

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. 15, No. 6

(Completing the Volume)

(Completando el Volumen)

**MATERIALS AND METHODS FOR TAGGING PURSE SEINE-
AND BAITBOAT-CAUGHT TUNAS**

**MATERIALES Y METODOS PARA MARCAR ATUNES
CAPTURADOS POR BARCOS CERQUEROS Y DE CARNADA**

by — por

WILLIAM H. BAYLIFF

La Jolla, California

1973

CONTENTS — INDICE
ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
ABSTRACT	465
INTRODUCTION	465
ACKNOWLEDGEMENTS	465
MATERIALS AND METHODS	466
Purse-seine cruises	466
Baitboat cruises	468
RESULTS AND ANALYSIS	469
Purse-seine cruises	469
Yellowfin	469
Skipjack	474
Baitboat cruises	474
Yellowfin	474
Skipjack	476
SUMMARY AND CONCLUSIONS	477
FIGURES — FIGURAS	478
TABLES — TABLAS	480

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
EXTRACTO	489
INTRODUCCION	489
RECONOCIMIENTO	490
MATERIALES Y METODOS	490
Cruceros en barcos cerqueros	490
Cruceros en barcos de carnada	493
RESULTADOS Y ANALISIS	493
Cruceros en barcos cerqueros	493
Aleta amarilla	493
Barrilete	499
Cruceros en barcos de carnada	499
Aleta amarilla	500
Barrilete	501
SUMARIO Y CONCLUSIONES	502
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA	503

MATERIALS AND METHODS FOR TAGGING PURSE SEINE- AND BAITBOAT-CAUGHT TUNAS

by

William H. Bayliff

ABSTRACT

The percentages of return of purse seine-tagged yellowfin and baitboat-tagged yellowfin and skipjack subjected to various combinations of treatments were tested statistically to determine the effects of the treatments. For yellowfin the percentages of return differed among sets or dates of release, and were higher for double-tagged fish, larger fish, and fish released soonest during each set. For skipjack the percentages of return differed among dates of release, and were higher for single-tagged fish and fish tagged in plastic-covered cradles.

INTRODUCTION

Large-scale tagging of yellowfin, *Thunnus albacares*, and skipjack, *Katsuwonus pelamis*, tuna was initiated in the eastern Pacific Ocean by the California Department of Fish and Game in 1952 (Blunt and Messersmith, 1960) and by the Inter-American Tropical Tuna Commission in 1955 (Schaefer, Chatwin, and Broadhead, 1961), and has been continued by the latter organization to the present. Most of the fish which have been tagged were originally caught by hook and line, either on commercial baitboats or on research vessels. A few tagging cruises were conducted on purse seiners beginning as early as 1953, but the return rates of tagged fish released from these vessels were usually lower than those of tagged fish released from baitboats (Fink and Bayliff, 1970: page 13). During 1959 and 1960 most of the medium to large baitboats were converted to purse seiners, and the remaining baitboats, plus the new ones which have been built, have fished mostly off Baja California and Ecuador and in the vicinity of the Revillagigedo Islands, Clipperton Island, and the Galapagos Islands. Since it is necessary to tag tunas in all areas, particularly the newly-exploited offshore areas where baitboats have never fished successfully, efforts to develop methods for tagging fish from purse seiners were renewed in the late 1960's. This report describes the materials and methods used in recent years to tag tunas on purse seiners, and compares the results obtained with different materials and methods. Also, some data from two baitboat cruises are discussed.

ACKNOWLEDGMENTS

Acknowledgment is extended to the following members of the Tuna Commission's staff for their participation in the tagging of the fish on the more recent purse-seine cruises: Javier Barandiarán, Larry D. Bloch, Rich-

ard J. Busch, Thomas P. Calkins, Bruce M. Chatwin, James W. Cravens, John de Beer, Clinton M. DeWitt, Craig J. Orange, Sueichi Oshita, Jerome J. Pella, Clifford L. Peterson, Christopher T. Psaropoulos, Walter Ritter O., Michael J. Roehner, Horacio Sarabia, Gary D. Sharp, and Vaughn M. Silva. Mr. Thomas Kazama, U.S. National Marine Fisheries Service, also participated in one of these cruises. Appreciation is likewise expressed to the many vessel captains whose cooperation made these tagging cruises possible, especially Captains Eugene M. Cabral, Joseph Scafidi, Frank Souza, George Souza, and Vito Zottolo, skippers of the vessels used on the recent chartered trips.

Advice and assistance with the analyses of the data were rendered by Dr. Robert C. Francis. The manuscript was reviewed by Dr. Francis and Messrs. Clifford L. Peterson and Patrick K. Tomlinson.

MATERIALS AND METHODS

Purse-seine cruises

There are two basic types of tagging aboard purse seiners, opportunistic and chartered. For the opportunistic cruises the crew manipulates the net in such a way as to bring the fish aboard the vessel as quickly as possible, while the taggers remove as many viable fish as possible for tagging without interfering with the work of the crew. For the charter cruises the net is manipulated in such a way as to minimize the mortalities of the fish, and the crew of the vessel assists the taggers to tag and release the fish. When the fish are no longer in good enough condition for tagging the remainder are brailled aboard the vessel for later sale. The Tuna Commission charters vessels for certain numbers of days, and after the charter period has expired the taggers continue to tag and release fish opportunistically until the vessel returns to port. In addition, after the charter period has expired, when a set is initiated late in the day the tagging is done in the same manner as during the charter period. Searching time is extremely valuable to the fishermen, but when a set is initiated late in the day there will be no further chance to search that day; thus in such cases when the fishermen help the taggers instead of bringing the fish aboard as quickly as possible no searching time is lost.

Tagging on a chartered purse seiner is accomplished by two teams of three to five men each working in the skiff, one team in the bow and the other in the stern. The extra men come aboard the skiff when the net is nearly all aboard the vessel. Each team consists of two or three fish handlers, mostly fishermen, one tagger, and sometimes one recorder who hands the tags to the tagger as well as recording the tag numbers and the species and lengths of the fish. The taggers and recorders are Tuna Commission employees. The latter have been eliminated on most sets of the more recent cruises, the data being recorded with tape recorders

carried in water-resistant backpacks on the taggers' backs. This works quite well, the only disadvantage being that when a tape recorder is used and the fish are being removed from the net very rapidly the tagging is slowed down by the fact that the tagger has no one to hand the tags to him. (It is almost unnecessary to mention that the recordings are played after each set and the information copied onto permanent data sheets.) The fish are removed from the net with large dipnets handled by men in the skiff or by hand by men standing thigh-deep in the water inside the net in aluminum racks. The latter method has been used more than the former on the more recent cruises because with it the fish can be obtained from the net more easily. Tagging can be conducted for about 20 to 90 minutes before most of the fish are dead or in poor condition, but it is usually stopped after about 30 to 40 minutes. During this time up to about 600 fish can be tagged and released. Throughout the period of tagging the net is held open by towing the skiff away from the vessel with a speedboat equipped with a 65-hp outboard motor tied to its port side.

When tagging is conducted opportunistically either one aluminum rack is placed in the net near the stern of the skiff and tagging takes place just before the brailing begins, or the fish are removed from the net with a dipnet by men stationed in the bow of the skiff and tagging takes place both before and after the brailing begins. Usually only the Tuna Commission employees participate in this work.

While being tagged, the fish are held on 2-inch (5.1-cm) thick $2\frac{1}{2}$ - by $4\frac{1}{2}$ -foot (76- by 137-cm) pads of foam plastic covered with Naugehyde marked in 1-cm intervals. Prior to 1969 practically all the fish had been tagged in cradles (Fink, 1965) or on uncovered pads and measured to the nearest 5 cm (or often not measured at all in the case of skipjack). The fish are now measured to the nearest 1 cm, and this does not seem to take any additional time, at least for the fish tagged on the pads. Covering the eyes of the fish with one hand during tagging and measuring reduces their struggles considerably.

Tagging operations being carried out on a chartered cruise are shown in Figure 1.

The tags are similar to those described by Fink (1965), except that the letter and first digit of the serial number are now machine printed at each end of the legend and the last three digits of the serial number are printed by hand at one end only.

For the cruises prior to the last one of 1970 needles made with No. 7 stainless steel tubing (inside diameter, 0.150 inch or 3.810 mm; wall thickness, 0.015 inch or 0.381 mm) were used. For the remaining cruises needles made with No. 8 tubing (inside diameter, 0.135 inch or 3.429 mm; wall thickness, 0.015 inch) have been substituted.

Prior to use the tags are loaded into the needles and put in groups of 100 into serially numbered holes in 3½- by 3½- by 12-inch (9- by 9- by 30-cm) wooden blocks. These blocks are kept in groups of three in wooden carriers for ease and safety in transporting them.

The needle with its tag is inserted diagonally downward into the fish just below the base of the second dorsal fin to a distance sufficient for the barb of the tag to hook around the bones of the base of the fin. Then the needle is withdrawn. The fish were alternately single and double tagged for most of the sets of the first half of the last cruise of 1969, and during the rest of that cruise and the subsequent cruises virtually all the fish were double tagged. When the fish are double tagged one tag is placed on either side of the second dorsal fin of each.

Approximately half the tagged fish released during the last cruise of 1969 were treated with an antibiotic spray consisting of oxytetracycline hydrochloride equivalent to 3.5 mg per g, 1.2 mg per g of hydrocortisone, and 1,200 units of polymyxin B as the sulfate. This was accomplished by spraying all the tips of the needles and barbs of the tags in the first, third, fifth, etc., blocks to be used in each tagging position (bow and stern) immediately before use. [In most cases when tagging for a particular set was finished there were still some tags remaining in the blocks in use, and the tags in these unfinished blocks would be used first for the fish of the following set. Since about half these blocks (the first, third, fifth, etc., but not the second, fourth, sixth, etc.) had been sprayed previously with antibiotics, and the effect of them might not have all been lost, the first blocks to be used in each position on each set were routinely sprayed.]

After use the needles are cleaned by soaking them successively in solutions of enzyme detergent and bleach and then rinsing them thoroughly with sea water.

The purse-seine tagging cruises which have been conducted in the eastern Pacific Ocean prior to 1972 and the returns from these to the end of 1972 are listed in Table 1. The areas are shown in Figure 2. These correspond to the areas used by Fink and Bayliff (1970), except that some offshore areas have been added due to the recent expansion of the fishery further offshore (Calkins and Chatwin, 1967 and 1971). Most of these areas correspond roughly to natural regions of occurrence of tuna concentrations. The tagging in 1953 was conducted by fishermen who were given tags by the California Department of Fish and Game. The Peru-based Tuna Commission cruises of 1956-1957 and 1959-1961 were conducted aboard small purse seiners called *bolicheras*.

Baitboat cruises

The methods employed for tagging aboard baitboats have been described by Fink (1965) and Fink and Bayliff (1970). The unused tags and

needles are no longer kept in magazines attached to the cradles, however, as struggling fish are liable to fall upon them and be injured by the points of the needles. Instead, they are kept in blocks identical to those used for the tagging aboard purse seiners. In most cases yellowfin are double tagged and skipjack single tagged. The measurements are now made to the nearest 1 cm instead of the nearest 5 cm. The tag numbers and the species and lengths of the fish are now recorded with tape recorders instead of being written on plastic sheets.

The baitboat tagging cruises which are discussed in this report and the returns from these to the end of 1972 are listed in Table 2.

RESULTS AND ANALYSIS

Purse-seine cruises

Yellowfin

The results of Cruise 1055 were selected for detailed analysis of the percentages of return of fish subjected to various treatments because of the large numbers of tagged fish released and the large number of returns resulting from these releases. Only the returns to the end of 1971 are considered in this section. Eleven of the tagged fish were recaptured and re-released by the tagging vessel, and one of these was recaptured again by another vessel. These re-releases and that return are not included in the analysis. The treatments to which the fish were subjected were as follows:

use or non-use of antibiotics;

set;

tag type—single or double;

position-tagger—On a particular set one person tagged in the bow and another in the stern, so the position and tagger treatments are confounded. The code numbers assigned to the taggers are the same as those used by Bayliff and Moberg (1972).

length of the fish;

time between commencement of tagging and release of fish—During the tagging a timing clock rang at 10-minute intervals, and each time it rang a notation was made on the record sheets. Thus there is a record of the 10-minute interval in which each tagged fish was released. The data for fish tagged more than 60 minutes after the commencement of tagging were combined with those for the sixth time period.

The first block of tags used at each position always contained needles and tags which had been sprayed with antibiotics, so it might appear that this treatment is confounded with time. However, it takes roughly 10 minutes to use up a full block of tags (usually a little longer if the fish

are alternately single and double tagged and a little less if they are all double tagged). Sometimes the first block was full, or nearly so, in which case most or all the fish tagged in the first 10 minutes were treated with antibiotics; on other occasions it was nearly empty, in which case most of the fish tagged in the first 10 minutes were not so treated. Thus the confounding was minimal. The study of the effects of the treatments was to be performed by partitioning the release and return data into cells according to the combinations of treatment the fish received. If the treatments which have no effect on the fish were eliminated from consideration there would be fewer cells with more data in each which would, of course, result in better analyses. The return rates for the fish subjected to use and non-use of antibiotics were nearly the same, so an attempt was made to determine if this treatment could be eliminated from consideration. Alternate blocks of tags were subjected to this treatment in both positions on almost every set, so all the data could be combined with minimum risk for a Chi-square contingency test. The results are as follows:

	Observed		Expected		Total
	Returned	Not returned	Returned	Not returned	
No antibiotics	326	4,011	342.5	3,994.5	4,337
Antibiotics	346	3,826	329.5	3,842.5	4,172
Total	672	7,837	672	7,837	8,509

$$\chi^2 = 1,760, \text{ d.f.} = 1, P > 0.05$$

This treatment was therefore eliminated from consideration, and the data for fish treated with antibiotics were combined with those for fish not so treated.

The data were divided into eight groups of sets, according to the different combinations of position and tagger for those sets. Seven of these are listed in Table 3. One group (Tagger 12 in bow and Tagger 10 in stern) was eliminated from consideration because it contained only one set from which only one return was realized. Also, Sets 1 and 2 were eliminated from consideration, as fish were tagged in only one position (stern) on these sets. Various analysis of variance tests of the percentages of return were performed within each group, using computer program BMD X64 (Dixon, 1969). These tests were chosen so as to test as many of the treatments and interactions as possible. To minimize the number of empty cells and cells with only a few fish in them certain cells were combined and others were eliminated. For instance, the data for the first and second, the third and fourth, and the fifth and sixth time periods were always combined, and the data were always divided into only two length groups, the point of division varying among tests. In some tests only the data for the first 20-minute period or the first and second 20-minute periods were used, as for some sets the tagging did not continue beyond 20 or 40 minutes. In

other tests the data for single-tagged fish were not considered, as practically no fish were single tagged during the second half of the cruise. After the combinations and eliminations were accomplished the data for any cells which contained less than 10 fish released were also eliminated.

The percentages of return were transformed by taking their square roots to make the data more nearly normal (Steel and Torrie, 1960: page 157) before performing the tests. After each test was initially conducted the highest-order interactions which were not significant at the 25-percent level were combined with the error term and the new sums of squares, degrees of freedom, mean squares, and *F* values were calculated. The process was repeated with the next-highest-order interactions, and so on, through the two-way interactions.

The results of these analyses of variance are summarized in Table 3. One test is shown in each line. None of the three-way interactions and only one of the four-way interactions was significant at the 5-percent level, so none of the former and only the one of the latter which was significant are shown in the table.

Significant differences among sets were found in five of the eight possible tests. This is not surprising in view of the large differences in percentages of return among sets (Table 4). The reasons for these differences are not well understood. Schaefer, Chatwin, and Broadhead (1961) demonstrated a strong negative relationship between percentages of return and sea-surface temperature for yellowfin. However, on Cruise 1055 the sea-surface temperature range was relatively narrow, 82°F to 87°F (27.8°C to 30.6°C), with all but four of the sets having been made in water of 84°F to 86°F (28.9°C to 30.0°C). No relationship between the percentages of return and the sea-surface temperatures was apparent. The areas of release probably had some effect on the percentages of return, for it can be seen in Tables 1 and 4 that the percentages of return were much higher than average for Areas 4 and 6C and lower than average for Areas 2 and 5C. Swells, wind waves, currents, and the struggles of large fish in the net are injurious to the fish which are to be tagged. Also, the way the net is pulled aboard the fishing vessel affects the shape of the pocket in which the fish are held; if this pocket is not correctly formed the fish may suffer adverse effects from being trapped in corners of it. Observations made on these factors were recorded, but the percentages of return did not seem to be related to them. Also, the percentages of return were apparently not related to the times of day the fish were released.

Significant differences among lengths were found in 7 out of 15 tests and among times in 9 out of 12 tests. To investigate this further the percentages of return were calculated for fish of each 10-cm length group and for each 10-minute time group for all the data combined. These results are shown in Tables 5 and 6. Obviously the percentages of return are much

higher for the larger fish and for the fish in the earliest time groups. Schaefer, Chatwin, and Broadhead (1961) also found that the percentages of return were higher for larger fish in one of two areas they investigated.

Significant differences among positions-taggers were found in 4 of 16 tests. In one of the Group 1 tests the percentages of return were higher for Tagger 1 in the bow than for Tagger 10 in the stern and in one of the Group 6 tests they were higher for Tagger 10 in the bow than for Tagger 1 in the stern. This indicates tentatively that higher percentages of return can be expected for fish tagged in the bow. However, one of the tests for Group 2 indicates higher returns for Tagger 12 in the stern than for Tagger 1 in the bow, and one of those for Group 5 indicates higher returns for Tagger 12 in the stern than for Tagger 3 in the bow. A significant set x position-tagger interaction was also indicated for the latter test. Examination of the data showed that the percentages of return for Tagger 3 in the bow were much lower for Sets 6 and 9, but not for Sets 8 and 13. It is probable that conditions peculiar to Sets 6 and 9 caused the survival of the tagged fish released from the bow to be less than that for those released from the stern. If the tagger effect is assumed to be negligible all the data except those for the first two sets (for which fish were tagged only in the stern) can be combined for a Chi-square contingency test. The results are as follows:

	Observed		Expected		Total
	Returned	Not returned	Returned	Not returned	
Bow	364	4,125	355.9	4,133.1	4,489
Stern	298	3,562	306.1	3,553.9	3,860
Total	662	7,687	662	7,687	8,349

$$\chi^2 = 0.432, \text{ d.f.} = 1, P > 0.05$$

Thus it appears that in general there was no position effect, although such an effect may have existed on some sets due to the methods of handling the net. The tagger effect should not be tested in this way, as the taggers were not randomly distributed among the high- and low-return sets.

Bayliff and Moberand (1972) compared the proportions of double-tagged fish tagged by different taggers which were returned with one and with two tags. These proportions were significantly different for the fish of Cruise 1055; Tagger 10 had the highest proportion of fish retaining both tags, followed by Taggers 12, 1, and 3 in that order. The probability of a fish's shedding both tags is low, but nevertheless the proportions of return of double-tagged fish with one and with two tags are examined frequently, and the taggers whose fish had higher shedding rates are instructed to concentrate on inserting the tags correctly.

There were no significant differences between the percentages of return of single- and double-tagged fish in the nine tests shown in Table 3. Fish were alternately single and double tagged on Sets 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13,

15, and 17, and the first 50 minutes of Set 8. In 8 of these 10 sets the percentages of return were greater for the double-tagged fish. The totals for these sets are as follows:

	Released	Returned	Percent
Single	2,135	164	7.7
Double	2,051	206	10.0

A *G* test (Sokal and Rohlf, 1969: pages 601-607) was used to test the differences in numbers (not percentages) of returns among sets and among single- and double-tagged fish. The results are as follows:

Hypothesis	Degrees of freedom	<i>G</i>	Probability
Set x tag type independence	9	0.302	> 0.05
Set x returns independence	9	143.974	< 0.01
Tag type x returns independence	1	7.252	< 0.01
Set x tag type x returns interaction	9	4.978	> 0.05
Total	28	156.506	

The first test indicates that the proportions of fish released with single and double tags were the same among sets, the second indicates that the proportions of fish returned and not returned differed among sets, the third indicates that the proportions of returns for single- and double-tagged fish differed within sets, and the fourth indicates that the proportions of return for single- and double-tagged fish did not differ among sets. Thus the percentages of return are significantly greater for double-tagged fish. The higher returns result from the fact that some of the tags are shed, and a double-tagged fish is less likely to lose both its tags than a single-tagged fish is to lose its only tag (Bayliff and Mobernd, 1972).

The releases, returns and percentages of return for each length group are listed also for Cruise 1066 in Table 5. The data for this cruise were chosen to supplement those for Cruise 1055 because a large number of fish in the 101-110-cm group were released. As was the case for the fish of Cruise 1055, the return percentages were higher for the larger fish.

It is apparent in Table 1 that the percentages of return varied considerably among cruises, even when the fish were tagged in the same areas in the same months of different years. Such results are to be expected to some extent, for the percentages of return depend largely upon the amount of fishing effort which takes place in and near the areas shortly after the tagged fish are released, and this is not constant from year to year. The fishing effort off the coast of Mexico did not change drastically during the 1970-1972 period, and yet the percentages of return differed greatly among the experiments initiated in 1969, 1970, and 1971. The reasons for this are not known, but it is not surprising that the differences exist, in view of

the fact that such large differences exist among the percentages of return of fish released from different sets of the same cruise in the same area during the same month (Table 4).

Skipjack

A total of 1,363 tagged skipjack has been released from purse seiners, and only 15 returns have resulted (Table 1). This compares with returns of more than 40 percent from the fish of one baitboat cruise (Table 2). Evidently the methods presently employed for tagging from purse seiners are not suitable for skipjack.

Baitboat cruises

The results of Cruises 1043 and 1046 were selected for detailed analysis of the percentages of return of the fish subjected to various treatments because treatments of particular interest were tested and because large numbers of tagged fish were released and large numbers of returns resulted from these releases. Information equivalent to that in Table 1 is given for these two cruises in Table 2. The treatments to which the fish were subjected were as follows: (1) date of release; (2) cradle type—with or without plastic cover described by Fink (1965); (3) tag type—single or double; (4) tagger; (5) length of fish. Two of the three cradles used on Cruise 1043 lacked plastic covers, so on each day two of the taggers used uncovered cradles and the other used a covered one. On each day that appreciable numbers of fish were tagged one or two of the taggers used double tags on part(s) of the fish he (they) tagged. The fish were not alternately single and double tagged; instead on a particular day all the fish tagged with some groups of 100 tags were single tagged, and all those tagged with other groups were double tagged. On Cruise 1046 the fish were alternately single and double tagged.

Various analysis of variance tests of the percentages of return were performed, using computer program BMD X64. As with the purse-seine data, certain cells were combined and others were eliminated to minimize the numbers of empty cells and cells with only a few fish in them. The data were always initially divided into only two length groups, the point of division varying among tests. To make the data more nearly normal (Steel and Torrie, 1960; pages 157-158) before performing the tests, the percentages were transformed as follows: yellowfin, both cruises, arc sine; skipjack, Cruise 1043, no transformation; skipjack, Cruise 1046, square root. The procedure described in the purse-seine section for combining the interactions was followed.

Yellowfin

The results of these analysis of variance tests for yellowfin are summarized in Table 7. One test is shown in each line. None of the interactions was significant at the 5-percent level, so these are not shown in the table.

It was obvious that for Cruise 1043 the tagger effect was confounded with the date, cradle type, and tag type effects, and that the analyses would be easier if no tagger effect could be demonstrated. The first three tests indicated that Tagger 6 was superior to Tagger 4 and that Taggers 6 and 8 were equal. This information was used in subsequent tests. For instance, Tagger 8 used the covered cradle on June 5 and 20 and Tagger 6 used it on June 28, but the tagger effect was ignored in performing the last test for Cruise 1043.

Significant differences among dates of release were found in two out of seven tests, between tag types in two out of five tests, and between lengths of fish in two out of eight tests. No significant difference between cradle types was found in the only possible test.

The differences in percentages of return among dates of release were less than those among sets for the purse-seine data.

Even though three of the five tests indicate no significant difference between tag types, the data shown in Table 2 indicate a slight superiority for double tags. Also, of course, double tags were shown to be superior to single tags for purse seine-tagged fish in a preceding section.

It is also believed that the difference between the returns of small and large fish is real because of the consistent trend toward higher returns for the larger fish from Cruise 1043 (Table 8). Also, the returns were shown to be higher for larger baitboat-tagged fish in one of two areas investigated by Schaefer, Chatwin, and Broadhead (1961) and for larger purse seine-tagged fish in a preceding section. The returns from Cruise 1046 were higher for the smaller fish (Table 8), but length of fish was confounded with date of release for this experiment, and when these effects were properly tested the size effect was shown to be non-significant (Table 7).

The overall percentages of return for the fish tagged on the two types of cradles are as follows:

Cradle type	Tag type	Released	Returned	Percent
Uncovered	single	1,658	1,062	64.1
Covered	single	957	688	71.9
Uncovered	double	403	289	71.7
Covered	double	130	113	86.9

Thus it is likely that the covered cradles cause less mortality of the fish than do the uncovered ones, even though the test does not show such to be the case. At any rate, the covered cradles are preferable because they can be used almost indefinitely without changing the foam plastic padding, whereas such is not the case for the uncovered cradles.

Skipjack

The results of the analysis of variance tests for skipjack are summarized in Table 9. One test is shown in each line. None of the interactions was significant at the 5-percent level, so these are not shown in the table. As with yellowfin, for Cruise 1043 the tagger effect was confounded with the date, cradle type, and tag type effects. Only one test of the tagger effect was possible, this indicating that Taggers 4 and 6 were equal. It was therefore assumed for two of the three subsequent tests that all three taggers were equal, and the tagger effect was ignored.

No significant differences were found for date of release, tag type, tagger, or length of fish for the data of Cruise 1043. A significant difference among cradle types was found in one of two tests, however, indicating that the covered cradles are preferable to the uncovered ones for skipjack.

For the data of Cruise 1046 significant differences were found for both date of release and tag type. The percentages of return were higher for the single-tagged fish than for the double-tagged fish, which is the opposite of the case for yellowfin.

In contrast to yellowfin, there seem to be no differences in the percentages of return of skipjack of different sizes from either cruise (Table 8). Schaefer, Chatwin, and Broadhead (1961) found that the percentages of return of larger skipjack were higher than those of smaller ones in one of the two areas they investigated.

When baitboat-caught fish are tagged by the U. S. National Marine Fisheries Service aboard Hawaii-based vessels the fishermen usually catch the hooked fish under their arms (called "winging") instead of lowering them to cradles, which permits them to be returned to the water more quickly after tagging. In April 1960 skipjack were tagged and released in Area 3 by both the Tuna Commission and the National Marine Fisheries Service (Fink and Bayliff, 1970: Tables 1 and 5). The results are as follows:

	Released	Returned	Percent
IATTC	1,720	81	4.7
NMFS	46	12	26.1

Thus the more rapid handling of the fish apparently results in higher percentages of return. It is not certain that such is the case, however, as considerable differences in the percentages of return of tagged fish of different groups released in the same area-time strata often occur even when the treatments do not differ among groups. Unfortunately, there are few fishermen in the eastern Pacific Ocean who are able to catch fish this way, so this method cannot be further tested.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Yellowfin have been successfully tagged on both purse-seiners and baitboats, and skipjack on baitboats only. The pads or padded cradles on which the tagging takes place should be covered with soft, smooth, waterproof plastic. Yellowfin should be double tagged and skipjack single tagged. The percentages of return differed considerably among yellowfin of purse-seine sets conducted in the same areas during the same months of the same years and among sets in the same areas during the same months of different years. Such differences were also observed in the percentages of return of baitboat-tagged fish released on different days in the same areas during the same months of the same years, but they were less pronounced. Differences in the percentages of return among taggers were observed for baitboat-tagged yellowfin, as were differences in rates of shedding among purse seine-tagged yellowfin, as were differences in rates of shedding among purse seine-tagged yellowfin tagged by different taggers. The percentages of return were higher for larger than for smaller yellowfin, particularly for the purse seine-tagged fish. Such a difference was not demonstrated for skipjack. The percentages of return were also higher for purse seine-tagged yellowfin held minimum lengths of time in the net before tagging and release. No differences were observed between purse seine-tagged fish treated and not treated with antibiotics or tagged in the bow and stern of the skiff.



FIGURE 1. Tagging in the skiff of a chartered purse seiner (photograph by Captain John B. Zolezzi, Jr.).

FIGURA 1. Marcación en el esquite de un barco cerquero fletado (fotografía del Capitán John B. Zolezzi, Jr.).

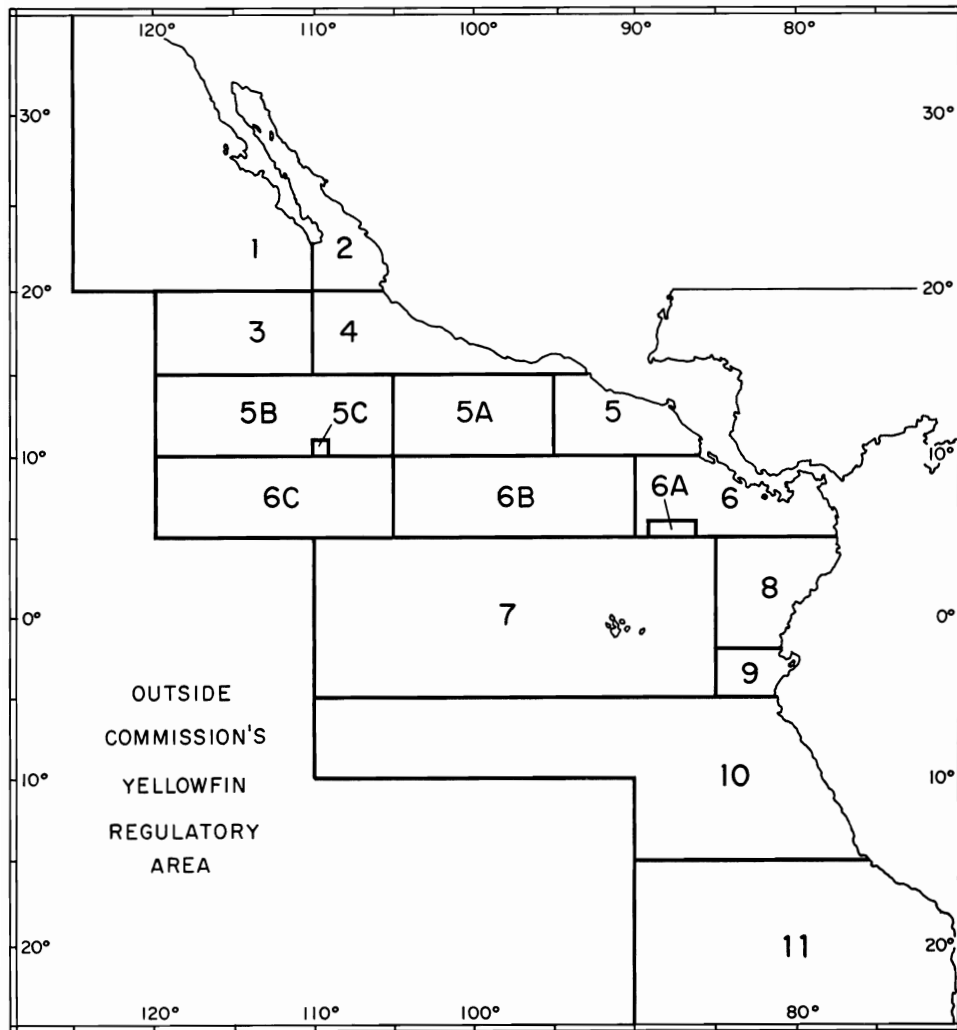


FIGURE 2. Map of the eastern Pacific Ocean, showing the areas mentioned in Tables 1 and 2.

FIGURA 2. Mapa del Océano Pacífico oriental, indicando las áreas mencionadas en las Tablas 1 y 2.

TABLE 1. Tagged fish released from purse seiners, 1953-1971, by cruise or field station, and the returns from these through the end of 1972.

TABLA 1. Peces marcados liberados de barcos cerqueros, 1953-1971, por crucero o estación experimental, y su retorno hasta fines de 1972.

Year	Cruise	Area	Dates	Tag type	No. of taggers	Vessel (s)	Type of cruise	Rel.	Yellowfin Ret.	Percent	Rel.	Skipjack Ret.	Percent
Año	Crucero	Area	Fechas	Tipo marca	No. de marcadores	Barco (s)	Tipo de crucero	Lib.	Aleta amarilla Ret.	Porcentaje	Lib.	Barrilete Ret.	Porcentaje
1953	53C4	1	Apr. 16-Jul. 7	loop		<i>Western Monarch</i>	opportunistic	18	4	22.2	2	0	0.0
1956	1002	2	Mar. 9-12	toggle	1	<i>Sea King, Western Fisher</i>	opportunistic	177	0	0.0	5	0	0.0
		3	Mar. 9-11 Feb. 26-Mar. 4	loop toggle				50 7	0 0	0.0 0.0	0 0	- -	- -
	Peru	9	Sept. 3-Dec. 11	loop		<i>Esperanza, Inter-america, Solano, Stranger, Vagabond</i>	opportunistic	12	0	0.0	65	0	0.0
1957	Peru	9	Jan. 21-24	loop		<i>Stranger</i>	opportunistic	11	0	0.0	8	0	0.0
1959	1025	2	Feb. 27-Apr. 6	loop	1	<i>Determined, Jo Ann, Ronnie M., Santa Helena, Western Fisher</i>	opportunistic	413	16	3.9	2	0	0.0
		4	Apr. 10					1	0	0.0	0	-	-
	Peru	9	Feb. 6-Mar. 12	loop		<i>Maria Caridad No. 12, Milagro No. 13</i>	opportunistic	80	13	16.2	93	5	5.4
1960	1032	4	Feb. 25-Mar. 9	dart	1	<i>Determined, Jeanne Lynn</i>	opportunistic	274	9	3.3	0	-	-
	1036	4	Sep. 9-10	dart	1	<i>Santa Helena</i>	opportunistic	18	0	0.0	0	-	-
		5	Sep. 12-29					484	15	3.1	2	0	0.0
	Peru	9	Feb. 1-Aug. 26	loop		<i>Maria Caridad No. 12</i>	opportunistic	239	23	9.6	97	1	1.0
1961	Peru	9	Feb. 13-27	loop		<i>Maria Caridad No. 12</i>	opportunistic	49	1	2.0	86	0	0.0
	Peru	9	Sep. 14-15	dart		<i>Maria Caridad No. 12</i>	opportunistic	0	-	-	45	0	0.0
1962	1041	3	Mar. 26-Apr. 10	dart	2	<i>Santa Helena</i>	opportunistic	206	5	2.4	6	0	0.0
1968	1051	5	Jun. 12-27	dart	2	<i>Pacific Queen</i>	opportunistic	540	18	3.3	9	1	11.1
1969	1052	6C	Mar. 26-Apr. 6	dart	2	<i>Pacific Queen</i>	opportunistic	454	1	0.2	26	0	0.0

TABLE 1 (continued)

Year	Cruise	Area	Dates	Tag type	No. of taggers	Vessel (s)	Type of cruise	Rel.	Yellowfin Ret.	Percent	Rel.	Skipjack Ret.	Percent
Año	Crucero	Area	Fechas	Tipo marca	No. de marcadores	Barco (s)	Tipo de crucero	Lib.	Aleta amarilla Ret.	Porcentaje	Lib.	Barrilete Ret.	Porcentaje
1969	1053	5	Jun. 28-29	dart	1	<i>Marietta</i>	opportunistic	30	0	0.0	0	-	-
		9	May 27-Jun. 21					0	-	-	304	7	2.3
	1055	2	Oct. 25	dart	4	<i>Connie Jean</i>	chartered	130	4	3.1	0	-	-
		4	Oct. 26-Nov. 4					2,062	299	14.5	30	0	0.0
		5A	Oct. 30-Nov. 12					3,070	196	6.4	0	-	-
		5B	Nov. 8-19					971	59	6.1	94	0	0.0
		5C	Nov. 7					431	1	0.2	85	0	0.0
6B		Nov. 13-14	1,622					93	5.7	5	0	0.0	
6C	Nov. 16-17	234	29	12.4	18	0	0.0						
1970	1057	6	Jul. 2-5	dart	4	<i>Anne M.</i>	chartered	589	6	1.0	0	-	-
		6B	Jul. 24					311	1	0.3	0	-	-
		6C	Jun. 11					209	3	1.4	16	0	0.0
		7	Jul. 10-20					85	1	1.2	0	-	-
	outside	Aug. 1-18	870	49	5.6	293	0	0.0					
	1058	3	Oct. 30	dart	4	<i>Anne M.</i>	chartered	33	1	3.0	6	0	0.0
		5B	Sep. 28-Nov. 1					277	13	4.7	15	0	0.0
		6B	Nov. 6-9					298	15	5.0	4	0	0.0
		6C	Oct. 4-25					188	7	3.7	22	0	0.0
		outside	Sep. 13-Oct. 22					395	8	2.0	10	0	0.0
	1059	2	Dec. 2	dart	4	<i>Marietta</i>	chartered	12	3	25.0	0	-	-
		3	Oct. 30					82	5	6.1	0	-	-
		4	Nov. 29-30					73	6	8.2	0	-	-
		5A	Nov. 14-26					178	4	2.2	0	-	-
		6B	Nov. 20					69	3	4.3	0	-	-
6C		Nov. 6-10	1,651					30	1.8	1	0	0.0	
1971	1062	4	May 29	dart	2	<i>Pacific Tradewinds</i>	opportunistic	42	0	0.0	0	-	-
		5A	May 13					14	0	0.0	0	-	-
		6	May 17-22					176	1	0.6	0	-	-
		6B	Apr. 24-May 12					318	4	1.3	3	0	0.0
		6C	Apr. 22-23					5	0	0.0	0	-	-
	1063	1	Jul. 2-14	dart	3	<i>J. M. Martinac</i>	chartered	654	64	9.8	11	1	9.1
		4	Jun. 10-11					196	9	4.6	0	-	-
		5	Jun. 12-13					1,027	57	5.6	0	-	-
		5A	Jun. 11-17					404	15	3.7	0	-	-
		6B	Jun. 21-22					163	6	3.7	0	-	-
	1064	1	Sep. 14	dart	2	<i>Cachita</i>	opportunistic	41	0	0.0	0	-	-
		6	Oct. 1					27	0	0.0	0	-	-
1066	3	Nov. 4-6	dart	3	<i>Marco Polo</i>	chartered	222	29	13.1	0	-	-	
		Nov. 7					4	0	0.0	0	-	-	
		Nov. 11-23					1,370	19	1.4	0	-	-	
		Nov. 9-21					1,594	82	5.1	0	-	-	

TABLE 2. Tagged fish released on Cruises 1043 and 1046 and returns from these.

TABLA 2. Peces marcados liberados en los Cruceros 1043 y 1046 y los retornos de estos cruceros.

Year	Cruise	Area	Dates	Tag type	No. of taggers	Vessel	Type of cruise	Rel.	Yellowfin Ret.	Percent	Rel.	Skipjack Ret.	Percent
Año	Crucero	Area	Fechas	Tipo marca	No. de marcadores	Barco	Tipo de crucero	Lib.	Aleta amarilla Ret.	Porcentaje	Lib.	Barrilete Ret.	Porcentaje
1963	1043	1	Jun. 5-Jul. 1	single dart	3	<i>Julia B.</i>	chartered	2,578	1,730	67.1	1,086	529	48.7
		1	Jun. 5-27	double dart				531	401	75.5	261	111	42.5
		1	Jun. 17-Jul. 1	dart + loop				280	90	32.1	157	25	15.9
		2	Jun. 21	single dart				37	20	54.1	0	-	-
		2	Jun. 21	double dart				2	1	50.0	1	1	100.0
		2	Jun. 21	dart + loop				12	4	33.3	0	-	-
1965	1046	1	Jun. 25-Jul. 2	single dart	1	<i>Mary Carmen</i>	opportunistic	5	2	40.0	22	7	31.8
		1	Jun. 25-Jul. 2	double dart				4	1	25.0	22	6	27.3
		3	Jun. 3-21	single dart				150	54	36.0	217	30	13.8
		3	Jun. 3-21	double dart				145	59	40.7	213	14	6.6
		3	Jun. 3-21	unknown							-	1	-

TABLE 3. Analysis of variance tests conducted with the yellowfin data for Cruise 1055. The symbols are as follows: < 0.01, significant at the 1-percent level; < 0.05, significant at the 5-percent level; 0, not significant at the 5-percent level; -, not tested.

TABLA 3. Pruebas del análisis de la varianza ejecutadas con los datos de atún aleta amarilla del Crucero 1055. Los símbolos son los siguientes: < 0.01 significativos al nivel del 1 por ciento; < 0.05, significativos al nivel del 5 por ciento; 0, no es significativo al nivel del 5 por ciento; -, no se ha probado.

Group	Set(s)	Taggers Bow Stern	Tags	Length division	Time period(s)	Set	Tags	Position -tagger	Length	Time	S x Ta	S x P-T	S x L	S x Ti	Tax P-T	Tax L	Tax Ti	P-Tx L	P-Tx Ti	Lx Ti	S x Tax P-Tx Ti
Grupo	Lance(s)	Marcadores Proa Popa	Marcas	Division de tallas	Periodo(s) de tiempo	Lance	Marcas	Sitio- marcador	Talla	Tiempo	L x Ma	L x S-M	L x Ta	L x Ti	Max S-M	Max Ta	Max Ti	S-M x Ta	S-M x Ti	Tax Ti	L x Max S-M x Ti
1	3	1	10	double only	80.5	1,2,3	-	-	<0.01	0	<0.01	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-
	5	1	10	single and double	70.5	1,2,3	-	0	0	<0.01	<0.05	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-
	5	1	10	single and double	70.5	1,2	-	0	0	<0.01	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
2	5	1	12	single and double	60.5	2,3	-	0	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
	7	1	12	single and double	80.5	1,2,3	-	0	<0.05	0	<0.01	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0
3	21,34	1	1	double only	60.5	1	0	-	0	0	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-
4	4	3	10	double only	80.5	1,2,3	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
5	8,9,25,27,32	3	12	double only	70.5	1,2	0	-	0	0	<0.01	-	0	0	0	-	-	0	0	<0.01	-
	8,9,13	3	12	single and double	70.5	1,2,3	<0.01	0	0	<0.01	<0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	<0.05	<0.05
	6,8,9,13	3	12	single and double	>70 only	1,2	<0.01	0	<0.05	-	<0.01	0	<0.05	-	<0.01	0	-	0	-	0	0
8,9,13,22,25,27,30,32	3	12	double only	70.5	1	0	-	0	<0.01	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-
6	23	10	1	double only	80.5	1,2	-	-	<0.05	0	<0.05	-	-	-	-	-	-	0	<0.05	0	-
	23,26,29,31,33	10	1	double only	80.5	1	<0.01	-	0	<0.01	-	-	0	0	-	-	-	0	-	-	-
7	10,11,15,17,20	10	12	single and double	70.5	1	<0.01	0	0	<0.05	-	-	0	0	-	0	0	-	0	-	-
	11,15,17	10	12	single and double	70.5	1,2	<0.01	0	0	<0.05	<0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	10	12	single and double	70.5	1,2,3	-	0	0	0	<0.01	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0

TABLE 4. Releases, returns, and percentages of return of yellowfin for Cruise 1055, by set and tag type.

TABLA 4. Liberaciones, retornos y porcentajes de retorno de aleta amarilla del Crucero 1055, por lance y tipo de marca.

Set	Area	Single			Double		
		Released	Returned	Percent	Released	Returned	Percent
Lance	Area	Liberados	Retornados	Porcentaje	Liberados	Retornados	Porcentaje
1	2	130	4	3.1	0	-	-
2	4	1	0	0.0	29	6	20.7
3	4	3	2	66.7	273	37	13.6
4	4	6	1	16.7	369	57	15.4
5	4	222	16	7.2	216	20	9.3
6	4	123	14	11.4	121	16	13.2
7	5A	263	18	6.8	253	17	6.7
8	5A	371	7	1.9	244	14	5.7
9	5A	269	6	2.2	251	10	4.0
10	5A	82	9	11.0	80	13	16.2
11	5A	321	9	2.8	311	14	4.5
13	5A	273	27	9.9	259	33	12.7
15	4	126	25	19.8	118	22	18.6
17	4	227	34	15.0	223	47	21.1
19	5C	42	1	2.4	389	0	0.0
20	5B	4	0	0.0	104	5	4.8
21	5B	0	-	-	53	3	5.7
22	5A	0	-	-	92	16	17.4
23	6B	3	0	0.0	280	31	11.1
25	6B	6	1	16.7	619	18	2.9
26	6B	1	0	0.0	147	25	17.0
27	6B	7	0	0.0	554	16	2.9
29	6C	1	0	0.0	121	20	16.5
30	6C	1	0	0.0	111	7	6.3
31	5B	1	0	0.0	109	14	12.8
32	5B	1	0	0.0	243	10	4.1
33	5B	6	0	0.0	338	5	1.5
34	5B	5	3	60.0	107	19	17.8
Total		2,495	177	7.1	6,014	495	8.2

TABLE 5. Releases, returns, and percentages of return of yellowfin for Cruises 1055 and 1066, by lengths of fish.**TABLA 5.** Liberaciones, retornos y porcentajes de retorno de aleta amarilla de los Cruceros 1055 y 1066, por talla de los peces.

Length	Cruise 1055			Cruise 1066		
	Released	Returned	Percent	Released	Returned	Percent
Talla	Crucero 1055			Crucero 1066		
	Liberados	Retornados	Porcentaje	Liberados	Retornados	Porcentaje
41-50	126	1	0.8	3	0	0.0
51-60	1,596	45	2.8	184	3	1.6
61-70	1,659	84	5.1	291	9	3.1
71-80	2,262	214	9.5	773	23	3.0
81-90	2,292	254	11.1	545	17	3.1
91-100	380	50	13.2	270	10	3.7
101-110	66	7	10.6	663	42	6.3
111-120	26	4	15.4	10	3	30.0
121-130	18	3	16.7	2	0	0.0
131-140	2	0	0.0	0	-	-
unknown	82	10	12.2	444	23	5.2
Total	8,509	672	7.9	3,185	130	4.1

TABLE 6. Releases, returns, and percentages of return of yellowfin for Cruise 1055, by time between commencement of tagging and release of fish.**TABLA 6.** Liberaciones, retornos y porcentajes de retorno de aleta amarilla del Crucero 1055, por tiempo desde el comienzo de la marcación hasta la liberación de los peces.

Time	Released	Returned	Percent
Tiempo	Liberados	Retornados	Porcentaje
0-10	1,920	277	14.4
10-20	1,972	195	9.9
20-30	1,563	86	5.5
30-40	1,145	47	4.1
40-50	934	44	4.7
> 50	975	23	2.4
Total	8,509	672	7.9

TABLE 7. Analysis of variance tests conducted with the yellowfin data for Cruises 1043 and 1046. The symbols are the same as those used in Table 2.

TABLA 7. Pruebas del análisis de la varianza ejecutadas con los datos del aleta amarilla de los Cruceros 1043 y 1046. Los símbolos son los mismos a los usados en la Tabla 2.

Cruise	Date(s)	Taggers		Tags	Length division	Date	Cradle	Tags	Tagger	Length
		Uncovered cradle	Covered cradle							
Crucero	Fecha(s)	Marcadores		Marcas	Division de talla	Fecha	Cuna	Marcas	Marca-dor	Talla
		Cuna sin cubrir	Cuna cubierta							
1043	Jun. 5,20	4,6		single only	62.5	<0.01	-	-	<0.05	<0.05
	Jun. 17,26,27	6,8		single only	57.5	0	-	-	0	0
	Jun. 17	6,8		single and double	62.5	-	-	0	0	0
	Jun. 17,27		4	single and double	62.5	<0.05	-	<0.05	-	0
	Jun. 5,9,17,27	6		single and double	57.5	0	-	0	-	0
	Jun. 17,19	8		single and double	62.5	0	-	<0.05	-	<0.05
	Jun. 5, 20, 28	6,8	6,8	single only	62.5	0	0	-	-	0
1046	Jun. 4,5,11,12,19,21		7	single and double	52.5	0	-	0	-	0

TABLE 8. Releases, returns, and percentages of return of yellowfin and skipjack for Cruises 1043 and 1046, by lengths of fish.

TABLA 8. Liberaciones, retornos y porcentajes de retorno de aleta amarilla y barrilete de los Cruceros 1043 y 1046, por talla de los peces.

Length	Yellowfin						Skipjack					
	Released	Cruise 1043		Released	Cruise 1046		Released	Cruise 1043		Released	Cruise 1046	
		Returned	Percent		Returned	Percent		Returned	Percent		Returned	Percent
	Aleta amarilla						Barrilete					
Talla	Liberados	Crucero 1043		Liberados	Crucero 1046		Liberados	Crucero 1043		Liberados	Crucero 1046	
		Retornados	Porcentaje		Retornados	Porcentaje		Retornados	Porcentaje		Retornados	Porcentaje
40				11	0	0.0	5	1	20.0	64	5	7.8
45	4	1	25.0	34	16	47.1	142	64	45.1	259	36	13.9
50	247	147	59.5	112	49	43.8	849	376	44.3	134	16	11.9
55	744	470	63.2	99	35	35.4	461	190	41.2	13	0	0.0
60	1,397	889	63.6	42	15	35.7	43	32	74.4	4	0	0.0
65	800	568	71.0	5	0	0.0	4	2	50.0			
70	217	150	69.1									
75	25	18	72.0									
80	6	3	50.0									
115				1	1	100.0						
unknown							1	1	100.0	-	1	-
Total	3,440	2,246	65.3	304	116	38.2	1,505	666	44.3	474	58	12.2

TABLE 9. Analysis of variance tests conducted with the skipjack data for Cruises 1043 and 1046. The symbols are the same as those used in Table 2.

TABLA 9. Pruebas del análisis de la varianza ejecutadas con los datos de barrilete de los Cruceros 1043 y 1046. Los símbolos son los mismos a los usados en la Tabla 2.

Cruise	Date(s)	Taggers		Tags	Length division	Date	Cradle	Tags	Tagger	Length
		Uncovered cradle	Covered cradle							
Crucero	Fecha(s)	Marcadores		Marcas	División de talla	Fecha	Cuna	Marcas	Marca-dor	Talla
		Cuna sin cubrir	Cuna cubierta							
1043	Jun. 5	4,6		single only	52.5	-	-	-	0	0
	Jun. 27		4	single and double	52.5	-	-	-	-	0
	Jun. 27	6,8	4	single and double	52.5	-	0	0	-	0
	Jun. 5,9,27,28	4,6,8	4,6,8	single only	52.5	0	<0.05	-	-	0
1046	Jun. 4,5,19,21; Jul. 1		7	single and double	47.5	<0.01	-	<0.05	-	0

MATERIALES Y METODOS PARA MARCAR ATUNES CAPTURADOS POR BARCOS CERQUEROS Y DE CARNADA

por

William H. Bayliff

EXTRACTO

Los porcentajes de retorno de aleta amarilla marcado en barcos cerqueros y los de aleta amarilla y barrilete marcados en los de carnada sometidos a varias combinaciones de tratamientos fueron probados estadísticamente para determinar los efectos de los tratamientos. Con respecto al aleta amarilla los porcentajes de retorno fueron diferentes entre los lances o fechas de liberación, y fueron más altos para los peces con doble marca, peces de más talla y peces liberados lo más pronto durante cada lance. Los porcentajes de retorno del barrilete fueron diferentes entre las fechas de liberación, y fueron más altos para peces con una sola marca y peces marcados en cunas cubiertas con plástico.

INTRODUCCION

La marcación en gran escala de atún aleta amarilla, *Thunnus albacares*, y barrilete, *Katsuwonus pelamis*, fue iniciada en el Océano Pacífico oriental por el California Department of Fish and Game en 1952 (Blunt y Messersmith, 1960) y por la Comisión Interamericana del Atún Tropical en 1955 (Schaefer, Chatwin y Broadhead, 1961), y ha sido continuada hasta ahora por esta última entidad. La mayoría de los peces que han sido marcados fueron capturados originalmente con línea y anzuelo, ya sea en barcos comerciales de carnada o en barcos de investigación. Se realizaron unos pocos cruceros de marcación en barcos cerqueros empezando tan temprano como en 1953, pero las tasas de retorno de los peces marcados y liberados de estos barcos fueron generalmente inferiores a las de los peces marcados y liberados de barcos de carnada (Fink y Bayliff, 1970: página 157). Durante 1959 y 1960 la mayor parte de los barcos de carnada de tamaño mediano a grande fueron reacondicionados a barcos cerqueros, y el resto de los barcos de carnada, más los nuevos que se han construido, han pescado generalmente frente a Baja California y al Ecuador y en los alrededores de las Islas Revillagigedo, la Isla Clipperton y las Islas Galápagos. Como es necesario marcar atunes en todas las áreas, especialmente en las que han sido recientemente explotadas más lejos de la costa en donde los barcos de carnada nunca han tenido éxito en la pesca, se renovó el esfuerzo a fines del decenio de 1960 para desarrollar métodos con el fin de poder marcar peces desde barcos cerqueros. Este informe describe los materiales y métodos empleados en años recientes para marcar atunes desde los barcos cerqueros, y compara los resultados obtenidos con diferente materiales y métodos. Además, se discuten algunos datos de dos cruceros realizados en barcos de carnada.

RECONOCIMIENTO

Se agradece a los siguientes miembros del personal de la Comisión del Atún por su participación en el marcado de los peces en los cruceros más recientes de cerqueros: Javier Barandiarán, Larry D. Bloch, Richard J. Busch, Thomas P. Calkins, Bruce M. Chatwin, James W. Cravens, John de Beer, Clinton M. DeWitt, Craig J. Orange, Sueichi Oshita, Jerome J. Pella, Clifford L. Peterson, Christopher T. Psaropulos, Walter Ritter O., Michael J. Roehner, Horacio Sarabia, Gary D. Sharp y Vaughn M. Silva. El Sr. Thomas Kazama del National Marine Fisheries Service de los Estados Unidos también participó en uno de estos cruceros. Asimismo se expresa reconocimiento a los capitanes de barcos cuya colaboración hizo que pudieran realizarse estos cruceros de marcación, especialmente a los capitanes Eugene M. Cabral, Joseph Scafidi, Frank Souza, George Souza y Vito Zottolo, capitanes de los barcos recientemente usados en viajes fletados.

El Dr. Robert C. Francis ayudó y aconsejó en el análisis de los datos. El manuscrito fue examinado por el Dr. Francis y los Sres. Clifford L. Peterson y Patrick K. Tomlinson.

MATERIALES Y METODOS

Cruceros en barcos cerqueros

Existen dos tipos básicos de marcación a bordo de barcos cerqueros, el oportunista y el de flete. En los cruceros de oportunismo la tripulación manipulea la red de tal manera que trae los peces a bordo tan pronto como sea posible, mientras los marcadores sacan tantos peces vivientes como puedan para marcar sin interferir con el trabajo de la tripulación. En los cruceros de barcos fletados la red se maneja de tal forma que tiende a reducir al mínimo la mortalidad de los peces, y la tripulación del barco ayuda a los marcadores a marcar y liberar los peces. Cuando los peces ya no están en buenas condiciones para marcar se deposita el resto en las bodegas del barco para venderlo más tarde. La Comisión del Atún fleta los barcos por cierto número de días, y cuando se termina el período del flete los marcadores continúan marcando y liberando peces oportunamente hasta que el barco regresa a puerto. Además, después de terminado el período de fletamiento, cuando se realiza un lance tarde durante el día se efectúa la marcación del mismo modo que durante el período de fletamiento. El tiempo de búsqueda es extremadamente valioso para los pescadores, pero cuando se realiza un lance tarde durante el día no existe otra oportunidad de búsqueda; así que en dichos casos en lugar de traer los peces a bordo tan pronto como sea posible los pescadores ayudan a los marcadores, y no hay pérdida en el tiempo de búsqueda.

La marcación desde un barco cerquero fletado se efectúa por dos grupos de tres a cinco hombres que trabajan en el esquite, un grupo en

la proa y el otro en la popa. Los hombres extras abordan el esquiife cuando la red está casi toda a bordo. Cada grupo consiste en dos o tres manipuladores de peces, en su mayoría pescadores, un marcador y algunas veces una persona que entrega las marcas al marcador y registra también los números de las marcas y la especie y talla de los peces. Los marcadores y los que se encargan del registro son empleados de la Comisión del Atún. Se ha prescindido de estos últimos en los cruceros más recientes, ya que los datos se registran en grabadoras de cinta magnetofónica que son cargadas a la espalda de los marcadores en un morral impermeable. Este sistema trabaja bastante bien, siendo la única desventaja que cuando se usa la grabadora magnetofónica y se están sacando rápidamente los peces de la red la marcación se demora por el hecho de que el marcador no tiene quién le entregue las marcas. (Así que no hay casi necesidad de mencionar que después de cada lance se transmite la grabación y la información se copia en páginas permanentes de datos). Los peces se sacan de la red con grandes salabardos manejados por hombres que están en el esquiife o a mano por hombres parados en plataformas de aluminio dentro de la red con el agua en los muslos. Este último método se ha empleado más que el primero en los cruceros más recientes ya que es más fácil obtener los peces de la red. La marcación puede efectuarse unos 20 a 90 minutos antes de que la mayoría de los peces estén muertos o en malas condiciones, pero por lo general cesa después de unos 30 a 40 minutos. Durante este tiempo pueden marcarse y liberarse hasta unos 600 peces. Durante el período de marcación se mantiene la red abierta remolcando el esquiife fuera del barco con un bote rápido equipado con un motor fuera borda de 65-hp fijado a babor.

Cuando se efectúa la marcación de oportunidad se coloca ya sea una plataforma de aluminio en la red cerca a la popa del esquiife y la marcación se realiza justamente antes de que empiece a halarse la red, o los hombres situados en la proa del esquiife sacan los peces de la red con un salabardo y la marcación se realiza tanto antes como después de que se empiece a halar la red. En general solamente los empleados de la Comisión del Atún participan en esta labor.

Durante la marcación, los peces se tienen en almohadillas de espuma plástica de 2 pulgadas (5.1 cm) de grosor de 21½ por 41½ pies (76 por 137 cm) cubiertas con Naugehyde marcada a intervalos de 1 cm. Antes de 1969 prácticamente todos los peces habían sido marcados en cunas (Fink, 1965) o en almohadillas sin cubrir y se medían hasta los 5 cm más próximos (o a menudo no se medían en el caso del barrilete). Los peces se miden ahora al 1 cm más próximo, y no parece que esto tome más tiempo, por lo menos respecto a los peces marcados en las almohadillas. El cubrir los ojos de los peces con una mano durante la marcación y medición reduce considerablemente su agitación.

Las maniobras de marcación llevadas a cabo en un crucero fletado se presentan en la Figura 1.

Las marcas son similares a las descritas por Fink (1965), con excepción a que la letra y el primer dígito del número de la serie se imprimen mecánicamente a cada extremo de la leyenda y los últimos tres dígitos del número de la serie se imprimen manualmente solamente en un extremo.

En los cruceros antes del último de 1970 se usaron agujas hechas con tubo de acero inoxidable No. 7 (diámetro interior, 0.150 de pulgada o sea 3.810 mm; grosor de pared, 0.015 de pulgada o sea 0.381 mm). En el resto de los cruceros se substituyeron por agujas hechas con tubo No. 8 (diámetro interior, 0.135 de pulgada o 3.429 mm; grosor de pared, 0.015 de pulgada).

Antes de usar las marcas se introducen en las agujas y se colocan en grupos de 100 en bloques de madera de $3\frac{1}{2}$ por $3\frac{1}{2}$ por 12 pulgadas (9 por 9 por 30 cm) con agujeros numerados en series. Estos bloques se mantienen en grupos de tres en soportes de madera para conveniencia y protección en su transporte.

La aguja con su marca se inserta diagonalmente hacia abajo dentro del pez justamente debajo de la base de la segunda aleta dorsal a una distancia suficiente para que la púa de la marca se enganche alrededor de los huesos de la base de la aleta. Luego se saca la aguja. Los peces fueron marcados alternativamente con una marca o doble marca en la mayoría de los lances de la primera mitad del último crucero de 1969, y durante el resto de ese crucero y de los cruceros siguientes casi todos los peces fueron marcados con doble marca. Cuando se marcan los peces doblemente se coloca una marca a cada lado de la segunda aleta dorsal.

Aproximadamente la mitad de los peces marcados liberados durante el último crucero de 1969 fueron tratados rociándolos con un antibiótico compuesto de hidrocólorido de oxitetraciclino equivalente a 3.5 mg por g, 1.2 mg por g de hidrocortisona y 1,200 unidades de polimixina B como el sulfato. Esto se llevó a cabo rociando todas las puntas de las agujas y púas de las marcas del primero, tercero, quinto etc., bloques que han de usarse en cada sitio de la marcación (proa y popa) inmediatamente antes de emplearlos. [En la mayoría de los casos cuando se terminó la marcación en un lance particular aún quedaban algunas marcas en los bloques que se estaban usando, y las marcas en estos bloques se usaban primero en los peces del siguiente lance. Como aproximadamente la mitad de estos bloques (el primero, tercero, quinto, etc., pero no el segundo, cuarto, sexto, etc.) habían sido rociados anteriormente con antibióticos, y el efecto en éstos quizá no se había aún perdido, los primeros bloques que debían usarse en cada sitio en cada lance se rociaban rutinariamente].

Después de usar las agujas se limpiaban sumergiéndolas sucesivamente en soluciones de detergente con enzima y de lejía y luego se enjuagaban completamente con agua de mar.

Los cruceros de marcación en barcos cerqueros que se han realizado en el Océano Pacífico oriental antes de 1972 y los retornos de éstos hasta fines de 1972 se enumeran en la Tabla 1. Las áreas se indican en la Figura 2. Estas corresponden a las áreas empleadas por Fink y Bayliff (1970), excepto que se han agregado algunas áreas lejos de la costa debido a la expansión reciente de la pesquería (Calkins y Chatwin, 1967 y 1971). La mayoría de estas áreas corresponden aproximadamente a regiones naturales de aparición de concentraciones de atunes. La marcación en 1953 fue realizada por pescadores a los cuales el California Department of Fish and Game les dio marcas. Los cruceros con base en el Perú de la Comisión del Atún de 1956-1957 y 1959-1961 se llevaron a cabo a bordo de barcos cerqueros pequeños llamados bolicheras.

Cruceros en barcos de carnada

Los métodos empleados para marcar a bordo de los barcos de carnada han sido descritos por Fink (1965) y Fink y Bayliff (1970). Sin embargo, las marcas y las agujas que se tienen listas para usar ya no se mantienen en un depósito fijado en las cunas, ya que en el forcejeo los peces pueden caer sobre ellas y lesionarse con las puntas de las agujas. En cambio, se guardan en bloques idénticos a los usados para la marcación a bordo de los barcos cerqueros. En la mayoría de los casos los aleta amarilla son marcados con doble marca y los barriletes con una sola. Las medidas se toman ahora al 1 cm más cercano en lugar de los 5 cm más próximos. Actualmente los números de las marcas y la especie y talla de los peces se registran en grabadoras magnetofónicas en vez de escribirse en hojas plásticas.

Los cruceros de marcación en barcos de carnada que se discuten en este informe y los retornos de éstos hasta fines de 1972 se enumeran en la Tabla 2.

RESULTADOS Y ANALISIS

Cruceros en barcos cerqueros

Aleta amarilla

Se escogieron los resultados del Crucero 1055 para hacer un análisis detallado del porcentaje de retorno de los peces sujetos a varios tratamientos debido a la gran cantidad de peces marcados liberados y al gran número de retornos que resultó de estas liberaciones. Se consideran en este capítulo solamente los retornos obtenidos hasta fines de 1971. Once de los peces marcados fueron recapturados y vueltos a liberar desde el barco en que fueron marcados, y uno de éstos fue recapturado nuevamente

por otro barco. Estas nuevas liberaciones y ese retorno no se incluyen en el análisis. Los tratamientos a los que estuvieron sujetos los peces fueron los siguientes:

empleo o no empleo antibióticos;

lance;

tipo de marca—sencilla o doble;

sitio-marcador—En un lance particular una persona marcaba en la proa y otra en popa, así que se confunden los tratamientos de sitio y marcador. Los números del código asignados a los marcadores son los mismos usados por Bayliff y Mobrand (1972).

talla de los peces;

tiempo entre el comienzo de la marcación y liberación de los peces—Durante la marcación un reloj regulador timbraba a intervalos de 10 minutos, y cada vez timbraba se hacía una anotación en las planillas de registro. Consecuentemente se tiene un registro de los intervalos de 10 minutos en los que cada pez marcado fue liberado. Los datos de peces marcados después de más de 60 minutos de comenzar la marcación fueron combinados con aquellos del sexto período de tiempo.

El primer bloque de marcas usado en cada sitio contiene siempre agujas y marcas que han sido rociadas con antibióticos, así que puede parecer que este tratamiento se confunde con el tiempo. Sin embargo, se necesitan aproximadamente 10 minutos para usar un bloque completo de marcas (comúnmente un poco más de tiempo si los peces se marcan alternativamente con una o dos marcas y un poco menos tiempo si todos se marcan con doble marca). Algunas veces el primer bloque estaba lleno, o casi lleno, en tal caso casi todos los peces marcados en los primeros 10 minutos fueron tratados con antibióticos; en otras ocasiones estaba casi vacío, en tal caso la mayoría de los peces marcados en los primeros 10 minutos no tuvieron el mismo tratamiento. Por lo consiguiente casi no se confunden los dos tratamientos. El estudio de los efectos de los tratamientos se iba a realizar dividiendo en compartimentos los datos de liberación y retorno de acuerdo a las combinaciones del tratamiento recibido por los peces. Si se eliminaran de la consideración los tratamientos que no tuvieron efecto en los peces habría menos compartimentos con más datos en cada uno, lo cual resultaría, naturalmente, en un análisis mejor. Las tasas de retorno de los peces sujetos al uso de antibióticos y al no uso de éstos fueron casi las mismas, así que se intentó determinar si este tratamiento podía eliminarse de la consideración. Se sujetaron a este tratamiento bloques alternados de marcas en ambas posiciones en casi cada uno de los lances, para poder combinar todos los datos con un riesgo mínimo al usarlo en una prueba de contingencia del ji-cuadrado. Los resultados son los siguientes:

	Observados		Esperados		Total
	Retornados	Sin retornar	Retornados	Sin retornar	
Sin antibióticos	326	4,011	342.5	3,994.5	4,337
Con antibióticos	346	3,826	329.5	3,842.5	4,172
Total	672	7,837	672	7,837	8,509

$$\chi^2 = 1.760, \text{ g.l.} = 1, P > 0.05$$

Este tratamiento se eliminó por lo tanto de la consideración, y los datos de los peces tratados con antibióticos fueron combinados con aquellos de los peces que no fueron tratados en esta forma.

Se dividieron los datos en ocho grupos de lances, de acuerdo a las diferentes combinaciones de sitio y del marcador en estos lances. Se enumeran siete de éstos en la Tabla 3. Un grupo (el Marcador 12 en la proa y el Marcador 10 en la popa) se eliminó de la consideración debido a que tenía solamente un lance del que se obtuvo solamente un retorno. Además, se eliminaron los Lances 1 y 2 de la consideración porque los peces fueron marcados solamente desde un sitio (popa) en estos lances. Se efectuaron varias pruebas del análisis de la varianza de los porcentajes de retorno dentro de cada grupo, usando el programa BMD X64 de la computadora (Dixon, 1969). Estas pruebas se escogieron para ensayar tantos tratamientos e interacciones como fueran posibles. Para reducir al mínimo el número de compartimentos vacíos y los que tenían solo unos pocos peces se combinaron ciertos compartimentos y otros fueron eliminados. Por ejemplo, los datos del primero y segundo, del tercero y cuarto y del quinto y sexto períodos de tiempo siempre se combinaron, y los datos se dividieron siempre solamente en dos grupos de tallas, variando el punto de división entre las pruebas. En algunas pruebas se usaron solamente los datos del primer período de 20 minutos o del primer y segundo períodos de 20 minutos, ya que en algunas pruebas la marcación no continuó más allá de los 20 o 40 minutos. En otras pruebas los datos de peces con una sola marca no fueron considerados, ya que prácticamente no se marcaron peces con una sola marca durante la segunda mitad del crucero. Después de que se hicieron las combinaciones y eliminaciones los datos de cualquier compartimento que tuviera menos de 10 peces liberados fueron también eliminados.

Los porcentajes de retorno fueron transformados obteniendo la raíz cuadrada para hacer que los datos estuvieran más cerca a lo normal (Steel y Torrie, 1960; página 157) antes de realizar las pruebas. Después de hacer inicialmente cada prueba las interacciones de orden máximo que no fueron significativas al nivel del 25 por ciento fueron combinadas con el término de error, y se calcularon nuevas sumas de cuadrados, grados de libertad, cuadrados medios, y valores de *F*. Se repitió el proceso con las interacciones del próximo orden más alto, y así sucesivamente, a través de las interacciones dobles.

Los resultados de estos análisis de la varianza se compendian en la Tabla 3. Se presenta una prueba en cada línea. Ninguna de las interacciones triples y solamente una de las interacciones cuádruples fue significativa al nivel del 5 por ciento, así que ninguna de las triples y solamente la única que fue significativa de las cuádruples se presenta en la tabla.

Se encontraron diferencias significativas entre los lances en cinco de las ocho pruebas posibles. Esto no es sorprendente en vista de las grandes diferencias en los porcentajes de retorno entre los lances (Tabla 4). No se conocen bien las razones de estas diferencias. Schaefer, Chatwin y Broadhead (1961) demostraron una relación fuertemente negativa entre los porcentajes de retorno del aleta amarilla y las temperaturas superficiales del mar. Sin embargo, en el Crucero 1055 el alcance de la temperatura superficial del mar fue relativamente poca, 82°F a 87°F (27.8°C a 30.6°C), habiéndose realizado todos los lances menos cuatro en aguas de 84°F a 86°F (28.9°C a 30.0°C). No hubo ninguna relación aparente entre los porcentajes de retorno y las temperaturas superficiales del mar. Las áreas de liberación tuvieron probablemente algún efecto en los porcentajes de retorno, porque puede verse en las Tablas 1 y 4 que los porcentajes de retorno fueron muy superiores al promedio de las Areas 4 y 6C e inferiores al promedio de las Areas 2 y 5C. El oleaje, las olas producidas por el viento, las corrientes y los forcejeos de los grandes peces en la red son nocivos para los peces que han de marcarse. Además, la manera en que se hala la red a bordo del barco afecta la forma de la bolsa en la que se tienen los peces; si la bolsa no está formada correctamente los peces pueden sufrir efectos adversos por quedar atrapados en las esquinas. Se anotaron observaciones hechas sobre estos factores, pero no parece que los porcentajes de retorno se relacionen a ellos. Además, los porcentajes de retorno aparentemente no estuvieron relacionados con las horas del día en que los peces fueron liberados.

Se encontraron diferencias significativas entre las tallas en 7 de 15 pruebas y entre las horas en 9 de 12 pruebas. Para investigar aún más ésto se calcularon los porcentajes de retorno de peces para cada grupo de 10 cm de talla y para cada grupo de tiempo de 10 minutos de todos los datos combinados. Estos resultados se indican en las Tablas 5 y 6. Evidentemente los porcentajes de retorno son muy superiores respecto a los grandes peces y para los peces de los primeros grupos de tiempo. Schaefer, Chatwin y Broadhead (1961) encontraron también que los porcentajes de retorno fueron superiores en cuanto a los peces grandes en una de las dos áreas que investigaron.

Se encontraron diferencias significativas entre sitios-marcadores en 4 de 16 pruebas. En una de las pruebas del Grupo 1 los porcentajes de retorno fueron superiores para el Marcador 1 en la proa que para el Marcador 10 en la popa, y en una prueba del Grupo 6 fueron superiores para el Marcador 10 en la proa que para el Marcador 1 en la popa. Esta indica

tentativamente que los porcentajes más altos de retorno pueden esperarse de peces marcados en la proa. Sin embargo, una de las pruebas del Grupo 2 indicó retornos superiores para el Marcador 12 en la popa que para el Marcador 1 en la proa, y una de las del Grupo 5 indicó retornos superiores para el Marcador 12 en la popa que para el Marcador 3 en la proa. Una interacción significativa para lance x sitio-marcador fue también indicada en la última prueba. Un examen de los datos demostró que los porcentajes de retorno del Marcador 3 en la proa fueron muy inferiores en los Lances 6 y 9, pero no en los Lances 8 y 13. Es probable que condiciones peculiares en los Lances 6 y 9 causaran que la supervivencia de los peces marcados y liberados desde la proa fuera inferior a la de los liberados desde la popa. Si se supone que el efecto del marcador sea insignificante todos los datos con excepción de los primeros lances (en los que se marcaron los peces solamente en la popa) pueden combinarse para obtener una prueba de contingencia del ji-cuadrado. Los resultados son los siguientes:

	Observados		Esperados		Total
	Retornados	Sin retornar	Retornados	Sin retornar	
Proa	364	4,125	355.9	4,133.1	4,489
Popa	298	3,562	306.1	3,553.9	3,860
Total	662	7,687	662	7,687	8,349

$$\chi^2 = 0.432, \text{ g.l.} = 1, P > 0.05$$

Consecuentemente parece que en general no hubo efecto según el sitio, aunque puede que tal efecto pueda haber existido en algunos lances debido a los métodos en que se manipuleó la red. El efecto del marcador no debe probarse de este modo, ya que los marcadores no fueron distribuidos aleatoriamente entre los lances de retornos altos y bajos.

Bayliff y Mobrand (1972) compararon las proporciones de peces con doble marca marcados por diferentes marcadores que fueron retornados con una y con dos marcas. Estas proporciones fueron significativamente diferentes respecto a los peces del Crucero 1055; el Marcador 10 tuvo la proporción más alta de peces con ambas marcas, seguido por los Marcadores 12, 1 y 3 en ese orden. Es poca la probabilidad de que los peces pierdan ambas marcas, pero no obstante se examinan frecuentemente las proporciones de retorno de peces liberados con doble marca con una o con dos marcas, y se instruye a los marcadores cuyos peces tuvieron altas tasas de pérdida de marcas que traten de insertar correctamente las marcas.

No se presentaron diferencias significativas entre los porcentajes de retorno de los peces marcados con una o con dos marcas en las nueve pruebas indicadas en la Tabla 3. Los peces se marcaron alternativamente en forma sencilla y doble en los lances 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15 y 17, y en los primeros 50 minutos del lance 8. En 8 de los 10 lances los porcentajes de recuperación fueron superiores respecto a los peces con doble marca. Los totales de estos lances son los siguientes:

	Liberados	Retornados	Porcentaje
Sencilla	2,135	164	7.7
Doble	2,051	206	10.0

Se usó una prueba de G (Sokal y Rohlf, 1969; páginas 601-607) para probar la diferencia en números (no en porcentajes) de retornos entre los lances y entre los peces marcados en forma sencilla y doble. Los resultados son los siguientes:

Hipótesis	Grados de libertad	G	Probabilidad
Independencia de lance x tipo de marca	9	0.302	> 0.05
Independencia de lance x retornos	9	143.974	< 0.01
Independencia de tipo de marca x retornos	1	7.252	< 0.01
Interacción de lance x tipo de marca x retornos	9	4.978	> 0.05
Total	28	156.506	

La primera prueba indica que las proporciones de los peces liberados con marca sencilla y doble fueron las mismas entre los lances, la segunda indica que las proporciones de los peces retornados y no retornados difieren entre los lances, la tercera indica que las proporciones de retornos de peces marcados con una marca o dos marcas difiere dentro de las lances y la cuarta indica que las proporciones de retorno de peces con una y dos marcas no se diferenciaron entre los lances. Por lo tanto los porcentajes de retorno son significativamente superiores en peces con doble marca. Los retornos más altos resultaron del hecho que se pierden algunas de las marcas, y es menos probable que un pez que tiene doble marca pierda ambas marcas a que un pez que tiene solo una marca la pierda (Bayliff y Mobrand, 1972).

Las liberaciones, retornos y los porcentajes de retorno de cada grupo de talla se enumeran también para el Crucero 1066 en la Tabla 5. Se escogieron los datos de este crucero para complementar los del Crucero 1055 debido a que se liberó un gran número de peces del grupo de 101-110 cm. Conforme fue el caso de los peces en el Crucero 1055, los porcentajes de retorno fueron más altos para los peces de más talla.

Es evidente en la Tabla 1 que los porcentajes de retorno varían considerablemente entre los cruceros, aún cuando los peces fueron marcados en las mismas áreas y en los mismos meses de diferentes años. Hasta cierto punto se deben esperar estos resultados, porque los porcentajes de retorno dependen en su mayoría en la cantidad de esfuerzo de pesca que se realiza en las áreas o cerca a ellas poco tiempo después de que los peces marcados

son liberados, y este no es constante de un año otro. El esfuerzo de pesca frente a la costa de México no cambió drásticamente durante el período de 1970-1972, y aún así los porcentajes de retorno fueron muy diferentes entre los experimentos iniciados en 1969, 1970 y 1971. No se conocen las razones de ésto, pero no es sorprendente que existan estas diferencias, en vista al hecho de que existen estas grandes diferencias entre los porcentajes de retorno de los peces liberados en diferentes lances del mismo crucero en la misma área durante el mismo mes (Tabla 4).

Barrilete

Se ha liberado un total de 1,363 barriletes marcados desde barcos cerqueros, y solamente se han obtenido 15 retornos (Tabla 1). Se comparan éstos con retornos de más del 40 por ciento de peces liberados en un crucero de un barco de carnada (Tabla 2). Evidentemente los métodos empleados actualmente para marcar en los barcos cerqueros no son convenientes para el barrilete.

Cruceros en barcos de carnada

Los resultados de los Cruceros 1043 y 1046 se escogieron para analizar detalladamente los porcentajes de retorno de los peces sujetos a varios tratamientos ya que se ensayaron tratamientos de interés particular y se liberaron grandes números de peces marcados obteniendo grandes números de retornos de estas liberaciones. Se ofrece información equivalente a la de la Tabla 1 en la Tabla 2 con relación a estos dos cruceros. Los tratamientos a los que se sujetaron los peces fueron los siguientes; (1) fecha de liberación; (2) tipo de cuna—con o sin cubierta plástica descrita por Fink (1965); (3) tipo de marca—sencilla o doble; (4) marcador; (5) talla del pez. Dos de las tres cunas usadas en el Crucero 1043 no tenían cubierta plástica, así que cada día dos de los marcadores usaron cunas sin cubrir y el otro usó una cubierta. Cada día que se marcó un número apreciable de peces uno o dos de los marcadores usaron marcas dobles en una parte o partes de los peces que él o ellos marcaron. Los peces no se marcaron alternativamente en forma sencilla o doble; en cambio, en un día particular todos los peces marcados con algunas series de 100 marcas fueron marcados sencillamente, y todos aquellos marcados con otras series se marcaron con doble marca. En el Crucero 1046 los peces se marcaron alternativamente en forma sencilla y doble.

Varias pruebas del análisis de la varianza de los porcentajes de retorno fueron realizadas, usando el programa BMD X64 de la computadora. Así como se hizo con los datos de los barcos cerqueros, se combinaron ciertos compartimentos y otros fueron eliminados para reducir al mínimo el número de compartimentos vacíos o con pocos peces en ellos. Los datos siempre se dividieron inicialmente en solamente dos grupos de talla, variando entre las pruebas los puntos de división. Para hacer que los datos se acercaran más a lo normal (Steel y Torrie, 1960; páginas 157-158) antes de realizar

las pruebas, se transformaron los porcentajes en la forma siguiente: aleta amarilla, ambos cruceros, arco seno; barrilete, Crucero 1043, sin transformación; barrilete, Crucero 1046, raíz cuadrada. Se siguió el procedimiento descrito en la sección de los barcos cerqueros para combinar las interacciones.

Aleta amarilla

Los resultados de estas pruebas del análisis de la varianza para el aleta amarilla se suman en la Tabla 7. Se presenta una prueba en cada línea. Ninguna de las interacciones fue significativa al nivel del 5 por ciento, así que no se presentan en la tabla. Fue evidente que en el Crucero 1043 el efecto del marcador se confundió con los efectos de la fecha, tipo de cuna y tipo de marca, y que el análisis sería mucho más fácil si no se pudiera demostrar ningún efecto del marcador. Las tres primeras pruebas indicaron que el Marcador 6 fue superior al Marcador 4 y que los marcadores 6 y 8 fueron iguales. Esta información se empleó en las pruebas siguientes. Por ejemplo, el Marcador 8 usó la cuna cubierta el 5 y 20 de junio y el Marcador 6 la usó el 28 de junio, pero el efecto del marcador se ignoró al realizar la última prueba del Crucero 1043.

Se encontraron diferencias significativas entre las fechas de liberación en dos de siete pruebas, entre los tipos de marcos en dos de cinco pruebas y entre las tallas de los peces en dos de ocho pruebas. No se encontró diferencia significativa entre los tipos de cunas en la única prueba posible.

Las diferencias en porcentajes de retorno entre las fechas de liberación fueron menores que aquellas entre los lances de los datos de los barcos cerqueros.

Aunque tres de las cinco pruebas no indicaron diferencias significativas entre los tipos de marcas, los datos presentados en la Tabla 2 indican una ligera superioridad en las marcas dobles. Además, claro está, se demostró en un capítulo anterior que las marcas dobles eran superiores a las marcas sencillas respecto a los peces marcados desde barcos cerqueros.

Se cree además que la diferencia entre los retornos de peces pequeños y grandes es real debido a la tendencia constante a obtener retornos superiores de los peces más grandes del Crucero 1043 (Tabla 8). Asimismo, los retornos demostraron ser superiores para peces grandes marcados desde barcos de carnada en una de las dos áreas investigadas por Schaefer, Chatwin y Broadhead (1961) y para peces más grandes marcados desde barcos cerqueros en un capítulo anterior. Los retornos del Crucero 1046 fueron superiores para los peces más pequeños (Tabla 8), pero se confundió la talla de los peces con la fecha de liberación en este experimento, y cuando estos efectos fueron propiamente probados se demostró que el efecto de la talla no era significativo (Tabla 7).

En total de los porcentajes de retorno de los peces marcados en los dos tipos de cuna son los siguientes:

Tipo de cuna	Tipo de Marca	Liberados	Retornados	Porcentaje
Sin cubrir	sencilla	1,658	1,062	64.1
Cubierta	sencilla	957	688	71.9
Sin cubrir	doble	403	289	71.7
Cubierta	doble	130	113	86.9

Consecuentemente es probable que las cunas cubiertas sean causantes de una mortalidad inferior de los peces que las que no son cubiertas, aunque la prueba no indica que este sea el caso. De cualquier modo, se prefieren las cunas cubiertas porque pueden usarse casi indefinidamente sin necesidad de cambiar el acolchonado de espuma plástica, lo cual no es el caso con las cunas sin cubrir.

Barrilete

Los resultados de las pruebas del análisis de la varianza para el barrilete se suman en la Tabla 9. Se presenta una prueba en cada línea. Ninguna de las interacciones fue significativa al nivel del 5 por ciento, así que éstas no se presentan en la tabla. Como con el aleta amarilla, en el Crucero 1043 el efecto del marcador se confundió con los efectos de la fecha, tipo de cuna y tipo de marca. Se pudo hacer solamente una prueba del efecto del marcador, indicando ésta que los marcadores 4 y 6 eran iguales. Por lo tanto se supuso en dos de las tres pruebas subsiguientes que los tres marcadores eran iguales, y se ignoró el efecto del marcador.

No se encontraron diferencias significativas para la fecha de liberación, tipo de marca, marcador o talla de los peces para los datos del Crucero 1043. Sin embargo, se encontró una diferencia significativa entre los tipos de cunas en una de dos pruebas, indicando que eran preferibles las cunas cubiertas a las no cubiertas para el barrilete.

Se encontraron diferencias significativas respecto a los datos del Crucero 1046 tanto para la fecha de liberación como para el tipo de marca. Los porcentajes de retorno fueron más altos para los peces con una sola marca que para los peces con doble marca, lo cual es contrario al caso del aleta amarilla.

En contraste al aleta amarilla, parece que no existe diferencia en los porcentajes de retorno del barrilete de diferentes tallas en ninguno de los cruceros (Tabla 8). Schaefer, Chatwin y Broadhead (1961) encontraron que los porcentajes de retorno de los barriletes más grandes fueron superiores a los de los más pequeños en una de las dos áreas que investigaron.

Cuando peces capturados en barcos de carnada son marcados por el National Marine Fisheries Service de los Estados Unidos a bordo de barcos con base en Hawaii, los pescadores colocan generalmente los peces capturados

bajo el brazo (lo cual se llama "winging") en lugar de descenderlos a las cunas, lo cual permite que devuelvan los peces al agua más rápidamente después de ser marcados. En abril de 1960, tanto la Comisión del Atún como el National Marine Fisheries Service marcaron y liberaron barriletes en el Area 3 (Fink y Bayliff, 1970: Tablas 1 y 5). Los resultados son los siguientes:

	Liberados	Retornados	Porcentaje
CIAT	1,720	81	4.7
NMFS	46	12	26.1

Así que la manipulación más rápida de los peces aparentemente dio como resultado porcentajes más altos de retorno. Sin embargo, no se tiene la certeza de que este sea el caso, ya que ocurren frecuentemente considerables diferencias en los porcentajes de retorno de los peces marcados de diferentes grupos liberados en el mismo estrato de área y tiempo aún cuando los tratamientos no se diferencien entre los grupos. Desafortunadamente, existen pocos pescadores en el Océano Pacífico oriental que son capaces de capturar peces de esta manera, así que no se puede probar más este método.

SUMARIO Y CONCLUSIONES

El aleta amarilla ha sido marcado con éxito tanto desde barcos cerqueros como desde los de carnada, y el barrilete solamente desde los de carnada. Las almohadillas o cunas acolchonadas en las que se efectúa la marcación deben cubrirse con un plástico suave, liso e impermeable. Los aleta amarilla deben ser marcados con doble marca y los barriletes con una sola. Los porcentajes de retorno se diferencian considerablemente entre los aleta amarilla marcados en lances de barcos cerqueros realizados en las mismas áreas durante los mismos meses de los mismos años y entre los lances de las mismas áreas durante los mismos meses de diferentes años. Tales diferencias se observaron también en los porcentajes de retorno de los peces marcados desde barcos de carnada liberados en diferentes días en las mismas áreas durante los mismos meses de los mismos años, pero fueron menos pronunciadas. Se observaron diferencias en los porcentajes de retorno entre los marcadores respecto a los aleta amarilla marcados desde barcos de carnada, como hubo diferencias en las tasas de pérdida de marcas entre los aleta amarilla marcados por diferentes marcadores desde los barcos cerqueros. Los porcentajes de retorno fueron superiores para los aleta amarilla más grandes que para los pequeños, especialmente para los peces marcados desde barcos cerqueros. No se demostraron tales diferencias para el barrilete. Los porcentajes de retorno fueron también altos para los aleta amarilla marcados desde barcos cerqueros que se tuvieron en la red por períodos mínimos de tiempo antes de ser marcados y liberados. No se observaron diferencias entre los peces marcados desde barcos cerqueros que fueron tratados o no con antibióticos o marcados en la proa o la popa del esquife.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- Bayliff, W. H., and L. M. Mobrand. 1972. Estimates of the rates of shedding of dart tags from yellowfin tuna (in English and Spanish). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 15 (5) : 439-462.
- Blunt, C. E., Jr., and J. D. Messersmith. 1960. Tuna tagging in the eastern tropical Pacific, 1952-1959. *Calif. Fish Game*, 46 (3) : 301-369.
- Calkins, T. P., and B. M. Chatwin. 1967. Geographical distribution of yellowfin tuna and skipjack catches in the eastern Pacific Ocean, by quarters of the year 1963-1966 (in English and Spanish). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 12 (6) : 433-508.
- _____. 1971. Geographical catch distribution of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean, 1967-1970, and fleet and total catch statistics, 1962-1970 (in English and Spanish). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 15 (3) : 283-377.
- Dixon, W. J. (editor). 1969. BMD biomedical computer programs, X-series supplement. Univ. Calif., Publ. Automatic Computation, 3: 260 pp.
- Fink, B. D. 1965. A technique, and the equipment used, for tagging tunas caught by the pole and line method (summary in Spanish). *Cons. Perm. Inter. Explor. Mer, Jour.*, 29 (3) : 335-339.
- Fink, B. D., and W. H. Bayliff. 1970. Migrations of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean as determined by tagging experiments, 1952-1964 (in English and Spanish). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 15 (1) : 1-227.
- Schaefer, M. B., B. M. Chatwin, and G. C. Broadhead. 1961. Tagging and recovery of tropical tunas, 1955-1959 (in English and Spanish). *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 5 (5) : 341-455.
- Sokal, R. R., and F. J. Rohlf. 1969. *Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W. H. Freeman and Company, San Francisco: xxi + 776 pp.
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1960. *Principles and Procedures of Statistics, with Special Reference to the Biological Sciences*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York: xvi + 481 pp.