
unid. cephalopods	27	8.5	30.0	0.2

TABLE 8. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Chordata				
Tunicata	3	0.9	1.1	—
Pisces	230	72.1	8,741.6	53.8
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	1	0.3	112.0	0.7
Paralepididae	2	0.6	3.8	—
Myctophidae				
<i>Benthoosema pterota</i>	8	2.5	2,912.0	17.9
unid. myctophids	7	2.2	598.3	3.7
Hemiramphidae	1	0.3	5.0	—
Exocoetidae				
<i>Oxyporbambus micropterus</i>	20	6.3	1,091.3	6.7
unid. exocoetids	30	9.4	1,737.6	10.7
Bregmacerotidae				
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	1	0.3	25.5	0.2
Syngnathidae				
<i>Hippocampus</i> sp.	6	1.9	21.3	0.1
Trachypteridae	1	0.3	5.0	—
Polynemidae				
<i>Polydactylus opercularis</i>	1	0.3	14.0	0.1
Serranidae				
Anthiinae	3	0.9	8.8	—
unid. serranids	3	0.9	1.4	—
Carangidae				
<i>Caranx</i> sp.	1	0.3	5.0	—
<i>Selene</i> sp.	4	1.2	9.3	—
unid. carangids	3	0.9	30.0	0.2
Chaetodontidae				
<i>Chaetodon humeralis</i>	5	1.6	5.3	—
unid. chaetodonts	1	0.3	1.0	—
Ophidiidae				
<i>Otophidium</i> sp.	4	1.2	24.6	0.2
Callionymidae				
<i>Callionymus atrilabiatus</i>	7	2.2	12.1	0.1
Gempylidae	2	0.6	4.9	—
Trichiuridae	1	0.3	9.0	—
Scorpaenidae	1	0.3	0.8	—
Peristediidae	3	0.9	2.6	—
Thunnidae	3	0.9	20.7	0.1
Katsuwonidae				
<i>Auxis</i> sp.	5	1.6	229.0	1.4
Heterosomata	1	0.3	2.0	—
Balistidae	26	8.2	127.2	0.8
Tetraodontidae	13	4.1	27.9	0.2
Diodontidae	3	0.9	11.3	0.1
Lophiidae	1	0.3	1.8	—
unid. fish remains	171	53.6	1,681.1	10.3
Wood—madera	2	0.6	0.6	—
Unid. material—material no identificado	2	0.6	4.9	—
Total			16,256.2	

TABLE 9. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 204 yellowfin captured in Area 06.

TABLA 9. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 204 atunes aleta amarilla capturados en el Area 06.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	110	53.9	1,746.1	11.1
Isopoda	1	0.5	0.1	—
Amphipoda	5	2.4	1.2	—
Euphausiacea				
Euphausiidae	1	0.5	0.1	—
Decapoda				
unid. shrimps	5	2.4	6.7	—
Galatheidae				
<i>Munida</i> sp.	1	0.5	1.5	—
Paguridae (megalops)	2	1.0	0.3	—
Portunidae				
<i>Euphyllax dovii</i>	12	5.9	1,145.0	7.3
unid. portunids	18	8.8	462.5	2.9
unid. crab zoea	6	2.9	11.1	0.1
unid. crab megalops	14	6.9	4.0	—
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae and post larvae	59	28.9	67.3	0.4
unid. adults	11	5.4	41.8	0.3
unid. crustacean remains	9	4.4	4.5	—
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda	1	0.5	0.1	—
Cephalopoda	87	42.6	1,865.5	11.9
Decapoda	62	30.4	1,714.1	10.9
Onychoteuthidae				
<i>Onychoteuthis banksi</i>	2	1.0	57.8	0.4
Ommastrephidae				
<i>Ommastrephes</i> sp.	3	1.5	223.2	1.4
unid. squids	59	28.9	1,433.1	9.1
Octopoda	16	7.8	131.0	0.8
unid. cephalopods	15	7.4	20.4	0.1
Chordata				
Pisces	133	65.2	12,079.7	76.9
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	17	8.3	744.2	4.7
Scopelosauridae				
<i>Scopelosaurus</i> n. sp.	2	1.0	12.5	0.1
Myctophidae				
<i>Lampanyctus omostigma</i>	2	1.0	168.0	1.1
unid. myctophids	12	5.9	41.1	0.3
Nemichthyidae				
<i>Nemichthys scolopaceus</i> (larvae)	1	0.5	1.0	—
Apodes (leptocephalus)	1	0.5	1.5	—
Exocoetidae	4	2.0	104.5	0.7
Gadidae				
<i>Merluccius gayi</i>	7	3.4	737.0	4.7
Carangidae	4	2.0	502.5	3.2
Trichiuridae				
<i>Lepidopus xantusi</i>	2	1.0	24.0	0.2
unid. trichiurids	1	0.5	156.0	1.0

TABLE 9. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Millilitros	%
Scombridae				
<i>Pneumatophorus peruanus</i>	8	3.9	3,910.0	24.9
Katsuwonidae				
<i>Auxis</i> sp.	20	9.8	2,510.5	16.0
Balistidae	2	1.0	6.1	—
Tetraodontidae	1	0.5	1.3	—
Lophiidae	3	1.5	4.7	—
unid. fish remains	80	39.2	3,154.8	20.1
Unid. material—material no identificado	1	0.5	7.0	—
	Total		15,698.4	

TABLE 10. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 186 yellowfin captured in Area 07.**TABLA 10.** Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 186 atunes aleta amarilla capturados en el Area 07.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	101	54.3	664.4	6.6
Thoracica				
Balanidae				
<i>Balanus</i> sp.	1	0.5	2.5	—
Isopoda				
Cymothoidae	1	0.5	0.1	—
unid. isopods	2	1.1	0.2	—
Amphipoda				
Phrosinidae				
<i>Phrosina semilunata</i>	14	7.5	15.9	0.2
unid. amphipods	5	2.7	2.0	—
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Euphausia</i> sp.	2	1.1	0.3	—
Decapoda				
unid. shrimps	33	17.7	80.3	0.8
Scyllaridae				
<i>Scyllarides</i> sp. (post larvae)	2	1.1	2.3	—
unid. post larvae	7	3.8	20.1	0.2
Hippidae				
<i>Emerita rathbunae</i> (zoea)	19	10.2	193.9	1.9
Portunidae				
<i>Euphyllax dovii</i>	1	0.5	13.8	0.2
unid. crab megalops	16	8.6	40.9	0.4
Stomatopoda				
unid. larvae and post larvae	60	32.2	282.8	2.8
unid. adults	6	3.2	4.2	—
unid. crustacean remains	9	4.8	5.1	—
Mollusca				
Gastropoda				
Heteropoda				
Atlantidae				
<i>Atlanta</i> sp.	2	1.1	0.2	—
Pteropoda				
Cavoliniidae				
<i>Cavolina gibbosa</i>	1	0.5	0.1	—
unid. pteropods	2	1.1	0.3	—
Cephalopoda	63	33.9	669.3	6.7
Decapoda	48	25.8	629.8	6.3
Octopoda	7	3.8	33.4	0.3
Argonautidae				
<i>Argonauta cornuta</i>	1	0.5	10.0	0.1
<i>Argonauta</i> sp.	3	1.6	20.0	0.2
unid. octopods	3	1.6	3.4	—
unid. cephalopods	11	5.9	6.1	—
Chordata				
Pisces	113	60.8	8,669.8	86.3
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerra lucetia</i>	1	0.5	33.0	0.3
Stomiidae				
<i>Stomias</i> sp.	1	0.5	4.0	—
unid. stomiatids	1	0.5	5.0	—

TABLE 10. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Paralepididae				
<i>Lestidium</i> sp.	1	0.5	125.0	1.2
unid. paralepidids	1	0.5	25.0	0.2
Myctophidae	4	2.2	71.2	0.7
Exocoetidae	12	6.4	554.0	5.5
Syngnathidae				
<i>Hippocampus</i> sp.	3	1.6	2.6	—
Carangidae				
<i>Elagatis bipinnulatus</i>	2	1.1	662.0	6.6
Callionymidae				
<i>Callionymus atrilabiatus</i>	1	0.5	0.6	—
Gempylidae	1	0.5	17.5	0.2
Stromateidae	5	2.7	86.9	0.9
Katsuwonidae				
<i>Katsuwonus pelamis</i>	1	0.5	17.0	0.2
<i>Euthynnus lineatus</i>	1	0.5	3.1	—
<i>Auxis</i> sp.	30	16.1	5,382.0	53.6
unid. fish remains	67	36.0	1,680.9	16.7
Unid material—material no identificado	9	4.8	43.8	—
		Total	10,047.9	

TABLE 11. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 310 yellowfin captured in Area 08.**TABLA 11. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 310 atunes aleta amarilla capturados en el Area 08.**

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	212	68.4	5,963.7	19.7
Isopoda	13	4.2	4.8	—
Euphausiacea	1	0.3	0.5	—
Decapoda				
unid. shrimps	1	0.3	1.5	—
Galatheidae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	206	66.4	5,953.4	19.7
unid. crab megalops	1	0.3	0.1	—
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae and post larvae	2	0.6	1.4	—
unid. crustacean remains	1	0.9	2.0	—
Mollusca				
Cephalopoda	139	44.8	7,741.5	25.6
Decapoda	109	35.2	7,691.2	25.4
Enoploteuthidae				
<i>Abraliopsis morisii</i>	1	0.3	2.0	—
Ommastrephidae	2	0.6	651.0	2.2
unid. squids	107	34.5	7,038.2	23.2
Octopoda	9	2.9	41.5	0.1
Argonautidae				
<i>Argonauta cornuta</i>	4	1.3	26.1	0.1
<i>Argonauta</i> sp.	1	0.3	5.0	—
unid. octopods	5	1.6	10.4	—
unid. cephalopods	24	7.7	8.8	—
Chordata				
Pisces	209	67.4	16,561.7	54.7
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	20	6.4	2,127.0	7.0
Stomiidae				
<i>Stomias</i> sp.	2	0.6	86.0	0.3
Paralepididae	2	0.6	18.0	—
Myctophidae	2	0.6	19.0	0.1
Exocoetidae				
<i>Cypselurus</i> sp.	4	1.3	684.0	2.2
unid. exocoetids	17	5.5	598.5	2.0
Bregmacerotidae				
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	1	0.3	2.0	—
Syngnathidae				
<i>Hippocampus</i> sp.	2	0.6	3.0	—
Carangidae	7	2.2	447.3	1.5
Trichiuridae				
<i>Lepidopus xantusi</i>	1	0.3	157.0	0.5
unid. trichiurids	6	1.9	186.0	0.6
Stromateidae				
<i>Cubiceps carinatus</i>	22	7.1	3,002.8	9.9
Katsuwonidae				
<i>Auxis</i> sp.	8	2.6	78.2	2.6
Tetraodontidae	3	1.0	12.0	—
Diodontidae	1	0.3	1.8	—
unid. fish remains	156	50.3	8,435.1	27.9
Feathers—plumas	2	0.6	0.2	—
Wood—madera	1	0.3	1.0	—
Total			30,268.1	

TABLE 12. List of forage organisms found in the stomachs of 123 yellowfin captured in Area 09.

TABLA 12. Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de 123 atunes aleta amarilla capturados en el Area 09.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Millilitros	%
Arthropoda				
Crustacea	108	87.8	1,938.4	38.0
Isopoda				
Cymothoidae	2	1.6	0.3	—
unid. isopods	1	0.8	0.4	—
Amphipoda				
Phrosinidae				
<i>Phrosina semilunata</i>	4	3.2	1.5	—
unid. amphipods	3	2.4	0.8	—
Decapoda				
unid. shrimp	40	32.5	162.8	3.2
Palinuridae (puerulus)	2	1.6	1.3	—
Galatheididae	2	1.6	7.0	0.1
Hippidae				
<i>Emerita rathbunae</i> (zoea)	4	3.2	2.9	—
Portunidae				
<i>Portunus affinis</i>	11	8.9	477.6	9.4
unid. portunids	37	30.1	1,003.0	19.7
unid. crab megalops	27	22.0	29.1	0.6
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae	43	35.0	250.0	4.9
unid. crustacean remains	4	3.2	1.7	—
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda				
Limacinidae				
<i>Limacina</i> sp.	2	1.6	0.2	—
Cephalopoda	51	41.5	301.1	5.9
Decapoda	38	30.9	244.3	4.8
Ommastrephidae				
<i>Symplectoteuthis oualaniensis</i>	1	0.8	34.4	0.7
unid. squids	37	30.1	209.9	4.1
Octopoda	12	9.8	54.0	1.0
Argonautidae				
<i>Argonauta</i> sp.	6	4.9	43.7	0.8
unid. octopods	6	4.9	10.3	0.2
unid. cephalopods	5	4.1	2.8	—
Chordata				
Pisces	80	65.0	2,856.8	56.0
Stomiidae				
<i>Stomias</i> sp.	1	0.8	5.0	0.1
Astronesthidae	1	0.8	4.0	0.1
Myctophidae				
<i>Myctophum</i> sp.	1	0.8	18.0	0.4
<i>Gonichthys tenuiculum</i>	2	1.6	7.0	0.1
unid. myctophids	12	9.8	579.4	11.4
Exocoetidae	7	5.7	249.5	4.9
Bregmacerotidae				
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	1	0.8	1.0	—

TABLE 12. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Trachypteridae	1	0.8	56.0	1.1
Serranidae	1	0.8	2.5	—
Carangidae	7	5.7	617.0	12.1
Trichiuridae	3	2.4	9.0	0.2
Stromateidae	1	0.8	12.0	0.2
Katsuwonidae				
<i>Euthynnus lineatus</i>	1	0.8	181.0	3.6
<i>Auxis</i> sp.	1	0.8	104.0	2.0
Balistidae	3	2.4	96.0	1.9
Ostraciidae				
<i>Lactoria diaphanus</i>	3	2.4	10.4	0.2
Tetraodontidae	1	0.8	0.5	—
unid. fish remains	61	49.6	904.5	17.7
	Total		5,096.5	

TABLE 15. List of forage organisms found in the stomachs of 13 yellowfin captured in Area 12.**TABLA 15.** Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de 13 atunes aleta amarilla capturados en el Area 12.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	13	100.0	112.2	36.2
Amphipoda				
Phronimidae				
<i>Pbronima sedentaria</i>	4	30.8	0.8	0.2
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Thysanopoda orientalis</i>	1	7.7	4.0	1.3
Decapoda				
Sergestidae				
<i>Sergestes gardneri</i>	5	38.5	69.1	22.3
unid. shrimps	4	30.8	26.4	8.5
Portunidae				
<i>Euphyllax dovii</i>	1	7.7	11.0	3.6
unid. portunids	1	7.7	0.2	0.1
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae and post larvae	2	15.4	0.2	0.1
unid. crustacean remains	2	15.4	0.5	0.2
Mollusca				
Cephalopoda	9	69.2	61.5	19.9
Decapoda	9	69.2	61.5	19.9
Loliginidae				
<i>Loligo</i> sp.	1	7.7	6.0	1.9
Enoploteuthidae				
<i>Abraliopsis morisii</i>	1	7.7	3.0	1.0
<i>Abraliopsis boyei</i>	1	7.7	3.0	1.0
unid. squids	8	61.5	49.5	16.0
Chordata				
Tunicata	3	23.1	4.2	1.4
Pisces	10	76.9	131.6	42.5
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	2	15.4	1.3	0.4
Paralepididae	1	7.7	5.0	1.6
Myctophidae				
<i>Gonichthys tenuiculum</i>	2	15.4	1.2	0.4
unid. myctophids	1	7.7	20.0	6.5
Ophidiidae	1	7.7	0.8	0.2
unid. fish remains	9	69.2	103.3	33.4
		Total	309.5	

TABLE 16. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 120 yellowfin captured in Area 13.

TABLA 16. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 120 atunes aleta amarilla capturados en el Area 13.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Millilitros	%
Arthropoda				
Crustacea	118	98.2	23,798.5	86.0
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Euphausia exima</i>	2	1.7	2.1	—
unid. euphausiids	1	0.8	0.1	—
Decapoda				
Galatheididae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	117	97.5	23,790.8	85.9
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae and post larvae	2	1.7	5.5	—
Mollusca				
Cephalopoda	23	19.2	126.0	0.4
Decapoda	17	14.2	79.1	0.3
Octopoda	6	5.0	41.0	0.1
Argonautidae				
<i>Argonauta</i> sp.	1	0.8	3.0	—
unid. octopods	5	4.2	38.0	0.1
unid. cephalopods	3	2.5	5.9	—
Chordata				
Pisces	46	38.3	3,752.8	13.6
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	2	1.7	312.0	1.1
Myctophidae	1	0.8	50.0	0.2
Scomberesocidae				
<i>Cololabis saira</i>	3	2.5	189.0	0.7
Exocoetidae				
<i>Danichthys rondeleti</i>	2	1.7	398.0	1.4
unid. exocoetids	16	13.3	1,423.6	5.1
Macrorhamphosidae				
<i>Macrorhamphosus gracilis</i>	2	1.7	116.5	0.4
Carangidae				
<i>Trachurus symmetricus</i>	1	0.8	125.0	0.4
Trichiuridae				
<i>Trichiurus nitens</i>	2	1.7	72.0	0.3
Balistidae	1	0.8	2.8	—
Ostraciidae				
<i>Lactoria diaphanus</i>	11	9.2	20.4	0.1
unid. fish remains	23	19.2	1,043.5	3.8
Kelp—algas	1	0.8	7.0	—
	Total		27,684.3	

TABLE 17. List of forage organisms found in the stomachs of 6 yellowfin captured in Area 14.**TABLA 17.** Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de 6 atunes aleta amarilla capturados en el Area 14.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Millilitros	%
Mollusca				
Cephalopoda				
Decapoda				
Ommastrephidae				
<i>Ommastrephes gigas</i>	1	16.7	587.0	75.0
Chordata				
Pisces	6	100.0	195.0	25.0
	Total		782.0	

TABLE 18. Volumes and percentages of total volumes, by areas, of fish, crustacea, and cephalopods in the diet of yellowfin of different sizes.

TABLA 18. Volumen y porcentaje del volumen total, por área, de peces, crustáceos y cefalópodos en la dieta de los atunes aleta amarilla de diferentes tamaños.

Area	No. of fish exam.	ml. of fish	%	ml. of crust.	%	ml. of ceph.	%	ml. of other	Total ml. examined
Area	No. de peces exam.	ml. de peces	%	ml. de crust.	%	ml. de cef.	%	ml. de otros	Total de ml. examinados
To 550 mm. — Hasta 550 mm.									
01	63	72.0	4.8	814.4	54.0	620.8	41.2	—	1,507.2
02	9	15.0	11.9	111.0	88.1	0.0	0.0	—	126.0
03	5	7.1	32.1	1.0	4.5	14.0	63.3	—	22.1
04	9	7.7	17.7	4.3	9.9	31.4	72.4	—	43.4
05	13	109.9	64.0	4.9	2.8	56.8	33.1	—	171.6
06	45	261.3	33.6	55.1	7.1	454.4	58.4	—	777.8
07	2	4.0	19.5	16.5	80.5	0.0	0.0	7.0	20.5
08	1	57.0	99.6	0.2	0.4	0.0	0.0	—	57.2
09	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	34	33.3	22.3	91.1	61.0	24.7	16.5	0.2	149.3
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	5	316.5	76.0	95.1	22.8	5.0	1.2	—	416.6
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	186	883.8	26.8	1,193.6	36.3	1,207.1	36.7	7.2	3,291.7
551-850 mm. — De 551 a 850 mm.									
01	383	4,650.6	26.3	12,855.7	72.8	150.2	0.8	0.2	17,656.7
02	157	4,975.4	60.0	3,294.4	39.8	12.7	0.2	1.0	8,283.5
03	72	1,186.9	37.0	1,431.1	44.7	583.5	18.2	1.0	3,202.5
04	160	3,352.8	51.6	2,871.0	44.2	264.1	4.1	10.6	6,498.5
05	190	2,008.2	35.6	2,311.9	41.0	1,315.2	23.3	7.1	5,642.4
06	111	4,573.7	74.2	495.9	8.0	1,095.5	17.8	0.1	6,165.2
07	141	6,031.4	83.8	600.1	8.3	519.7	7.2	44.1	7,195.3
08	152	6,276.3	70.2	1,797.1	20.1	873.4	10.0	1.1	8,947.9
09	32	548.9	61.5	272.1	30.5	72.2	8.1	0.0	893.2
10	150	803.6	17.3	3,676.7	79.2	152.6	3.3	10.9	4,643.8
11	42	466.9	20.4	1,651.2	72.0	174.0	7.6	0.2	2,292.3
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	22	336.4	18.5	1,431.4	78.9	46.5	2.6	0.0	1,814.3
14	4	176.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	176.0
	1,616	35,387.1	48.2	32,688.6	44.5	5,259.6	7.2	76.3	73,411.6
851-1230 mm. — De 851 a 1230 mm.									
01	102	2,329.2	15.5	12,676.6	84.1	58.1	0.4	0.3	15,064.2
02	74	2,240.3	23.4	7,159.8	74.7	190.5	2.0	0.0	9,590.6
03	72	2,587.8	37.2	3,122.3	44.9	1,233.6	17.8	4.4	6,948.1
04	78	2,663.3	32.1	5,326.9	64.2	306.4	3.7	0.0	8,296.6
05	107	6,269.7	70.2	1,949.8	21.8	707.5	7.9	0.1	8,927.1
06	48	7,244.7	82.7	1,195.1	13.6	315.6	3.6	0.0	8,755.4
07	43	2,634.4	93.0	47.8	1.7	149.6	5.3	0.3	2,832.1
08	150	9,804.6	51.1	3,495.4	18.2	5,896.0	30.7	0.1	19,196.1
09	87	2,263.9	58.2	1,403.3	36.1	223.9	5.8	0.2	3,891.3
10	25	144.5	5.7	2,318.2	91.6	66.9	2.6	0.0	2,529.6
11	16	216.3	10.4	1,838.8	88.0	33.5	1.6	0.0	2,088.6
12	13	131.6	42.5	112.2	36.2	61.5	19.9	4.2	309.5
13	64	1,628.9	10.3	14,214.0	89.6	28.1	0.2	0.0	15,871.0
14	2	19.0	3.1	0.0	0.0	587.0	96.8	0.0	606.0
	881	40,178.2	38.3	54,860.2	52.3	9,858.2	9.4	9.6	104,906.2

TABLE 18. (Continued)

Area	No. of fish exam.	ml. of fish	%	ml. of crust.	%	ml. of ceph.	%	ml. of other	Total ml. examined
Area	No. de peces exam.	ml. de peces	%	ml. de crust.	%	ml. de cef.	%	ml. de otros	Total de ml. examinados
1231-1440 mm. — De 1231 a 1440 mm.									
01	19	212.2	6.5	3,045.1	93.4	3.9	0.1	0.0	3,261.2
02	68	13,777.8	62.2	8,272.7	37.3	116.2	0.5	1.0	22,167.7
03	5	451.2	43.7	490.5	47.5	90.0	8.7	0.0	1,031.7
04	—	—	—	—	—	—	—	—	—
05	8	353.8	39.3	443.0	49.3	102.3	11.4	0.0	899.1
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08	7	423.8	20.5	671.0	32.4	972.1	47.0	0.0	2,066.9
09	3	44.0	14.9	246.0	83.4	5.0	1.7	0.0	295.0
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	1	130.3	68.8	24.0	12.7	35.0	18.5	0.0	189.3
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	24	968.0	12.4	6,824.0	87.4	4.4	<0.1	7.0	7,821.4
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	135	16,361.1	43.4	20,034.3	53.1	1,328.9	3.5	8.0	37,732.3
1441 and over — De 1441 mm. y más									
01	—	—	—	—	—	—	—	—	—
02	20	21,330.5	96.7	562.5	2.6	164.5	0.7	0.0	22,057.5
03	1	0.0	0.0	0.0	0.0	858.0	100.0	0.0	858.0
04	—	—	—	—	—	—	—	—	—
05	1	0.0	0.0	616.0	100.0	0.0	0.0	0.0	616.0
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09	1	0.0	0.0	17.0	100.0	0.0	0.0	0.0	17.0
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	5	503.0	28.6	1,216.0	69.0	42.0	2.4	0.0	1,761.0
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28	21,833.5	86.3	2,411.5	9.5	1,064.5	4.2	0.0	25,309.5

TABLE 19. Analysis of variance of percentages of total volumes of crustacea in the diet of yellowfin; arc sin transformation.**TABLA 19.** Análisis de variancia de los porcentajes de los volúmenes totales de crustáceos en la dieta atún aleta amarilla; transformación del arc sen.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio
Causa de variación	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio	Razón de la variancia
Area in which yellowfin were captured Area en la que se capturó a los atunes aleta amarilla	11	709,973	64,543	$F = \frac{64,543}{821} = 78.62^{**}$
Size of yellowfin Tamaño de los atunes aleta amarilla	3	110,407	36,802	$F = \frac{36,802}{821} = 44.83^{**}$
Interaction—Interacción	27	135,184	5,007	$F = \frac{5,007}{821} = 6.10^{**}$
Error—Error	∞		821	

Analysis of variance of percentages of total volumes of fish in the diet of yellowfin; arc sin transformation.**Análisis de variancia de los porcentajes de los volúmenes totales de peces en la dieta del atún aleta amarilla; transformación del arc sen.**

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio
Causa de variación	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio	Razón de la variancia
Area in which yellowfin were captured Area en la que se capturó a los atunes aleta amarilla	11	451,360	41,033	$F = \frac{41,033}{821} = 49.98^{**}$
Size of yellowfin Tamaño de los atunes aleta amarilla	3	28,451	9,484	$F = \frac{9,484}{821} = 11.55^{**}$
Interaction—Interacción	27	152,691	5,655	$F = \frac{5,655}{821} = 6.89^{**}$
Error—Error	∞		821	

TABLE 20. Analysis of the occurrence of fish in the stomachs of yellowfin captured in the Eastern Pacific.

TABLA 20. Análisis de la presencia de peces en los estómagos de atunes aleta amarilla capturados en el Pacífico Oriental.

Area	Exam.	Fish occur.	% occur.	Exam.	Fish occur.	% occur.	Exam.	Fish occur.	% occur.	Exam.	Fish occur.	% occur.
Area	Exam.	Pres. peces	% pres.	Exam.	Pres. peces	% pres.	Exam.	Pres. peces	% pres.	Exam.	Pres. peces	% pres.
	To 550 mm. Hasta 550 mm.			551-850mm. De 551 a 850 mm.			851-1230 mm. De 851 a 1230 mm.			1231 and up De 1231 mm. y más		
01	63	2	3.2	383	84	21.9	102	41	40.2	19	11	57.9
02	9	2	22.2	157	71	45.2	74	34	45.9	88	70	79.5
03	5	3	60.0	72	40	55.5	72	48	66.7	6	4	66.7
04	9	2	22.2	160	105	65.6	78	50	64.1	—	—	—
05	13	9	69.2	190	125	65.8	107	88	82.7	9	8	88.9
06	45	19	42.2	111	81	73.0	48	35	72.9	—	—	—
07	2	2	100.0	141	79	56.0	43	32	74.4	—	—	—
08	1	1	100.0	152	93	61.2	150	110	73.3	7	5	71.4
09	—	—	—	32	18	56.2	87	60	69.0	4	2	50.0
10	34	13	38.2	150	65	43.3	25	20	80.0	—	—	—
11	—	—	—	42	27	64.3	16	11	68.8	1	1	100.0
13	5	2	40.0	22	9	40.9	64	26	40.6	29	9	31.0
Total	186	55	29.6	1612	797	49.4	866	555	64.1	163	110	67.5

Analysis of variance of percentage of occurrence of fish; arc sin transformation.

Análisis de variancia del porcentaje de la presencia de peces; transformación del arc sen.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio
Causa de variación	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio	Razón de la variancia
Area in which yellowfin were captured Area en la que se capturó a los atunes aleta amarilla	11	274,010	24,910	$F = \frac{24,910}{821} = 30.34^{**}$
Size of yellowfin Tamaño de los atunes aleta amarilla	3	81,281	27,094	$F = \frac{27,094}{821} = 33.00^{**}$
Interaction—interacción	27	48,053	1,780	$F = \frac{1,780}{821} = 2.17^{**}$
Error—Error	∞		821	

TABLE 21. Analysis of the occurrence of crustacea in the stomachs of yellowfin captured in the Eastern Pacific.**TABLA 21.** Análisis de la presencia de crustáceos en los estómagos de atunes aleta amarilla capturados en el Pacífico Oriental.

Area	Exam.	Crust. occur.	% occur.	Exam.	Crust. occur.	% occur.	Exam.	Crust. occur.	% occur.	Exam.	Crust. occur.	% occur.
Area	Exam.	Pres. crust.	% pres.	Exam.	Pres. crust.	% pres.	Exam.	Pres. crust.	% pres.	Exam.	Pres. crust.	% pres.
	To 550 mm. Hasta 550 mm.			551-850mm. De 551 a 850 mm.			851-1230 mm. De 851 a 1230 mm.			1231 and up De 1231 mm. y más		
01	63	49	77.8	383	350	91.4	102	82	80.4	19	19	100.0
02	9	8	88.9	157	98	62.4	74	62	83.8	88	57	64.8
03	5	1	20.0	72	44	61.1	72	55	76.4	6	4	66.7
04	9	4	44.4	160	123	76.9	78	66	84.6	—	—	—
05	13	10	76.9	190	153	80.5	107	60	56.1	9	6	66.7
06	45	32	71.1	111	55	49.5	48	23	47.9	—	—	—
07	2	2	100.0	141	76	53.9	43	23	53.5	—	—	—
08	1	1	100.0	152	111	73.0	150	95	63.3	7	5	71.4
09	—	—	—	32	26	81.2	87	78	89.6	4	4	100.0
10	34	29	85.3	150	144	96.0	25	25	100.0	—	—	—
11	—	—	—	42	39	92.8	16	15	93.8	1	1	100.0
13	5	5	100.0	22	22	100.0	64	64	100.0	29	27	93.1
Total	186	141	75.8	1612	1241	77.0	866	648	74.8	163	123	75.5

Analysis of variance of percentage of occurrence of crustacea; arc sin transformation.

Análisis de variancia del porcentaje de la presencia de crustáceos; transformación del arc sen.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square	Variance ratio
Causa de variación	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio	Razón de la variancia
Area in which yellowfin were captured Area en la que se capturó a los atunes aleta amarilla	11	302,641	27,513	$F = \frac{27,513}{821} = 33.51^{**}$
Size of yellowfin Tamaño de los atunes aleta amarilla	3	1,935	645	$F = \frac{645}{821} = 0.78$
Interaction—Interacción	27	87,966	3,258	$F = \frac{3,258}{821} = 3.97^{**}$
Error—Error	∞		821	

TABLE 22. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 1010 skipjack captured in the Eastern Tropical Pacific.

TABLA 22. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 1010 barriletes capturados en el Pacífico Oriental Tropical.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Millilitros	%
Arthropoda				
Crustacea	768	76.0	24,314.3	59.1
Mysidacea	10	1.0	3.6	—
Isopoda	6	0.6	0.6	—
Amphipoda				
Phronimidae				
<i>Phronima sedentaria</i>	2	0.2	0.2	—
Phrosinidae				
<i>Phrosina semilunata</i>	2	0.2	0.4	—
<i>Phrosina</i> sp.	1	0.1	1.4	—
<i>Anchylomera blossevillei</i>	14	1.4	298.6	0.7
unid. phrosinids	3	0.3	0.3	—
Lycaeidae				
<i>Brachyscelus</i> sp.	2	0.2	0.2	—
unid. amphipods	36	3.6	8.7	—
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Nyctiphanes simplex</i>	96	9.5	4,219.4	10.2
<i>Euphausia exima</i>	7	0.7	567.0	1.4
<i>Euphausia distinguenda</i>	58	5.7	6,234.0	15.1
<i>Euphausia lamelligera</i>	5	0.5	159.0	0.4
<i>Euphausia</i> sp.	24	2.4	1,130.5	2.7
unid. euphausiids	194	19.2	7,880.7	19.1
Decapoda				
unid. shrimps	60	5.9	112.3	0.3
Palinuridae				
phyllosoma	1	0.1	0.4	—
puerulus	1	0.1	0.2	—
Galatheididae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	131	13.0	3,180.0	7.7
<i>Munida</i> sp.	3	0.3	19.5	—
Hippidae				
<i>Emerita ratbunae</i> (zoea)	5	0.5	2.0	—
Paguridae (megalops)	13	1.3	1.4	—
Portunidae				
<i>Portunus affinis</i>	1	0.1	18.0	—
unid. portunids	17	1.7	167.5	0.4
unid. crab zoea	8	0.8	1.1	—
unid. crab megalops	73	7.2	132.4	0.3
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae	99	9.8	131.9	0.3
unid. adults	1	0.1	3.2	—
unid. crustacean remains	61	6.0	39.8	0.1
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda				
Limacinidae				
<i>Limacina</i> sp.	5	0.5	0.5	—
Cavolinidae				
<i>Cavolina uncinata</i>	5	0.5	0.6	—
unid. pteropods	40	4.0	15.3	—

TABLE 22. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Millilitros	%
Cephalopoda	127	12.6	1,396.2	3.4
Decapoda	89	8.8	1,235.4	3.0
Loliginidae				
<i>Loligo</i> sp.	1	0.1	18.3	—
Enoploteuthidae				
<i>Abraliopsis morisii</i>	12	1.2	433.3	1.0
Cranchiidae				
<i>Drechselia danae</i>	8	0.8	51.3	0.1
unid. squids	73	7.2	732.5	1.8
Octopoda	38	3.8	156.7	0.4
Argonautidae				
<i>Argonauta</i> sp.	10	1.0	72.0	0.2
unid. octopods	28	2.8	84.7	0.2
unid. cephalopods	8	0.8	4.1	—
Chordata				
Tunicata	3	0.3	3.1	—
Pisces	366	36.2	15,418.3	37.4
Engraulididae				
<i>Engraulis mordax</i>	22	2.2	1,321.0	3.2
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	83	8.2	3,986.7	9.7
Sternoptychidae				
<i>Sternoptyx obscura</i>	1	0.1	7.0	—
<i>Argyropelecus</i> sp.	1	0.1	0.5	—
Astronesthidae	2	0.2	10.0	—
Parelepididae	1	0.1	1.0	—
Myctophidae				
<i>Diogenichthys laternatus</i>	26	2.6	1,378.8	3.4
<i>Lampanyctus mexicanus</i>	2	0.2	5.3	—
<i>Lampanyctus omostigma</i>	1	0.1	3.0	—
unid. myctophids	10	1.0	188.9	0.4
Scomberesocidae				
<i>Cololabis saira</i>	2	0.2	441.0	1.1
Hemiramphidae	2	0.2	34.2	0.1
Exocoetidae				
<i>Oxyporbampus micropterus</i>	4	0.4	280.0	0.7
<i>Danichthys rufipinnis</i>	1	0.1	108.0	0.3
unid. exocoetids	48	4.8	3,207.2	7.8
Gadidae				
<i>Merluccius gayi</i>	2	0.2	91.0	0.2
Fistulariidae	1	0.1	1.0	—
Polynemidae				
<i>Polydactylus</i> sp.	1	0.1	84.0	0.2
Serranidae				
Anthiinae	1	0.1	94.0	0.2
Carangidae	2	0.2	106.0	0.2
Sciaenidae	1	0.1	43.0	0.1
Chaetodontidae				
<i>Chaetodon humeralis</i>	2	0.2	1.6	—
<i>Chaetodon</i> sp.	2	0.2	4.4	—
Callionymidae				
<i>Callionymus atrilabiatus</i>	9	0.9	21.0	—
Trichiuridae				
<i>Lepidopus xantusi</i>	1	0.1	2.0	—
<i>Trichiurus nitens</i>	23	2.7	1,591.0	3.9
unid. trichiurids	7	0.7	135.5	0.3
Katsuwonidae				
<i>Auxis</i> sp.	2	0.2	59.0	0.1

TABLE 22. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Balistidae	1	0.1	4.5	—
Ostraciidae				
<i>Lactoria diaphanus</i>	1	0.1	9.0	—
Lophiidae	1	0.1	4.0	—
unid. fish remains	186	18.4	2,194.7	5.3
Feathers—pluma	1	0.1	0.1	—
Unid. material—material no identificado	4	0.4	5.1	—
	Total		41,153.5	

TABLE 23. List of forage organisms found in the stomachs of 151 skipjack captured in Area 01.**TABLA 23. Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de 151 barriletes capturados en el Area 01.**

Food organisms Organismos alimenticios	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number Estómagos en que aparecieron	%	Milliliters Volumen total	%
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	120	79.5	2,607.6	55.9
Isopoda	2	1.3	0.2	—
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Euphausia exima</i>	7	4.6	567.0	12.2
unid. euphausiids	12	7.9	324.5	7.0
Decapoda				
Galatheididae				
<i>Plenurcodes planipes</i>	93	61.6	1,711.2	36.7
unid. crab megalops	2	1.3	1.0	—
Stomatopoda				
unid. larvae	1	0.7	2.0	—
unid. crustacean remains	8	5.3	1.7	—
Mollusca				
Cephalopoda	4	2.6	27.8	0.6
Decapoda	2	1.3	27.1	0.6
unid. cephalopods	2	1.3	0.7	—
Chordata				
Pisces	46	30.5	2,025.4	43.4
Engraulididae				
<i>Engraulis mordax</i>	22	14.6	1,321.0	28.3
Scomberesocidae				
<i>Cololabis saira</i>	2	1.3	441.0	9.5
unid. fish remains	22	14.6	263.4	5.6
	Total		4,660.8	

TABLE 24. List of forage organisms found in the stomachs of 48 skipjack captured in Area 02.

TABLA 24. Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de 48 barriletes capturados en el Area 02.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	40	83.3	1,462.0	78.5
Amphipoda				
Phrosinidae				
<i>Phrosina semilunata</i>	2	2.4	0.4	—
Lycaeidae				
<i>Brachyscelus</i> sp.	1	2.1	0.1	—
unid. amphipods	1	2.1	0.1	—
Euphausiacea				
Euphausiidae	1	2.1	2.0	0.1
Decapoda				
unid. shrimps	3	6.2	0.6	—
Galatheidae				
<i>Pleuroncodes planipes</i>	31	64.6	1,455.9	78.2
unid. crab megalops	5	10.4	2.5	0.1
Stomatopoda				
unid. larvae	2	4.2	0.2	—
unid. crustacean remains	2	4.2	0.2	—
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda				
Cavoliniidae				
<i>Cavolina uncinata</i>	1	2.1	0.1	—
Cephalopoda	5	10.4	9.7	0.5
Decapoda	4	8.3	9.6	0.5
Octopoda	1	2.1	0.1	—
Chordata				
Pisces	18	37.5	389.7	20.9
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	3	6.2	98.2	5.3
Exocoetidae	1	2.1	1.5	0.1
Serranidae				
Anthiinae	1	2.1	94.0	5.0
Chaetodontidae				
<i>Chaetodon humeralis</i>	1	2.1	1.3	0.1
Ostraciidae				
<i>Lactoria diaphanus</i>	1	2.1	9.0	0.5
unid. fish	15	31.2	185.7	10.0
	Total		1,861.5	

TABLE 25. List of forage organisms found in the stomachs of five skipjack captured in Area 03.

TABLA 25. Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de cinco barriletes capturados en el Area 03.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	2	40.0	2.0	0.8
Stomatopoda				
unid. larvae	2	40.0	2.0	0.8
Mollusca				
Cephalopoda				
Octopoda	1	20.0	0.1	—
Chordata				
Pisces	4	—	244.5	99.1
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	1	20.0	67.0	27.2
Fistulariidae	1	20.0	1.0	0.4
Polynemidae				
<i>Polydactylus</i> sp.	1	20.0	84.0	34.1
Katsuwonidae				
<i>Auxis</i> sp.	2	40.0	59.0	23.9
unid. fish	3	60.0	33.5	13.6
	Total		246.6	

TABLE 26. List of forage organisms found in the stomach of one skipjack captured in Area 04.

TABLA 26. Lista de los organismos forrajeros encontrados en el estómago de un barrilete capturado en el Area 04.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Chordata				
Pisces				
Exocoetidae	1		91.0	—
unid. fish	1		6.0	—
	Total		97.0	

TABLE 28. List of forage organisms and other ingested materials found in the stomachs of 517 skipjack captured in Area 06.

TABLA 28. Lista de los organismos forrajeros y otros materiales ingeridos que se encontraron en los estómagos de 517 barriletes capturados en el Area 06.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	397	76.8	16,149.3	60.8
Mysidacea	10	1.9	3.6	—
Isopoda	2	0.4	0.2	—
Amphipoda				
Phronimidae				
<i>Phronima sedentaria</i>	2	0.4	0.2	—
Phrosinidae	1	0.2	0.1	—
unid. amphipods	18	3.5	2.0	—
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Nyctiphanes simplex</i>	38	7.3	1,401.1	5.3
<i>Euphausia distinguenda</i>	58	11.2	6,234.0	23.4
<i>Euphausia lamelligera</i>	5	1.0	159.0	0.6
<i>Euphausia</i> sp.	11	2.1	993.0	3.7
unid. euphausiids	161	31.1	7,150.7	26.9
Decapoda				
unid. shrimps	51	9.9	101.0	0.4
Palinuridae (puerulus)	1	0.2	0.2	—
Galatheididae				
<i>Munida</i> sp.	2	0.4	0.5	—
Paguridae (megalops)	13	2.5	1.4	—
unid. crab zoea	6	1.2	0.9	—
unid. crab megalops	20	3.9	26.9	0.1
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae	57	11.0	50.5	0.2
unid. adults	1	0.2	3.2	—
unid. crustacean remains	37	7.2	20.8	0.1
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda	26	5.0	8.1	—
Cephalopoda	89	17.2	1,118.6	4.2
Decapoda	63	12.2	1,004.3	3.8
Enoploteuthidae				
<i>Abraliopsis morisii</i>	12	2.3	433.3	1.6
Cranchiidae				
<i>Drechselia danae</i>	8	1.5	51.3	0.2
unid. squids	48	9.3	519.7	2.0
Octopoda	23	4.4	111.3	0.4
Argonautidae				
<i>Argonauta</i> sp.	2	0.4	45.7	0.2
unid. octopods	22	4.2	65.6	0.2
unid. cephalopods	5	1.0	3.0	—
Chordata				
Tunicata	1	0.2	0.2	—
Pisces	197	38.1	9,306.6	35.0
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	70	13.5	3,575.8	13.4

TABLE 28. (Continued)

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Sternoptychidae				
<i>Argyropelecus</i> sp.	1	0.2	0.5	—
Astronesthidae	2	0.4	10.0	—
Paralepididae	1	0.2	1.0	—
Myctophidae				
<i>Diogenichthys laternatus</i>	26	5.0	1,378.8	5.2
<i>Lampanyctus mexicanus</i>	2	0.4	5.3	—
<i>Lampanyctus omostigma</i>	1	0.2	3.0	—
unid. myctophids	9	1.7	129.9	0.5
Hemiramphidae	2	0.4	34.2	0.1
Exocoetidae				
<i>Danicthys rufipinnis</i>	1	0.2	108.0	0.4
unid. exocoetids	20	3.9	1,195.5	4.5
Gadidae				
<i>Merluccius gayi</i>	2	0.4	91.0	0.3
Carangidae	1	0.2	42.0	0.2
Sciaenidae	1	0.2	43.0	0.2
Callionymidae				
<i>Callionymus atrilabiatus</i>	9	1.7	21.0	0.1
Trichiuridae				
<i>Lepidopus xantusi</i>	1	0.2	2.0	—
<i>Trichiurus nitens</i>	23	4.4	1,591.0	6.0
unid. trichiurids	6	1.2	122.5	0.4
Lophiidae	1	0.2	4.0	—
unid. fish remains	80	15.5	948.1	3.6
Feather—pluma	1	0.2	0.1	—
	Total		26,582.9	

TABLE 29. List of forage organisms found in the stomachs of 59 skipjack captured in Area 07.

TABLA 29. Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de 59 barriletes capturados en el Area 07.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	41	69.5	450.9	46.2
Isopoda	1	1.7	0.1	—
Amphipoda				
Phrosinidae				
<i>Anchylomera blossevillii</i>	14	23.7	298.6	30.6
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Euphausia</i> sp.	12	20.3	94.7	9.7
Decapoda				
unid. shrimps	4	6.8	10.5	1.1
Palinuridae				
phyllosoma larvae	1	1.7	0.4	—
Galatheididae				
<i>Munida</i> sp.	1	1.7	19.0	1.9
unid. crab zoea	1	1.7	0.1	—
unid. crab megalops	2	3.4	0.4	—
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae	4	6.8	26.3	2.7
unid. crustacean remains	2	3.4	0.8	—
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda	2	3.4	0.3	—
Cephalopoda	5	8.5	62.4	6.4
Decapoda	3	5.1	61.5	6.3
Octopoda	2	3.4	0.9	—
Chordata				
Pisces	24	40.7	461.8	47.3
Gonostomatidae				
<i>Vinciguerria lucetia</i>	9	15.2	245.7	25.2
Myctophidae	1	1.7	59.0	6.0
Exocoetidae	8	13.6	120.2	12.3
Trichiuridae	1	1.7	13.0	1.3
unid. fish	6	10.2	23.9	2.4
	Total		975.4	

TABLE 30. List of forage organisms found in the stomachs of 10 skipjack captured in Area 08.**TABLA 30.** Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de 10 barriletes capturados en el Area 08.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Mollusca				
Cephalopoda				
Decapoda	2	20.0	7.2	7.0
Chordata				
Pisces				
unid. fish	10	100.0	95.9	93.0
	Total		103.1	

TABLE 31. List of forage organisms found in the stomachs of 51 skipjack captured in Area 10.**TABLA 31.** Lista de los organismos encontrados en los estómagos de 51 barriletes capturados en el Area 10.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	48	94.1	254.7	72.8
Amphipoda				
Phrosinidae	2	3.9	0.2	—
unid. amphipod	10	19.6	5.7	1.6
Euphausiacea				
Euphausiidae				
<i>Nyctiphanes simplex</i>	2	3.9	42.6	12.2
unid. euphausiids	1	2.0	0.1	—
Decapoda				
Portunidae	14	27.4	165.9	47.4
unid. crab megalops	22	43.1	20.5	5.9
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae	11	21.6	3.8	1.1
unid. crustacean remains	9	17.6	15.9	4.5
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda	1	2.0	0.1	—
Cephalopoda	1	2.0	18.3	5.2
Decapoda				
Loliginidae				
<i>Loligo</i> sp.	1	3.0	18.3	5.2
Chordata				
Pisces	10	19.6	76.6	21.9
unid. fish	10	19.6	76.6	21.9
	Total		349.7	

TABLE 32. List of forage organisms found in the stomachs of 37 skipjack captured in Area 11.**TABLA 32.** Lista de los organismos forrajeros encontrados en los estómagos de 37 barriletes capturados en el Area 11.

Food organisms	Stomachs in which occurred		Total Volume	
	Number	%	Milliliters	%
Organismos alimenticios	Estómagos en que aparecieron		Volumen total	
	Número	%	Mililitros	%
Arthropoda				
Crustacea	13	35.1	3.4	0.1
Amphipoda				
Lycacidae				
<i>Brachyscelus</i> sp.	1	2.7	0.1	—
unid. amphipods	2	5.4	0.2	—
Decapoda				
unid. shrimps	2	5.4	0.2	—
Portunidae	3	8.1	1.6	—
unid. crab zoea	1	2.7	0.1	—
unid. crab megalops	2	5.4	0.2	—
Stomatopoda				
Squillidae				
unid. larvae	3	2.7	0.7	—
unid. crustacean remains	2	5.4	0.3	—
Mollusca				
Gastropoda				
Pteropoda	6	16.2	6.3	0.3
Cephalopoda	5	13.5	11.6	0.5
Decapoda	4	10.8	10.8	0.5
Octopoda				
Argonautidae				
<i>Argonauta</i> sp.	1	2.7	0.8	—
Chordata				
Pisces	24	64.9	2,300.5	99.1
Exocoetidae				
<i>Oxyporbampus micropterus</i>	4	10.8	280.0	12.0
unid. exocoetids	18	48.6	1,799.0	77.5
Carangidae	1	2.7	64.0	2.8
Chaetodontidae				
<i>Chaetodon</i> sp.	1	2.7	4.0	0.2
unid. fish	7	18.9	153.5	6.6
	Total		2,321.8	

TABLE 35. Volumes and percentages of total volumes, by area, of fish, crustacea, and cephalopods in the diet of skipjack of different sizes.

TABLA 35. Volumen y porcentaje del volumen total, por área, de peces, crustáceos y cefalópodos en la dieta de los barriletes de diferentes tamaños.

Area	No. of fish exam.	ml. of fish	%	ml. of crust.	%	ml. of ceph.	%	ml. of other	Total ml. examined
Area	No. de peces exam.	ml. de peces	%	ml. de crust.	%	ml. de cef.	%	ml. de otros	Total de ml. examinados
To 450 mm. — Hasta 450 mm.									
01	10	0.3	0.7	43.6	99.1	0.1	0.2	0.0	44.0
02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
03	1	156.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	156.0
04	—	—	—	—	—	—	—	—	—
05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
07	3	0.5	1.5	33.3	96.8	0.6	1.7	0.0	34.4
08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	3	0.0	0.0	120.0	100.0	0.0	0.0	0.0	120.0
	17	156.8	44.2	196.9	55.6	0.7	0.2	0.0	354.4
451-600 mm. — De 451 a 600 mm.									
01	121	1,923.0	51.3	1,823.3	48.6	0.7	0.1	0.0	3,747.0
02	39	388.2	28.5	960.9	70.7	9.7	0.7	0.1	1,358.9
03	4	88.5	97.7	2.0	2.2	0.1	0.1	0.0	90.6
04	—	—	—	—	—	—	—	—	—
05	22	106.4	37.3	94.4	33.1	77.5	27.2	6.6	284.9
06	487	8,177.1	32.6	15,790.2	63.0	1,096.3	4.4	8.2	25,071.8
07	41	389.8	60.0	197.8	30.4	61.8	9.5	0.3	649.7
08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	35	60.5	37.8	80.9	50.6	18.3	11.4	0.1	159.8
11	7	0.0	0.0	0.6	6.9	2.0	23.0	6.1	8.7
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	9	0.0	0.0	13.6	100.0	0.0	0.0	0.0	13.6
14	73	10.1	0.4	2,677.9	97.9	48.0	1.8	0.0	2,736.0
	838	11,143.6	32.6	21,641.6	63.4	1,314.4	3.8	21.4	34,121.0
601 and up — De 601 mm. y más									
01	20	102.1	11.7	740.7	85.2	27.0	3.1	0.0	869.8
02	9	1.5	0.3	501.1	99.7	0.0	0.0	0.0	502.6
03	—	—	—	—	—	—	—	—	—
04	1	97.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.0
05	20	303.8	80.8	54.5	14.5	15.0	4.0	2.9	376.2
06	30	1,129.5	74.7	359.1	23.8	22.3	1.5	0.2	1,511.1
07	15	71.5	24.5	219.8	75.4	0.0	0.0	0.0	291.3
08	10	95.9	93.0	0.0	0.0	7.2	7.0	0.0	103.1
09	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	16	16.1	8.5	173.8	91.5	0.0	0.0	0.0	189.9
11	30	2,300.5	99.4	2.8	0.1	9.6	0.4	0.2	2,313.1
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	4	0.0	0.0	424.0	100.0	0.0	0.0	0.0	424.0
	155	4,117.9	61.7	2,475.8	37.1	81.1	1.2	3.3	6,678.1

TABLE 36. Per cent of empty yellowfin stomachs by area.**TABLA 36.** Porcentaje, por áreas, de estómagos vacíos de atunes aleta amarilla.

Area	Number of yellowfin examined	Number empty	Per cent empty
Area	Número de atunes aleta amarilla examinados	Número de vacíos	Porcentaje de vacíos
01	651	84	12.9
02	658	330	50.2
03	184	29	15.8
04	293	46	15.7
05	357	38	10.6
06	328	124	37.8
07	307	121	39.4
08	400	90	22.5
09	146	23	15.8
10	224	15	6.7
11	69	10	14.5
12	14	1	7.1
13	121	1	0.8
14	11	5	45.4
	3,763	917	24.4

TABLE 37. Per cent of empty skipjack stomachs by area.**TABLA 37.** Porcentaje, por áreas, de estómagos vacíos de barriletes.

Area	Number of skipjack examined	Number empty	Per cent empty
Area	Número de barriletes examinados	Número de vacíos	Porcentaje de vacíos
01	349	198	56.7
02	252	204	81.0
03	8	3	37.5
04	1	—	0.0
05	74	32	43.2
06	1,042	525	50.4
07	162	103	63.6
08	12	2	16.7
09	—	—	—
10	164	113	68.9
11	102	65	63.7
12	—	—	—
13	20	11	55.0
14	131	51	38.9
	2,317	1,307	56.4

EL ALIMENTO DEL ATUN ALETA AMARILLA Y DEL BARRILETE EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL

por

Franklin G. Alverson

INTRODUCCION

La pesquería del atún tropical en el Océano Pacífico Oriental está mantenida, en su mayor parte por dos especies; el atún aleta amarilla (*Neothunnus macropterus*) y el barrilete (*Katsuwonus pelamis*). Una tercera especie, el ojo grande (*Parathunnus sibi*) se captura en pequeñas cantidades (menos de 1,000 toneladas anualmente) y ha sido incluido en las estadísticas de pesca del atún aleta amarilla. Tanto el atún aleta amarilla como el barrilete tienen una distribución cosmopolita en los mares más cálidos del mundo; en general, el barrilete se encuentra en aguas con temperaturas entre los 66-83°F., mientras que el atún aleta amarilla se le halla en temperaturas de 68-85°F. Ambas especies son objeto de pesquerías intensivas en casi todas las partes de los océanos del mundo, en donde se encuentran en agrupaciones comerciales para la pesca.

En el Pacífico Oriental, se pescan estos atunes, en temporada, desde la Isla de Cedros, México, hasta el Norte de Chile, y cerca de las islas apartadas del continente entre las que están incluidas las Rocas Alijos, las Islas Revillagigedo, Clipperton, Galápagos y Cocos (véase Figura 1). En los años en que las aguas oceánicas son más cálidas que lo común, como lo fueron en los años 1957, 1958 y 1959, los atunes son capturados comercialmente en aguas tan al norte como las de California del Sur (Calif. Bur. Mar. Fish., 1960a y 1960b; Alverson, 1960; y Radovich, 1961). El barrilete es más abundante en los dos extremos de su área geográfica debido a su preferencia por aguas de temperaturas más frías (Alverson, 1960; Broadhead y Orange, 1960). El atún aleta amarilla por el contrario, es generalmente más abundante cerca de la parte central de su área geográfica, a lo largo de la costa mexicana y de Centro América, en donde prevalecen aguas más cálidas. Los desembarques de estas dos especies en los Estados Unidos, procedentes del Pacífico Oriental, fueron aproximadamente de 113,000 toneladas de atún aleta amarilla y 46,000 toneladas de barrilete en 1960 (Schaefer, 1961).

Los atunes son extremadamente inquietos y pueden atravesar grandes distancias en corto tiempo (Blunt y Messersmith, 1960; y Schaefer, Chat-

win y Broadhead, 1961). Los estudios realizados por el personal de la Comisión han demostrado que de un año a otro se operan cambios considerables en la distribución de ambas especies, como también de un trimestre a otro en el mismo año (Shimada, 1958; y Alverson, 1959 y 1960). Algunos de estos cambios de distribución pueden ser atribuidos a los cambios en el régimen de temperatura, especialmente en los dos extremos de la distribución geográfica (Alverson, 1959; Blackburn, *et al*, 1962), en donde la temperatura llega a ser estacionalmente demasiado fría para estas especies. Hay aparentemente también, alguna relación entre la temperatura alta del agua y la distribución del barrilete, el cuál tiende a evitar las aguas superficiales de más de 83°F., en la región del Cabo Corrientes, México, a Punta Burica, Costa Rica-Panamá (véase Figura 1). En estas áreas y temporadas en que la temperatura del agua es compatible para los atunes, la alimentación puede desempeñar un papel importante en la variación de su distribución.

El conocimiento de las clases de organismos de que se alimentan los atunes, y la importancia relativa de las diferentes clases de organismos en situaciones diferentes, es de valor para nuestra comprensión de las agrupaciones regionales y locales, y de los hábitos de los atunes tropicales. La determinación de la importancia relativa de las formas bénticas en los estómagos de los atunes capturados en la vecindad de las islas y de los bancos apartados de la costa, comparadas con las formas encontradas en los estómagos de los atunes procedentes de áreas oceánicas, distantes de estas áreas poco profundas, es útil para comprender el mecanismo por el cual las islas y los bancos atraen al atún. Un conocimiento completo de la dieta puede revelar también algo más acerca de las variaciones estacionales y anuales en la distribución de estos peces a lo largo de las costas de México, América Central y otras partes. El conocimiento de la dieta del atún es básico para los estudios cuantitativos del zooplancton y del necton en el Océano Pacífico Oriental, con referencia a la producción de los atunes. El estudio de la dieta de los atunes tropicales mediante el examen del contenido estomacal, fué comenzado, por lo tanto, a fines de 1957.

RECONOCIMIENTO

El autor agradece a la gerencia y a los empleados de las plantas enlatadoras de San Diego y San Pedro por su cooperación en la recolección de las muestras de estómagos efectuada en dichas plantas. El señor Robert Umlor fué el encargado de la recolección de muestras de estómagos en las plantas enlatadoras de San Diego, y el señor Craig Orange tomó la responsabilidad de esa tarea en San Pedro.

El autor está agradecido con los Doctores Carl L. Hubbs, Elbert H. Ahlstrom y Grace Orton, así como con el señor Robert Wisner por su ayuda en la identificación de los peces. Los anfipodos fueron identificados por

el Dr. Thomas E. Bowman y los cefalópodos por el Dr. Gilbert L. Voss. Muchos de los crustáceos decápodos fueron identificados por el Dr. Fenner A. Chace.

REVISION DE LA LITERATURA

Reintjes y King (1953) han hecho un sumario de las investigaciones, con anterioridad a 1953, sobre la alimentación del atún aleta amarilla capturado en el Océano Pacífico Central. Sus datos son tanto cuantitativos como cualitativos, y dan cuenta excelente de los hábitos alimenticios del atún aleta amarilla en aquella región. El trabajo de estos autores, la literatura que ellos han resumido y publicaciones más recientes de King e Ikehara (1956), Watanabe (1958 y 1960), Legand y Desrosieres (1960), todos indican que la dieta del atún aleta amarilla es bastante variada en el Pacífico Central, Occidental, y en el Océano Indico. Sin embargo, aparentemente sólo unas pocas clases de los numerosos organismos forrajeros presentes en una localidad dada, son tomados en cantidad.

Reintjes y King (1953) informan haber encontrado 38 familias de peces y 10 órdenes de invertebrados en los estómagos de los atunes aleta amarilla capturados en el Pacífico Central, pero hicieron notar que sólo siete familias de peces y tres órdenes de invertebrados contribuyeron en más del dos por ciento al volumen total de alimentos examinados. Las familias importantes de peces y su contribución a ese volumen total examinado son las siguientes: Carangidae (11 por ciento), Scombridae (9 por ciento), Bramidae (4 por ciento), Exocoetidae (3 por ciento), Balistidae (2 por ciento), Acanthuridae (2 por ciento) y Tetraodontidae (2 por ciento). Los órdenes importantes de invertebrados y su porcentaje en el volumen total examinado son las siguientes: Decápodos, calamares (26 por ciento), Decápodos, crustáceos (20 por ciento) y Estomatópodos (5 por ciento). En conjunto, estas pocas familias de peces y órdenes de invertebrados, de las muchas encontradas, comprenden el 84 por ciento del volumen total examinado. Ronquillo (1953) y Watanabe (1958) registran datos similares del atún aleta amarilla capturado en el Pacífico Occidental y en el Océano Indico. Ellos no registran los volúmenes de los diversos artículos encontrados, pero en cambio sí anotan el número total de veces que un artículo apareció en los estómagos que fueron examinados. Parece que no obstante, según la evidencia presentada por Ronquillo, sólo seis familias de peces y dos órdenes de invertebrados, de las 36 familias de peces y las siete órdenes de invertebrados registradas, contribuyen a formar la mayor parte de la dieta. Los datos de Watanabe indican que solamente siete familias de peces y dos órdenes de invertebrados, de las 37 familias de peces y de las ocho órdenes de invertebrados anotadas, constituyen la mayor parte del alimento consumido. El predominio de sólo unos pocos de los diversos artículos forrajeros ingeridos no es peculiar en el atún aleta amarilla, con respecto a los demás atunes, ya que McHugh (1956)

obtuvo resultados similares con la albacora (*Germa alalunga*), King e Ikehara (1956) con el ojo grande y Yuen (1959) con el barrilete.

La información sobre el alimento del atún aleta amarilla capturado en el Océano Atlántico es escasa, pero indica sin embargo, que ingieren una considerable variedad de organismos. Beebe (1936) encontró representantes de nueve familias de peces y cuatro órdenes de invertebrados, además de sargazo, cortezas y una hoja, en los estómagos de siete atunes aleta amarilla capturados en las Indias Occidentales. Postel (1954) halló representantes de 13 familias de peces y tres órdenes de invertebrados en los estómagos de 58 atunes aleta amarilla capturados frente a Cabo Verde, Africa Occidental Francesa. Ha sido anotado un total de 15 familias de peces y ocho órdenes de invertebrados encontrados en los estómagos de ocho peces capturados en arrastre de anzuelos frente a la costa atlántica sur de los Estados Unidos (Anderson, Gehringer y Cohen, 1956; Anderson y Gehringer, 1958, 1959a, 1959b y 1959c).

Walford (1937) dice que los estómagos de los atunes aleta amarilla capturados en el Pacífico Oriental, presumiblemente frente a Baja California, contenían peces voladores, saurios, sardinias, copépodos, camarones, larvas de cangrejos, langostas espinosas, calamares y otros moluscos no protegidos por conchas. El único artículo dietético específico registrado en el atún aleta amarilla en el área de Baja California es el "cangrejo rojo," *Pleuroncodes planipes* (Steinbeck y Ricketts, 1941). La única información cuantitativa y cualitativa disponible para las aguas del Pacífico Oriental es la de Juhl (1954) y Blunt (1960) ambas con referencia al atún aleta amarilla pescado con palangre frente a la América Central. Juhl examinó el contenido estomacal de diez peces (tamaños de 1072-1714 mm.) que contenían, en conjunto 2,287 ml. (volumen desplazado) de alimento. El contenido, por volumen fué el siguiente: calamares, 1.5 por ciento, cangrejo portúnido, *Euphylax dovi*, 18.7 por ciento; y el 79.8 por ciento de peces. El *Auxis* sp. (macarela fragata) fué el único pez identificado y constituyó el 78 por ciento de los fragmentos de peces. Blunt, quién examinó 3 peces capturados en la superficie y 15 en la subsuperficie de 720-1550 mm. de longitud, informó sobre su dieta, cuyo 51 por ciento del volumen estaba constituido por crustáceos, un 13 por ciento de cefalópodos y un 36 por ciento de peces. El volumen total agregado (desplazado) del contenido estomacal que se examinó fué de 2,914 ml. Los fragmentos de los crustáceos comprendían en su totalidad a cangrejos portúnicos (*Portunus affinis*) y los cefalópodos eran principalmente calamares, con algunos argonautas. El anotó 10 familias de peces; sin embargo, Katsuwonidae (*Auxis* sp.) constituyó el 71 por ciento, por volumen, de la totalidad de los peces presentes. Se informa que el atún aleta amarilla se alimenta vorazmente del pez linterna (*Benthoosema pterota*) en esta área (Alverson, 1961). Se ha informado que frente al Perú y al norte de Chile, el atún aleta amarilla se alimenta de anchoas, calamares, pequeñas macarelas, pejer-

eyes, saurios, merluzas y larvas de estomatópodos (Hildebrand, 1946; Schweigger, 1949; Mann, 1954; y Buen 1958). Aparentemente el atún aleta amarilla del Pacífico Oriental ingiere una considerable variedad de artículos alimenticios.

También hay una considerable diversidad en la dieta del barrilete. Se informa haber encontrado representantes de 15 familias de peces y 10 órdenes de invertebrados en los estómagos de barriletes capturados frente a la costa atlántica sur de los Estados Unidos, en arrastre de anzuelos (Anderson, Gehringer y Cohen, 1956; Anderson y Gehringer 1957a, 1957b, 1959a, 1959b y 1959c). Esta diversidad de alimentos de 13 barriletes, cuya longitud varió entre los 445-710 mm, indica una alimentación algo indiscriminada. Suárez y Duarte (1961) proporcionan datos similares al haber encontrado representantes de 18 familias de peces y siete órdenes de invertebrados en los estómagos de 73 barriletes pescados frente a la costa de Cuba, con el empleo del método de carnada viva. Postel (1955) encontró representantes de siete familias de peces y seis órdenes de invertebrados en los estómagos de 43 atunes capturados frente a Cabo Verde, Africa Occidental francesa. Entre los artículos de comida anotados por estos diversos autores, se citan los copépodos, isópodos, anfípodos, eufásidos, decápodos, larvas de estomatópodos, calamares, argonautas, pterópodos, pez lagarto, pez linterna, peces voladores, mugiles, jurel, atunetes, "file fish," e hinchados, como ingeridos por el barrilete en el Océano Atlántico.

Ronquillo (1953), halló ejemplares representantes de 34 familias de peces y de cinco órdenes de invertebrados en los estómagos de 115 barriletes capturados en la vecindad de las Islas Filipinas. Hotta y Ogawa (1955) quiénes examinaron 2,900 peces capturados entre Luzón, Islas Filipinas, y el Japón, encontraron 45 familias de peces y cuatro órdenes de invertebrados en el contenido estomacal. Los investigadores llegaron a la conclusión de que el barrilete no tenía preferencias, pero hacía presa de las especies que se encontraban dentro del área de su distribución. Yuen (1959) muestreó el contenido estomacal de barriletes procedentes de 34 cardúmenes pescados en la vecindad de las Islas Hawaianas, y anotó 30 familias de peces y siete órdenes de invertebrados. Welsh (1949) también hizo notar que el barrilete hawaiano ingiere una variedad de alimentos. Una lista de los artículos alimenticios hallados en los estómagos de barriletes capturados en el Pacífico Central y Occidental, sería muy similar a la lista correspondiente al Atlántico. Sin duda alguna, el barrilete encontrado en regiones fuera del Pacífico Oriental ingiere una gran variedad de alimentos.

Para el área del Pacífico Oriental, la información de las costumbres dietéticas del barrilete es fragmentaria. De lo expuesto por Steinbeck y Ricketts (1941) podemos deducir que esta especie ingiere "cangrejos rojos" en el Golfo de California. Alverson (1961) registró un pez linterna (*Benthosema pterota*), como uno de los artículos alimenticios del barrilete en

aguas centroamericanas. Un pequeño pez batopelágico, *Vinciguerria lucetia*, fué anotado por Ahlstrom y Counts (1958) como un artículo alimenticio del barrilete frente a la costa de Colombia; y también frente al Perú, por los mismos autores y por Hildebrand (1948). El barrilete en aguas chilenas se describe como alimentándose principalmente de anchoas, sardinas, peces voladores, cangrejos megalops, eufásidos y calamares (Mann, 1954; y Buen 1958).

De la naturaleza fragmentaria de los registros mencionados anteriormente, se puede deducir que se sabe muy poco de los hábitos alimenticios del atún aleta amarilla y del barrilete en el Pacífico Oriental, y que con excepción del atún aleta amarilla que se encuentra cerca de la América Central, no hay indicación sobre la importancia relativa de los diferentes artículos alimenticios.

MÉTODOS Y MATERIALES

Áreas de muestreo y número de estómagos recolectados

Para facilitar la recolección sistemática de los estómagos de los peces capturados en todo el radio de la pesquería, el Pacífico Oriental fué dividido en 14 áreas de muestreo (Figura 1). Estas fueron designadas para corresponder a las agregaciones de peces que ocurren en esas áreas en distintas épocas del año (Alverson, 1959 y 1960), y son, con dos excepciones, comparativas a las que usa la Comisión en su programa de mediciones en los mercados (Hennemuth, 1957 y 1961). El área 06 usada en el presente estudio es sinónima a las áreas 06 y 13 de Hennemuth, combinadas; y las Rocas Alijos que es el área 13 del presente estudio, ha sido separada del área 01 (ver Figura 1).

Las Figuras 2 y 3 presentan las áreas en cuadrantes de un grado, de la captura del atún aleta amarilla y del barrilete, respectivamente, de los cuales el contenido estomacal fué muestreado. Han sido examinados los estómagos de los atunes aleta amarilla capturados en casi todas las áreas de la pesquería, desde California hasta el norte del Perú, y en la vecindad de todas las islas apartadas del continente. Las muestras de los barriletes, por otra parte, han sido, en su mayor parte de peces capturados en las áreas de pesquería situadas más hacia el norte y el sur, con casi un vacío en el área de Cabo Corrientes, México hasta el Golfo de Fonseca. La razón principal de esto fué la poca abundancia de estas especies en esa región central durante el período de estudio, que corresponde a su distribución común (Alverson, 1960). Además, no se obtuvieron muestras de barrilete de la Isla Clipperton. Esta localidad rara vez produce barrilete (Alverson, *op. cit*) y, en realidad, no produjo ninguno durante el período del estudio.

El plan ideal para muestrear un cierto número de peces de cada área en cada mes, no se realizó a causa de la distribución de la pesca del atún

por estaciones y áreas. Para cada área de muestreo, se indica en las Tablas 1 (atún aleta amarilla) y 2 (barrilete) el número de estómagos examinados que contenían alimentos, los que estaban vacíos, y el volumen de alimentos examinados en cada mes del año, y en los 12 meses juntos. Los datos para las áreas de muestreo han sido también sumados para cada especie, por categorías, en cada mes y todos los doce meses combinados, para obtener los totales del Pacífico Oriental.

Origen de las muestras

Las muestras de los estómagos fueron recolectadas por el personal de la Comisión de barcos de investigación, durante las operaciones de marcación en embarcaciones comerciales, o durante los descargues de peces congelados de los barcos comerciales en las plantas enlatadoras de San Diego y San Pedro; esta última fuente ha proporcionado más del 95 por ciento de las muestras. El diario de pesca de cada barco atunero, ya sea de carnada o redero, es copiado a su llegada a puerto. De los datos de los diarios de pesca, complementados con los informes sobre las fechas de estibación, es fácil determinar el tiempo y el lugar de la captura de los peces estibados en las diferentes bodegas. Solamente se muestreaban los peces cuando todos los que se encontraban en una bodega habían sido capturados en una sola área de muestreo durante el mismo mes. Este es el mismo sistema empleado por la Comisión en su programa de muestreo de tamaños que ha sido descrito con más detalle por Hennemuth (1957).

La mayoría de los estómagos muestreados durante el descargue en las plantas enlatadoras eran de pescados capturados por barcos de carnada, e incluyen especímenes provenientes de toda el área de pesquería. Los demás fueron obtenidos de peces cogidos por barcos rederos que habían pescado en su mayor parte frente a Baja California y en el Golfo de California, encontrándose algunos provenientes de las aguas frente a las costas de México y de la América Central. Por cada pez muestreado se registró la especie, longitud, localidad y la fecha y método de captura.

Procedimientos de laboratorio

Los estómagos fueron recibidos en el laboratorio, preservados en un 10 por ciento de formalina, congelados o recientemente deshelados. Los preservados en formalina fueron lixiviados en agua dulce durante 24 horas antes de que su contenido fuera examinado. Los estómagos congelados fueron deshelados durante la noche antes de su examen. Los descongelados recientemente, que habían sido obtenidos de peces descargados en las plantas enlatadoras locales, fueron examinados el día de su recolección. Cada estómago fué abierto y su contenido identificado por categorías hasta donde fué posible hacerlo en la escala taxonómica. El material en cada categoría fué entonces filtrado de cualquier exceso de agua y colocado en un cilindro graduado que contenía una cantidad medida de agua para

determinar el desplazamiento volumétrico de cada categoría. Los cilindros graduadores que se usaron eran de 10 a 2000 ml. de capacidad, de acuerdo con el tamaño y cantidad del material que iba a ser medido. Los peces de carnada nunca fueron considerados como un artículo alimenticio y se descartaron siempre que fueron encontrados en los estómagos. Los peces de carnada empleados por la flota atunera son bien conocidos (véase Alverson y Shimada, 1957) y pueden ser fácilmente identificados y separados del resto del contenido estomacal.

Se basó en dos criterios, al determinar la importancia de los diversos alimentos ingeridos por los atunes: el número de estómagos en los cuáles aparecía un artículo, y por cada artículo, el volumen agregado total encontrado en todos los estómagos examinados. No se hizo ningún intento de enumerar la cantidad de artículos individuales del mismo tipo.

Debido al método de evisceración aplicado al atún aleta amarilla en las plantas enlatadoras, no se obtuvo la parte anterior del estómago y el alimento contenido en ella. La comparación de muestras del contenido alimenticio encontrado en la porción anterior, con el encontrado en el resto del estómago, indica que la clase de alimento en cada porción era similar. En consecuencia se asumió que la clase de alimento perdida de esta forma fué, en promedio la misma que la retenida, y que por consiguiente la pérdida de la porción anterior no afectaría materialmente los resultados. Las medidas indican que el volumen perdido por dicho motivo fué aproximadamente de un 15 por ciento de la cantidad total del alimento contenido en el estómago. Los estómagos de barrilete fueron obtenidos intactos.

Cantidad y tamaño de los peces examinados

Desde Julio de 1957 hasta diciembre de 1959, fueron examinados 3,763 estómagos de atún aleta amarilla y 2,317 de barrilete.

Se hizo el mayor esfuerzo posible para muestrear los peces de todos los tamaños descargados por la flota comercial. Los estómagos del atún aleta amarilla se obtuvieron, en su mayor parte, de peces cuyo tamaño varió entre 550 y 1300 mm., aún cuando fueron muestreados especímenes tan pequeños como de 253 mm. y tan grandes como de 1963 mm. La distribución de la frecuencia de longitudes de los atunes aleta amarilla de los cuales se sacaron los estómagos, y la de aquéllos que contenían alimentos han sido graficados en la Figura 4. En la Figura 5, se ha graficado para cada área de muestreo, la frecuencia de longitudes de los peces que contenían alimentos. Los barriletes muestreados variaron en tamaño entre 399 y 705 mm. La distribución de la frecuencia de longitudes de los barriletes de los que se extrajeron los estómagos, y la de aquéllos que contenían alimentos, han sido graficados en la Figura 6. En la Figura 7 se indican las frecuencias de tamaño, por área de muestreo, de los barriletes que contenían alimentos.

RESULTADOS

El atún aleta amarilla

No todos los estómagos muestreados contenían alimentos; el 24.4 por ciento (917) de los estómagos del atún aleta amarilla se encontraban vacíos. Los datos de frecuencia de ocurrencia anotados debajo, se refieren únicamente a estómagos que contenían alimentos. El volumen total desplazado de los 2,846 atunes aleta amarilla que contenían alimentos, fué de 244,651 ml. Peces (47%), crustáceos (45%) y cefalópodos (8%), constituyeron por volumen, las tres categorías más importantes del alimento del atún aleta amarilla (Figura 8 y Tabla 3). Los artículos misceláneos de alimentación llegaron a menos del 0.1 por ciento del volumen total examinado, e incluyeron materiales tan diversos como pecten, percebes de bellota, pterópodos, tunicados, madera, algas, plumas y otros materiales no identificados. Las proporciones de las categorías fueron algo diferentes en términos de frecuencia de ocurrencia. Los crustáceos se encontraron en un 76 por ciento de los estómagos que contenían alimento; los peces, en un 54 por ciento; y los cefalópodos en un 33 por ciento. Los calamares, con mucho, fueron los constituyentes más importantes de la porción de los celafópodos en la dieta del atún aleta amarilla, tanto en la frecuencia de ocurrencia (73%), como en el volumen desplazado (94%).

Se encontraron representantes de 12 órdenes de invertebrados y de 42 familias de peces en los estómagos del atún aleta amarilla. Se encontraron, además de las 42 familias de peces identificados, larvas de letocéfalos y de peces planos (flatfish), con lo que se llegó a un total de por lo menos 44 familias de peces. Una lista sistemática de los artículos encontrados aparece en la Tabla 3, la que también incluye para cada artículo, el número de estómagos en los cuales fueron encontrados, el porcentaje de ocurrencia en los estómagos que contenían alimentos, el volumen de desplazamiento, y el porcentaje del volumen total desplazado del alimento examinado. El porcentaje de ocurrencia y el porcentaje del volumen total de los componentes principales de la dieta, han sido graficados en la Figura 8.

Los Decápodos, orden de los crustáceos, que constituyó por volumen, el 44 por ciento total del alimento examinado, contenía las dos familias forrajeras más importantes del atún aleta amarilla, en el conjunto de todas las áreas. El "cangrejo rojo," *Pleuroncodes planipes*, de la familia Galatheidæ, fué encontrado en el 39 por ciento de los estómagos examinados y representó, por volumen, el 34 por ciento del contenido estomacal. La familia Portunidae, o cangrejos nadadores, fué hallada en el 17 por ciento de los estómagos examinados y constituyó por volumen, el nueve por ciento del total de los alimentos. Fueron identificadas dos especies de estos cangrejos; *Portunus affinis* y *Euphylax dovi*. Fueron encontrados miembros de la familia Squillidae (orden de los Estomatópodos) en el 19 por ciento de los estómagos examinados, pero solamente constituyeron 1.4 por ciento del volumen total.

La gran mayoría de los calamares, orden de los Decápodos, no fué identificado. Sin embargo, los calamares se encontraron en el 24 por ciento de los estómagos examinados, y constituyeron el siete por ciento del volumen total.

Las familias de peces que, por volumen, constituyeron una parte importante de la dieta de los atunes aleta amarilla, fueron Katsuwonidae* (8.4%), Ostraciidae (5.4%), Exocoetidae (4.0%), Tetraodontidae (4.0%), Carangidae (2.2%), Myctophidae (2.0%), Scombridae (1.9%), Thunnidae* (1.8%), Engraulididae (1.5%), Gonostomatidae (1.4%), Stromateidae (1.3%), y Serranidae (1.2%).

Solamente unos pocos artículos son de alguna importancia en la dieta diversa del atún aleta amarilla. Seis familias de peces y dos órdenes de invertebrados (Tabla 3 y lo dicho anteriormente), contribuyeron por volumen, en un dos por ciento del total del alimento examinado; en conjunto constituyeron el 77 por ciento del volumen total examinado. El hecho de que solamente unos pocos de los numerosos artículos ingeridos son de mayor importancia es compatible con los hallazgos de otros investigadores.

Variaciones en las áreas

En las Figuras 9 a 11 se indican los artículos forrajeros predominantes, en volumen y ocurrencia, en 12 de las 14 áreas de muestreo del Pacífico Oriental. Dos áreas, la 12 y la 14, no figuran por haberse recogido en ellas muy pocos datos. En las Tablas 4 a 17, se presentan las listas sistemáticas de todos los artículos alimenticios encontrados en los estómagos de los atunes aleta amarilla, procedentes de cada una de las áreas de muestreo. En estas tablas se han anotado, para cada artículo y en cada área, el número de estómagos en los que se ha encontrado cada tipo de alimento, el porcentaje de ocurrencia, el volumen desplazado y el porcentaje del volumen total examinado.

Según estas tablas y figuras, aparece que aquellos artículos alimenticios indicados como los más importantes en el conjunto, no mantienen su predominio en cada una de las áreas. Un artículo puede ser muy importante en un área, mientras que en otra puede ser insignificante y aún no encontrarse.

Los peces constituyeron la categoría más abundante, por volumen, en seis áreas (02, 05, 06, 07, 08 y 09), contribuyendo del 54 por ciento al 86 por ciento del alimento ingerido; la contribución mínima por área fué de un 13 por ciento (Golfo de Panamá). Los crustáceos formaron la categoría más abundante en seis áreas (01, 03, 04, 10, 11 y 13), contribuyendo del 42 al 86 por ciento del alimento consumido; la contribución mínima por área fué del siete por ciento (Islas Galápagos). Los cefalópodos no fueron

* De acuerdo con Fraser-Brunner (1950), los Katsuwonidae y Thunnidae de Kishinouye (1923), deben de estar incluidos en los Scombridae.

de primera importancia en ningún área; su contribución mayor fué en el Golfo de California en donde constituyeron hasta un 26 por ciento del alimento total ingerido; y en la vecindad de las Islas Tres Marías, en donde formaron el 23 por ciento de la dieta. Fueron contribuyentes mínimos en la vecindad de las Rocas Alijos, en donde sólo alcanzaron un 0.4 por ciento del volumen, y en las Islas Revillagigedo, con 0.8 por ciento. Dos áreas, la 12 y la 14, no fueron consideradas separadamente a causa de los pocos estómagos que fueron examinados.

El cuadro es algo diferente cuando se considera el porcentaje de ocurrencia. Como se dijo anteriormente, con respecto a todo el Océano Pacífico Oriental, los crustáceos fueron encontrados en un 76 por ciento de los estómagos examinados, los peces en un 54 por ciento, y los cefalópodos en un 33 por ciento. Los crustáceos constituyeron la categoría más importante, por la frecuencia de ocurrencia, en todas las áreas excepto en la 06 y la 07, ocurriendo en 67 a 98 por ciento de los estómagos examinados; el porcentaje de ocurrencia más bajo fué de 54 en las áreas 06 y 07. Los peces constituyeron la categoría líder en dos áreas, 06 y 07, donde se halló en un 65 y en un 61 por ciento, respectivamente, de los estómagos examinados; el porcentaje de ocurrencia más bajo se observó frente a Baja California (24 por ciento). En ninguna de las áreas estuvo en primer lugar la categoría de los cefalópodos; el porcentaje de ocurrencia más alto fué frente a la América Central (57 por ciento) y el más bajo frente a Baja California (12 por ciento).

Con el propósito de analizar individualmente cada uno de los tipos de alimento, el cinco por ciento del volumen total examinado en un área fué arbitrariamente considerado como el nivel mínimo indicador de su importancia en la dieta. De los crustáceos, la familia Galatheidae constituyó una parte importante de la dieta en cinco áreas (01, 02, 03, 08 y 13) de las doce observadas, Portunidae en seis áreas (04, 05, 06, 09, 10 y 11) y Squillidae en dos áreas (04 y 09). De los peces, la familia Katsuwonidae, constituyó una parte importante en seis áreas (02, 03, 04, 06, 07 y 09), Carangidae en cinco áreas (04, 07, 09, 10 y 11), Exocoetidae en cinco áreas (04, 05, 07, 09 y 13) y Myctophidae en dos áreas (05 y 09). Otras familias que constituyeron más de un cinco por ciento del volumen del contenido estomacal, en una de las áreas cada una, fueron: Engraulididae (01), Ostraciidae (02), Tetraodontidae (02), Thunnidae (02), Stromateidae (08), Gonostomatidae (08) y Coryphaenidae (03).

Variaciones con respecto al tamaño (y edad), y con el área

Para explorar la relación existente entre el tamaño del atún aleta amarilla y su alimentación, los peces fueron agrupados en cinco clases de tamaños que corresponden a la división de Hennemuth (1961) por grupos de edades, como sigue: hasta de 550 mm.; de 551-850 mm.; de 851-1230 mm.; de 1231-1440 mm.; y de 1441 mm. en adelante. Los pesos medios

y las edades correspondientes para peces incluidos en estas categorías de tamaños, se dan a continuación:

Longitud (mm.)	Peso (lbs.)	Edad (años)
hasta 550	hasta 7.5	hasta 1
de 551 a 850	de 7.6 a 28.0	1+
de 851 a 1230	de 28.1 a 85.0	2+
de 1231 a 1440	de 85.1 a 134.0	3+
de 1441 en adelante	de 134.1 en adelante	4+

En la Tabla 18 se indican, por área, los volúmenes y el porcentaje del volumen total de alimento de los atunes de cada clase de tamaño, consistente de peces, crustáceos y cefalópodos. Debido a que el límite de tamaño establecido en California, es de 7.5 libras (apr. 550 mm.) para el atún aleta amarilla, se hizo difícil obtener muestras de la primera clase de tamaño, y sólo fueron recogidas unas pocas, principalmente durante los viajes de marcación.

La clase de tamaño pequeña, de menos de 550 mm., consumió las tres categorías más importantes de artículos alimenticios en proporciones equitativamente similares—el 27 por ciento de peces, el 36 por ciento de crustáceos y el 37 por ciento de cefalópodos. Esta clase de tamaño fué la única en que las tres categorías de alimentos estuvieron más o menos igualmente representadas, y la única en que los cefalópodos constituyeron la categoría más alta de la alimentación.

Se manifestó la tendencia, en las tres clases siguientes de tamaño, de 551-850 mm., de 851-1230 mm., y de 1231-1440 mm., de que cada clase sucesiva contenga un porcentaje más alto de crustáceos en su dieta. El porcentaje de peces en la dieta también muestra un aumento en el crecimiento. Los cefalópodos formaron una parte decreciente de la dieta en estas tres clases.

En la clase del atún aleta amarilla de tamaño mayor (1441 mm. en adelante), la dieta predominante fué de peces (86 por ciento); los cefalópodos y los crustáceos fueron artículos de menor importancia. Sin embargo, solamente fueron examinados 28 peces; 21 de estos especímenes, con el 87 por ciento del volumen total, procedían de una sola área (02), en la que los peces constituyeron una parte notoria de la dieta. No obstante, estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Reintjes y King (1953) con respecto a los peces de 1300 mm. en adelante del Pacífico medio.

La tendencia hacia un porcentaje más alto de crustáceos en la dieta, con el aumento en el tamaño del pez, puede no ser real, (ya que hay variaciones considerables entre las áreas y entre las clases de tamaños), sino que solamente sea la reflexión de un muestreo desigual. Lo mismo puede decirse en cuanto al porcentaje de peces en la dieta, que también parece aumentar con el tamaño del pez. Consecuentemente fueron combinados

los datos de las dos clases de tamaños más grandes, debido a la escasez de datos, y se efectuó análisis de variancia para determinar la significancia de las variaciones. Para examinar las diferencias en el porcentaje de crustáceos en el volumen total y en el porcentaje de peces en el volumen total de la dieta, por categorías de tamaños y áreas, el porcentaje del volumen fué transformado por $Y = \text{arc-sin } \sqrt{X}$, en donde X es la fracción del volumen observado e Y la variedad transformada sobre la que se efectúa el análisis de variancia. El procedimiento ha sido descrito en el estudio de Snedecor (1956) en las páginas 316, 338, 382, *et al.*

El análisis de variancia por categorías de tamaños y de áreas, en el porcentaje del volumen total de la dieta, compuesto de peces, indica un efecto altamente significativo para ambos (Tabla 19). También se hace presente una interacción altamente significativa, indicando que una combinación de los dos factores afecta el porcentaje de peces en la dieta. La interacción parece ser lo suficientemente grande como para invalidar la conclusión concerniente al efecto del tamaño, pero no la que concierne al efecto del área. El valor F del efecto del área es siete veces mayor que el valor F de la interacción, mientras que el valor F del efecto del tamaño es menos de dos veces menor que aquel de la interacción.

El análisis de la variancia por categorías de tamaños y de áreas, en el porcentaje del volumen total de la dieta compuesta de crustáceos, indica un efecto altamente significativo para ambos. También se hace presente una interacción altamente significativa entre estos dos factores, indicando que la combinación de los dos afecta el porcentaje de crustáceos en la dieta. La interacción no parece ser lo suficientemente grande como para invalidar las conclusiones concernientes a los efectos del tamaño y del área, ya que sus valores de F son, respectivamente, siete y 12 veces el valor F de la interacción.

El número de los atunes aleta amarilla examinados, el número de los que contenían peces y el porcentaje de los que contenían peces, se han dado en la Tabla 20, por categorías de tamaños de los peces y de las áreas. Hay un aumento definido en el porcentaje de los que contienen peces a medida que el atún aleta amarilla aumenta en tamaño, ya que el valor medio para todas las áreas demuestra que los peces aparecieron en el 30 por ciento de los atunes con un tamaño menor de 550 mm., en el 49 por ciento de los que medían de 551-850 mm., en el 64 por ciento de los que tenían entre 851-1230 mm., y en el 68 por ciento de los que midieron más de 1231 mm. Se ha mostrado también una considerable diferencia entre las áreas en el porcentaje de ocurrencia de peces en la dieta.

Para examinar la significancia de estas diferencias en porcentaje de ocurrencia de peces en la dieta, tanto por categorías de tamaños como por áreas, se hizo un análisis de variancia empleando, de nuevo, la transformación arc-sin descrita arriba.

El análisis de variancia por categorías de tamaños y de áreas en la ocurrencia de peces en la dieta, indica un efecto altamente significativo* para ambos. Puede haber alguna diferencia real entre los efectos por área para diferentes tamaños de peces, ya que F para la interacción, es significativo al nivel del 1 por ciento, aunque este efecto no parece ser lo suficientemente grande como para invalidar la conclusión de que existen diferencias en el porcentaje de ocurrencia de peces en la dieta, tanto por área como por el tamaño de los peces. Los valores de F para el tamaño de los peces y las áreas son, respectivamente, 15 y 14 veces mayores que el valor F de la interacción.

El número de los atunes aleta amarilla examinados, el número de los que contenían crustáceos y el porcentaje de los que contenían crustáceos, se dan en la Tabla 21 por categorías de tamaños de peces y de áreas. No hay relación aparente entre el tamaño de los peces y el porcentaje de ocurrencia de crustáceos en la dieta. En realidad hay muy poca diferencia entre las diversas categorías de tamaños, ya que el valor medio para todas las áreas demuestra que los crustáceos se encontraron en el 76 por ciento de aquellos peces de una longitud menor de 550 mm., en el 77 por ciento de los que median de 551 a 850 mm., en el 75 por ciento de los que tenían 851-1230 mm., y en el 76 por ciento de los que midieron más de 1231 mm. Sin embargo parece haber una variación considerable entre las áreas en el porcentaje de ocurrencia de los crustáceos en la dieta. Para determinar la significancia de estas diferencias, los datos fueron transformados del modo anteriormente expuesto.

Un análisis de la variancia, por categorías de tamaños y de áreas, de los datos transformados, en la ocurrencia de crustáceos en la dieta, indica un efecto altamente significativo del área y un efecto no significativo del tamaño. Hay una interacción altamente significativa, al nivel del 1%, indicando que estos dos factores combinados también afectan la ocurrencia de crustáceos en la dieta. Aunque hay una interacción significativa, no parece ser suficientemente grande como para invalidar la conclusión de que hay diferencias significantes por áreas, en la ocurrencia de crustáceos en la dieta. El valor F del efecto del área es ocho veces mayor que los valores de F para la interacción.

Barrilete

Un total de 1,307 (el 56 por ciento) de los 2,317 estómagos de barrilete examinados estaban vacíos. El volumen total desplazado del contenido estomacal examinado, de los 1,010 barriletes que contenían alimento, fué de 41, 153.5 mlg. (Tabla 2). El alimento del barrilete puede ser dividido en tres categorías: peces, crustáceos y cefalópodos (Figura 8). Su alimento por volumen consistía en un 59 por ciento de crustáceos, un 37

* En las Tablas 19-21 yo he seguido el convenio de indicar, con un doble arterisco la significación a un nivel de probabilidad del 1%.

por ciento de peces y un tres por ciento de cefalópodos. Los artículos misceláneos, incluyendo los pterópodos, tunicados, una pluma y material no identificado, formaron menos del 0.1 por ciento del volumen total examinado (Tabla 22). Los calamares constituyeron la mayor parte de los cefalópodos. En términos del número de estómagos en los que apareció cada una de las categorías, las proporciones fueron algo diferentes. Los crustáceos se encontraron en un 76 por ciento de los estómagos, los peces en un 36 por ciento y los cefalópodos en el 13 por ciento (Figura 8 y Tabla 22).

En la Tabla 22 se presenta una lista sistemática de los artículos alimenticios, individualmente identificados, que se encontraron en los estómagos de barriletes capturados en el Océano Pacífico Oriental Tropical; dicha tabla incluye el número de estómagos en los que cada artículo fué hallado, así como el porcentaje de ocurrencia en el número total de estómagos que contenían alimento, el volumen desplazado y el porcentaje del volumen total desplazado objeto del examen. Se encontraron representados nueve órdenes de invertebrados y 22 familias de peces; sin embargo, el 88 por ciento, por volumen, del alimento del barrilete estaba constituido por dos familias de crustáceos (Euphausiidae y Galatheidae) y cinco familias de peces (Gonostomatidae, Exocoetidae, Myctophidae, Trichiuridae, y Engraulidae). En la Figura 8 ha sido graficado el porcentaje de ocurrencia de los artículos alimenticios más importantes y su porcentaje del volumen total de alimentos.

El artículo alimenticio más importante en el Pacífico Oriental fué la familia Euphausiidae que constituyó, por volumen, el 49 por ciento del alimento ingerido y fué hallado en el 37 por ciento de los estómagos examinados. Fueron identificadas cuatro especies: *Nyctiphanes simplex*, *Euphausia distinguenda*, *E. exima* y *E. lamelligera*. El artículo de forraje de segunda clase fué un pequeño pez batipelágico, *Vinciguerria lucetia*, miembro de la familia Gonostomatidae, que constituyó aproximadamente el 10 por ciento del volumen total. El aprovechamiento mayor de esta especie como artículo alimenticio está relacionado con su amplia distribución y abundancia en el Pacífico Oriental, de los 35°N hasta por lo menos los 14°S (Ahlstrom y Counts, 1958). Los peces voladores (Exocoetidae), que constituyeron el nueve por ciento del volumen total, ocuparon el tercer lugar en importancia como componente de la alimentación. El "cangrejo rojo" tuvo el cuarto lugar, constituyendo el ocho por ciento del volumen total examinado. Los peces linterna (Myctophidae), en un seis por ciento, ocuparon el quinto lugar y los peces alfanje (Trichiuridae), en un cuatro por ciento del volumen, ocuparon el sexto lugar en importancia como alimento. Los Engraulidae constituyeron el tres por ciento del volumen total examinado.

Los artículos alimenticios enumerados anteriormente por la importan-

cia de su volumen, tuvieron también una alta frecuencia de ocurrencia en el número total de estómagos examinados. Varias categorías de alimentos con porcentaje bajo en volumen se encontraron con bastante frecuencia en los estómagos. Estos fueron los estomatópodos, en un 10 por ciento; calamares en un 9 por ciento; anfípodos, en un 6 por ciento; y los camarones, en un 6 por ciento de los estómagos examinados.

Variaciones en las áreas

Los barriletes aparentemente no son selectivos en su dieta, como lo son los atunes aleta amarilla, y parecen consumir cualquier material de tamaño ingerible. Los artículos dietéticos del barrilete cambian de un área a otra, y aquellos organismos que son importantes en el conjunto, no son necesariamente los principales en todas las áreas individualmente estudiadas.

Las Tablas 23 a 34 contienen listas sistemáticas de los artículos encontrados en los estómagos de los barriletes capturados en cada una de las áreas. Las tablas incluyen, para cada artículo, el número de estómagos en que fué encontrado, el porcentaje de su ocurrencia, el volumen desplazado y el porcentaje del volumen total desplazado que fué examinado.

Hubo seis áreas (01, 02, 06, 07, 11 y 14) en las que se recogieron datos suficientes como para hacer un comentario sobre los hábitos alimenticios del barrilete por área. Los crustáceos formaron la categoría más abundante en cuatro áreas (01, 02, 06, y 14), comprendiendo un porcentaje que varió del 56 al 98 por ciento del volumen total consumido; la contribución mínima fué en el área de la Isla Cocos en donde menos del uno por ciento del volumen de alimentos fué constituido de crustáceos. Los peces formaron la categoría más abundante en dos áreas (07 y 11) en donde contribuyeron en un 47 y en un 99 por ciento respectivamente, al volumen total del alimento que fué examinado; la contribución mínima fué de un diez por ciento en el Area 14 (en la vecindad de la frontera Perú-Chile). Los cefalópodos no fueron de primera importancia en ninguna de las áreas, llegando tan solo a un porcentaje entre 0.5 y 6.4 del volumen ingerido en cada una.

Cuando se toma en cuenta el porcentaje de ocurrencia, el cuadro es bastante similar al demostrado por el análisis volumétrico; los crustáceos constituyeron la categoría más importante en todas las áreas, exceptuando el Area 11, ocurriendo en el 70 al 95 por ciento de los estómagos examinados. Los peces fueron hallados en el 65 por ciento de los estómagos objeto de examen en el Area 11, la única en la que constituyó la categoría más abundante; su ocurrencia mínima fué en el Area 14 (9 por ciento). Los cefalópodos se encontraron en un 2.6 y hasta en un 17.2 por ciento de los estómagos examinados en las áreas antes mencionadas, y no fueron de primera importancia en ninguna de ellas.

Lo mismo que se hizo con respecto al atún aleta amarilla, se estableció un cinco por ciento o más, por volumen, del alimento ingerido en un área, como nivel mínimo de importancia para los organismos del alimento individual en la dieta. Entre los crustáceos, los Euphausiidae constituyeron un elemento importante de la dieta en cuatro áreas (01, 06, 07 y 14) de las seis que se consideraron; Galatheidae en dos áreas (01 y 02), y una familia anfípoda, Phrosinidae, en un área (07). De los peces, Gonostomatidae constituyeron una parte importante en tres áreas (02, 06 y 07); Exocoetidae en tres (06, 07 y 11), y Myctophidae en dos (06 y 07). Fueron importantes en un área cada una Engraulididae (01), Scomberesocidae (01), y Trichiuridae (06).

Variación con el tamaño (y la edad)

Para investigar la relación entre el tamaño del barrilete y sus hábitos alimenticios, los peces fueron agrupados en tres clases de tamaños que corresponden a las divisiones tentativas por grupos de edades de Schaefer (1960), como sigue: hasta 450 mm., de 450 a 600 mm., y de 601 mm. en adelante. Los peces y edades correspondientes para cada clase de tamaño se dan en seguida:

Longitud (mm.)	Peso (lbs.)	Edad (años)
hasta 450	hasta 4.0	a 1
451-600	4.1-10	1+
601 en adelante	10.1 en adelante	2 en adelante

En la Tabla 35 se han anotado, por áreas, los volúmenes y el porcentaje del volumen total del alimento del barrilete por cada clase de tamaño, consistente de peces, crustáceos y cefalópodos. En la primera clase de tamaño, fué difícil obtener peces debido al límite de tamaño mínimo de cuatro libras (aprox. 450 mm.) que tiene establecido el Estado de California para la pesca del barrilete, y solamente se consiguieron unos pocos, principalmente en el mar, durante las operaciones de marcación.

En cuánto a las clases de los tamaños más pequeños (hasta 450 mm.), los crustáceos contribuyeron con el 56 por ciento del volumen total del contenido estomacal; los peces, con el 44 por ciento, y los cefalópodos, con una fracción del uno por ciento. Los peces llegaron a un 33 por ciento por volumen, de la dieta de los barriletes entre 451-600 mm. de longitud: y a un 62 por ciento por volumen, en los de más de 600 mm., con una disminución concomitante en la contribución de los crustáceos. Esto concuerda con lo encontrado por Yuen (1959), quién notó que conforme el barrilete hawaiano aumentaba en tamaño, el porcentaje de los peces en la dieta por volumen aumentaba, y el de los crustáceos disminuía. En el Pacífico Oriental, aparentemente los cefalópodos no son una parte importante de la dieta del barrilete.

Estómagos vacíos

Un 24 por ciento de los estómagos examinados de los atunes aleta amarilla, y un 56 por ciento de los estómagos examinados de los barriletes se encontraban vacíos (Tablas 36 y 37). El porcentaje de los estómagos vacíos varió considerablemente de una área a otra para ambas especies.

El porcentaje más alto de estómagos vacíos de los atunes aleta amarilla (50 por ciento), se observó en peces capturados en el Area 02 (Islas Revillagigedo). Menos del uno por ciento de los estómagos procedentes del Area 13 (Rocas Alijos) y sólo el siete por ciento de los estómagos procedentes del Area 10 (Golfo de Panamá) estaban vacíos.

El porcentaje más alto de estómagos vacíos de barriletes (81 por ciento) se observó también en los peces capturados en el Area 02. El porcentaje más bajo de estómagos vacíos de barriletes (39 por ciento) se registró en el Area 14, si desde luego, se excluyen aquellas áreas (03, 04, 08, 12 y 13) de las cuáles sólo unos pocos peces fueron muestreados.

Hay una relación positiva entre el porcentaje de estómagos vacíos del atún aleta amarilla en un área y el porcentaje del volumen total en esa área constituido por peces: mientras más alto sea el porcentaje de peces en la dieta, más alto será el porcentaje de estómagos vacíos ($r = +0.824$, significativo al nivel del uno por ciento). A la inversa, mientras más alto sea el porcentaje de crustáceos en el volumen total de alimentos, más bajo será el porcentaje de estómagos vacíos ($r = -0.741$, significativo al nivel del uno por ciento). Dos áreas, la 12 y la 14, no fueron incluidas en estos cálculos, debido a la escasez de datos que de ellas se obtuvieron.

Con respecto al barrilete, no se encontró relación entre el porcentaje de estómagos vacíos y el porcentaje del volumen total de alimentos constituidos por peces o crustáceos.

Esta variación en el porcentaje de estómagos vacíos invita a alguna especulación. Puede ser que, a causa de su exosqueleto los crustáceos sean digeridos a un ritmo más lento que los peces; en consecuencia, los crustáceos pueden estar presentes durante más tiempo en el contenido estomacal de los atunes aleta amarilla y, consecuentemente reducen el porcentaje de los estómagos vacíos muestreados. Otra explicación podría encontrarse en la distribución de los propios organismos forrajeros (véase Brock y Ribbenburgh, 1960). Es muy posible que los peces forrajeros tengan una distribución más demarcada que los crustáceos forrajeros. Consecuentemente, cuando los atunes se alimentan de peces, lo hacen con rapidez, ingiriendo cantidades considerables en un período corto de tiempo y digiriendo el alimento rápidamente. Si los crustáceos son menos demarcados en su distribución, los atunes que se alimentan en gran parte de estos organismos, pueden consumirlos durante un período de tiempo más largo, reduciendo así la oportunidad de muestrear un pez que está desprovisto de alimentos.

Selectividad alimentaria del atún aleta amarilla

Los resultados de esta investigación demuestran que en la alimentación del atún aleta amarilla son utilizados los representantes de 12 órdenes de invertebrados y 42 familias de peces. Waldorf (1937) menciona la familia Clupeidae; Hildebrand (1946) la Atherinidae, y Blunt (1960) la Echeineidae como familias adicionales de peces encontrados en el contenido estomacal de los atunes aleta amarilla capturados en el Océano Pacífico Oriental tropical. Según observaciones personales, Fistularidae y Holocentridae (en la costa mexicana), lophotidae (en el Golfo de Tehuantepec) y las larvas leptocéfalas de Congridae y Ophichtidae (frente a la América Central), son ingeridos también por el atún aleta amarilla. Estas ocho familias adicionales, además de larvas de lenguados halladas y que pertenecen a por lo menos una familia (véase página 327), nos dá el record de que por lo menos 51 familias de peces son ingeridas por el atún aleta amarilla del Pacífico Oriental.

La multiplicidad de organismos alimenticios en el Pacífico Oriental y en otras localidades (Beebe, 1936; Nakamura, 1936; Ronquillo, 1953; Reintjes y King, 1953; King e Ikehara, 1956; Postel, 1954; Watanabe, 1958; Legan y Desrosieres, 1960; y Watanabe, 1960) indica que el atún aleta amarilla probablemente no es un pez muy selectivo. Este es posiblemente un factor en la distribución de esta especie de atún en una enorme área del Pacífico Oriental. Es razonable esperar que una especie de pez con una distribución tan extensa, tenga una dieta bastante cosmopolita.

Una sorprendente demostración de la propensión del atún aleta amarilla de ingerir lo que encuentra a su disposición, ha sido ilustrada en la Figura 12, en la que se han graficado las áreas de captura de los atunes aleta amarilla cuyos estómagos contenían *Pleuroncodes planipes*, *Portunus affinis* y *Euphyllax dovii*. Un gráfico similar de la distribución de estas especies, según se ha registrado en la literatura, se ofrece en la Figura 13; los datos correspondientes a *P. affinis* y a *E. dovii* han sido complementados gracias a la información gentilmente suministrada por el Doctor John Garth (comunicación personal).

La dieta del atún aleta amarilla, yendo de norte a sur, cambia obviamente en respuesta a la distribución de la presa. En aquellas áreas en que se encuentra el "cangrejo rojo," el atún aleta amarilla lo come en cantidad y constituye una parte muy importante de la dieta (véase página 328). Más hacia el sur, en donde los cangrejos nadadores de la familia Portunidae han suplantado al "cangrejo rojo," encontramos que éstos son constituyentes importantes en la dieta del atún aleta amarilla (véase página 332). El cambio en la dieta probablemente no refleja un cambio en la preferencia del atún, sino simplemente un cambio en la disponibilidad de los organismos alimenticios.

El alimento del atún aleta amarilla cerca de las islas y de los bancos mar afuera

Los pescadores se han beneficiado mucho con la propensión del atún, especialmente del atún aleta amarilla, a congregarse alrededor de las islas y sobre las cimas submarinas, según lo han indicado los análisis de los registros contenidos en los cuadernos de bitácora de los barcos pesqueros (Shimada, 1958; Alverson, 1959; Griffiths, 1960; Alverson, 1960; Calkins, 1962). Lo que atrae al atún a estas localidades, a pesar del hecho de que varias, las Islas Revillagigedo por ejemplo, están situadas, según lo indica el volumen bajo del zooplancton, en áreas de una fertilidad general relativamente baja (Holmes, Schaefer y Shimada, 1957; Bennett y Schaefer, 1960; Holmes y Blackburn, 1960; y Klawe, 1961), es de algún interés.

Ciertamente la disponibilidad de más alimentos en la vecindad de las islas que en los mares que las rodea, es una razón posible para la agregación del atún. Una isla ofrece un ambiente diferente al del mar que las rodea, en que la fauna y flora bénticas, además de la pelágica, puede contribuir a la cadena alimenticia.

Por el bajo volumen de zooplancton encontrado en la vecindad de la Isla Clarion (Islas Revillagigedo) y del Banco Shimada (16:52N, 117:30W), Bennett y Schaefer (1960), consideraron que no era probable que los stocks de atún encontrados por la flota atunera en esas áreas, fueran mantenidos por organismos que dependían del zooplancton para su alimentación. Schaefer (1961 c) sugirió que, en tales localidades, había una posibilidad de que las formas bénticas y las halladas cerca del fondo se alimentan directamente de residuos o de las plantas bénticas, pudiendo constituir una parte importante de la dieta del atún, proveyendo así más forraje con poco o ningún aumento en la producción básica (utilizando en promedio una cadena alimenticia más corta). Blackburn y sus asociados (1962) también notaron la escasez de zooplancton alrededor de la Isla Clarion, y sugirieron que el micronecton podría ser un alimento importante alrededor de tales islas situadas mar afuera, ya que grandes cosechas estables de micronecton fueron encontradas localmente cerca de la Isla Clarion y de la Isla Cocos.

Las sugerencias anteriores parece que encuentran algún apoyo en los resultados de mis investigaciones. Entre los plectognatos, las familias Balistidae, Monacanthidae, Ostraciidae, Tetraodontidae y Diodontidae, bien conocidas pobladoras de las aguas cerca de los arrecifes, islas y áreas costeras de los mares cálidos del mundo, constituyeron, en volumen, el 37 por ciento del alimento del atún aleta amarilla en las Islas Revillagigedo (Tabla 5). Estas familias ingieren una variedad de alimentos, incluyendo formas tales como plantas y animales sedentarios, moluscos, cangrejos, camarones, isópodos, percebes, erizos marinos, copépodos y larvas de moluscos y de crustáceos (Meek y Hildebrand, 1928; Breder, 1929; Tinker,

1944; Smith, 1949; y Bigelow y Schroeder, 1953), y su presencia en cantidad en los estómagos del atún aleta amarilla apoya, con alguna modificación en la cadena alimenticia, la sugerencia de Schaefer. El "cangrejo rojo" constituyó, por volumen, el 31 por ciento de la dieta del atún aleta amarilla en la misma área. Este animal es, de acuerdo con Boyd (MS), no solamente pelágico sino también a veces béntico, y es evidentemente un animal que se alimenta de desechos, filtrador de alimentos y carnívoro. La importancia, en la dieta del atún aleta amarilla, de este animal de costumbres tan adaptables, parece apoyar tanto la teoría de Schaefer como la de Blackburn y sus asociados. Los miembros pertenecientes a las familias Katsuwonidae y Thunnidae que acusan una movilidad intensa, proporcionaron aproximadamente el 20 por ciento del volumen de la alimentación en el área. Estos constituyen una presa cuya aparición en el área puede ser muy bien efímera en su naturaleza, ya que tienen libertad de movimiento para entrar y salir, dependiendo de la disponibilidad conveniente de artículos alimenticios.

Parece que las islas y los bancos mar afuera pueden actuar como mecanismos de concentración no sólo para los atunes sino también para algunas de sus presas.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA

Ahlstrom, E. H. and R. C. Counts

- 1958 Development and distribution of *Vinciguerria lucetia* and related species in the eastern Pacific.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull., Vol. 58, No. 139, pp. 363-416.

Alverson, F. G.

- 1959 Geographical distribution of yellowfin tuna and skipjack catches from the Eastern Tropical Pacific Ocean, by quarters of the year, 1952-1955.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 3, No. 4, pp. 165-204 (English), pp. 205-214 (Spanish).
- 1960 Distribution of fishing effort and resulting tuna catches from the Eastern Tropical Pacific by quarters of the year, 1951-1958.
Ibid., Vol. 4, No. 6, pp. 319-441 (English), pp. 442-446 (Spanish).
- 1961 Daylight surface occurrence of myctophid fishes off the coast of Central America.
Pacific Science, Vol. 15, No. 3, p. 483.

Alverson, F. G. and B. M. Shimada

- 1957 A study of the Eastern Pacific fishery for tuna baitfishes, with particular reference to the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*).
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 2, pp. 21-61 (English), pp. 62-79 (Spanish).

Anderson, W. W. and J. W. Gehringer

- 1957a Physical oceanographic, biological, and chemical data, South Atlantic Coast of the United States, M/V *Theodore N. Gill* Cruise 3.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.—Fisheries No. 210, 208 pp.
- 1957b Physical oceanographic, biological, and chemical data, South Atlantic Coast of the United States, M/V *Theodore N. Gill* Cruise 4.
Ibid., No. 234, 192 pp.
- 1958 Physical oceanographic, biological, and chemical data, South Atlantic Coast of the United States, M/V *Theodore N. Gill* Cruise 6.
Ibid., No. 265, 99 pp.

- 1959a Physical oceanographic, biological, and chemical data, South Atlantic Coast of the United States, M/V *Theodore N. Gill* Cruise 7.
Ibid., No. 278, 277 pp.
- 1959b Physical oceanographic, biological, and chemical data, South Atlantic Coast of the United States, M/V *Theodore N. Gill* Cruise 8.
Ibid., No. 303, 227 pp.
- 1959c Physical oceanographic, biological, and chemical data, South Atlantic Coast of the United States, M/V *Theodore N. Gill* Cruise 9.
Ibid., No. 313, 226 pp.

Anderson, W. W., J. W. Gehringer and Edward Cohen

- 1956 Physical oceanographic, biological and chemical data, South Atlantic Coast of the United States, M/V *Theodore N. Gill* Cruise 1.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.—Fisheries No. 178, 160 pp.

Beebe, William

- 1936 Food of the Bermuda and West Indian tunas of the genera *Parathunnus* and *Neothunnus*.
Zoologica, Vol. 21, No. 15, pp. 195-205.

Bennett, E. B. and M. B. Schaefer

- 1960 Studies of physical, chemical, and biological oceanography in the vicinity of the Revilla Gigedo Islands during the "Island Current Survey" of 1957.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 4, No. 5, pp. 217-257 (English), pp. 258-274 (Spanish), Appendix, pp. 275-317 (English and Spanish).

Bigelow, H. B. and W. C. Schroeder

- 1953 Fishes of the Gulf of Maine.
U. S. Fish and Wildlife Serv., *Fish. Bull.*, Vol. 53, No. 74, 577 pp.

Blackburn, Maurice and Associates

- 1962 Tuna oceanography in the eastern tropical Pacific.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.—Fisheries No. 400, 48 pp.

Blunt, C. E., Jr.

- 1960 Observations on the food habits of longline caught bigeye and yellowfin tuna from the tropical eastern Pacific, 1955-1956. Calif. Fish and Game, Vol. 46, No. 1, pp. 69-80.

Blunt, C. E., Jr. and J. D. Messersmith

- 1960 Tuna tagging in the western tropical Pacific, 1952-1959. Calif. Fish and Game, Vol. 46, No. 3, pp. 301-369.

Boyd, C. M.

- M.S. The biology of a marine crustacean, *Pleuroncodes planipes* Stimpson, 1860 (Decapoda, Galatheidae).

Breder, C. M., Jr.

- 1929 Field book of marine fishes of the Atlantic Coast from Labrador to Texas. G. P. Putnam's Sons, New York and London, 332 pp.

Broadhead, G. C. and C. J. Orange

- 1960 Species and size relationships within schools of yellowfin and skipjack tuna, as indicated by catches in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 4, No. 7, pp. 447-475 (English), pp. 476-492 (Spanish).

Brock, V. E. and R. H. Riffenburgh

- 1960 Fish schooling: a possible factor in reducing predation. Jour. du Conseil Inter. Explor. Mer, Vol. 25, No. 3, pp. 307-317.

Buen, F. de

- 1958 Peces del suborden Scombroidei en aguas de Chile. Revista de Biología Marina, Vol. 7, Nos. 1-3, 38 pp.

California Bureau of Marine Fisheries

- 1960a The marine fish catch of California for the years 1957 and 1958. Calif. Dept. Fish and Game, Fish Bull. No. 108, 74 pp.
- 1960b The marine fish catch of California for the year 1959. *Ibid.*, No. 111, 44 pp.

Calkins, T. P.

- 1961 Measures of population density and concentration of fishing effort for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean, 1951-1959.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 6, No. 3, pp. 69-125 (English), pp. 126-152 (Spanish).

Fraser-Brunner, A.

- 1950 The fishes of the family Scombridae.
Annals and Magazine of Natural History, Ser. 12, Vol. 3, pp. 131-163.

Griffiths, R. C.

- 1960 A study of measures of population density and of concentration of fishing effort in the fishery for yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, in the Eastern Tropical Pacific Ocean, from 1951 to 1956.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 4, No. 3, pp. 39-98 (English), pp. 99-136 (Spanish).

Hennemuth, R. C.

- 1957 An analysis of methods of sampling to determine the size composition of commercial landings of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*).
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 5, pp. 171-225 (English), pp. 226-243 (Spanish).
- 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.
Ibid., Vol. 5, No. 1, pp. 1-82 (English), pp. 83-112 (Spanish).

Holmes, R. W., M. B. Schaefer and B. M. Shimada

- 1957 Primary production, chlorophyll, and zooplankton volumes in the Tropical Eastern Pacific Ocean.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 4, pp. 127-156 (English), pp. 157-168 (Spanish).

Holmes, R. W. and Maurice Blackburn

- 1960 Physical, chemical, and biological observations in the Eastern Tropical Pacific Ocean Scot Expedition, April-June 1958.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.—Fisheries No. 345, 106 pp.

Hildebrand, S. F.

- 1946 A descriptive catalog of the shorefishes of Peru.
U. S. Nat. Mus., Bull. 189, 530 pp.

Hotta, Hideyuki and Toru Ogawa

- 1955 On the stomach contents of the skipjack.
Tohoku Regional Res. Lab., Bull. No. 4, pp. 62-82.

Juhl, Rolf

- 1955 Notes on the feeding habits of subsurface yellowfin and bigeye tunas of the Eastern Tropical Pacific Ocean.
Calif. Fish and Game, Vol. 41, No. 1, pp. 99-101.

King, J. E. and I. I. Ikehara

- 1956 Comparative study of food of bigeye and yellowfin tuna in the Central Pacific.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull., Vol. 57, No. 108, pp. 61-85.

Kishinouye, Kamakichi

- 1923 Contributions to the comparative study of the so-called scombroid fishes.
Jour. Coll. Agr. Imp. Univ., Tokyo, Vol. 8, No. 3, pp. 293-475.

Klawe, W. L.

- 1961 Informe sobre los datos obtenidos en el "Tuna Spawning Survey Cruise," del 1º. al 20 de julio de 1957.
Ciencia, Méx., Vol. 21, No. 2, pp. 65-74.

Legend, M. and R. Desrosieres

- 1960 Enquete preliminaire sur les contenus stomacaux des thons a nageoires jaunes des cotes de Nouvelle-Calédonie. *In* Premieres données sur le thon a nageoires jaunes en Nouvelle-Calédonie. Institut Francais d'Océanie-Centre d'Océanographie, Rept. Scientifique No. 11, 2ème Partie, pp. 21-31.

McHugh, J. L.

- 1952 The food of albacore (*Germo alalunga*) off California and Baja California.
Univ. of Calif., Scripps Inst. of Ocean., Bull., Vol. 6, No. 4, pp. 161-172.

Mann, G. F.

- 1954 Vida de los peces en aguas chilenas.
Minist. de Agric., Santiago de Chile, 342 pp.

Meek, S. E. and S. F. Hildebrand

- 1928 The fishes of Panama.
Field Mus. Nat. Hist., Publ. 249, Zool. Ser., Vol. 15, Part 3, pp. 709-1045.

Nakamura, Hiroshi

- 1936 On the food habits of yellowfin *Neothunnus macropterus* (Schlegel) from the Celebes Sea.
Nat. Hist. Soc. Formosa, *Trans.* (Taewan Hadabutsu Gakkae Kaiho) Vol. 26, No. 148, pp. 1-8. *Trans. In* U. S. Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.—Fisheries No. 23, 8 pp., Sept. 1950.

Postel, E.

- 1954 Contribution a l'étude de Thonides de l'Atlantique tropical.
Jour. du Conseil Inter. Explor. Mer, Vol. 19, No. 3, pp. 356-362.
- 1955 La bonite a ventre rayé (*Katsuwonus pelamis*) dans la région du Cap Vert.
Bull. de l'I.F.A.N.T., Vol. 17, Ser. A, No. 4, pp. 1202-1213.

Radovich, John

- 1961 Relationships of some marine organisms of the northeast Pacific to water temperatures particularly during 1957 through 1959.
Calif. Dept. Fish and Game, Fish Bull. No. 112, 62 pp.

Reintjes, J. W. and J. E. King

- 1953 Food of yellowfin tuna in the Central Pacific.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish Bull., Vol. 54, No. 81, pp. 91-110.

Ronquillo, Inocencio

- 1953 Food habits of tunas and dolphins based upon the examination of their stomach contents.
Philippine Jour. Fish., Vol. 2, No. 1, pp. 71-83.

Schaefer, M. B.

- 1960 Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1959.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Ann. Rept. 1959, pp. 39-94
(English), pp. 95-156 (Spanish).
- 1961a Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1960.
Ibid., Ann. Rept. 1960, pp. 40-107 (English), pp. 108-183
(Spanish).
- 1961b Tuna oceanography programs in the Tropical and Central Pacific.
Calif. Coop. Oceanic Fisheries Invest., Reports, Vol. 8, 1 July
1959 to 30 June 1960, pp. 41-44.

Schaefer, M. B., B. M. Chatwin and G. C. Broadhead

- 1961 Tagging and recovery of tropical tunas, 1955-1959.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 5, No. 5, pp. 341-416
(English), pp. 417-455 (Spanish).

Schweigger, Erwin

- 1949 El atún frente a la costa peruana.
Bol. Comp. Admin. Guano, Vol. 25, No. 8, pp. 219-247.

Shimada, B. M.

- 1958 Geographical distribution of the annual catches of yellowfin and skipjack tuna from the Eastern Tropical Pacific Ocean from vessel logbook records, 1952-1955.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 7, pp. 287-354
(English), pp. 355-363 (Spanish).

Smith, J. L. B.

- 1949 The sea fishes of Southern Africa.
Central News Agency, Ltd., South Africa, 550 pp.

Snedecor, G. W.

- 1956 Statistical methods.
Iowa State Coll. Press; Ames, Iowa, 5th ed., 534 pp.

Steinbeck, John and E. F. Ricketts

- 1941 Sea of Cortez.
The Viking Press, New York, 598 pp.

Suárez-Caabro, J. A. and P. P. Duarte-Bello

- 1961 Biología pesquera del bonito (*Katsuwonus pelamis*) y la albacora (*Thunnus atlanticus*) en Cuba. I.
Inst. Cubano de Invest. Tecnológ., Serie de estudios sobre trabajos de investigación, No. 15, 151 pp.

Tinker, S. W.

- 1944 Hawaiian fishes.
Tongg Publishing Co., Honolulu, 414 pp.

Walford, L. A.

- 1937 Marine game fishes of the Pacific Coast from Alaska to the Equator.
Univ. of Calif. Press, Berkeley, 209 pp.

Watanabe, Hisaya

- 1958 On the differences of the stomach contents of the yellowfin and bigeye tunas from the western equatorial Pacific.
Nankai Regional Fish. Res. Lab., Rept., No. 7, pp. 72-81.
- 1960 Regional differences in food composition of the tunas and marlins from several oceanic areas.
Ibid., No. 12, pp. 75-84.

Welsh, J. P.

- 1949 A preliminary study of food and feeding habits of Hawaiian kawakawa, mahimahi, ono, aku, and ahi.
Terr. Hawaii Div. Fish and Game, Fish. Prog. Rept., Vol. 1, No. 2, 26 pp.

Yuen, H. S. H.

- 1959 Variability of skipjack response to live bait.
U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull., Vol. 60, No. 162, pp. 147-160.