

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

Bulletin—Boletín

Vol. 18, No. 3

**ESTIMATION OF THE NUMBER OF PURSE-SEINER SETS
ON TUNA ASSOCIATED WITH DOLPHINS IN THE EASTERN
PACIFIC OCEAN DURING 1959-1980**

**ESTIMACION DEL NUMERO DE LANCES REALIZADOS POR
EMBARCACIONES CERQUERAS SOBRE ATUNES ASOCIADOS
CON DELFINES EN EL PACIFICO TROPICAL EN 1959-1980**

**by—por
Richard G. Punsly**

La Jolla, California
1983

CONTENTS – INDICE
ENGLISH VERSION – VERSION EN INGLES

	Page
ABSTRACT	229
INTRODUCTION	229
METHODS	230
The data	230
Choosing strata to reduce bias	231
Estimation procedure	234
Unidentified sets not included in the stratified estimate	236
Unlogged and indeterminate sets	238
RESULTS	240
DISCUSSION	240
<hr/>	
FIGURES – FIGURAS	242
<hr/>	
TABLES – TABLAS	269

VERSION EN ESPAÑOL – SPANISH VERSION

	Página
EXTRACTO	284
INTRODUCCION	284
METODOS	285
Los datos	285
Selección de estratos para reducir el sesgo	286
Método de la estimación	290
Los lances sin estratificar no incluidos en la estimación estratificada	293
Lances sin determinar y sin registrar	295
RESULTADOS	296
ANALISIS	297
<hr/>	
LITERATURE CITED – BIBLIOGRAFIA CITADA	299

**ESTIMATION OF THE NUMBER OF PURSE-SEINER SETS
ON TUNA ASSOCIATED WITH DOLPHINS IN THE
EASTERN PACIFIC OCEAN DURING 1959-1980**

by

Richard Punsly

ABSTRACT

Annual estimates of the number of purse-seine sets made on tunas associated with dolphins are needed to estimate the total number of dolphins killed incidentally by the eastern Pacific tuna fishery. The most complete source of data, the Inter-American Tropical Tuna Commission's logbook data base, was used in this study. In the logbook data base, most sets are identified as being either associated with dolphins or not associated with dolphins. Some sets are not identified in this respect. However, the number of these unidentified sets which were associated with dolphins have been estimated by stratifying the logbook data according to whether or not any tuna were caught, whether or not the nearest identified set was associated with dolphins, and the distance to the nearest identified set. Most of the unidentified sets fell in strata characterized by a proportion of sets on tuna associated with dolphins that was lower than the overall unstratified proportion. Landings data were used to estimate the number of sets on tunas associated with dolphins from fishing trips not included in the logbook data base.

INTRODUCTION

In the eastern tropical Pacific Ocean schools of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), and occasionally skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), can be found beneath pods of dolphins, primarily spotted dolphins (*Stenella attenuata*), spinner dolphins (*Stenella longirostris*), and common dolphins (*Delphinus delphis*). This association between tunas and dolphins has led tuna fishermen to use herds of dolphins to help locate and capture schools of tuna (Perrin, 1968, 1969). In fact, during the last 20 years most of the yellowfin tuna caught in the eastern Pacific have come from schools associated with dolphins.

Since 1959, the majority of vessels fishing for tunas in the eastern Pacific have been purse seiners (Table 1). Most purse seiners are capable of making sets on tunas associated with dolphins. In the process of catching the tunas beneath dolphin pods some of the dolphins may become entangled in the nets and die (Perrin, 1968). Annual estimates of the numbers of dolphins incidentally killed by purse seiners are needed to evaluate the impact of the tuna fishery on dolphin populations.

Smith (1979) stated that "A basic piece of data in all of the estimates of numbers [of dolphins] killed or injured is the number of purse-seine sets [made] on porpoise [dolphins] each year." Therefore, the accuracy of incidental kill estimates depends on the accuracy of estimates of the number of purse-seine sets made on dolphins, hereafter referred to as "dolphin sets." The purpose of this study is to provide accurate annual estimates of the number of dolphin sets so that they may be used to estimate the numbers of dolphins killed incidental to the purse-seine fishery.

METHODS

The data

The Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC) logbook data base has the most complete information on the activities of the eastern Pacific tuna fleet. The raw data are abstracts of vessels' logbooks obtained by IATTC personnel. For most years, logbooks are abstracted from about 90% of the trips in which yellowfin were caught in the eastern Pacific. However, the information provided in logbooks is not always 100% complete.

For each entry in a logbook, indicating that a set or series of sets was made, there is a corresponding set record in the logbook data base. Each set record usually includes the following information when specified in a logbook: the date on which the sets were made; the location of the sets (some latitudes and longitudes in the data base are estimated by the distances and bearings from landmarks specified in logbooks); the number of sets indicated in the logbook entry (usually one per entry); the catch by species rounded to the nearest short ton (sometimes yellowfin and skipjack catches are combined into a category called "mixed"); and the "set type." The IATTC logbook system classifies sets into 38 different types according to the behavior of the schools. For the purposes of this study, set types were grouped into three categories: i) the presence of dolphins associated with the set is indicated or implied in the logbook (*identified dolphin sets*); ii) the entry in the logbook implies that dolphins were not associated with the set (*identified non-dolphin sets*); or iii) the logbook does not provide enough information to determine whether or not dolphins were associated with the set (*unidentified sets*). Further descriptions of the IATTC logbook data are available in Schaefer (1953), Shimada and Schaefer (1956) and Orange and Calkins (1981).

From the previous discussion of the IATTC logbook data one can see that data on the number of dolphin sets are incomplete in at least four ways: i) An entry in a logbook may not provide set type information. The corresponding set record indicates the unidentified set type. ii) The number of sets may not be indicated in a logbook entry. The corresponding set record indicates that an unknown number of sets were made. iii) Logbooks from some trips have not been made available to the IATTC. Consequently, the number of dolphin sets made on these trips is not included in the logbook data base. iv) Some dolphin sets made by a vessel may not have been entered into a logbook. Information about these sets will also be absent from the logbook data base. Logbook data are used to estimate the number of dolphin sets from i) and ii). Landings data are used to estimate the number of dolphin sets from iii). No attempt is made to estimate the number of dolphin sets from iv). Since the major detectable source of missing data on the number of dolphin sets from 1959-1974 is i), emphasis is put on estimating the number of dolphin sets from these set records with unidentified set type.

Choosing strata to reduce bias

In one of the first attempts to estimate the annual numbers of dolphin sets, Perrin and Zweifel (1971) assumed " 'unknown' [unidentified] sets consist of porpoise [dolphin] and other [non-dolphin] in the same proportion as in identified sets." This assumption is also implied in subsequent estimates described in Perrin, Smith and Sakagawa (1974), Southwest Fisheries Center (1976), and Smith (1979). Although the validity of this assumption cannot be tested, because the true proportion of unidentified sets that were dolphin sets is not known, it cannot be totally avoided. However, the data may be categorized into strata such that the assumption is more valid within strata than over the entire data set. Since the bias of an estimate depends on the validity of the assumptions made, stratification may produce a less biased estimate.

The proportion of identified sets which were dolphin sets has been observed to differ by fishing area, time of year, size of vessel (*capacity*) and by whether or not a set was successful in catching tuna (*success type*). Such being the case, stratification of the logbook data according to area, time, capacity and success type should reduce the bias in the estimate of the number of dolphin sets among the unidentified sets whenever the unidentified sets are distributed differently among strata than identified sets. The following examples should clarify this point.

Stratification of the logbook data into the success type categories, *successful yellowfin sets* and *unsuccessful sets*, may reduce the bias in the estimated number of dolphin sets among unidentified sets. A successful yellowfin set is defined here as a set in which at least $\frac{1}{2}$ short ton (the smallest detectable catch because catches were rounded to the nearest ton) of fish were caught, some or all of which were yellowfin. An unsuccessful set is defined as one in which less than $\frac{1}{2}$ ton of all species of fish combined was caught. *Successful non-yellowfin sets* (those in which at least $\frac{1}{2}$ ton of fish, but no yellowfin were caught) were rarely dolphin sets and will be treated separately in a later section. Since successful yellowfin sets were more likely than unsuccessful sets to be dolphin sets, stratification by success type should reduce bias whenever the ratio of successful yellowfin sets to unsuccessful sets (i.e. the *success ratio*) observed among unidentified sets was significantly different than the ratio observed among identified sets. For example, Table 2 shows that in 1975 successful yellowfin sets were more likely to be dolphin sets; i.e., 59% of the identified successful yellowfin sets were dolphin sets, while only 21% of the identified unsuccessful sets were dolphin sets. Since 46% of all identified sets were dolphin sets, an unstratified estimate would require the assumption that 46% of the unidentified sets were dolphin sets. In the stratified estimate it is assumed that 59% of the unidentified successful yellowfin sets were dolphin sets, while 21% of the unidentified unsuccessful sets were dolphin sets. If all the unidentified sets were unsuccessful, the stratified estimate that 21% of the unidentified sets were dolphin sets is preferable to the unstratified estimate of 46%, although it could not be proven that 21% is a more accurate estimate. Similarly, it can be said that because the proportion of iden-

tified sets that were successful yellowfin sets (0.661) is significantly greater than the proportion of unidentified sets that were successful yellowfin sets (0.552) the stratified estimate of 720 dolphin sets is less biased than the unstratified estimate of 807 dolphin sets among the unidentified sets, as shown in Table 2.

Stratification of the data by vessel size may also reduce bias in the estimated number of dolphin sets among the unidentified sets. For the purposes of this study, set records were classified into two vessel size categories: set records from vessels with capacities of less than 500 tons of fish and set records from vessels with capacities of greater than 499 tons. Table 3 shows that in some years, for example 1973-1977, stratification by vessel capacity may reduce bias because the proportion of unidentified sets that are dolphin sets was different in the two capacity strata (columns 3-4 and 6-7) and because unidentified sets were distributed in different proportions than identified sets between the two strata (columns 2 and 5).

Stratification by time of year may also be helpful in reducing the bias in the estimated number of dolphin sets among unidentified sets, as shown in Table 4. The proportion of the identified sets which were dolphin sets differed by time of year (bottom panel) and the unidentified sets (top panel) were distributed differently than identified sets (middle panel) throughout the year. Table 4 (bottom panel) also shows that the proportion of identified sets that were dolphin sets varied not only throughout months within a given year but also throughout years within a given month and in the duration of time periods characterized by a high (or low) proportion of dolphin sets. Consequently, time strata are difficult to define.

Area strata are even more difficult to define than time of year strata. Nevertheless, stratification by area may be the most important tool for reducing bias in the estimates of the number of dolphin sets among the unidentified sets. Figures 1b-22b indicate that the proportion of identified sets that were dolphin sets varies greatly among areas. In most years, such as 1969, the majority of unidentified sets were situated in areas where non-dolphin sets predominate, as shown in Figures 11a and 11b. The difficulty with using area strata is choosing where to draw stratum boundaries. For example, 1-degree quadrangles would not provide acceptable area strata for two reasons. First, some unidentified sets fall into 1-degree quadrangles in which few or no identified sets are located. Second, most 1-degree quadrangles have the same observed proportion of dolphin sets to non-dolphin sets as adjacent 1-degree quadrangles, indicating that the true geographic boundaries of areas characterized by a given proportion are larger than the size of a 1-degree quadrangle. Five-degree quadrangle stratification would reduce the magnitude of some of the problems encountered with 1-degree quadrangle stratification, but Figures 1b-22b show variation in the proportions of dolphin sets within some 5-degree quadrangles. For example, in 1975 (Figure 17) the northernmost latitude in the 5-degree quadrangle defined by 15°N-20°N latitude and 105°W-110°W longitude shows a lower proportion than that observed in the rest of the quadrangle. Because most of the uniden-

tified sets in this quadrangle fall between 19°N and 20°N, as shown in Figure 17a, 5-degree quadrangle stratification may overestimate the number of dolphin sets in this stratum. Krogman *et al.* (1978) avoided the problems encountered in both 1-degree and 5-degree quadrangle stratification by combining quadrangles into larger poly-angles. For example, using the method of Krogman *et al.* (1978) some area strata in 1975 could have more than 60 vertices (Figure 23). This method is very time consuming and relies on the resolution of distribution maps.

The problems encountered in choosing area strata were circumvented by stratifying the data into the following two categories: set records for which the set type of the nearest (in nautical miles) identified set was a dolphin set and set records for which the nearest identified set was a non-dolphin set. The proportion of identified sets that were dolphin sets differed greatly between these two strata (Table 5). The identified set nearest in nautical miles to a given set is referred to as the *nearest neighbor* to the given set. Exploratory analyses indicated that the nearest neighbor to a given set was much more likely than any other set to have the same set type as the given set. Therefore, stratification of the data into the two nearest neighbor type categories (i.e. set records with dolphin sets for nearest neighbors and set records with non-dolphin sets nearest neighbors) was used to perform the same function as area stratification. The resolution of area strata based on nearest neighbor type is maximized because only the closest identified set is used. Table 5 shows that stratification by nearest neighbor type may reduce bias because, in most years, unidentified sets were distributed between the two strata in different proportions than those in which identified sets were.

The way that stratifying by nearest neighbor type may reduce the bias in the estimated number of dolphin sets among unidentified sets is shown in the hypothetical example in Figure 24. In this example, the observed proportion of identified sets that are dolphin sets is different in each stratum; i.e., 8 of 11 or 0.727 in the dolphin nearest neighbor stratum and 2 of 9 or 0.222 in the non-dolphin nearest neighbor stratum. In addition, the unidentified sets are distributed differently between the two strata than are the identified sets; i.e., 4 of 10 or 40% of the unidentified sets are in the nearest neighbor dolphin stratum while 11 of 20 or 55% of the identified sets fall in this stratum. Therefore, the stratified estimate of $(4 \times 0.727 + 6 \times 0.222 = 4.240)$ is lower and expected to be less biased than the unstratified estimate $(10 \times 0.500 = 5.00)$. Figure 24 also demonstrates that stratification by nearest neighbor type may give a similar estimate to that obtained by stratifying by the areas A and B. Seven of nine or 0.778 of the identified sets in area A are dolphin sets, while three of eleven or 0.273 of the identified sets in area B are dolphin sets, yielding a stratified estimate of $3 \times 0.778 + 7 \times 0.273 = 4.245$ dolphin sets.

Unidentified sets tended to be further from their nearest neighbors than identified sets were from their nearest neighbors, especially in early years, as shown in Figure 25. In addition, the proportion of identified sets that were

dolphin sets varied with the distance from the nearest neighbor, as shown in Figure 26. Therefore, the bias in the estimated number of dolphin sets among unidentified sets was further reduced by stratification of the data by the distance of sets from their nearest neighbors. Exploratory studies indicated that the following five distance ranges should be used: 0.000-0.999 nautical miles, 1.000-9.999 nautical miles, 10.000-29.999 nautical miles, 30.000-59.999 nautical miles and 60 or more nautical miles to the nearest neighbor.

Estimation procedure

The following procedure was designed to provide the least biased annual estimates of the numbers of dolphin sets among unidentified sets based on stratification by success type, capacity, time of year, and area (i.e. nearest neighbor type and distance from nearest neighbor). The most straightforward approach would have been to stratify over all 480 categories (2 success types \times 2 capacities \times 12 months \times 2 nearest neighbor types \times 5 distance ranges from nearest neighbors). However, many of the 480 strata would contain few or no identified sets in some years. For example, in 1960 the 1,643 identified sets could not possibly provide each of the 480 strata with the 20 or more observations recommended for post-stratification by Cochran (1963). Therefore, time of year and capacity were incorporated into the process of selecting the nearest neighbor, leaving only 20 strata: 2 success types (successful yellowfin and unsuccessful) \times 2 nearest neighbor types (dolphin and non-dolphin) \times 5 distance ranges from nearest neighbors.

The way in which time and capacity were incorporated into the process of selecting nearest neighbors was found not to be critical because the nearest set in distance was usually also near in time and frequency from a vessel in the same capacity class. All selection procedures examined gave similar estimates. The following procedure was used because it provided the best agreement between the set types of identified sets and their respective nearest neighbors.

- 1) Select the nearest (in nautical miles) "qualifying" (to be defined later) identified set made on the same day as the given set, by a vessel from the same capacity, excluding sets made more than 30 nautical miles away. If no identified sets meet the above criteria proceed to step 2. Otherwise, stop; the nearest neighbor has been selected.
- 2) Select the nearest qualifying set made within one calendar day, by a vessel with the same capacity, excluding sets more than 30 nautical miles away. If no qualifying sets meet the above criteria proceed to step 3.
- 3) Repeat step two increasing the number of days by 1 and the number of nautical miles by 30 until at least one qualifying identified set satisfies the time, capacity and distance criteria.

The capacity criteria were not included for estimates before 1965 because too

few vessels with capacities ≥ 500 tons were fishing to find always a reasonably near neighbor (Table 3). The nearest neighbor was usually selected on the first step (Table 6). Also, the set selected as the nearest neighbor was usually made on the same day as the given set (Table 7).

In some instances, more than one set was nearest and equidistant to the set for which a nearest neighbor was to be selected, as shown in Table 6 (right most column). When this happened, the equidistant set made closest in time to the given set was chosen, with preference to sets made by the same vessel when equidistant sets fell the same number of days from the set whose nearest neighbor was being selected.

To insure the accuracy of the estimates, some of the identified sets were deemed unqualified to be selected as nearest neighbors. (1) If the latitude and longitude on the set record were missing or recorded only to the nearest 1 or 5 degrees, the set was disqualified on the grounds that position information was insufficient. (2) If the set record indicated that $\frac{1}{2}$ ton or more of fish was caught but less than $\frac{1}{2}$ ton of yellowfin plus skipjack was caught, the set was disqualified on the grounds that it was not related to the dolphin fishery. (3) If the number of sets on the set record was not equal to one, the set record was disqualified on the grounds that information on multiple set records may be less accurate. All other identified sets were considered to be qualified to be selected as nearest neighbors.

In addition, some identified and unidentified set records were entirely omitted from the stratification. (1) Set records with missing positions or with positions recorded only to the nearest 5-degrees were omitted on the grounds of insufficient position data. However, set records with position recorded to the nearest 1-degree were included, assuming that the stratified estimate for these sets was still better than the alternative, an unstratified estimate. (2) Set records in which the number of sets is not known were omitted for convenience. (3) Successful non-yellowfin sets ($\frac{1}{2}$ ton or more of fish but less than $\frac{1}{2}$ ton of yellowfin and less than $\frac{1}{2}$ ton of yellowfin-skipjack mixed) were omitted from the stratified estimate because these were rarely dolphin sets. The annual numbers of dolphin sets from unidentified sets not included in the stratification are estimated separately in the following section.

Once the nearest neighbor has been selected for each of the identified and unidentified sets included in the stratification, the proportion of dolphin sets in each stratum p_{ijk} , is estimated by

$$\hat{p}_{ijk} = E(D_{ijk}/N_{ijk}) = d_{ijk}/n_{ijk}$$

where the subscripts i , j and k refer to the i th success type, the j th nearest neighbor type, and the k th distance range from the nearest neighbor, D_{ijk} is the total number of dolphin sets in stratum ijk , N_{ijk} is the total number of sets in stratum ijk , d_{ijk} is the number of identified dolphin sets in stratum ijk and n_{ijk} is the number of identified sets in stratum ijk . The number of dolphin sets among

unidentified sets, u_{ijk} is estimated by

$$\hat{u}_{ijk} = \hat{p}_{ijk}m_{ijk} \quad 1)$$

where m_{ijk} is the total number of unidentified sets in stratum ijk . If identified sets comprise a simple random sample in stratum ijk , \hat{p}_{ijk} is unbiased and the variance of \hat{p}_{ijk} , according to Mendenhall, Ott and Schaeffer (1971), is estimated by

$$v(\hat{p}_{ijk}) = \frac{\hat{p}_{ijk}(1-\hat{p}_{ijk})}{n_{ijk}} \left(\frac{N_{ijk}-n_{ijk}}{N_{ijk}-1} \right)$$

Since N_{ijk} is known the variance of \hat{D}_{ijk} , the estimated total number of dolphin sets within stratum ijk is estimated by

$$\begin{aligned} v(\hat{D}_{ijk}) &= v(\hat{p}_{ijk}N_{ijk}) \\ &= N_{ijk}^2 v(\hat{p}_{ijk}) \\ &= N_{ijk}^2 \frac{\hat{p}_{ijk}(1-\hat{p}_{ijk})}{n_{ijk}} \left(\frac{N_{ijk}-n_{ijk}}{N_{ijk}-1} \right) \end{aligned}$$

All of the variation in the estimate of the total number of dolphin sets in stratum ijk , \hat{D}_{ijk} (which is just $d_{ijk} + \hat{u}_{ijk}$), comes from the estimated number of unidentified sets, \hat{u}_{ijk} , and none, of course, from the known number of identified dolphin sets, d_{ijk} ; therefore,

$$v(\hat{u}_{ijk}) = v(\hat{D}_{ijk}).$$

The overall stratified estimate of the number of dolphin sets among the unidentified sets, \hat{u} , is the sum of the estimates in each stratum,

$$\hat{u} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 \hat{u}_{ijk}$$

Since the strata are independent of each other the variance for each stratum is summed to yield the total variance,

$$v(\hat{u}) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 v(\hat{u}_{ijk})$$

Unidentified sets not included in the stratified estimate

Three categories of unidentified sets were not included in the stratified estimate. (1) The first category includes successful yellowfin sets and unsuccessful sets which were omitted from the stratified estimate because of insufficient posi-

tion information. (2) The second category includes successful non-yellowfin sets ($\frac{1}{2}$ ton or more of fish caught but less than $\frac{1}{2}$ ton of yellowfin and less than $\frac{1}{2}$ ton of yellowfin-skipjack mixed caught) which were rarely dolphin sets. (3) The third category includes set records in which the number of sets is not recorded (i.e. multiple set records with the number of sets missing).

Unidentified successful yellowfin sets and unidentified unsuccessful sets from logbook records with position information insufficient for stratification (category 1) were assumed to consist of dolphin and non-dolphin sets in the same proportion as observed for identified successful yellowfin sets and identified unsuccessful sets combined. Since relatively few unidentified sets were omitted from the stratified estimates, the bias introduced by this assumption should be small. For example, the greatest annual number of unidentified sets in this category was 109 in 1960, and the lowest was 0 in 1980. The unidentified sets included in the following estimate were successful yellowfin sets or unsuccessful sets which were omitted from the original stratified estimate because of one of the following reasons: no position was recorded; position was recorded only to the nearest 5 degrees; IATTC personnel regarded the data on the set record as questionable; both the number of sets and the catch data needed to estimate the number of sets were unknown. The last category is referred to as "empty sets." Empty set records, those with unknown number of sets and unknown catch, were included in this section because of their relative unimportance (e.g. only three from 1959-1969) and because of the lack of an acceptable alternative. Since the minimum number of sets on a multiple set record is two, two sets were arbitrarily assigned to each empty set record. The number of dolphin sets among unidentified successful yellowfin sets plus unidentified unsuccessful sets plus empty sets not included in the stratified estimate, u_u is estimated by

$$\hat{u}_u = (m_u + 2r)\hat{p} \quad 2)$$

where m_u is the number of unidentified successful yellowfin sets plus unidentified unsuccessful sets omitted from the stratified estimate, r is the number of empty set records, and \hat{p} is the estimated proportion of successful yellowfin sets plus unsuccessful sets that were dolphin sets,

$$\hat{p} = E(D_u/N_u) = d/n$$

where d is the number of dolphin sets among identified successful yellowfin sets and unsuccessful sets and n is the total number of identified successful yellowfin sets plus unsuccessful sets, $D_u = u_u + d$ and $N_u = n + m_u + 2r$. The variance is estimated by

$$v(\hat{u}_u) = N_u^2 \frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n} \left(\frac{N_u-n}{N_u-1} \right)$$

Successful non-yellowfin sets (category 2, ½ ton or more of fish but less than ½ ton of yellowfin and less than ½ ton of yellowfin-skipjack mixed) were rarely dolphin sets; therefore, they were treated separately. Of all the identified successful non-yellowfin sets only those in which skipjack tuna were caught, *successful pure skipjack sets*, contributed significantly to the total number of dolphin sets. Assuming that the unidentified successful pure skipjack sets, m_{sj} , consisted of dolphin and non-dolphin sets in the same proportion, p_{sj} , as in the identified successful pure skipjack sets, the number of dolphin sets among unidentified successful pure skipjack sets, \hat{u}_{sj} is estimated by

$$\hat{u}_{sj} = m_{sj}\hat{p}_{sj} \quad 3)$$

where $\hat{p}_{sj} = E(D_{sj}/N_{sj}) = d_{sj}/n_{sj}$, d_{sj} is the number of dolphin sets among identified successful pure skipjack sets, n_{sj} is the number of identified successful pure skipjack sets, D_{sj} is the total number of dolphin sets among all successful pure skipjack sets, and N_{sj} is the total number of successful pure skipjack sets. The variance is estimated by

$$v(\hat{u}_{sj}) = N_{sj}^2 \frac{\hat{p}_{sj}(1-\hat{p}_{sj})}{n_{sj}} \left(\frac{N_{sj}-n_{sj}}{N_{sj}-1} \right)$$

Estimation of the number of dolphin sets among set records in which the number of sets was not recorded, but catch data are available to estimate the number of sets (category 3), is covered in the next section. These sets will be referred to as “indeterminate sets.” Since catch data were used to estimate the number of sets for both indeterminate sets and sets not covered by the logbook data, “unlogged sets”, a combined estimate was made for these.

Unlogged and indeterminate sets

Estimation of the number of dolphin sets among unlogged and indeterminate sets was a three-step process. First, the total yellowfin catch made on these sets was estimated. Second, using the mean catch per set, the number of sets was estimated. Third, using the observed proportion of identified logged sets that are dolphin sets, the number of dolphin sets was estimated.

The unlogged yellowfin catch, C_u , taken on trips for which the logbooks were not available was obtained by subtracting the logbook data total catch from the total tonnage of yellowfin delivered to buyers and processors. The yellowfin catch, C_m , from indeterminate sets (from multiple set records with an unknown number of sets) was extracted from the logbook data.

The number of sets, S , from C_u and C_m is estimated by

$$\hat{S} = (C_u + C_m) \left/ \left(\frac{\sum_{i=1}^n c_i}{\sum_{i=1}^n s_i} \right) \right.$$

or

$$\hat{S} = (C_u + C_m) \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n c_i}$$

where n is the number of logbook records with both catches and the number of sets recorded, c_i is the yellowfin catch on the i th set record and s_i is the number of sets on the i th set record. The variance of \hat{S} , according to Cochran's (1963) estimate for ratio estimators,

$$v(\hat{S}) = \frac{N(N-n)}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (s_i - \hat{R}c_i)^2$$

where

$$\hat{R} = \bar{s}/\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n c_i}$$

Unfortunately N , the number of set records that would have been available if all trips were entered into the data base, is not known. N , however, can be estimated from the catch by

$$\hat{N} = (C_u + \sum_{i=1}^n c_i) / \left(\sum_{i=1}^n c_i/n \right)$$

Nevertheless, the variance, $v(\hat{S})$, is underestimated when \hat{N} is used in place of N because the variance of \hat{N} is not included.

The number of dolphin sets, \hat{d}_s , from the \hat{S} sets can now be estimated using the observed proportion, \hat{p} , of identified sets that are dolphin sets,

$$\hat{d}_s = \hat{p}\hat{S} \tag{4}$$

The variance is estimated by

$$v(\hat{d}_s) = \hat{p}^2 v(\hat{S}) + \hat{S}^2 v(\hat{p})$$

where

$$v(\hat{p}) = \frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n} \left(\frac{\hat{N}-n}{\hat{N}-1} \right)$$

RESULTS

Annual estimates of the numbers of dolphin sets are summarized in Table 8 and Figure 27. Most of the dolphin sets made during 1962-1980 are identified as such in the logbook data (left part of table). Unidentified sets were common in 1959-1961, accounting for more than half of the total estimated number of dolphin sets (middle of Table 8). Unidentified sets used in stratification account for at least 10% of the estimated total in each of the years 1959-1967. Unidentified sets which were not included in the stratified estimate account for less than 1% of the total estimated annual numbers. Sets not covered by the logbook data contribute over 10% to the estimates from 1975-1980. The estimated number of dolphin sets among unidentified successful pure skipjack sets ranged from 0 to 12 annually. The variances of these estimates are shown in Table 9.

Table 10 shows the annual proportions of sets estimated to be dolphin sets for each of the 20 strata. The numbers of identified and unidentified sets in each strata are also shown. The proportions differ significantly among strata, with the exception that within non-dolphin nearest neighbor strata, the proportions do not differ much with the distance from the nearest neighbor.

Stratified estimates of the proportions of unidentified sets that were dolphin sets are lower than unstratified estimates for all years except 1970 and 1978-1980, as shown in Table 11. For example, in 1968 the stratified estimate is about half of the unstratified estimate. Most of the annual total estimates shown in Table 8 would have been larger if stratification had not been used.

DISCUSSION

The annual estimates of the number of dolphin sets shown in Table 8 are generally lower than those made in previous studies (e.g. Southwest Fisheries Center, 1976). The stratification scheme used to estimate the number of dolphin sets among the unidentified sets is responsible for the lower estimates. In most years a disproportionate number of unidentified sets were made in strata characterized by a low ratio of dolphin sets to non-dolphin sets. Therefore, a lower, and almost certainly less biased, estimate results when the assumption that the unidentified sets consist of dolphin and non-dolphin sets in the same proportion as observed in identified sets is made only within strata instead of over the entire data set.

The distribution maps shown in Figures 1-22 tend to support the stratified estimates of the percent of unidentified sets that are dolphin sets shown in Table 11. For example, in 1969 most of the unidentified sets were made in non-dolphin areas off Baja California and Ecuador, as shown in Figure 11, supporting the stratified estimate that 35% of unidentified sets are dolphin sets. The unstratified estimate of 61% dolphin sets appears to be upwardly biased. Distribution maps also support the stratified estimates for other years.

The high percentage of dolphin sets among unsuccessful sets in 1960 and 1961, shown in Table 11, is a consequence of the lower success rate for dolphin sets during the years following the conversion of most of the fleet to purse seiners capable of making dolphin sets.

Unreported sets, erroneous data in vessels' logbooks, biases in abstracting vessels' logbooks and the uncertainties involving unlogged sets could cause the estimates in Table 8 to be inaccurate. Certainly, data on some sets may not be entered in the vessels' logbooks. Consequently, unreported dolphin sets could mean that the estimates in Table 8 are lower than the true number of dolphin sets. Logbooks, like any other source of raw data, may have erroneous information. Erroneous logging of set types, for example, could cause the estimates in Table 8 to be either too high or too low. More errors could have been introduced when IATTC personnel abstracted vessel's logbooks. The most likely source of error is in the estimated number of dolphin sets among unlogged sets. Since little is known about these sets except for their combined catch, the validity of the assumption that unlogged sets consist of dolphin and non-dolphin sets in the same proportion as observed in identified logged sets is uncertain. Estimates from unlogged sets should be regarded with caution.

The object of this study was to make a least biased estimate of the annual total numbers of dolphin sets for 1959-1980, so they can be used in the estimation of annual dolphin mortality incidental to tuna fishing. This was achieved by using IATTC logbook data stratified by success type, vessel size, time of year and area; capacity, time of year and area being collapsed into 10 nearest neighbor strata. For most years the stratification method produced lower estimates than methods used previously. If the estimated number of dolphin sets in Table 8 are used, lower estimates of annual dolphin mortality incidental to tuna fishing would result.

The methods described in this study could also be used to estimate the number of dolphin sets within certain times and areas known or suspected to be characterized by a certain species or stock composition of dolphins killed incidental to tuna fishing. In this way less biased estimates of incidental kill of each dolphin species or stock could be made, and the status of these stocks could be assessed more accurately.

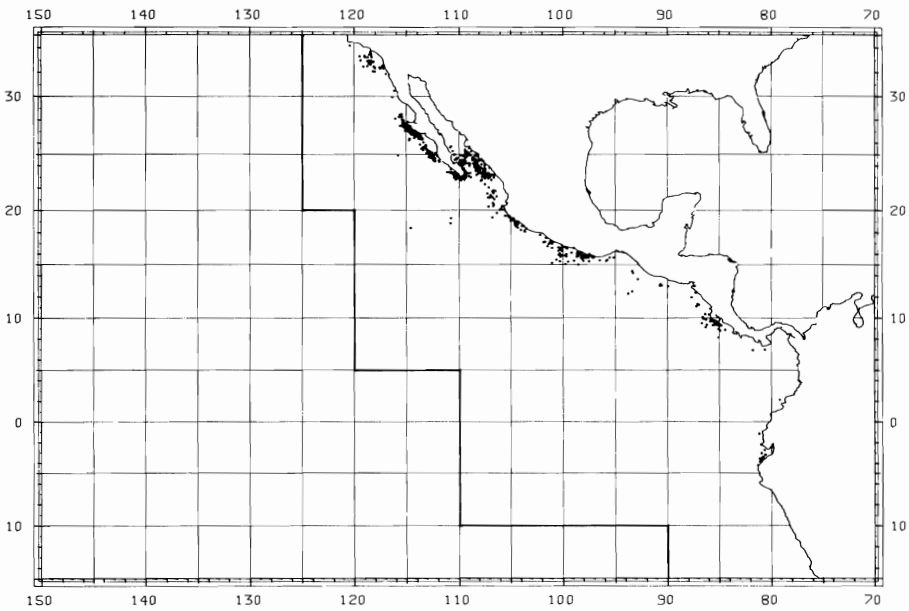


FIGURE 1a. Geographic distribution of unidentified sets in 1959.
FIGURA 1a. Distribución geográfica en 1959, de lances sin identificar.

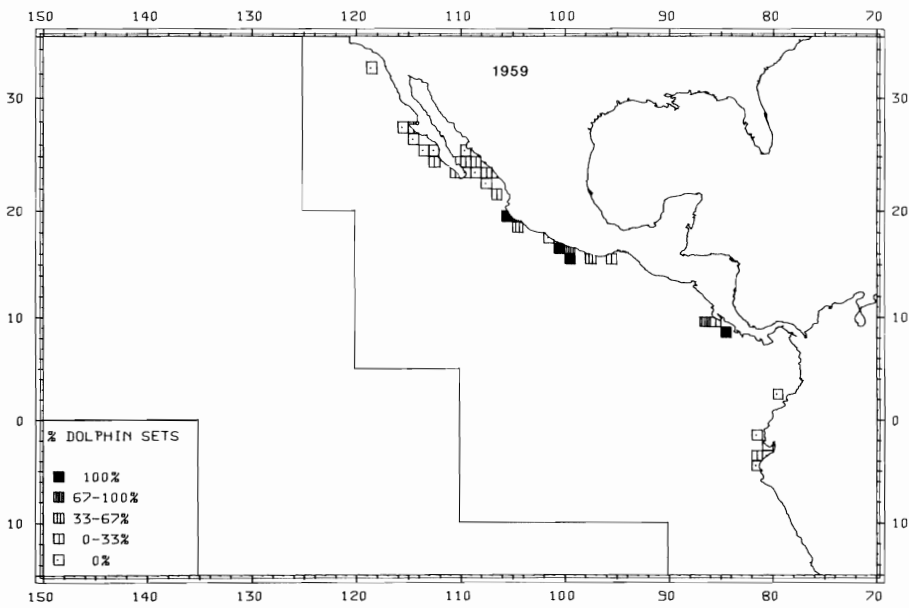


FIGURE 1b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1959. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 1b. Distribución geográfica en 1959, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

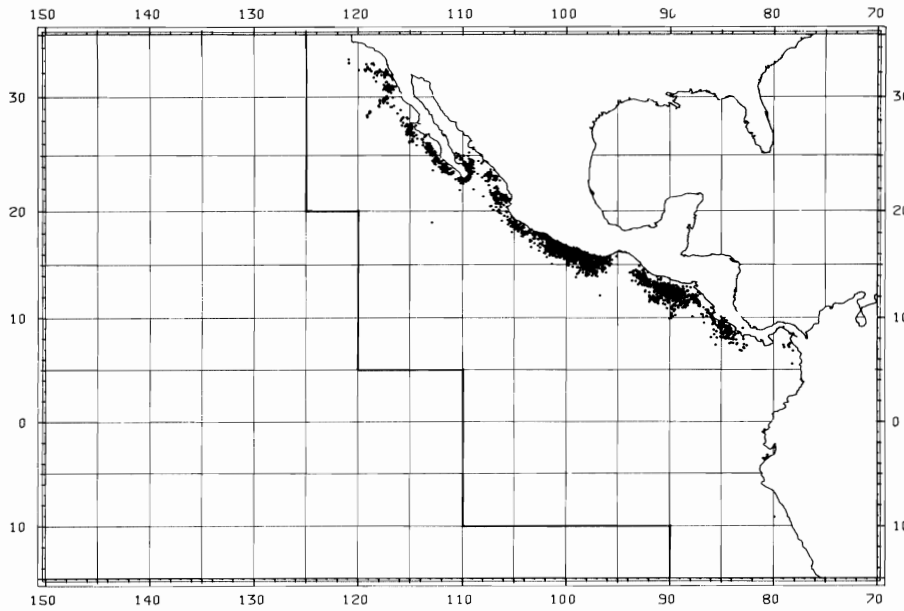


FIGURE 2a. Geographic distribution of unidentified sets in 1960.

FIGURA 2a. Distribución geográfica en 1960, de lances sin identificar.

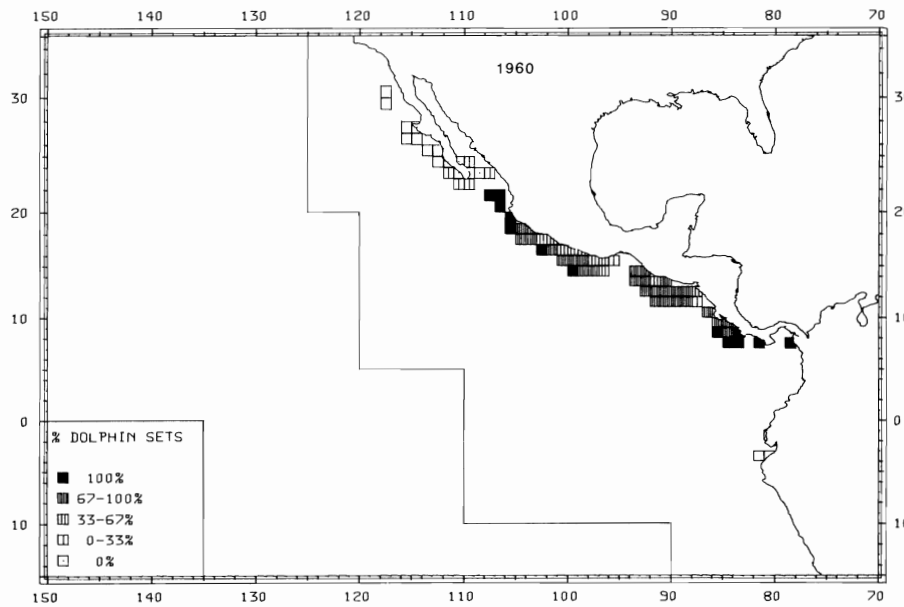


FIGURE 2b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1960. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 2b. Distribución geográfica en 1960, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

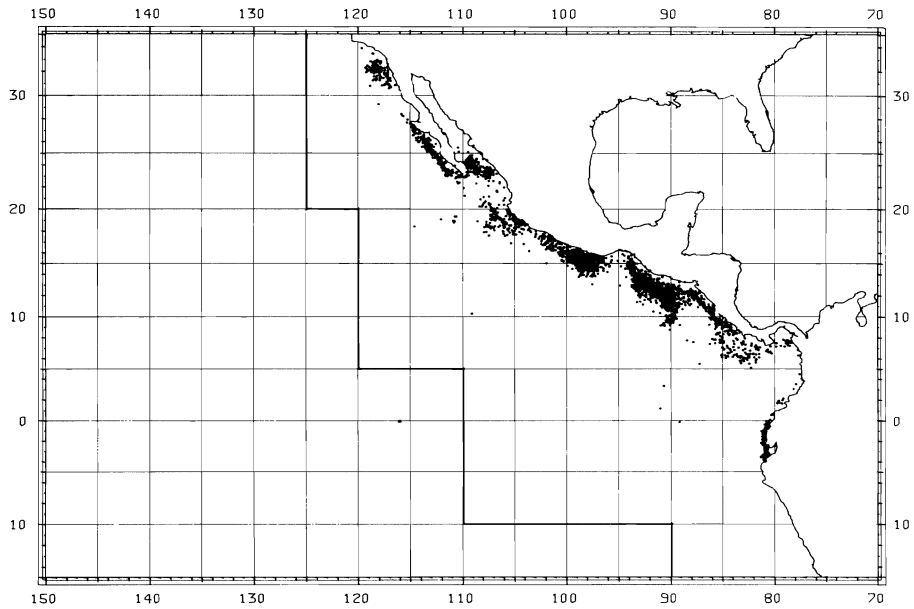


FIGURE 3a. Geographic distribution of unidentified sets in 1961.
FIGURA 3a. Distribución geográfica en 1961, de lances sin identificar.

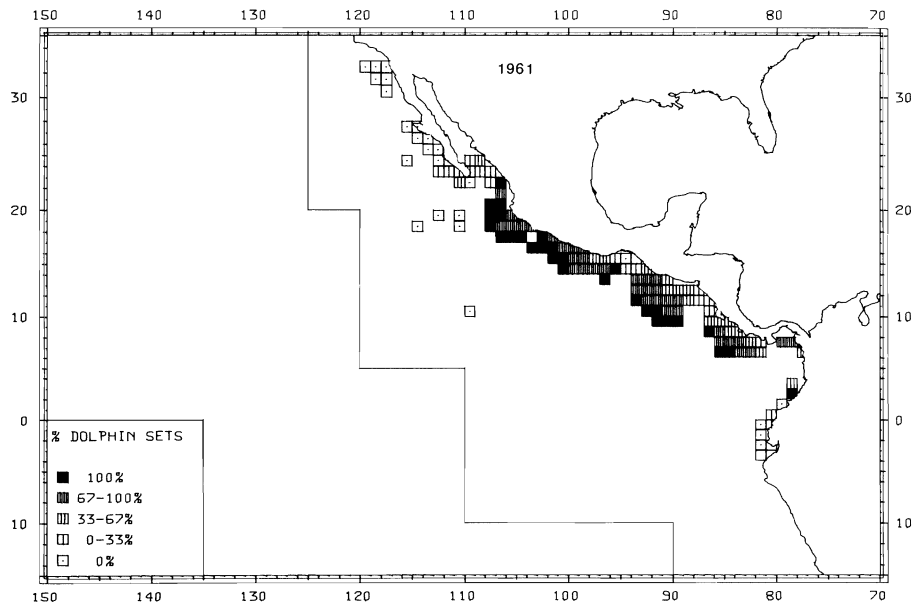


FIGURE 3b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1961. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 3b. Distribución geográfica en 1961, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

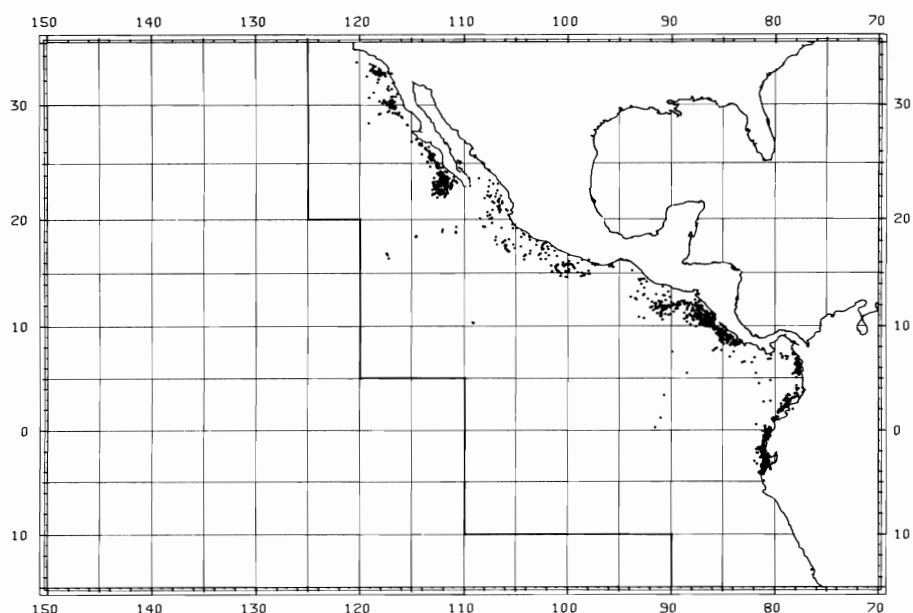


FIGURE 4a. Geographic distribution of unidentified sets in 1962.
FIGURA 4a. Distribución geográfica en 1962, de lances sin identificar.

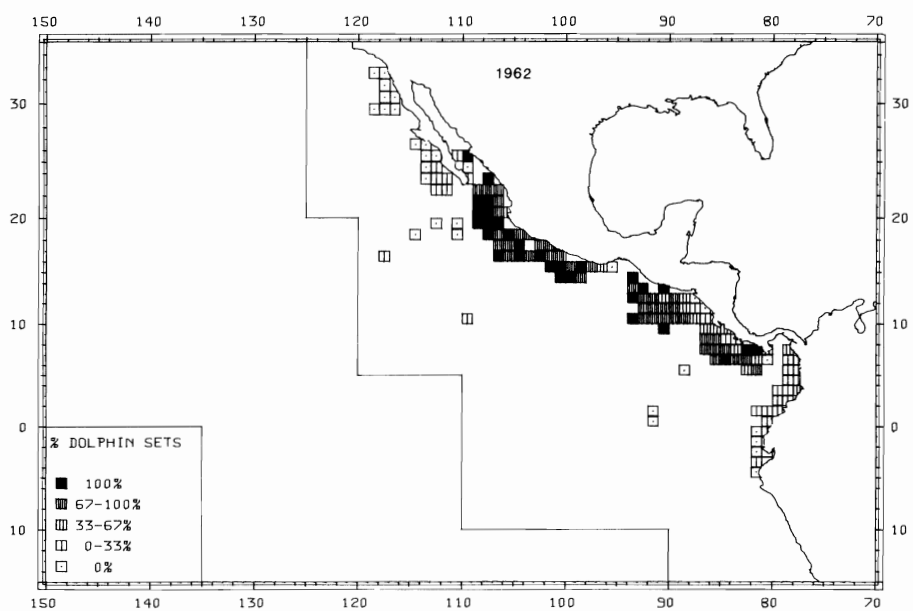


FIGURE 4b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1962. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 4b. Distribución geográfica en 1962, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

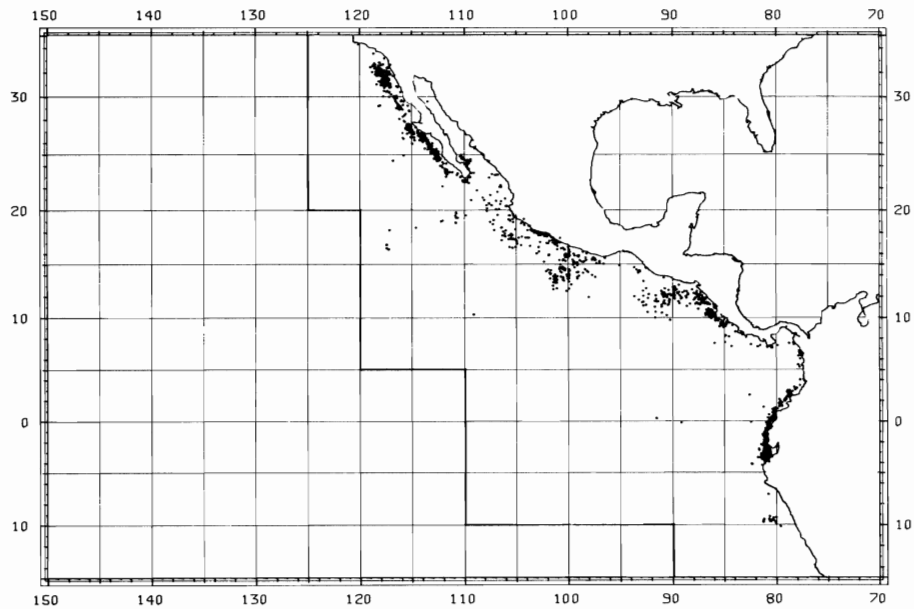


FIGURE 5a. Geographic distribution of unidentified sets in 1963.
FIGURA 5a. Distribución geográfica en 1963, de lances sin identificar.

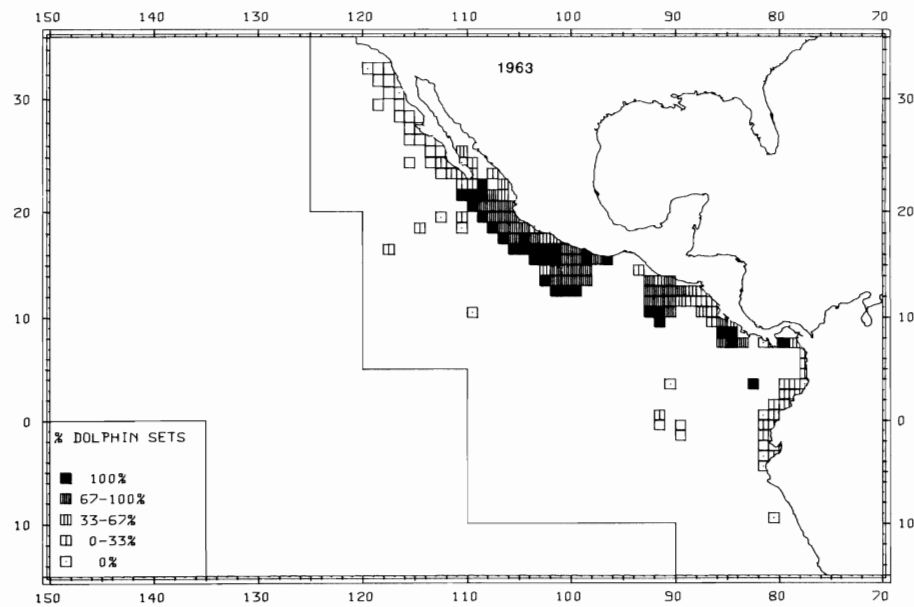


FIGURE 5b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1963. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 5b. Distribución geográfica en 1963, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

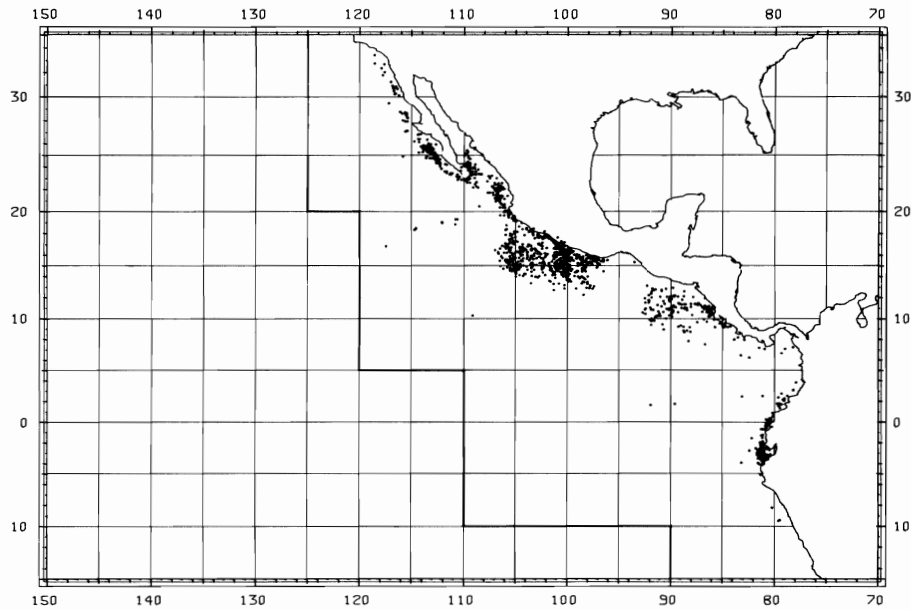


FIGURE 6a. Geographic distribution of unidentified sets in 1964.
FIGURA 6a. Distribución geográfica en 1964, de lances sin identificar.

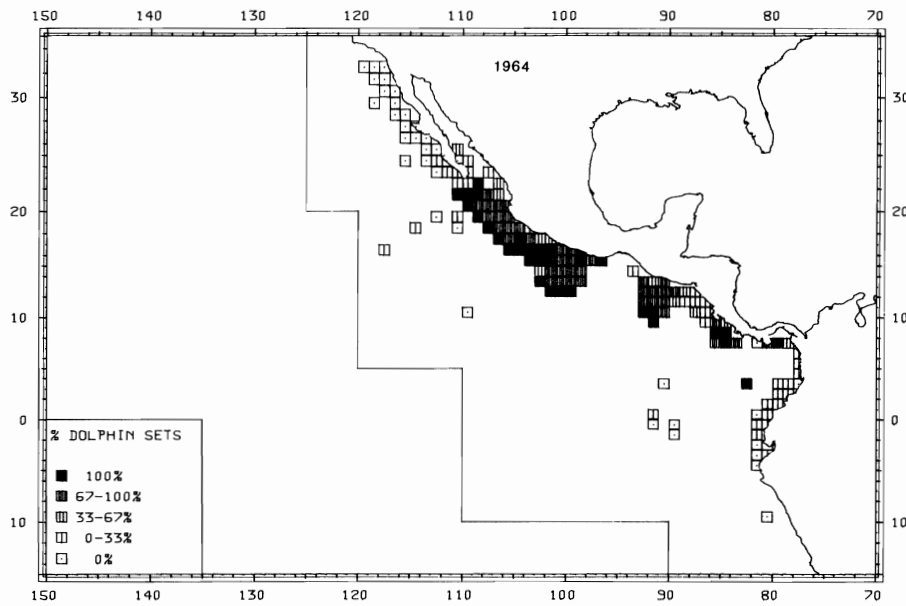


FIGURE 6b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1964. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 6b. Distribución geográfica en 1964, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

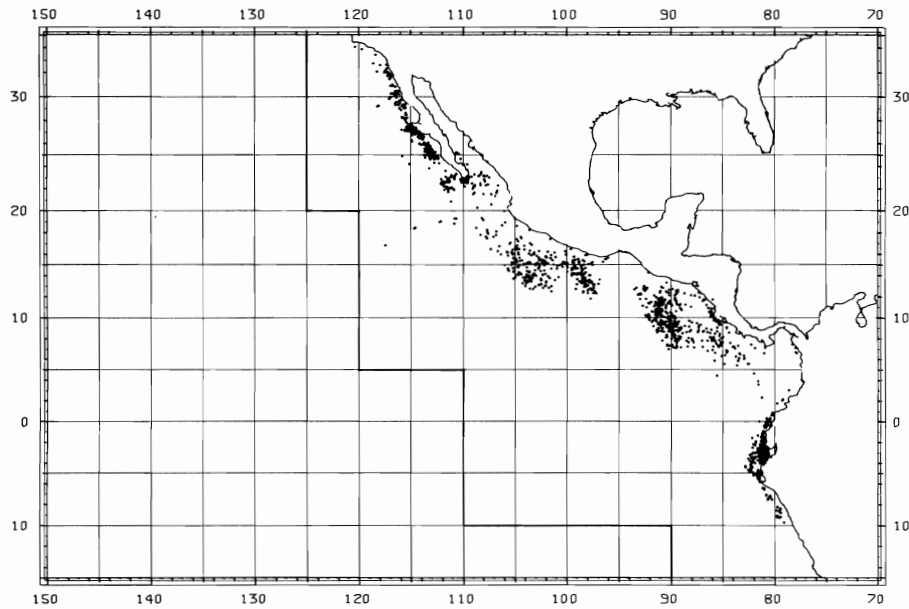


FIGURE 7a. Geographic distribution of unidentified sets in 1965.

FIGURA 7a. Distribución geográfica en 1965, de lances sin identificar.

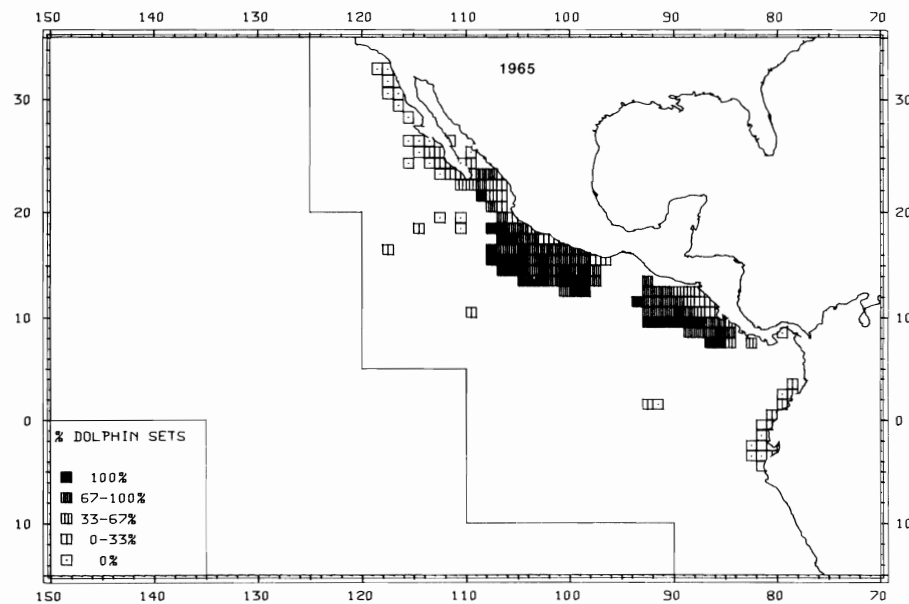


FIGURE 7b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1965. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 7b. Distribución geográfica en 1965, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

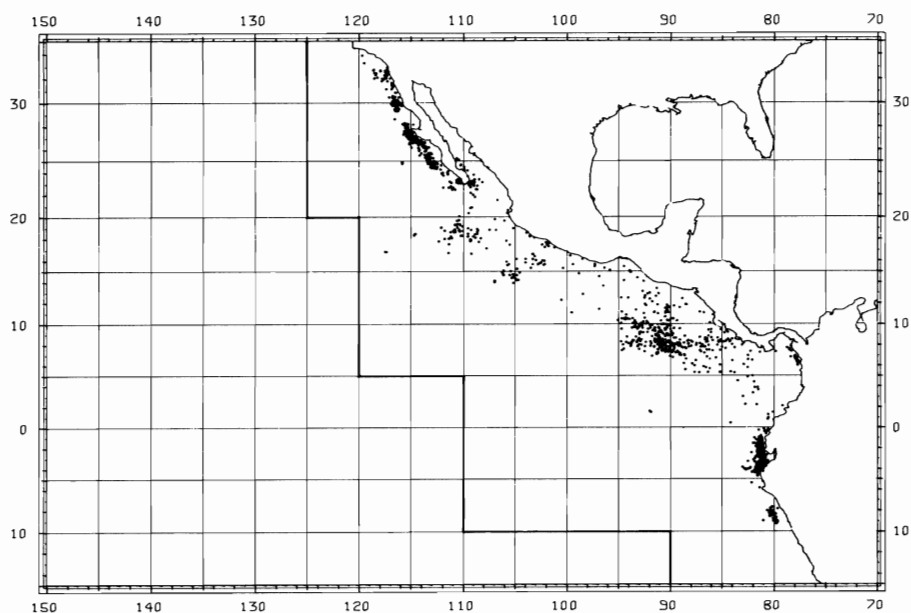


FIGURE 8a. Geographic distribution of unidentified sets in 1966.

FIGURA 8a. Distribución geográfica en 1966, de lances sin identificar.

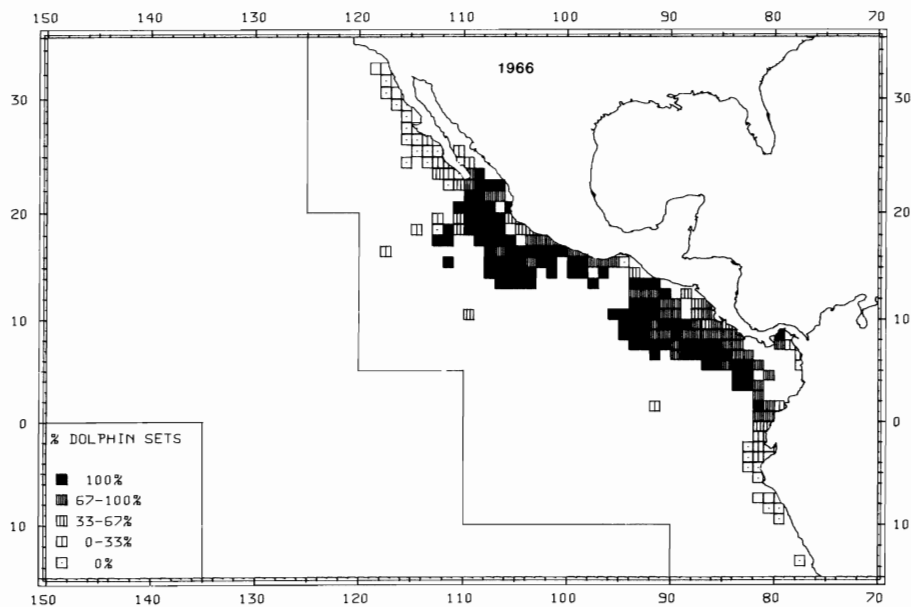


FIGURE 8b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1966. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 8b. Distribución geográfica en 1966, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

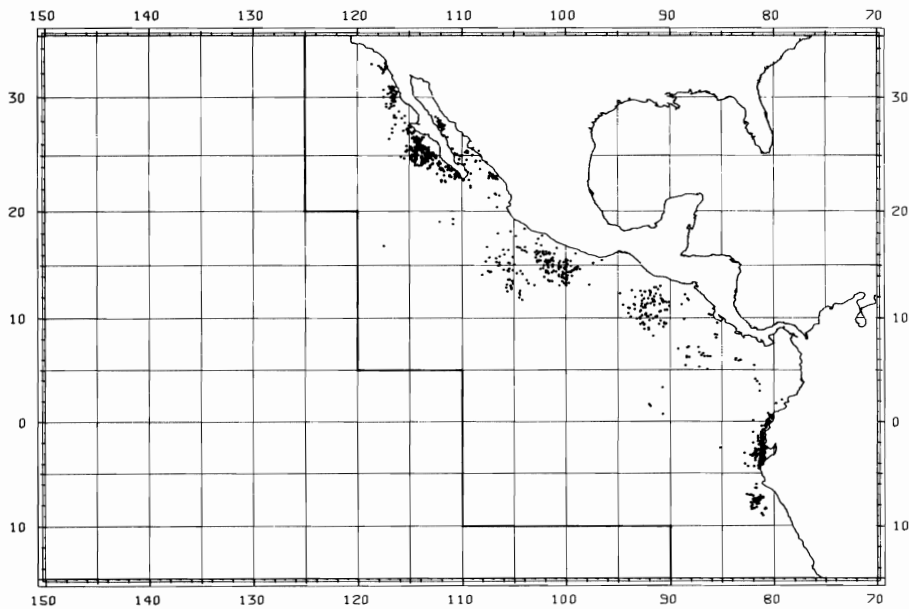


FIGURE 9a. Geographic distribution of unidentified sets in 1967.
FIGURA 9a. Distribución geográfica en 1967, de lances sin identificar.

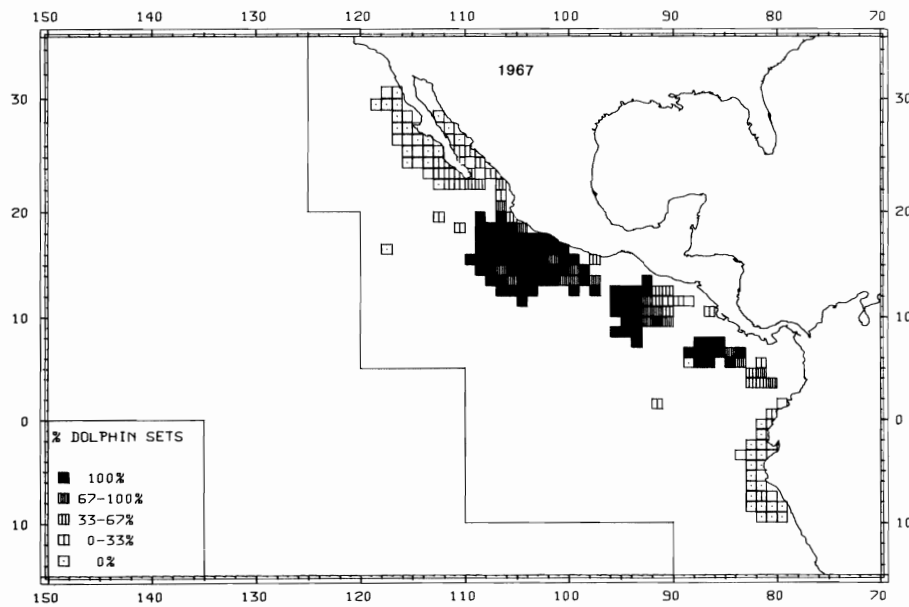


FIGURE 9b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1967. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 9b. Distribución geográfica en 1967, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

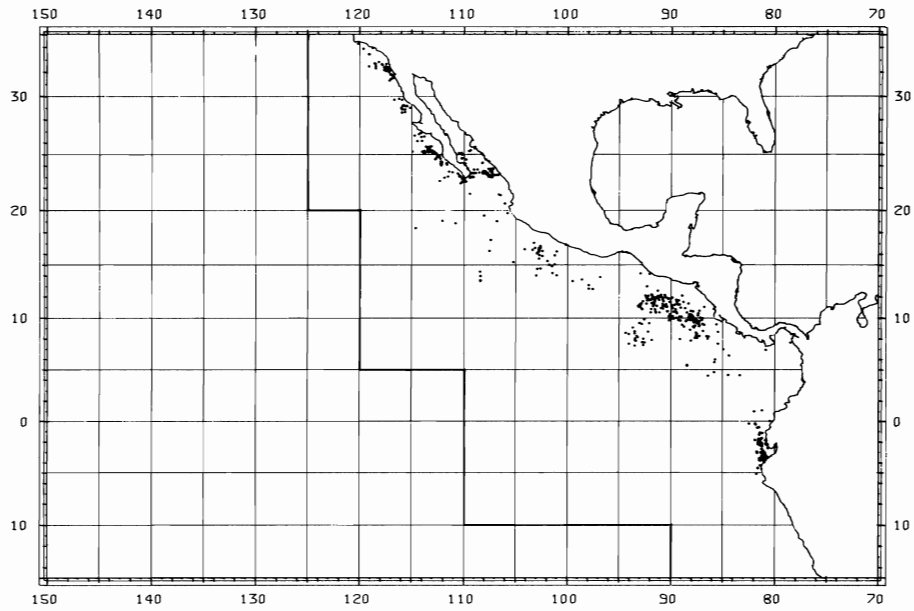


FIGURE 10a. Geographic distribution of unidentified sets in 1968.
FIGURA 10a. Distribución geográfica en 1968, de lances sin identificar.

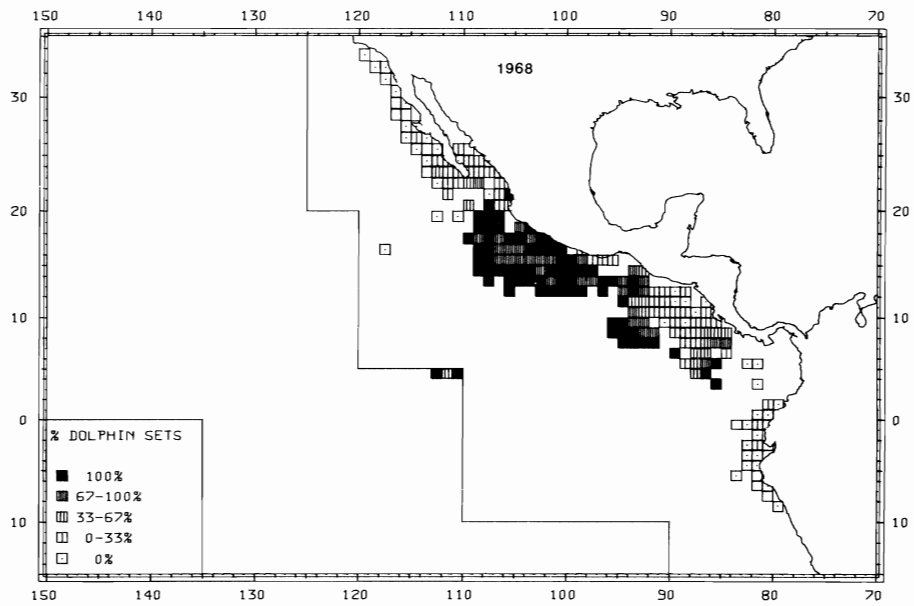


FIGURE 10b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1968. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 10b. Distribución geográfica en 1968, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

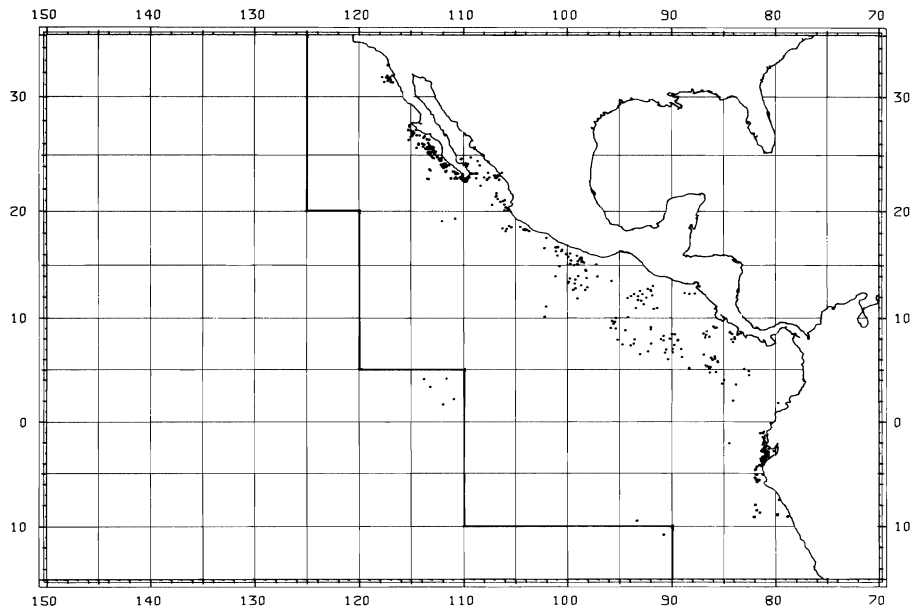


FIGURE 11a. Geographic distribution of unidentified sets in 1969.
FIGURA 11a. Distribución geográfica en 1969, de lances sin identificar.

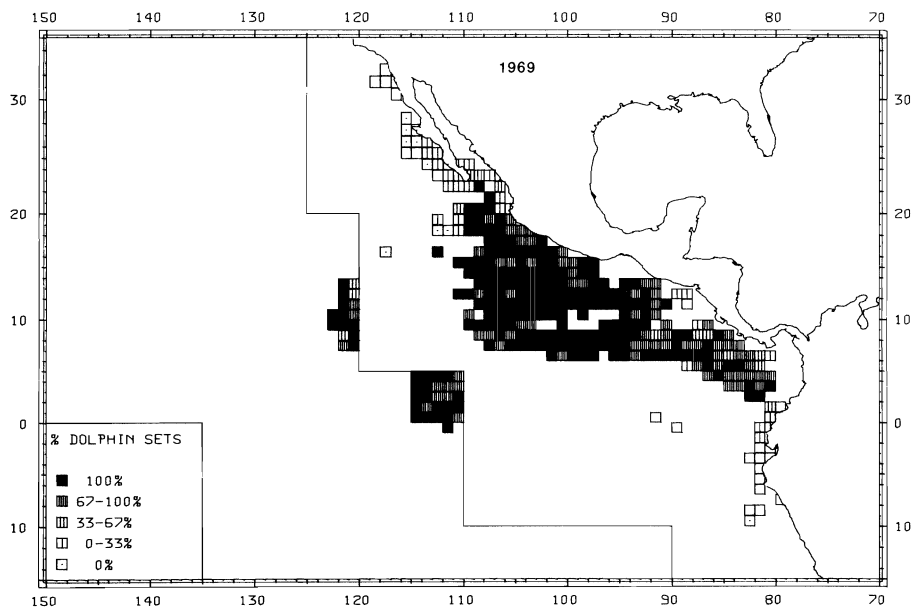


FIGURE 11b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1969. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 11b. Distribución geográfica en 1969, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

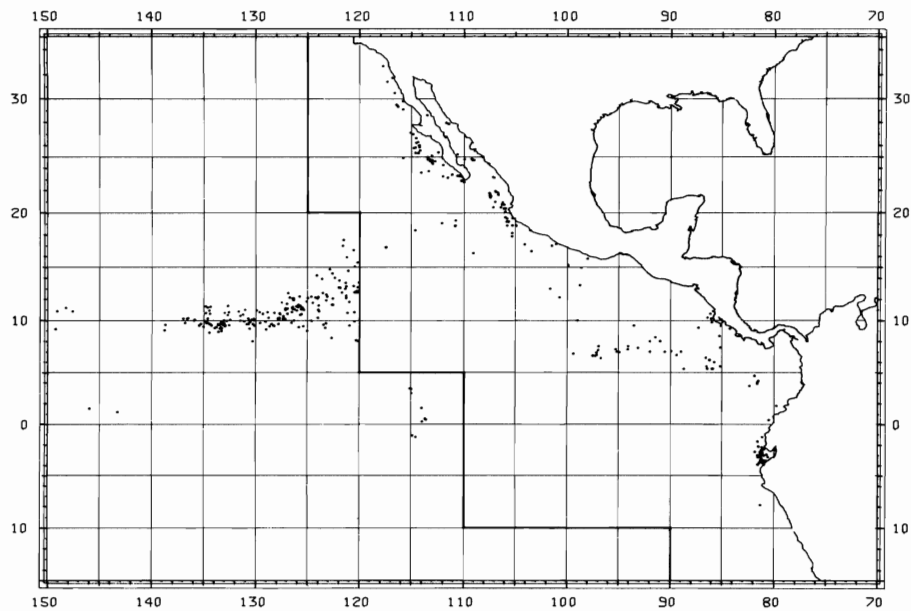


FIGURE 12a. Geographic distribution of unidentified sets in 1970.
FIGURA 12a. Distribución geográfica en 1970, de lances sin identificar.

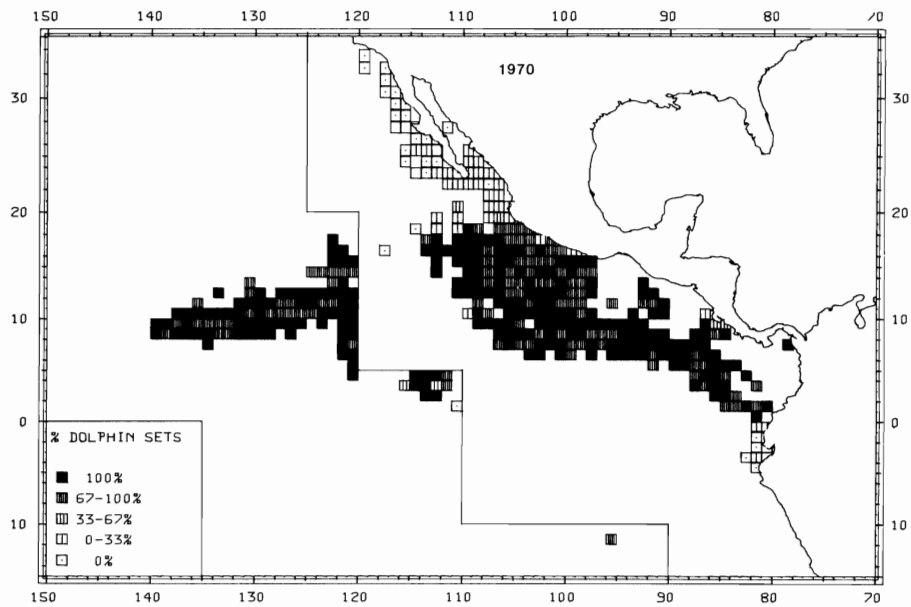


FIGURE 12b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1970. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 12b. Distribución geográfica en 1970, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

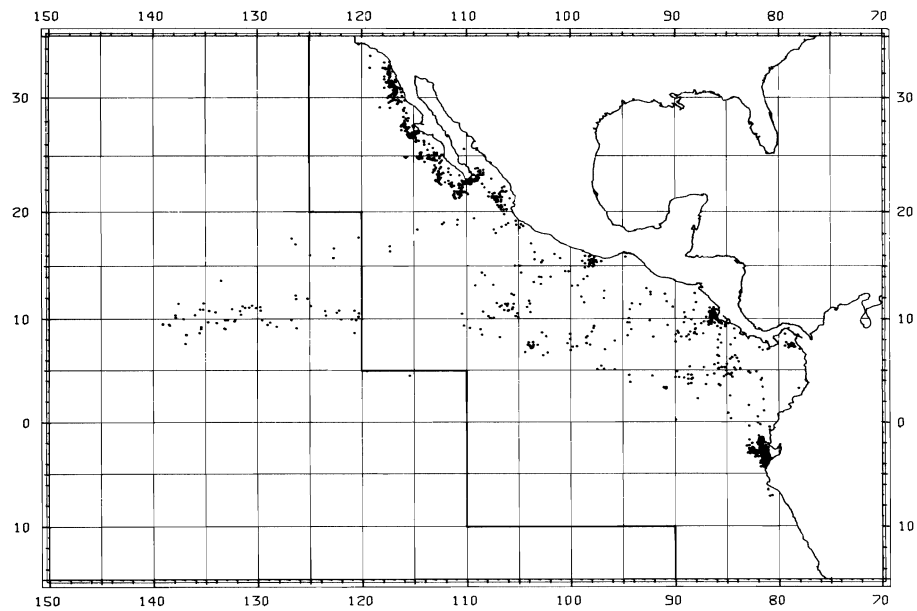


FIGURE 13a. Geographic distribution of unidentified sets in 1971.
FIGURA 13a. Distribución geográfica en 1971, de lances sin identificar.

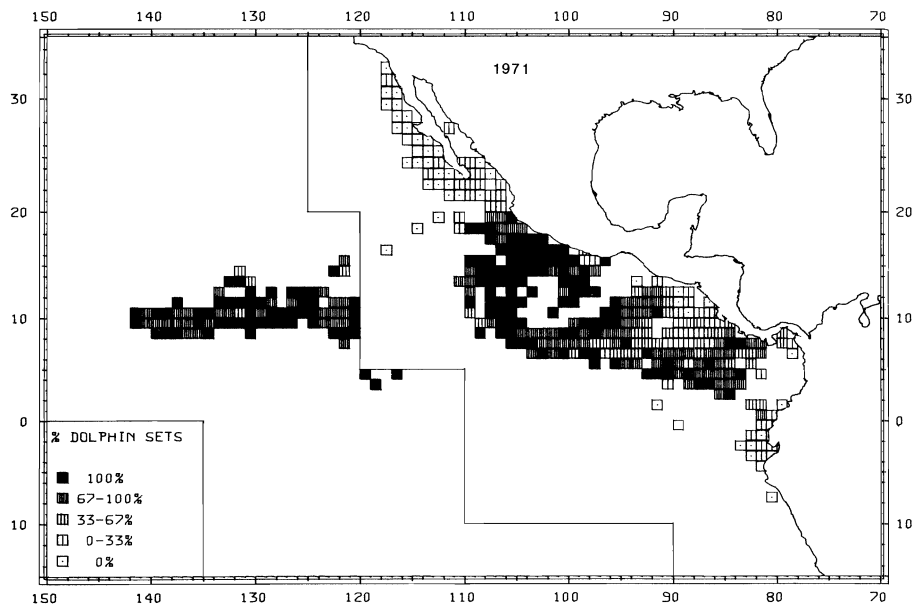


FIGURE 13b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1971. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 13b. Distribución geográfica en 1971, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

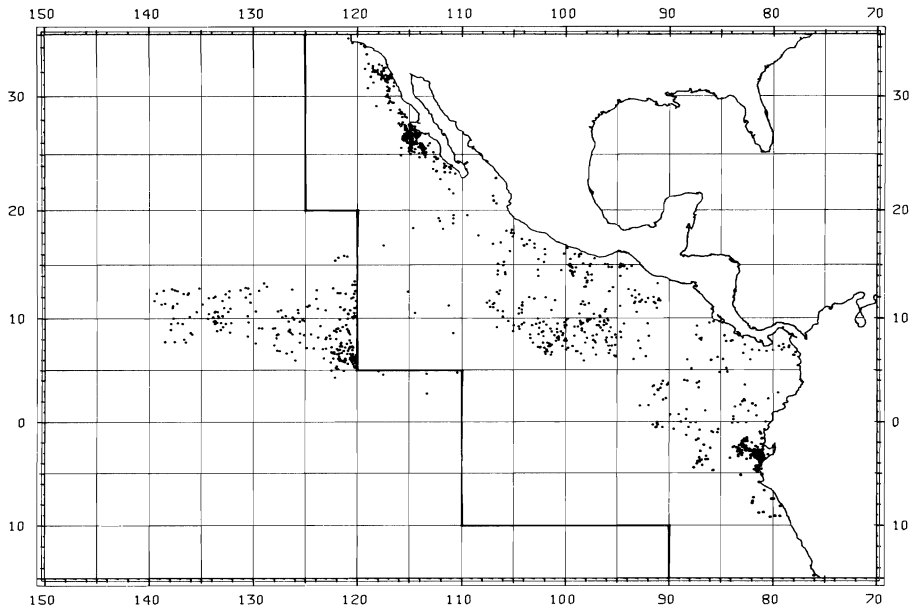


FIGURE 14a. Geographic distribution of unidentified sets in 1972.
FIGURA 14a. Distribución geográfica en 1972, de lances sin identificar.

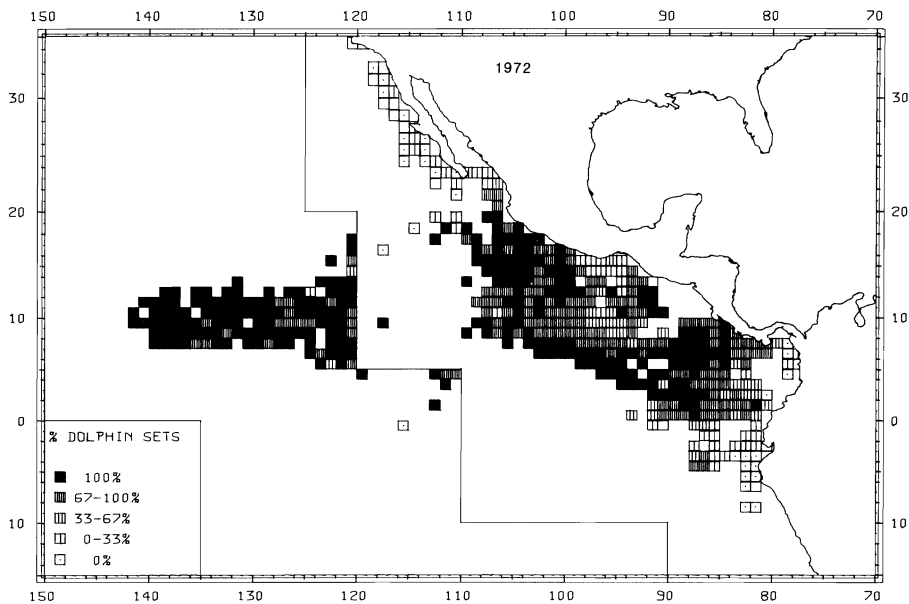


FIGURE 14b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1972. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 14b. Distribución geográfica en 1972, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

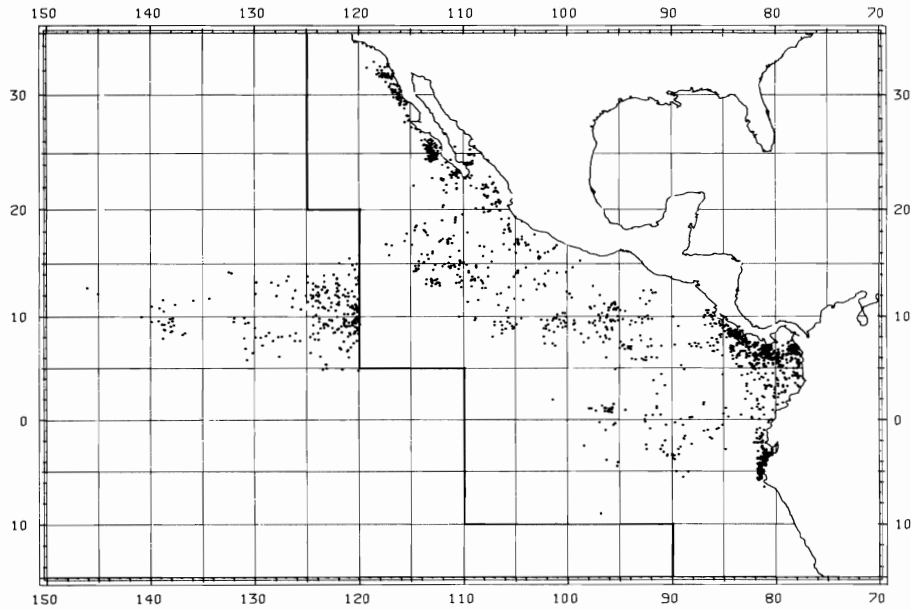


FIGURE 15a. Geographic distribution of unidentified sets in 1973.
FIGURA 15a. Distribución geográfica en 1973, de lances sin identificar.

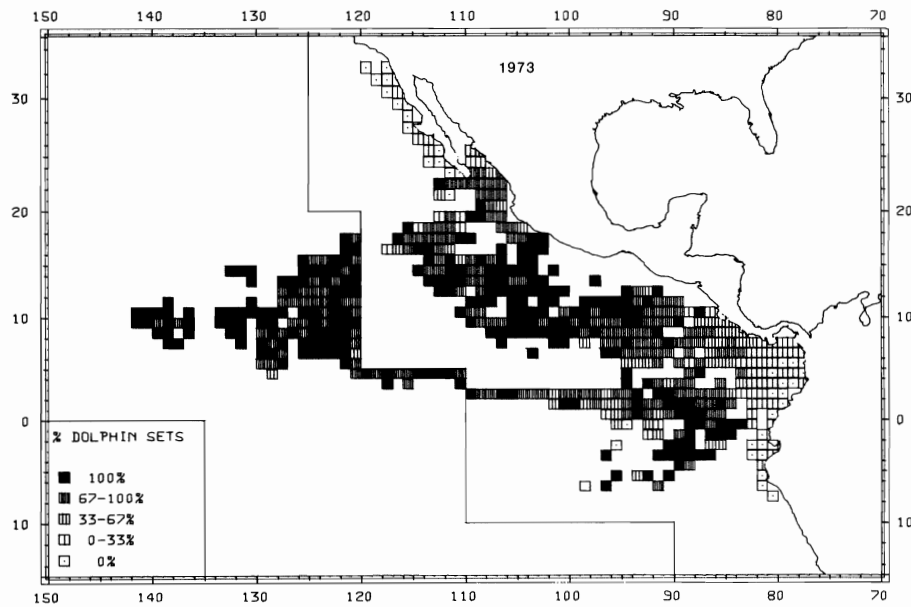


FIGURE 15b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1973. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 15b. Distribución geográfica en 1973, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

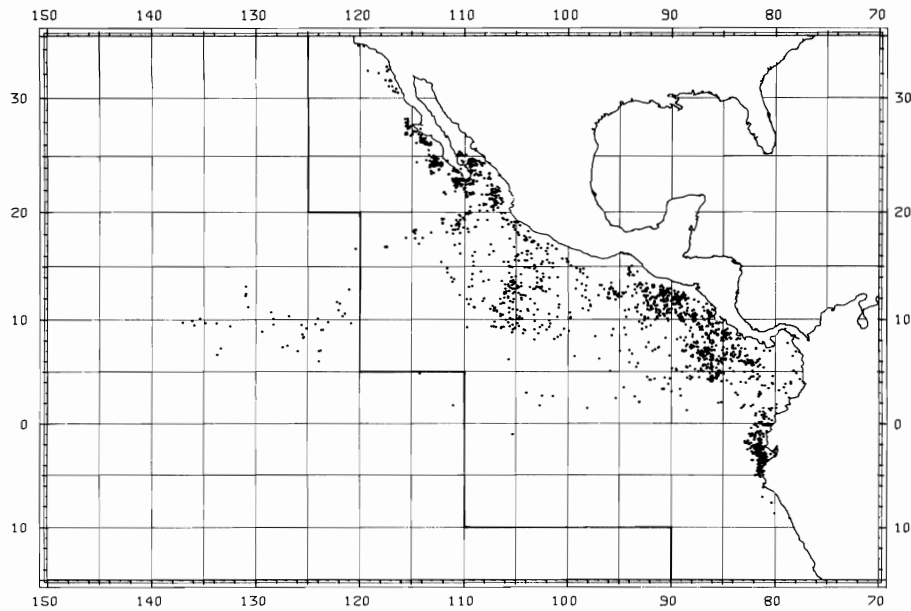


FIGURE 16a. Geographic distribution of unidentified sets in 1974.
FIGURA 16a. Distribución geográfica en 1974, de lances sin identificar.

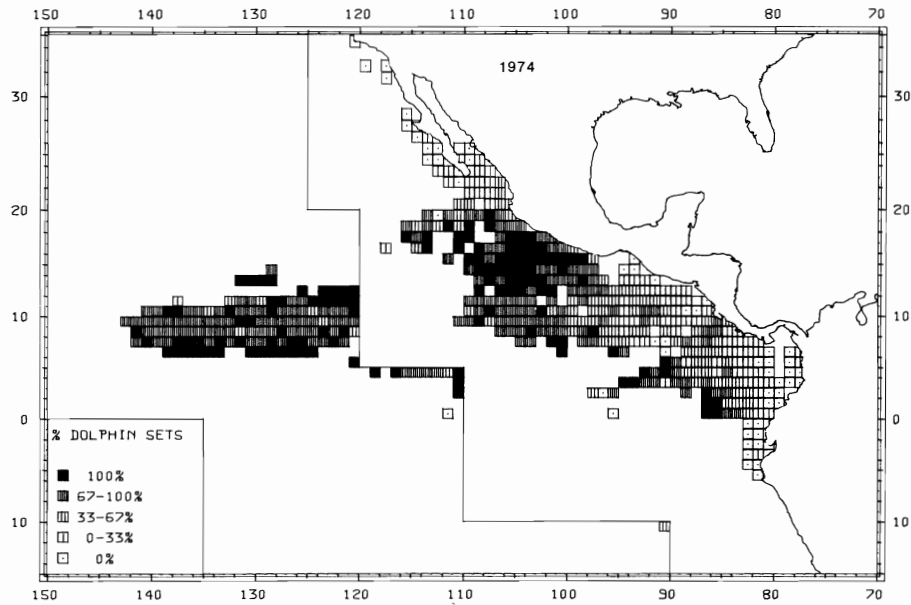


FIGURE 16b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1974. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 16b. Distribución geográfica en 1974, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

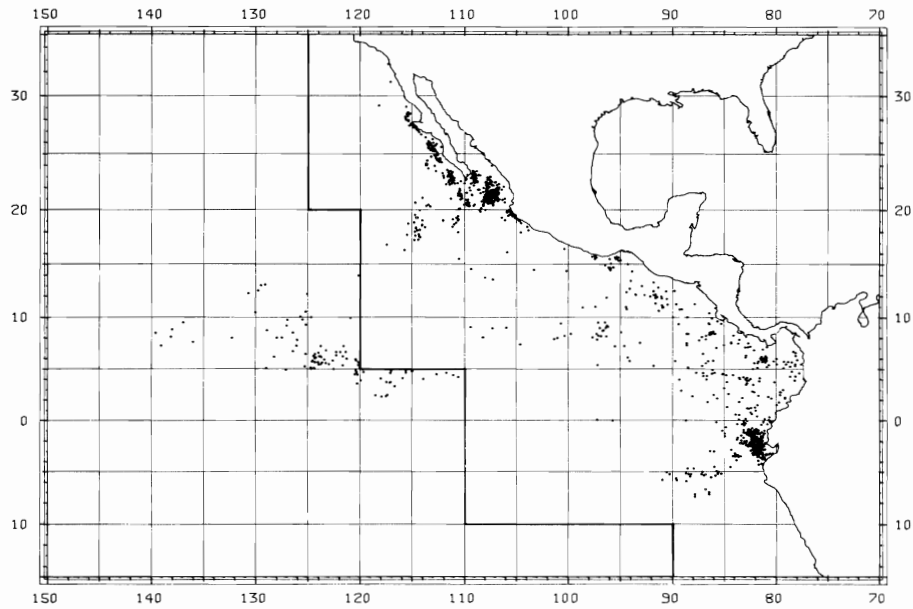


FIGURE 17a. Geographic distribution of unidentified sets in 1975.

FIGURA 17a. Distribución geográfica en 1975, de lances sin identificar.

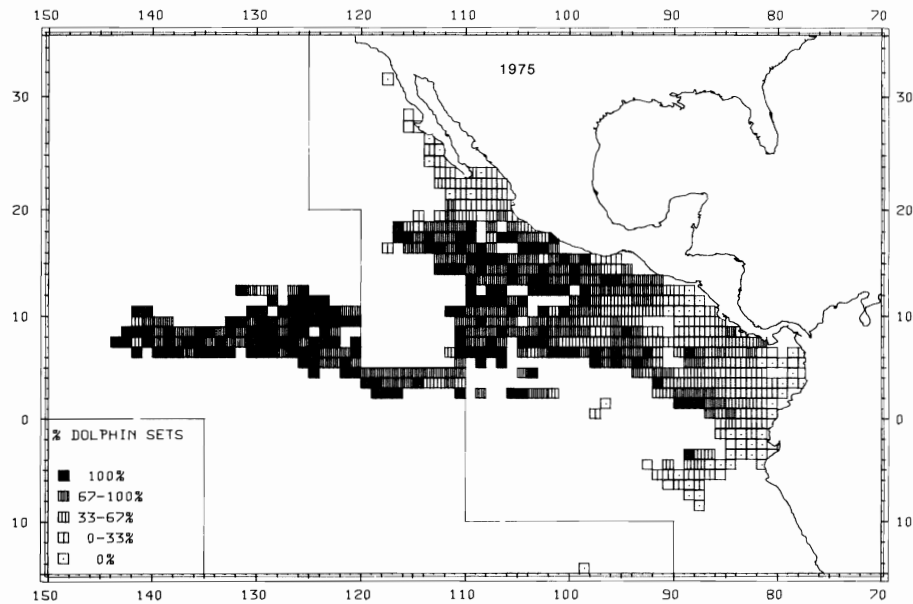


FIGURE 17b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1975. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 17b. Distribución geográfica en 1975, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

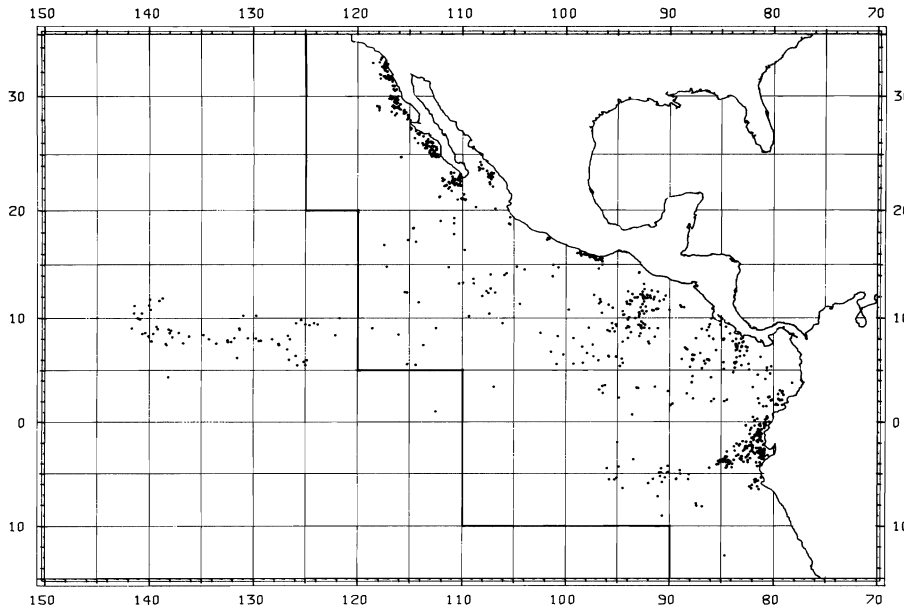


FIGURE 18a. Geographic distribution of unidentified sets in 1976.
FIGURA 18a. Distribución geográfica en 1976, de lances sin identificar.

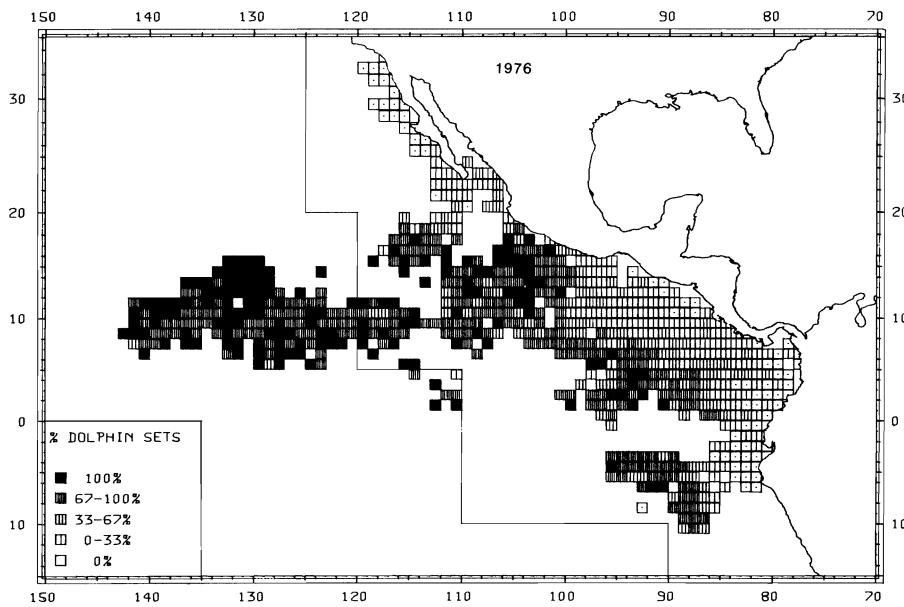


FIGURE 18b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1976. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 18b. Distribución geográfica en 1976, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

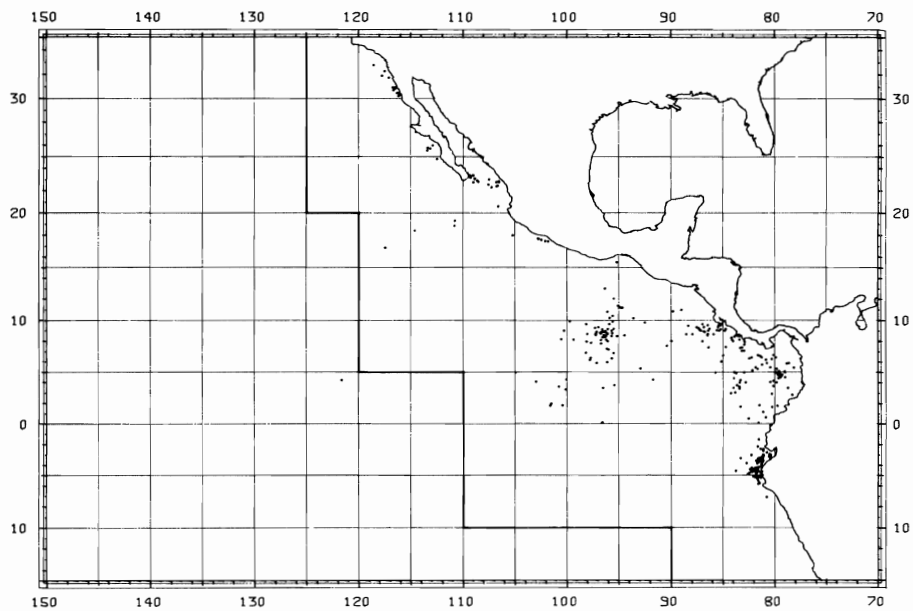


FIGURE 19a. Geographic distribution of unidentified sets in 1977.

FIGURA 19a. Distribución geográfica en 1977, de lances sin identificar.

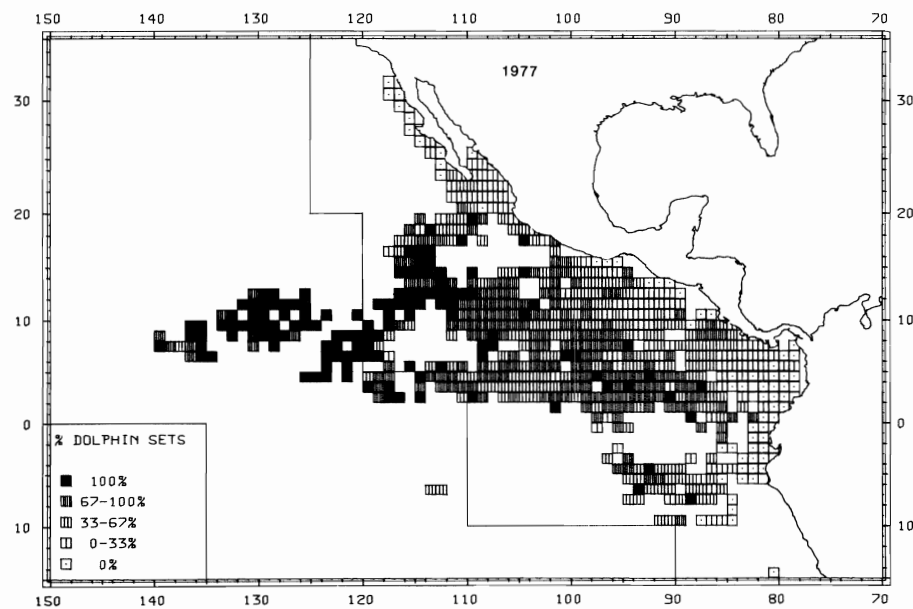


FIGURE 19b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1977. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 19b. Distribución geográfica en 1977, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

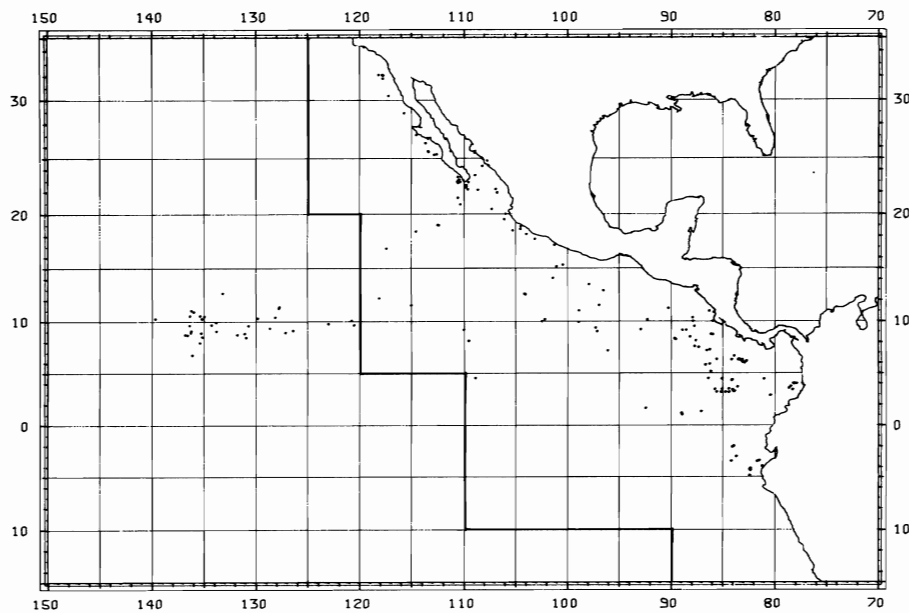


FIGURE 20a. Geographic distribution of unidentified sets in 1978.

FIGURA 20a. Distribución geográfica en 1978, de lances sin identificar.

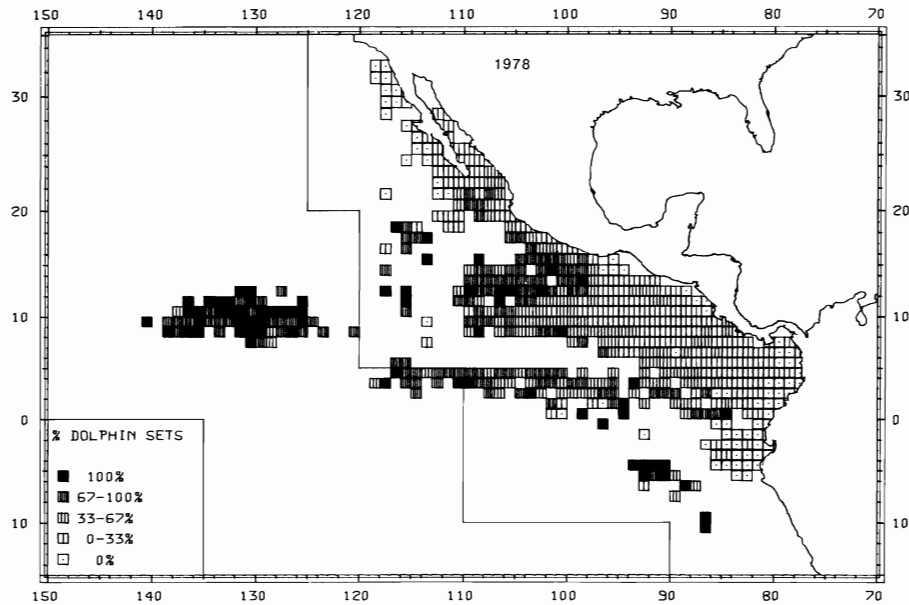


FIGURE 20b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1978. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 20b. Distribución geográfica en 1978, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

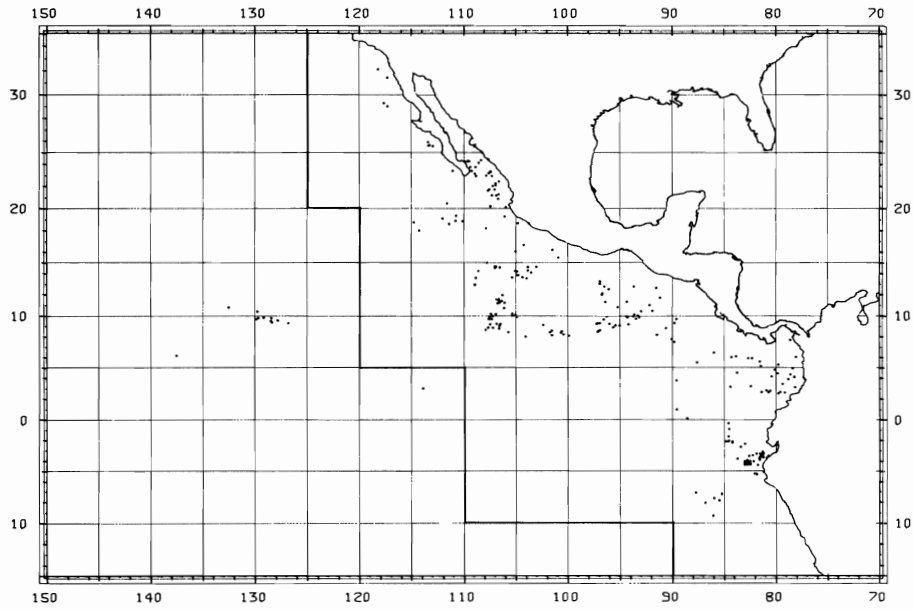


FIGURE 21a. Geographic distribution of unidentified sets in 1979.

FIGURA 21a. Distribución geográfica en 1979, de lances sin identificar.

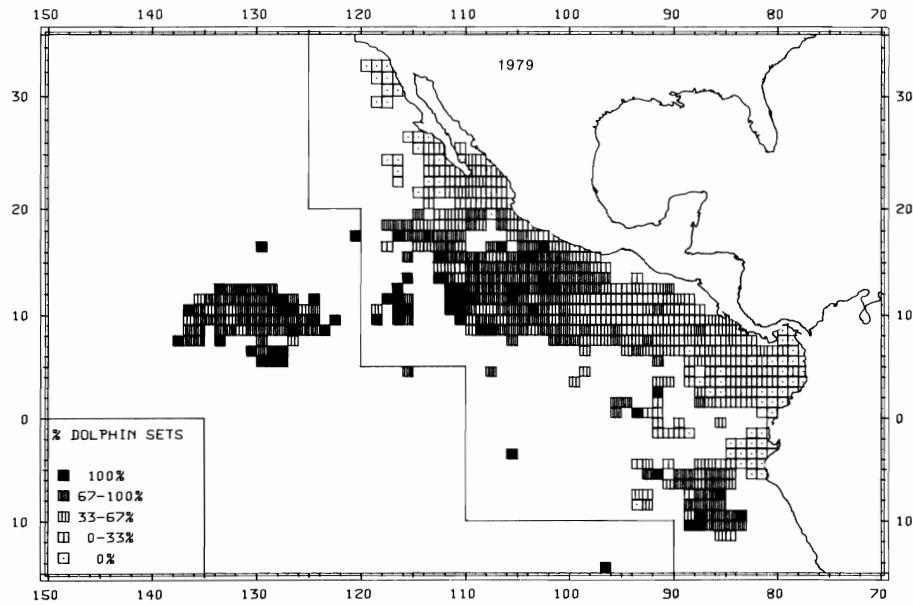


FIGURE 21b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1979. Quadrangles with less than five sets are not included.

FIGURA 21b. Distribución geográfica en 1979, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

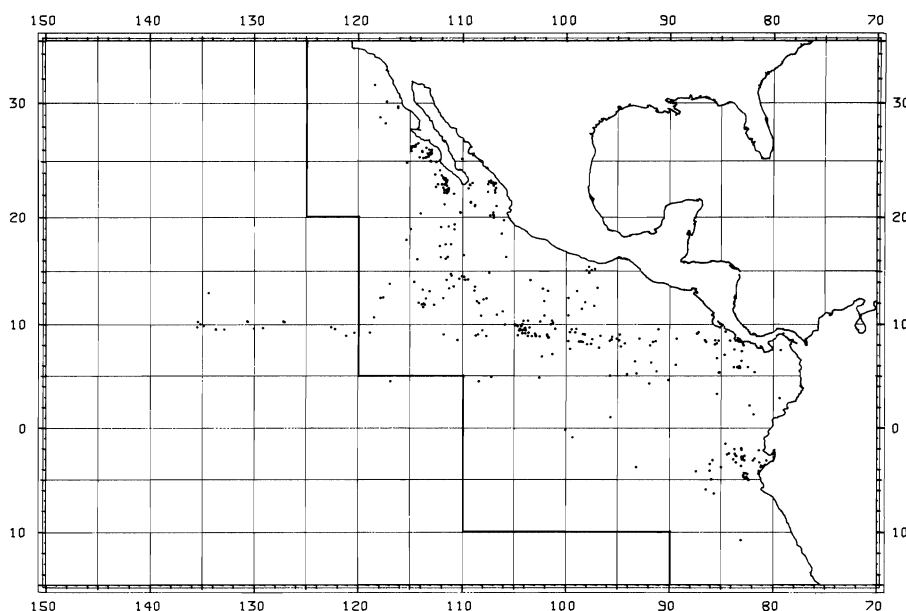


FIGURE 22a. Geographic distribution of unidentified sets in 1980.
FIGURA 22a. Distribución geográfica en 1980, de lances sin identificar.

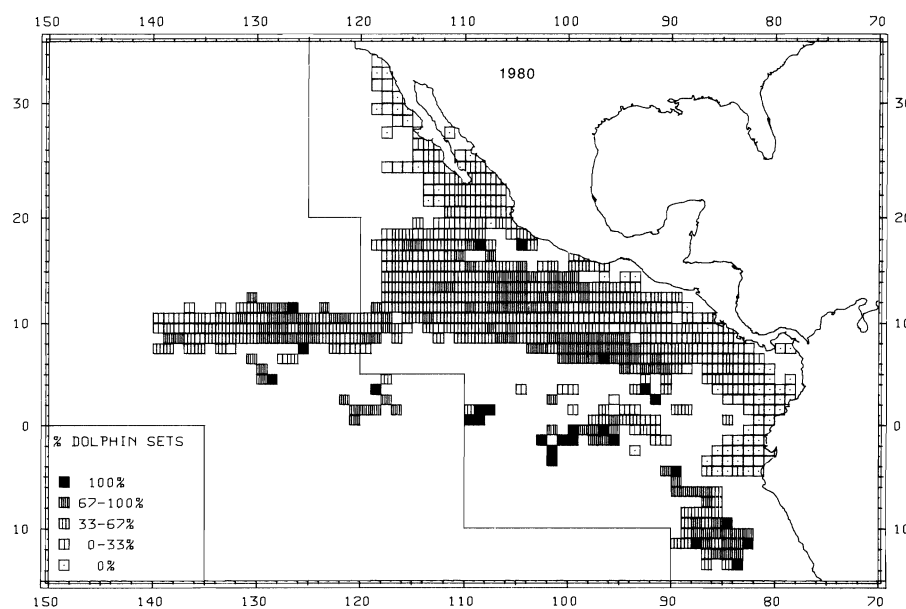


FIGURE 22b. Geographic distribution of the percent of dolphin sets among identified sets, by 1-degree quadrangles for the year 1980. Quadrangles with less than five sets are not included.
FIGURA 22b. Distribución geográfica en 1980, del porcentaje de lances sobre delfines entre lances identificados, por cuadrángulos de un grado. No se incluyen los cuadrángulos con menos de cinco lances.

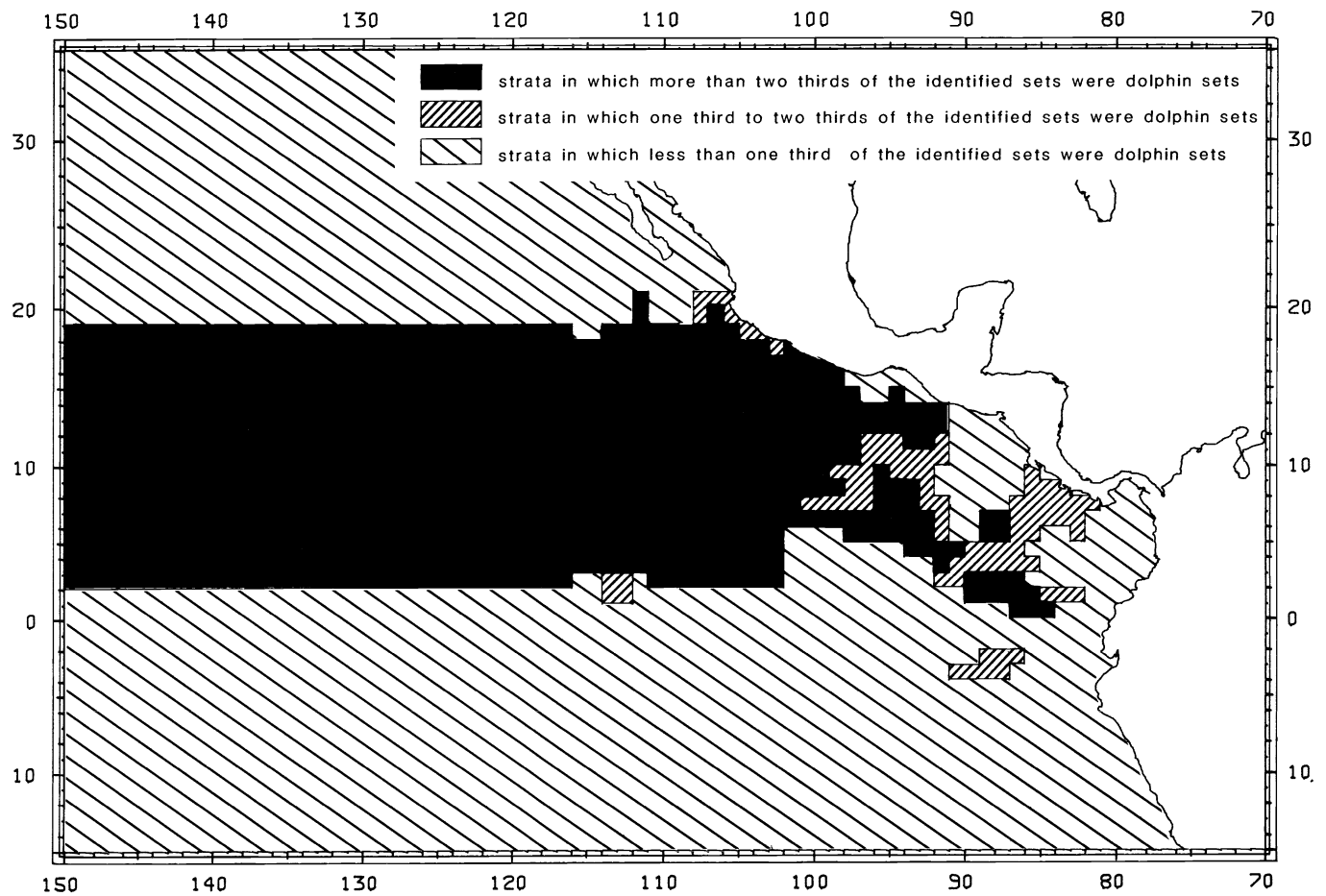
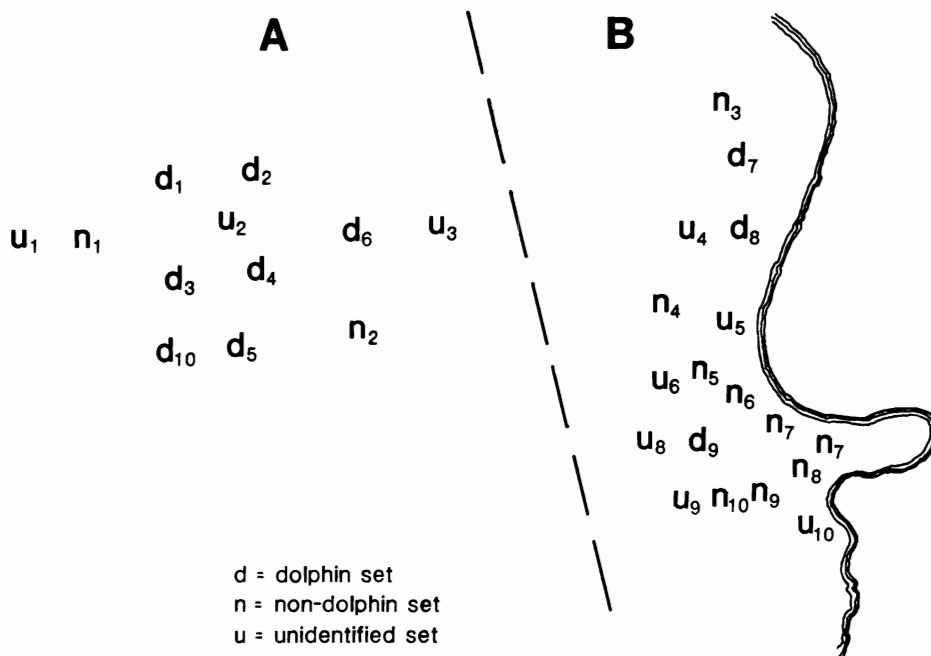


FIGURE 23. Geographic stratification of 1975 logbook data by the method of Krogman *et al.* (1978).

FIGURA 23. Estratificación geográfica de los datos de bitácora de 1975, por el método de Krogman *et al.* (1978)



Sets with dolphin sets for nearest neighbors	Sets with non-dolphin sets for nearest neighbors
d ₁ , d ₂ , d ₃ , d ₄ , d ₅ , d ₆ , d ₈ , d ₁₀	d ₇ , d ₉
n ₁ , n ₂ , n ₃	n ₄ , n ₅ , n ₆ , n ₇ , n ₈ , n ₉ , n ₁₀
u ₂ , u ₃ , u ₄ , u ₈	u ₁ , u ₅ , u ₆ , u ₇ , u ₉ , u ₁₀
Proportion of identified sets that are dolphin sets 8/11 = .727	2/9 = .222
Number of unidentified sets 4	6

Stratified estimate of the number of dolphin sets among unidentified sets
 $4 \times 0.727 + 6 \times 0.222 = 4.24$

FIGURE 24. Hypothetical example of stratification by the set type of the nearest neighbor.
FIGURA 24. Ejemplo hipotético de la estratificación por tipo de lance del lance más cercano.

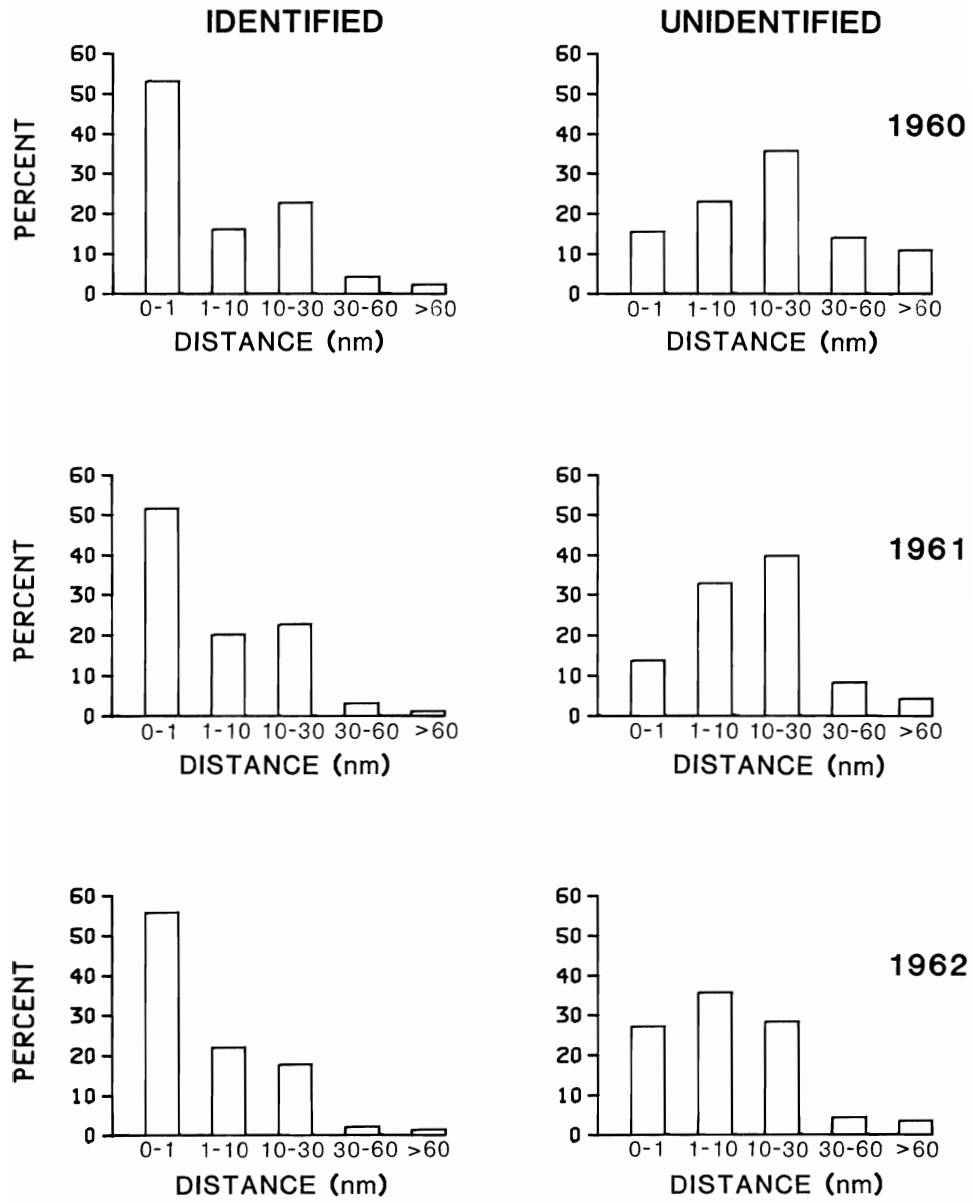
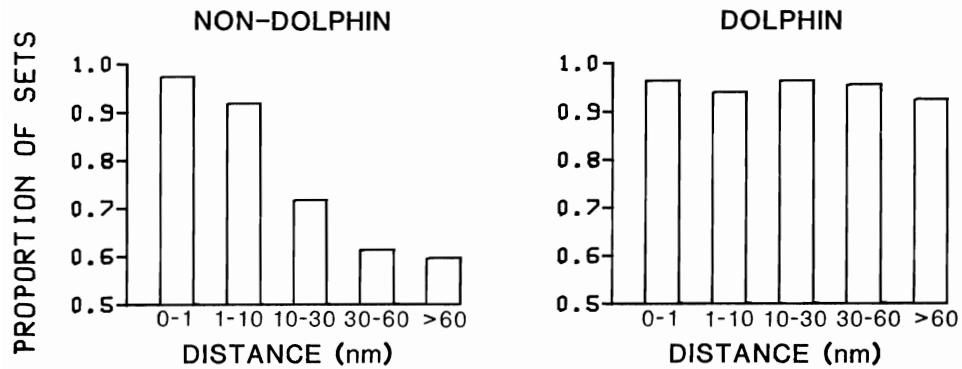


FIGURE 25. Distribution of identified and unidentified sets over distance from nearest neighbor.
FIGURA 25. Distribución con relación a la distancia del lance más cercano de los lances identificados y sin identificar.

SUCCESSFUL YELLOWFIN



UNSUCCESSFUL

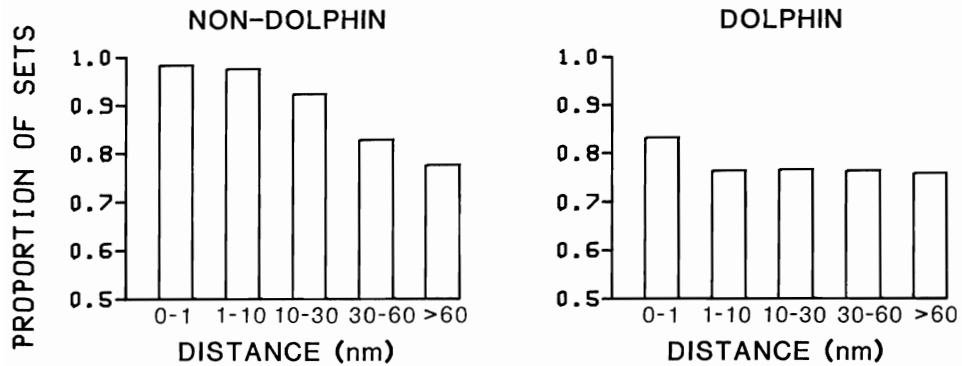


FIGURE 26. Proportion of sets which are the same type as their nearest neighbor by distance from nearest neighbor. (from 1975 logbook data)

FIGURA 26. Proporción de lances que son del mismo tipo que los lances más cercanos por distancia del lance más cercano (datos de bitácora de 1975).

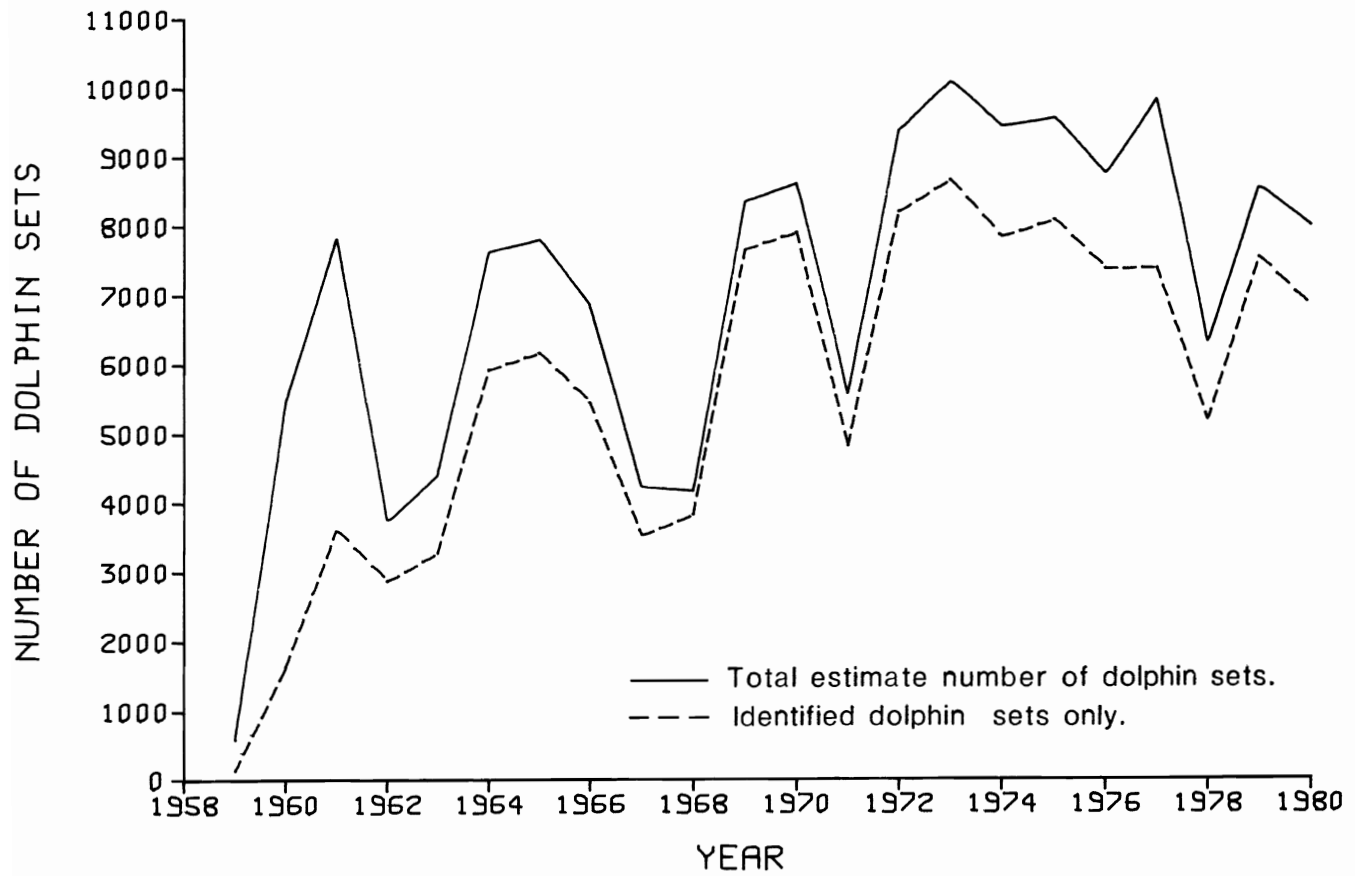


FIGURE 27. Annual estimates of dolphin sets.
FIGURA 27. Estimaciones anuales de los lances sobre delfines.

TABLE 1. Percentage of eastern Pacific tuna fleet comprised of purse seiners by number of vessels and by holding capacity.

TABLA 1. Porcentaje de la flota atunera del Pacífico oriental formada por barcos cerqueros, por número de barcos y capacidad de acarreo.

Year	By number of vessels	By holding capacity
Año	Por número de barcos	Por capacidad de acarreo
1959	26.1%	22.8%
1960	46.4%	57.4%
1961	53.4%	73.1%
1962	52.0%	81.2%
1963	51.4%	85.6%
1964	52.7%	88.0%
1965	51.8%	86.8%
1966	50.4%	86.1%
1967	50.4%	86.8%
1968	52.8%	88.8%
1969	56.6%	90.6%
1970	56.8%	91.4%
1971	49.0%	92.2%
1972	50.2%	92.7%
1973	56.5%	93.7%
1974	63.5%	94.7%
1975	66.9%	95.5%
1976	64.2%	95.6%
1977	69.5%	96.6%
1978	71.1%	96.8%
1979	80.7%	97.6%
1980	80.8%	97.7%

TABLE 2. Stratification by successful yellowfin and unsuccessful sets based on IATTC logbook data, 1975.**TABLA 2.** Estratificación por lances positivos de aleta amarilla y lances negativos, basados en los datos de bitácora de la CIAT, 1975.

Stratum	Unidentified sets	All identified sets	Identified dolphin sets	Identified non-dolphin sets	% dolphin sets among identified sets
Estrato	Lances sin identificar	Todos lances identificados	Lances identificados del delfines	Lances identificados sin delfines	% de lances sobre delfines entre lances identificados
Successful yellowfin sets	912	11684	6939	4745	59.4%
Lances positivos de a. amarilla					
Unsuccessful sets	835	5990	1228	4762	21.3%
Lances negativos					
Total	1747	17674	8167	9507	46.2%
% successful yellowfin	52.2%	66.1%	85.0%	49.9%	—
% lances positivos a. amarilla					

Estimation of the number of dolphin sets among the unidentified sets
 Estimación del número de lances sobre delfines entre los lances sin identificar

1) Unstratified estimate:

1747 unidentified sets \times .462 dolphin sets/identified set = 807 dolphin sets.

1) Estimación sin estratificar:

1747 lances sin identificar \times .462 lances sobre delfines/lance identificado = 807 lances sobre delfines.

2) Stratified estimate:

912 unidentified successful yellowfin sets \times .594 dolphin sets per successful yellowfin set + 835 unidentified sets \times .213 dolphin sets per unsuccessful set = 720 dolphin sets.

2) Estimación estratificada:

912 lances positivos de aleta amarilla sin identificar \times .594 lances sobre delfines por lance positivo de aleta amarilla + 835 lances negativos sin identificar \times .213 lances sobre delfines por lance negativo = 720 lances sobre delfines.

TABLE 3. Differences between the two capacity strata.
 TABLA 3. Diferencias entre los dos estratos de la capacidad.

STRATUM TYPE—TIPO DE ESTRATO						
Year	Sets from vessels with capacity less than 500 tons			Sets from vessels with capacity greater than or equal to 500 tons		
	Lances por barcos con menos de 500 toneladas de capacidad			Lances por barcos con capacidad de 500 o más toneladas		
	% of identified sets that are dolphin sets	% of all identified sets	% of all unidentified sets	% of identified sets that are dolphin sets	% of all identified sets	% of all unidentified sets
Año	% de lances identificados que son lances sobre delfines	% de todos los lances identificados	% de todos los lances sin identificar	% de lances identificados que son lances sobre delfines	% de todos los lances identificados	% de todos los lances sin identificar
1959	17.30	100.00	100.00	—	0.00	0.00
1960	58.72	100.00	100.00	—	0.00	0.00
1961	54.87	95.93	97.27	30.40	4.07	2.73
1962	31.91	92.22	96.52	9.35	7.78	3.48
1963	34.14	91.64	94.67	3.82	8.36	5.33
1964	52.65	91.24	94.82	8.66	8.76	5.18
1965	58.39	87.94	88.26	10.21	12.06	11.74
1966	56.21	83.00	87.91	17.69	17.00	12.09
1967	36.89	86.40	86.49	10.55	13.60	13.51
1968	38.81	76.44	80.04	23.36	23.56	19.96
1969	55.69	68.93	78.98	72.91	31.07	21.02
1970	30.82	58.85	48.84	75.75	41.15	51.16
1971	19.95	46.57	66.99	51.86	53.43	33.01
1972	41.37	37.75	52.62	77.06	62.25	47.38
1973	32.00	25.11	47.96	57.27	74.89	52.04
1974	15.03	23.71	52.62	53.80	76.29	47.38
1975	5.42	24.30	54.89	59.30	75.70	45.11
1976	3.81	20.02	61.88	43.27	79.98	38.12
1977	3.29	24.29	59.10	49.33	75.71	40.90
1978	3.02	24.92	22.59	30.04	75.08	77.41
1979	3.48	25.90	36.50	42.41	74.10	63.59
1980	1.92	23.20	23.05	40.88	76.80	76.95

TABLE 4. Differences between month strata.
 TABLA 4. Diferencias entre los estratos mensuales.

PERCENT OF THE IDENTIFIED SETS BY MONTHS PORCENTAJE MENSUAL DE LOS LANCES IDENTIFICADOS												
YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1959	7.08	14.15	16.12	10.22	5.90	0.26	5.11	9.31	6.29	6.95	13.63	4.98
1960	5.47	6.58	5.79	4.90	6.04	12.54	8.22	11.08	4.61	7.51	14.80	12.47
1961	4.71	7.04	6.70	8.69	9.16	5.13	5.31	8.54	7.19	11.51	10.42	15.60
1962	9.95	7.40	13.76	10.83	10.27	9.34	5.29	7.01	4.45	5.62	8.30	7.79
1963	7.84	13.13	9.64	10.34	9.63	4.49	3.08	6.78	6.32	7.78	9.65	11.30
1964	9.38	13.93	11.64	10.43	9.91	6.93	8.59	5.16	5.32	5.48	6.78	6.45
1965	6.67	11.08	13.86	11.41	8.25	6.88	7.06	5.70	6.30	7.04	9.34	6.41
1966	8.86	11.82	10.96	12.01	10.08	5.89	8.12	8.86	8.24	7.76	6.40	1.02
1967	10.06	13.21	10.57	10.92	13.64	11.98	9.23	7.86	4.50	5.06	2.50	0.48
1968	1.19	14.79	15.54	17.14	14.12	11.67	8.96	6.23	3.54	2.79	3.01	1.02
1969	15.15	13.56	17.81	17.79	8.21	5.28	4.56	3.95	4.99	4.53	3.75	0.40
1970	15.59	17.91	13.43	15.95	7.53	4.29	5.16	4.81	6.24	3.36	3.89	1.85
1971	15.98	9.62	18.70	10.19	12.45	6.67	4.73	3.23	6.31	4.83	5.26	2.03
1972	16.41	12.08	16.41	13.84	8.14	6.77	5.49	6.00	4.66	3.91	4.58	1.71
1973	10.31	9.72	15.43	23.84	10.70	6.67	3.72	5.24	3.96	4.16	4.46	1.80
1974	8.78	15.64	10.18	15.84	14.85	6.06	6.87	5.57	4.74	4.58	4.42	2.49
1975	12.06	13.45	8.98	12.19	11.90	7.26	6.07	6.24	3.98	8.36	4.91	4.62
1976	9.07	11.74	8.96	13.82	10.87	8.79	8.38	6.69	7.60	6.28	4.07	3.73
1977	6.55	8.86	7.10	9.04	11.24	12.99	6.46	9.84	9.71	6.88	5.94	5.39
1978	7.05	12.58	11.26	14.52	10.51	8.93	7.55	5.80	4.63	6.32	5.58	5.27
1979	7.09	11.40	11.60	10.10	9.25	8.18	7.47	7.18	7.76	8.14	6.80	5.03
1980	8.54	9.51	11.51	11.93	9.16	9.44	7.74	7.89	5.87	6.16	7.08	5.16

PERCENT OF THE UNIDENTIFIED SETS BY MONTHS PORCENTAJE MENSUAL DE LOS LANCES SIN IDENTIFICADOS												
YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1959	2.36	9.33	16.67	17.90	5.98	0.20	11.16	9.76	3.85	7.04	12.55	3.19
1960	6.56	8.20	14.00	9.77	11.83	7.32	8.36	7.71	3.39	2.13	11.32	9.41
1961	14.13	10.13	11.30	16.37	7.72	7.60	9.07	7.08	4.98	4.29	3.92	3.41
1962	8.15	7.36	8.46	8.18	6.20	9.26	7.64	13.84	6.43	6.76	8.12	9.60
1963	8.14	9.27	8.90	11.12	9.66	5.13	5.31	8.46	9.34	9.12	7.73	7.82
1964	6.78	9.93	8.58	10.06	12.09	7.71	12.31	5.91	4.47	7.65	9.39	5.11
1965	3.59	7.08	10.86	10.22	7.19	8.57	12.09	8.47	11.24	8.79	7.19	4.71
1966	4.66	12.52	13.75	13.15	9.93	7.55	12.64	10.38	5.66	6.89	2.35	0.54
1967	13.09	12.66	10.69	8.57	10.17	14.45	7.49	5.46	4.85	7.11	4.90	0.56
1968	4.03	22.03	13.86	6.20	8.27	14.06	10.96	10.13	5.58	4.34	0.52	0.00
1969	7.68	14.40	17.85	14.40	13.24	6.72	5.28	4.80	6.91	5.28	2.59	0.86
1970	1.86	8.22	5.89	7.75	5.89	3.72	5.89	15.97	11.94	13.95	9.46	9.46
1971	13.70	11.86	23.95	4.28	7.36	5.98	6.34	5.38	6.90	6.62	5.29	2.34
1972	8.80	8.54	10.19	8.08	11.63	8.80	6.17	8.13	8.33	8.08	7.77	5.50
1973	8.57	7.37	15.10	17.69	11.67	12.51	7.70	9.15	2.66	2.77	2.59	2.22
1974	7.67	11.09	12.06	15.97	10.83	5.69	9.49	5.69	5.28	3.68	7.44	5.10
1975	11.17	14.54	10.34	11.72	9.95	9.01	5.36	4.20	3.70	8.68	5.25	6.08
1976	8.14	6.15	6.00	11.03	11.03	14.43	6.51	6.51	14.66	8.36	4.00	2.81
1977	12.43	18.02	17.30	9.55	5.95	7.75	10.63	15.32	2.34	0.36	0.36	0.00
1978	0.00	0.33	2.33	14.62	20.27	17.61	10.30	6.64	4.98	9.97	6.98	5.98
1979	2.67	10.68	15.13	14.54	2.67	1.78	2.37	9.20	10.98	16.91	5.64	7.42
1980	10.74	6.64	5.08	7.03	11.33	18.95	8.98	5.66	7.03	10.55	5.86	2.15

PERCENT OF IDENTIFIED SETS THAT WERE DOLPHIN SETS PORCENTAJE DE LANCES IDENTIFICADOS QUE FUERON LANCES SOBRE DELFINES												
YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1959	11.11	10.19	4.07	12.82	28.89	0.00	7.04	0.00	0.00	11.32	40.38	89.47
1960	78.43	73.91	19.75	75.91	37.87	57.83	15.65	70.97	64.34	82.86	56.76	67.62
1961	93.35	87.08	43.21	58.32	70.85	55.23	38.76	31.59	33.40	34.72	47.93	63.58
1962	51.33	36.89	31.85	43.58	58.56	13.32	3.39	2.11	3.08	16.32	33.76	21.52
1963	14.69	64.90	48.19	31.93	29.95	15.95	0.00	0.71	3.37	17.31	38.21	44.99
1964	70.51	77.13	42.20	50.87	47.54	27.62	12.97	18.08	22.33	44.88	73.81	60.36
1965	64.49	85.49	73.29	49.63	58.76	39.01	7.99	37.78	16.69	25.76	62.09	63.47
1966	81.99	52.60	45.94	42.29	54.87	40.75	27.88	36.44	57.95	53.66	55.59	15.32
1967	58.26	60.72	63.85	69.10	32.06	3.41	3.40	0.12	0.21	0.19	0.38	0.00
1968	0.77	48.85	68.78	58.45	20.77	7.95	26.77	10.03	2.60	0.99	7.03	1.80
1969	91.61	70.03	73.00	72.71	42.40	14.85	15.61	32.59	27.88	23.14	75.91	42.00
1970	74.96	28.92	52.10	63.77	42.33	29.28	20.32	49.22	43.62	63.93	54.93	22.11
1971	52.65	31.97	27.16	47.96	23.90	30.64	25.24	26.73	61.86	55.43	23.75	31.56
1972	80.85	78.69	72.27	63.01	60.80	47.13	34.70	46.37	65.44	58.65	35.14	26.36
1973	57.07	73.44	50.04	34.08	36.76	48.11	49.76	56.12	76.37	79.21	62.85	55.88
1974	74.81	71.53	27.54	26.97	14.63	44.42	50.45	59.56	67.81	64.13	30.32	26.02
1975	57.53	44.76	50.72	37.26	41.13	49.65	63.06	54.63	40.40	60.76	29.76	6.00
1976	19.07	42.57	37.46	29.67	23.78	37.41	50.96	58.54	39.11	42.34	30.38	6.87
1977	19.54	5.77	8.79	6.11	36.81	67.28	67.57	65.93	52.44	49.51	36.37	14.64
1978	32.52	11.44	24.48	19.08	9.32	17.28	21.22	36.81	46.59	44.29	37.03	14.54
1979	45.68	26.96	32.17	44.60	32.37	24.76	38.68	31.99	17.28	38.80	33.59	15.68
1980	46.68	35.12	33.24	19.46	25.32	20.27	37.70	50.39	36.12	32.04	28.93	21.21

TABLE 5. Differences between the two nearest neighbor strata.

TABLA 5. Diferencias entre los dos estratos de lances más cercanos.

STRATUM TYPE—TIPO DE ESTRATO						
Year	Sets with dolphin sets for nearest neighbors			Sets with non-dolphin sets for nearest neighbors		
	Lances con lances sobre delfines de los lances más cercanos			Lances con lances sin delfines de los lances más cercanos		
	% of identified sets that are dolphin sets	% of all identified sets	% of all unidentified sets	% of identified sets that are dolphin sets	% of all identified sets	% of all unidentified sets
Año	% de lances identificados que son lances sobre delfines	% de todos los lances identificados	% de todos los lances sin identificar	% de lances identificados que son lances sobre delfines	% de todos los lances identificados	% de todos los lances sin identificar
1959	76.9	16.3	11.1	5.1	83.7	88.9
1960	88.0	59.6	47.1	15.0	40.4	52.9
1961	90.9	53.3	48.5	13.4	46.7	51.5
1962	91.3	29.2	15.7	4.6	70.8	84.3
1963	92.2	30.4	14.8	4.5	69.6	85.2
1964	95.7	47.9	34.9	4.5	52.1	65.1
1965	97.6	51.5	26.7	2.9	48.5	73.3
1966	97.6	48.5	22.5	2.8	51.5	77.5
1967	97.6	32.3	19.5	1.4	67.7	80.5
1968	94.6	35.1	14.2	3.3	64.9	85.8
1969	97.6	60.1	17.5	4.3	39.9	82.5
1970	96.8	48.1	45.1	4.3	51.9	54.9
1971	94.0	35.6	14.9	5.2	64.4	85.1
1972	96.1	63.2	34.5	8.2	36.8	65.5
1973	94.6	49.9	45.8	7.3	50.1	54.2
1974	92.1	43.2	22.6	8.7	56.8	77.4
1975	92.8	34.0	19.6	8.7	66.0	80.4
1976	89.6	34.8	17.2	7.4	65.2	82.8
1977	90.3	37.5	24.1	7.4	62.5	75.9
1978	83.0	21.7	28.9	6.9	78.3	71.1
1979	86.6	30.8	28.3	8.3	69.2	71.7
1980	80.6	29.5	31.4	11.0	70.5	68.6

TABLE 6. Percent of nearest neighbors by the step in which they were selected for the years 1960, 1965, 1970, 1975, and 1980.

TABLA 6. Porcentaje de los lances más cercanos por la etapa en que fueron seleccionados en los años de 1960, 1965, 1970, 1975 y 1980.

Year	Step number—Número de la etapa						Worst case	% of ties
	1	2	3	4	5	>5	(no. of steps)	
Año							En el peor caso	% de empates
							(no. de etapas)	
1960	57.5%	15.0%	14.9%	5.8%	2.9%	4.7%	40	23.1%
1965	83.5%	8.6%	4.7%	1.6%	0.7%	0.9%	21	34.8%
1970	75.9%	10.8%	9.0%	2.2%	0.9%	1.2%	25	29.1%
1975	71.3%	12.5%	10.5%	2.9%	1.4%	1.4%	28	18.3%
1980	69.2%	14.7%	11.0%	2.8%	1.0%	1.3%	24	12.6%

TABLE 7. Percent of nearest neighbors selected summarized by the number of days elapsed between the day in which the set was made and the day in which the nearest neighbor set was made.

TABLA 7. Porcentaje de los lances más cercanos seleccionados, compendiado por el número de días transcurrido entre el día en que se realizó el lance y el día en que se hizo el lance más cercano.

Year	Number of days—Número de días						Worst case
	0	1	2	3	4	>4	(No. of days)
Año							En el peor caso
							(no. de días)
1960	60.4%	20.1%	10.2%	3.8%	2.0%	3.4%	30
1965	84.7%	10.2%	3.2%	1.0%	0.4%	0.5%	19
1970	78.4%	14.7%	4.6%	1.3%	0.4%	0.6%	24
1975	74.3%	17.2%	5.5%	1.6%	0.7%	0.7%	23
1980	71.8%	19.3%	6.1%	1.6%	0.5%	0.7%	15

TABLE 8. Annual estimates of the number of dolphin sets.
 TABLA 8. Estimaciones anuales del número de lances sobre delfines.

Year	Identified dolphin sets			Unidentified sets estimated to be dolphin sets (from stratified estimate)			Estimated number of dolphin sets from unidentified sets not included in stratification	Estimated number of dolphin sets from trips not covered in logbook data	Total
	Successful yellowfin sets	Unsuccessful sets	Successful pure skipjack sets	Successful yellowfin sets	Unsuccessful sets	Successful pure skipjack sets			
Año	Lances identificados de delfines			Lances sin identificar estimados como lances sobre delfines (según la estimación estratificada)			No. estimado de lances sobre delfines de lances sin identificar no incluidos en la estratificación	No. estimado de lances sobre delfines de viajes no abarcados por los datos de bitácora	Total
	lances positivos de de aleta am.	lances negativos	lances positivos de barrilete puro	lances positivos de de alta am.	lances negativos	lances positivos de barrilete puro			
1959	79	54	0	22	191	0	6	39	591
1960	952	691	1	2048	1491	2	44	245	5473
1961	1841	1772	4	1877	1961	4	53	337	7848
1962	1398	1465	3	304	417	1	24	127	3739
1963	1722	1534	23	375	425	11	18	307	4416
1964	3442	2468	18	697	456	6	54	503	7643
1965	4274	1885	11	702	388	5	56	500	7820
1966	3945	1472	26	609	239	12	41	508	6851
1967	2810	695	5	362	103	1	18	217	4210
1968	2892	935	6	114	50	0	7	150	4154
1969	6204	1425	35	200	93	6	4	393	8360
1970	6601	1241	56	256	66	5	2	393	8619
1971	3899	900	17	358	115	3	8	234	5534
1972	6710	1483	8	664	151	2	43	329	9388
1973	6860	1769	20	813	254	3	15	358	10092
1974	6060	1738	25	604	252	4	9	726	9419
1975	6848	1226	4	316	116	0	37	1019	9566
1976	6287	1059	20	227	73	1	27	1029	8723
1977	6069	1288	21	136	33	1	14	2281	9841
1978	4166	988	9	78	19	0	3	1020	6284
1979	6254	1262	10	99	15	0	3	908	8552
1980	5898	879	26	169	19	1	0	974	7966

TABLE 9. Variances of estimates of annual numbers of dolphin sets.

TABLA 9. Varianza de las estimaciones del número anual de lances sobre delfines.

Year	Stratified estimate	Not included in stratified estimate	Unlogged estimate	Successful Pure skipjack sets	Total
Año	Estimación estratificada	No se incluye en la estimación estratificada	Lances no registrados	Lances positivos de barrilete puro	Total
1959	2211	6	3	0	2220
1960	6254	19	4	6	6283
1961	2880	28	4	7	2919
1962	429	18	2	3	451
1963	493	13	9	18	533
1964	303	31	22	8	364
1965	275	31	15	8	329
1966	277	23	14	17	331
1967	105	13	6	1	125
1968	60	5	3	1	69
1969	85	2	7	7	101
1970	49	1	10	5	65
1971	219	5	5	4	233
1972	228	17	3	3	251
1973	363	8	7	4	382
1974	397	6	39	5	447
1975	191	23	78	0	291
1976	118	19	106	2	245
1977	58	9	592	1	660
1978	33	3	167	0	203
1979	38	2	89	0	129
1980	70	0	174	1	245

TABLE 10. Proportions of dolphin sets (\hat{p}), number of identified (n) and unidentified (m) sets in the 20 strata used in the analyses. A = successful yellowfin sets, B = unsuccessful sets.

TABLA 10. Proporción de los lances sobre delfines (\hat{p}), número de lances identificados (n) y de lances sin identificar (m) en los 20 estratos usados con relación a los análisis. A = lances positivos de aleta amarilla, B = lances negativos.

Nearest neighbor type Tipo más cercano de lance		Nearest neighbor is dolphin set El lance más cercano es un lance sobre delfines					Nearest neighbor is non-dolphin set El lance más cercano no es un lance sobre delfines				
Distance to (n.m.) nearest neighbor Distancia al lance más cercano (n.m.)		0-1	1-10	10-30	30-60	>60	0-1	1-10	10-30	30-60	>60
		1959									
A	\hat{p}	0.91	0.14	0.75	1.00	1.00	0.01	0.08	0.03	0.40	0.64
	n	34	7	20	7	7	156	50	62	10	8
	m	5	21	58	29	26	327	318	341	100	61
B	\hat{p}	0.83	0.00	0.86	0.00	0.25	0.03	0.06	0.08	0.22	0.11
	n	29	1	7	1	8	250	32	36	9	9
	m	11	22	52	39	67	461	326	414	155	134
		1960									
A	\hat{p}	0.96	0.87	0.89	0.92	1.00	0.10	0.24	0.33	0.50	0.36
	n	413	152	270	49	19	339	99	110	12	11
	m	92	293	773	339	232	443	520	453	158	130
B	\hat{p}	0.89	0.71	0.80	0.76	0.85	0.07	0.14	0.27	0.33	0.20
	n	383	92	187	50	33	344	108	66	12	15
	m	97	215	609	279	217	414	521	568	171	158
		1961									
A	\hat{p}	0.93	0.90	0.92	0.97	0.96	0.09	0.19	0.35	0.32	0.86
	n	720	387	575	73	25	629	261	187	25	7
	m	96	498	809	193	93	240	532	416	66	44
B	\hat{p}	0.90	0.81	0.85	0.76	0.82	0.06	0.17	0.21	0.57	0.17
	n	846	307	464	102	38	1245	399	294	28	29
	m	142	506	832	213	117	524	851	823	146	68
		1962									
A	\hat{p}	0.95	0.91	0.93	0.88	0.80	0.01	0.05	0.21	0.21	0.38
	n	513	306	439	40	35	1876	601	310	27	13
	m	22	61	100	24	8	356	440	312	35	20
B	\hat{p}	0.93	0.90	0.89	0.84	0.79	0.02	0.03	0.11	0.20	0.35
	n	575	268	412	86	52	2270	888	516	69	48
	m	64	72	127	37	32	507	674	453	61	69

TABLE 10. Continued
 TABLA 10. Continuación

Nearest neighbor type		Nearest neighbor is dolphin set					Nearest neighbor is non-dolphin set					
		0-1	1-10	10-30	30-60	>60	0-1	1-10	10-30	30-60	>60	
Distance to (n.m.) nearest neighbor												
							1963					
A	\hat{p}	0.97	0.96	0.95	0.89	0.97	0.02	0.10	0.23	0.50	0.32	
	n	645	369	464	73	36	1491	395	208	30	19	
	m	5	70	125	29	12	336	404	194	33	25	
B	\hat{p}	0.91	0.85	0.87	0.91	0.85	0.02	0.05	0.08	0.16	0.29	
	n	613	335	425	93	34	3189	1036	560	70	58	
	m	58	88	134	36	11	754	932	603	99	64	
							1964					
A	\hat{p}	0.98	0.97	0.97	0.97	0.84	0.02	0.04	0.15	0.31	0.33	
	n	1356	610	1158	133	37	1728	564	246	26	15	
	m	60	127	360	75	31	209	345	241	20	14	
B	\hat{p}	0.95	0.93	0.93	0.88	0.76	0.02	0.04	0.16	0.18	0.21	
	n	1049	413	724	112	50	2294	760	398	62	33	
	m	60	84	196	37	17	333	398	307	36	52	
							1965					
A	\hat{p}	0.99	0.99	0.99	0.99	0.96	0.02	0.06	0.16	0.39	0.43	
	n	1393	809	1536	195	77	1284	393	164	18	14	
	m	43	162	326	67	32	259	400	198	21	17	
B	\hat{p}	0.94	0.95	0.96	0.95	0.86	0.01	0.02	0.05	0.14	0.13	
	n	729	307	606	109	90	2400	774	360	56	47	
	m	42	67	150	42	42	437	762	457	64	55	
							1966					
A	\hat{p}	0.99	0.98	0.99	0.98	0.94	0.01	0.05	0.12	0.29	0.65	
	n	1081	619	1563	315	126	1686	451	225	31	20	
	m	20	88	307	84	30	230	416	325	42	15	
B	\hat{p}	0.97	0.94	0.97	0.93	0.84	0.00	0.02	0.06	0.11	0.19	
	n	496	213	477	143	90	1897	661	351	53	53	
	m	21	17	77	34	52	369	609	411	75	27	

TABLE 10. Continued
 TABLA 10. Continuación

Nearest neighbor type			Nearest neighbor is dolphin set					Nearest neighbor is non-dolphin set					
			0-1	1-10	10-30	30-60	>60	0-1	1-10	10-30	30-60	>60	
Distance to (n.m.) nearest neighbor													
			1967										
A	\hat{p}		0.99	0.98	0.99	0.98	0.93	0.01	0.02	0.08	0.18	0.53	
	n		644	490	1221	224	67	1814	665	268	28	17	
	m		18	64	167	56	20	139	289	201	15	27	
B	\hat{p}		0.94	0.87	0.98	0.97	0.86	0.00	0.01	0.02	0.09	0.07	
	n		208	125	236	57	29	2710	902	409	56	55	
	m		6	15	33	11	14	195	394	279	62	68	
			1968										
A	\hat{p}		0.95	0.94	0.98	0.99	0.89	0.02	0.05	0.08	0.13	0.24	
	n		764	541	1289	186	54	1946	796	592	93	37	
	m		1	24	36	14	16	49	179	149	13	24	
B	\hat{p}		0.92	0.81	0.94	0.94	0.60	0.02	0.02	0.03	0.07	0.13	
	n		379	133	329	54	20	1951	754	568	110	71	
	m		3	10	19	6	7	98	116	149	11	32	
			1969										
A	\hat{p}		0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.04	0.05	0.27	0.44	0.90	
	n		1063	1021	3040	605	190	1031	396	215	27	20	
	m		5	19	73	35	6	57	112	115	13	20	
B	\hat{p}		0.93	0.94	0.95	0.90	0.90	0.70	0.01	0.06	0.18	0.13	
	n		395	220	582	144	67	1874	681	394	56	52	
	m		0	18	40	11	4	134	146	169	31	19	
			1970										
A	\hat{p}		0.96	0.96	0.97	0.99	0.98	0.02	0.06	0.19	0.50	0.61	
	n		999	985	3150	860	276	2705	882	511	70	36	
	m		4	14	97	64	49	27	67	74	1	21	
B	\hat{p}		0.89	0.90	0.92	0.95	0.89	0.01	0.03	0.07	0.10	0.16	
	n		288	177	499	187	82	2354	961	484	51	38	
	m		3	0	19	12	27	24	52	49	6	31	

SETS ON TUNA ASSOCIATED WITH DOLPHINS

TABLE 10. Continued
 TABLA 10. Continuación

Nearest neighbor type			Nearest neighbor is dolphin set					Nearest neighbor is non-dolphin set					
			0-1	1-10	10-30	30-60	>60	0-1	1-10	10-30	30-60	>60	
Distance to (n.m.) nearest neighbor													
			1971										
A	\hat{p}		0.98	0.96	0.97	0.96	0.96	0.02	0.05	0.28	0.41	0.62	
	n		788	444	1623	493	256	1954	936	503	78	50	
	m		1	28	125	59	35	109	424	258	33	17	
B	\hat{p}		0.83	0.88	0.80	0.82	0.79	0.01	0.02	0.05	0.20	0.26	
	n		252	146	319	115	76	2575	1226	653	120	80	
	m		7	13	25	10	17	126	440	306	64	55	
			1972										
A	\hat{p}		0.99	0.96	0.98	0.98	0.95	0.03	0.09	0.37	0.58	0.46	
	n		984	913	3159	1105	347	901	518	410	78	54	
	m		2	67	249	142	79	55	163	156	60	65	
B	\hat{p}		0.93	0.90	0.91	0.87	0.82	0.01	0.02	0.05	0.12	0.28	
	n		341	237	546	239	137	1361	753	423	84	87	
	m		1	8	50	19	41	107	246	250	98	50	
			1973										
A	\hat{p}		0.96	0.95	0.98	0.97	0.95	0.02	0.08	0.26	0.45	0.55	
	n		1147	917	3162	1020	389	2760	1067	689	152	60	
	m		19	73	325	142	95	122	392	348	99	53	
B	\hat{p}		0.91	0.89	0.86	0.83	0.81	0.02	0.05	0.11	0.15	0.24	
	n		489	329	623	203	157	2021	837	555	135	95	
	m		8	39	66	47	54	132	237	303	62	68	
			1974										
A	\hat{p}		0.95	0.93	0.95	0.96	0.92	0.02	0.07	0.22	0.34	0.51	
	n		613	941	3040	881	248	2452	1523	1392	240	81	
	m		5	36	189	126	72	135	356	388	109	100	
B	\hat{p}		0.90	0.86	0.83	0.75	0.80	0.02	0.06	0.15	0.16	0.16	
	n		318	402	670	210	112	1889	1005	862	194	140	
	m		5	18	69	53	33	131	297	353	97	108	

TABLE 10. Continued
 TABLA 10. Continuación

Nearest neighbor type			Nearest neighbor is dolphin set					Nearest neighbor is non-dolphin set				
			0-1	1-10	10-30	30-60	>60	0-1	1-10	10-30	30-60	>60
Distance to (n.m.) nearest neighbor												
			1975									
A	\hat{p}		0.97	0.94	0.97	0.96	0.93	0.02	0.08	0.28	0.38	0.40
	n		584	1088	3558	910	328	1860	1530	1143	273	117
	m		7	38	95	35	27	121	289	201	46	53
B	\hat{p}		0.84	0.77	0.77	0.77	0.76	0.01	0.02	0.03	0.17	0.22
	n		242	217	565	184	117	1978	1341	862	212	126
	m		2	8	31	18	24	136	248	236	72	60
			1976									
A	\hat{p}		0.94	0.88	0.93	0.94	0.89	0.02	0.05	0.17	0.39	0.45
	n		416	820	3126	1142	441	2326	2365	1971	392	198
	m		1	19	85	46	27	74	151	167	33	31
B	\hat{p}		0.84	0.78	0.77	0.67	0.64	0.01	0.02	0.08	0.16	0.16
	n		159	178	464	179	113	2246	1944	1305	274	171
	m		2	5	19	12	5	59	210	213	64	62
			1977									
A	\hat{p}		0.98	0.90	0.94	0.93	0.92	0.02	0.06	0.17	0.28	0.36
	n		723	751	2880	969	412	2330	1783	1778	432	200
	m		0	15	53	20	13	22	53	103	48	22
B	\hat{p}		0.85	0.76	0.78	0.76	0.63	0.01	0.03	0.07	0.12	0.16
	n		279	277	509	191	128	2036	1611	1221	293	165
	m		0	5	12	10	1	16	45	62	24	12
			1978									
A	\hat{p}		0.91	0.82	0.89	0.88	0.88	0.02	0.05	0.14	0.33	0.42
	n		449	524	1888	607	284	3644	3322	3058	488	230
	m		0	6	36	17	10	22	41	47	20	7
B	\hat{p}		0.79	0.59	0.64	0.60	0.51	0.01	0.03	0.10	0.21	0.22
	n		191	168	407	139	105	2582	1948	1417	305	168
	m		0	1	2	9	6	5	24	21	11	16

SETS ON TUNA ASSOCIATED WITH DOLPHINS

TABLE 10. Continued
 TABLA 10. Continuación

Nearest neighbor type		Nearest neighbor is dolphin set					Nearest neighbor is non-dolphin set				
		0-1	1-10	10-30	30-60	>60	0-1	1-10	10-30	30-60	>60
Distance to (n.m.) nearest neighbor											
		1979									
A	\hat{p}	0.96	0.85	0.90	0.91	0.89	0.02	0.06	0.18	0.34	0.46
	n	665	856	3089	864	309	2612	3086	2780	538	183
	m	0	13	49	11	5	21	43	67	10	22
B	\hat{p}	0.84	0.74	0.70	0.62	0.59	0.01	0.03	0.10	0.13	0.21
	n	192	331	507	169	111	2461	2265	1509	340	159
	m	2	3	4	4	2	16	12	30	7	8
		1980									
A	\hat{p}	0.88	0.83	0.84	0.82	0.79	0.03	0.07	0.28	0.44	0.48
	n	331	755	3054	842	303	2128	2953	2793	641	241
	m	4	10	74	34	21	21	61	68	24	35
B	\hat{p}	.76	0.71	0.61	0.58	0.55	0.00	0.02	0.10	0.14	0.18
	n	54	234	430	139	93	1962	2296	1352	329	185
	m	0	0	9	6	3	19	59	42	2	20

TABLE 11. The percent of unidentified sets estimated to be dolphin sets, a comparison of stratified and unstratified estimates.

TABLA 11. Porcentaje estimado de lances sin identificar que fueron lances sobre delfines, una comparación de las estimaciones estratificadas y sin estratificar.

Year	Unsuccessful sets		Successful yellowfin sets		All unidentified sets	
	unstratified	stratified	unstratified	stratified	unstratified	stratified
Año	Lances negativos		Lances positivos de aleta amarilla		Todos lances sin identificar	
	sin estratificar	estratificados	sin estratificar	estratificados	sin estratificar	estratificados
1959	13.4	11.2	21.5	17.5	17.3	13.9
1960	53.0	45.0	63.7	58.7	58.7	52.1
1961	46.6	46.4	63.3	63.0	53.9	53.3
1962	27.8	19.8	33.2	22.1	30.2	20.7
1963	23.6	15.4	45.2	29.7	31.6	19.9
1964	40.7	29.8	56.9	47.1	48.8	38.3
1965	33.7	17.9	69.9	45.9	52.6	29.6
1966	32.4	14.0	62.0	38.9	49.7	26.0
1967	14.2	8.7	50.0	36.0	33.3	21.9
1968	20.8	11.8	45.2	22.8	35.2	17.6
1969	30.8	16.6	78.9	43.7	61.0	35.0
1970	23.9	29.6	61.6	61.2	49.3	50.2
1971	15.9	10.7	53.3	32.9	37.0	22.0
1972	34.4	17.0	78.4	63.9	63.6	42.5
1973	32.3	24.4	59.9	49.7	51.0	40.0
1974	29.3	21.5	52.4	39.7	44.6	31.8
1975	21.3	13.6	59.4	34.4	46.2	24.5
1976	14.5	11.0	46.5	36.1	35.4	23.4
1977	18.9	17.1	49.0	39.0	38.4	31.3
1978	13.1	20.0	28.6	37.9	23.3	32.2
1979	15.4	18.2	41.4	40.7	32.3	34.6
1980	12.4	12.5	41.6	48.3	31.9	37.1

ESTIMACION DEL NUMERO DE LANCES REALIZADOS POR EMBARCACIONES CERQUERAS SOBRE ATUNES ASOCIADOS CON DELFINES EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL EN 1959-1980

por

Richard G. Punsly

EXTRACTO

Se necesitan las estimaciones anuales de la cantidad de lances realizados sobre atunes asociados con delfines para calcular todo el número de delfines muertos accidentalmente en la pesca atunera del Pacífico oriental. Se empleó en este estudio la fuente más completa—los datos de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, proveniente de los cuadernos de bitácora. En éstos, la mayoría de los lances han sido identificados ya sea como asociados o no asociados con delfines. Algunos de los lances no han sido identificados a este respecto. Sin embargo, se ha estimado el número de estos lances asociados con delfines que no se habían identificado, al estratificar los datos de bitácora de acuerdo a si se había o no capturado atún, a si el lance identificado más próximo era o no un lance asociado con delfines y al averiguar la distancia del lance identificado más cercano. La mayoría de los lances sin identificar se colocan en los estratos caracterizados por una proporción de lances sobre atunes asociados con delfines, inferior a la proporción general sin estratificar. Se usaron los datos de los desembarques para calcular la cantidad de lances sobre atunes asociados con delfines en viajes pesqueros que no fueron incluidos en la base de los datos de bitácora.

INTRODUCCION

En el Océano Pacífico oriental se pueden encontrar cardúmenes de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), y ocasionalmente barrilete (*Katsuwonus pelamis*), debajo de manadas de delfines, especialmente delfines manchados (*Stenella attenuata*), delfines tornillo (*Stenella longirostris*), y delfines (*Delphinus delphis*). Esta asociación entre atunes y delfines ha hecho que los pescadores atuneros empleen las manadas de delfines para ayudar a localizar y capturar cardúmenes de atunes (Perrin, 1968, 1969). En realidad, en los últimos veinte años, la mayoría del aleta amarilla capturada en el Pacífico oriental ha provenido de cardúmenes asociados con delfines.

Desde 1959, la mayoría de las embarcaciones que pescan atún en el Pacífico oriental han sido barcos cerqueros, como se indica en la Tabla 1. La mayor parte de los cerqueros pueden realizar lances sobre atunes asociados con delfines. En el proceso de capturar atunes debajo de las manadas de delfines, algunos de los delfines pueden quedar enmallados en las redes y morir (Perrin, 1968). Se necesitan las estimaciones anuales de las cantidades de delfines que mueren accidentalmente en las maniobras de los cerqueros para evaluar el impacto que tiene la pesca atunera sobre las poblaciones de los delfines.

Smith (1979) declaró "Una parte básica de los datos en todas las estimaciones de las cantidades [de delfines] muertos o lesionados es el número de lances cer-

queros [realizados] sobre delfines cada año". Por consiguiente, la exactitud de las estimaciones de la mortalidad accidental depende en la precisión de las estimaciones del número de lances cerqueros realizados sobre delfines, que de ahora en adelante se han de llamar "lances sobre delfines". El objetivo de este estudio es proveer estimaciones anuales precisas de la cantidad de lances sobre delfines, para poderlos emplear en la estimación de la cantidad de delfines muertos accidentalmente con relación a la pesca con redes de cerco.

METODOS

Los datos

Los datos de bitácora de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), tiene la información más completa sobre las maniobras de la flota atunera del Pacífico oriental. Los datos preliminares provienen de los extractos de bitácora de los barcos, obtenidos por el personal de la CIAT. En la mayoría de los años, se obtiene el extracto de los cuadernos de bitácora aproximadamente del 90% de los viajes en los que se captura atún aleta amarilla en el Pacífico oriental. Sin embargo, la información provista por los cuadernos de bitácora no siempre ha sido 100% completa.

En el archivo de los datos se encuentran anotados los lances, correspondientes a cada anotación hecha en los cuadernos de bitácora. En cada registro de un lance se incluye comúnmente la siguiente información cuando se ha enumerado en un cuaderno de bitácora: la fecha en que se realizaron los lances; la localidad de los lances (algunas de las latitudes y longitudes en la base de datos se calculan por las distancias y la orientación con relación a ciertos puntos sobresalientes especificados en los cuadernos de bitácora); el número de lances indicado en la entrada de bitácora (usualmente uno por entrada); la captura por especie redondeada a la tonelada americana más próxima (algunas veces las capturas del aleta amarilla y barrilete se combinan en una categoría denominada "mixta"); y el "tipo de lance". En el sistema de bitácora de la CIAT se clasifican los lances en 38 tipos diferentes de acuerdo al comportamiento de los cardúmenes. Para el objetivo de este estudio, se agruparon los tipos de lances en tres categorías: i) se indica o se da a entender en el cuaderno de bitácora la presencia de los delfines asociados con el lance (*lances identificados de delfines*); ii) la anotación en el cuaderno de bitácora indica que no había delfines en el lance (*lances identificados sin delfines*) o iii) el cuaderno de bitácora no suministra suficiente información para determinar si había o no delfines asociados con el lance (*lances sin identificar*). Se pueden obtener otras descripciones de los datos de bitácora de la CIAT en Schaefer (1953), Shimada y Schaefer (1956) y Orange y Calkins (1981).

Según lo discutido anteriormente sobre los datos de bitácora de la CIAT, puede verse que los datos del número de lances sobre delfines están incompletos por los menos en cuatro puntos. i) Una entrada en un cuaderno de bitácora puede

que no suministre información sobre el tipo de lance. El registro correspondiente del lance indica el tipo de lance sin identificar. ii) Puede que no se indique el número de lances en la entrada de un cuaderno de bitácora. El registro correspondiente del lance indica que se realizó un número desconocido de lances. iii) La CIAT no ha podido obtener los cuadernos de bitácora de algunos viajes. Por consiguiente, el número de lances sobre delfines realizado en esos viajes no se incluye en la base de los datos de bitácora. iv) Puede que algunos lances sobre delfines realizados por un barco no se hayan anotado en el cuaderno de bitácora. Tampoco se encontrará la información sobre estos lances en la base de los datos de bitácora. Los datos de bitácora se emplean para estimar el número de lances sobre delfines de i) e ii). Los datos de los desembarques se emplean para estimar el número de lances sobre delfines de iii). No se ha intentado estimar el número de lances sobre delfines de iv). Como i) es la fuente principal perceptible de los datos que faltan del número de lances sobre delfines de 1954 a 1974, se ha insistido en estimar el número de lances sobre delfines según los registros de esos lances que no tienen identificado de lance.

Selección de estratos para reducir el sesgo

En uno de los primeros ensayos para estimar la cantidad anual de los lances sobre delfines, Perrin y Zweifel (1971) supusieron que " los lances 'desconocidos' [sin identificar] consistían en la misma proporción [delfines] y otros [sin-delfines] que la de los lances identificados". Esta suposición se indica también en las siguientes estimaciones descritas en Perrin, Smith y Sakagawa (1974), SWFC (1976) y Smith (1979). Aunque no puede comprobarse la validez de esta suposición, debido a que no se conoce la verdadera proporción de los lances sin identificar que fueron lances sobre delfines, no puede totalmente evitarse. Sin embargo, se pueden categorizar los datos en estratos, de tal manera, que la suposición es más válida en los estratos que en toda la serie de los datos. Como el sesgo (error sistemático) de una estimación depende de la validez de las suposiciones hechas, puede que la estratificación produzca una estimación menos sesgada.

Se ha observado que la proporción de los lances identificados que fueron lances sobre delfines, difiere por zona de pesca, época del año, tamaño del barco (*capacidad*) y si el lance tuvo o no éxito en capturar atunes (*tipo positivo o negativo*). Siendo este el caso, la estratificación de los datos de bitácora de acuerdo a la zona, época, capacidad y tipo positivo o negativo, debe reducir el sesgo al estimar el número de los lances sobre delfines entre los lances sin identificar, cada vez que los lances sin identificar se encuentren diferentemente distribuidos entre los estratos de los lances identificados. Los ejemplos siguientes deben aclarar esta punto.

La estratificación de los datos de bitácora en el tipo de categoría, *lances positivos de aleta amarilla* y *lances negativos*, puede reducir el sesgo del número estimado de lances sobre delfines entre los lances sin identificar. Se define aquí un lance positivo de aleta amarilla como un lance en el que se ha capturado

por lo menos $\frac{1}{2}$ tonelada de peces (la captura mínima reconocida debido a que las capturas se redondearon a la tonelada más próxima), algunos o todos de los cuales fueron aleta amarilla. Se define un lance negativo como uno en el que se capturó menos de $\frac{1}{2}$ tonelada de todas las especies combinadas de peces. Los *lances positivos sin aleta amarilla* (aquellos en los que por lo menos se capturó $\frac{1}{2}$ tonelada de peces, pero no aleta amarilla) fueron rara vez lances realizados sobre delfines y se examinarán separadamente en otro capítulo. Como los lances positivos de aleta amarilla tenían más probabilidad de ser lances sobre delfines que los lances negativos, la estratificación por tipo positivo o negativo debe reducir el sesgo cada vez que la razón observada de los lances positivos de aleta amarilla con relación a los lances negativos entre los lances sin identificar fue significativamente diferente a la razón observada entre los lances identificados. Por ejemplo, en la Tabla 2 se indica que en 1975, los lances positivos de aleta amarilla eran con más probabilidad lances sobre delfines; e.d. 59% de los lances positivos identificados de aleta amarilla fueron lances sobre delfines, mientras que solo el 21% de los lances negativos identificados fueron lances sobre delfines. Como el 46% de todos los lances identificados fueron lances sobre delfines, una estimación sin estratificar requiere la suposición de que el 46% de los lances sin identificar fueran lances sobre delfines. En la estimación estratificada se supone que el 59% de los lances positivos sin identificar de aleta amarilla eran lances sobre delfines, mientras que el 21% de los lances negativos sin identificar eran lances sobre delfines. Si todos los lances sin identificar fueran negativos, se preferiría la estimación estratificada de que el 21% de los lances sin identificar fueran lances sobre delfines en lugar de la estimación sin estratificar del 46%, aunque no puede comprobarse que la estimación del 21% sea más precisa. Similarmente, se puede decir que debido a que la proporción de los lances identificados que fueron lances positivos de aleta amarilla (0.661) es significativamente superior a la proporción de los lances sin identificar que fueron lances positivos de aleta amarilla (0.552) la estimación estratificada de 720 lances sobre delfines es menos sesgada que la estimación sin estratificar de 807 lances sobre delfines entre los lances sin identificar, como se indica en la Tabla 2.

La estratificación de los datos por capacidad de barco puede reducir también el sesgo en el número estimado de los lances sobre delfines entre los lances sin identificar. Para los fines de este estudio, se clasificó la serie de registros de lances en dos categorías de capacidad: una serie de registros de lances de barcos con una capacidad de acarreo inferior a 500 toneladas y una serie de registros de lances de barcos con una capacidad superior a 499 toneladas. En la Tabla 3 se indica, que en algunos años, por ejemplo 1973-1977, la estratificación por capacidad de barco puede reducir el sesgo debido a que la proporción de los lances sin identificar que fueron lances sobre delfines, fue diferente en los dos estratos de capacidad (columnas 3-4 y 6-7) y porque los lances sin identificar se distribuyeron en diferentes proporciones que los lances identificados entre los dos estratos (columnas 2 y 5).

La estratificación por época del año puede ayudar también a reducir el sesgo en el número estimado de lances sobre delfines entre los lances sin identificar, como se indica en la Tabla 4. La proporción de los lances identificados que fueron lances sobre delfines, es diferente por época del año (recuadro inferior) y los lances sin identificar (recuadro superior) se distribuyeron diferentemente durante el año que los lances identificados (recuadro del medio). Se presenta además en la Tabla 4 (recuadro inferior) que la proporción de los lances identificados que fueron lances sobre delfines variaron no solamente durante los meses de un año determinado, pero también durante los años de un mes determinado y en la duración de los períodos caracterizados por una proporción elevada (o baja) de lances sobre delfines. Consecuentemente, es difícil definir los estratos de tiempo.

Los estratos de zona son aún más difíciles de definir que los estratos de tiempo en el año. No obstante, la estratificación por zona puede ser el instrumento más importante para reducir el sesgo en las estimaciones del número de lances sobre delfines entre los lances sin identificar. En las Figuras 1b-22b se indica que la proporción de los lances identificados que fueron lances sobre delfines varía grandemente entre las zonas. En la mayoría de los años, como en 1969, la mayor parte de los lances sin identificar se localizaron en zonas en donde predominaron los lances sin delfines, como se indica en las Figuras 11a y 11b. La dificultad en usar los estratos por zonas es escoger dónde trazar los límites del estrato. Por ejemplo, los cuadrángulos de 1 grado no proveen estratos aceptables de zonas por dos razones. Primero, algunos lances sin identificar se ubican en los cuadrángulos de 1 grado en los que se localizan pocos lances identificados o ninguno. Segundo, la mayoría de los cuadrángulos de 1 grado tienen la misma proporción observada de lances sobre delfines con relación a los lances sin delfines al igual que los cuadrángulos adyacentes de 1 grado, lo que indica que los límites reales geográficos de zonas caracterizadas por una proporción determinada son más extensos que la dimensión de un cuadrángulo de 1 grado. La estratificación de cuadrángulos de 5 grados reduciría la magnitud de algunos de los problemas encontrados con la estratificación de los cuadrángulos de 1 grado, pero las Figuras 1b-22b indican variación en las proporciones de los lances sobre delfines en algunos cuadrángulos de 5 grados. Por ejemplo, en 1975 (Figura 17) la latitud más al norte en el cuadrángulo de 5 grados definida por la latitud de los 15°N-20°N y la longitud de los 105°W-110°W, indica una proporción inferior a la observada en el resto del cuadrángulo. Como la mayoría de los lances sin identificar en este cuadrángulo se ubica entre los 19°N y 20°N, como se indica en la Figura 17a, la estratificación del cuadrángulo de 5 grados puede sobreestimar el número de los lances sobre delfines en este estrato. Krogman *et al* (1978) evitaron los problemas encontrados tanto en la estratificación de los cuadrángulos de 1 grado y de 5 grados, al combinar los cuadrángulos en zonas más grandes. Por ejemplo, al usar el método de Krogman *et al* (1978), algunos estratos de zona en 1975, podrían tener más de 60 vértices (Figura 23). Este método toma demasiado tiempo y depende en la resolución de los mapas de distribución.

Se evitaron los problemas encontrados al seleccionar los estratos de zona al estratificar los datos en las dos categorías siguientes: la serie de registros de lances en la que el tipo de lance identificado más próximo (en millas náuticas) fue un lance sobre delfines y la serie de registros de lances en que el lance identificado más próximo fue un lance sin delfines. La proporción de los lances identificados que fueron lances sobre delfines era muy diferente entre estos dos estratos (Tabla 5). El lance identificado más próximo en millas náuticas a un lance determinado se denomina como el *lance más cercano* del lance determinado. Los análisis exploratorios indican que el lance más cercano a un lance determinado tenía mucho más probabilidad que cualquier otro lance de tener el mismo tipo de lance que el lance determinado. Por consiguiente, la estratificación de los datos en los dos tipos de categoría del lance más cercano (es decir, la serie de registros de lances en los que los lances más cercanos son lances sobre delfines y la serie de registros de lances en los que los lances más cercanos son lances sin delfines) se empleó para que desempeñara la misma función que la estratificación por zonas. La determinación de los estratos por zona, basada en el tipo del lance más cercano se maximiza debido a que se emplea solo el lance identificado más cercano. En la Tabla 5 se indica que la estratificación por el tipo del lance más cercano puede reducir el sesgo ya, que en la mayoría de los años, se distribuyeron lances sin identificar entre los dos estratos en proporciones diferentes a aquellas en que se encontraban los lances identificados.

En el ejemplo hipotético de la Figura 24, se presenta la forma en que la estratificación por el tipo de lance más cercano puede reducir el sesgo en el número estimado de lances sobre delfines entre lances sin identificar. En este ejemplo, la proporción observada de los lances identificados que son lances sobre delfines, es diferente en cada estrato; es decir, 8 de 11 o sea .727 en el estrato en que los lances sobre delfines son los más cercanos y 2 de 9 o sea .222 en el estrato en que los lances sin delfines son los más cercanos. Además, los lances sin identificar se distribuyen diferentemente entre los dos estratos que aquellos de los lances identificados; es decir, 4 de 10 o sea el 40% de los lances sin identificar se encuentran en el estrato en que los lances sobre delfines son los más cercanos, mientras 11 de 20 o sea el 55% de los lances identificados se ubican en este estrato. Por consiguiente, la estimación estratificada ($4 \times 0.727 + 6 \times 0.222 = 4.240$) es inferior y se espera que tenga menos sesgo que la estimación sin estratificar ($10 \times 0.500 = 5.00$). En la Figura 24 se indica también que la estratificación por el tipo del lance más cercano, puede resultar en una estimación similar a la obtenida por la estratificación de las zonas A y B. Siete de nueve o sea 0.778 de los lances identificados en la zona A son lances sobre delfines, mientras tres de once o sea 0.273 de los lances identificados en la zona B son lances sobre delfines, produciendo una estimación de $3 \times 0.778 + 7 \times 0.273 = 4.245$ lances sobre delfines.

Los lances sin identificar tienden a encontrarse más separados de los lances más cercanos de lo que los lances identificados fueron de los lances más cercanos, especialmente en los primeros años, según se indica en la Figura 25.

Además, la proporción de los lances identificados que fueron lances sobre delfines, varía con la distancia del lance más cercano, como se presenta en la Figura 26. Por consiguiente, el sesgo en el número estimado de lances sobre delfines entre los lances sin identificar se redujo aún más, mediante la estratificación de los datos por la distancia de los lances a los lances más cercanos. Los estudios exploratorios indican que se deben emplear las cinco categorías siguientes de las distancias: 0.000-0.999 millas náuticas, 1.000-9.999 millas náuticas, 10.000-29.999 millas náuticas, 30.000-59.999 millas náuticas y 60 o más millas náuticas con relación al lance más cercano.

Método de la estimación

Se concibió el siguiente método para que suministrara las estimaciones anuales con menos sesgo del número de lances sobre delfines entre los lances sin identificar, basadas en la estratificación por tipo positivo o negativo, capacidad, época del año y zona (es decir, tipo de lance más cercano y distancia del lance más cercano). El método más directo hubiera sido estratificar todas las 480 categorías (2 tipos (positivo, negativo) \times 2 capacidades \times 12 meses \times 2 tipos de lances más cercanos \times 5 amplitudes de distancia del lance más cercano). Sin embargo, varios de los 480 estratos no incluirían lances identificados o muy pocos en algunos años. Por ejemplo, en 1960, los 1643 lances identificados no podrían proveer cada uno de los 480 estratos con las 20 o más observaciones recomendadas por Cochran para después de la estratificación (1963). Por consiguiente, se incorporó en el método el período del año y la capacidad, al seleccionar el lance más cercano, dejando solo 20 estratos: 2 tipos (positivo de aleta amarilla o negativo) \times 2 tipos de lance más cercano (con delfines o sin delfines) \times 5 amplitudes de distancia con relación a los lances más cercanos.

No se encontró crítica la forma en que se incorporó el tiempo y la capacidad en el proceso al seleccionar los lances más cercanos, debido a que el lance más cercano, en distancia, se encontraba también comúnmente cerca en tiempo y frecuentemente de un barco de la misma capacidad. Todos los métodos seleccionados y examinados produjeron estimaciones similares. Se empleó el siguiente método porque suministró el mejor acuerdo entre los tipos de lance de los lances identificados y de sus respectivos lances más cercanos.

- 1) Escoja el lance identificado "apto" (que se ha de definir más tarde) más cercano (en millas náuticas) realizado en el mismo día que el lance determinado, por un barco que tenga la misma capacidad, excluyendo los lances realizados a más de 30 millas náuticas de allí. Si ninguno de los lances identificados satisface el criterio anterior pase a la segunda etapa. De lo contrario, cese; se ha seleccionado el lance más cercano.
- 2) Escoja el lance apto más cercano realizado en un día, por un barco con la misma capacidad, excluyendo los lances realizados a más de 30 millas náuticas. Si ninguno de los lances aptos satisfacen el criterio anterior, prosiga con la tercera etapa.

3) Repita la segunda etapa aumentando por uno el número de días y el número de millas náuticas por 30 hasta que por los menos un lance apto identificado satisfaga el criterio del tiempo, la capacidad y la distancia.

El criterio de la capacidad no se incluyó en las estimaciones antes de 1965, ya que había muy pocos barcos que tuvieran una capacidad de ≥ 500 toneladas, para encontrar siempre un lance cercano razonable (Tabla 3). El lance más cercano se seleccionaba usualmente en la primera etapa (Tabla 6). Además, el lance seleccionado como el lance más cercano se realizaba comúnmente en el mismo día que el lance determinada (Tabla 7).

En algunos casos, más de un lance estuvo lo más cerca y equidistante del lance para el que se iba a seleccionar el lance más cercano, como se indica en la Tabla 6 (la columna más a la derecha). Cuando esto sucedió, se seleccionó el lance equidistante más cercano en tiempo al lance determinado, con preferencia a los lances realizados por el mismo barco cuando los lances equidistantes ocurrieron en el mismo número de días del lance en el que se estaba seleccionando el lance "adyacente".

Con el fin de asegurar la precisión de las estimaciones, algunos de los lances identificados fueron descalificados para ser seleccionados como lances más cercanos. (1) Si no se tenía en uno de los registros de lances la latitud y la longitud del lance o se había registrado solamente con relación al grado o cinco grados más próximos, se descalificaba el lance basados en que la información de la posición era incompleta. (2) Si el registro del lance indicaba que se había capturado $\frac{1}{2}$ tonelada o más de peces, pero se había capturado menos de $\frac{1}{2}$ tonelada de aleta amarilla además de barrilete, se descalificaba el lance, basados en que no estaba relacionado a la pesca con delfines. (3) Si el número de lances en el registro de lances no equivalía a uno, se descalificaba el registro de los lances basados en que la información de los registros de los lances múltiples puede ser menos precisa. Todos los demás lances identificados se consideraron aptos para ser seleccionados como los lances más cercanos.

Además, se omitieron completamente algunos registros de lances identificados y sin identificar de la estratificación. (1) Los registros de lances a los que les faltaba posiciones o con las posiciones anotadas solamente a los 5 grados más próximos fueron omitidos basados en los datos incompletos de la posición. Sin embargo, los registros de los lances con la posición anotada al grado más cercano, fueron incluidos, suponiendo que la estimación estratificada de estos lances seguía siendo mejor que la alternativa, una estimación sin estratificar. (2) Los registros de lances en los que no se conoce el número de lances, se omitieron por conveniencia. (3) Se omitieron los lances positivos sin aleta amarilla ($\frac{1}{2}$ tonelada o más de peces, pero menos de $\frac{1}{2}$ tonelada de aleta amarilla y menos de $\frac{1}{2}$ tonelada de aleta amarilla- barrilete mezclados) de la estimación estratificada, porque rara vez eran lances sobre delfines. En la siguiente sección se estima separadamente el número anual de los lances de delfines de los

lances sin identificar que no se incluyen en la estratificación.

Una vez que se haya seleccionado el lance más cercano de cada uno de los lances identificados y sin identificar incluidos en la estratificación, se estima la proporción de los lances sobre delfines en cada estrato p_{ijk} , por

$$\hat{p}_{ijk} = E(D_{ijk}/N_{ijk}) = d_{ijk}/n_{ijk}$$

en la que los subíndices i , j y k se refieren al i -ésimo tipo positivo, la j -ésimo tipo del lance más cercano y la k -ésima distancia del lance más cercano, D_{ijk} es el número total de lances sobre delfines en el estrato ijk , N_{ijk} es el número total de lances en el estrato ijk , d_{ijk} es el número de lances identificados de delfines en el estrato ijk y n_{ijk} es el número de lances identificados en el estrato ijk . El número de lances sobre delfines entre los lances sin identificar, u_{ijk} , se estima mediante

$$\hat{u}_{ijk} = \hat{p}_{ijk}m_{ijk} \quad 1)$$

donde m_{ijk} es el número total de lances sin identificar en el estrato ijk . Si los lances identificados forman una muestra aleatoria sencilla en el estrato ijk , \hat{p}_{ijk} no tiene sesgo y la varianza de \hat{p}_{ijk} , de acuerdo a Mendenhall, Ott y Schaeffer (1971), se estima por

$$v(\hat{p}_{ijk}) = \frac{\hat{p}_{ijk}(1-\hat{p}_{ijk})}{n_{ijk}} \left(\frac{N_{ijk}-n_{ijk}}{N_{ijk}-1} \right)$$

Ya que se conoce el valor de N_{ijk} , la varianza de \hat{D}_{ijk} , (el número total estimado de lances sobre delfines en el estrato ijk) se calcula mediante

$$\begin{aligned} v(\hat{D}_{ijk}) &= v(\hat{p}_{ijk}N_{ijk}) \\ &= N_{ijk}^2 v(\hat{p}_{ijk}) \\ &= N_{ijk}^2 \frac{\hat{p}_{ijk}(1-\hat{p}_{ijk})}{n_{ijk}} \left(\frac{N_{ijk}-n_{ijk}}{N_{ijk}-1} \right) \end{aligned}$$

Toda la variación en la estimación del número total de los lances sobre delfines en el estrato ijk , \hat{D}_{ijk} (que es sencillamente $d_{ijk} + \hat{u}_{ijk}$), proviene del número de lances sin identificar, \hat{u}_{ijk} , y claro está, ninguno del número conocido de lances identificados sobre delfines, d_{ijk} ; por consiguiente,

$$v(\hat{u}_{ijk}) = v(\hat{D}_{ijk}).$$

La estimación general estratificada del número de lances sobre delfines entre los lances sin identificar, \hat{u} , es la suma de las estimaciones en cada estrato,

$$\hat{u} = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 \hat{u}_{ijk}$$

Como los estratos son independientes el uno del otro, la varianza de cada estrato se suma para que produzca la varianza total,

$$v(\hat{u}) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^5 v(\hat{u}_{ijk})$$

Los lances sin identificar no incluidos en la estimación estratificada.

No se incluyeron tres categorías de lances sin identificar en la estimación estratificada. (1) La primera categoría incluye lances positivos de aleta amarilla y lances negativos que se omitieron de la estimación estratificada por falta de información sobre la posición. (2) La segunda categoría incluye lances positivos no-aleta amarilla ($\frac{1}{2}$ tonelada o más de peces capturados, peros menos de $\frac{1}{2}$ tonelada de aleta amarilla y menos de $\frac{1}{2}$ tonelada de aleta amarilla-barrilete mezclados) que rara vez fueron lances sobre delfines. (3) La tercera categoría incluye registros de lances en los que no se anotó el número de lances (es decir, registros múltiples de lances sin tener el número de lances).

Los lances positivos sin identificar de aleta amarilla y los lances sin identificar negativos de los cuadernos de bitácora que no tienen suficiente información sobre la posición para la estratificación (categoría 1) se supuso que consistían de lances sobre delfines y sin delfines en la misma proporción a la observada en los lances positivos identificados de aleta amarilla combinados con los lances negativos identificados. Como se omitieron relativamente pocos lances sin identificar de las estimaciones estratificadas, el sesgo presentado por esta suposición debe ser pequeño. Por ejemplo, el número anual más grande de lances sin identificar en esta categoría fue 109 en 1960 y el más bajo fue 0 en 1980. Los lances sin identificar incluidos en la siguiente estimación fueron lances positivos de aleta amarilla o lances negativos que se omitieron en la estimación original estratificada debido a una de las razones siguientes: no se registró la posición; se registró la posición solo a los cinco grados más cercanos; los investigadores de la CIAT consideraron los registros del lance dudosos; se desconocía tanto el número de los lances como los datos de captura, necesarios para estimar el número de los lances. Esta última categoría se denomina "lances vacíos". Registros vacíos de lances, aquellos con un número desconocido de lances y una captura desconocida, se incluyeron en esta sección por no tener mayor importancia (ej. dado, solo tres de 1959 a 1969) y debido a la falta de una alternativa aceptable. Como el número mínimo de lances en un registro múltiple de lances es dos, se asignaron arbitrariamente dos lances a cada registro vacío de lances. Se estima el número de lances sobre delfines entre los lances positivos de aleta amarilla sin identificar, más los lances negativos sin identificar, más el lance vacío no incluido en la estimación estratificada, u_u por

$$\hat{u}_u = (m_u + 2r)\hat{p} \quad 2)$$

donde m_u es el número de lances positivos sin identificar de aleta amarilla, más los lances negativos sin identificar omitidos en la estimación estratificada, r es el número de registros de lances vacíos y \hat{p} es la proporción estimada de lances positivos de aleta amarilla más los lances negativos que fueron lances sobre delfines,

$$\hat{p} = E(D_u/N_u) = d/n$$

donde d es el número de lances sobre delfines entre los lances positivos de aleta amarilla identificados y los lances negativos, y n es el número total de lances positivos identificados de aleta amarilla más los lances negativos, $D_u = u_u + d$ y $N_u = n + m_u + 2r$. Se estima la varianza por

$$v(\hat{u}_u) = N_u^2 \frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n} \left(\frac{N_u-n}{N_u-1} \right)$$

Los lances positivos sin aleta amarilla (categoría 2, ½ tonelada o más de peces pero menos de ½ tonelada de aleta amarilla y menos de ½ tonelada de aleta amarilla-barrilete mezclados) rara vez fueron lances sobre delfines; por consiguiente, se procesaron separadamente. De todos los lances positivos identificados sin aleta amarilla, solo aquellos en los que se capturó barrilete, *lances positivos de puro barrilete*, contribuyeron significativamente al número total de los lances sobre delfines. Suponiendo que los lances positivos sin identificar de puro barrilete, m_{sj} , consistieron de lances sobre delfines y no delfines, en la misma proporción, p_{sj} , como en los lances positivos e identificados de puro barrilete, el número de los lances sobre delfines entre los lances sin identificar positivos de puro barrilete, \hat{u}_{sj} es estima por

$$\hat{u}_{sj} = m_{sj}\hat{p}_{sj} \quad 3)$$

donde $\hat{p}_{sj} = E(D_{sj}/N_{sj}) = d_{sj}/n_{sj}$, d_{sj} es el número de los lances sobre delfines entre los lances positivos identificados de barrilete puro, n_{sj} es el número de lances positivos identificados de barrilete puro, D_{sd} es el número total de lances sobre delfines entre todos los lances positivos de barrilete puro y N_{sj} es el número total de lances positivos de barrilete puro. La varianza se estima por

$$v(\hat{u}_{sj}) = N_{sj}^2 \frac{\hat{p}_{sj}(1-\hat{p}_{sj})}{n_{sj}} \left(\frac{N_{sj}-n_{sj}}{N_{sj}-1} \right)$$

En la próxima sección se incluye la estimación del número de lances sobre delfines en los registros de lances en los que no se registró el número de lances, pero en los que se obtuvieron los datos de captura para estimar el número de

lances (categoría 3). Estos lances se han de considerar como "lances indeterminados". Como se emplearon los datos de captura para estimar el número de lances tanto de los lances indeterminados como los no incluidos en los datos de bitácora ("lances sin registrar"), se hizo una estimación combinada de éstos.

Lances sin determinar y sin registrar

La estimación del número de lances sobre delfines entre los lances indeterminados y sin registrar, fue un proceso que se realizó en tres etapas. Primero, se estimó la captura total de aleta amarilla obtenida en esos lances. Segundo, al usar la media de la captura por lance, se estimó el número de lances. Tercero, al usar la proporción observada de los lances identificados y anotados, que son lances sobre delfines, se estimó el número de lances sobre delfines.

La captura sin registrar de aleta amarilla, C_u , obtenida en viajes de los que no se obtuvieron cuadernos de bitácora, se obtuvo al substraer la captura total de los datos de bitácora del tonelaje total de aleta amarilla entregado a los comerciantes y procesadores. La captura de aleta amarilla, C_m , de los lances indeterminados (según los registros de los lances múltiples con un número desconocido de lances) fue obtenida de los datos de bitácora.

El número de lances, S , de C_u and C_m se estima por

$$\hat{S} = (C_u + C_m) \left/ \left(\frac{\sum_{i=1}^n c_i}{\sum_{i=1}^n s_i} \right) \right.$$

o

$$\hat{S} = (C_u + C_m) \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n c_i}$$

en la que n es el número de anotaciones del cuaderno de bitácora, habiéndose registrado tanto el número de lances como las capturas, c_i es la captura de aleta amarilla en la anotación del i -ésimo lance y s_i es el número de lances en el i -ésimo lance registrado. La varianza de \hat{S} , de acuerdo a la estimación de Cochran (1963) de la razón de los estimadores,

$$v(\hat{S}) = \frac{N(N-n)}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (s_i - \hat{R}c_i)^2$$

donde

$$\hat{R} = \bar{s}/\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{\sum_{i=1}^n c_i}$$

Desafortunadamente, no se conoce N el número registrado de lances que hubiera sido posible obtener si todos los viajes se hubieran incluido en el base de los datos. Sin embargo, puede estimarse N según la captura mediante

$$\hat{N} = (C_u + \sum_{i=1}^n c_i) / \left(\sum_{i=1}^n c_i/n \right)$$

No obstante, la varianza, $v(\hat{S})$, se subestima cuando se emplea \hat{N} en lugar de N porque no se incluye la varianza de \hat{N} .

El número de lances sobre delfines, \hat{d}_s , de los lances de \hat{S} puede estimarse ahora usando la proporción observada, \hat{p} , de los lances identificados que son lances sobre delfines,

$$\hat{d}_s = \hat{p}\hat{S} \tag{4}$$

La varianza se estima por

$$v(\hat{d}_s) = \hat{p}^2 v(\hat{S}) + \hat{S}^2 v(\hat{p})$$

en la que

$$v(\hat{p}) = \frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n} \left(\frac{\hat{N}-n}{\hat{N}-1} \right)$$

RESULTADOS

En la Tabla 8 y en la Figura 27 se resume la estimación anual del número de lances sobre delfines. La mayoría de los lances sobre delfines realizados durante 1962-1980, se identifican como tales en los datos de bitácora (lado izquierdo de la tabla). Los lances sin identificar fueron comunes en 1959-1961, formando más de la mitad del número total estimado de los lances sobre delfines (mitad de la Tabla 8). Los lances sin identificar usados en la estratificación explican por lo menos el 10% del total estimado en cada uno de los años 1959-1967. Los lances sin identificar que no se incluyeron en la estimación estratificada, explican menos del 1% del número total anual estimado. Los lances que no fueron incluidos en los datos de bitácora contribuyeron en más del 10% a las estimaciones de 1975-1980. El número estimado de lances sobre delfines entre los lances positivos sin identificar de barrilete puro, fluctuó de 0 a 12 anualmente. En la Tabla 9 se presenta la varianza de estas estimaciones.

En la Tabla 10 se presentan las proporciones anuales de los lances que se estimaron eran lances sobre delfines en cada uno de los 20 estratos. Se presenta también el número de lances identificados y sin identificar en cada estrato.

Las proporciones son significativamente diferentes entre los estratos, con la excepción de que en el estrato del lance más cercano sin delfines, las proporciones no se diferencian demasiado con relación a la distancia del lance más cercano.

Las estimaciones estratificadas de las proporciones de los lances sin identificar que fueron lances sobre delfines son inferiores a las estimaciones sin estratificar de todos los años, excepto 1970 y 1978-1980, como se indica en la Tabla 11. Por ejemplo, en 1968, la estimación estratificada es aproximadamente la mitad de la estimación sin estratificar. La mayor parte de los totales presentados de las estimaciones anuales en la Tabla 8 hubieran sido superiores si no se hubiera empleado la estratificación.

ANALISIS

Las estimaciones anuales del número de lances sobre delfines presentadas en la Tabla 8, son generalmente inferiores a las realizadas en estudios anteriores (ej. d. Southwest Fisheries Center, 1976). El esquema usado en la estratificación para estimar el número de los lances sobre delfines entre los lances sin identificar, es responsable por las estimaciones más bajas. En la mayoría de los años, se realizó un número desproporcionado de lances sin identificar en los estratos señalados por una razón baja de lances sobre delfines con relación a los lances sin delfines. Por consiguiente, resulta una estimación inferior y casi con seguridad menos sesgada, cuando la suposición de que los lances sin identificar consisten de lances sobre delfines y sin delfines en la misma proporción a la observada en los lances identificados, se realiza solo en los estratos, en lugar de en toda la serie de datos.

Los mapas de la distribución, presentados en las Figuras 1-22 tienden a apoyar las estimaciones estratificadas del porcentaje de los lances sin identificar, que son lances sobre delfines, indicados en la Tabla 11. Por ejemplo, en 1969, la mayoría de los lances sin identificar se realizaron en zonas donde no había delfines, frente a Baja California y el Ecuador, como se indica en la Figura 11, lo que apoya la estimación estratificada de que el 35% de los lances sin identificar son lances sobre delfines. Parece que la estimación sin estratificar del 61% de los lances sobre delfines, ha sido sesgada en tal forma que las estimaciones son elevadas. Los mapas de la distribución apoyan también las estimaciones estratificadas de otros años.

El porcentaje elevado de los lances sobre delfines entre los lances negativos en 1960 y 1961, presentado en la Tabla 11, es el resultado del índice inferior de captura de los lances sobre delfines de los años siguientes al reacondicionamiento de la mayoría de la flota de carnada a la pesca con redes de cerco, pudiendo así realizar lances sobre delfines.

Los lances que no se informan, los datos erróneos de los cuadernos de bitácora de los barcos, los errores al copiar los datos de bitácora y las dudas referentes a los lances que no se registraron, pueden ser la causa de que las estimaciones

en la Tabla 8 no sean correctas. Evidentemente, es posible que los datos de algunos lances no se hayan incluido en los cuadernos de bitácora. Por consiguiente, los lances sobre delfines que no han sido informados pueden significar que las estimaciones en la Tabla 8 sean inferiores al número real de lances sobre delfines. Los cuadernos de bitácora, como cualquier otra fuente de datos preliminares, pueden tener información errada. Por ejemplo, la anotación errada del tipo de lance, puede causar que las estimaciones en la Tabla 8, sean ya sea demasiado elevadas o bajas. Se han podido presentar más errores cuando el personal de la CIAT copió los cuadernos de bitácora. La fuente de error más probable es en la estimación del número de lances sobre delfines entre los lances que no se han registrado. Como se tiene poco conocimiento acerca de estos lances, excepto por la captura combinada, es dudosa la validez de la suposición de que los lances sin registrar consisten de una misma proporción de lances sobre delfines y lances sin delfines, como se observa en los lances registrados e identificados. Se deben considerar con cautela las estimaciones de los lances que no han sido registrados.

El objetivo de este estudio fue hacer una estimación menos sesgada del número total de los lances anuales sobre delfines durante el período de 1959-1980, para poderla utilizar en la estimación de la mortalidad anual accidental de los delfines en la pesca atunera. Esto se logró al usar los datos de bitácora de la CIAT, estratificados por tipo positivo o negativo, capacidad del barco, época del año y zona; la capacidad, la época del año y la zona geográfica desintegrada en los 10 estratos de los lances más cercanos. En la mayoría de los años el método de la estratificación produjo estimaciones inferiores a los métodos empleados anteriormente. Si se emplea el número estimado de los lances sobre delfines de la Tabla 8, resultarían estimaciones inferiores de la mortalidad anual accidental de los delfines en la pesca atunera.

Los métodos descritos en este estudio pueden usarse también para estimar el número de lances sobre delfines en ciertas épocas y zonas que se conoce o sospecha se caracterizan por una composición de especie o población de delfines muertos accidentalmente en la pesca atunera. Se harían, en esta forma, estimaciones menos sesgadas de la mortalidad accidental de cada población o especie de delfines y se podría evaluar con más precisión la condición de estas poblaciones.

LITERATURE CITED—BIBLIOGRAFIA CITADA

- Cochran, W.G. 1963. Sampling Techniques. Fifth Edition. John Wiley and Sons Inc., 413p.
- Krogman B.D., H.W. Braham, R.M. Sonntag, and R.G. Punsly. 1979. Early spring distribution, density and abundance of the Pacific walrus (*Odobenus rosmarus*) in 1976. Contract #R7120804, Research unit No. 14, National Marine Mammal Laboratory, Northwest and Alaska Fisheries Center, 61p.
- Mendenhall, W., L. Ott and R.L. Schaeffer. 1971. Elementary Survey Sampling. Wadsworth Publishing Co., Inc., 247p.
- Orange C.J. and T.P. Calkins. 1981. Geographical distribution of yellowfin and skipjack tuna catches in the eastern Pacific Ocean, and fleet and total catch statistics 1975-1978 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 18(1):1-120.
- Perrin, W.F. 1968. The porpoise and the tuna. Sea Frontiers, 14(3):166-174.
- Perrin, W.F. 1969. Using porpoise to catch tuna. World Fishing, 18(6):43-45.
- Perrin, W.F., T.D. Smith and G.T. Sakagawa. 1974. Status of populations of spotted dolphin, *Stenella attenuata* and spinner dolphin, *Stenella longirostris* in the eastern tropical Pacific. SWFC Admin. Rep. No. LJ-74-42. 22p.
- Perrin, W.F. and J.R. Zweifel. 1971. Porpoise mortality in the eastern tropical tuna fishery in 1971. Unpublished manuscript. 22p.
- Schaefer, M.B. 1953. Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission during the year 1952 (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Annual Rep. for 1952.
- Shimada, B.M. and M.B. Schaefer. 1956. A study of changes in fishing effort, abundance and yield of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean (in English and Spanish). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull. 2(7):287-363.
- Smith, T.D. 1979. Report of the status of porpoise stocks workshop (August 27-31, 1979, La Jolla, Calif.). SWFC Admin. Rep. No. LJ-79-41. 120p.
- Southwest Fisheries Center. 1976. Report on the workshop on stock assessment of porpoises involved in the eastern Pacific yellowfin tuna fishery (July 27-31, 1976, La Jolla, Calif.). SWFC Admin. Rep. No. LJ-76-29. 54p.