

1999 DETAILED REPORT- SKIPJACK

RAPPORT DÉTAILLÉ 1999 - LISTAO

INFORME DETALLADO 1999 - LISTADO

This document contains the following:
Le présent document contient ce qui suit:
El presente documento contiene lo siguiente:

English text:	pages 2-19
Texte français:	pages 20-39
Texto español:	pages 40-58
Literature cited/Bibliographie/Bibliografía:	pages 59-61
Tables/Tableaux/Tablas:	pages 62-66
Figures/Figures/Figuras:	pages 67-82
Appendices/Appendices/Apéndices:	pages 83-88

**REPORT OF THE ICCAT SCRS SKIPJACK
STOCK ASSESSMENT SESSION**
(Funchal, Madeira, Portugal, June 28 to July 2, 1999)

According to the decision taken by the ICCAT/SCRS in 1998, the SCRS held an inter-sessional stock assessment session of Atlantic skipjack in Funchal, Madeira, June 28 to July 2, 1999, at the invitation of the Autonomous Government of Madeira. The session was convened by the Rapporteur for Tropical Tunas, Dr. Pilar Pallares (Spain).

Dr. Lidia Gouveia (Portugal) opened the meeting, welcoming all the participants on behalf of the Director of Fisheries of the Madeiran Autonomous Government. Scientists from seven countries participated in the meeting. The list of participants is attached as **Appendix 2**. The Group reviewed the tentative Agenda and adopted it with some modifications. This modified Agenda is attached as **Appendix 1**. The following rapporteurs were assigned:

Item 1.	Spanish scientists
Item 2.	Portuguese and US scientists
Item 3.	Brazil and Portuguese scientists
Item 4 and 5.	French scientists
Item 6 and 7.	U.S. scientists
General	P. Miyake (Secretariat)

1 Review of the skipjack fisheries, 1969-98

Skipjack tuna are caught almost exclusively by surface gears throughout the Atlantic Ocean, although some minor catches are made by longline as by-catch.

Total catches (landings) are summarized in **Table 1** by east and west Atlantic and by gears. **Figures 1 and 2** show the catch trends of Atlantic skipjack by region and by gear categories. The Group considered that these data represent a reliable long-term series. **Figure 3** gives the areas used by the Group.

Figure 4 shows the average catches (1975-1996) made by the different fleets (purse seine and baitboat) in the Atlantic Ocean, by 5 x 51 degrees and by the various periods under consideration. **Figure 5** shows the skipjack size distribution (catch at size) estimated for the East and West Atlantic.

East Atlantic

The exploitation of tropical tunas in general, and of skipjack in particular, along the western coast of Africa by artisanal fleets goes back several centuries. In recent times, the first skipjack catch data (1950s) are from the baitboat fleets. In the 1960s, the purse seine fishery developed, originally as a coastal fishery, but, little by little, became more high seas orientated, while the baitboat fleets maintain a sphere of operations which is relatively coastal and local. In the early 1970s, the catches of skipjack reached 48,000 MT, mainly taken by purse seine vessels (63%). At the beginning of the 1980s, the catches reached 100,000 MT, the proportion of purse seine catches being similar to the previous period. In 1985 there was a considerable decline in the catches of purse seiners, due to the displacement of a large part of the French and Spanish fleets to the Indian Ocean. This situation changed in the years immediately following, skipjack catches then reaching 174,000 MT in 1991, with 75% of these being taken by purse

seiners. From this time on, there was a marked decline in catches, which dropped to 109,000 MT in 1997, of which 64% were by purse seiners and 36% by baitboat.

The skipjack fishery underwent important changes in 1991 with the introduction of floating artificial devices (FADs), and the resulting expansion of the purse seine fishery towards the West (30°W), at latitudes near the Equator, following the drift of the objects; the introduction of FADs in the Ghanaian purse seine and baitboat fisheries (1992); and the development of the fishing method, which mainly targets bigeye, in which the pole and line vessel serves as the aggregating device, fixing and fishing a school (comprising bigeye, yellowfin and skipjack) during the entire fishing season in waters off Senegal, Mauritania and the Canary Islands (1992). These changes have resulted in an increase in the exploitable biomass of the skipjack stock (due to the expansion of the fishing area) and of its catchability. In 1997, 1998 and 1999 new developments in the purse seine fishery which affect skipjack catches arose from the establishment of a closed season for fishing with artificial devices, for a period of three months in a wide area of the equatorial Atlantic. Currently, the most important fisheries are those of the purse seine fleets, mainly those of Spain, France and the NEI fleet (Vanuatu, Malta, Morocco, Belize, Guinea, Netherlands Antilles, Panama and San Vicente), followed by the baitboat fleets of Ghana, Portugal, Spain and France.

West Atlantic

In the West Atlantic the first fishery developed was the baitboat fishery (in 1950s), with purse seine fisheries being developed in the 1960s. By the end of the 1970s, annual catches reached 7,000 MT, and in the 1980s they soon reached 40,000 MT (1985), with catches fluctuating in the 1990s between 33,000 MT (1991) and 20,000 MT (1995). Traditionally the most important catches are those taken by the baitboat fleets. In 1997, 84% of 32000 MT caught were by baitboats. The most important fishery is the Brazilian baitboat fishery, whose target species is only skipjack. Cuban and Venezuelan baitboats have also participated in the fishery. The purse seine fishery, with much lower catches than the baitboat fleets, is only operated by Venezuela and Brazil.

A more detailed description of the Brazilian baitboat fishery is presented in document SCRS/99/68. This document traces in detail the evolution of the fishery since its inception in 1979 until the present.

1.1 Review of historical data

Task I catch data

Total annual catch data (Task I) prepared by the ICCAT Secretariat were reviewed, and it was noted that the following changes for historical catch data base have been received since the last SCRS meeting:

1991-1997 French baitboat and purse seine catch

1991-1997 Spanish purse seine catch

Document SCRS/99/64 describes the reason for these changes, and this paper was reviewed by the Group. The changes are due to improved stratification of the data and species composition applied for catch estimates. The preliminary results following these revisions were presented in 1998 to the SCRS meeting, and this paper shows the final results of the study. Recognizing that changes to historical data have to be well justified and examined by the SCRS, the Group decided to accept these changes tentatively, as there seemed to be sufficient justification. However, these changes require further study by the SCRS, particularly as yellowfin and bigeye catches are also affected.

The United States also proposed some revised figures for skipjack catches for 1980 to 1997. These are based on new data surveys which result in increased commercial and recreational fishery catches, particularly the latter. The procedures used for the review are presented in document SCRS/99/58. There was significant concern expressed that the proposed changes had not been communicated to the Secretariat prior to the meeting, as the catch-at-size (CAS) had already been created using the old Task I catches. Recognising that the absolute quantity implied by the changes is minor, despite their significance in a relative sense, the Group accepted them tentatively

for the Task I catch series, but agreed that the catch-at-size would not be redone. Again, it was recommended that the revisions be carefully reviewed at the forthcoming SCRS, and if accepted, the CAS must be revised before the next stock assessments.

Catches reported for 1998 are missing for many fisheries, and the reported 1997 catches for these were carried over to 1998, in order not to give a false impression of the total catch. Therefore, the 1998 catches should be considered very preliminary.

Task II catch and effort data

The Group reviewed the catalogue of the Task II catch and effort data in the ICCAT database, provided by the Secretariat. It was noted that data are available for most of the major fisheries (i.e. FIS, Spain, Ghana, Japan, Brazil and for recent years, Venezuela). For some local fisheries, monthly catches are available, which can be considered as Task II as the fishing area is limited (e.g. Madeira, Azores and for some years Cape Verde).

Size data

The Group reviewed the catalogue of the Task II catch and effort data in the ICCAT database, provided by the Secretariat. It was noted that data are available for baitboat and purse seine fisheries of FIS and Spain (in the form of catch at size), Brazil, Venezuela (only for recent years), Madeira and Azores (partially raised). The Group recognised that the catches by tropical purse seine and baitboats have been over-sampled for size data because these samples also aim to estimate the species composition, but this excessive sampling has become an advantage as it can be subjected to any type of stratification when processing the data.

The size data for Ghana based fleets come from a variety of sources. For 1975 to 1979, sampling was carried out by the Fisheries Research Unit of Ghana (FRU) in association with an ICCAT field expert. From 1979 - 1983, most of the sampling was made only by FRU, Ghana. Since 1984, sampling activities declined and ICCAT made a contract with Dr. Bard, who was stationed at that time in Abidjan, to sample fish caught by Ghana. Sampling by Ghanaian scientists resumed in 1989. In 1990, there was no sampling carried out, and from 1991 to the present sampling has been conducted by the Ghanaian scientists. (See also the following section). In earlier years, substantial skipjack catches were made by Japanese, Korean and Panamanian baitboats, based at Ghana. Sampling of these fleets was conducted as for the Ghanaian flag baitboats. However for the Japanese fleet, sampling was also conducted by Japan.

Catch at size (CAS)

The Group confirmed that CAS was to be created for 1975 through 1998, although the data for 1998 were very incomplete, for both East and West Atlantic, individually. The Secretariat reported that the request for the submission of CAS for major fisheries by national scientists had been made in February 1999, and reminders were sent as appropriate. However, except CAS for baitboat and purse seine catches of FIS (France) and Spain, no CAS was received for any of the major fisheries. Even part of these latter data were only provided during the session. The Group strongly urged that all available data be submitted by the deadlines in future, to avoid delays in creating the CAS.

For this meeting, in consequence, the Secretariat created CAS for all the other fisheries including some major fisheries (e.g. Ghana, Ghana-based Japanese, Panamanian and Korean fleets Brazil and Venezuela). The procedure adopted by the Secretariat was presented in SCRS/99/7. For those fisheries for which Task II data are available, the total catch was broken down into ICCAT area and monthly strata and then matched with size data, with data substitution if required. The detailed raising and substitution procedures in the Appendix of the same document were reviewed by the Group and approved.

Ghanaian size data for 1994-1997 was reviewed with special care, as in those years size frequencies taken by the Ghanaian scientists appeared to be very similar or almost identical, with very steep variability in the distributions. Although Ghanaian scientists reported that the measurements have been made in 1cm intervals, an opinion was expressed that the measurements were actually made by 2 cm intervals and recorded as 1cm intervals, so that peaks appear for every even-number fork length. The Group recommended that an intensive analysis be made on the validity of the size samples from Ghana. Meanwhile, the Group decided that for 1994 through 1997, FIS+Spanish purse seine size data for area 73 be used as substituted size data. This decision was based on the comparative analysis made between Ghanaian baitboat sizes vs. other purse seine size data in area 73.

The Group noted that the Secretariat is overloaded with work on statistics, which often affects the quality of the data, and reiterated their previous request that a biostatistician be hired at the Secretariat as soon as possible.

The Group agreed that the final CAS file should be aggregated for each year by quarter, four gear categories (PS, BB, SURE, LL) and by ICCAT areas. It was also agreed that for the east Atlantic, areas 71 and 76 be combined into one area for this purpose, as well as areas 72 and 77 and areas 78 and 79. For the West Atlantic, area 84 (Brazil) was treated separately, but all other areas were combined (see **Figure 3**). The CAS was later provided to the Group by the Secretariat in this format.

In accordance with this stratification, the mean annual weights of skipjack caught in different areas were calculated, and are presented in **Tables 2 and 3**. The evolution of mean weight in each of these areas is compared in **Figure 6**.

In **Figures 7 - 10**, the size distribution of the catches made by purse seine and baitboat fleets for the eastern and western Atlantic are shown, as stratified above and for three periods representative of the evolution of the fishery (1980-1984, 1990-1994, 1995-1998).

2 Stock structure vs. management units

2.1 Biological factors related to stock structures

Spawning areas:

Skipjack spawn in an opportunistic manner throughout the year in extensive areas of the Atlantic Ocean, in warm waters above 25°C. In the eastern equatorial Atlantic, skipjack spawn in a large area in both sides of the equator, including the Gulf of Guinea and to 20° or 30°W. Spawning occurs throughout the year with a maximum from November to March. In the northeastern tropical Atlantic, spawning takes place around the Cape Verde islands from July to September. **Figure 11** identifies the skipjack spawning areas and the limits of larval distribution.

2.2 Review of tagging data

The ICCAT tagging database was examined and was found to contain 4,194 skipjack recapture records on which both release and recapture locations are recorded. Only one transoceanic recapture was reported, but this record indicated that the fish made the crossing (from 14°N 32°W to 13°N 74°W) in only 4 days, so this location was assumed to be recorded in error and the record was eliminated from the analysis. The movements of the 4,194 recovered skipjack are shown in **Figure 12**. A subset of the data, restricted to 92 fish with movements of greater than or equal to 5 degrees change in latitude or longitude, is plotted in **Figure 13**. There is no evidence in these figures of movement in any direction between the western and eastern Atlantic or between the northern and southern Atlantic along the western side. Due to the relatively small numbers of fish tagged and released, the large distances involved (and the time required to travel this) and high mortality rates, there is a low probability of recapture even if transoceanic movement occurred.

2.3 Proposed stock structure of skipjack based on current knowledge

The present stock structure hypothesis, established by the SCRS, and consisting of two separate stock management units, one in the East Atlantic and one in the West Atlantic, with a boundary at 30°W, was reviewed by the Group and was adopted again as a working hypothesis for the analysis to be conducted during the meeting. The 30°W boundary was established when the fisheries were more coastal. In recent years, the eastern fisheries have expanded to the West, reaching West of 30°W. These minor catches made immediately west of this boundary have been included in the east stock for the time being until this issue can be revisited.

Some evidence, which is inconsistent with the hypothesis of separate stocks in the East and West Atlantic, was discussed. For example, an examination of the size distributions of catches in each area (**Figure 15**) reveals that the West Atlantic fisheries are generally composed of large fish, with 11% under 45 cm (median of 52.5 cm). This contrasts with catches in the east Atlantic, which has 37% under 45 cm. (median of 45.5 cm). Some explanations for this difference were considered, including: (1) a possible cryptic distribution of the smaller sizes in the west Atlantic outside the present fishing grounds; (2) differences in size selectivity between East and West due to gear differences and proximity of each fishery to equatorial zones (where smaller fish predominate); and (3) the possibility that some fraction of the eastern Atlantic skipjack could migrate to the West side of the Atlantic after reaching a certain size. Only the third explanation argues against the working hypothesis separating the East and West.

The eastern Atlantic purse seine fishery has shown the presence of juvenile skipjack along the equator west of 30°W, which approaches the Brazilian coast (at a distance of only 1000 nautical miles from the Brazilian fisheries). This could imply some degree of mixing.

However, given the vast distances involved, various environmental constraints, the presence of a spawning area in the northern area of the Brazilian fishery, and the lack of other supporting evidence (such as transoceanic movements in the tagging data), the hypothesis of separate stocks in the East and West Atlantic was retained as the most viable alternative.

Given the biological characteristics of the species and the different areas in which the fisheries take place, there is the possibility that smaller management units could be envisaged. In the case of the West Atlantic, for instance, two separate management units could be considered in the North and in the South. Some arguments were presented in support and against this hypothesis:

In the western Atlantic, two distinct fishing grounds are formed: one off southern Brazil and another off the Venezuelan coast and around Cuba. A distance of about 3,000 nautical miles separates these two fishing grounds. The spawning area of the Brazilian unit is located at the north of 20°S, (North of the fishing area), probably limited to the southward-flowing Brazil current, whilst one other spawning unit is known in the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. The recapture data of tagging conducted during the Skipjack Year Program are limited inside the respective fishing grounds. Besides, of about 3,000 fish tagged, less than 3% showed movements longer than 1,000 nautical miles, whereas more than 70% covered distances of less than 100 nautical miles. This information could indicate the presence of two population units of skipjack in the western Atlantic, although this hypothesis is not conclusive.

Considering that the major part of skipjack tuna movement is purely diffusive within various environmental constraints (Sibert *et al.*, 1996), the geometry of the zones considered determines the flux of fish through the frontiers. Indeed, according to the schematic representation in **Figure 14**, it is quite clear that the net flux of fish diffusing from the rectangular zone ABCD through its frontiers depends on the geometry of the zone: fluxes through the AB and CD sides are roughly proportional to the angles (AOB) and (COD) and are much more important than fluxes through the AD and BC sides which are roughly proportional to the angles (AOD) and (BOC).

Then, considering the geographical stratification of **Figure 15**, we can roughly infer from geometry the relative order of magnitude of diffusive rates between zones. For instance, diffusive rates from zone 5 to zone 7 and from zone 4 to zone 8 will be much more important than the rates from zone 7 to zone 5 and from zone 8 to zone

4. It is also interesting to note that, considering geometry, diffusive exchanges between zone 7 and 8 must be negligible.

3 Biological parameters

3.1 Review of biological parameters

The main biological parameters of skipjack tuna caught in different areas of the Atlantic Ocean were reviewed. Document SCRS799/66 presents a synopsis of the biology of skipjack tuna population and related environmental conditions in Brazilian waters. According to this document, skipjack spawn off the Brazilian coast all year round particularly in the first quarter of the year, during the south summer months. Fecundity ranges from 100,000 to 1,000,000 eggs. First sexual maturity is reached at 51 cm fork length, for females, and 52 cm, for males, a size about 10 cm longer than in the eastern Atlantic. First maturity size obtained for the Pacific population was estimated at 55 cm, for both sexes (Orange, 1961). Growth studies based on data from the dorsal fin spine, indicated a $K = 0.218$, $t_0 = -2.09$; and $L_{inf} = 87.12$ cm. A later record of 89.0 cm maximum size prompted the adjustment of the asymptotic length to 91.0 cm, and of K to 0.294, following the recommendation of Jones (1984). Natural mortality (M), estimated by the empirical equation of Rikhter and Efanov (1976) and based on size at maturity was equal to 0.77/year. Fishing mortality (F) was estimated at 0.75. By applying the VPA method, the biomass was estimated at 70.3 thousand tons, based on catch data for 1980-1983 and 70.5 thousand tons, for 1984-1986 data. By using the Gulland equation, the MSY was estimated to be 26,950 MT.

During the discussions, it was observed that the skipjack caught off Brazil grow about only 8 cm per year, which is different to those caught off Africa which, depending on the area, can grow from 9 up to 19 cm per year. Skipjack off the coast of Venezuela, in turn, seem to grow about 16 cm per year. It was also noted that natural mortality of juveniles could be much higher than the value of 0.8, commonly used for assessment purpose. Recent data from the Pacific Ocean, for instance, have shown that it might be as high as 2.0 for fish between 40 cm and 50 cm, and much higher for smaller fish (Bertignac 1999). It was noted, however, that these values should be viewed with caution, since they are probably unrealistic. A summary of the main biological parameters of skipjack from different areas of the Atlantic Ocean is given in the **Table 4**.

Some available growth curves for the western and eastern Atlantic were examined. The growth parameters are shown in **Table 4** and the curves are plotted in **Figure 16**. It was noted that there were considerable differences between the curves. Particular concerns were raised concerning the parameters estimated by Cayré *et al.* (1986), which suggest a very rapid growth during the first year (greatly exceeding average yearly growth rates reported in the literature) before reaching an L_{inf} which is considerably lower than observed maximums. This is probably the result of fitting short-term tagging data covering a restricted size range to the von Bertalanffy growth curve. It was suggested that the results of this study might be more appropriate for describing growth within the restricted size range rather than describing an overall growth curve.

In order to obtain a more objective criterion for evaluating the various growth curves, a parameter = describing the relationship of k and L_{inf} was calculated according to the method described by Pagavino (1998). This parameter is shown in **Table 4** and it was noted that the values of = for the Cayré *et al.* (1986) analyses were considerably higher than the mean values reported by Pagavino (1998) for other studies in the Atlantic (7.77, from two studies not included here) and the Pacific/Indian Ocean (8.31, from 10 studies). This suggests that either the Cayré *et al.* curves are inappropriate or that the life history of skipjack within the study area is considerably different from that in other areas.

Considerable uncertainties remain regarding which growth curves are appropriate and the amount of variability in growth between areas. Given these uncertainties and the potential complexities introduced if fish move between areas in which they may follow different growth patterns, no age slicing was performed during this meeting

using these growth curves. It was concluded that a better understanding of skipjack growth patterns is a high priority.

3.2 Analyses of possible effects of school-type on biological parameters (growth, migration, natural mortality)

The effect of logs on the migratory behavior of skipjack tuna, as well as on some of its biological parameters, were discussed. The introduction of fish aggregating devices (FADs) seems to have changed the schooling behavior and movement pattern of the species. Before these devices were introduced, the free-swimming schools of mixed species were much more common than they are now. It was also noted that due to the large number of FADs, fish would tend to aggregate around them (being trapped) and therefore would change their movement pattern. Less diffusion could imply less food availability and also increased predation (natural mortality), as well as fishing mortality. Therefore, the massive use of FADs could change the biological parameters. For instance, a decrease has been noted, not only in the catch rates, but also in the size of the fish caught in the areas where FADs are more frequently used, suggesting a possible localized growth overfishing. This could happen due to the viscous nature of skipjack distribution.

Skipjack is a tuna species that is often associated with floating objects, either natural logs, or to the various Fishing Aggregating Devices (or FADs) used actively since the early nineties by purse seiners and baitboats in the Atlantic. During the period 1991-1998 about 70% of skipjack was taken under FADs. (see **Figure 17**, average fishing map of skipjack taken on FADs and on free schools). Skipjack tuna fished under FADs are most often associated with small yellowfin - average 22% - and small bigeye - average 17%, and also with various other non-tuna species which are typical of FADs (such as mahi-mahi, genus *Elagatis*, various sharks, billfishes, genus *Balistes*, etc). This marked behaviour of skipjack tuna is observed worldwide, but it remains widely unexplained (Fréon and Misund. 1998). If the FADs can provide a meeting point for this pelagic fauna, this small ecosystem can hardly provide enough food to the large biomasses of tunas (20 tons or more of tunas are often associated with FADs) which are living under these logs. Various observations would indicate that this association behavior may be very strong, but this fidelity to the FADS needs to be further evaluated by *ad hoc* research (such as tagging of skipjack associated with FADs).

The concept of stock viscosity, as introduced by MacCall (1990) is probably a fundamental one for skipjack tuna resources. In this concept, the effects on such a "viscous stock" could be:

A local depletion of a fraction of stock, which can easily be observed when excessive catches are taken in this area;

However, the over-fishing observed in this region will have very little or no effect on the abundance of tunas observed in other areas of the same stock.

Such viscosity is the consequence of the movement patterns with a low proportion of fishes making large scale geographical movements.

In this respect, a comparison of skipjack length-frequency distributions between time periods before and after the use of FADs was presented. The data showed that for the eastern Atlantic there has been an increased proportion of small fish in the catches, as well as a decrease in total catch, during recent years in some areas, such as ICCAT areas 72 and 77, suggesting localized growth overfishing. For the western Atlantic, on the other hand, where FADs have not been used, there is no change in size composition, indicating that the fishery and the stock are in a stable condition.

It would be interesting to examine the condition factor of fish caught around FADs and in free swimming schools. It was noted, however, that it could be difficult to separate the effect of FADs from the effect of the area.

A better understanding of the effects of FAD on the migratory behavior of skipjack could be obtained through tagging. Tagging studies could also provide valuable information on many critical issues, including stock structure, regional growth rates, mortality rates, and diffusion rates. Skipjack tagging should be conducted during the Bigeye Tuna Year Program. This would not only be a cost-effective approach, but also the skipjack and bigeye fisheries are interrelated; a decline in skipjack catches could lead to increased effort being directed at bigeye.

Documents SCRS/99/63 and SCRS/99/62 were also presented under this agenda item. The first document describes the exploitation of tuna schools associated with an anchored auxiliary boat. In these catches, skipjack was the highest species caught (44.3%) among other species of tropical tunas. Sizes of individuals caught were also presented.

Document SCRS/99/62 studies the relation between the number of sets and the catch by temperature ranges and time period. SKJ size distribution in different areas, by free school and schools caught with FADs were also presented, as was the size distribution of discards of this fishery.

4 Review of assessment methods and input parameters

Various documents were presented to the Working Group concerning this item of the Agenda. They will not be reviewed individually in this introduction, but only in the various following points of the chapter.

Skipjack tuna fished in the Atlantic, as all the other skipjack stocks worldwide, show very peculiar characteristics which make the assessment of its dynamic a very complex task. Among these, the major stock assessment problems include the points described below.

Recruitment is continuous in time, but heterogeneous in space and time (Cayre, 1986) so that no singular cohort can easily be identified: we must use the concept of mensal micro-cohorts (Fonteneau, 1976), e.g. a fraction of the population born in a given spot at a given time.

Growth is variable in space, depending on the region considered (Bard, 1986), so that fish of the same age will exhibit different sizes depending on their various history. The optimal models should then be stratified by size of fish and use a spatialized approach, taking explicitly into account the variability of growth in space.

Continuous movements of fish do occur at various geographical scales, so that the different regions interact differently depending on the type of movement of fish (size-dependent diffusion and migration). The optimal models should then take into account the geographical location of zones (fished and unfished zones) and these movement patterns, as well as the structural viscosity of the resource, which should preferably be taken into account in the stock assessment model and management plans.

Many different fleets (baitboat and purse seine) with heterogeneous and changing catchabilities (in general showing increasing efficiency) are exploiting the same population; for many of these fisheries, skipjack tuna is often a secondary or by-catch species, depending on the relative prices, and on the availability of other target species. Consequently, the SCRS has never been in position, until now, to estimate the effective fishing effort exerted on skipjack in the eastern Atlantic. The estimation of this "effective skipjack effort" e.g. an effort proportional to the fishing mortality, remains very problematic.

This combination of severe difficulties explains why the SCRS has not conducted any comprehensive assessment of skipjack stocks since the early eighties (Skipjack Year Program). Then, one of the primary goals of this Group was to review the information which could help to evaluate the status of skipjack stocks and to develop *ad hoc* assessment methods which could be used to evaluate better the exact status of the Atlantic skipjack stocks.

4.1 Available fishery indices

Skipjack stock assessment studies around the world are faced with the same question: how to estimate an adequate measure of fishing effort exerted on skipjack. To overcome this difficulty, the use of non-traditional indices must be developed. In contrast to the other major skipjack fisheries in the world, in which the total catch is often not very well reported, available information on the Atlantic skipjack fishery (i.e. catch per gear, nominal effort, fishing distribution, catch at size, etc.) is relatively good and is regularly updated over long time series. Accordingly, the Atlantic skipjack database offered the Group the possibility of analyzing the usefulness of complementary fishery indices in order to evaluate the stock status of this species.

The list of the complementary fishery indices analyzed during the meeting is as follows:

- Production (catch),
- Nominal effort (fishing days, carrying capacity),
- Surface exploited and successfully fished (number of squares visited),
- Composite (catch per fishing days, number of sets per fishing days, catch per set, catch per unit of surface),
- Size (mean size, or mean weight).

Production Index

The total catch of skipjack taken by the purse seine fishery in the eastern Atlantic remained stable, between 40,000 MT and 70,000 MT from 1971 to 1989. The dramatic increase of the catches observed after 1990 was caused by the massive use of artificial floating objects (FADs). However, this high production was only maintained during five years and the catch decreased sharply after 1996. Taking into account that in the same period nominal fishing effort was considered relatively constant, such a situation could be interpreted as a sign of over-exploitation. The evolution of the catches by area appeared relatively heterogeneous. Although the evolution of the catches in the major FAD fishing grounds, such as the Sherbro area (ICCAT area 77-72) (**Figure 17**) followed the general pattern described for the whole eastern Atlantic, this was not so for the other areas (e.g., in the Senegalese fishing ground, characterized by non-associated schools of skipjack). These discrepancies in the evolution of the local catches may suggest that the mixing rate of skipjack within the whole area could be moderate and slow.

Nominal effort

The evolution of the carrying capacity over the years was updated for the eastern Atlantic during the meeting. The total carrying capacity of the baitboat fleet remained very stable from 1972 to 1998. In contrast, the carrying capacity of the purse seiners showed an increasing trend until 1983, then a dramatic fall in 1984 caused by the relocation of a portion of the fleet into the Indian Ocean. Since 1991, the carrying capacity of the purse seiners has decreased slightly.

Fishing effort expressed in number of fishing days is not a precise measure of the skipjack effective effort (e.g., in the East, where a change in individual fishing power of the vessels is strongly suspected), but it is worth considering this type of information.

During this meeting, detailed information about the historic fishing activities of the Brazilian baitboats in the western Atlantic Ocean was presented (SCRS/98/69).

The fishing effort of the Brazilian baitboats decreased by half between 1985 and 1996, although an increase was noted during 1997 and 1998 (Fig. 7 in SCRS/99/69). However, this overall declining trend was not verified for all the components of the Brazilian fleet and there was clear evidence that the average size and the carrying capacity

of vessels increased during this period. There is no evidence that this fleet introduced more efficient fishing equipment on board (with the exception of a recent increase in the use of satellite imagery). In contrast, others observations made on the Japanese baitboat fisheries, operating in the Pacific ocean, showed the use of different equipment, such as sonar, different types of bird radar, meteorological satellite receiver, as well as low temperature live bait tank (SCRS/99/59). The same type of fishing equipment could have been introduced in some baitboat fleets operating in the East Atlantic.

Surface exploited

The fluctuation of the overall size of the area exploited by a fishery is an important component in stock assessment analysis. The number of $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ areas visited and exploited for skipjack by the purse seine fishery in the east Atlantic showed an increasing trend since the end of the early seventies (**Figure 18**). Nonetheless, this expansion of the fishing grounds was not continuous over the years. For instance, the surface exploited by this fishery remained quite stable from 1978 to 1989 and more recently between 1991 and 1998. This increasing trend is also reflected in each local area, with the exception of Angola. It appears that the evolution of the skipjack catches is highly correlated with the evolution of the number of $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ areas fished. This means that in the absence of an adequate measure of fishing effort, the number of areas visited should be used as an alternative.

Composite

Catch per fishing day

It is quite clear that the overall trends shown by this index in the eastern Atlantic are in agreement with the assumptions made about this species. For instance, the increase in the catch rate observed from 1980 to 1989 (**Figure 19**) could be related: (1) to the increase in the vessels' fishing power (introduction of new devices on board); and (2) to the exploitation of new productive areas (neither factor is directly taken into account by the fishing days concept). After 1990, the increase in catchability due to the massive use of artificial floating objects, followed by the apparent recent local overfishing were also well described by this index. It can be noted that the local overexploitation observed in Sherbro as well as in the Ghanian area did not appear to affect the catch rates off Senegal.

For the western Atlantic, catch rates were standardized by GLM during this meeting for the Venezuelan purse seiners and in the document SCRS/99/69 for the Brazilian baitboat fishery. The Venezuelan index (log-normal model) was built on the basis of the AIC criterion that leads to a parsimonious model with the main effects: year, quarter, catch of yellowfin (log transformed) and the interaction between this last effect and the quarter. The Brazilian models (lognormal and delta-lognormal models) took into account the effects of year, quarter, fleet, area and some interactions.

The salient result is that there was no clear evidence of any trend in either abundance index (**Figures 20 and 21**). This result indicated that the skipjack fisheries are stable in the western Atlantic Ocean. These coastal fisheries (which are limited offshore by the deepening of the thermocline) could partially receive tunas migrating from other areas.

Number of sets per fishing days

Generally, the diminution of the biomass can be assessed by the number of sets (successful or not) per fishing day. However, one major bias affecting this type of index is caused by the progressive introduction on board of sophisticated equipment to improve the detection and the catch of the tuna schools. The document SCRS/99/65 showed that this index went up from the beginning of the eighties to 1986-1987. The trend was reversed at the end of the 1980s, although the decrease was not the same in all areas. The number of sets made on FADs in recent years appeared relatively stable.

Catch per successful set

During the ICCAT Working Group meeting held in Miami, 1998, dedicated to the analysis of the increase of purse seiner fishing power, it was argued that the catch per set could be used as an abundance index for the sets made on FADs. This is based on the assumption that a decrease in tuna biomass could affect the number of schools in a cluster, as well as the number of fish within a school. One of the limitations of this index is the difficulty of correcting the likely reduction in escapement rate due to an increase in the net dimensions over the years. This index may also be affected by the local density of FADs in a given area. In the eastern Atlantic, the skipjack catch per successful set increased regularly from 1980 to 1990 (SCRS/99/65). However, a declining trend was observed since 1991, especially for sets made on FADs.

Catch per 1° x 1° areas visited with skipjack catches

Because there is an apparent strong relationship between the catch and the surface exploited by the purse seine fishery, the catch per unit of surface index was analyzed during the Working Group. The expansion of the fishing grounds leads to a stabilization of the entire catch per surface index (**Figure 22**). It can be pointed out that the optimistic increases detected by the use of a simple catch per fishing days index are here corrected by the number of 1° x 1° areas visited with skipjack catches (see the Senegalese area, for instance). With the use of this index, the deployment of the FADs did not produce so great an decrease in the catch rate compared with the decrease observed with other abundance indices. This fact could confirm that one of the major effects of the FADs could be to allow tuna catches in areas in which, before the use of this fishing mode, no school was detected (or available to purse seiners). The depletion of skipjack abundance in these areas after three or four years of full exploitation is well shown by this index.

Size

The reduction in the mean size can be interpreted as a sign of an increase in the exploitation rate. It is obvious that a large increase in fishing mortality produces a corresponding decrease in the mean size in the catch. During this meeting, a comparative analysis of the total mortality of skipjack, based on size structure, was made between several historical periods of the eastern Atlantic fishery. It seems that there were spatial characteristics that remained stable over the years. It was shown that the catches of larger skipjack were more important in the west than in the east of the Atlantic Ocean. The proportion of small fish in the size structure of the catch was larger in the equatorial area than in the temperate area. There was no evidence of an increase in the total mortality since the mid-seventies, with the exception of the equatorial area where the size of the fish decreased since the 1990s. In the equatorial area where FADs are deployed, the main change in the size structure may be due to (1) an increase in fishing mortality of the younger classes and (2) a local decrease in the number of older fish.

4. 2 Methods based on tag release-recapture data

Tagging data have been successfully used in the western Pacific to evaluate the status of the skipjack stock (SPC works). However this estimation of stock status using tagging data can only be made when a large-scale tagging program has been designed to carry out this analysis and very large numbers of tags are released. Such large-scale tagging has never been conducted in the Atlantic. The most important tagging program carried out on skipjack was the one conducted during the Skipjack Year Program, with 30,000 skipjack tagged and released. Some quantitative analysis of the recovery and attrition rates have already been conducted on this data set (SKJYP) but, because of the limited number of fish tagged (and very few skipjack tagged in the west Atlantic), and because of the lack of statistical models available when the studies were conducted, this interesting data set has not yet been used to evaluate the stock status during the studied period (early 1980s). It is considered that a re-analysis of this

tag-release/recovery data set, in association with other data and using modern statistical models (such as the ones described in paragraph 4-5), could provide new comprehensive and interesting results.

4.3 Generalized production models

Generalized production models have never been used to evaluate the status of skipjack stocks (neither in the Atlantic nor in other oceans). The main reason for this was probably the major difficulty in estimating a realistic vector of "effective skipjack fishing efforts" (cf & 4-1). However, despite these difficulties of running the production model, it is quite obvious that all the biological concepts underlying the model should be valid for skipjack tunas, as for any other exploited fish stock (Fonteneau 1986). It is then interesting to explore the potential use of alternative production models.

One new model in the family of production models is the index proposed and used very successfully by Grainger and Garcia (now called the G&G index). This index is a simple yearly ratio of each yearly catch minus the average catches observed during recent years and divided by the same average catch. This index can be a valid indicator of the exploitation rate of the stocks, but only for stocks suffering a continuous increase of their exploitation rates. For such stocks, the G&G index plotted over time does show a linear decreasing trend

High levels of this index are observed in the maturing fishery, when the stock is still under-exploited.

Lower levels are observed when the fishery is approaching its MSY.

Negative values (e.g. a decreasing trend of catches) are observed for the over-fished stock.

The advantage of this index is that no effort data are required, but only a general knowledge concerning its increasing trend (this is an interesting feature to study the skipjack stocks and fisheries in the eastern Atlantic).

This G&G index was calculated for the eastern Atlantic (**Figure 23**). A linear trend was adjusted to this series and is shown in the same figure. This index would indicate that this skipjack stock could have been overfished since the early nineties. It was also noted that this result would have been obtained during at least the last five years (same trend of the G&G index during the period 1962-98 and 1962-93).

The conclusion of the Working Group is that this method is an interesting one, very similar to the traditional interest of examining the curve of yearly catches, but also incorporating the fundamental underlying concept of production modelling. It is not clear how far the overfishing diagnosis indicated by this G&G index is valid, but this result is at least interesting to consider in the diagnosis. An element favourable to this study is that the fishing effort exerted on skipjack has probably shown during the last 40 years a more or less continuous increase, this increase in effort being the major condition for the effective use of the G&G index.

Another alternative to the traditional production models used by the SCRS was presented during the meeting by Dr. Maury. This original non-equilibrium production model was recently developed for skipjack stocks. This model is a generalized production model with the following main features:

A flexible parameter m , defining the shape of the production curve (Pella and Tomlinson 1969),

Catch and effort of multiple fleets are introduced in the model, each one being used independently in the tuning of the statistical model; 17 independent gears were used in the present model.

The efficiency of each fleet is variable from year to year, and these changes in efficiency are estimated by the model, as a constant rate over time.

The entire fishing mortality is estimated in the model by summing the mortality estimated for each fleet.

Although various runs of this experimental production model were made, only the results from a total Atlantic stock model were presented and discussed. Although the hypothesis of one Atlantic stock used in this analysis is not consistent with the two-stock hypothesis adopted, it was not possible, for practical reasons, to run the two stocks hypothesis during the meeting. It was considered that the results obtained from this model are probably dominated by the eastern Atlantic fisheries.

The preliminary results obtained from this production model (**Figure 24**) are the following:

- The recent fisheries on FADs appear to decrease the productivity and MSY of the fisheries.
- The total catches of Atlantic skipjack (about 170,000 MT yearly during recent years), are in excess of the estimated MSY (in a range between 120,000 MT, before FADs, and 85,000 tons, with FADs, see **Figure 24**).
- Most of the fishing gears do show a significant increase in their fishing efficiency (at an annual rate of about 5%) (**Figure 24**).

The Group discussed the validity and the various possible uncertainties of these very provisional results. The relative position of the observed catches and the estimated equilibrium curves were questioned, because of the systematic and large non-equilibrium features estimated by the model. Various significant improvements could be envisaged in the short-term use of this model: in the data base used (better catch series, better information on fishing effort), use of alternative gears and use of other tuning rules. It was also recommended that the model be applied separately to the two skipjack stocks in the eastern and western Atlantic when the extrapolated Task 2 data are available for all fleets. Independently of this model, it was also noticed that a major component in the increase of skipjack catches was the size of the area successfully fished (see **Figure 25**). Various production models are already incorporating this component (Laloe 1989, Die *et al.* 1990), and it is recommended that this spatial component be incorporated in the future development of Maury's model when used for skipjack.

However, the Group considered that this new method is promising and may soon provide a reliable evaluation of the skipjack stock status (and possibly of other tuna stocks). The Group considered that the diagnosis presently obtained, i.e. that the eastern Atlantic skipjack was probably fully exploited and possibly overfished, was a realistic result, taking into account the decrease in catches observed during recent years despite (and probably because of?) the massive use of FADs primarily targeting skipjack.

4.4 Sequential population analysis (SPA)

Sequential population analyses have not been conducted by the SCRS for skipjack stocks in the eastern Atlantic since the experimental cohort analysis conducted after the Skipjack Year Program. This lack of SPA was mainly due to the various reasons described in paragraph 4-1, primarily the major difficulties in building a consistent catch-at-age table, the large uncertainties in natural mortality at age, particularly in the east Atlantic, and the difficulties in obtaining abundance indices from the fishery data. The Group also faced these major difficulties and no attempt was made to estimate the catch at age or to run the SPA.

However, some local SPA were conducted in 1985 on the Brazilian fraction of the West Atlantic skipjack stock during the period 1980-1983 (Jablonski and Matsuura 1985). Local fishing mortality was estimated at $F=0.75$. By applying an ASP method, the local biomass was estimated at about 70,000 MT. An estimated local MSY was subsequently estimated at 27,000 MT using Gulland's equation (e.g. a local stock close to its full exploitation). This analysis made on a fraction of stock may be valid only if the skipjack population is highly viscous, and shows a low mixing rate with the biomass fished in other areas (with little potential interaction with neighbouring fisheries). This is the current working hypothesis.

4.5 Likelihood statistical models

This type of statistical method is not of any peculiar type stock assessment method. However, because of the peculiarities of this type of statistical approach, they have been isolated and treated separately under this Agenda item.

Given the concern about the situation of the skipjack stock, it is urgent to assess the sustainability of the recent FAD fisheries and their potential effects on migrations, natural mortality and growth. The problem is that neither global nor analytical standard stock assessment methods (for a review of the analytical approach, see Megrey, 1989) nor recent statistical methods such as multifan-cl (Fournier *et al.*, 1998) are adapted to the peculiarities of the skipjack stock dynamic in the Atlantic Ocean (cf. 4).

Given the lack of tools to assess the skipjack stock, there is a need to develop new approaches. It is proposed that two alternative and complementary approaches be explored. The first approach concerns the use of generalized production models and their adaptation to the skipjack case (cf. 4.4.). The second one, more complex, but potentially more powerful, concerns the development of new analytical models sufficiently structured to represent correctly the very complex dynamic of the skipjack population and to allow its quantitative assessment.

This latter approach is currently under development and is expected to be operational in the near future. Based on the main particularities of the skipjack stock (cf. 4), this model takes into account:

- the concept of monthly micro-cohorts,
- a size and an age structure,
- a geographic stratification,
- a growth variable according to the area,
- an explicit representation of movements,
- many different fleets with various catchability trends.

This age/size and time/area-structured synthetic model would be capable of simultaneously using all the information available (commercial data such as catch, effort and size frequencies and scientific data such as tagging data) to estimate all the required parameters (recruitment, growth, movement, natural mortality and catchability) with a maximum likelihood approach. Such a statistical approach applied to simpler models has already proven to be powerful (Fournier *et al.*, 1989, 1990 and 1998). They explicitly acknowledge the variability of the data and they allow the estimation of confidence intervals for parameter estimation. They could then offer a very significant improvement in skipjack stock assessment.

In the Atlantic skipjack model, the natural mortality M would be age dependant, and the fishing mortality F size dependant. This growth could be modelled explicitly, and be variable in each geographical strata. The geographical structure of the model would be based on the heterogeneity of the fishery. Height zones are presently envisaged, based on fishing activities and on environmental information. The six eastern zones match with six well identified, and quite homogeneous ecosystems (**Figure 15**): 1 Angola, 2 Cap Lopez, 3 Ghana, 4 south Sherbro, 5 Senegal and 6 Canary Islands-Azores-Madeira. Each of them was intensively exploited, at least during an historical period of the fishery and so is well documented in terms of fishing data. The western side of the ocean is far less exploited. Consequently, the population distribution is less known and the zones adopted only separate the northern fisheries (zone 7: Venezuela-USA) from the southern one (zone 8: Brazil).

The model is based on the assumption that movement of fish can be divided into two main components: a random non-directed component, the diffusion, and a directed one, the advection (Sibert *et al.*, 1994 and 1996). According to this assumption, transfer rates from one zone to another have two terms: a diffusive one and a seasonal advective one.

In the model, skipjack tuna are assumed to be recruited at a fork length of 30cm and recruitment is allowed to vary each month in each zone.

This model will require an extensive and well-validated database, combining multiple data sets (catch, effort, size, tagging, etc). This database is not presently available at ICCAT and it would require a biostatistician for its validation and preparation. It will also require the use of powerful computers. Even if the potential results of such models need to be scrutinized with great care, and compared with results from other methods, the Group considered that their development is of major interest to assess skipjack stocks. This conclusion is perfectly in agreement with the recommendation made in 1996 during the ICCAT Tuna Symposium (St Miguel, Azores) on the need "to develop spatially explicit models that could account better for the dynamic nature of tuna stocks and fisheries". Furthermore, the Group also concluded that such spatial models would require, in order to be fully efficient and realistic, more results from large scale tagging programs (in all major fishing zones, and in FADs zones).

5 State of the stock(s)

The status of the Atlantic skipjack stocks was analyzed for the first time through a large scale comparison of all the biological and fishery information available, and applying various models to evaluate stock status. These first analyses provided results that are still partial and preliminary, but encouraging and promising.

The present analysis indicates that the skipjack stocks can probably be classified as a quite viscous resource, with low or moderate mixing rates, and moderate interactions, between the major fishing zones which do show quite independent trends in their catches, CPUE and sizes of fish taken. This may suggest a moderate or slow mixing rate between remote areas within the fishing area (for both eastern and western stocks). Thus, further skipjack stock assessments should be made using appropriate spatial units (box models or equivalent; Hilborn and Sibert 1988). Nevertheless, this statement must be tempered by considering scale: there is obvious mixing at short distances (*i.e.* <15-20 degrees of latitudes and/or longitudes).

The condition of the western stock seems to be quite good (maturing fisheries).

The eastern stocks appear to be fully exploited and possibly overfished, at least in some areas such as the equatorial areas. The effects of FADs that are used extensively by purse seiners and baitboats since the early nineties, are not fully understood. However, the available data indicate that they may have produced local overfishing, thus producing a decrease in the skipjack catches, and in the average sizes. It is not clear if this overfishing was simply a local scale overfishing, or if it was more general, due to a change in the biology and movement patterns of skipjack resulting from the massive use of FADs (see Item 6). If this hypothesis that FADs can alter significantly the biology of the skipjack stock is correct, these FADs could decrease the productivity of the eastern Atlantic skipjack stock. Furthermore, if it is assumed that equatorial areas play a source role in the skipjack population by exporting fish to the more peripheral areas, the probable local over-fishing of the Equatorial area and the possible fish trapping of skipjack tuna by FADs could have an important impact on the catch and size frequencies of fish in the peripheral areas of the fisheries.

In this context of local overfishing, any method limiting the use of FADs could help to reduce this skipjack local overfishing. However, it was also concluded, as in previous SCRS Reports, that the risk of recruitment over-fishing, *e.g.*, a critical loss of recruitment due to an excessive decrease in the spawning stock, was probably is not significant for skipjack at present, because skipjack spawn at young ages, the high flexibility of skipjack spawning behavior, and the large segment of the population that is still moderately exploited (playing the role of cryptic biomass, a biological characteristic of many tuna stocks which appears to be useful to maintain their viable spawning stock and sustained recruitment, even when severe local over-fishing is frequently observed).

6 Preliminary evaluation of the effects of the two voluntary closures by purse seiners in 1997 and 1998 on skipjack

Since 1997, there has been a voluntary moratorium on using fish aggregating devices (FADs) by purse seiners during specific areas and times. The area is in the traditional fishing area of the eastern Atlantic (**Fig. 26**). The closure periods were for a duration of three months: November, 1997, through January, 1998, and November, 1998, through January, 1999. The two three-month voluntary moratoria on FAD fishing were implemented primarily to address concerns about the number of small bigeye being caught in association with FADs. However, both yellowfin and skipjack are also caught in association with FADs. Thus, it is appropriate to examine the effects that the moratorium might also have on these other species. Therefore, the preliminary data on skipjack were evaluated.

Monthly purse seine catches (only purse seine data are presently available up to 1998), sizes and nominal catch per effort were examined by area, season and year. **Figure 27** compares monthly catches in the moratorium area versus those outside the moratorium area. As can be seen, the catches of skipjack during the moratorium were quite low in comparison to the catches just previous to the moratorium and compared to catches in the moratorium months in previous years. The moratorium is an obvious contributor to the reduction in catches; however, other factors may also have contributed.

The purse seine size frequency data (**Figures. 28-30**) was compared between the moratorium area and Senegal. One hypothesis about the effects of the moratorium is that decreased catch caused by the moratorium would result in benefits to the coastal areas, such as Senegal (the major skipjack fishery during summer) through the availability of more fish and of larger fish. The data aggregated from 1995-98 indicate that on average the sampled fish in Senegal were somewhat larger than that in the moratorium area. Comparing the data annually (**Figures 29 and 30**) does not indicate a strong relationship. However, shifts in size distributions that might be caused by the moratorium are not expected to occur immediately. Effects may occur in subsequent years.

Another hypothesis about possible moratorium effects is that catch rates will increase immediately after the moratorium in each year due to increased availability. Nominal purse seine catch per standard fishing day were compared (**Figure 31**); the catch rate in the summer of 1998 following the first moratorium were considerably higher than during the moratorium. However, the catch rates in 1998 were not demonstrably different from those in previous years before there was a moratorium. Thus, the catch rate evidence is not yet conclusive, even if it is higher than in the last three years.

Generally, benefits to the skipjack fishery due to the moratorium are not expected to be realized immediately. However if there are to be benefits, then they would be expected to occur fairly rapidly (in the years 2000 or 2001) due to the rapid growth rate of skipjack. Thus, the SCRS should continue to monitor the effects of the moratorium in the future.

7 Recommendations

The Working Group reviewed the recommendations made at the 1998 SCRS and noted with satisfaction that good progress had been made on many of these.

7.1 Statistics

Biostatistician

It was noted that there was a general lack of an up to date and verified skipjack database at the ICCAT Secretariat, and that this has created a heavy workload for the Secretariat and extra work for the Group, as during the meeting numerous data had to be verified. The Group insisted on the urgent need of the Secretariat to increase its staff by hiring, at least, an expert in biostatistics in order to make the ICCAT base operative.

Improvements in statistics

The data of the size distribution of skipjack from the Ghana-based fleets caused the same concerns about the quality of the size sampling carried out in 1994-1997, as those expressed at the meeting of the Tropical Tuna Species Group during the 1998 SCRS, in relation to yellowfin. The Group recommended that Ghanaian scientists carry out a detailed review of these samples, while also recommending that the intensive sampling program, foreseen under the Bigeye Year Program (BETYP), be initiated as soon as possible.

7.2 Research

Tagging recovery data

Analyses of the tag release and recovery data to estimate the growth parameters were carried out during the Skipjack Year Program, when the computer/electronic media and statistical tool available were very limited. The Group recommended that this tag release/recovery data set be re-analyzed in association with other data and using modern statistical methods.

Tagging program

The majority of the available skipjack tagging data come from the SKJYP (1979-1981). Given the characteristics of the species and the evolution of the fisheries in the eastern Atlantic (fishing with FADs), intensive tagging programs are an indispensable means of advancing knowledge on the behavior of this species and on the evolution of the stocks. The Group recommended that skipjack tagging be included in the large-scale tagging program that is being carried out within the BETYP. For this reason, it was recommended that the ICCAT Secretariat evaluate whether this will involve additional costs or not, and if so, the magnitude. The results of this evaluation will be reported to the BETYP Coordinating Committee which, in the case that the additional costs can be assumed within the ICCAT regular budget (e.g. tagging materials), will proceed to adjust the BETYP Plan to facilitate this activity. This is justified since the study of the eco-system of bigeye cannot be carried out without taking into account that of skipjack and yellowfin.

Stock assessment models

Given that there is evidence showing relationships between catches and the exploited area, the Group recommend the use of production models, or any other models that incorporate spatial components (size of fish area), such as the one used by the Group.

The increasing fishing effort (especially the effort on FADs) and the decreasing trend in skipjack catches in the main fishing areas urge the assessment of the state of the stock. Nevertheless, the traditional assessment methods are not appropriate for skipjack due to the characteristics of the species. The Group recommends the development of analytical models taking into account these characteristics (continuous recruitment, different growth rates, geographical component...).

Biology

The Group recommended that studies be carried out on the biology in general, and spawning in particular, of skipjack caught in the western Atlantic. This is particularly important for the discussion of sub-stocks within the west.

The rapid development of fishing with FADs has possibly introduced important changes in the behavior and biology of skipjack. The Group recommended, as a research objective, the analysis of such possible effects.

Management

It was also recommended that the effects of the moratoria be further analyzed with future data.

8 Other matters

There were no other matters discussed.

9 Adoption of the Report

The Report was adopted by the Group with the understanding that this would be the Skipjack Detailed Report. It was agreed that the Executive Summary would be drafted by the Tropical Tunas Rapporteur on the basis of this Report and circulated to the scientists concerned, if possible, before the SCRS Plenary Session.

10 Adjournment

The Convenor of the meeting, Dr. P. Pallares, thanked the Autonomous Government of Madeira on behalf of the Working Group for their invitation and their excellent hospitality during the session. The meeting was adjourned.

LISTAO - RAPPORT DÉTAILLÉ 1999

Rapport de la Session ICCAT SCRS d'Evaluation des stocks de Listao

Funchal, Madère, Portugal, 28 juin-2 juillet 1999

(SCRS/99/21)

Suite à la décision prise par la réunion ICCAT/SCRS de 1998, le SCRS a tenu une réunion inter-sessions d'évaluation du listao de l'Atlantique à Funchal, Madère, du 27 juin au 2 juillet 1999 sur invitation du Gouvernement autonome de Madère. La réunion avait été convoquée par le Rapporteur pour les thonidés tropicaux, le Dr. P. Pallares (Espagne).

Le Dr. Lidia Gouveia (Portugal) a ouvert les débats en souhaitant la bienvenue aux participants de la part du Directeur des Pêches du Gouvernement autonome de Madère. Cette session a réuni des scientifiques de sept pays différents. La liste des participants est jointe en **Appendice 2**. Le Groupe a apporté quelques modifications à l'Ordre du jour provisoire avant de l'adopter. Cet Ordre du jour modifié est joint en **Appendice 1**. Les rapporteurs suivants ont été désignés:

Point 1	Scientifiques espagnols
Point 2	Scientifiques portugais et américains
Point 3	Scientifiques brésiliens et portugais
Points 4-5	Scientifiques français
Points 6-7	Scientifiques américains
Généralités	P.M. Miyake (Secrétariat)

1. EXAMEN DES PÊCHERIES DE LISTAO, 1969-98

Le listao est capturé presque exclusivement par des engins de surface dans l'ensemble de l'Atlantique, même si de faibles quantités de cette espèce sont également capturées par les palangres sous forme de prises accessoires.

Les captures totales (débarquements) sont récapitulées à la **Table 1** pour l'Atlantique Est et Ouest et par engin. Les **Figures 1 et 2** montrent les tendances des captures de listao de l'Atlantique par région et par catégorie d'engin. Le Groupe a estimé que ces données représentaient une série fiable à long terme. La **Figure 3** montre les zones utilisées par le Groupe.

La **Figure 4** montre les captures moyennes (1975-1996) obtenues par les différentes flottilles (senneurs et canneurs) dans l'océan Atlantique par carré de 5°x5° et pendant les différentes périodes considérées. La **Figure 5** présente la distribution par taille du listao (prise par taille) estimée pour l'Atlantique Est et Ouest.

Atlantique Est

L'exploitation des thonidés tropicaux en général, et en particulier du listao, le long de la côte occidentale de l'Afrique par les flottilles artisanales commença il y a plusieurs siècles. Plus récemment, les premières données sur les prises de listaos (années cinquante) ont été fournies par les flottilles de canneurs. Dans les années soixante, la pêche des senneurs s'est développée au départ comme une pêche côtière avant de s'orienter progressivement vers la haute mer, tandis que les flottilles de canneurs maintenaient une sphère d'opération relativement côtière et locale. Au début des années soixante-dix, les captures de listao atteignaient 48.000 TM dont une grande part (63%) était prise par les senneurs. Au début des années quatre-vingt, les prises s'élevaient à 100.000 TM et la proportion des prises de senneurs était semblable à celle de la période précédente. En 1985,

on a enregistré une baisse considérable dans les prises des senneurs qui était due au déplacement d'une grande partie des flottilles françaises et espagnoles vers l'océan Indien. Cette situation s'est modifiée dans les années suivantes avec des captures de listao atteignant 174.000 TM en 1991, dont 75% revenaient aux senneurs. A partir de cette année, les prises ont diminué et sont retombées à 109.000 TM en 1997, dont 64% correspondaient aux senneurs et 36% aux canneurs.

La pêche au listao a subi de profonds changements en 1991 au moment de l'introduction des objets artificiels flottants (DCP) et de l'expansion consécutive de la pêcherie des senneurs vers l'ouest (30°W) à des latitudes proches de l'équateur suivant la dérive des objets, au moment de l'introduction des DCP dans les pêcheries de senneurs et des canneurs du Ghana (1992) et avec le développement de la méthode de pêche visant principalement le thon obèse, dans laquelle les bateaux pratiquant la pêche à la canne/hameçon font office d'objets de concentration pour fixer et pêcher un banc (comprenant du thon obèse, de l'albacore et du listao) pendant toute la saison de pêche dans les eaux du Sénégal, de Mauritanie et des îles Canaries (1992). Ces changements ont entraîné une hausse de la biomasse exploitable du stock de listao (en raison de l'expansion de la zone de pêche) et de sa capturabilité. Les années 1997, 1998 et 1999 ont vu apparaître de nouveaux développements dans la pêcherie des senneurs, qui ont affecté les prises de listao, suite à l'établissement d'un cantonnement saisonnier appliqué à la pêche sous objets flottants pendant une période de trois mois dans une vaste zone de l'Atlantique équatorial. Aujourd'hui, les principales pêcheries sont celles des senneurs, surtout espagnols, français et NEI (Vanuatu, Malte, Maroc, Belize, Guinée, Antilles néerlandaises, Panama et St Vincent), suivies des flottilles de canneurs du Ghana, du Portugal, d'Espagne et de France.

Atlantique Ouest

La première pêcherie qui s'est développée dans l'Atlantique Ouest est celle des canneurs (dans les années cinquante), suivie de celle des senneurs (années soixante). Les prises annuelles atteignaient 7.000 TM à la fin des années soixante-dix et se sont accrues jusqu'à 40.000 TM (1985) avec des prises fluctuant dans les années quatre-vingt-dix entre 33.000 TM (1991) et 20.000 TM (1995). Les captures les plus importantes sont traditionnellement celles des flottilles de canneurs. En 1997, 84% des 32.000 TM capturées correspondaient aux canneurs. La principale pêcherie est celle des canneurs brésiliens qui ne visent que le listao. Les canneurs de Cuba et du Venezuela ont également pris part à cette pêcherie. La pêcherie de senneurs, avec des volumes de captures nettement moins importants que ceux des flottilles de canneurs, n'est pratiquée que par le Venezuela et le Brésil.

Le document SCRS/99/68 offre une description plus détaillée de la pêcherie des canneurs du Brésil. Ce document décrit l'évolution de cette pêcherie depuis ses débuts en 1979 jusqu'à la date actuelle.

1.1 Examen des données historiques

Données de capture (Tâche I)

Après avoir examiné les données totales de captures annuelles (Tâche I) préparées par le Secrétariat de l'ICCAT, on a constaté que les changements suivants concernant la base de données des prises historiques se sont produits depuis la dernière réunion du SCRS:

- capture des senneurs et canneurs français, 1991-1997
- capture des senneurs espagnols, 1991-1997

Le document SCRS/99/64 décrit la cause de ces changements et cet article a été révisé par le Groupe. Les changements sont dus à une meilleure stratification des données et de la composition par espèce appliquées aux

estimations des captures. Les premiers résultats obtenus après ces révisions ont été présentés en 1998 lors de la réunion du SCRS et l'article en question montre les résultats finaux de l'étude. Reconnaisant que les changements par rapport aux données historiques doivent être dûment justifiés et examinés par le SCRS, le Groupe a néanmoins décidé d'accepter ces changements à titre provisoire étant donné qu'il semblait y avoir une justification suffisante dans ce sens. Ceci étant, ces changements devaient être étudiés en profondeur par le SCRS, notamment parce que les captures d'albacore et de thon obèse sont également concernées.

Les Etats-Unis ont également proposé quelques nouveaux chiffres pour les captures de listao de 1980 à 1997. Ces chiffres se fondaient sur les nouveaux relevés de données qui se sont traduits par une hausse des captures des pêcheries commerciales et surtout sportives. Les procédures utilisées pour la révision des données sont présentées dans le document SCRS/99/58. Le Groupe a manifesté sa préoccupation au sujet du fait que les changements proposés n'avaient pas été communiqués au Secrétariat avant la réunion dès lors que la prise par taille (CAS) avait déjà été élaborée en utilisant les anciennes captures de Tâche I. Reconnaisant que la quantité absolue impliquée par les changements est très réduite, bien qu'ayant une importance relative, le Groupe a accepté à titre provisoire de les utiliser dans la série de capture Tâche I et a estimé qu'il n'était pas nécessaire de recalculer la prise par taille. Il a encore recommandé d'effectuer les révisions opportunes lors de la prochaine réunion du SCRS et, si nécessaire, de réviser la CAS avant les prochaines évaluations du stock.

Comme de nombreuses pêcheries n'ont pas fourni les prises déclarées pour 1998, les prises de 1997 ont été reportées à 1998 afin de ne pas donner une fausse impression de la prise totale. Les prises de 1998 doivent donc être considérées comme des données très préliminaires.

Données de prise et effort (Tâche II)

Le Groupe a examiné le catalogue des données de prise et effort (Tâche II) dans la base de données ICCAT fournie par le Secrétariat. Il a noté que des données sont disponibles pour la plupart des pêcheries (FIS, Espagne, Ghana, Japon, Brésil, et, pour les dernières années, le Venezuela). Certaines pêcheries locales ont présenté des données mensuelles qui peuvent être considérées comme Tâche II sachant que la zone de pêche est limitée (ex. Madère, Açores et pour certaines années, le Cap Vert).

Données de taille

Le Groupe a examiné le catalogue des données de prise et effort (Tâche II) dans la base de données ICCAT fournie par le Secrétariat. Il a noté que des données sont disponibles pour les pêcheries de canneurs et de senneurs de FIS et de l'Espagne (sous forme de prise par taille), du Brésil, du Venezuela (uniquement pour les dernières années), de Madère et des Açores (extrapolation partielle). Le Groupe a reconnu que les prises obtenues par les senneurs et canneurs tropicaux ont été sur-échantillonnées pour les données de taille étant donné que ces échantillons doivent également estimer la composition par espèce, mais que cet échantillonnage excessif s'est converti en un avantage dans la mesure où il peut être soumis à n'importe quel type de stratification au moment de traiter les données.

Les données de taille pour les flottilles basées au Ghana proviennent de sources très diverses. De 1975 à 1979, l'échantillonnage a été réalisé par le Fisheries Research Unit of Ghana (FRU) en collaboration avec un expert ICCAT. Pendant les années 1979-1983, la majeure partie de l'échantillonnage a été réalisée uniquement par le FRU au Ghana. A partir de 1984, les activités d'échantillonnage ont diminué et l'ICCAT a engagé le Dr. Bard, qui était posté à Abidjan à l'époque, et l'a chargé d'échantillonner les poissons capturés par le Ghana. Les échantillonnages effectués par les scientifiques ghanéens ont repris en 1989. Aucun échantillonnage n'a été réalisé en 1990 et, à partir de 1991, les activités d'échantillonnage ont été dirigées par les scientifiques ghanéens (voir également le chapitre suivant). Plus récemment, les prises substantielles de listaos ont été réalisées par des canneurs japonais, coréens et panaméens basés au Ghana. L'échantillonnage de ces flottilles a été réalisé

comme dans le cas des canneurs battant le pavillon du Ghana. En revanche, dans le cas de la flottille japonaise, l'échantillonnage a également été effectué par le Japon.

Prise par taille (CAS)

Le Groupe a confirmé que la CAS devait encore être créée pour les années 1975-1998, bien que les données de 1998 soient très incomplètes, de façon individuelle pour l'Atlantique Est et Ouest. Le Secrétariat a indiqué que la demande de présentation de la CAS par les scientifiques nationaux des principales pêcheries avait été adressée en février 1999 et que des rappels opportuns leur avaient été envoyés. Ceci étant, si l'on fait exception de la CAS correspondant aux canneurs et senneurs de FIS (France) et de l'Espagne, on n'avait reçu aucune CAS de la part des principales pêcheries. Une partie de ces dernières données avait même été fournie pendant la réunion. Le Groupe a insisté sur le fait que toutes les données disponibles soient envoyées à l'avenir dans les délais afin d'éviter les retards dans la création de la CAS.

Pour les besoins de cette réunion, le Secrétariat a par conséquent créé la CAS pour toutes les autres pêcheries y compris pour certaines grandes pêcheries (ex. flottilles ghanéennes, ghanéennes basées au Japon, panaméennes, coréennes, brésiliennes et vénézuéliennes). La procédure adoptée par le Secrétariat a été présentée dans le document SCRS/99/7. Dans le cas des pêcheries pour lesquelles les données de Tâche II sont disponibles, la prise totale a été ventilée par zone ICCAT et par strate mensuelle et a ensuite été comparée, si nécessaire, avec les données de tailles, de substitution de données. Les procédures détaillées de l'extrapolation et de la substitution figurant dans l'Appendice du même document ont été examinées et approuvées par le Groupe.

Les données de taille du Ghana pour la période 1994-1997 ont été soigneusement examinées étant donné que, pour cette période, les données de fréquences de tailles prises par les scientifiques ghanéens semblaient très semblables, pour ne pas dire pratiquement identiques, tout en présentant une variabilité très marquée dans les distributions. Bien que les scientifiques ghanéens aient déclaré que les mesures avaient été réalisées à des intervalles de 1 cm, on a estimé que les mesures avaient été réalisées à des intervalles de 2 cm et avaient été enregistrées comme des intervalles de 1 cm, de sorte qu'il y avait des pointes pour chaque nombre paire de longueur fourche. Le Groupe a recommandé de mener une analyse intensive sur la validité des échantillons de taille du Ghana. En attendant, il a décidé d'utiliser pour les années 1994-1997 les données de taille des senneurs de FIS+ Espagne pour la zone 73 comme données de taille de substitution. Cette décision s'est fondée sur l'analyse comparative réalisée entre les données de tailles des canneurs ghanéens et des autres senneurs dans la zone 73.

Le Groupe a indiqué que le Secrétariat est surchargé de travail statistique, ce qui affecte souvent la qualité des données. Il a réitéré la demande qu'il a formulée à plusieurs reprises concernant le recrutement dans les meilleurs délais d'un biostatisticien au Secrétariat.

Le Groupe a accepté le fait que le fichier final de la CAS soit regroupé pour chaque année par trimestre, catégorie d'engin (PS, BB, SURF, LL) et par zone ICCAT. Il a également convenu que, pour l'Atlantique Est, les zones 71 et 76 soient combinées en une seule zone à cette fin au même titre que les zones 72 et 77 et les zones 78 et 79. Pour l'Atlantique Ouest, la zone 84 (Brésil) a été traitée à part, mais toutes les autres zones ont été combinées (voir **Figure 3**). Le Secrétariat a fourni par la suite la CAS sous ce format au Groupe.

Les pondérations moyennes annuelles du listao pris dans les différentes zones ont été calculées selon cette stratification et sont présentées aux **Tables 2 et 3**. L'évolution de la pondération moyenne dans chacune de ces zones est illustrée dans la **Figure 6**.

La distribution des tailles des captures obtenues par les flottilles de senneurs et canneurs pour l'Atlantique Est et Ouest est indiquée dans les **Figures 7-10** selon la stratification précédente et pour trois périodes représentant l'évolution de la pêche (1980-1984, 1990-1994, 1995-1998).

2. COMPARAISON ENTRE LA STRUCTURE DU STOCK ET LES UNITÉS DE GESTION

2.1 Facteurs biologiques associés aux structures du stock

Zones de frai

Le listao se reproduit de façon opportuniste tout au long de l'année dans de vastes secteurs de l'océan Atlantique, dans des eaux chaudes de plus de 25°C. Dans l'Atlantique est-équatorial, le listao se reproduit dans une vaste zone de part et d'autre de l'équateur couvrant le Golfe de Guinée et s'étendant jusqu'à 20° ou 30°W. Le frai se produit pendant toute l'année avec des pointes de novembre à mars. Dans l'Atlantique tropical du nord-est, le frai a lieu aux alentours du Cap Vert, de juillet à septembre. La **Figure 11** identifie les zones de reproduction du listao et les limites de la distribution larvaire.

2.2 Examen des données de marquage

La base de données de marquage de l'ICCAT a été examinée et comprend 4.194 captures enregistrées de listao indiquant les situations de la remise à l'eau et de la recapture. Une seule recapture transocéanique a été déclarée, mais ce registre a indiqué que le poisson a effectué la traversée (de 14°N 32°W à 13°N 74°W) en 4 jours seulement, ce qui reflète manifestement une erreur d'enregistrement et a provoqué l'élimination du registre de l'analyse. Les déplacements des 4.194 listaos enregistrés sont indiqués à la **Figure 12**. Une sous-série de ces données, limitées à 92 poissons ayant des déplacements égaux ou supérieurs à 5 degrés en latitude ou longitude, est projetée sur la **Figure 13**. Ces chiffres ne montrent aucun indice de l'existence d'un déplacement dans une quelconque direction entre l'Atlantique Ouest et Est ni entre l'Atlantique Nord et Sud le long de la frange occidentale. Compte tenu du nombre relativement réduit de poissons marqués et relâchés, des longues distances impliquées (et du temps requis pour les parcourir) et des taux élevés de mortalité, la probabilité d'effectuer des recaptures est faible, même s'il existe effectivement des déplacements transocéaniques.

2.3 Proposition de structure du stock du listao fondée sur les connaissances actuelles

L'hypothèse actuelle de structure du stock établie par le SCRS, qui consiste en deux unités de gestion de stocks séparés situées l'une dans l'Atlantique Est et l'autre dans l'Atlantique Ouest de part et d'autre de la frontière de 30°W, a été examinée par le Groupe et une nouvelle fois adoptée comme hypothèse de travail pour l'analyse à effectuer pendant la réunion. La frontière de 30°W a été établie à un moment où les pêcheries opéraient plus près de la côte. Ces dernières années, les pêcheries orientales se sont étendues vers l'ouest pour opérer au-delà de 30°W. Les captures mineures obtenues dans un secteur situé immédiatement à l'ouest de cette frontière ont été incluses pour l'instant dans le stock Est en attendant que cette question soit révisée.

L'existence d'un indice incompatible avec l'hypothèse des stocks séparés dans l'Atlantique Est et Ouest a été débattue. C'est ainsi que l'examen des distributions de tailles des captures dans chaque zone (**Figure 15**) montre que les pêcheries de l'Atlantique Ouest sont généralement composées de grands poissons, avec 11% de moins de 45 cm (médiane de 52,5 cm). Ceci contraste avec les captures obtenues dans l'Atlantique Est dont 37% sont des poissons de moins de 45 cm (médiane de 45,5 cm). On a présenté plusieurs explications à cette différence: 1) une distribution cryptique éventuelle des petites tailles dans l'Atlantique Ouest à l'extérieur des lieux de pêche actuels, 2) des différences dans la sélectivité des tailles entre l'Est et l'Ouest dues aux différences d'engin et à la proximité de chaque pêcherie des zones équatoriales (où prédominent les petits poissons) et 3) la possibilité qu'une certaine proportion de listao de l'Atlantique Est puisse migrer vers l'Ouest de l'Atlantique lorsqu'ils ont atteint une certaine taille. Seule la troisième explication va à l'encontre de l'hypothèse de travail séparant les stocks Est et Ouest.

La pêcherie de senneurs de l'Atlantique Est a montré la présence de listaos juvéniles le long de l'équateur à l'Ouest de 30°W, qui s'approchent de la côte brésilienne (à une distance d'à peine 1.000 miles marins des

pêcheries brésiliennes). Ceci pourrait impliquer un certain degré de mélange.

Ceci dit, si l'on considère les longues distances concernées, les différentes contraintes environnementales, la présence d'une zone de frai dans le secteur nord de la pêcherie brésilienne et le manque d'indice allant dans ce sens (tels que des déplacements transocéaniques dans les données de marquage), l'hypothèse des stocks séparés dans l'Atlantique Est et Ouest a été retenue comme étant l'option la plus viable.

Compte tenu des caractéristiques biologiques de l'espèce et des différentes zones dans lesquelles opèrent les pêcheries, il est possible d'envisager l'existence de plus petites unités de gestion. Dans le cas de l'Atlantique Ouest, par exemple, deux unités de gestion séparées peuvent être prises en compte dans le Nord et dans le Sud. Plusieurs arguments ont été présentés en faveur et contre cette hypothèse.

Deux lieux de pêche distincts se sont formés dans l'Atlantique Ouest: l'un au large du sud du Brésil et l'autre au large de la côte du Venezuela et aux alentours de Cuba. Une distance d'environ 3.000 milles marins sépare ces deux lieux de pêche. La zone de frai de l'unité brésilienne est située au nord de 20°S (nord de la zone de pêche) et est probablement limitée par le courant brésilien se dirigeant vers le sud, tandis qu'une autre unité de reproduction est connue dans le Golfe du Mexique et dans la mer des Caraïbes. Les données de recapture du marquage réalisé dans le cadre du Programme d'Année Listao sont limitées aux limites respectives des lieux de pêche. Par ailleurs, sur environ 3.000 poissons marqués, moins de 3% ont effectué des déplacements de plus de 1.000 milles marins, tandis que plus de 70% ont couvert des distances de moins de 100 milles marins. Cette information pourrait indiquer la présence de deux unités de population de listaos dans l'Atlantique Ouest, bien que cette hypothèse ne soit pas définitive.

Sachant que la majeure partie des déplacements de listaos est nettement diffuse parmi différentes contraintes environnementales (Sibert *et al.*, 1996), la géométrie des zones considérées détermine le flux de poissons à travers les frontières. En effet, il ressort clairement de la représentation schématique exprimée à la **Figure 14** que le flux net de poissons diffusant à partir de la zone rectangulaire ABCD au travers de ses frontières dépend de la géométrie de la zone. C'est ainsi que les flux traversant les côtés AB et CD sont grosso modo proportionnels aux angles (AOB) et (COD) et nettement plus importants que les flux traversant les côtés AD et BC qui sont grosso modo proportionnels aux angles (AOD) et (BOC).

Ensuite, si l'on considère la stratification géographique de la **Figure 15**, on peut déduire de la géométrie l'ordre de grandeur relatif des taux de diffusion entre les zones. Par exemple, les taux de diffusion allant de la zone 5 vers la zone 7 et de la zone 4 vers la zone 8 seront nettement plus importants que les taux de la zone 7 vers la zone 5 et de la zone 8 vers la zone 4. Il est également intéressant de constater que, si l'on examine la géométrie, les échanges de diffusion entre la zone 7 et 8 doivent être négligeables.

3. PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

3.1 Examen des paramètres biologiques

Les principaux paramètres biologiques des listaos pris dans différents secteurs de l'océan Atlantique ont été examinés. Le Document SCRS/99/66 présente une synopsis de la biologie de la population du listao et des conditions environnementales associées dans les eaux brésiliennes. D'après ce document, le listao se reproduit au large de la côte brésilienne pendant toute l'année et, en particulier pendant le premier trimestre de l'année, c'est-à-dire pendant les mois d'été de l'hémisphère Sud. La fécondité s'étend de 100.000 à 1.000.000 oeufs. La première maturité sexuelle est atteinte à 51 cm de longueur fourche pour les femelles et à 52 cm pour les mâles, une taille qui dépasse d'environ 10 cm celle de l'Atlantique Est. La taille de la première maturité obtenue pour la population du Pacifique a été estimée à 55 cm pour les deux sexes (Orange, 1961). Les études de croissance fondées sur les données concernant l'épine de la nageoire dorsale ont indiqué un $K = 0,218$, $t_0 = -2,09$ et $L_4 = 87,12$ cm. Un registre ultérieur de 89,0 cm comme taille maximale a provoqué l'ajustement à la longueur asymptotique de 91,0 cm et de K à 0,294, suivant la recommandation de Jones (1984). La mortalité naturelle

(M) estimée par l'équation empirique de Rikhter et Efanov (1976) et basée sur la taille obtenue à la maturité était égale à 0,77/an. La mortalité par pêche (F) a été estimée à 0,75. L'application de la méthode VPA a permis d'estimer la biomasse à 70.300 tonnes en utilisant les données pour les années 1980-1983 et à 70.500 tonnes pour les données de 1984-1986. En utilisant l'équation de Gulland, la PME a été estimée à 26.950 TM.

On a observé pendant les débats que le listao capturé au large du Brésil ne grandit que de 8 cm par an, ce qui diffère de la croissance observée chez les listaos pris au large de l'Afrique, qui peut aller de 9 à 19 cm par an selon la zone. De son côté, le listao capturé au large de la côte du Venezuela semble grandir d'environ 16 cm par an. On a également fait observer que la mortalité naturelle des juvéniles peut être nettement supérieure à la valeur de 0,8 qui est habituellement utilisée pour les besoins de l'évaluation. C'est ainsi que les données récentes pour l'océan Pacifique ont montré notamment que cette valeur pouvait atteindre 2,0 pour les poissons de 40 à 50 cm et être encore plus élevée pour les petits poissons (Bertignac, 1999). On a cependant estimé que ces valeurs devaient être prises avec prudence étant donné qu'elle n'étaient probablement pas réalistes. La **Table 4** présente un résumé des principaux paramètres biologiques du listao des différentes zones de l'océan Atlantique.

Le Groupe a examiné plusieurs courbes de croissance disponibles pour l'Atlantique Est et Ouest. Les paramètres de croissance sont montrés à la **Table 4** et les courbes sont projetées sur la **Figure 16**. On a souligné l'existence de différences considérables entre ces courbes. On a émis des inquiétudes au sujet des paramètres estimés par Cayré *et al.* (1986), qui suggèrent une croissance très rapide pendant la première année (dépassant largement les taux de croissance moyens indiqués dans la littérature) avant d'atteindre un L4 qui est sensiblement inférieur aux valeurs maximales observées. C'est probablement le résultat de l'ajustement des données de marquage à court terme couvrant une gamme restreinte de tailles à la courbe de croissance de von Bertalanffy. On a suggéré que les résultats de cette étude pourraient être plus appropriés pour décrire la croissance au sein d'une gamme restreinte de tailles plutôt que pour décrire une courbe de croissance globale.

Afin d'obtenir un critère plus objectif pour évaluer les différentes courbes de croissance, on a calculé un paramètre N' décrivant le rapport de k et L4 selon la méthode décrite par Pagavino (1998). Ce paramètre est indiqué à la **Table 4** et on a observé que les valeurs de N' pour les analyses de Cayré *et al.* (1986) étaient sensiblement supérieures aux valeurs moyennes indiquées par Pagavino (1998) pour d'autres études réalisées dans l'Atlantique (7,77 dans deux études non incluses ici) et dans l'océan Pacifique/Indien (8,31 pour 10 études). Ceci suggère que les courbes de Cayré *et al.* ne sont pas appropriées ou que le cycle vital du listao dans la zone étudiée est considérablement différent de celui des autres zones.

Il subsiste de grandes incertitudes quant à savoir quelles sont les courbes de croissance appropriées et quel est le degré de variabilité dans la croissance entre les différentes zones. Compte tenu de ces incertitudes et des complexités potentielles si les poissons se déplacent entre des zones dans lesquelles ils peuvent adopter différents schémas de croissance, le Groupe n'a réalisé aucun découpage des âges en utilisant ces courbes de croissance pendant la réunion. On est arrivé à la conclusion que l'obtention d'une meilleure connaissance des schémas de croissance du listao était un objectif prioritaire.

3.2 Analyses des effets éventuels du type de banc sur les paramètres biologiques (croissance, migration, mortalité naturelle)

L'effet des logarithmes sur le comportement migratoire des listaos ainsi que sur certains de ses paramètres biologiques a été débattu. L'introduction de dispositifs de concentration de poissons (DCP) semble avoir modifié le comportement des bancs et le modèle de déplacement de l'espèce. Avant l'introduction de ces dispositifs, les bancs libres d'espèces mélangées étaient bien plus habituels qu'à l'heure actuelle. On a également signalé que, du fait du nombre considérable de DCP utilisés, les poissons avaient tendance à se concentrer autour de

ces derniers (et d'être "attrapés") et à modifier leur schéma de déplacement. Une diffusion plus limitée pourrait impliquer une réduction de la disponibilité d'aliments ainsi qu'une hausse de la prédation (mortalité naturelle) et de la mortalité par pêche. L'utilisation massive des DCP pourrait par conséquent modifier les paramètres biologiques. C'est ainsi qu'une diminution a été observée non seulement dans les taux de capture, mais également dans la taille du poisson capturé dans les zones où les DCP sont le plus souvent utilisés, ce qui suggère l'éventualité d'une surpêche de croissance localisée. Il se peut que ceci soit dû à la nature visqueuse de la distribution du listao.

Le listao est une espèce qui est souvent associée aux objets flottants, qu'ils s'agisse d'objets naturels ou des différents dispositifs de concentration de poissons (ou DCP) largement utilisés depuis le début des années quatre-vingt-dix par les senneurs et les canneurs dans l'Atlantique. Pendant la période 91-98 environ 70% de listao ont été pris sous des DCP (voir **Figure 17**, distribution de la pêche moyenne du listao capturé sous DCP et dans des bancs libres). Le listao pêché sous DCP est le plus souvent associé au petit albacore - 22% en moyenne - et au petit thon obèse - 17% en moyenne, ainsi qu'à différentes espèces étrangères aux thonidés qui sont des captures typiques des DCP (telles que les "mahi-mahi", le genre *Elagatis*, différents requins, istiophoridés, le genre *Balistes*, etc. Ce comportement marqué du listao est observé dans le monde entier, mais reste largement inexpliqué (Fréon et Misund, 1998). Si les DCP peuvent constituer un point de rencontre pour cette faune pélagique, ce petit écosystème peut difficilement fournir assez d'aliments à la grande biomasse de thonidés (20 tonnes ou davantage de thonidés sont souvent associés aux DCP) qui vivent sous ces objets. Une série d'observations réalisées indiqueraient que ce comportement associatif pourrait être très fort, mais cette fidélité aux DCP doit être analysée de façon plus approfondie en menant des recherches *ad hoc* (telles que le marquage de listao associé aux DCP).

Le concept de la viscosité du stock, tel qu'il a été introduit par MacCall (1990) est probablement un concept essentiel pour les ressources de listao. Dans ce concept, les effets sur un "stock visqueux" pourraient être:

Une raréfaction de la fraction du stock qui peut être facilement observée lorsque des captures excessives sont réalisées dans cette zone;

Cependant, la surpêche constatée dans cette région aura très peu ou aucun effet sur l'abondance de thonidés observée dans d'autres secteurs du même stock.

Cette viscosité est la conséquence des schémas de déplacement, avec une faible proportion de poissons réalisant de longs déplacements géographiques.

On a présenté à cet effet une comparaison des distributions de fréquences de tailles du listao entre les périodes de temps avant et après l'utilisation des DCP. Les données en question ont montré, dans le cas de l'Atlantique Est, une proportion croissante de petits poissons dans les captures ainsi qu'une diminution de la capture totale obtenue ces dernières années dans certaines zones, telles que les zones ICCAT 72 et 77, ce qui suggère l'existence d'une surpêche de croissance localisée. Par contre, dans le cas de l'Atlantique Ouest où les DCP n'ont pas été utilisés, on n'a pas observé de modification dans la composition par taille, ce qui indique que la pêcherie et le stock sont stables.

Il serait intéressant d'examiner le facteur de condition du poisson capturé autour des DCP et dans des bancs libres. Il a cependant été signalé qu'il pourrait être difficile de distinguer l'effet des DCP de l'effet de la zone. Une meilleure compréhension des effets des DCP sur le comportement migratoire du listao pourrait être obtenue grâce au marquage. Les études de marquage pourraient également fournir des informations utiles sur de nombreuses questions cruciales telles que la structure du stock, les taux de croissance régionale, les taux de mortalité et les taux de diffusion. Le marquage du listao devrait être réalisé pendant le Programme d'Année Thon Obèse. D'une part, cette approche serait rentable et, d'autre part, les pêcheries de listao et de thon obèse sont liées; une baisse des prises de listao pourrait inciter une hausse de l'effort dirigé sur le thon obèse.

Les documents SCRS/99/63 et SCRS/99/62 ont également été présentés à ce point de l'ordre du jour. Le premier document décrit l'exploitation de bancs de thonidés à l'aide d'un bateau ancré auxiliaire. Parmi ces captures, le listao était l'espèce la plus représentée (44,3%) parmi d'autres espèces de thonidés tropicaux. Les tailles des individus pêchés ont également été présentées.

Le document SCRS/99/62 étudie le rapport entre le nombre de mouillages et la capture par gamme de température et par période de temps. Ce document montre également la distribution des tailles du listao dans différentes zones, par banc libre et par banc pris avec des DCP, ainsi que la distribution des tailles des rejets de cette pêcherie.

4. EXAMEN DES MÉTHODES D'ÉVALUATION ET DES PARAMÈTRES D'ENTRÉE

Plusieurs documents concernant ce point de l'Ordre du jour ont été soumis au Groupe de travail. Ils ne seront pas revus séparément dans cette introduction, mais uniquement dans certains des points suivants de ce chapitre.

Le listao pêché dans l'Atlantique présente, comme tous les autres stocks de cette espèce dans le monde entier, des caractéristiques très particulières qui font de l'évaluation de sa dynamique une tâche très ardue. Les principaux problèmes de l'évaluation du stock comprennent les points décrits ci-dessous.

Le recrutement est continu dans le temps, mais hétérogène dans l'espace et dans le temps (Cayré, 1986), de sorte qu'aucune cohorte ne peut être facilement identifiée: nous devons utiliser le concept de micro-cohortes mensuelles (Fonteneau, 1976), soit une fraction de la population née à un endroit déterminé à un moment donné.

La croissance est variable dans l'espace selon la région considérée (Bard, 1986), de sorte que les poissons d'un même âge auront des tailles différentes selon leur histoire respective: les modèles optimaux doivent être stratifiés par taille de poisson et doivent utiliser une approche spatialisée en tenant compte de façon explicite de la variabilité de la croissance dans l'espace.

Des déplacements continus de poissons se produisent à diverses échelles géographiques, ce qui signifie que les différentes régions interagissent de façon différente selon le type de déplacement des poissons (diffusion et migration en fonction de la taille). Les modèles optimaux doivent ensuite tenir compte de la situation géographique des zones (zones pêchées et non pêchées) et de ces schémas de déplacement ainsi que de la viscosité structurelle des ressources, qui devraient de préférence être pris en compte dans le modèle d'évaluation du stock et dans les plans de gestion.

Une série de flottilles différentes (canneurs et senneurs) ayant des capturabilités hétérogènes et variables (montrant en général une efficacité croissante) exploitent la même population; pour bon nombre de ces pêcheries, le listao est souvent une espèce secondaire ou accessoire, selon le niveau des prix relatifs et la disponibilité d'autres espèces-cibles. Par conséquent, le SCRS n'a jamais été en mesure jusqu'à présent d'estimer l'effort de pêche effectif visant le listao dans l'Atlantique Est. L'estimation de cet "effort effectif visant le listao", par exemple à travers un effort proportionnel à la mortalité par pêche, reste très problématique.

Cette combinaison de lourdes difficultés explique pourquoi le SCRS n'a plus réalisé d'évaluation globale de stocks de listao depuis le début des années quatre-vingt (Programme d'Année Listao). Un des principaux objectifs du Groupe a donc été d'examiner les informations qui pourraient contribuer à évaluer l'état des stocks de listao et de développer des méthodes d'évaluation *ad hoc* qui permettraient de mieux évaluer l'état exact des stocks de listao de l'Atlantique.

4.1 Indices disponibles des pêcheries

Les études d'évaluation du stock de listao dans le monde se heurtent toutes à la même question: comment estimer une mesure adéquate de l'effort de pêche exercé sur le listao? Il faut développer l'utilisation d'indices non traditionnels pour surmonter cette difficulté. A la différence des autres grandes pêcheries de listao dans le monde, dans lesquelles la capture totale fait souvent l'objet d'une déclaration imprécise, les informations disponibles sur la pêcherie du listao de l'Atlantique (soit la prise par engin, l'effort nominal, la distribution de pêche, la prise par taille, etc.) sont relativement bonnes et régulièrement actualisées sur de longues séries temporelles. En conséquence, la base de données du listao de l'Atlantique a donné au Groupe la possibilité d'analyser l'utilité des indices complémentaires de pêche pour évaluer l'état du stock de cette espèce.

La liste des indices complémentaires de pêche analysés pendant cette réunion est la suivante:

- S** Production (capture)
- S** Effort nominal (jours de pêche, capacité de transport),
- S** Surface exploitée et pêchée avec succès (nombre de carrés parcourus)
- S** Composé (prise par jour de pêche, nombre d'opérations par jour de pêche, prise par opération, prise par unité de surface),
- S** Taille (taille moyenne ou poids moyen).

Indice de production

La capture totale de listaos pris par la pêcherie de senneurs dans l'Atlantique Est est restée stable entre 40.000 et 70.000 TM de 1971 à 1989. La hausse spectaculaire des prises observées après 1990 a été provoquée par l'utilisation massive d'objets artificiels flottants (DCP). Ceci dit, la production élevée ne s'est maintenue que pendant cinq ans et la capture a diminué brutalement après 1996. Sachant que l'effort de pêche était considéré relativement constant pendant cette même période, cette situation pourrait être interprétée comme un signe de surexploitation. L'évolution des captures par zone est apparue relativement hétérogène. Si l'évolution des captures sur les principaux lieux de pêche de DCP, tels que la zone Sherbro (zone ICCAT 77-72) (**Figure 17**), a suivi le modèle général décrit pour l'ensemble de l'Atlantique Est, ce n'était pas le cas pour les autres zones (par exemple, sur le lieu de pêche sénégalais caractérisé par des bancs non associés de listaos). Ces différences dans l'évolution des prises locales peuvent suggérer que le taux de mélange du listao au sein de la zone globale soit modéré et lent.

Effort nominal

L'évolution de la capacité de transport au cours des années a été actualisée pour l'Atlantique Est pendant la réunion. La capacité totale de transport de la flottille de canneurs est restée très stable de 1972 à 1998. En revanche, la capacité de transport des senneurs a montré une tendance croissante jusqu'en 1983, puis une diminution brutale en 1984 causée par le déplacement d'une partie de la flottille vers l'océan Indien. Depuis 1991, la capacité de transport des senneurs a légèrement diminué.

L'effort de pêche exprimé en nombre de jours de pêche n'est pas une mesure précise de l'effort de pêche du listao (par exemple, à l'Est où l'on présume fortement l'existence d'un changement de la puissance de pêche individuelle des bateaux), mais ce type d'information vaut la peine d'être pris en compte.

Des informations détaillées sur les activités historiques de pêche réalisées par les canneurs brésiliens dans l'océan Atlantique Ouest ont été présentées pendant la réunion (SCRS/98/69).

L'effort de pêche des canneurs brésiliens a diminué de moitié entre 1985 et 1996, bien qu'une hausse ait été

enregistrée en 1997 et 1998 (Figure 7 dans SCRS/99/69). Cette tendance générale à la baisse n'a cependant pas été vérifiée pour tous les éléments de la flottille brésilienne et on a clairement constaté que la taille moyenne et la capacité de transport des bateaux se sont accrues pendant cette période. Il n'y a aucune preuve selon laquelle cette flottille aurait introduit à bord des équipements plus efficaces (exception faite d'une hausse récente de l'utilisation de l'observation par satellite). Par contre, d'autres observations réalisées sur les pêcheries de canneurs japonais opérant dans l'océan Pacifique ont révélé l'utilisation d'un équipement différent comprenant des sonars, différents types de radars à oiseaux, des récepteurs d'informations météorologiques par satellite ainsi que des cuves d'appâts vivants à faible température (SCRS/99/59). Le même type d'équipement de pêche pourrait avoir été introduit dans certaines flottilles de canneurs opérant dans l'Atlantique Est.

Surface exploitée

La fluctuation de la taille globale de la surface exploitée par une pêcherie est un élément important dans l'analyse de l'évaluation du stock. Le nombre de carrés de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ parcourus et exploités pour la pêche du listao par la pêcherie de senneurs dans l'Atlantique Est présente une tendance croissante depuis la fin du début des années soixante-dix (**Figure 18**). Cette expansion des lieux de pêche n'a toutefois pas été continue dans le temps. C'est ainsi que, par exemple, la surface exploitée par cette pêcherie est restée assez stable de 1978 à 1989 et, plus récemment, de 1991 à 1998. Cette tendance à la hausse se reflète également dans chaque zone locale, exception faite de l'Angola. Il semble que l'évolution des captures de listao soit étroitement liée à l'évolution du nombre de carrés de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ pêchés. Ceci signifie que, faute d'une mesure adéquate de l'effort de pêche, le nombre de zones parcourues doit être utilisé comme solution alternative.

Indice composé

Prise par jour de pêche

Il est assez clair que les tendances globales montrées par cet indice dans l'Atlantique Est sont cohérentes avec les postulats formulés sur cette espèce. Par exemple, la hausse du taux de capture observée de 1980 à 1989 (**Figure 19**) pourrait être associée (1) à la hausse du pouvoir de pêche des bateaux (introduction de nouveaux appareils à bord) et (2) à l'exploitation de nouvelles zones productives (aucun de ces facteurs n'est directement pris en compte dans le concept des jours de pêche). Après 1990, la hausse de capturabilité due à l'utilisation massive d'objets artificiels flottants, suivie de la récente surpêche locale apparente ont également été largement décrites par cet indice. Il a été également signalé que la surexploitation locale observée dans la zone Sherbro ainsi que dans la zone ghanéenne ne semblait pas affecter les taux de capture au large du Sénégal.

Dans le cas de l'Atlantique Ouest, les taux de capture ont été standardisés par GLM pendant cette réunion pour les senneurs du Venezuela et dans le document SCRS/99/69 pour la pêcherie de canneurs du Brésil. L'indice du Venezuela (modèle log-normal) a été établi sur la base du critère AIC qui conduit à un modèle parcimonieux pour les principaux effets: année, trimestre, capture d'albacore (logarithme transformé) et l'interaction entre ce dernier effet et le trimestre. Les modèles brésiliens (modèles log-normal et delta log-normal) tenaient compte des effets année, trimestre, flottille, zone et de certaines interactions.

Le résultat marquant est qu'il n'y a pas de preuve claire montrant la moindre tendance dans aucun des indices d'abondance (**Figures 20 et 21**). Ce résultat a indiqué que les pêcheries de listao sont stables dans l'océan Atlantique Ouest. Ces pêcheries côtières (qui sont limitées en haute mer par l'abaissement de la thermocline) pourraient recevoir en partie les thonidés migrant vers d'autres zones.

Nombre d'opérations par jour de pêche

En règle générale, la diminution de la biomasse peut être évaluée par le nombre d'opérations (réussies ou non) par jour de pêche. Cependant, un biais important qui affecte ce type d'indice réside dans l'introduction

progressive à bord d'appareils sophistiqués qui permettent d'améliorer la détection et la capture de bancs de thonidés. Le document SCRS/99/65 montre que cet indice s'est accru à partir du début des années quatre-vingt jusqu'en 1986-87. La tendance s'est inversée à la fin de la décennie même si la diminution n'a pas affecté de façon identique toutes les zones. Le nombre d'opérations réalisées sous DCP ces dernières années semble relativement stable.

Prise par opération réussie

Lors de la réunion du Groupe de Travail ICCAT (Miami, 1998) sur l'analyse de la hausse du pouvoir de pêche des senneurs, on a avancé que la capture par opération pourrait être utilisée comme indice d'abondance pour les opérations réalisées sous DCP. Cet argument se fonde sur le postulat qui veut qu'une diminution de la biomasse de thonidés pourrait affecter le nombre de bancs dans un essaim ainsi que le nombre de poissons dans un banc. Une des limitations de cet indice réside dans la difficulté de corriger la baisse éventuelle du taux d'échappement dû à l'augmentation des dimensions des filets au cours des années. Cet indice peut également être affecté par la densité locale des DCP dans une zone donnée. Dans l'Atlantique Est, la capture de listao par opération réussie s'est accrue de façon régulière entre 1980 et 1990 (SCRS/99/65). On a cependant observé une tendance décroissante depuis 1991, en particulier pour les opérations réalisées sous DCP.

Capture par zones de 1°x1° parcourues donnant lieu à des captures de listao

Sachant qu'il existe un rapport apparemment étroit entre la capture et la surface exploitée par la pêcherie de senneurs, l'indice de prise par unité de surface a été analysée pendant la réunion du Groupe du Travail. L'expansion des lieux de pêche se traduit par une stabilisation de la capture totale par indice de surface (**Figure 4-5**). On peut signaler que les hausses optimistes observées par l'utilisation d'un simple indice de capture par jours de pêche sont corrigées par le nombre de zones de 1°x1° parcourues ayant donné lieu à des captures de listao (voir la zone du Sénégal, par exemple). Avec cet indice, le déploiement des DCP n'a pas produit de baisse du taux de capture comparable à la diminution observée avec d'autres indices d'abondance. Ceci pourrait confirmer le fait qu'un des principaux effets des DCP pourrait être de permettre des prises de thonidés dans des zones où aucun banc n'avait été détecté (ou n'était accessible aux senneurs) avant l'utilisation de ce mode de pêche. La raréfaction de l'abondance du listao dans ces zones après trois ou quatre ans de pleine exploitation est clairement illustrée par cet indice.

Taille

La réduction de la taille moyenne peut être interprétée comme un signe reflétant la hausse du taux d'exploitation. Il est évident qu'une hausse importante de la mortalité par pêche produit une baisse correspondante de la taille moyenne de la capture. Une analyse comparative de la mortalité totale du listao, fondée sur la structure des tailles, a été faite pendant la réunion entre différentes périodes historiques de la pêcherie de l'Atlantique Est. Il semble que certaines caractéristiques soient restées stables pendant ces années. On a observé que les prises de listao de grande taille étaient plus importantes à l'Ouest qu'à l'Est de l'océan Atlantique. Les proportions de petits poissons dans la structure des tailles de la capture étaient plus importantes dans la zone équatoriale que dans la zone tempérée. Il n'y avait pas d'indice révélant une hausse de la mortalité par pêche depuis le milieu des années soixante-dix, sauf dans la zone équatoriale où la taille des poissons a diminué depuis les années quatre-vingt-dix. Dans la zone équatoriale où sont déployés les DCP, le principal changement observé dans la structure des tailles peut être dû (1) à une hausse de la mortalité par pêche des classes plus jeunes et (2) à une réduction locale du nombre de poissons plus âgés.

4.2 Méthodes fondées sur les données de marquage-recapture

Les données de marquage ont été utilisées avec succès dans le Pacifique Ouest pour évaluer l'état du stock de listao (travaux SPC). Cette estimation de l'état du stock utilisant les données de marquage ne peut toutefois

être réalisée que si un programme de marquage à grande échelle a été élaboré pour effectuer cette analyse et si un très grand nombre de poissons marqués ont été relâchés. Un marquage à grande échelle de ce type n'a jamais été pratiqué dans l'Atlantique. Le programme de marquage le plus important jamais réalisé sur le listao est celui qui a été mis en oeuvre dans le cadre du Programme d'Année Listao où 30.000 listaos ont été marqués et relâchés. Certaines analyses quantitatives des taux de récupération et d'attribution ont déjà été réalisées sur cette série de données (SKJYP), mais le nombre limité de poissons marqués (et le nombre très réduit de listaos marqués dans l'Atlantique Ouest) ajouté au manque de modèles statistiques disponibles lorsque les études ont été réalisées font en sorte que cette intéressante série de données n'a pas encore été utilisée pour évaluer l'état du stock pendant la période étudiée (début des années quatre-vingt). On estime qu'une nouvelle analyse de cette série de données de marquage-remise à l'eau/récupération combinée avec d'autres données et en utilisant des modèles statistiques modernes (tels que ceux qui ont été décrits au point 4.5) pourraient offrir de nouveaux résultats globaux et intéressants.

4.3 Modèles de production généralisés

Les modèles de production généralisés n'ont jamais été utilisés pour évaluer l'état des stocks de listao (ni dans l'Atlantique, ni dans les autres océans). La principale raison résidait probablement dans la grande difficulté d'estimer un vecteur réaliste des "efforts de pêche effectif du listao" (voir 4.1). Malgré les difficultés que représente l'exécution du modèle de production, il est assez évident que tous les concepts biologiques qui sous-tendent au modèle devraient être valides pour le listao comme c'est le cas pour n'importe quel stock de poissons exploité (Fonteneau 1986). Il est donc intéressant d'explorer l'utilisation potentielle de modèles de production alternatifs.

Un nouveau modèle dans la famille des modèles de production est l'indice proposé et utilisé de façon très satisfaisante par Grainger et Garcia (désormais l'indice G&G). Cet indice est un simple ratio annuel de chaque capture annuelle déduction faite des captures moyennes observées pendant les dernières années et qui est divisé par la même capture moyenne. Cet indice peut être un indicateur valide du taux d'exploitation des stocks, mais uniquement pour les stocks qui connaissent une hausse continue des taux d'exploitation. Dans le cas de ces stocks, l'indice G&G projeté dans le temps montre une tendance linéaire décroissante.

- S** On observe de hauts niveaux de cet indice dans la pêcherie des poissons en phase de maturité lorsque le stock reste sous-exploité.
- S** On observe de faibles niveaux lorsque la pêcherie approche de sa PME.
- S** On observe des valeurs négatives (par ex. une tendance décroissante des captures) pour le stock surexploité.

L'avantage de cet indice est qu'il ne requiert pas de donnée d'effort, mais uniquement une connaissance générale de sa tendance croissante (c'est une caractéristique intéressante pour étudier les stocks et pêcheries de listao dans l'Atlantique Est).

L'indice G&G a été calculé pour l'Atlantique Est (**Figure 23**). Une tendance linéaire a été ajustée à cette série et est illustrée sur la même figure. Cet indice indiquerait que ce stock de listao pourrait être surexploité depuis le début des années quatre-vingt-dix. Il a également été indiqué que ce résultat aurait été obtenu pendant au moins les cinq dernières années (même tendance de l'indice G&G pendant la période 1962-98 et 1962-93).

La conclusion du Groupe de Travail est que cette méthode est intéressante, très semblable à l'intérêt traditionnel qui consiste à examiner la courbe des captures annuelles, mais tient également compte du concept sous-jacent fondamental de la modélisation de la production. Il est difficile de déterminer en quelle mesure le diagnostic de surpêche indiqué par cet indice G&G est valide, mais ce résultat est intéressant à prendre en

compte dans ce diagnostic. Un élément qui parle en faveur de cette étude est le fait que l'effort de pêche exercé sur le listao a probablement montré pendant les 40 dernières années une hausse plus ou moins continue, cette hausse de l'effort étant la principale condition pour une utilisation efficace de l'indice G&G.

Le Dr Maury a présenté pendant la réunion une alternative aux modèles traditionnels de production utilisés par le SCRS. Ce modèle original de production non équilibrée a été récemment mis au point pour les stocks de listao. Il s'agit d'un modèle de production généralisé qui présente les caractéristiques suivantes:

- S Un paramètre flexible m , qui définit le modèle de la courbe de production (Pella et Tomlinson, 1969).
- S La capture et l'effort de multiples flottilles sont introduits dans le modèle, chacune étant utilisée de façon indépendante dans l'ajustement du modèle statistique; 17 engins indépendants ont été utilisés dans le présent modèle.
- S L'efficacité de chaque flottille varie d'une année à l'autre; ces fluctuations sont estimées par le modèle en tant que taux constant dans le temps.
- S La mortalité par pêche totale est estimée dans le modèle en additionnant la mortalité estimée pour chaque flottille.

Bien que divers passages de ce modèle de production expérimental aient été réalisés, seuls les résultats d'un modèle concernant le stock total de l'Atlantique ont été présentés et débattus. Même si cette hypothèse d'un seul stock de l'Atlantique utilisée dans ces analyses n'est pas cohérente (avec l'hypothèse des deux stocks adoptée), il n'a pas été possible pour des raisons pratiques d'appliquer l'hypothèse des deux stocks pendant la réunion. On a estimé que les résultats obtenus avec ce modèle sont probablement dominés par les pêcheries de l'Atlantique Est.

Les premiers résultats obtenus à partir de ce modèle de production (voir **Figure 24**) sont les suivants:

- S Les récentes pêcheries sous DCP semblent diminuer la productivité et la PME des pêcheries.
- S Les captures totales de listao de l'Atlantique (environ 170.000 TM par an pendant les dernières années) dépassent la PME estimée (fourchette comprise entre 120.000 TM, avant les DCP, et 85.000 TM avec les DCP, voir **Figure 24**).
- S La plupart des engins ont vu leur efficacité s'accroître (à un taux annuel d'environ 5%), (**Figure 24**).

Le Groupe de Travail a débattu la validité et les différentes incertitudes éventuelles de ces résultats provisoires. La position relative des captures observées et des courbes d'équilibre estimées a été remise en question à cause des caractéristiques systématiques et considérables de non-équilibre qui sont estimées par le modèle. Diverses améliorations significatives pourraient être envisagées dans l'utilisation à court terme de ce modèle: dans la base de données utilisée (meilleures séries de captures, meilleure information sur l'effort de pêche), dans l'utilisation d'engins alternatifs et dans l'utilisation d'autres règles d'ajustement. On a également recommandé d'appliquer le modèle de façon séparée aux deux stocks de listao dans l'Atlantique Est et Ouest lorsque les données extrapolées de Tâche II seront disponibles pour toutes les flottilles. Indépendamment de ce modèle, on a également souligné qu'un élément fondamental dans la hausse des captures de listao était la taille de la zone faisant l'objet d'une pêche couronnée de succès (voir **Figure 25**). Divers modèles de production tiennent déjà compte de cet élément (Laloe 1989, Die *et al.* 1990) et on a recommandé d'intégrer cet élément spatial dans le développement futur du modèle de Maury lorsqu'il sera appliqué au listao.

Ceci dit, le Groupe a estimé que cette nouvelle méthode était prometteuse et pourrait bientôt fournir une évaluation fiable de l'état du stock de listao (et peut-être d'autres stocks de thonidés). Le Groupe a indiqué que le diagnostic obtenu, c'est-à-dire le fait que le listao de l'Atlantique Est était probablement pleinement exploité et peut-être surpêché, était un résultat réaliste si l'on tient compte de la récente baisse des captures observées ces dernières années malgré (et probablement à cause de ce fait?) l'utilisation massive des DCP visant essentiellement le listao.

4.4 Analyse séquentielle des populations (SPA)

Aucune analyse séquentielle des populations n'a été réalisée par le SCRS pour les stocks de listao dans l'Atlantique Est depuis l'analyse expérimentale de cohortes réalisée après le Programme d'Année Listao. Cette absence de SPA est principalement due aux différentes raisons décrites au point 4.1, à savoir: fondamentalement la grande difficulté pour élaborer une table cohérente de capture par âge, les grandes incertitudes quant à la mortalité naturelle par âge, surtout dans l'Atlantique Est, et la difficulté pour obtenir des indices d'abondance à partir des données des pêcheries. Etant également confronté à ces principales difficultés, le Groupe n'a pas essayé d'estimer la capture par âge ou d'exécuter la SPA.

Certaines SPA locales ont néanmoins été effectuées en 1985 sur la fraction brésilienne du listao de l'Atlantique Ouest pendant la période 1980-1993 (Jablonski et Matsuura, 1985). La mortalité locale par pêche a été estimée à $F = 0,75$. Après avoir appliqué une méthode ASP, la biomasse locale a été estimée à environ 70.000 TM. Une PME locale a été par la suite estimée à 27.000 TM en utilisant l'équation de Gulland (soit un stock proche de sa pleine exploitation). Il se peut que cette analyse réalisée sur une partie de stock ne soit valide que si la population de listao est très visqueuse et montre un faible taux de mélange avec la biomasse pêchée dans d'autres secteurs (avec de faible possibilité d'interaction avec des pêcheries voisines). C'est là l'hypothèse de travail actuelle.

4.5 Modèles statistiques de probabilité

Ce type de méthode statistique n'est pas une méthode particulière d'évaluation des stocks. En revanche, les particularités de ce type d'approche statistique font en sorte qu'il a été isolé et traité séparément dans ce point de l'Ordre du jour.

Compte tenu de l'inquiétude suscitée par la situation du stock de listao, il est urgent d'évaluer l'équilibre des pêcheries opérant depuis peu sous DCP et de leurs effets potentiels sur les migrations, sur la mortalité naturelle et sur la croissance. Le problème est que ni les méthodes standard d'évaluation des stocks, qu'elles soient globales ou analytiques (pour l'examen de l'approche analytique, voir Megrey, 1989), ni les récentes méthodes statistiques telles que le Multifan-cl (Fournier *et al.*, 1998) ne sont adaptées aux particularités de la dynamique du stock de listao dans l'océan Atlantique (cfr. 4).

Le manque d'outils disponibles pour évaluer le stock du listao rend nécessaire la mise au point de nouvelles approches. Le Groupe a proposé d'explorer deux approches alternatives et complémentaires. La première approche concerne l'utilisation de modèles de production généralisés et leur adaptation au cas du listao (voir 4.4). La seconde, plus complexe mais potentiellement plus puissante, concerne le développement de nouveaux modèles analytiques suffisamment structurés pour représenter de façon correcte la dynamique très complexe de la population du listao et de permettre l'évaluation quantitative de celle-ci.

Cette seconde approche est actuellement en cours et devrait être opérationnelle dans un avenir proche. Fondé sur les principales particularités du stock de listao (voir point 4), ce modèle tient compte des éléments suivants:

- S** le concept des micro-cohortes mensuelles,
- S** une structure par taille et par âge,
- S** une stratification géographique,
- S** une croissance variable selon la zone,
- S** une représentation explicite des déplacements,
- S** plusieurs flottilles différentes avec diverses tendances de capturabilité.

Ce modèle synthétique structuré âge-taille et temps-espace serait capable d'utiliser simultanément toutes les informations disponibles (données commerciales telles que les captures, l'effort et les fréquences de taille, et les données scientifiques telles que les données de marquage) afin d'estimer tous les paramètres requis (recrutement, croissance, déplacement, mortalité naturelle et capturabilité) avec une approche de probabilité maximale. Une telle approche statistique appliquée à des modèles plus simples s'est déjà avérée efficace (Fournier *et al.*, 1989, 1990 et 1998). Ils reconnaissent explicitement la variabilité des données et permettent d'estimer des intervalles de confiance pour l'estimation de paramètres. Ils pourraient par conséquent constituer une amélioration très significative dans l'évaluation du stock de listao.

Dans le modèle du listao de l'Atlantique, la mortalité naturelle M dépendrait de l'âge et la mortalité par pêche F dépendrait de la taille. Cette croissance pourrait être explicitement modélisée et serait variable dans chaque strate géographique. La structure géographique du modèle serait fondée sur l'hétérogénéité de la pêcherie. Huit zones sont actuellement envisagées à partir d'activités de pêche et d'informations environnementales. Les six zones orientales correspondent à six écosystèmes clairement identifiés et relativement homogènes (**Figure 15**): 1-Angola, 2-Cap Lopez, 3-Ghana, 4-Sud Sherbro, 5-Sénégal et 6-Iles Canaries-Açores-Madère. Chacune de ces zones a été exploitée de façon intensive au moins pendant une période historique de la pêcherie et est par conséquent dûment documentée en termes de données de pêche. Le bord occidental de l'océan est beaucoup moins exploité. La distribution des populations est par conséquent moins connue et les zones adoptées ne séparaient que les pêcheries du nord (zone 7: Venezuela-Etats-Unis) des zones du sud (zone 8: Brésil).

Le modèle est fondé sur le postulat selon lequel le déplacement du poisson peut être divisé en deux éléments principaux: un élément aléatoire non dirigé, la diffusion, et un élément dirigé, l'advection (Sibert *et al.*, 1994 et 1996). D'après ce postulat, les taux de transfert d'une zone à l'autre ont deux termes: un terme diffusif et un terme advectif saisonnier.

Dans le modèle, on postule que le listao est recruté à une longueur fourche de 30 cm et que le recrutement peut varier chaque mois dans chaque zone.

Ce modèle requerra une base de données étendue et bien validée en combinant plusieurs jeux de données (prise, effort, taille, marquage, etc.) Cette base de données n'est pas disponible actuellement à l'ICCAT et nécessiterait les services d'un biostatisticien pour la valider et la préparer. Elle impliquerait également l'utilisation d'ordinateurs puissants. Même si les résultats potentiels de ces modèles devaient être examinés avec prudence et comparés avec les résultats d'autres méthodes, le Groupe a estimé que la mise au point de ces derniers représentait un intérêt majeur pour évaluer les stocks de listao. Cette conclusion est parfaitement cohérente avec la recommandation adoptée en 1996 pendant le Symposium sur les Thonidés de l'ICCAT (St Miguel, Açores) sur la nécessité de "développer des modèles explicites dans l'espace qui puissent mieux tenir compte de la nature dynamique des stocks et des pêcheries de thonidés". Par ailleurs, le Groupe a également conclu que, pour être pleinement efficaces et réalistes, ces modèles spatiaux requerraient davantage de résultats issus de programmes de marquage à grande échelle (dans toutes les principales zones de pêche et dans les zones de DCP).

5. ETAT DU/DES STOCK(S)

L'état des stocks de listao de l'Atlantique a été analysé pour la première fois en effectuant une comparaison à grande échelle de toutes les informations biologiques et de pêche disponibles et en appliquant divers modèles pour évaluer l'état du stock. Ces premières analyses ont donné des résultats qui, bien que partiels et préliminaires, sont encourageant et prometteurs.

La présente analyse indique que les stocks de listao peuvent probablement être classés comme une ressource visqueuse, avec des taux de mélange faibles ou modérés et des interactions modérées, entre les principales zones de pêche qui montrent des tendances relativement indépendantes dans les captures, les CPUE et les tailles

des poissons capturés. Ceci peut suggérer l'existence d'un taux de mélange modéré ou faible entre des zones lointaines au sein de la zone de pêche (pour les stocks de l'Est et de l'Ouest). Il s'ensuit que les prochaines évaluations de listao doivent être faites en utilisant des unités spatiales appropriées (modèles "box" ou équivalents; Hilborn et Sibert, 1988). Ceci dit, cette affirmation doit être tempérée en tenant compte de l'échelle: il existe un mélange évident à de courtes distances (soit < 15-20 degrés de latitude et/ou longitude).

Le stock Ouest semble être en relativement bon état (pêcheries de poissons en phase de maturité).

Les stocks Est semblent être pleinement exploités, voire surpêchés, du moins dans certaines zones telles que les zones équatoriales. Les effets des DCP, qui sont massivement utilisés par les senneurs et canneurs depuis le début des années quatre-vingt-dix, n'ont pas encore été tout à fait expliqués. Ceci dit, les données disponibles indiquent qu'ils pourraient avoir provoqué une surpêche locale et, partant, une diminution des prises de listao et des tailles moyennes. Il n'a pas été clairement établi si cette surpêche a eu une portée locale ou plus générale due à un changement des schémas biologiques et de déplacement du listao résultant de l'utilisation massive des DCP (voir point 6). Si cette hypothèse selon laquelle les DCP peuvent modifier de façon significative la biologie du stock de listao est correcte, ces DCP pourraient diminuer la productivité du stock de listao de l'Atlantique Est. En outre, si nous postulons que les zones équatoriales jouent un rôle de source dans la population de listao en exportant des individus vers des secteurs plus périphériques, la surpêche locale probable de la zone équatoriale et l'éventuel "piégeage" du listao à l'aide des DCP pourraient avoir un impact important sur la capture et sur les fréquences de tailles des poissons dans les secteurs périphériques des pêcheries.

Dans ce contexte de surpêche locale, toute méthode limitant l'utilisation des DCP pourrait contribuer à réduire la surpêche locale du listao. Le Groupe a cependant également conclu, comme dans les rapports précédents du SCRS, que le risque de surpêche du recrutement, c'est-à-dire la perte critique du recrutement due à une diminution excessive du stock reproducteur, n'était probablement pas significatif pour le listao à l'heure actuelle, compte tenu du taux de reproduction dans les âges inférieurs, de la grande flexibilité du comportement reproducteur et de l'importante fraction de la population qui est encore exploitée de façon modérée (jouant le rôle de biomasse critique, une caractéristique biologique de nombreux stocks de thonidés qui semble être utile pour maintenir leur stock reproducteur viable et un recrutement équilibré, même si une forte surpêche locale est souvent observée).

6. EVALUATION PRÉLIMINAIRE DES EFFETS DES DEUX FERMETURES VOLONTAIRES APPLIQUÉES PAR LES SENNEURS EN 1997 ET 1998 À LA PÊCHE DU LISTAO

Un moratoire volontaire concernant l'utilisation de dispositifs de concentration de poissons (DCP) est appliqué depuis 1997 par les senneurs sur des zones et dans des espaces spécifiques. La zone est située dans le secteur traditionnel de pêche de l'Atlantique Est (**Figure 26**). Les périodes de fermeture se sont étendues sur trois mois: de novembre 1997 à janvier 1998 et de novembre 1998 à janvier 1999. Les deux moratoires volontaires de trois mois appliqués à la pêche sous DCP ont été principalement mis en pratique pour traiter le problème causé par le nombre de petits thons obèses pris en association avec les DCP. Ceci étant, l'albacore et le listao sont tous deux capturés en association avec les DCP. Il est donc recommandable d'examiner les effets que peut avoir le moratoire sur ces autres espèces. C'est pour cette raison que les données préliminaires sur le listao ont été évaluées.

On a examiné les prises mensuelles, les tailles et la prise nominale par effort des senneurs (on ne dispose actuellement que des données des senneurs pour 1998) par zone, saison et année. La **Figure 27** compare les prises mensuelles dans la zone du moratoire et celles à l'extérieur de cette zone. On constate que les captures de listao pendant le moratoire ont été relativement faibles comparé aux prises obtenues juste avant le moratoire et comparé aux prises obtenues pendant les mois de moratoire des années précédentes. Le moratoire contribue de façon évidente à la réduction des prises, même s'il se peut que d'autres facteurs aient également joué un rôle.

Les données de fréquences de taille des senneurs (**Figures 28-30**) ont été comparées entre la zone du moratoire et le Sénégal. Une hypothèse concernant les effets du moratoire est le fait que la réduction de la capture causée par le moratoire bénéficierait aux zones côtières telles que le Sénégal (la principale pêcherie de listao en été) grâce à la disponibilité de davantage de poissons et de poissons plus grands. Les données regroupées provenant des années 1995-98 indiquent, en moyenne, que les poissons échantillonnés au Sénégal étaient légèrement plus grands que ceux de la zone du moratoire. La comparaison annuelle des données (**Figures 29 et 30**) ne révèle pas de rapport étroit à ce sujet. Ceci dit, les changements dans les distributions des tailles qui pourraient être provoqués par le moratoire ne devraient pas se produire de façon immédiate. Il se peut que ces effets se fassent sentir dans les années suivantes.

Une autre hypothèse quant aux effets éventuels du moratoire réside dans le fait que les taux de capture augmenteront chaque année, immédiatement après le moratoire, en raison d'une plus grande disponibilité. On a comparé la capture nominale des senneurs par jour de pêche standard (**Figure 31**); le taux de capture en été 1998 suivant le premier moratoire était considérablement plus élevé que pendant le moratoire. Les taux de capture de 1998 ne montraient cependant pas de différence notable par rapport à ceux des années précédentes avant l'instauration d'un moratoire. Il s'ensuit que l'indice du taux de capture n'est pas encore décisif, même si ce dernier est plus élevé que dans les trois dernières années.

De façon générale, on ne s'attend pas à enregistrer immédiatement les avantages qu'apportera le moratoire à la pêcherie du listao. En revanche, s'il y a des avantages, ils devraient se produire relativement vite (en l'an 2000 ou 2001) compte tenu du taux de croissance rapide du listao. Le SCRS devrait donc continuer de surveiller les effets du moratoire à l'avenir.

7. RECOMMANDATIONS

Le Groupe a examiné les recommandations adoptées lors de la réunion du SCRS de 1998 et s'est félicité des progrès réalisés à l'égard d'un grand nombre de ces recommandations.

7.1. Statistiques

Biostatisticien

On a souligné l'absence d'une banque de données actualisées et vérifiées sur le listao au Secrétariat ICCAT en précisant que cette situation avait imposé une lourde charge de travail au Secrétariat et du travail supplémentaire au Groupe dès lors que de nombreuses données avaient dû être vérifiées pendant la réunion. Le Groupe a insisté sur l'urgence de renforcer le personnel du Secrétariat en recrutant au moins un expert en biostatistique dans le but de rendre opérationnelle la base de l'ICCAT.

Améliorations des statistiques

Les données de la distribution des tailles du listao issues des flottilles basées au Ghana ont suscité les mêmes inquiétudes au sujet de la qualité des échantillonnages par tailles réalisés en 1994-1997 que celles qui ont été formulées lors de la réunion du Groupe sur les Thonidés Tropicaux pendant la session du SCRS de 1998 au sujet de l'albacore. Le Groupe a recommandé que les scientifiques ghanéens effectuent un examen approfondi de ces échantillons et que le programme d'échantillonnage intensif prévu dans le cadre du BETYP commence dès que possible.

7.2 Recherche

Données de récupération de marques

Les données de marquage-recapture ont été analysées pendant le SKJYP pour estimer les paramètres de croissance lorsque les moyens informatiques/électroniques et les instruments statistiques disponibles étaient très limités. Le Groupe a recommandé d'analyser à nouveau ces données de marquage-recapture en combinaison avec d'autres données et en utilisant des méthodes statistiques modernes.

Programme de marquage

La majorité des données de marquage disponibles sur le listao proviennent du SKJYP (1979-1981). Compte tenu des caractéristiques de l'espèce et de l'évolution des pêcheries dans l'Atlantique Est (pêche sous DCP), les programmes de marquage intensif constituent un instrument indispensable pour approfondir les connaissances sur le comportement de cette espèce et sur l'évolution des stocks. Le Groupe a recommandé d'inclure le marquage de listao dans le vaste programme de marquage qui est appliqué dans le cadre du BETYP. C'est pour cette raison qu'on a demandé au Secrétariat de l'ICCAT de déterminer si cette opération impliquerait des coûts additionnels et, si c'était le cas, d'en évaluer l'ampleur. Les résultats de cette évaluation seront transmis au Comité de Coordination du BETYP qui, dans le cas où les coûts additionnels pourraient être assumés par le budget ordinaire de l'ICCAT (matériels de marquage, par exemple), ajustera le Plan BETYP pour faciliter la tâche. Cette mesure se justifie dans la mesure où l'étude de l'écosystème du thon obèse ne peut pas être réalisée sans tenir compte de celle du listao et de l'albacore.

Modèles d'évaluation des stocks

Sachant qu'il existe un indice montrant un rapport entre les captures et la zone exploitée, le Groupe a recommandé d'utiliser des modèles de production ou tout autre modèle qui inclue des éléments spatiaux (dimension de la zone de pêche) tels que celui qui est utilisé par le Groupe.

La tendance croissante de l'effort de pêche (en particulier l'effort sous DCP) et la tendance décroissante des captures de listao dans les principales zones de pêche justifient le caractère urgent de l'évaluation de l'état du stock. Ceci étant, les méthodes traditionnelles d'évaluation ne sont pas appropriées au listao en raison des caractéristiques de cette espèce. Le Groupe recommande de mettre au point des modèles analytiques qui tiennent compte de ces caractéristiques (recrutement continu, différents taux de croissance, composante géographique, etc.).

Biologie

Le Groupe a recommandé de consacrer des études à la biologie en général, et à la reproduction en particulier, du listao capturé dans l'Atlantique Ouest. C'est une question particulièrement importante pour la discussion des sous-stocks dans l'Atlantique Ouest.

Il se peut que le développement rapide de la pêche sous DCP ait introduit des modifications importantes dans le comportement et dans la biologie du listao. Le Groupe a recommandé d'analyser ces effets éventuels en les considérant comme un objectif de recherche.

Gestion

On a également recommandé d'approfondir les analyses des effets des moratoires à l'aide des données qui seront recueillies à l'avenir.

8. AUTRES QUESTIONS

Aucune autre question n'a été soulevée.

9. ADOPTION DU RAPPORT

Le Rapport a été adopté par le Groupe étant bien entendu qu'il serait présenté comme Rapport détaillé du Listao. Le Groupe a décidé que le Résumé Exécutif serait rédigé par le Rapporteur des Thonidés Tropicaux à partir de ce rapport et qu'il serait distribué aux scientifiques concernés, si possible, avant la séance plénière du SCRS.

10. CLÔTURE

Avant de lever les débats, le Président du Groupe, le Dr. Pallares, a remercié le Gouvernement autonome de Madère au nom du Groupe de Travail pour son invitation et son chaleureux accueil pendant la session.

INFORME DETALLADO -- LISTADO

Informe de la Sesión de evaluación de stocks de Listado

(Funchal, Madeira, Portugal, 28 junio-2 julio 1999)

(SCRS/99/21)

De acuerdo con la decisión tomada por el Comité Científico (SCRS) de ICCAT en 1998, el Comité celebró una sesión de evaluación del stock de listado atlántico que tuvo lugar en Funchal, Madeira (Portugal), los días 28 de junio a 2 de julio de 1999, correspondiendo a una invitación del Gobierno Autónomo de Madeira. La sesión fue coordinada por la relatora para los Típidos Tropicales, Dra. Pilar Pallarés (CE-España).

La Dra. Lidia Gouveia (Portugal) inauguró la reunión y, en nombre del Director de Pesca del Gobierno Autónomo de Madeira, dio la bienvenida a todos los asistentes. Participaron en la reunión científicos procedentes de siete países. La Lista de Participantes se adjunta en el **Apéndice 2**. El Grupo examinó el Orden del día provisional y lo adoptó con algunas modificaciones. El Orden del Día modificado se adjunta en el **Apéndice 1**. Se nominaron los siguientes relatores:

Punto 1.	Científicos españoles
Punto 2.	Científicos portugueses y estadounidenses
Punto 3.	Científicos de Brasil y Portugal
Puntos 4 y 5	Científicos franceses
Puntos 6 y 7	Científicos estadounidenses
General	P. M. Miyake (Secretaría)

1. Examen de las pesquerías de listado, 1969-1998

El listado se pesca casi exclusivamente con artes de superficie en todo el Atlántico, si bien de forma fortuita, y el palangre obtiene algunas capturas secundarias.

Las capturas totales (desembarques) se resumen en la **Tabla 1**, por Atlántico este y oeste y por artes. Las **Figuras 1 y 2** muestran las tendencias en la captura del listado atlántico por región y clase de arte. El Grupo consideró que estos datos representaban una serie amplia y fiable. La **Figura 3** muestra las áreas utilizadas por el Grupo.

En la **Figura 4** se muestran las capturas medias (1975-1996) realizadas por las distintas flotas (cerco y cebo vivo) en el Océano Atlántico, en cuadrículas de 5°x5°, y los distintos períodos que se consideran. La **Figura 5** muestra la distribución por tallas del listado (captura por clases de talla) para el Atlántico este y oeste.

- Atlántico este

La explotación de los típidos tropicales en general y del listado en particular, en las costas de África occidental, por flotas artesanales, es muy antigua, y hay noticias de la misma desde hace varios siglos. En la época reciente, los primeros datos de captura de listado (década de los 50) procede de flotas de cebo vivo. En la década de los 60 se desarrolló la pesquería de cerco que inicialmente era una pesquería costera y, poco a poco, fue siendo más oceánica, mientras que las flotas de cebo vivo mantienen un área de actuación relativamente costera y local. Al comienzo de la década de los 70, las capturas de listado alcanzaron las 48.000 t, procedentes en su mayoría de las flotas de cerco (63%). Al comienzo de los 80, las capturas alcanzaron las 100.000 t y la contribución del cerco fue similar a la del período anterior. En 1985 se produjo una considerable disminución de las capturas de cerco, debido al desplazamiento de una parte importante de

las flotas francesa y española al Océano Indico. Esta situación cambió totalmente en los años siguientes, alcanzándose las 174.000 t en 1991, de las que el 75% provienen del cerco. A partir de esa fecha, comienza una paulatina disminución de las capturas de listado hasta alcanzar las 109.000 t en 1997, de las que el 64% son del cerco y el 36% del cebo vivo.

La pesquería de listado sufrió importantes cambios en 1991, con la introducción de objetos flotantes artificiales (DCPs), con la consiguiente expansión de la pesquería de cerco hacia el oeste (30°W), en latitudes próximas al ecuador, siguiendo la deriva de los objetos; la introducción de DCPs en las pesquerías de cerco y cebo vivo de Ghana (1992) y el desarrollo de la modalidad de pesca, que tiene como principal especie el patudo, en la que el cañero actúa como objeto, fijando y pescando un cardumen (compuesto por patudo, rabil y listado) durante toda la temporada de pesca, en aguas de Senegal, Mauritania e Islas Canarias (1992). Estos cambios se han traducido en un incremento de la biomasa explotable del stock de listado (por la expansión del área de pesca) y de su capturabilidad. En los años 1997, 1998 y 1999 se han producido nuevos acontecimientos en la pesquería de cerco que afectan a las capturas de listado; son las moratorias establecidas en la pesca con objetos flotantes, durante períodos de tres meses y en una amplia zona del Atlántico ecuatorial. En la actualidad, las pesquerías más importantes son las de cerco, fundamentalmente las de España, Francia y la flota NEI (Vanuatu, Malta, Marruecos, Belice, Guinea, Antillas Holandesas, Panamá y San Vicente), seguidas de las pesquerías de cebo vivo, de Ghana, Portugal, España y Francia.

- Atlántico oeste

En el Atlántico oeste la primera pesquería que se desarrolló es la de cebo vivo (década de los 50) comenzando a desarrollarse las de cerco a comienzos de los años 60. A finales de los años 70 se alcanzaron capturas anuales de 7.000 t, y en los años 80 se llegó rápidamente a las 40.000 t (1985), fluctuando las capturas, en la década de los 90, entre las 33.000 t (1991) y las 20.000 t (1995). Tradicionalmente, las capturas más importantes las ha realizado la flota de cebo vivo. En 1997, el 84% de las 32.000 t capturadas fueron obtenidas por cañeros. La pesquería más importante es la de cebo vivo de Brasil, que tiene como especie objetivo únicamente el listado. También los cañeros de Cuba y Venezuela han participado en la pesquería. En cuanto a las pesquerías de cerco, cuyas capturas son mucho menos elevadas que las de cebo vivo, sólo han efectuado capturas la flotas de Venezuela y Brasil.

Una descripción pormenorizada de la pesquería de cebo vivo brasileña se presenta en el documento SCRS/99/68. Este documento presenta de forma detallada la evolución de la pesquería desde sus orígenes, en 1979, hasta la actualidad.

1.1 Examen de los datos históricos

- Datos de captura de la Tarea I

Se examinaron los datos de captura total anual (Tarea I) preparados por la Secretaría de ICCAT, y se observó que desde la última reunión del SCRS se habían recibido los siguientes cambios a la base de datos de captura histórica:

1991-1997 Capturas de cebo y cerco de Francia.

1991-1997 Capturas de cerco de España.

El documento SCRS/99/64, examinado por el Grupo, describe la razón de estos cambios, que se deben a una mejor estratificación de los datos y de la composición por especies aplicada a las estimaciones de captura. Los resultados preliminares obtenidos tras estas revisiones se presentaron en la Reunión del SCRS en 1998, y este documento muestra los resultados finales del estudio. Observando que los cambios a los datos históricos tienen que estar bien justificados y haber sido examinados por el SCRS, el Grupo decidió aceptarlos de forma provisional, ya que parecía haber justificación suficiente. No obstante, se requiere un estudio más amplio por el SCRS, en particular debido a que las capturas de rabil y patudo también resultan afectadas.

Estados Unidos propuso también algunas cifras revisadas para las capturas de listado del período 1980 a 1997. Se basan en nuevas prospecciones de datos que se traducen en capturas incrementadas de las pesquerías comercial y deportiva, particularmente de esta última. Los procedimientos empleados en el examen se presentan en el documento SCRS/99/58. Se manifestó que existía gran preocupación por el hecho que los cambios propuestos no habían sido comunicados a la Secretaría con anterioridad a la reunión, y que la captura por clases de talla (CAS, en sus siglas en inglés) se había creado utilizando las antiguas cifras de captura de la Tarea I. Admitiendo que las cantidades absolutas afectadas por los cambios eran escasas, el Grupo las aceptó provisionalmente para la serie de captura de la Tarea I, y acordó no rehacer la captura por clases de talla. Nuevamente, se recomendó examinar cuidadosamente las revisiones en la próxima reunión del SCRS, y si se aceptaba esta recomendación, debería examinarse la CAS antes de las próximas evaluaciones de stock.

Faltan por recibir los datos de muchas pesquerías en cuanto a las capturas de 1998; las capturas comunicadas de estas pesquerías para 1997 se trasladaron a 1998, con el fin de no dar una impresión falsa de captura total. En consecuencia, las capturas de 1998 deben considerarse muy provisionales.

- Datos de esfuerzo y captura de la Tarea II

El Grupo examinó el catálogo de los datos de captura y esfuerzo de la Tarea II en la base de datos de ICCAT, facilitado por la Secretaría. Se comprobó que se disponía de datos para la mayor parte de las pesquerías principales (es decir, FIS, España, Ghana, Japón, Brasil y, en años recientes, Venezuela). Para algunas pesquerías locales se dispone de capturas mensuales, que pueden considerarse como Tarea II, ya que el área de pesca es limitada (por ejemplo, Madeira, Azores y algunos años de Cabo Verde).

- Datos de talla

El Grupo examinó el catálogo de datos de captura y esfuerzo de la Tarea II en la base de datos de ICCAT, facilitado por la Secretaría. Se disponía de datos de las pesquerías de cebo y cerco de FIS y España (capturas por clases de talla), Brasil, Venezuela (sólo para los años recientes), Madeira y Azores (parcialmente extrapoladas). El Grupo observó que las capturas de los cerqueros y cañeros tropicales habían sido muestreadas en exceso en cuanto a los datos de talla, debido a que estas muestras también tienen la finalidad de estimar la composición por especies, pero que este exceso de muestreo se había convertido en una ventaja, ya que podía ser válido para cualquier tipo de estratificación al procesar los datos.

Los datos de talla de las flotas con base en Ghana proceden de diversas fuentes. Para 1975 a 1979, la “Fisheries Research Unit” de Ghana (FRU) llevó a cabo muestreo en asociación con un experto de campo de ICCAT. Desde 1979 a 1983, la mayor parte del muestreo fue llevado a cabo únicamente por el FRU, de Ghana. Desde 1984, las actividades de muestreo disminuyeron, e ICCAT estableció un contrato con el Dr. Bard - que en aquel momento se encontraba en Abidján - para muestrear peces capturados por Ghana. El muestreo realizado por científicos de Ghana se reanudó en 1989. En 1990 no se llevaron a cabo actividades de muestreo, y desde 1991 hasta el presente el muestreo ha sido realizado por científicos ghanesanos (véase también el siguiente apartado). En los primeros años, los barcos de cebo de Japón, Corea y Panamá, con base en Ghana obtuvieron capturas sustanciales de listado. El muestreo de la captura de estas flotas, fue similar al de los barcos de cebo con bandera de Ghana. Sin embargo, Japón realizó también el muestreo de su flota.

- Captura por clases de talla (CAS)

El Grupo confirmó que iba a crearse una CAS que abarcaría desde 1975 hasta 1998, aunque los datos de 1998 eran muy incompletos para el Atlántico este y oeste, individualmente. La Secretaría informó que la solicitud de que los científicos nacionales presentaran la CAS de las principales pesquerías se había presentado en febrero de 1999, y que en algunos casos se habían remitido recordatorios. Sin embargo, excepto la CAS de cebo y las capturas de cerco de FIS (Francia) y España, no se recibieron los datos de CAS de ninguna de las pesquerías principales. Incluso, parte de estos últimos datos fueron facilitados sólo durante la sesión. El Grupo insistió en que en el futuro se presentaran todos los datos disponibles antes de la fecha límite establecida, para evitar demoras en la creación de la CAS.

En consecuencia, para esta reunión, la Secretaría creó la CAS de todas las demás pesquerías, incluyendo algunas de las principales (por ejemplo, de Ghana, de Japón con base en Ghana, Panamá y Corea, Brasil y Venezuela). El procedimiento adoptado por la Secretaría se presenta en el documento SCRS/99/7. En cuanto concierne a las pesquerías sobre las cuales se dispone de datos de la Tarea II, se desglosó la captura total en áreas ICCAT y estratos mensuales y posteriormente se ponderaron los datos de talla, con sustitución de datos allí donde se estimó necesario. Los procedimientos detallados de extrapolación y sustitución, que aparecen en el Apéndice del mismo documento, fueron revisados y aprobados por el Grupo.

Los datos de talla de Ghana para 1994-1997 se examinaron con especial cuidado, ya que en esos años las frecuencias de talla obtenidas por los científicos de Ghana parecían ser muy similares o casi idénticas, con una fuerte variabilidad en la distribución. Aunque los científicos ghaneanos comunicaron que las mediciones se habían tomado a intervalos de 1 cm, se manifestó la opinión que las mediciones parecían efectuadas a intervalos de 2 cm, y registradas como intervalos de 1 cm., de forma que aparecen picos en cada número par de la longitud a la horquilla. El Grupo recomendó llevar a cabo un análisis intensivo sobre la validez de las muestras de talla de Ghana. Mientras tanto, el Grupo decidió emplear como sustitución los datos de talla de cerco de FIS + cerco de España desde 1994 a 1997 para el área 73. Esta decisión se basó en el análisis comparativo entre las tallas de los cañeros de Ghana vs. otros datos de talla de cerco en el área 73.

El Grupo observó que la Secretaría tenía un exceso de trabajo en materia de estadísticas, lo que afectaba a la calidad de los datos, y reiteró su anterior solicitud de contratar a la mayor brevedad un bioestadístico para la Secretaría.

El Grupo acordó que el fichero final de las CAS debería agregarse por año y por trimestre, por cuatro categorías de arte (PS, BB, SURF, LL), y por áreas ICCAT. También se acordó que a estos efectos, y para el Atlántico este, se deberían combinar las áreas 71 y 76 en un sólo área, así como las áreas 72 y 77 y las áreas 78 y 79. Para el Atlántico oeste, se trató por separado el área 14 (Brasil), pero se combinaron todas las demás áreas (**Figura 3**). Más tarde, la Secretaría facilitó la CAS al Grupo en este formato.

De acuerdo con esta estratificación, se calcularon los pesos medios anuales del listado capturado en distintas áreas, y se presentan en las **Tablas 2 y 3**. El peso medio en cada una de las zonas, se compara en la **Figura 6**.

En las **Figuras 7-10** se presentan las distribuciones de tallas para el Atlántico oriental y occidental de las capturas realizadas por las flotas de cerco y cebo vivo, siguiendo el proceso de estratificación antes explicado, y para tres períodos representativos de la evolución de la pesquería (1980-1984, 1990-1994 y 1995-1998).

2. Estructura de stock vs. unidades de gestión

2.1 Factores biológicos relacionados con las estructuras de stock

- Áreas de desove:

El listado desova de forma oportunista, a lo largo del año, en amplias zonas del océano Atlántico, en aguas cálidas por encima de los 25°C. En el Atlántico ecuatorial oriental, el listado desova en una extensa zona, a ambos lados del ecuador, que incluye el Golfo de Guinea, y de 20° ó 30°W. El desove se produce durante todo el año, alcanzando un máximo entre noviembre y marzo. En el Atlántico tropical NE, el desove tiene lugar alrededor de las islas de Cabo Verde, desde julio a septiembre. La **Figura 11** muestra las zonas de desove del listado y los límites de la distribución larvaria.

2.2 Examen de los datos de marcado

Se examinó la base de marcado de ICCAT, y se halló que contenía 4.194 registros de recapturas de listado, los cuales facilitaban información sobre los lugares de marcado y de recaptura. Sólo se había registrado una recaptura transoceánica, pero ésta indicaba que el pez realizó la travesía (de 14°N 32°W a

13°N 74°W) en sólo 4 días, así que se supuso que se había producido un error al registrar el lugar, y se procedió a eliminar el registro del análisis. Los desplazamientos de los 4.194 listados recuperados se muestran en la **Figura 12**. En la **Figura 13** se presenta en gráfico un subconjunto de datos, restringido a 92 peces con movimientos superiores o iguales a una variación de 5° en latitud o longitud. No existe evidencia en estas cifras de desplazamientos, en ninguna dirección, entre el Atlántico oeste y el este ni entre el Atlántico norte y sur a lo largo del lado oeste. Debido a la cifra relativamente pequeña de peces marcados y liberados, a las amplias distancias que implicaban (y el tiempo necesario para atravesarlas) y a las altas tasas de mortalidad, la probabilidad de que se produzcan recapturas es muy escasa, incluso si llegan a producirse movimientos transoceánicos.

2.3 Estructura del stock de listado basada en los actuales conocimientos

El Grupo examinó la actual hipótesis de estructura del stock establecida por el SCRS, que consiste en dos unidades de ordenación de stock separadas, una en el Atlántico este y una en el Atlántico oeste, separadas a 30°W, que fue adoptada de nuevo como hipótesis de trabajo para el análisis a realizar durante la reunión. La frontera a 30°W se estableció cuando las pesquerías eran costeras. En los últimos años, las pesquerías del este se han extendido hacia el oeste, llegando hasta el oeste de 30°W. Estas pequeñas capturas, realizadas justo al este de esta frontera se han incluido de momento en el stock este hasta que se vuelva a tratar esta cuestión.

Se entabló una discusión sobre cierta evidencia, que no concuerda con la hipótesis de stocks separados al este y oeste del Atlántico. Por ejemplo, un examen de las distribuciones por talla de las capturas en cada zona (**Figura 15**) muestra que las pesquerías en el Atlántico oeste están compuestas por lo general de peces grandes, con un 11% de menos de 45 cm (mediana de 52.5 cm). Esto contrasta con las capturas en el Atlántico este, con un 37% de menos de 45 cm (mediana de 45.5 cm). Se consideraron posibles explicaciones a esta diferencia, incluyendo: 1) una posible distribución críptica de las tallas pequeñas en el Atlántico oeste fuera de los actuales caladeros, 2) diferencias en la selectividad de talla entre el este y el oeste debido a diferentes artes y la distancia desde cada pesquería a las zonas ecuatoriales (donde predominan los peces pequeños, y 3) la posibilidad de que una parte del listado del Atlántico este emigre hacia la zona oeste del Atlántico al alcanzar una talla determinada. Tan solo esta tercera explicación estaría en contra de la hipótesis de trabajo que separa el este y el oeste.

La pesquería de cerco del Atlántico este ha mostrado la presencia de listado juvenil a lo largo del ecuador, al oeste de 30°W, cerca de la costa de Brasil (a una distancia de tan sólo 1000 millas náuticas de las pesquerías brasileñas). Esto podría implicar un cierto grado de mezcla.

Sin embargo, teniendo en cuenta las grandes distancias, varias restricciones medioambientales, la existencia de una zona de desove en la zona norte de la pesquería brasileña y la falta de evidencia adicional (como por ejemplo, movimientos transoceánicos en los datos de marcado), se mantuvo la hipótesis de stocks separados al este y al oeste del Atlántico como la alternativa mas plausible.

Teniendo en cuenta las características biológicas de la especie y las diferentes zonas en las cuales tiene lugar la pesca, podrían contemplarse unidades de ordenación mas pequeñas. En el caso del Atlántico oeste, se podrían considerar dos unidades de ordenación separadas en el norte y en sur. Se presentaron argumentos a favor y en contra de esta hipótesis.

En el Atlántico oeste, existen dos caladeros distintos: uno frente al sur de Brasil y otro frente a la costa de Venezuela y alrededor de Cuba. Estos caladeros están separados por unas 3000 millas náuticas. La zona de desove de la unidad brasileña está al norte de 20°S (norte de la zona de pesca), probablemente limitada por la corriente de Brasil que fluye hacia el sur), mientras que la otra unidad de desove se sabe que se encuentra en el Golfo de México y en el Caribe. Los datos de recaptura del marcado realizado durante el Programa Año del Listado se limitan al interior de los respectivos caladeros. Además, de la cifra aproximada de 3.000 peces marcados, menos del 3% se desplazaron mas de 1000 millas náuticas, mientras

que el 70% realizaron movimientos dentro de las 100 millas náuticas. Esta información podría señalar la presencia de dos unidades de población de listado en el Atlántico oeste, si bien esta hipótesis no es concluyente.

Considerando que la mayor parte de los movimientos del listado son puramente difusivos dentro de varias restricciones medioambientales (Sibert *et al*, 1996), la geometría de las zonas consideradas determina el flujo de los peces a través de las fronteras. De hecho, de acuerdo con el esquema de la **Figura 14**, se ve con claridad que el flujo neto de los peces desde la zona rectangular ABCD a través de sus fronteras depende de la geometría de la zona: los flujos a través de los lados AB y CD son mas o menos proporcionales a los ángulos (AOB) y (COD) y son mucho mas importantes que los flujos a través de los lados AD y BC, que son mas o menos proporcionales a los ángulos (AOD) y (COB) y son mucho mas importantes que los flujos a través de los lados AD y BC, que son aproximadamente proporcionales a los ángulos (AOD) y (BOC).

Considerando la estratificación geográfica de la **Figura 15**, podemos deducir en base a la geometría la relativa importancia de las tasas de difusión entre zonas. Por ejemplo, las tasas de difusión de la zona 5 a la zona 7 y de la zona 4 a la zona 8, serán muy superiores a las tasas de la zona 7 a la zona 5 y de la zona 8 a la zona 4. Conviene también observar que, considerando la geometría, los intercambios difusivos entre la zona 7 y la zona 8 deben ser escasos.

3. Parámetros biológicos

3.1 Examen de los parámetros biológicos

Se examinaron los principales parámetros biológicos del listado capturado en diferentes zonas del Atlántico. El documento SCRS/99/66 presenta una sinopsis de la biología de la población del listado y de las condiciones ambientales relacionadas en aguas brasileñas. De acuerdo con este documento, el listado desova frente a la costa brasileña durante todo el año, en especial durante el primer trimestre durante el verano austral. La fecundidad está entre 100.000 y 1.000.000 de huevos. La primera madurez sexual se alcanza a los 51 cm de longitud a la horquilla en las hembras y a los 52 cm en los machos, es decir, 10 cm mas que en el Atlántico este. La talla de primera madurez de la población del Pacífico se estimó a los 55 cm, para ambos sexos (Orange, 1961). Los estudios de crecimiento basados en datos de la primera espina dorsal, indicaban $K = 0.218$, $t_0 = -2.09$ y $L_4 = 87.12$ cm. Un registro posterior de 89.0 cm de talla máxima provocó un ajuste de la talla asintótica a 91.0 cm, y de K a 0.294 cm, tras la recomendación de Jones (1984). La mortalidad natural (M) estimada por la ecuación empírica de Richter y Efanov (1976) y basada en la talla de madurez era igual a 0.77/año. La mortalidad por pesca (F) se estimó en 0.75. Aplicando el método VPA, la biomasa se estimó en 70.3 miles de toneladas, en base a los datos de captura de 1980-83, y en 70.5 miles de toneladas para los datos de 1984-86. Aplicando la ecuación de Gulland, el RMS se estimó en 26.950 t.

En el curso de las discusiones, se observó que el listado pescado frente a Brasil crece alrededor de 8 cm por año,

lo que lo diferencia del pescado frente a África que, dependiendo de la zona, puede crecer entre 9 y 19 cm por año. El listado frente a la costa de Venezuela parece crecer alrededor de 16 cm por año. Se observó también que la mortalidad natural de juveniles puede ser muy superior a 0.8, que es la cifra que se aplica normalmente a efectos de evaluación. Los datos recientes procedentes del Pacífico, por ejemplo, han mostrado que puede ser de hasta 2.0 en peces entre 40 y 50 cm y mucho mas alta en el caso de peces mas pequeños. Se observó, no obstante, que estas cifras debían considerarse con prudencia ya que probablemente no sean realistas. En la **Tabla 3** se da un resumen de los principales parámetros biológicos del listado procedente de diferentes zonas del Atlántico.

Se examinaron varias curvas de crecimiento para las zonas oeste y este del Atlántico. Los parámetros de crecimiento se presentan en la **Tabla 4** y las curvas en la **Figura 4**. Se observó que existían importantes diferencias entre las curvas. En particular, preocupaban los parámetros estimados por Cayré *et al* (1986) que sugerían un crecimiento muy rápido durante el primer año (excediendo en mucho de las tasas medias anuales

de crecimiento en los documentos publicados) antes de llegar a una L_4 , que es muy inferior a los máximos observados. Esto es probablemente el resultado del ajuste de datos de marcado a corto plazo que cubren una escala de talla restringida a la curva de crecimiento de von Bertalanffy. Se sugirió que los resultados de este estudio podrían ser mas adecuados para describir el crecimiento dentro de la escala restringida de talla en vez de describir una curva de crecimiento global.

Para conseguir un criterio mas objetivo para evaluar las diferentes curvas de crecimiento, se calculó un parámetro $2'$ describiendo la relación de k y L_4 , de acuerdo con el método descrito por Pagavino (1986). Este parámetro se presenta en la **Tabla 4** y se señaló que los valores de $2'$ para los análisis de Cayré *et al* (1986) eran notablemente superiores a los valores medios presentados por Pagavino (1998) para otros estudios en el Atlántico (7.77, procedentes de dos estudios no incluidos aquí) y el Pacífico/Indico (8.31 de 10 estudios). Esto sugiere que bien las curvas de Cayré *et al* son inadecuadas o bien que el ciclo vital del listado dentro de la zona en estudio es muy diferente al de otras zonas.

Sigue habiendo muchas incógnitas sobre cuales son las curvas de crecimiento adecuadas y la importancia de la variabilidad en el crecimiento entre zonas. Ante estas incógnitas y las posibles complejidades que se introducen si los peces se desplazan entre zonas en las cuales podrían seguir diferentes esquemas de crecimiento, no se hizo una asignación de edades en el curso de la reunión aplicando estas curvas de crecimiento. Se llegó a la conclusión de que era prioritario conocer mejor los esquemas de crecimiento del listado.

3.2 *Análisis de los posibles efectos del tipo de cardumen sobre los parámetros biológicos (crecimiento, migración, mortalidad natural)*

Se discutió acerca del efecto de los objetos sobre el comportamiento migratorio del listado, así como sobre sus parámetros biológicos. La introducción de dispositivos de congregación de peces (DCPs) parece haber cambiado el comportamiento de los cardúmenes y los movimientos de la especie. Antes del uso de estos dispositivos, los cardúmenes libres de especies mixtas eran mucho mas comunes que ahora. Se observó también que a causa del gran número de DCPs, los peces tenderían a congregarse a su alrededor (siendo “atrapados”) y en consecuencia, cambiarían el esquema de sus movimientos. Una menor difusión implicaría una menor disponibilidad de alimento y también una mayor predación (mortalidad natural) y mortalidad por pesca. Por ello, el uso masivo de DCPs podrían cambiar los parámetros biológicos. Por ejemplo, se ha observado un descenso, no sólo en las tasas de captura sino también en la talla de los peces capturados en las zonas de mayor uso de DCPs, lo que sugiere una posible sobrepesca del crecimiento localizada. Esto podría ocurrir debido a la naturaleza viscosa de la distribución del listado.

El listado es una especie a menudo asociada con objetos flotantes, bien naturales o bien los diversos DCPs empleados masivamente desde principios de los años noventa por los cerqueros y barcos de cebo en el Atlántico (en el período 1991-98, alrededor del 70% de listado es capturado con DCPs) (véase la **Figura 17**, mapa de pesca de listado con DCPs y en cardúmenes libres). El listado pescado con DCPs suele estar asociado con rabil pequeño (en un 22%) y patudo pequeño (en un 17%) y también con otras especies que no son de túnidos que son típicas de los DCPs (como el machi-machi, género *Elagatis*, diversos tiburones, marlines, género *Balistes*, etc.). Este acusado comportamiento del listado se observa a nivel mundial, si bien sigue sin encontrarse una explicación (Fréon y Misund, 1989). Si los DCPs constituyen un punto de encuentro para esta fauna pelágica, este pequeño ecosistema no podrá facilitar suficiente alimento para las grandes biomásas de túnidos (20 toneladas, o más, de túnidos se encuentran a menudo asociadas a los DCPs) que viven bajo estos objetos. Varias observaciones indicarían que este comportamiento asociativo podría ser muy fuerte, pero esta fidelidad a los DCPs ha de evaluarse por medio de investigaciones *ad hoc* (como el marcado de listado asociado a los DCPs).

El concepto de viscosidad del stock, tal como fue introducido por MacCall (1990) es probablemente fundamental para los recursos de listado. Bajo este concepto, un “stock viscoso” podría tener ser los siguientes efectos:

- Una disminución local de una fracción del stock que se observa con facilidad cuando se producen capturas excesivas en esta zona.
- Sin embargo, la sobrepesca observada en esta región no tendrá repercusión, o muy escasa, sobre la abundancia del stock observada en otras zonas.
- La viscosidad está ligada a los esquemas de movimiento, con una escasa proporción de peces que efectúan movimientos geográficos a gran escala.

A este respecto, se presentó una comparación de distribuciones de frecuencias de talla de listado entre períodos previos y posteriores al uso de DCPs. Los datos mostraban que respecto al Atlántico este se ha producido un aumento en la proporción de peces pequeños en las capturas, así como un descenso en la captura total durante los últimos años en algunas zonas, tales como las zonas ICCAT 72 y 77, lo que sugiere una sobrepesca de crecimiento a nivel local. Por otra parte, en el Atlántico oeste, donde no se han usado los DCPs, no hay cambio en la composición por tallas, lo cual indica que la pesquería y el stock permanecen estables.

Sería interesante examinar la condición de los peces capturados en torno a los DCPs y en cardúmenes libres. Se observó, sin embargo, que podría resultar difícil separar el efecto de los DCPs del efecto de zona. Por medio del marcado se podría llegar a un mejor conocimiento de los efectos de los DCPs sobre el comportamiento migratorio del listado. Los estudios de marcado podrían también facilitar una valiosa información sobre muchos temas críticos, incluyendo estructura del stock, tasas regionales de crecimiento, tasas de mortalidad y tasas de difusión. Durante el Programa Año del Patudo se debería efectuar marcado de listado. Esto tendría una buena relación costo/eficacia y resultaría interesante para el programa, ya que las pesquería de listado y patudo están inter-relacionadas. Un descenso en las capturas de listado podría incrementar el esfuerzo dirigido al patudo.

En este punto del Orden del día se presentaron los documentos SCRS/99/63 y 99/62. El primer documento describe la explotación de cardúmenes de túnidos asociados con un barco auxiliar anclado. En estas capturas el listado era la especie predominante (44,3%) entre las especies de túnidos tropicales. También se presentaron las tallas de individuos capturados.

El documento SCRS/99/62 estudia la relación entre el número de lances y la captura por temperaturas y períodos. También se presentó la distribución de tallas de listado en diferentes zonas, por cardúmenes libres y cardúmenes capturados con DCPs, y también la distribución por tallas de los descartes en esta pesquería.

4. Examen de los métodos de evaluación y parámetros de entrada

Se presentaron al Grupo de Trabajo varios documentos referentes a este punto del Orden del día. No se examinarán individualmente en esta introducción, sino en los distintos puntos del capítulo.

El listado pescado en el Atlántico tiene unas características muy peculiares, como todos los stocks de listado en el resto del mundo, lo cual hace que la tarea de evaluar su dinámica sea muy compleja. Los principales problemas de evaluación de stock incluyen los puntos que a continuación se tratan.

El reclutamiento es continuo en el tiempo, pero heterogéneo en el espacio y el tiempo (Cayré, 1986), por lo que no se puede identificar con facilidad una cohorte singular: se debe aplicar el concepto de microcohortes (Fonteneau, 1976), por ejemplo, definidas como una fracción de la población nacida en un lugar y momento determinados.

El crecimiento es variable en el espacio, dependiendo de la región considerada (Bard, 1986), por lo que peces de una misma edad tendrán diferentes tallas según su ciclo vital: los modelos óptimos deberían

estratificarse por talla de los peces y aplicarse con un enfoque espacial, teniendo en cuenta de forma explícita la variabilidad del crecimiento en el espacio.

Los peces se mueven continuamente en diversas escalas geográficas, por lo que las diferentes regiones tienen una diferente interacción dependiendo del tipo de movimiento de los peces (difusión y migración dependientes de la talla). Los modelos óptimos deberían tener en cuenta la situación geográfica de las zonas (zonas con pesca y zonas sin pesca) y los tipos de movimiento, así como la viscosidad estructural del recurso, que debería tenerse en cuenta de preferencia en el modelo de evaluación del stock y en los planes de ordenación.

Muchas flotas diferentes (barcos de cebo y cerco), con una capturabilidad heterogénea y cambiante (en general con una eficacia creciente) explotan la misma población; para muchas de estas pesquerías, el listado es con frecuencia una especie secundaria o de captura fortuita, según los precios y la disponibilidad de otras especies-objetivo. En consecuencia, el SCRS no ha estado nunca en situación, hasta el momento, de estimar el esfuerzo de pesca efectivo dirigido al listado en el Atlántico este. La estimación de este “esfuerzo de pesca efectivo para el listado”, por ejemplo, un esfuerzo proporcional a la mortalidad por pesca, sigue siendo problemático.

Esta combinación de grandes dificultades explica la razón por la cual el SCRS no ha realizado ninguna evaluación amplia de los stocks de listado desde principios de los años 80 (Programa Año del Listado). Por ello, uno de los principales objetivos de este Grupo era examinar la información que pudiera ayudar a evaluar el estado de los stocks de listado y desarrollar métodos *ad hoc* de evaluación para conocer mejor el estado de estos stocks en el Atlántico.

4.1 Índices disponibles de pesquería

Las evaluaciones de stock de listado en todo el mundo se enfrentan con la misma cuestión: cómo estimar una medida adecuada del esfuerzo de pesca aplicado al listado. Para vencer esta dificultad se debe promocionar el uso de índices no tradicionales. En contraste con las restantes pesquerías importantes de listado en el mundo, en las cuales la captura total no suele comunicarse con exactitud, la información disponible sobre la pesquería atlántica de listado (por ejemplo, captura por arte, esfuerzo nominal, distribución de la pesca, captura por talla, etc.) es relativamente buena, con series temporales largas que se actualizan con regularidad. Por ello, la base de datos de listado atlántico ofrecía al grupo la posibilidad de analizar la utilidad de aplicar índices complementarios de la pesquería para evaluar la condición del stock de esta especie.

La lista de los índices complementarios de pesquería analizados durante la reunión es como sigue:

- Producción (captura).
- Esfuerzo nominal (días de pesca, capacidad de transporte).
- Superficie explotada y con pesca (número de cuadrículas exploradas).
- Relaciones (captura por día de pesca, número de lances por día de pesca, captura por lance, captura por unidad de superficie).
- Talla (talla media o peso medio).
- Índice de producción

La captura total del listado de la pesquería de cerco en el Atlántico este permaneció estable, entre 40.000 y 70.000 t entre 1971 y 1989. El espectacular aumento de las capturas observado a partir de 1990 se debió al uso masivo de objetos flotantes artificiales (DCPs). Sin embargo esta gran producción se mantuvo solo durante cinco años y disminuyó de forma marcada a partir de 1996. Teniendo en cuenta que durante el mismo periodo el esfuerzo nominal de pesca se consideraba relativamente constante, esta situación podría interpretarse como una señal de sobreexplotación. La evolución de las capturas por zona parecía ser

relativamente heterogénea. Si bien la evolución de las capturas en los principales caladeros con DCPs, como la zona Sherbro (Zona ICCAT 77-72) (**Figura 17**), siguió el esquema general descrito para el conjunto del Atlántico este, no fue así en el caso de otras zonas (por ejemplo, en la zona de pesca de Senegal que se caracteriza por los cardúmenes de listado no asociados). Estas discrepancias en la evolución de las capturas locales podrían sugerir que la tasa de mezcla del listado dentro del conjunto del área sería moderada y lenta.

- Esfuerzo nominal

Durante la reunión se actualizó la evolución de la capacidad de transporte a lo largo de los años para el Atlántico este. La capacidad total de la flota de barcos de cebo permaneció muy estable entre 1972 y 1998. En contraste, la capacidad de transporte de los cerqueros presentaba una tendencia ascendente hasta 1983 y un espectacular descenso en 1984, debido al traslado de una parte de la flota al Indico. A partir de 1991, esta capacidad de transporte de la flota de cerco ha disminuido ligeramente.

El esfuerzo de pesca expresado en número de días de pesca no es una medida precisa del esfuerzo efectivo sobre el listado (por ejemplo, en el este, donde se sospecha que hay un cambio en la potencia pesquera individual de los barcos), si bien conviene tener en cuenta este tipo de información.

En el curso de la reunión, se presentó información detallada sobre las actividades históricas de pesca de los barcos de cebo brasileños en el Atlántico oeste (SCRS/98/69).

El esfuerzo de pesca de los barcos de cebo brasileños se redujo a la mitad entre 1985 y 1996, si bien se observó un aumento durante los años 1997 y 1998 (Figura 7 en el SCRS/99/69). Sin embargo, este descenso global no fue verificado para todos los componentes de la flota brasileña y existe una clara evidencia de que el tamaño medio y la capacidad de transporte de los barcos aumentó en dicho periodo. No hay evidencia de que esta flota hay incorporado equipos mas eficientes de pesca a bordo de los barcos (con excepción del reciente aumento en el uso de imágenes por satélite). En contraste, observaciones realizadas en las pesquerías de barcos de cebo japoneses que faenan en el Pacífico, señalaban el uso de diferentes equipos, como el sonar, varios tipos de radar de pájaros, receptores meteorológicos por satélite, así como un tanque de cebo vivo a bajas temperaturas (SCRS/99/59). Este mismo tipo de equipos de pesca pudo haber sido incorporado en algunas flotas de barcos de cebo que faenan en el Atlántico este.

- Superficie explotada

La fluctuación del tamaño global de la zona explotada por una pesquería es un componente importante en el análisis de evaluación de stock. El número de zonas de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ en las que la pesquería de cerco ha explotado el listado en el Atlántico este, mostraba una tendencia al alza desde finales de los primeros años de la década de los setenta (**Figura 18**). Pero la expansión de los caladeros no fue continua a lo largo de los años. Por ejemplo, la superficie explotada por esta pesquería permaneció bastante estable entre 1978 y 1989 y, mas recientemente, entre 1991 y 1998. Esta tendencia al aumento se refleja también en cada una de las zonas locales, a excepción de Angola. Parece que la evolución de las capturas de listado está muy relacionada con la evolución de número de zonas de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ explotadas. Esto significa que en ausencia de una medida adecuada de esfuerzo de pesca, se debe usar como alternativa el número de zonas exploradas.

Relaciones

-- Captura por día de pesca

Es patente que las tendencia globales mostradas por este índice en el Atlántico este, está de acuerdo con los supuestos establecidos par esta especie. Por ejemplo, el aumento en la tasa de captura observado entre 1980 y 1989 (**Figura 19**) podría estar en relación: (1) con el aumento en la potencia pesquera de los barcos (incorporación de nuevos equipos a bordo), y (2) la explotación de nuevas y productivas zonas (ningún de estos factores se toma en cuenta de forma directa en el concepto de día de pesca). A partir de 1990, el aumento

de la capturabilidad debido al uso masivo de objetos flotantes artificiales, seguido de la aparente sobrepesca local reciente, quedaron también bien descritos por este índice. Puede decirse que la sobreexplotación local observada en Sherbro y en la zona de Ghana, no pareció afectar las tasas de captura frente a Senegal.

Respecto al Atlántico oeste, en el curso de la reunión se estandarizaron las tasas de captura por GLM para los cerqueros venezolanos, y en el documentos SCRS/99/69 para la pesquería de barcos de cebo de Brasil. El índice de Venezuela (modelo logarítmico normal) se obtuvo en base al criterio de AIC que conduce a un modelo discreto con los efectos principales: año, trimestre, captura de rabil (transformada por logaritmo) y la interacción entre este último efecto y el trimestre. Los modelos brasileños (modelos lognormal y delta lognormal) tenían en cuenta los efectos de año, trimestre, flota, zona y algunas interacciones.

El resultado es que no se evidencia ninguna tendencia clara en los índices de abundancia (**Figuras 20 y 21**). Este resultado indicaba que las pesquerías de listado son estables en el Atlántico oeste. Estas pesquerías costeras (que no pueden expandirse a zonas de alta mar al estar limitadas por la profundidad de la termoclina) podrían recibir algunas migraciones de túnidos procedentes de otras zonas.

-- Número de lances por día de pesca

En general, el descenso de la biomasa puede evaluarse por el número de lances (con o sin éxito) por día de pesca. Sin embargo, una fuente importante de sesgo que afecta a este tipo de índice procede de la incorporación progresiva a bordo de equipos sofisticados destinados a mejorar la localización y la captura de cardúmenes de túnidos. El documento SCRS/99/65 mostraba que este índice había ido en alza desde principios de la década de los 80 hasta 1986-87. La tendencia se invirtió a finales de los 80, si bien el descenso no fue igual en todas las zonas. El número de lances con DCPs (dispositivos de concentración de peces) permaneció relativamente estable en los últimos años.

-- Captura por lance positivo

En el curso del Grupo de Trabajo ICCAT (Miami, 1998) dedicado al análisis del aumento de la potencia pesquera del cerco, se dijo que la captura por lance podría aplicarse como índice de abundancia para los lances con DCPs. Esto se basa en el supuesto que un descenso en la biomasa de túnidos podía afectar al número de cardúmenes en una concentración, así como al número de peces dentro de un cardumen. Una de las limitaciones de este índice es la dificultad para corregir la posible reducción en la tasa de escape, debido a un incremento en las dimensiones de la red a lo largo de los años. Este índice podría también verse afectado por la densidad local de DCPs en un área determinada. En el Atlántico este, la captura de listado por lance positivo aumentó con regularidad entre 1980 y 1990 (SCRS/99/65). A partir de 1991 se observó una tendencia al descenso, en particular en los lances con DCPs.

-- Captura por zonas de 1° x 1° con captura de listado

Debido a que existe una relación, aparentemente fuerte, entre la captura y la superficie explotada por la pesquería de cerco, el índice de captura por unidad de superficie fue analizado por el Grupo de Trabajo. La ampliación de los caladeros conduce a una estabilización del índice: captura total por superficie (**Figuras 22**). Puede decirse que los aumentos optimistas detectados por el uso de un simple índice de captura por día de pesca, se corrigen aquí por el número de zonas de 1° x 1° con capturas de listado (véase, por ejemplo, la zona senegalesa). Con el uso de este índice, el empleo de DCPs no produjo un descenso tan importante en la tasa de captura, en comparación con el descenso observado con otros índices de abundancia. Este hecho, podría confirmar que uno de los principales efectos de los DCPs podría ser el permitir obtener captura de túnidos en zonas en las cuales, antes de la introducción de esta modalidad de pesca, no se habían detectado cardúmenes (o no eran accesibles al cerco). Este índice muestra el descenso en la abundancia del listado experimentado en estas zonas tras tres o cuatro años de fuerte explotación.

-- Talla

El descenso de la talla media puede interpretarse como una señal de aumento de la tasa de explotación. Resulta obvio que un fuerte aumento de la mortalidad por pesca produce un correspondiente descenso de la talla media en la captura. En el curso de esta reunión se hizo un análisis comparativo de la mortalidad total del listado, basado en la estructura de talla, entre varios períodos históricos de la pesquería del Atlántico este. Parecen observarse características espaciales que permanecieron estables a lo largo de los años. Se vio que las capturas de listado grande eran mas importantes en el oeste que en el este del Atlántico. La proporción de peces pequeños en la estructura de talla de la captura era mayor en la zona ecuatorial que en la zona templada. No había evidencia de un aumento en la mortalidad total desde mediados de la década los 70, a excepción de la zona ecuatorial donde el tamaño de los peces disminuyó a partir de la década de los 90. En la zona ecuatorial, donde se emplean DCPs, el principal cambio en la estructura de talla podría deberse a (1) un aumento en la mortalidad por pesca de las clases mas jóvenes y (2) a un descenso local en el número de peces de mas edad.

4.2 Métodos basados en datos de marcado y recaptura

En el Pacífico oeste se han usado con éxito datos de marcado para evaluar la condición del stock de listado (trabajos del SPC). Sin embargo, esta estimación de la condición del stock basada en datos de marcado sólo puede llevarse a cabo cuando se ha planificado un programa de marcado a gran escala a fin de realizar este análisis y se colocan una gran cantidad de marcas. En el Atlántico nunca se ha hecho marcado a gran escala. El programa de marcado mas importante dedicado al listado tuvo lugar en el transcurso del Programa Año del Listado, durante el cual se marcaron y liberaron 30.000 listados. Se han realizado algunos análisis cuantitativos de las tasas de recuperación y de pérdida de marcas sobre este conjunto de datos (Publicación del Simposio SJ), pero debido al limitado número de peces marcados (y muy escasos en el Atlántico oeste) y también a la falta de modelos estadísticos disponibles en el momento de realizar estos estudios, este interesante conjunto de datos todavía no ha sido aplicado para evaluar la condición del stock durante el período en estudio (principio de los años 80). Se considera que un nuevo análisis de este conjunto de datos de marcado/recaptura, junto con otros datos y usando modelos estadísticos modernos (como el descrito en el párrafo 4.6), facilitaría nuevos resultados amplios e interesantes.

4.3 Modelos generalizados de producción

Los modelos generalizados de producción nunca se han usado para evaluar la condición de los stocks de listado (ni en el Atlántico ni en otros océanos). La principal razón para ello ha sido probablemente la gran dificultad para estimar un vector realista de “esfuerzos efectivos de pesca de listado” (cf & 4.1). No obstante, a pesar de estas dificultades para aplicar el modelo de producción, resulta obvio que todos los conceptos biológicos en los que se apoya este modelo deberían ser válidos para el listado, como también para cualquier otro stock de peces en explotación (Fonteneau 1986). Es por tanto interesante investigar acerca de un potencial uso de modelos de producción alternativos.

Un nuevo modelo dentro de la familia de los modelos de producción es el índice propuesto, y aplicado con éxito por Grainger y García (denominado el índice G&G). Se trata de una simple ratio anual de cada captura anual menos las capturas medias observadas en los últimos años, y dividido por la misma captura media. Este índice puede servir como indicador de la tasa de explotación aplicada a los stocks, pero solo para aquellos stocks cuya tasa de explotación va en continuo aumento. En este caso, el índice G&G trazado a lo largo del tiempo muestra una tendencia lineal descendente.

Se observan niveles altos de este índice en la pesquería en desarrollo, cuando el stock se mantiene subexplotado. Cuando la pesquería se acerca al RMS se dan niveles mas bajos.

Los valores negativos (por ejemplo, una tendencia descendente en las capturas) se producen con stocks que sufren sobrepesca.

La ventaja de este índice es que no requiere datos de esfuerzo, sino solo un conocimiento general de su tendencia al aumento (es este un factor interesante en el análisis de los stocks de listado y de las pesquerías en el Atlántico este).

Este índice G&G fue calculado para el Atlántico este (**Figura 23**). A esta serie se ajustó una tendencia lineal que aparece en dicha figura. El índice indicaría que este stock de listado podría haber sufrido sobrepesca desde principios de los años 90. Se observó también que se habría obtenido este mismo resultado durante al menos los cinco últimos años (la misma tendencia del índice G&G durante el período 1962-98 y 1962-93).

El Grupo de Trabajo llegó a la conclusión de que se trata de un método interesante, muy similar al método tradicional de examinar la curva de capturas anuales, pero incorporando también el concepto de base del modelo de producción. No está claro hasta qué punto es válido el diagnóstico de sobrepesca que indica este índice G&G, pero al menos, es interesante tener en cuenta el resultado en el diagnóstico. Un elemento favorable a este estudio es que el esfuerzo de pesca ejercido sobre el listado, ha mostrado probablemente una tendencia mas o menos continua al aumento durante los últimos 40 años, siendo este aumento del esfuerzo la principal condición para el uso efectivo del índice G&G.

El Dr. Maury presentó en el curso de la reunión otra alternativa a los modelos de producción tradicionales usados por el SCRS. Este original modelo de producción de no equilibrio fue recientemente desarrollado para los stocks de listado. Se trata de un modelo de producción generalizado con las siguientes características:

- S** Un parámetro m flexible, definiendo la forma de la curva de producción (Pella y Thomlisson, 1969).
- S** En el modelo se incorpora la captura y esfuerzo de múltiples flotas, cada una de las cuales se aplica independientemente en el ajuste del modelo estadístico; en el presente modelo se usaron 17 artes independientes.
- S** La eficacia de cada flota varía de año en año, y estos cambios en la eficacia son estimados por el modelo, como un tasa constante en el tiempo.
- S** La mortalidad por pesca total se estima en el modelo sumando la mortalidad estimada para cada flota.

Si bien se realizaron varios ensayos de este modelo de producción experimental, tan solo se presentaron y discutieron los resultados obtenidos con un modelo para el stock de todo el Atlántico. Aunque la hipótesis de un stock en el Atlántico no es consistente (con la hipótesis de dos stocks adoptada), no fue posible, por razones de índole práctica, hacer ensayos con la hipótesis de dos stock en el transcurso de la reunión. Se considera que en los resultados obtenidos con este modelo predominan probablemente las pesquerías del Atlántico este.

Los resultados preliminares obtenidos con este modelo de producción (**Figura 24**) son:

- S** Las recientes pesquerías con DCPs parecen disminuir la productividad y el RMS de las pesquerías.
- S** Las capturas totales de listado Atlántico (alrededor de 170.000 t anuales en años recientes) sobrepasan el RMS estimado (en una escala entre 120.000 t antes de los DCPs y 85.000 t con los DCPs. Véase la **Figura 24**).
- S** La mayor parte de los artes de pesca presentan un importante aumento en su eficacia de pesca (con una tasa aproximada de incremento del 5%) (**Figura 24**).

El Grupo de Trabajo discutió sobre la validez y las posibles incertidumbres en estos resultados tan provisionales. Se cuestionó la posición relativa de las capturas observadas y de las curvas de equilibrio estimadas, debido a la importante y sistemática falta de equilibrio estimada por el modelo. En el uso a corto plazo de este modelo podían introducirse grandes mejoras: en la base de datos usada (mejores series de capturas, mejor información sobre el esfuerzo de pesca), el uso de artes alternativos y de otras reglas de

calibración. Se recomendó también que el modelo fuese aplicado por separado a los dos stocks de listado en el Atlántico este y oeste, cuando se disponga de los datos extrapolados de la Tarea 2 para todas las flotas. Independientemente de este modelo, se observó también que uno de los factores principales en el aumento de las capturas de listado era el tamaño de la zona explotada con éxito (**Figura 25**). Varios modelos de producción incorporan ya este componente espacial (Laloe 1989, Die *et al*, 1990) y se recomienda incorporarlo en el desarrollo futuro del modelo de Maury cuando se aplique al listado.

No obstante, el Grupo de Trabajo consideró que este nuevo método resulta prometedor y podría en breve facilitar una evaluación fiable de la condición del stock de listado (y posiblemente de otros túnidos). En opinión del Grupo de Trabajo, el diagnóstico obtenido, es decir, que el listado del Atlántico este está siendo probablemente explotado al máximo y posiblemente sobreexplotado, era realista, teniendo en cuenta el reciente descenso observado en los últimos años en las capturas, a pesar (y probablemente debido a ello?) del uso masivo de DCPs dirigidos principalmente al listado.

4.4 *Análisis secuencial de población (SPA)*

El SCRS no ha realizado análisis secuencial de población para el stock de listado en el Atlántico este desde el análisis de cohortes experimental llevado a cabo en el programa Año del Listado. Esto se debe sobre todo a las diversas razones presentadas en el párrafo 4.1, sobre todo por las grandes dificultades para crear una tabla de captura por edad consistente, a las grandes dudas respecto a la mortalidad natural por edad, sobre todo en el Atlántico este, y a la dificultad para obtener índices de abundancia en base a los datos de pesquería. El Grupo de Trabajo tropezó con estas mismas dificultades y no se intentó estimar la captura por edad ni hacer un ensayo de SPA.

No obstante, en 1985 se llevaron a cabo algunos SPAs a nivel local sobre la fracción brasileña del stock de listado del Atlántico oeste durante el período 1980-1983 (Jablonski y Matsuura 1985). La mortalidad por pesca local se estimó en $F = 0.75$. Aplicando el método ASP, la biomasa local se estimó en unas 70.000 t. Se estimó un RMS local de 27.000 t aplicando la ecuación de Gulland (por ejemplo, un stock local cercano a la explotación total). Este análisis realizado sobre una fracción del stock podría ser válido sólo si la población de listado es muy viscosa, y presenta una tasa de mezcla baja con la biomasa que se pesca en otras áreas (con escasa interacción potencial con pesquerías colindantes). Esta es la actual hipótesis de trabajo.

4.5 *Modelos estadísticos de probabilidad*

Este tipo de modelo estadístico es un método de evaluación de stock de carácter peculiar. Sin embargo, dadas las características de este tipo de enfoque estadístico, se han aislado y tratado por separado en este punto del Orden del día.

Teniendo en cuenta la preocupante condición del stock de listado, resulta urgente evaluar la posibilidad de mantener las recientes pesquerías con DCPs y sus potenciales repercusiones sobre las migraciones, la mortalidad natural y el crecimiento. El problema es que ni los métodos estándar de evaluación de stock globales ni los analíticos (respecto al enfoque analítico, véase Megrey 1989), ni los métodos estadísticos recientes tales como el multifan-cl (Fournier *et al*, 1998) están adaptados a las peculiaridades de la dinámica del stock de listado en el Atlántico (cf.4).

Ante la falta de instrumentos para evaluar el stock de listado, es necesario desarrollar nuevos enfoques. Se propone investigar dos vías alternativas y complementarias. La primera sería el uso de modelos generalizados de producción y su adaptación al listado (cf.4.4). La segunda, mas compleja pero posiblemente mas potente, se refiere al desarrollo de nuevos modelos analíticos con suficiente estructura para representar correctamente la muy compleja dinámica de la población de listado, permitiendo su evaluación cuantitativa.

Esta última solución está actualmente en desarrollo y se confía en poder ponerla en práctica en breve. Basándose en las principales características del stock de listado (cf.4) este modelo tiene en cuenta:

- S el concepto de micro-cohortes mensuales,
- S una estructura de talla y edad,
- S una estratificación geográfica,
- S una variable de crecimiento según el área,
- S una representación explícita de los movimientos,
- S muchas flotas diferentes con diversas tendencias de capturabilidad.

Este modelo sintético estructurado por edad-talla y tiempo-espacio podría usar simultáneamente toda la información disponible (datos comerciales tales como captura, esfuerzo y frecuencias de talla y datos científicos como los del marcado) con el fin de estimar todos los parámetros necesarios (reclutamiento, crecimiento, movimiento, mortalidad natural y capturabilidad) con un enfoque de máxima verosimilitud. Este enfoque estadístico aplicado a modelos mas simples ha resultado muy potente (Fournier *et al*, 1989, 1990 y 1998). Reconocen explícitamente la variabilidad de los datos y permiten la estimación de intervalos de confianza para la estimación de parámetros. Podrían representar una gran mejora en la evaluación de stock de listado.

En el modelo para el listado atlántico, la mortalidad natural M sería dependiente de la edad y la mortalidad por pesca F , de la talla. Este crecimiento podría representarse de forma explícita en un modelo y ser variable en cada estrato geográfico. La estructura geográfica del modelo se basaría en la heterogeneidad de la pesquería. Actualmente se contemplan ocho zonas, en base a las actividades pesqueras y la información sobre medio ambiente. Las seis zonas orientales coinciden con seis ecosistemas bien identificados y totalmente homogéneos (**Figura 15**): 1 Angola, 2 Cabo Lopez, 3 Ghana, 4 Sherbro sur, 5 Senegal, y 6 islas Canarias-Azores-Madeira. Cada una de ellas fue intensamente explotada, al menos durante un período de la pesquería, por lo que se tiene una gran cantidad de datos de pesca. La parte oeste del océano está mucho menos explotada. En consecuencia, la distribución de la población es menos conocida y las zonas adoptadas tan solo separan las pesquerías del norte (zona 7 Venezuela-EE.UU.) de la del sur (zona 8 Brasil).

El modelo se basa en el supuesto de que el movimiento de los peces se puede dividir en dos principales componentes: un componente aleatorio no dirigido, la difusión y un componente dirigido, la advección (Sibert *et al*, 1994 y 1996). De acuerdo con este supuesto, las tasas de transferencia de una zona a otra son dos: una difusiva y otra advectiva estacional.

En el modelo, se supone que el listado se recluta con una longitud a la horquilla de 30 cm y se permite una variabilidad mensual y por zona en el reclutamiento.

Para este modelo será necesario contar con una base de datos amplia y validada, combinando múltiples conjuntos de datos (captura, esfuerzo, talla, marcado, etc.). ICCAT no cuenta todavía con esta base de datos y es un bioestadístico quien deberá encargarse de su preparación y validación. También serán necesarios ordenadores potentes. Incluso contando con que los resultados potenciales de tales modelos han de ser examinados con detenimiento y comparados con los resultados obtenidos con otros métodos, el Grupo consideró que serían de gran interés para la evaluación de los stocks de listado. Esta conclusión concuerda totalmente con la recomendación formulada en 1996 en el curso del Simposio ICCAT sobre túnidos (Sao Miguel, Azores) respecto a la necesidad de “desarrollar modelos espaciales explícitos que tuviesen mejor en cuenta la naturaleza dinámica de los stocks de túnidos y pesquerías”. Además, el Grupo llegó a la conclusión de que para ser totalmente eficaces y realistas, estos modelos espaciales requerirían mas resultados de programas de marcado a gran escala (en todas las principales zonas de pesca así como en las zonas de DCPs).

5. Estado del stock o stocks

El estado de los stocks de listado del Atlántico fue analizado por vez primera haciendo una comparación a gran escala de toda la información biológica y de pesquería disponible y aplicando varios modelos para evaluar el estado del stock. Los resultados de los primeros análisis son todavía parciales y provisionales, si bien son también prometedores.

El presente análisis indica que los stocks de listado pueden seguramente clasificarse como un recurso muy viscoso, con tasas de mezcla bajas o moderadas e interacciones también moderadas entre las principales zonas de pesca que presentan tendencias muy independientes en sus capturas, CPUE y tallas de los peces capturados. Esto podría sugerir una mezcla moderada o lenta entre las zonas lejanas dentro de la zona de pesca (en los stocks este y oeste). Por ello, deberían llevarse a cabo nuevas evaluaciones del stock de listado usando unidades espaciales adecuadas (modelos “box” o equivalentes; Hilborn y Sivert, 1988). Sin embargo, este concepto debe matizarse considerando la escala: existe una clara mezcla a corta distancia (es decir < 15-20 grados de latitud y/o longitud).

El estado del stock oeste parece bastante bueno (peces en proceso de maduración).

El stock este parece estar explotado al máximo y posiblemente sobreexplotado, al menos en algunas zonas, como las ecuatoriales. Los efectos de los DCPs, usados de forma masiva por los cerqueros y barcos de cebo desde principios de los noventa, no son bien conocidos. No obstante, los datos disponibles indican que podrían haber producido una sobrepesca a nivel local y, en consecuencia, un descenso en las capturas de listado y en las tallas medias. No queda claro si esta sobrepesca se producía solo a nivel local o era mas amplia debido a un cambio en la biología y los movimientos del listado causados por el uso masivo de DCPs (véase el Punto 6). Si la hipótesis de que los DCPs pueden alterar de forma importante la biología del stock de listado es correcta, estos DCPs podrían disminuir la productividad del stock de listado en el Atlántico este. Además, suponiendo que las zonas ecuatoriales juegan un importante papel en la población de listado, exportando peces a zonas mas periféricas, la probable sobrepesca local en la zona ecuatorial y el posible “atrape” del listado por los DCPs, podrían tener un gran impacto sobre la captura y las frecuencias de talla de los peces en zonas periféricas de las pesquerías.

En el contexto de la sobrepesca a nivel local, cualquier método que limite el uso de los DCPs ayudaría a reducir esta sobrepesca local de listado. Sin embargo, se llegó también a la conclusión, como en anteriores informes del SCRS, que el riesgo de sobrepesca de reclutamiento, por ejemplo, una pérdida crítica de reclutamiento debido a un descenso excesivo del stock reproductor, no representaba un gran peligro para el listado en este momento, debido al desove precoz, la gran flexibilidad de su conducta reproductora y porque existe una gran parte de la población que está siendo explotada con moderación (desempeñando el papel de biomasa críptica, que es una característica biológica de muchos stocks de túnidos que parece resultar útil para mantener viable su stock reproductor y un reclutamiento mantenido, incluso en el caso de que se produzca una importante sobrepesca a nivel local).

6. Evaluación preliminar de los efectos de dos vedas voluntarias para los cerqueros, establecidas en 1997 y 1998 para el listado

Desde 1997 existe una moratoria voluntaria al uso de dispositivos de concentración de peces (DCPs) por los cerqueros en zonas y temporadas determinadas. Se trata de la zona pesquera tradicional en el Atlántico este (**Figura 26**). Estos períodos de veda duraron tres meses: desde noviembre 1997 hasta finales de enero de 1998 y desde noviembre de 1998 hasta finales de enero de 1999. Estas moratorias voluntarias de tres meses de duración se implementaron principalmente debido a la preocupación existente por las cifras de patudo pequeño capturado con DCPs. Pero también el rabil y el listado se capturan con DCPs. Por ello, conviene examinar los efectos de la moratoria sobre estas otras especies. En consecuencia, se evaluaron los datos preliminares de listado.

Se examinaron los datos mensuales (actualmente tan solo se cuenta con datos de cerco para 1998) de captura, talla y captura nominal por esfuerzo, por zona, temporada y año. La **Figura 27** establece una comparación entre las capturas mensuales en la zona de la moratoria con las efectuadas fuera de dicha zona. Se observará que las capturas de listado durante la moratoria eran muy bajas en comparación con las obtenidas justo antes de su implementación y en comparación con las obtenidas durante los meses de la

moratoria otros años. Es obvio que la moratoria contribuye a reducir las capturas, si bien otros factores podrían haber también contribuido.

Se compararon los datos de frecuencias de talla del cerco (**Figuras 28-30**) de la zona de moratoria y de Senegal. Una hipótesis acerca de los efectos de la moratoria es que el descenso de la captura resultante de su implementación beneficiaría a las zonas costeras, como Senegal (que es la principal pesquería de listado durante el verano), permitiendo la pesca de un mayor número de peces y mas grandes. La suma de los datos de 1995 a 1998 indica que, en promedio, los peces muestreados en Senegal eran algo mas grandes que los de la zona de la moratoria. Una comparación anual de los datos (**Figuras 29 y 30**) no muestra una gran relación. Sin embargo, no se esperan cambios inmediatos en las distribuciones de talla como posible resultado de la moratoria. Estos efectos podrían observarse en los próximos años.

Otra hipótesis sobre los posibles efectos de la moratoria es que las tasas de captura se incrementarán inmediatamente tras la moratoria cada año, debido a una mayor disponibilidad. Se comparó la captura nominal del cerco por día estándar de pesca (**Figura 31**); la tasa de captura en el verano de 1998, tras la primera moratoria, fue considerablemente más alta que en el curso de la moratoria. Sin embargo, las tasas de captura en 1998 no fueron diferentes de forma patente a las de años anteriores a la moratoria. En consecuencia, la evidencia de tasa de captura no es aún concluyente, incluso siendo superior a la de los tres últimos años.

En general, no se espera que los beneficios para la pesquería de listado debidos a la moratoria se concreten de forma inmediata. Pero, si se producen, se espera que sea bastante pronto (en el año 2000 ó 2001) dada la rápida tasa de crecimiento del listado. Por ello, el SCRS debería continuar el seguimiento de los efectos de la moratoria en el futuro.

7. Recomendaciones

El Grupo de Trabajo examinó las recomendaciones formuladas por el SCRS en 1998 y observó con satisfacción los progresos obtenidos.

7.1 Estadísticas

- Bioestadístico

Se observó la falta de una base de datos de listado actualizada y comprobada, lo cual ha generado una gran carga de trabajo en la Secretaría así como trabajo extra para el Grupo, ya que durante la reunión tuvieron que comprobarse numerosos datos. El Grupo insistió en la urgencia de que la Secretaría incrementase su personal, contratando al menos a un experto en bioestadística con el fin de hacer operativa la base de datos.

- Mejoras en las estadísticas

Los datos de distribución de tallas de listado de las flotas con base en Ghana, provocaron la misma preocupación respecto a la calidad de las muestras tomadas en 1994-1997, ya expresadas en la última reunión del Grupo sobre Especies Tropicales en el curso del SCRS en 1998 en relación con el rabil. El Grupo recomendó que los científicos ghaneanos realizasen una revisión en detalle de estas muestras, recomendando al propio tiempo que el programa de muestreo intensivo, previsto para el BETYP, se inicie lo antes posible.

7.2 Investigación

- Datos de recuperación de marcas

Durante el Programa Año del Listado se hicieron análisis de datos de marcado y recuperación para

estimar los parámetros de crecimiento, cuando los medios informáticos/electrónicos y las estadísticas eran muy limitados. El Grupo recomendó analizar de nuevo estos datos de marcado/recaptura junto con otros datos y por métodos estadísticos modernos.

- Programa de marcado

La mayor parte de los datos disponibles de marcado de listado proceden del Programa Año del Listado (1979-1981). Dadas las características de la especie y la evolución de las pesquerías en el Atlántico este (pesca con DCPs) son indispensables programas de marcado intensivo para llegar a un mejor conocimiento del comportamiento de esta especie y de la evolución de los stocks. El Grupo recomendó que el marcado de listado se incluyese en el programa de marcado a gran escala dentro del Programa BETYP. Por ello, se recomendó que la Secretaría de ICCAT estudiase si ello acarrearía gastos adicionales, y de ser así, cual sería el importe. Los resultados de esta evaluación se presentarán al Comité de Coordinación del BETYP que, en caso de que los gastos adicionales pudiesen sufragarse con el presupuesto ordinario de ICCAT (por ejemplo, el material de marcado), procederá a reajustar el Plan BETYP, incluyendo esta actividad. Estaría justificado, ya que el estudio del ecosistema del patudo no se puede realizar sin tener en cuenta el del listado y el del rabil.

- Modelos de evaluación de stocks

Teniendo en cuenta la evidencia de la relación entre las capturas y la zona explotada, el Grupo recomendó el uso de modelos de producción, o de cualquier otro modelo que incorpore componentes espaciales (tamaño de la zona de pesca), como el aplicado por el Grupo.

El aumento del esfuerzo de pesca (en particular el esfuerzo con DCPs) y la tendencia descendente de las capturas de listado en las principales zonas de pesca, hace urgente la evaluación del stock. No obstante, los métodos de evaluación tradicionales no son adecuados para el listado debido a las características de esta especie. El Grupo recomendó que se desarrollen modelos analíticos teniendo en cuenta estas características (reclutamiento continuo, diferentes tasas de crecimiento, el componente geográfico, etc..).

- Biología

El Grupo recomendó que estos estudios versasen sobre la biología en general, y el desove en particular, del listado capturado en el Atlántico oeste. Esto tiene especial importancia para la discusión sobre los substocks en el oeste.

El rápido desarrollo de la pesca con DCPs ha provocado probablemente grandes cambios en el comportamiento y biología del listado. El Grupo recomendó, como objetivo de la investigación, analizar estos efectos potenciales.

7.3 Ordenación

Se recomendó asimismo que se siguiesen analizando los efectos de la moratoria con nuevos datos que se incorporen en el futuro.

8. Otros asuntos

No se trataron otros asuntos.

9. Adopción del informe

El informe fue adoptado por el Grupo, en el entendimiento de que sería el Informe Detallado del Listado. Se acordó que el Resumen Ejecutivo sería redactado por el relator del Grupo sobre Túnidos Tropicales en

base al presente informe y que se distribuiría entre los científicos interesados, de ser posible antes de las Sesiones Plenarias del SCRS.

10. Clausura

La presidenta de la reunión, Dra. Pilar Pallarés, en nombre del Grupo de Trabajo dio las gracias al Gobierno Autónomo de Madeira por su invitación y por la excelente y cordial acogida dispensada. La reunión fue clausurada.

LITERATURE CITED / BIBLIOGRAPHIE / BIBLIOGRAPHIE

- Anon. 1984 Report of the Juvenile Tropical Tuna Working Group. ICCAT, *Col. Vol. Sci. Pap.*, Vol.XXI (1):1-180.
- BARD, F .X., and L. Antoine. 1986. Croissance du listao dans l'Atlantique Est. In: *Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program*. Symons, P.E.K., Miyake, P.M. and Sakagawa, G.T. (eds.), pp. 301-308.
- BERTIGNAC, M. 1999 Estimating some potential interactions between fleets in the tuna fisheries of the western and central Pacific using a multi-gear, multi-species and age-structured simulation model: a preliminary account. 12th SCTB, Tahiti, 16-23 June 1999. SPC, Noumea: WP RG-1:21.
- CAYRÉ, P., and H. Farrugio, 1986 Biologie de la reproduction du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'Océan Atlantique. In: *Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program*. Symons, P.E.K., Miyake, P.M. and Sakagawa, G.T. (eds.), pp. 252-272.
- CAYRÉ, P., and F. Laloê, 1986 Relation poids-longueur du listao (*Katsuwonus pelamis*) de l'Océan Atlantique. In: *Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program*. Symons, P.E.K., Miyake, P.M. and Sakagawa, G.T. (eds.), pp. 335-340.
- CAYRÉ, P., T. Diouf, A. Fonteneau, and M.H.S. Vieira, 1986 Analyse des données de marquages et recaptures de listao (*Katsuwonus pelamis*) réalisés par le Sénégal et al. République du Cap-Vert. In: *Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program*. Symons, P.E.K., Miyake, P.M. and Sakagawa, G.T.(eds.), pp. 309-316.
- DIE D.J., V. R. Restrepo, and W.W. Fox, Jr., 1990. Equilibrium production models that incorporate fished area. *Transaction of the American Fisheries Society*. 119: 445-454, 1990, pp. 445-454.
- FONTENEAU, A. 1986 Etat des stocks de listao de l'Atlantique par analyse de cohortes, analyse de production par recrue et par le modele global. In: *Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program*. Symons, P.E.K., Miyake, P.M. and Sakagawa, G.T. (eds.), pp. 208-233.
- FONTENEAU, A., 1976. An example of dynamic study adapted to the skipjack fishery in the Atlantic ocean. In: An. ISRA ORSTOM, *Rapport du groupe de travail sur le listao de l'Atlantique*. pp. 89-91.
- FONTENEAU, A., 1986. Le modèle global et la dynamique du listao In: *Proceedings of the ICCAT Conference on the International Skipjack Year Program*. Symons, P.E.K., Miyake, P.M. and Sakagawa, G.T. (eds.) pp 198-207.
- FONTENEAU, A. and P. Pallares, 1998. Considérations sur l'état du stock de listao de l'Atlantique. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap Vol .XLIX (3) pp. 446-458.
- FOURNIER D.A., J. R. Sibert, J. Majkowski and J. Hampton, 1989. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluntnose tuna (*Thunnus maccoyii*). *Can. J. Fish. Aquat Sci.* **47**: 301-317.

- FOURNIER D.A., J.R. Sibert, and M. Terceiro, 1990. Analysis of length frequency samples with relative abundance data for the Gulf of Maine northern shrimp (*Pandalus borealis*) by the MULTIFAN method. *Can. J. Fish. Aquat Sci.* **48**: 591-598.
- FOURNIER D.A., J. Hampton and J.R. Sibert, 1998. MULTIFAN-CL : a length-based, age-structured model for fisheries stock assessment, with application to South Pacific albacore, *Thunnus alalunga*. *Can. J. Fish. Aquat Sci.* **55**: 2105-2116.
- GRAINGER R.J.R. and S. Garcia, 1996. Chronicles of marine fishery landings, trend analysis and fisheries potential. *FAO Fish. Tech. Pap.* n1. 359: 49p.
- HILBORN R. and J. Sibert, 1988. Is international management of tuna necessary?. *Marine policy*, January 1988. Pp. 31-39.
- JABLONSKI S. and Y. Matsuura, 1985. Estimate of exploitation rates and population size of skipjack tuna off southeastern coast of Brazil. *Bolm Inst. Oceanogr.*, S Paulo, 33(1): 29-38.
- FRÉON P. and O. Misund, 1998. Dynamics of pelagic fishes, distribution and behaviour. Effect on fisheries and stock assessment. *Fishing News Book*. 348p.
- JONES, R., 1984 Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 256: 1-118.
- LALOE F., 1989. Un modèle global avec quantité de biomasse inaccessible dépendant de la surface de pêche. Application aux données de la pêche d'albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique est. *Aquat. Living Resour.*, 1989, 2, 231-239.
- LONGHURST, A., 1998. Ecological geography of the sea. Academic press. 398p.
- MACCALL A., 1990. Dynamic geography of marine fish populations. University of Washington Press. 153p.
- MEGREY, B.A., 1989. Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. In *Mathematical analysis of fish stocks dynamics. Edited by E.F. Edwards and B.A. Megrey. Am. Fish. Soc Symp.* **6**: 8-48.
- ORANGE, C.J., 1961. Spawning of yellowfin tuna and skipjack in the eastern tropical Pacific as inferred from studies of gonad development. *Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm.*, 5:457-526.
- PAGAVINO, M., 1998. Indice gonadal e crecimiento del atún listado (*Katsuwonus pelamis*) del Mar del Caribe, *Col. Vol. Sci. Pap.*, 66(4):268-276.
- PELLA J.J. and P.K. TOMLINSON, 1969. A generalized stock production model. *Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Com.*, 13: 420-496.

RIKHTER, V.A. and V. N. Efanov, 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc., 76/VI/8:1-12.

SIBERT J., J. Hampton et D.A. Fournier, 1996. Skipjack movement and fisheries interaction in the western Pacific. *In* Status of interaction of Pacific tuna fisheries in 1995. Proceedings of the second FAO expert consultation on interactions of pacific ocean tuna fisheries. Shomura, Majkowski and Harman (eds.). *FAO fisheries technical paper*. 365: 402-424.

SIBERT J. R., D.A. Fournier, 1994. Evaluation of Advection-Diffusion Equations for Estimation of Movement Patterns from Tag Recapture Data. Proceedings of the first FAO expert consultation on interactions of pacific ocean tuna fisheries. Vol. 1. R. S. Shomura, J. Majkowski and S. Langi (eds) *FAO fisheries technical paper* 336/1 326 pp.

VILELA, M.J. and J. P. Castello, 1991. Estudio de la edad y del crecimiento del barrilete (*Katsuwonus pelamis*) en la regio sur y sudeste de Brasil. *Frente Marítimo*, Montevideo, 9:29-35.

VILELA, M.J. and J. P. Castello, 1993. Dinamica poblacional del barrilete (*Katsuwonus pelamis*) explotado en la region sudeste-sur del Brasil en el periodo 1980-1986. *Frente Marítimo*, Montevideo, 14:111-124.

SKJ- Table 1. Nominal catches of skipjack tuna (MT) by flag and gear 1975-1997

16-Oct-1998

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
TOTAL	56027	69345	110577	108115	89696	111358	130880	155528	134930	126790	118685	122601	114816	140625	116103	138562	208092	157795	192743	173319	161766	133955	140081
BAITBOAT	19284	31510	44786	44177	49010	47485	56917	66890	54930	44856	58358	55287	57230	69018	64292	58815	65573	56461	51398	60768	51823	56016	65298
PURSE SEINE	35761	33761	58283	62141	38455	59806	71127	84529	76613	79753	59539	64101	56098	69928	49726	78043	139800	99126	139610	110688	107579	77011	73657
OTHERS	982	4074	7508	1797	2231	4067	2836	4109	3387	2181	788	3213	1488	1679	2085	1704	2719	2208	1735	1863	2364	928	1126
E.ATL.SURF	51900	65458	107128	100885	83119	98766	107919	122366	102600	91208	78435	90539	90729	116906	89670	112374	174000	127602	159545	143410	139766	106317	108344
PURSE SEINE	35387	33061	57683	58680	36966	56734	66473	74824	65492	61795	48348	58893	51134	67613	47260	74802	131273	90617	126816	104976	105520	73631	69535
CANADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAP VERT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
CAYMAN I	0	0	0	0	0	289	1800	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CONGO	0	0	0	0	0	1250	200	0	5	10	8	8	8	8	11	12	9	9	10	7	7	6	0
CUBA	300	200	100	200	100	196	198	189	135	310	246	569	81	206	331	86	0	0	7	0	0	0	0
ESPANA	16861	15561	21529	24508	17418	24222	31307	34650	27623	44627	29421	39477	29707	44202	29462	43189	73959	46271	60297	45188	45688	33461	30940
FIS	10540	14903	28496	22590	15320	22588	24318	26754	27072	9189	10352	11151	15157	13704	11035	13644	31814	20355	31448	30113	22430	21320	13133
GHANA	174	96	0	0	0	317	2682	3915	2807	3674	2869	1677	768	0	0	0	0	0	0	0	0	3312	6043
JAPAN	143	0	0	0	0	0	0	1410	1440	1102	2098	2031	1982	3200	2243	2566	4792	2378	0	0	0	0	0
MAROC	0	535	1663	1891	1863	5001	3017	3956	2348	862	1002	1220	928	0	0	1154	204	277	297	172	4878	553	4449
NORWAY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	540	581	738	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORTUGAL	0	0	0	205	116	235	129	779	114	94	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	7	0
RUSSIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1175	1110	540	1471	1450	381	1146
S AFRICA	0	0	36	87	0	10	22	13	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USSR	0	0	0	2402	76	18	0	1489	563	1000	1404	1679	547	1822	1915	3635	0	0	0	0	0	0	0
USA	7369	1766	5859	6797	2073	2608	2800	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VENEZUEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEI_1	0	0	0	0	0	0	0	1560	3383	927	590	540	1372	3732	2263	10516	19319	20217	34217	28025	31067	14583	13824
BAITBOAT	16448	28710	42386	41365	44645	38134	38918	44488	34873	28085	29868	30009	38555	47961	41000	36569	41601	35609	31701	38123	33989	32202	38428
ANGOLA	640	1514	3785	3239	3617	3465	2254	2247	318	45	128	55	80	30	79	69	66	41	13	7	3	15	22
CAP VERT	1170	825	748	1284	998	2094	1581	1584	1338	1049	1961	860	2052	1350	934	767	1309	727	625	804	1215	149	149
ESPANA	776	604	728	558	1330	2162	4151	3366	1255	2026	5668	2514	3369	3438	5838	4645	5894	7195	3217	5270	5760	5044	7075
FIS	1783	2136	2642	3313	3282	3179	2608	4378	2655	3805	3293	1894	1957	2800	4176	3455	1490	1507	2153	2546	2697	1707	3692
GHANA	1252	2103	3492	2866	4007	4720	4945	14250	20540	16181	16213	19180	22848	26009	22163	23663	24464	18379	19637	21258	18607	16290	21624
JAPAN	3664	15042	16845	14614	14686	12304	12935	8520	4562	402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KOREA	4469	1948	3600	8132	12017	6718	7538	2827	1553	687	153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAROC	270	3	2188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NAMIBIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15	0	1
NEI-28	1854	2467	3970	2980	1750	1735	144	2541	1611	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	129	0	0	0
PORTUGAL	569	2068	4388	4379	2958	1719	2696	4751	999	3879	2396	5422	8162	14178	7715	3954	7987	7412	5582	7510	4986	8276	4395
S HELENA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	115	86	294
SENEGAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193	293	265	265
S AFRICA	1	0	0	0	0	38	66	24	42	11	56	84	87	156	95	16	15	6	5	3	4	1	6
NEI_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	376	342	381	346	294	369	905

SKJ- Table 1. Nominal catches of skipjack tuna (MT) by flag and gear 1975-1997

16-Oct-1998

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
OTHER SURF	65	3687	7059	840	1508	3898	2528	3054	2235	1328	219	1637	1040	1332	1410	1003	1126	1376	1028	311	257	484	381
ANGOLA	13	0	251	262	11	17	278	10	0	1	3	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
BENIN	0	0	0	0	8	30	60	68	38	10	20	11	5	3	7	2	2	2	2	2	2	2	0
CAP VERT	0	0	0	0	0	0	7	52	62	342	69	17	24	106	37	39	24	137	235	203	99	313	313
ESPANA	0	0	0	0	0	0	0	0	56	6	11	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GABON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0	26	0
GHANA	0	0	0	0	292	775	231	107	1029	842	0	1411	731	588	588	588	588	588	588	0	0	0	0
MAROC	0	0	0	0	0	0	0	0	184	23	13	2	113	428	295	43	50	282	15	76	146	131	64
PORTUGAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13	24	7	24	10	0	71	65	53	18	10	12	4
S HELENA	22	19	12	21	76	70	112	271	103	85	62	139	139	158	397	171	24	16	65	0	0	0	0
SAO TOME	30	35	118	100	34	33	90	78	103	18	20	20	20	21	22	25	24	25	15	0	0	0	0
SENEGAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	134	343	260	53	0	0	0	0
S AFRICA	0	0	4	3	2	0	0	0	0	0	8	2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
USSR	0	3633	6674	454	1085	2973	1750	2468	660	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W.ATL.SURF	3381	3661	3229	6970	6187	12483	22724	32187	31326	34836	39935	31726	23847	23553	26091	25713	32813	29781	32906	28853	20069	27425	31455
PURSE SEINE	374	700	600	3461	1489	3072	4654	9705	11121	17958	11191	5208	4964	2315	2466	3241	8527	8509	12794	5712	2059	3380	4122
ARGENTIN	0	0	33	4	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BRASIL	0	0	0	0	0	0	0	166	301	442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	743
CANADA	0	181	0	86	0	0	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COLOMBIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2074	0	0	0	0
ESPANA	103	0	266	1050	752	0	0	0	209	2610	500	0	0	0	0	0	1592	1120	397	0	0	0	0
FIS	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GHANA	0	0	0	0	0	185	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEI-28	0	0	0	689	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USA	196	519	301	1632	737	980	2573	6	588	817	1785	977	635	5	36	227	749	496	274	20	0	1	0
VENEZUEL	0	0	0	0	0	1890	1900	9533	10023	14089	8906	4231	4329	2310	2430	3014	6186	6893	10049	5692	2059	3379	3379
BAITBOAT	2836	2800	2400	2812	4365	9351	17999	22402	20057	16771	28490	25278	18675	21057	23292	22246	23972	20852	19697	22645	17834	23814	26870
BRASIL	0	0	0	0	1818	6070	13913	18156	15643	13086	25052	22542	16153	17227	20550	20026	20424	18273	17557	20372	16620	22517	25573
CUBA	2300	2800	2400	1800	2000	2255	1086	1134	1700	1248	1632	1277	1101	1631	1449	1443	1596	1638	1017	1268	886	1000	1000
ESPANA	0	0	0	981	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FIS	0	0	0	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JAPAN	438	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEI-28	0	0	0	31	161	1026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VENEZUEL	98	0	0	0	0	0	3000	3112	2714	2437	1806	1459	1421	2199	1293	777	1952	941	1123	1005	328	297	297

16-Oct-1998

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
OTHER SURFACE	171	161	229	697	333	60	71	80	148	107	254	1240	208	181	333	226	314	420	415	496	176	231	463
BRASIL	0	83	188	633	246	0	0	0	0	39	49	613	130	89	200	104	124	260	205	210	0	2	248
DOMIN R	171	78	41	64	87	59	71	80	106	68	204	600	62	63	117	110	156	135	143	257	146	146	146
GRENADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
USA	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	27	16	29	16	12	34	25	67	29	21	83	69
VENEZUEL	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ATL-LL + TRAW	214	48	101	56	13	12	78	41	600	47	30	26	11	14	32	23	39	33	22	24	36	26	90
BRASIL	0	0	2	2	1	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	2	9	6	30	9	9
CHI TAIP	17	22	0	12	10	7	9	20	8	13	7	1	2	8	22	0	37	29	11	17	5	15	75
ESPANA	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GRENADA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
JAPAN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
KOREA	196	26	9	42	2	4	47	21	530	29	20	11	6	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0
MEXICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
NEI-28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORTUGAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
S AFRICA	0	0	0	0	0	0	22	0	60	3	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRINIDAD	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
USA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	2	2	0	0	0	0	3
VENEZUEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0
ATL-UNCL GRS	532	178	119	204	377	97	159	934	404	699	285	310	229	152	310	452	1240	379	270	1032	1895	187	192
ARGENTIN	0	0	0	0	0	0	0	137	243	505	101	138	90	7	111	106	272	123	50	1	0	0	0
BARBADOS	0	0	0	0	0	0	78	72	39	48	36	33	21	3	9	11	14	5	6	6	6	5	5
BULGARIA	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COLOMBIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	789	1583	0	0
DOMINICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	38	41	24	43	33	0	0
ESPANA	90	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ESTONIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102	0	0	0	0	0	0
GABON	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0
GERMANY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
GRENADA	0	0	0	1	4	8	1	1	15	12	7	9	5	22	11	23	25	30	25	11	2	11	15
JAMAICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	0
LATVIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0
LITUANIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	221	0	0	0	0	0	0
MEXICO	0	0	0	0	0	1	3	0	25	30	48	11	13	10	14	4	9	8	1	0	0	2	0
NLD ANT	0	0	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	45	40	35	30	30
ROUMANIE	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	3	0	0	59	142	349	73	0	0	0	0	0
ST LUCIA	81	88	100	100	41	40	37	38	35	64	53	76	60	53	38	37	51	39	53	86	72	37	100
ST VINCE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	28	29	27	20	66	56	53	37	42
USSR	359	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
USA	2	0	19	63	292	0	0	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0

Table 2. Annual mean weight (kg) of skipjack, by areas - East

	A R E A S					
	76+71	77+72	73	74	75	78+79
1975	2.55	2.95	2.23	2.37	2.64	1.86
1976	2.09	2.43	2.04	2.04	2.49	1.99
1977	2.01	2.50	2.36	2.38	2.52	2.37
1978	2.26	2.52	2.26	2.14	2.53	2.37
1979	1.77	1.41	1.54	1.80	2.58	1.66
1980	2.41	2.63	2.06	1.52	2.31	2.50
1981	2.40	2.36	1.87	1.88	2.58	2.11
1982	2.46	2.34	1.87	2.11	2.56	1.77
1983	2.54	2.11	1.89	2.02	2.76	1.12
1984	2.63	2.26	2.03	1.91	2.45	1.75
1985	2.57	2.10	1.94	1.78	3.41	2.10
1986	2.31	2.21	2.03	2.78	2.70	1.50
1987	2.48	2.14	2.16	2.47	2.55	1.96
1988	2.11	2.19	2.08	1.77	2.20	1.97
1989	2.47	2.21	1.89	1.54	2.57	1.67
1990	2.29	2.19	1.96	1.73	2.81	1.67
1991	2.19	2.13	2.02	2.58	2.66	2.06
1992	2.20	2.04	2.11	2.32	3.18	1.87
1993	2.17	2.06	1.95	2.19	2.74	1.99
1994	2.20	1.97	2.10	2.25	2.55	1.96
1995	2.14	1.91	1.89	2.11	2.87	1.80
1996	2.25	1.88	2.08	3.13	2.29	1.85
1997	2.29	1.75	1.86	1.77	2.43	1.56
1998	2.37	1.82	1.95	2.22	2.19	1.72

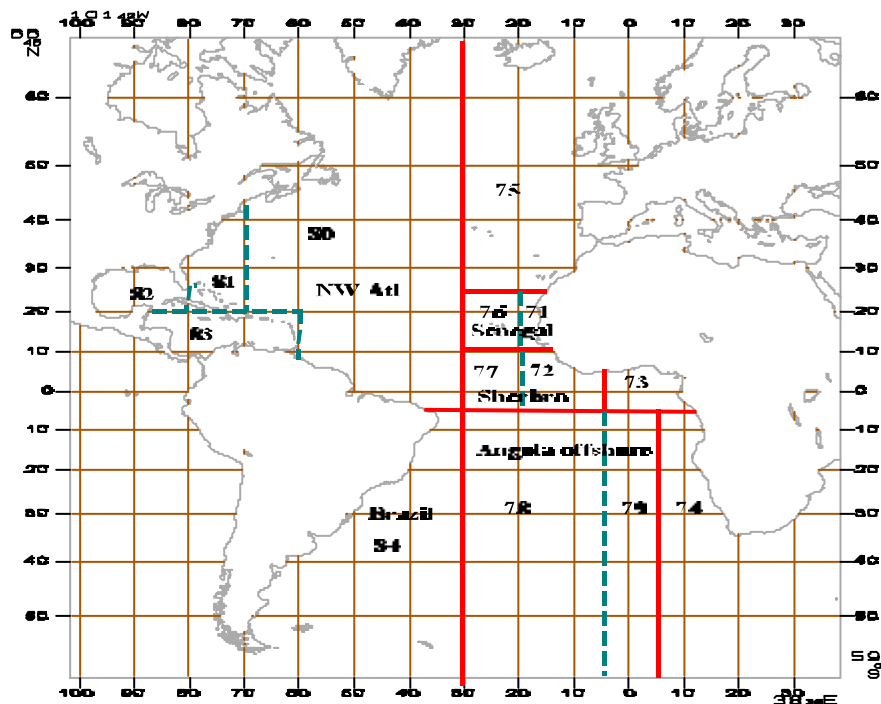
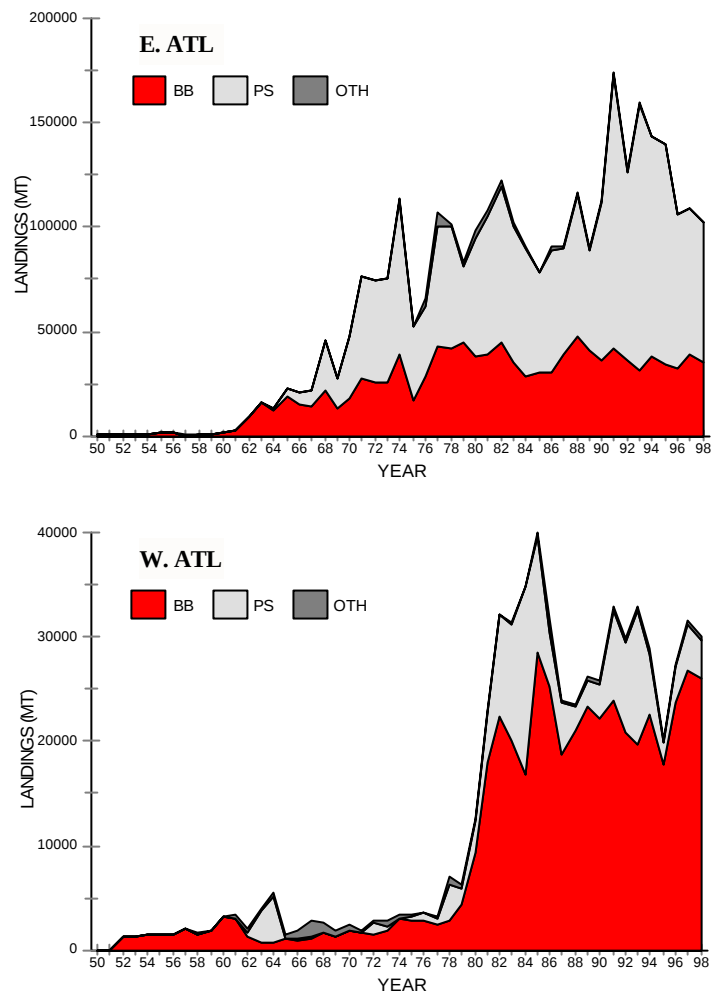
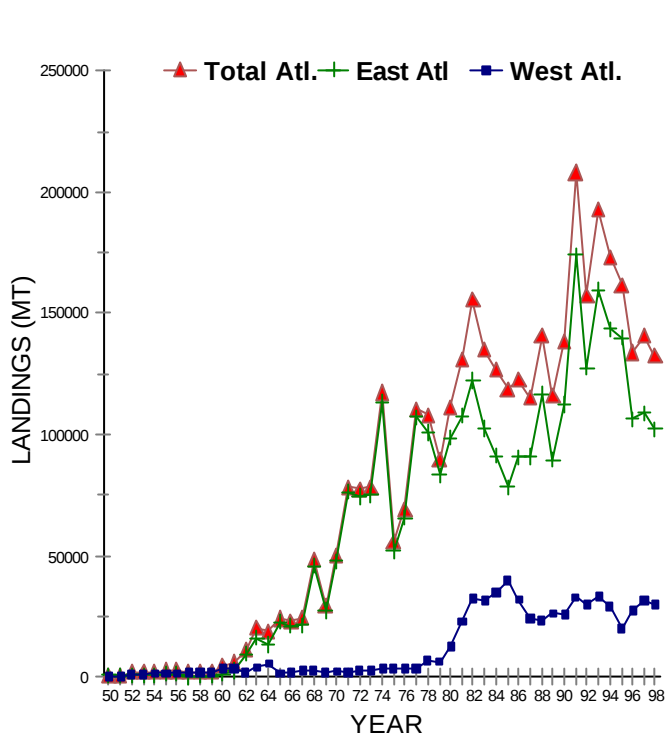
Table 3. Annual mean weight (kg) of skipjack, by areas - West

Year	A R E A	
	Brazil	Northwest
		2.69
1976	5.03	2.66
1977	5.04	2.60
1978	5.03	3.38
1979	5.03	3.67
1980	5.03	2.87
1981	4.85	3.00
1982	4.46	3.88
1983	4.30	3.37
1984	4.23	3.15
1985	3.81	3.26
1986	3.95	2.57
1987	4.01	3.01
1988	3.73	3.64
1989	3.61	3.32
1990	3.59	3.35
1991	3.66	3.17
1992	4.01	2.91
1993	3.75	2.35
1994	3.86	2.37
1995	4.10	2.83
1996	4.24	2.93
1997	4.22	2.72
1998		2.59

Table 4. Comparison of biological parameters of skipjack tuna from different areas of the Atlantic Ocean.

Growth Parameters	Local	Reference
$K = 0.32; L_{\infty} = 80.0; t_0 = 0.0; \phi' = 7.62^{*1}$	Equatorial Eastern Atlantic	Bard & Antoine, 1986
$K = 2.08; L_{\infty} = 62.0; t_0 = 0.0; \phi' = 8.99$	Tropical Northeast Atlantic	Cayré <i>et al</i> , 1986
$K = 1.537; L_{\infty} = 59.95; t_0 = 0.0; \phi' = 8.62$	Tropical Northeast Atlantic (Cap-Vert)	Cayré <i>et al</i> , 1986
$K = 2.956; L_{\infty} = 57.72; t_0 = 0.0; \phi' = 9.2$	Tropical Northeast Atlantic (Senegal)	Cayré <i>et al</i> , 1986
$K = 0.601; L_{\infty} = 80.0; t_0 = 0.0; \phi' = 8.25$	Tropical Northeast Atlantic	Bard & Antoine, 1986
$K = 2.08; L_{\infty} = 62.0; t_0 = 0.0; \phi' = ?..??$	Tropical Northeast Atlantic	Cayré <i>et al</i> , 1986
$K = 0.294; L_{\infty} = 91.0; t_0 = 0.0; \phi' = ?..??$	Southwestern Atlantic	Vilela & Castello, 1991
$K = 0.376; L_{\infty} = 94.0; t_0 = 0.0; \phi' = ?..??$	Off Venezuela	Pagavino, 1998
Weight-length Relationship		
$W = 6.868 \times 10^{-6} FL^{3.287}$	Southwestern Atlantic	Vilela & Castello, 1991
$W = 7.48 \times 10^{-6} FL^{3.2526}$	Entire Atlantic	Cayré & Laloê, 1983
Natural Mortality Rate	Local	Reference
$M = 0.77$	Southwestern Atlantic	Vilela & Castello, 1993
$M = 0.6$	Eastern Atlantic	Bard & Antoine, 1986
$M = 0.6 \sim 0.8$	Entire Atlantic	Fonteneau, 1986
$M = 0.8$	Entire Atlantic	Anon., 1984
Size of First Maturity		
Female = 51.0; Male = 52.0 (2 years old)	Southwestern Atlantic	Vilela & Castello, 1993
Female = 42.0; Male = 45.0 (2 years old)	Entire Atlantic	Cayré & Farrugio, 1986

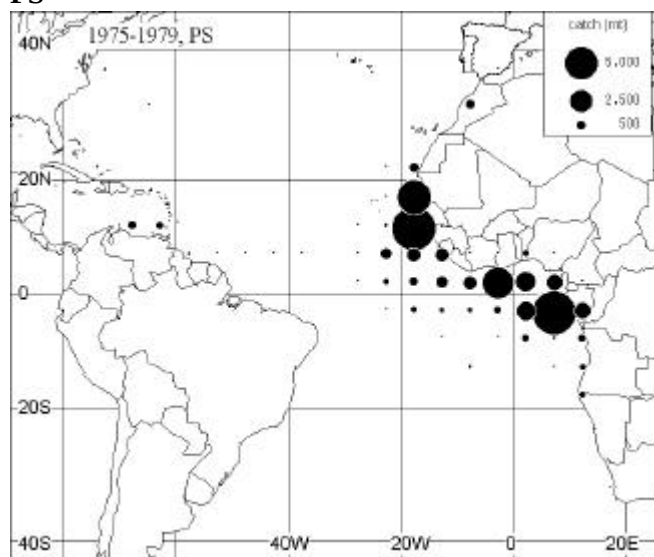
*1- $\phi' = \ln K + 2 \cdot \ln L_{\infty}$



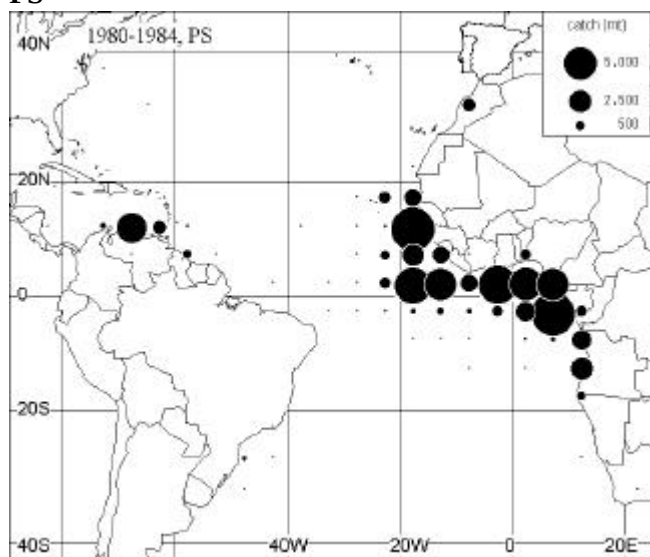
1975-1979

1980-1984

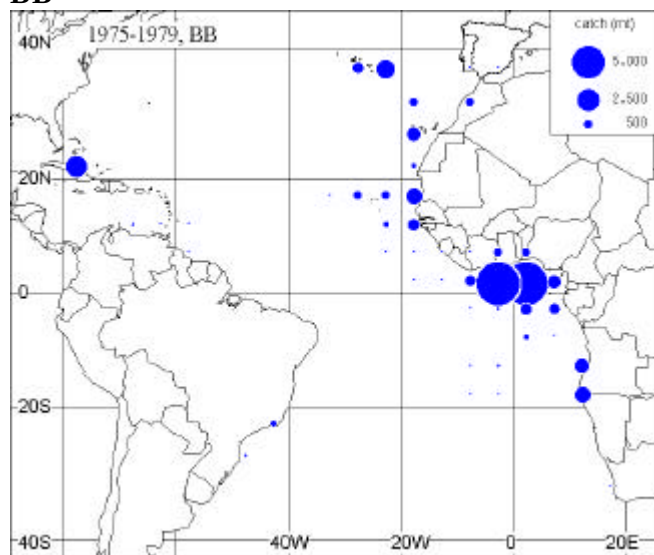
PS



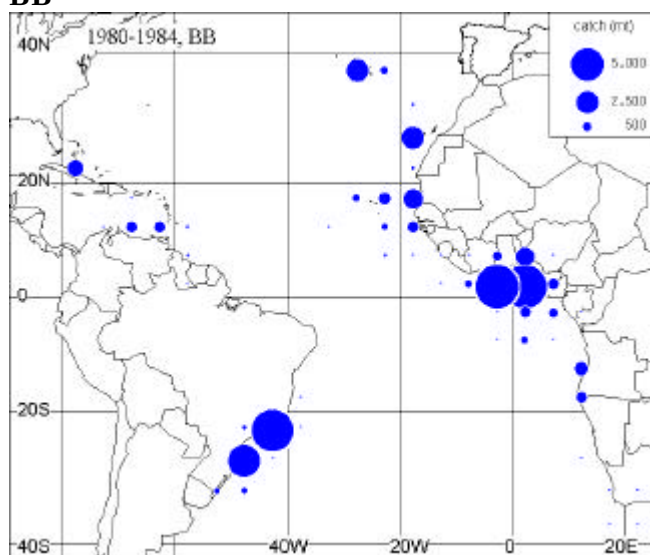
PS



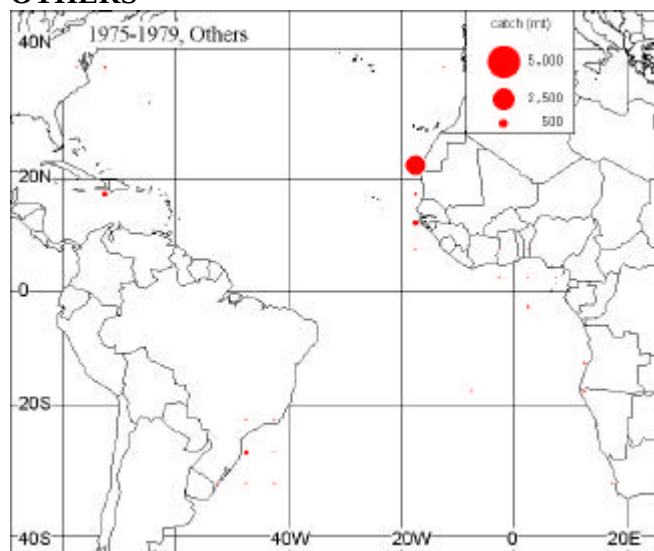
BB



BB



OTHERS



OTHERS

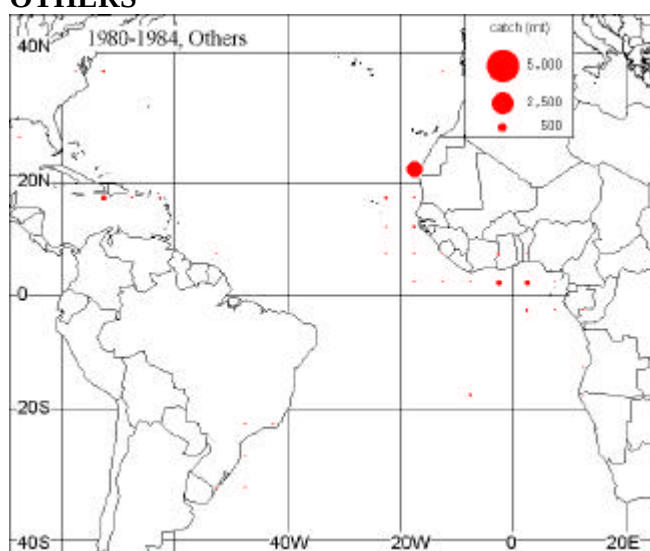
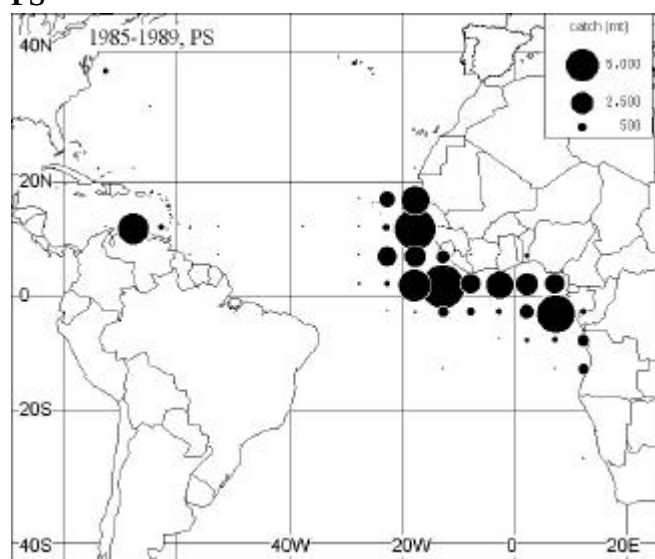


Fig. 4. Mean yearly catch distribution of skipjack by gear type for 5 year periods.

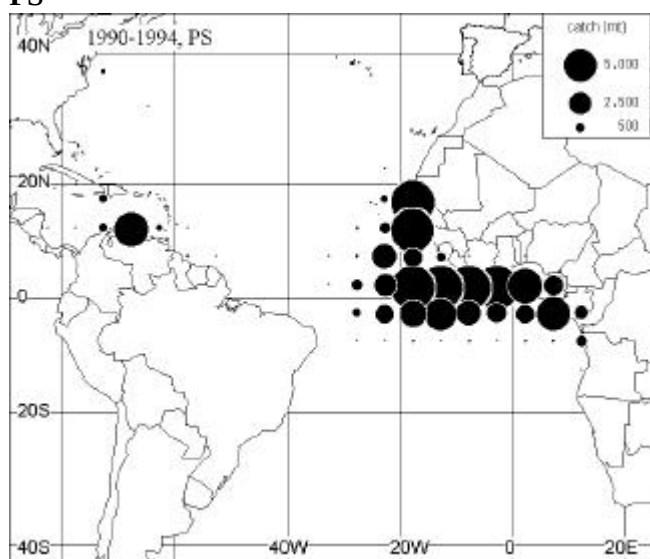
1985-1989

1990-1994

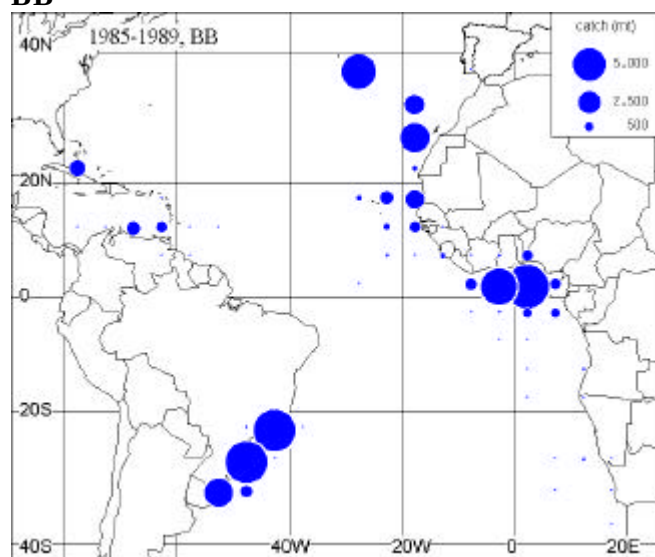
PS



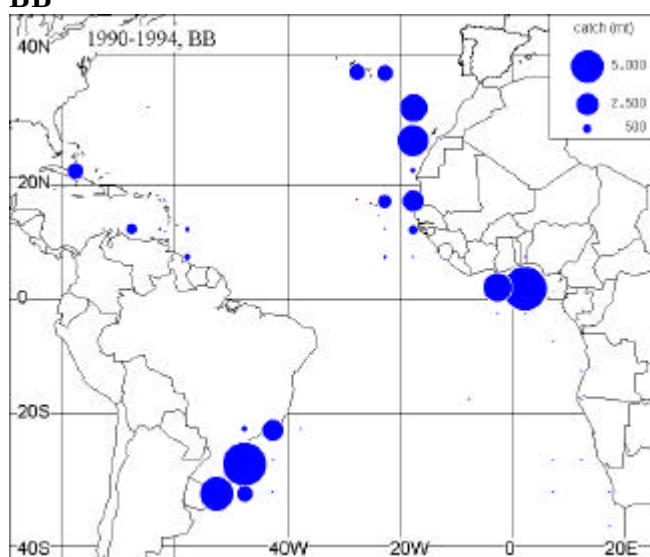
PS



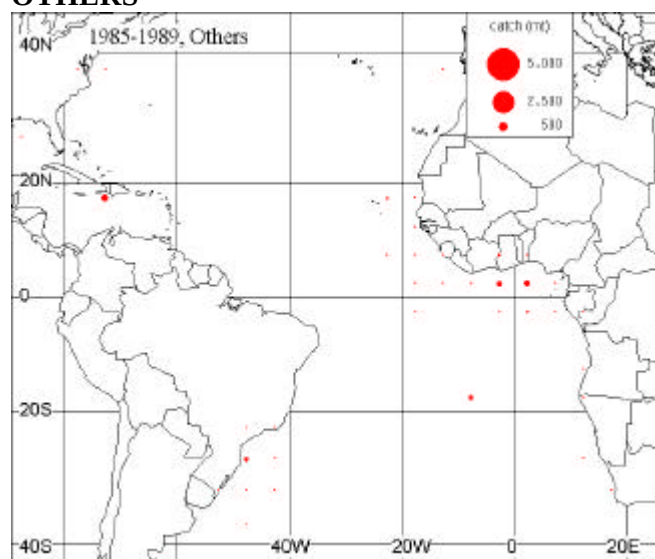
BB



BB



OTHERS



OTHERS

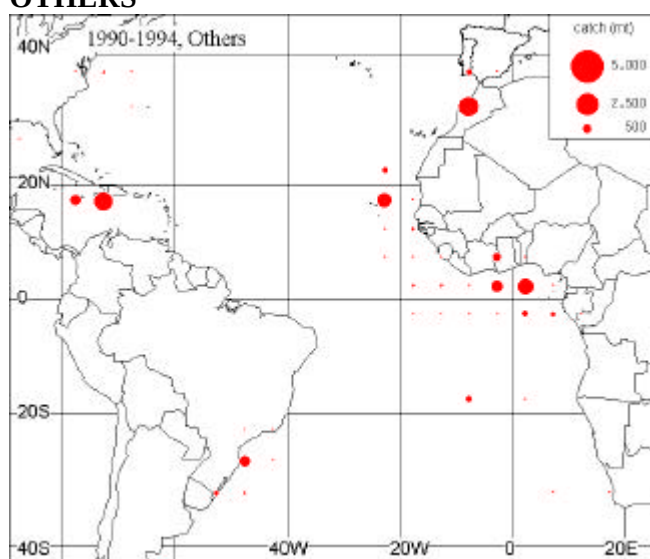
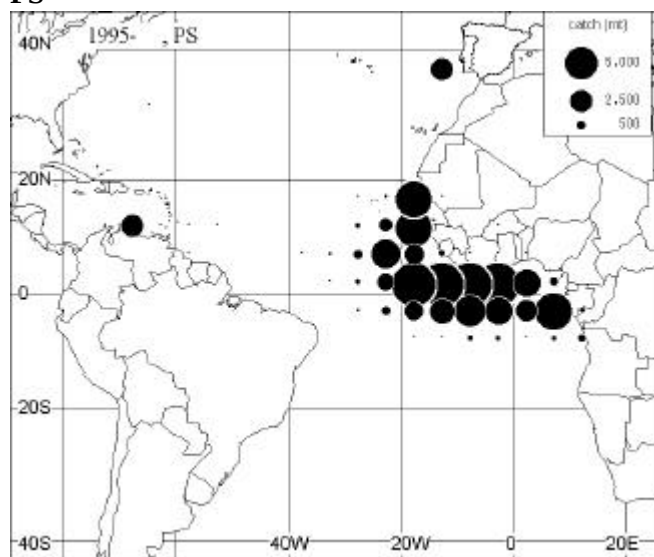


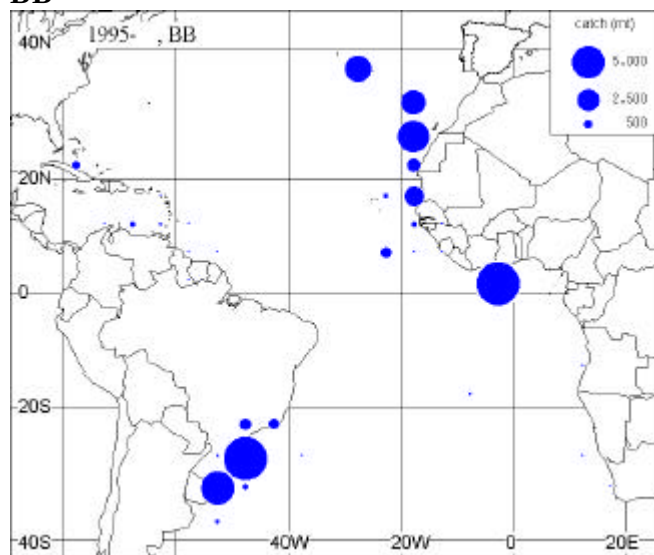
Fig. 4. Continued.

1995-1996

PS



BB



OTHERS

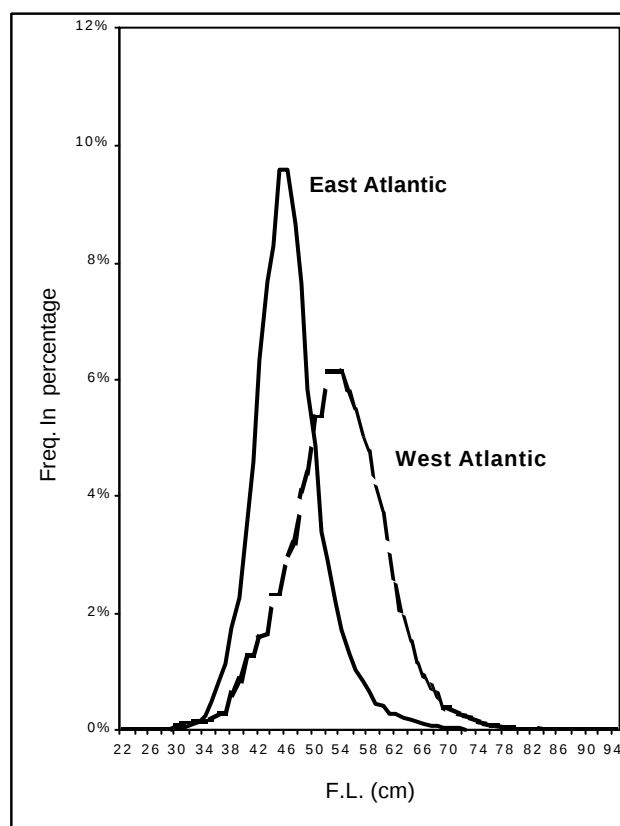
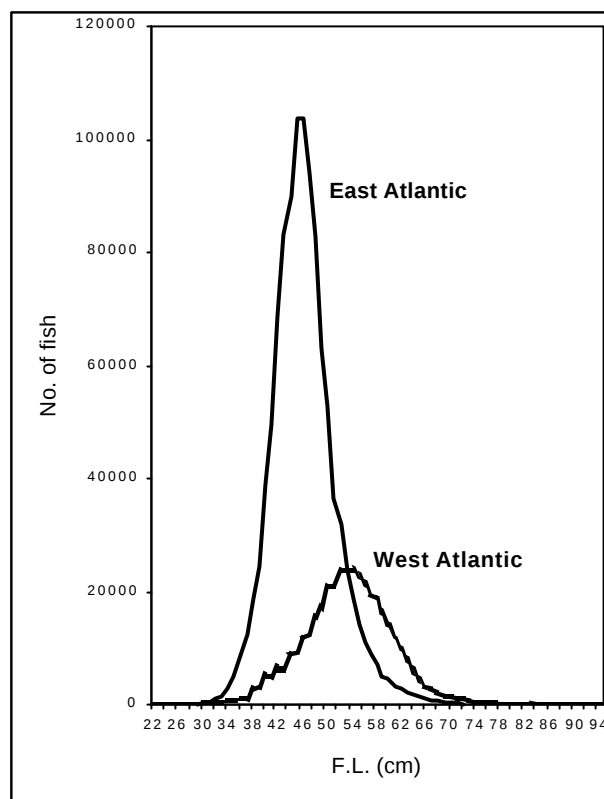
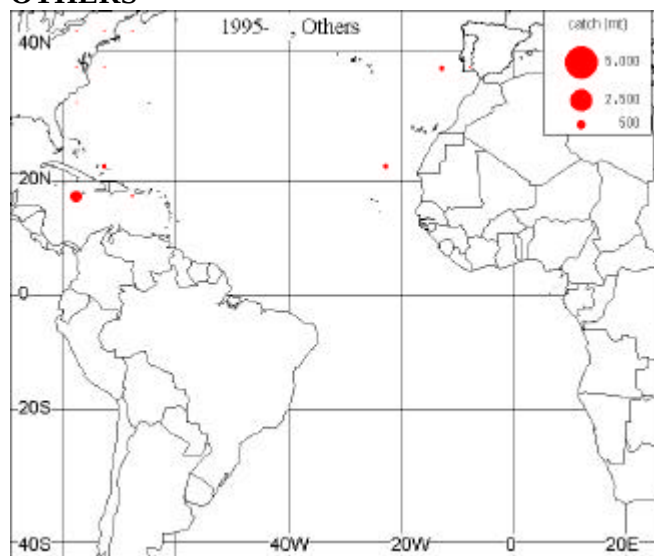


Fig. 5. Comparison of catch at size of skipjack for east and west Atlantic, average for 1980 through 1998.

Fig. 4. Continued.

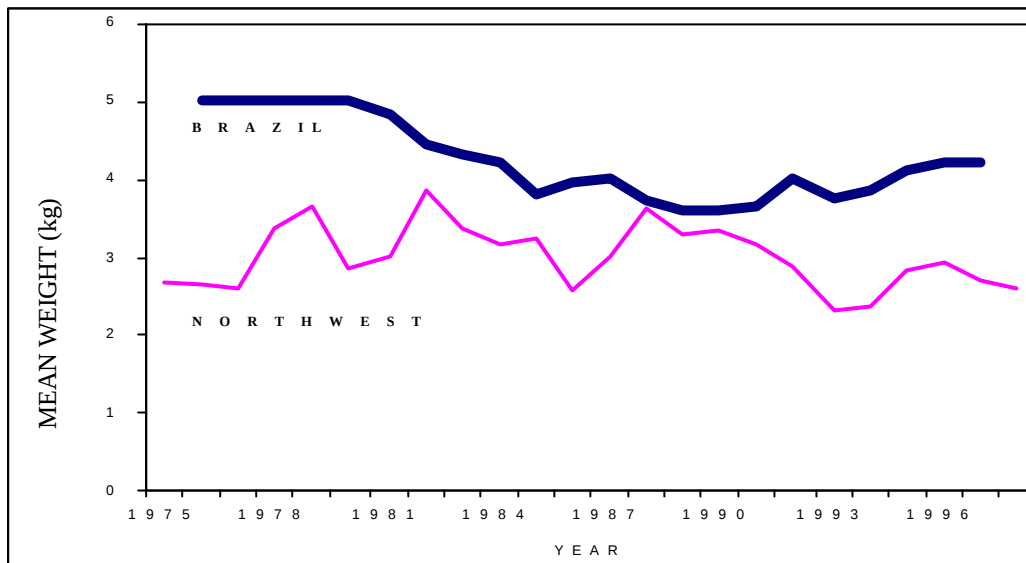


Fig. 6. Comparison of mean weight of skipjack caught in Brazil and northwest areas.

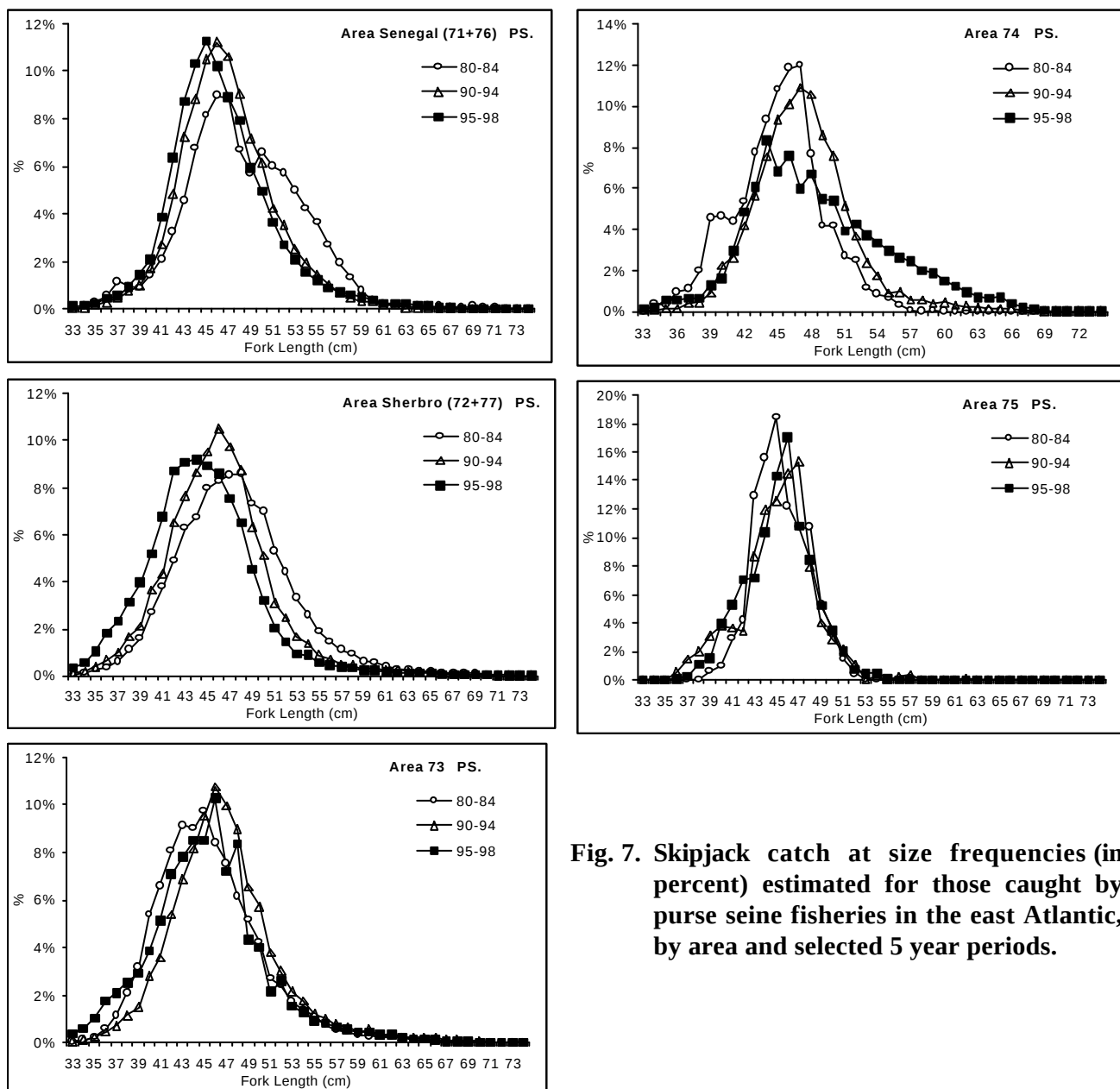


Fig. 7. Skipjack catch at size frequencies (in percent) estimated for those caught by purse seine fisheries in the east Atlantic, by area and selected 5 year periods.

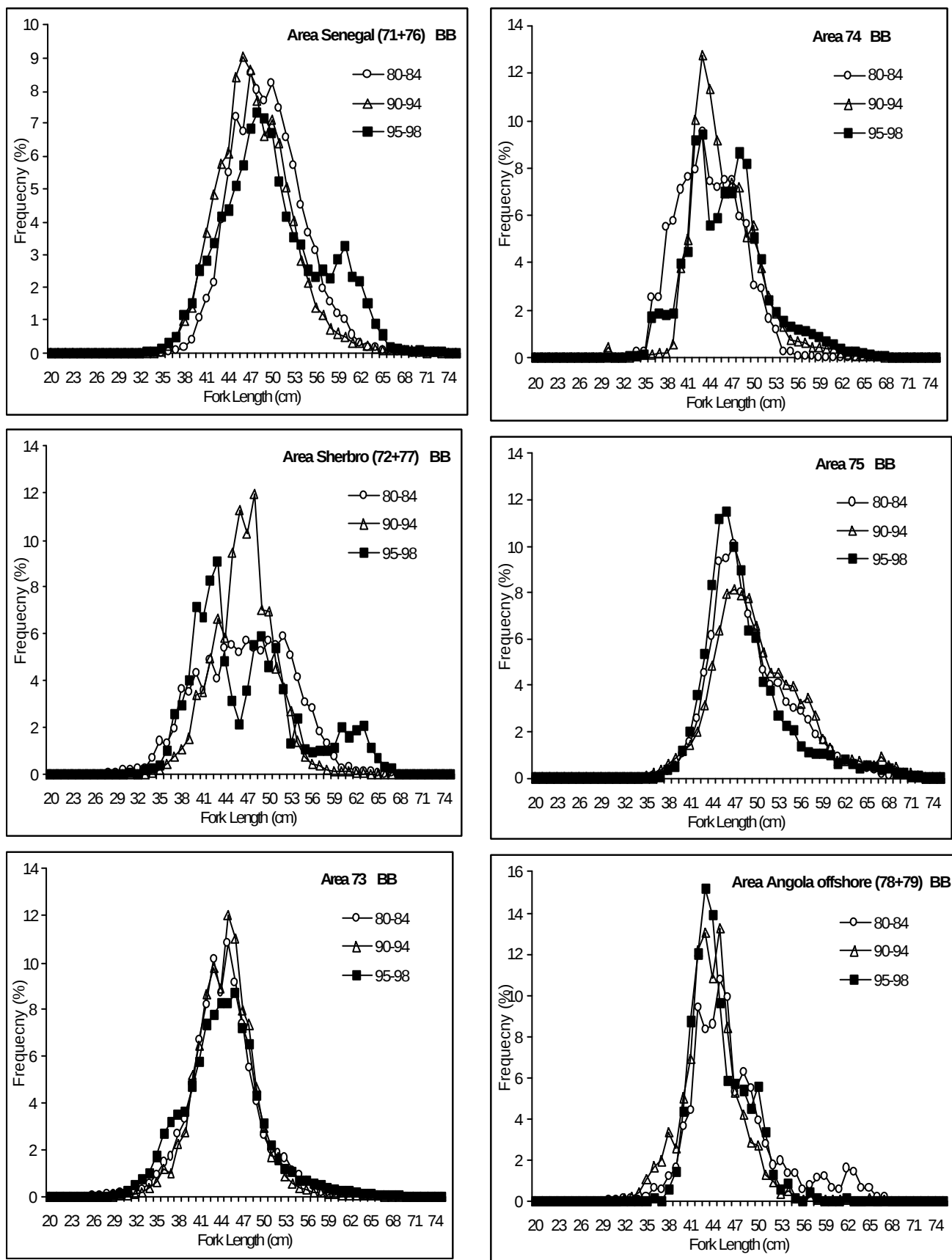


Fig. 8. Skipjack catch at size frequencies (in percent) estimated for those caught by baitboat fisheries in the east Atlantic, by area and selected 5 year periods.

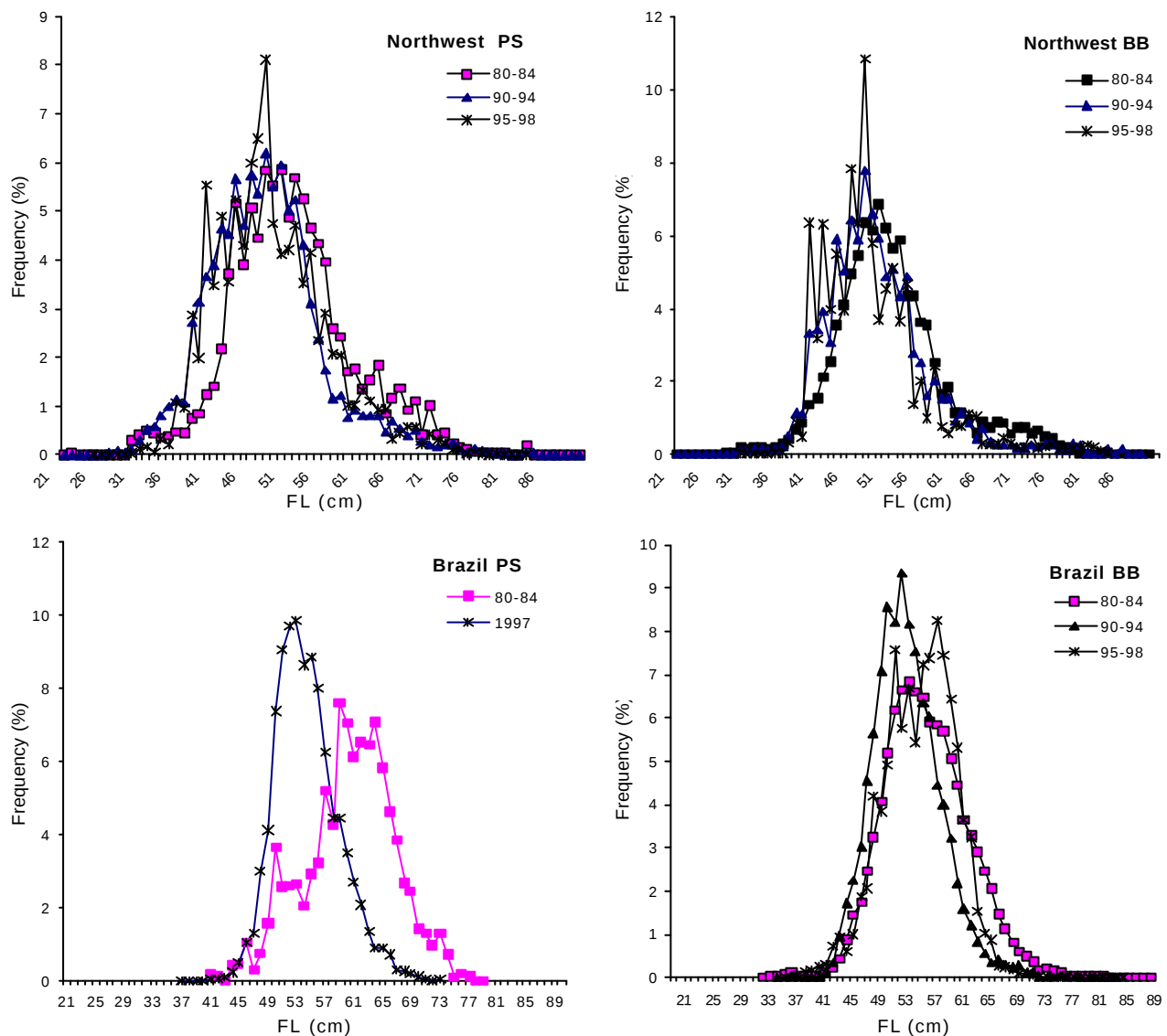


Fig. 9. Skipjack catch at size frequencies (in percent) estimated for those caught by purse seine fisheries in the west Atlantic, by area and selected 5 year periods.

Fig. 10. Skipjack catch at size frequencies (in percent) estimated for those caught by baitboat fisheries in the west Atlantic, by area and selected 5 year periods.

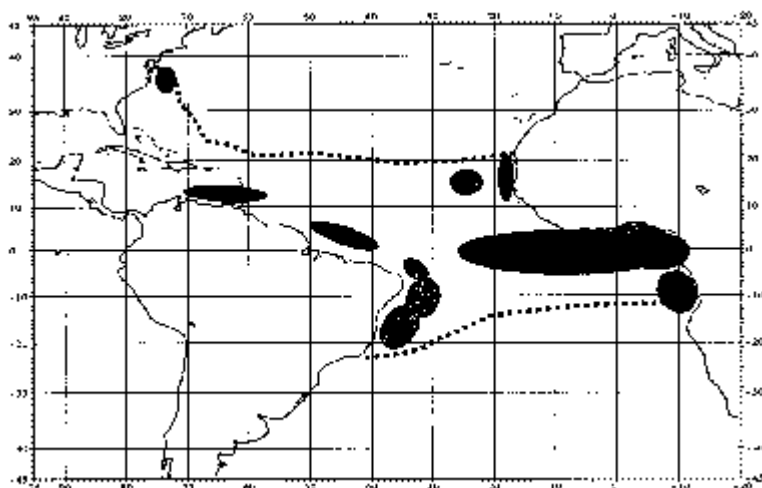


Fig. 11. Identification of spawning areas (solid area) and larval distribution (inside dotted area).

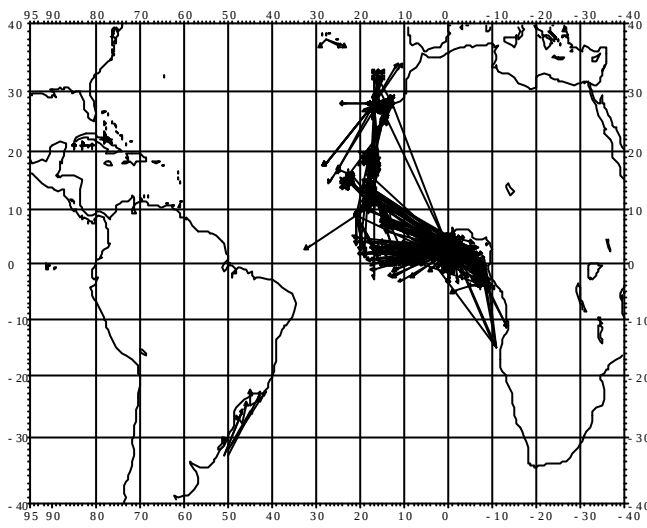


Fig. 12. All the recoveries of tagged and released skipjack in the Atlantic Ocean.

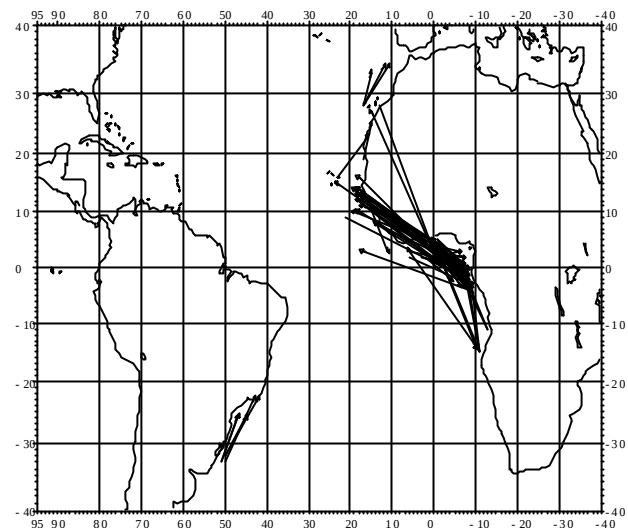


Fig. 13. Recoveries of tagged and released skipjack which showed movements exceeding 5° longitude or latitude.

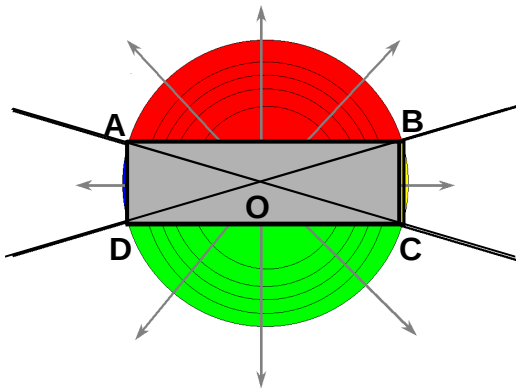


Fig. 14. Schematic illustration of fish diffusion through borders of areas.

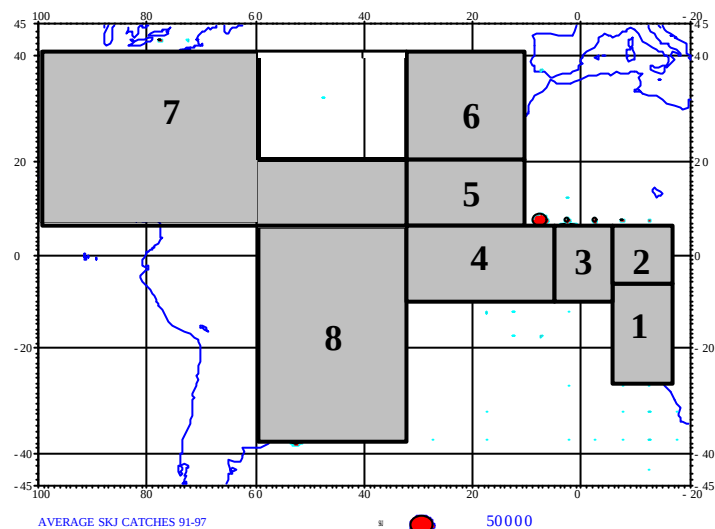


Fig. 15. Skipjack catch distribution (1991-1997) and zones considered for diffusion.

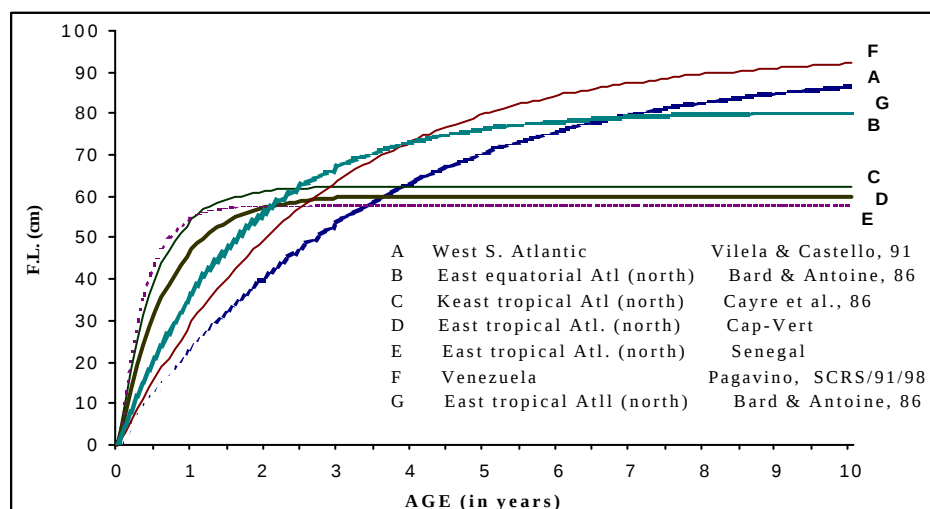
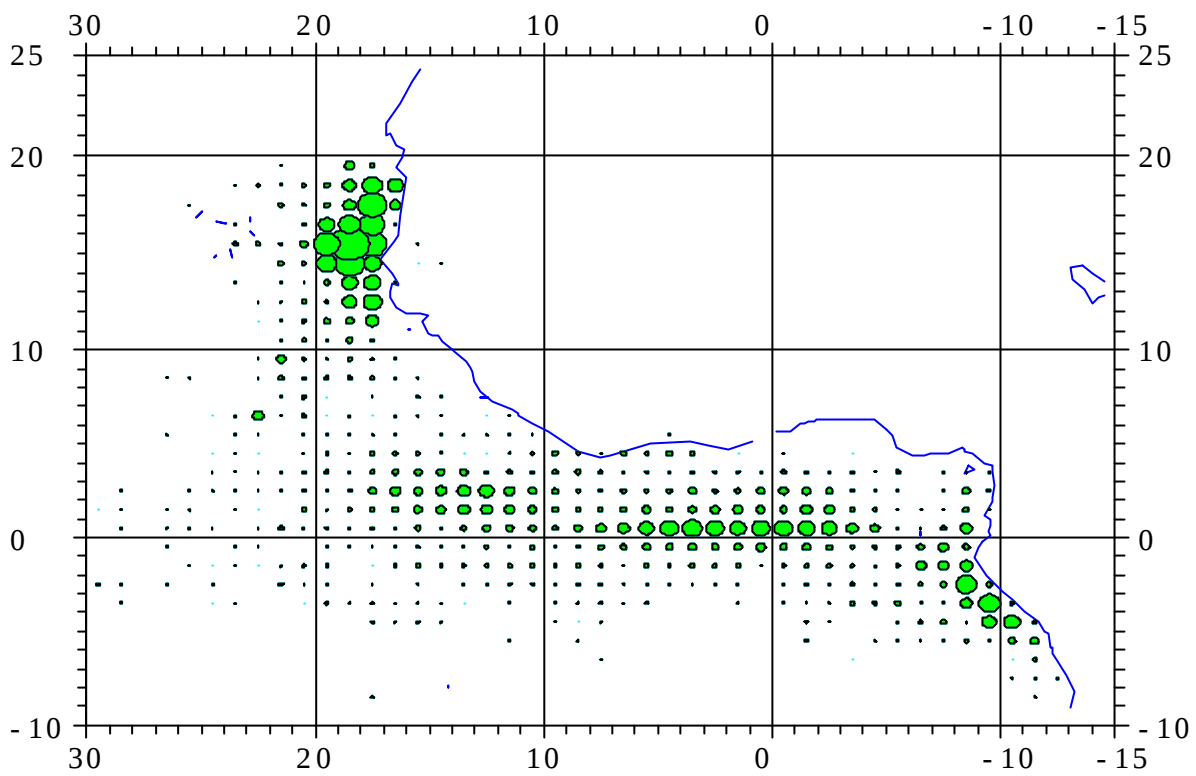
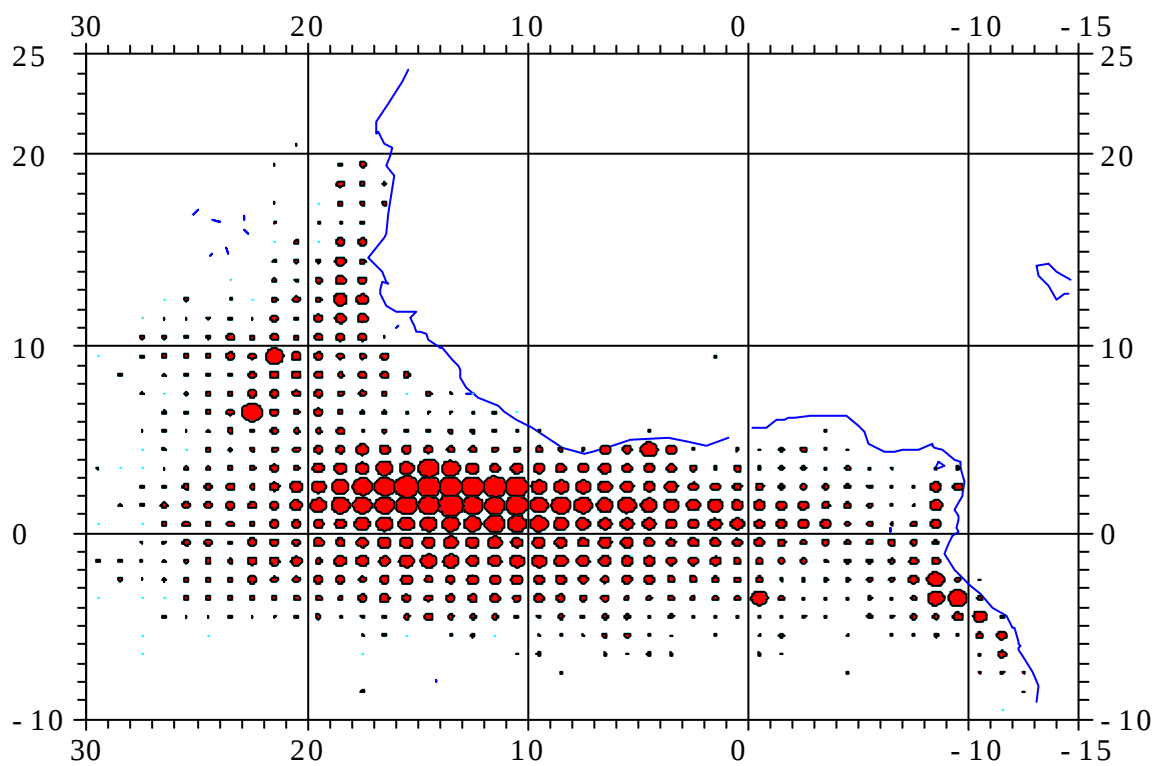


Fig. 16. Comparison of some available skipjack growth curves proposed by various authors.



PS SKJ CATCHES 91-96 on free sch

FR



PS SKJ CATCHES 91-96 on FAD

FAD



Fig. 17. Geographical distribution of average skipjack catches made by purse seiners on free school (upper panel) and schools associated with FAD's (bottom panel) in recent years (1991-1996). Each circle shown at bottom right represents 3000 MT.



Fig. 18. The number of squares where skipjack catches were made by purse seiners in the east Atlantic, for the period of 1969 - 98, by major region.

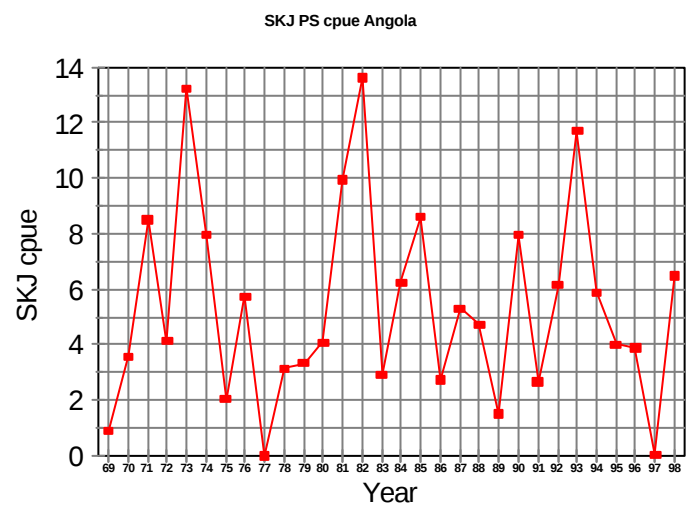
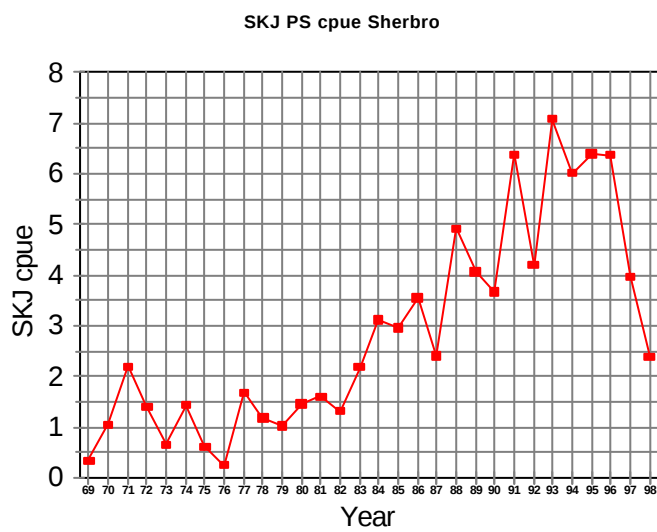
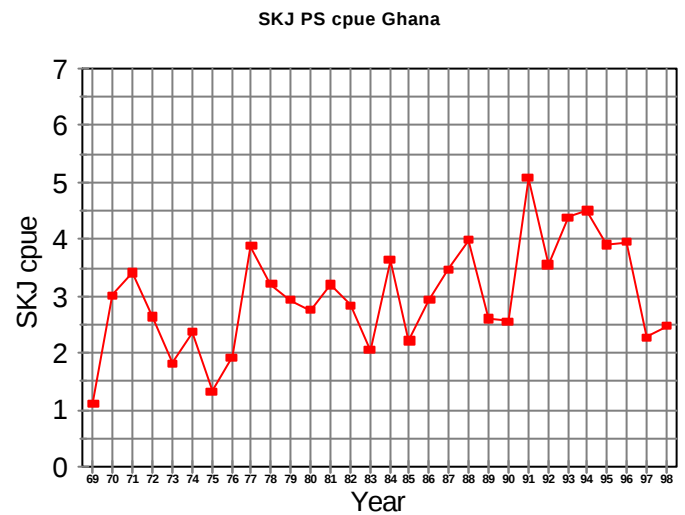
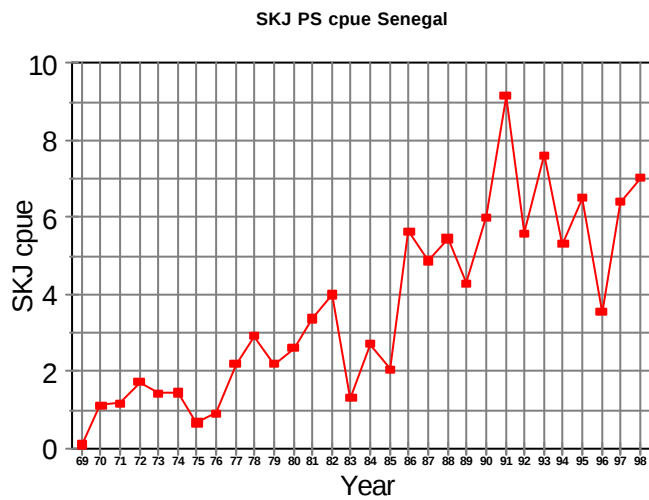
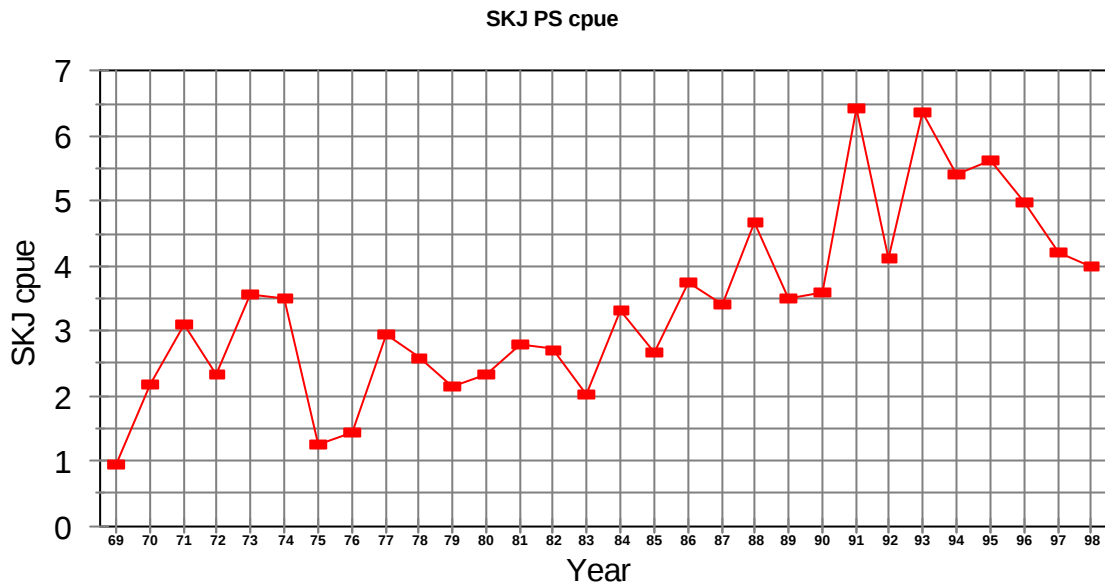


Fig. 19. Skipjack catch per fishing days by purse seiners in the east Atlantic, for the period of 1969 - 98, by major region.

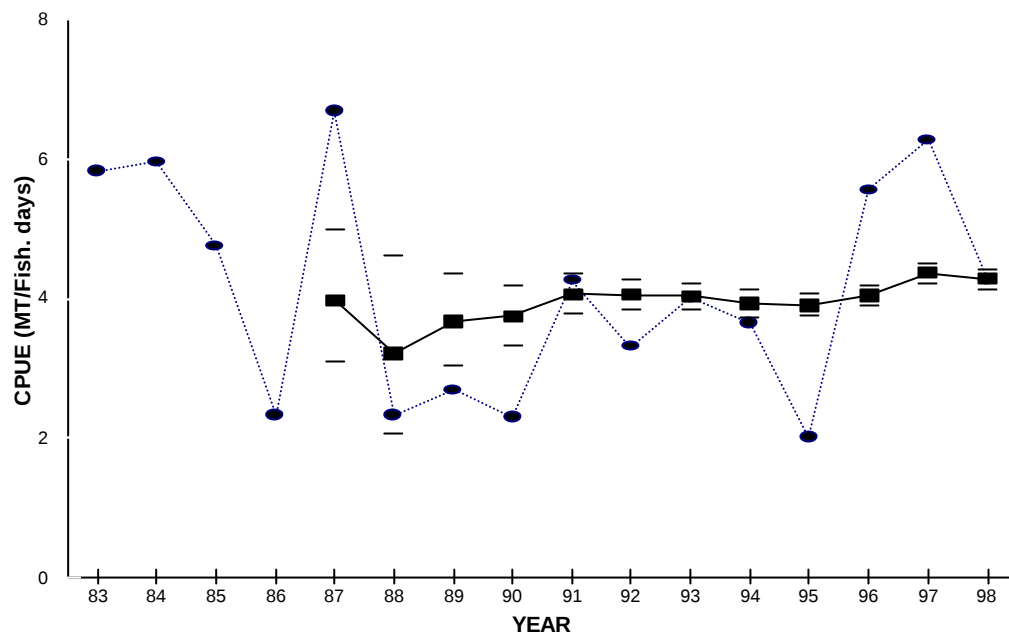


Fig. 20. CPUE for Venezuelan purse seiners; estimated values by GLM (solid line) and observed values (dotted line).

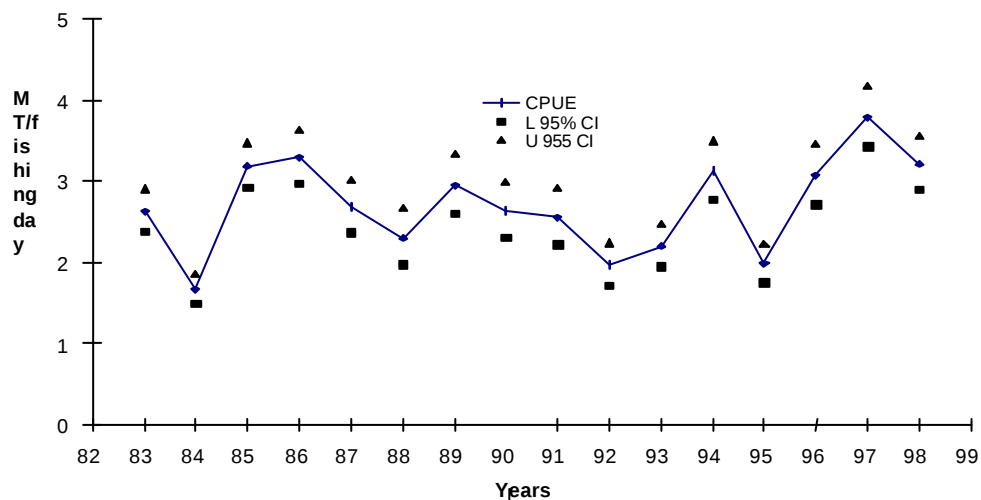
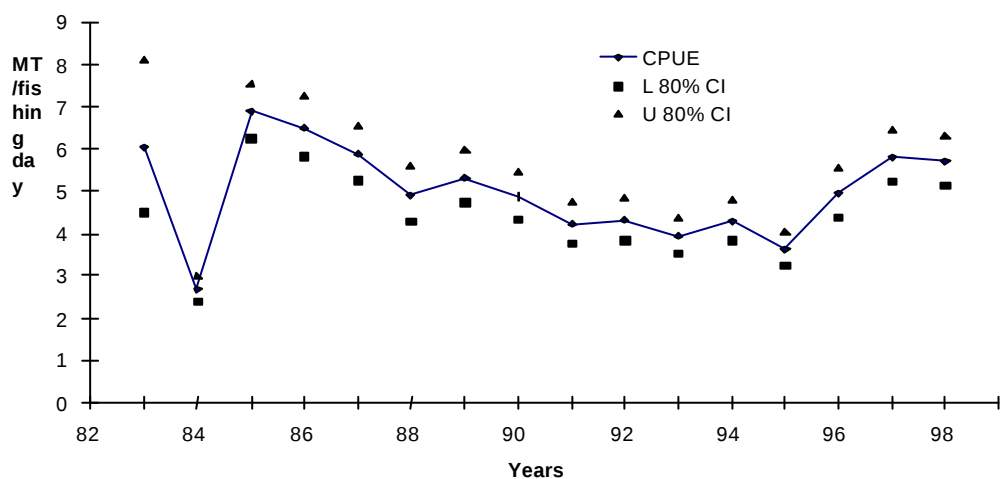


Fig. 21. Brazilian baitboat CPUE estimated by GLM: delta-log normal model (upper panel) and log-normal model (lower panel).

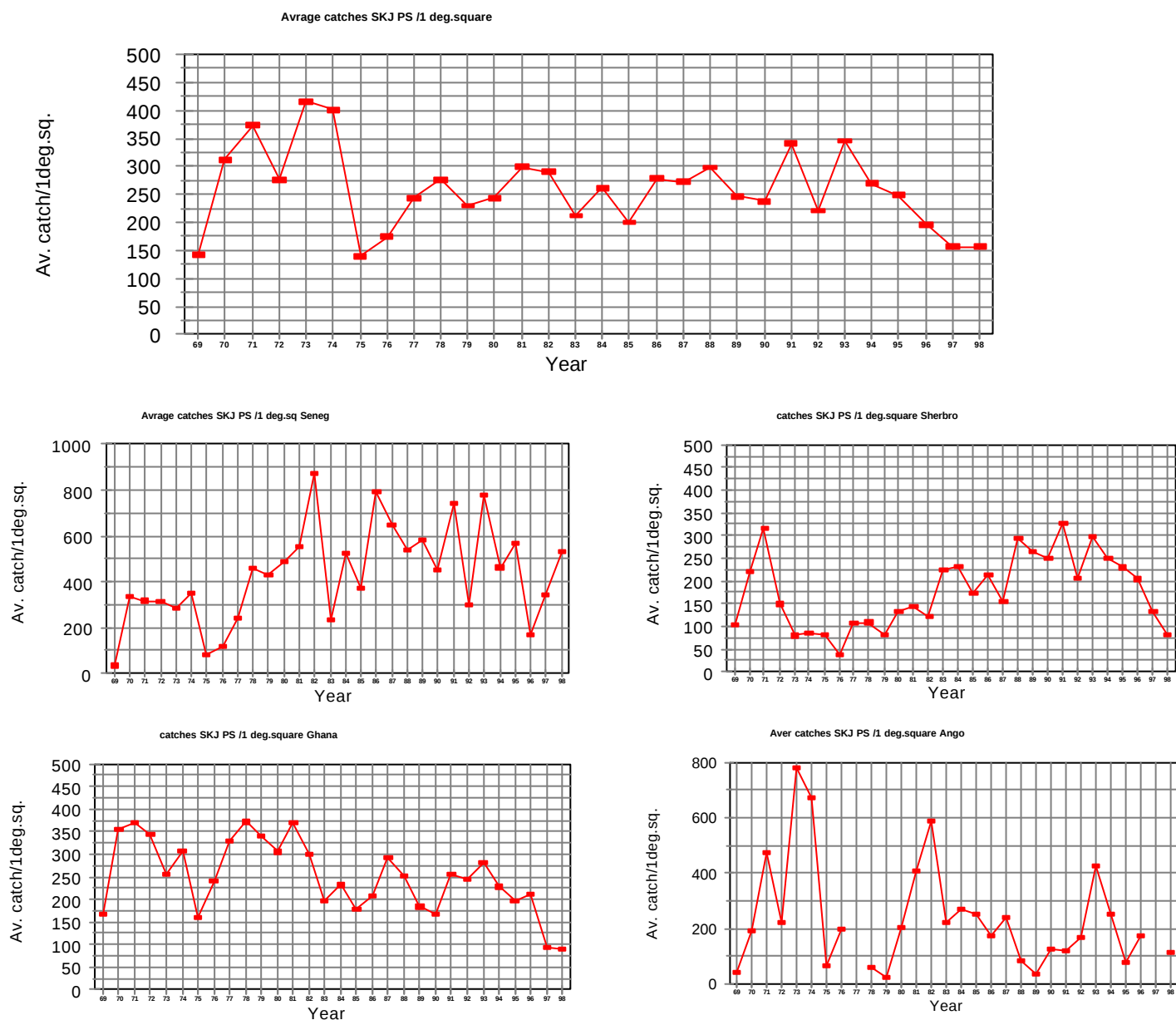


Fig. 22. Skipjack catch per one degree rectangle (where skipjack catches were made) by purse seiners in the east Atlantic, for the period of 1969 - 98, by major region.

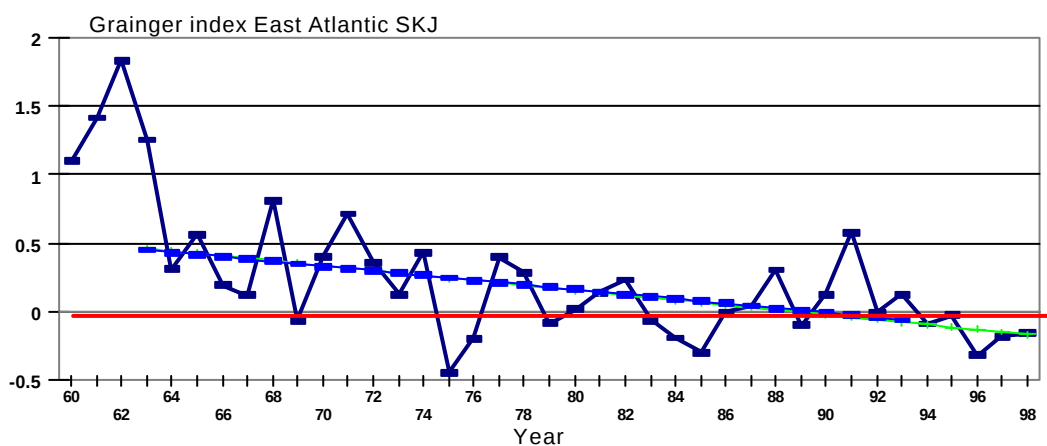
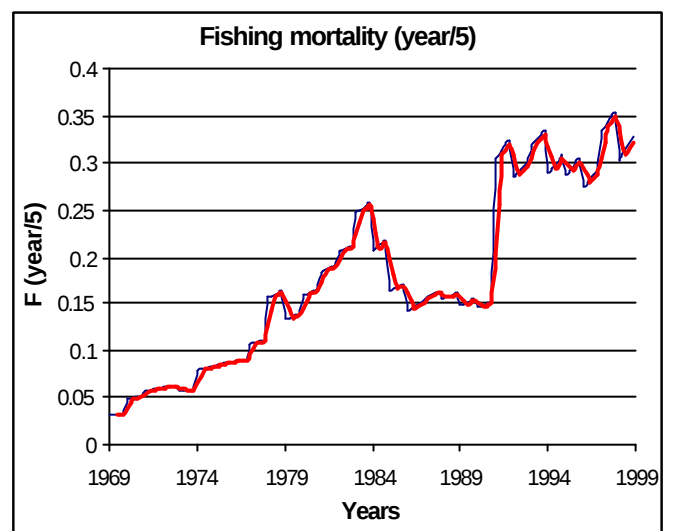
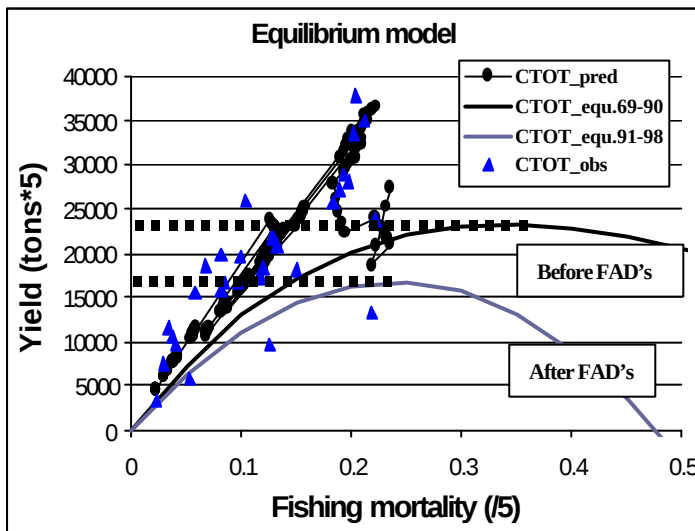
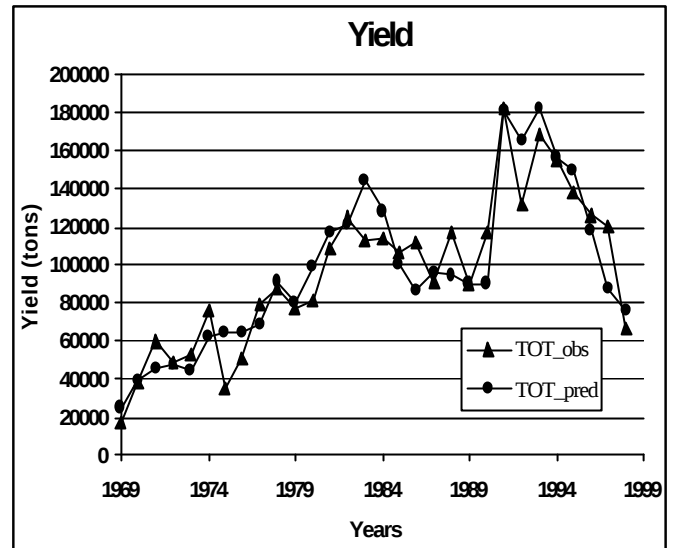
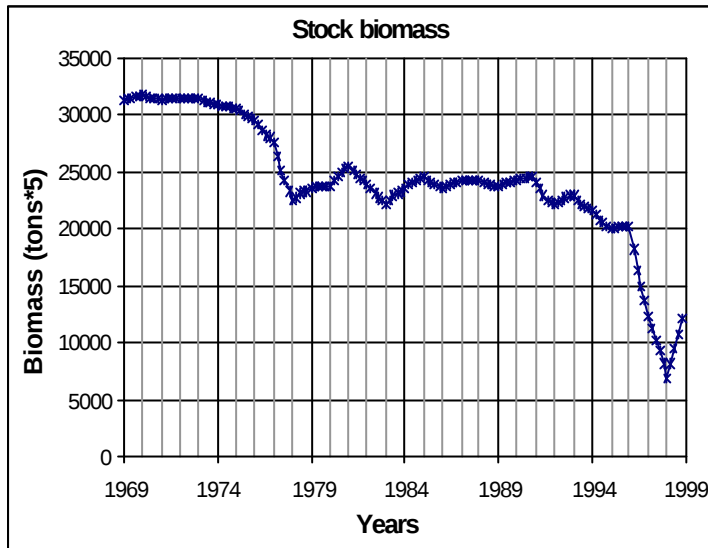


Fig. 23. Index of Grainger and Garcia (Y-axis) calculated for the eastern Atlantic skipjack.



- 1 Large FIS purse seiners before 1990
- 2 Small FIS purse seiners before 1990
- 3 FIS purse seiners after 1990
- 4 Large Spanish purse seiners before 1990
- 5 Small Spanish purse seiners before 1990
- 6 Spanish purse seiners after 1990
- 7 Venezuelan purse seiners
- 8 NEI purse seiners
- 9 U.S.A. purse seiners
- 10 FIS baitboats
- 11 Ghanaian baitboats
- 12 Brazilian baitboats
- 13 Venezuelan baitboats
- 14 Canaria/Azores/Madeira baitboats
- 15 Angolan baitboats
- 16 Japanese purse seiners before 1980
- 17 Japanese purse seiners after 1980
- 18 Others

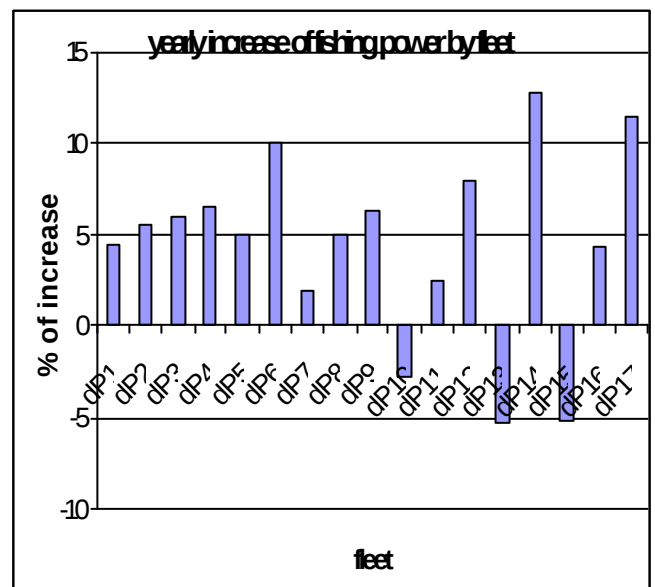


Fig. 24, Preliminary results of non-equilibrium production model analysis of total Atlantic skipjack.

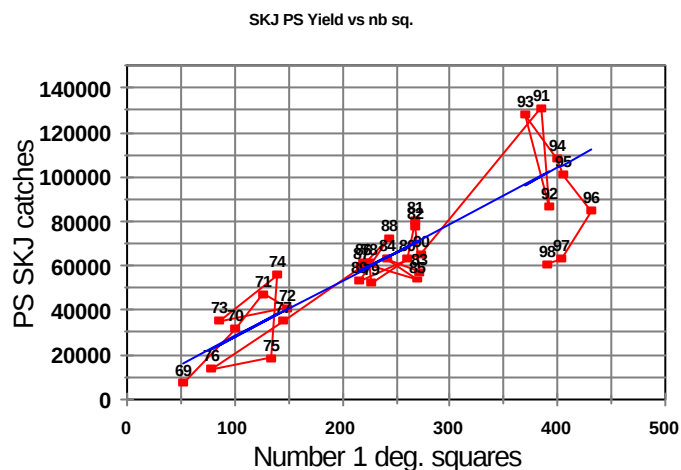


Fig. 25. Relation between purse seine skipjack catches and number of 1° areas exploited.

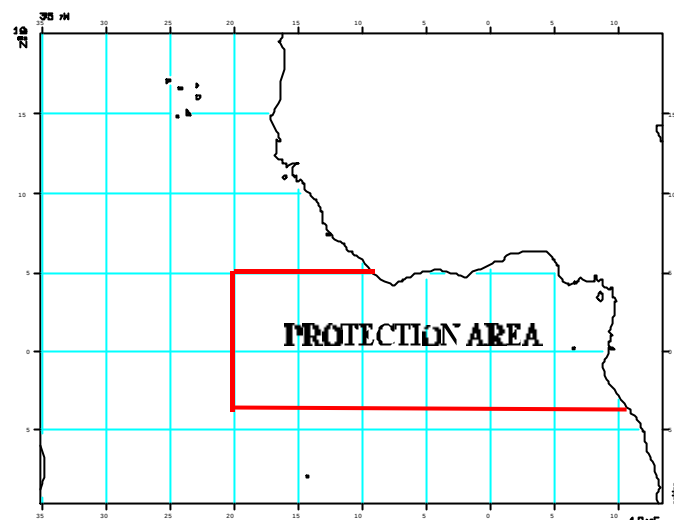


Fig. 26. Area of application of the protection plan of Atlantic tunas.

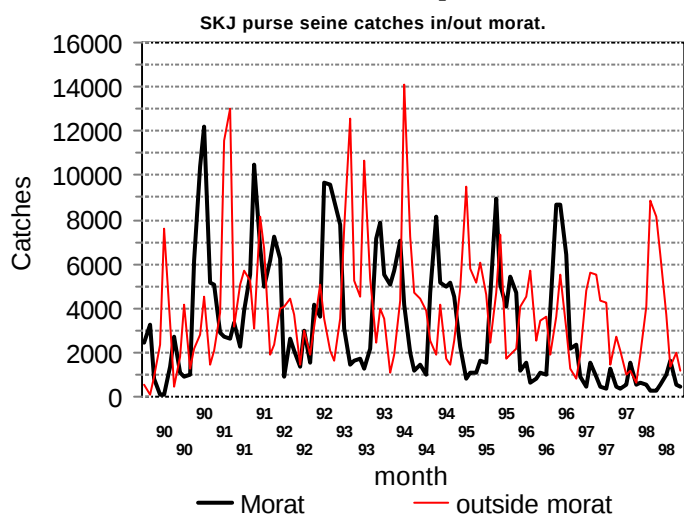


Fig. 27. Monthly skipjack catches by purse seiners inside and outside the moratorium area.

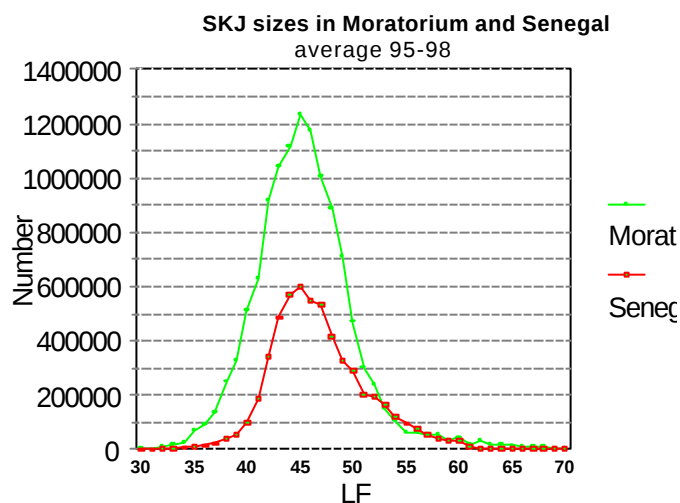


Fig. 28. Skipjack size distribution of catches in the Moratorium area and Senegal.

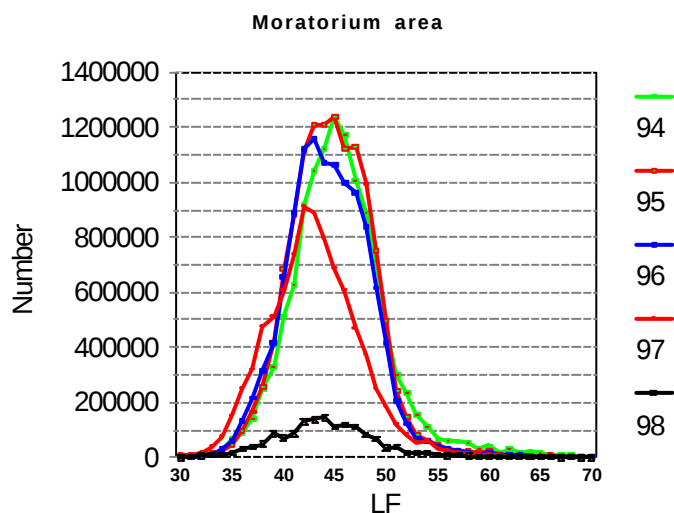


Fig. 29. Annual size frequencies of skipjack caught in the moratorium area.

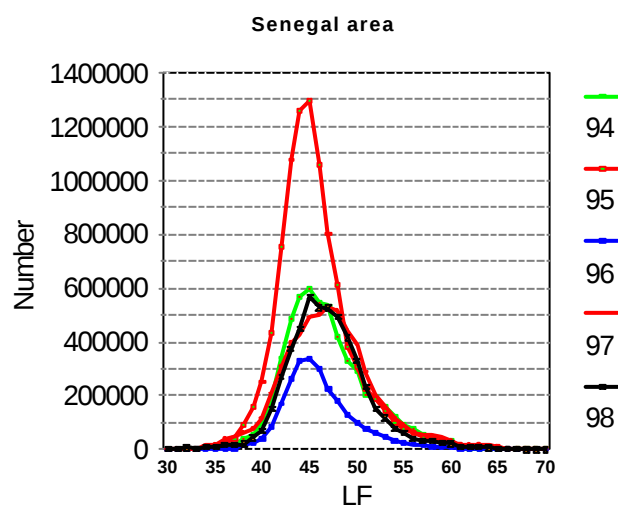


Fig. 30. Annual size frequencies of skipjack caught in Senegal area.

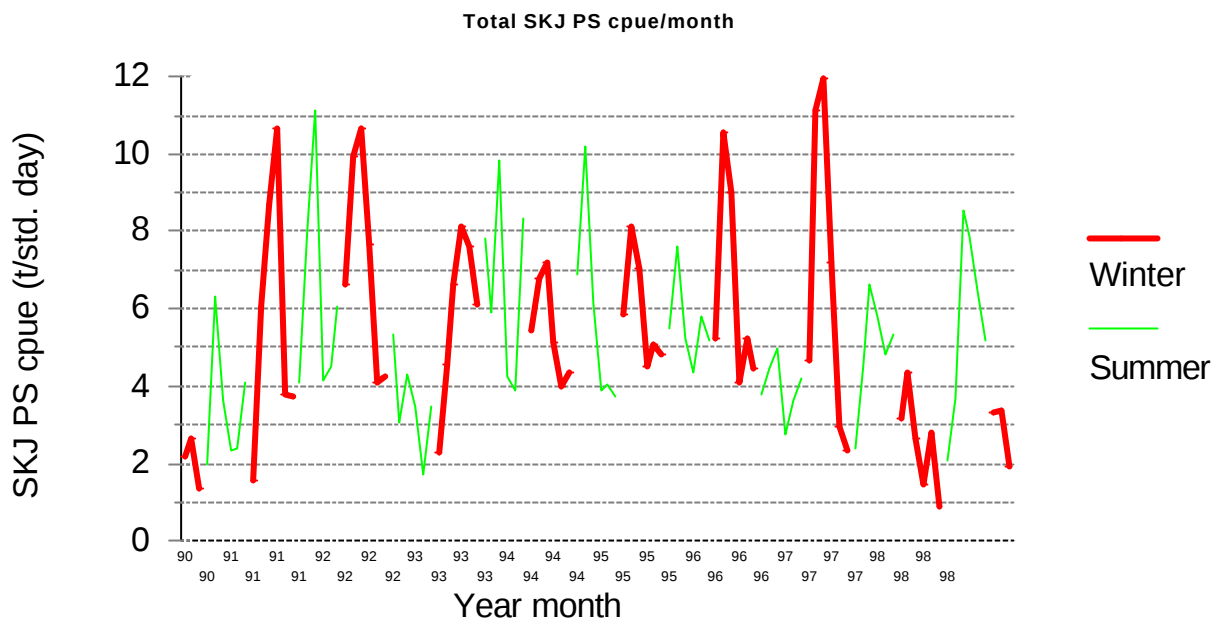


Fig. 31. Monthly skipjack CPUE by purse seine in the eastern Atlantic.

AGENDA

- 1 Review of the skipjack fisheries, 1969-98
 - 1.1 Review of historical data.
- 2 Stock structure vs. Management units
 - 2.1 Biological factors related to stock structures
 - 2.2 Review of tagging data
 - 2.3 Proposed stock structure of skipjack based on current knowledge
- 3 Biological parameters
 - 3.1 Review of biological parameters
 - 3.2 Analyses of possible effects of school-type on biological parameters (growth, migration, natural mortality...)
- 4 Review of different assessment methods and input parameters
 - 4.1 Available fishery indices
 - 4.2 Methods based on tag release-recapture data
 - 4.3 Generalized Production Models
 - 4.4 Sequential Population Analyses
 - 4.5 Likelihood Statistical Models
5. State of the stock(s)
- 6 Preliminary assessment of the effects of the two voluntary closure by purse seiners in 1997 and 1998 on skipjack
7. Recommendations
8. Other matters
9. Adoption of report
10. Adjournment

ORDRE DU JOUR

- 1 Examen des pêcheries de listao, 1969-98
 - 1.1 Examen des données historiques
- 2 Comparaison entre la structure du stock et les unités de gestion
 - 2.1 Facteurs biologiques associés aux structures du stock
 - 2.2 Examen des données de marquage
 - 2.3 Proposition de structure du stock du listao fondée sur les connaissances actuelles
- 3 Paramètres biologiques
 - 3.1 Examen des paramètres biologiques
 - 3.2 Analyses des effets éventuels du type de banc sur les paramètres biologiques (croissance, migration, mortalité naturelle)
- 4 Examen des méthodes d'évaluation et des paramètres d'entrée
 - 4.1 Indices disponibles des pêcheries
 - 4.2 Méthodes fondées sur les données de marquage-recapture
 - 4.3 Modèles de production généralisés
 - 4.4 Analyse séquentielle des populations (SPA)
 - 4.5 Modèles statistiques de probabilité
- 5 Etat du/des stock(s)
- 6 Evaluation préliminaire des effets des deux fermetures volontaires appliquées par les senneurs en 1997 et 1998 à la pêche du listao
- 7 Recommandations
- 8 Autres questions
- 9 Adoption du rapport
- 10 Clôture

ORDEN DEL DÍA

- 1 Examen de las pesquerías de listado, 1969-1998
 - 1.1 Examen de los datos históricos
- 2 Estructura de stock vs. unidades de gestión
 - 2.1 Factores biológicos relacionados con la estructura de stock
 - 2.2 Examen de los datos de marcado
 - 2.3 Estructura del stock de listado basada en los actuales conocimientos
- 3 Parámetros biológicos
 - 3.1 Examen de los parámetros biológicos
 - 3.2 Análisis de los posibles efectos del tipo de cardumen sobre los parámetros biológicos (crecimiento, migración, mortalidad natural)
- 4 Examen de los métodos de evaluación y parámetros de entrada
 - 4.1 Índices disponibles de pesquería
 - 4.2 Métodos basados en datos de marcado y recaptura
 - 4.3 Modelos generalizados de producción
 - 4.4 Análisis secuencial de población
 - 4.5 Modelos estadísticos de probabilidad
- 5 Estado del stock o stocks
- 6 Evaluación preliminar de los efectos de dos vedas voluntarias para los cerqueros, establecidas en 1997 y 1998 para el listado
- 7 Recomendaciones
 - 7.1 Estadísticas
- 8 Otros asuntos
- 9 Adopción del informe
- 10 Clausura

**LIST OF PARTICIPANTS / LISTE DES PARTICIPANTS /
LISTA DE PARTICIPANTES**

BRASIL

Jose Heriberto Meneses de Lima
CEPENE/IBAMA
Rua Samuel Hardman s/n
55578-000 Tamandaré PE
Tel: +81 676 5566
Fax: +81 676 1064
e-mail: meneses@ibama.gov.br

Fabio Hazin
Ministerio da Agricultura
Departamentode Pesca e Aquicultura
Rua das Pernambucanas 377
Apto 1102 Graças
Recife- PE
Tel: +55 81 441 7276
Fax: +55 81 441 7276
e-mail: fhvhazin@elogica.com.br

Yasonobu Matsuura
Universidade de Aao Paulo
Instituto Oceanográfico
Praça de Oceanográfico 191
Cidade Universitária - Butaná
CEP 05508-900
Sao Paulo, SP
Tel: +55 11 818 6549
Fax: +55 11 210 3092
e-mail: ymatsuur@usp.br

EUROPEAN COMMUNITY

Adriana Alves
Direccao Regional de Pescas
Estrada da Pontinha
9000-017 Funchal (Portugal)
Tel: 203250
e-mail: alvesadriana@hotmail.com

Antonieta Amorim
Direccao Regional de Pescas
Estrada da Pontinha
9000-017 Funchal (Portugal)
Tel: +35 1 203 200
e-mail: aamorim@mail.madinfo.pt

Javier Ariz
Centro Oceanográfico de Canarias
Instituto Español de Oceanografía
Santa Cruz de Tenerife (Spain)
Tel: +34 92 254 9400
Fax: +34 92 254 9554
e-mail: tunidos@ieo.rcanaria.es

Alicia Delgado
Centro Oceanográfico de Canarias
Instituto Español de Oceanografía
Santa Cruz de Tenerife (Spain)
Tel: +34 92 254 9400
Fax: +34 92 254 99554
e-mail: tunidos@ieo.rcanara.es

Alain Fonteneau
IRD HEA
B.P. 5045
Montpellier (France)
Tel: +33 41 763 6983

Daniel Gaertner
IRD (HEA)
B.P. 5045
34032 Montpellier (France)
Tel: +33 46 763 6981
e-mail: gaertner@ird.fr

Lidia Gouveia
Direccao Regional das Pescas
Estrada da Pontinha
9000-017 Funchal (Portugal)
e-mail: lgouveia@mail.madinfo.ptl

Olivier Maury
IRD-HEA 911 Av. Agropilis
BP 5045 Montpellier (France)
Tel: +33 46 764 6982
e-mail: maury@melusine.mpl.ird.fr

Pilar Pallarés
Instituto Español de Oceanografía
c/ Corazón de María, 8
28002 Madrid (Spain)
Tel: +34 91 347 3620
e-mail: pilar.pallares@md.ieo.es

Joao Pereira
Universidade das Acores
9900 Horta (Portugal)
Tel: +35 1 92 292 945
e-mail: pereira@dop.uac.pt

GHANA

Paul Bannerman
Fisheries Department
Ghana
Tel: +23 22 220 6627
e-mail: mfrd@africaonline.com.gh

JAPAN

Miki Ogura
National Research Institute of Far Seas
Fisheries
5-7-1 Orido
Shimizu-shi 424-8633
Tel: +81 54 336 6000

Hiroshi Shono
National Research Institute of Far Seas
Fisheries
5-7-1 Orido, Shimizu-shi
424-8633 Japan
Tel: +81 54 336 6000
Fax: 0543-359642
e-mail: hshono@enyo.affrc.go.jp

UNITED STATES

Joseph Powers
Southeast Fisheries Science Center
75 Virginia Beach Drive
Miami, FL 33149, USA
Tel: +1 305 361 4295
Fax: +1 305 361 4219
e-mail: jospeh.powers@noaa.gov

Craig Brown
NMFS/ SEFSC
Southeast Fisheries Science Center
Sustainable Fisheries Division
75 Virginia Beach Drive
Miami, FL 33149, USA
Tel: +1 305 361 4590
e-mail: craig-brown@noaa.gov

ICCAT SECRETARIAT

Peter M. Miyake
Papa Kebe
Jenny Cheatle
C/Corazón de María, 8
28002 Madrid (Spain)
Tel: +34 91 416 5600
Fax: +34 91 415 2612
e-mail: info@iccat.es

LOCAL STAFF

Mario Abreu
Liliana Fernandez
Nélia Nóbrega

LIST OF DOCUMENTS / LISTA DE DOCUMENTOS / LISTE DES DOCUMENTS

- SCRS/99/7 Data preparation made by the Secretariat for 1999 Skipjack Stock Assessment Session - ICCAT Secretariat
- SCRS/99/58 A Review of Available Atlantic Tuna (Bigeye, Albacore, Yellowfin and Skipjack), commercial and Recreational Landings Information for the US: 1980-1998.
- SCRS/99/59 The standardized skipjack CPUE, including the effect of searching devices, of the Japanese distant water pole and line fishery in the western Pacific Ocean.- Shono, H. and M. Ogura.
- SCRS/99/60 Distribución de las capturas y rendimientos de las flotas de cerco tropical, por estratos espacio-temporales y tipos de asociación, en el Océano Atlántico (SKJ) - Ariz, J, P. Pallarés, A. Delgado de Molina, J.C. Santana, D. Gaertner
- SCRS/99/61 An age-size and time-space structured statistical model for the assessment of the skipjack population dynamics.- Maury, O. and A. Fonteneau
- SCRS/99/62 Analisis de datos de listado obtenidos en campañas de observadores en el Océano Atlántico - Delgado de Molina, A., J.C. Santana, J. Ariz, P. Pallarés
- SCRS/99/63 Resultados de la explotación de los cardúmenes de túnidos asociados a un dispositivo agregador de peces, mediante diez pescas consecutivas - Ariz, J., A. Delgado de Molina, R. Delgado de Molina, P. Pallarés, J.C. Santana
- SCRS/99/64 Revisión de las estadísticas españolas de túnidos tropicales (1991-1996), teniendo en cuenta el tipo de asociación de las pescas - Pallarés, P., A. Delgado de Molina, J. Ariz, J.C. Santana
- SCRS/99/65 Evolución de algunos índices de la pesquería de cerco tropical, 1980-1998 - Pallarés, P., A. Delgado de Molina, J. Ariz, J.C. Santana, A. Fonteneau
- SCRS/99/66 Synopsis on biology of skipjack tuna population and related environmental conditions in Brazilian waters - Matsuura, Y. and H.A. Andrade
- SCRS/99/67 Estimation de la durée des calées chez les senneurs français et espagnols opérant dans l'océan Atlantique, à partir des observations scientifiques du programme européen sur le patudo (1997-1999)
- SCRS/99/68 A description of the baitboat fishery off the south and southeast Brazil - Meneses de Lima, J.H., C.F. Lin and A.S. Meneses
- SCRS/99/69 Preliminary results of standardized catch rates for skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from the Brazilian baitboat fishery through 1998