

**REPORT OF THE ICCAT  
SCRS BLUEFIN TUNA STOCK ASSESSMENT SESSION  
(Genoa, Italy - September 12 to 20, 1996)**

**1996 DETAILED REPORT FOR BLUEFIN TUNA**

**1. OPENING**

The 1996 SCRS Bluefin Tuna Stock Assessment Session was held at the Acquario di Genova, in Genoa, Italy, at the invitation of the Acquario and with arrangements by Dr. Antonio Di Natale. The Third Meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group on Stocks of Large Pelagic Fishes in the Mediterranean Sea was held for a three-day period, at the same venue, immediately prior to this Session.

The meeting was opened by Dr. Z. Suzuki, SCRS Chairman. He thanked Dr. Giovanni Battista Costa, the Director of the Acquario di Genova for hosting the meeting at this pleasant venue. He congratulated Dr. Antonio Di Natale for all he did to make the arrangements for the Bluefin Tuna Stock Assessment Meeting in Genoa. Dr. Suzuki expressed appreciation to the Azienda Provinciale del Turismo, the Assessorato al Turismo of the Ligurian Region, to Tormena Industrie Grafiche, to the Provincia di Genova, and to Aquastudio for the financial support, the excellent facilities and numerous materials provided to the meeting, as well as for the kind hospitality extended to the participants. Dr. Suzuki expressed special appreciation to the Commission of the European Union, for their collaboration, which facilitated the holding of this meeting here, and for funding two Secretariat staff members to assist at this Session.

**2. ELECTION OF CHAIRMAN AND MEETING ARRANGEMENTS**

It was agreed at the Session that Dr. Suzuki, ICCAT SCRS Chairman, would serve as General Chairman for the Stock Assessment Session. Scientists were then nominated as rapporteurs for specific Agenda items (see following list). Dr. Suzuki suggested that each rapporteur chair the discussions of his respective Agenda item. Dr. Suzuki also asked Dr. J. Powers to present the full report to the Plenary Session of the 1996 SCRS (Madrid, November 2 to 9, 1996). These arrangements were accepted by the participants.

**List of Rapporteurs (by Agenda Item)**

3	D. Butterworth
4	Z. Suzuki
5	J. L. Cort (aided by B. Liorzou)
6	B. Liorzou
7	P.M. Miyake
8	G. Scott
9	B. Liorzou (aided by J. L. Cort)
10	S. Turner
11	D. Butterworth (aided by K. Lankester & V. Restrepo)
12	J. Powers
13	P. M. Miyake
14	Z. Suzuki
15	P. M. Miyake

The Tentative Agenda, circulated prior to the Session, was adopted, with slight modifications, and with the understanding that the sub-sections under Items 11 and 12 should be considered with certain flexibility. The Agenda, as adopted, is attached as **Appendix 1**.

All the participants introduced themselves. The List of Participants is attached as **Appendix 2** to this Report.

The documents presented at the Session are listed in **Appendix 3**.

### 3. EXAMINATION OF AVAILABLE SOFTWARE

#### 3.1 Assessments

##### Age-structured production model

Document SCRS/96/111 provided specifications of code developed by Punt and held by Geromont which implemented an age-structured production model. This code had been extended by Punt from that available at the 1994 bluefin assessment meeting.

Document SCRS/96/130 described code held by Restrepo for a similar age-structured production model. This was very similar to the code described above, but included certain additional features: allowance for fleet-specific selectivity patterns that varied with year, the possibility to estimate rather than input some selectivity-at-age vectors, and the possibility to estimate an initial biomass differing from a pre-exploitation equilibrium level.

##### Methods making use of catch-at-age data

Geromont held code on the ADAPT VPA of Punt (which was a development of the STAATS program of Powers) implemented at the 1994 bluefin assessment meeting, which had incorporated all of the extensions identified by the April 1996 Methodology Session, except inclusion of uncertainty distributions for various quantities and allowances for index covariances in weighting terms in the objective function (SCRS/96/127). The FADAPT code of Restrepo was also available and had been shown to be capable of reproducing the 1994 assessment results.

Porch had also revised ADAPT VPA code, and incorporated all of those extensions identified in April, 1996, except constraints to reduce retrospective patterns, selectivity of the terminal year from the average of the last three years, allowance for index covariances, and a penalty function basis to include a stock-recruit relationship.

Furthermore, Porch held code to implement ADAPT IPA (SCRS/95/92), and an extension of this ("CATCH'EM") which allows for errors and missing data in the catch-at-age matrix. The former could accommodate analyses with input mixing rates for a two-stock assessment; extensions which attempted to estimate such rates from tag-recapture data had not yet been fully checked.

##### General

Cooke reported that he held software which could effect most of the assessment options requested at the April 1996 Methodology Session.

A sub-group was formed under Butterworth to check whether supposedly algebraically equivalent sets of software provided identical numerical results when provided with the same inputs. Satisfactory results were obtained for ADAPT and ASPM code.

Projection software was held by Porch for ADAPT outputs. This could effect the projection methodology for the 1994 west Atlantic bluefin assessment. Restrepo's ASPM software included options to provide projections.

#### 3.2 CPUE standardization

Both U.S. and Japanese scientists had flexible packages available which could implement a wide variety of generalized linear models (GLMs) and associated error structures for potential reanalysis of data available at the meeting. It was confirmed that all U.S., Japanese and Canadian CPUE data were available for such reanalysis, if required.

Labelle held software for the application of the Richards/Schnute model to French seine data.

Cooke held software to implement the random effects GLM described in SCRS/96/63(rev.).

#### **4. REPORTS OF THE BLUEFIN METHODOLOGY SESSION, BYP LARVAL SURVEY MEETING, AND THE AD HOC GFCM/ICCAT JOINT WORKING GROUP MEETING**

The outcome of the above-mentioned meetings were reported by the respective Chairman of each group. The reports are available as SCRS/96/14, SCRS/96/15, and SCRS/96/22, respectively.

##### ***4.1 Bluefin Methodology Session***

Dr. D. Butterworth, Chairman of the Bluefin Methodology Session (Madrid, Spain - April 16-19, 1996) gave a report of the meeting and briefly reiterated several important recommendations made during the session in preparation for this SCRS Bluefin Tuna Stock Assessment Session. These recommendations included research on improved estimates of variability in the standardized CPUE, variables for standardization and the most appropriate error structure assumption for CPUE standardization. For the assessment models, several sensitivity analyses were suggested, such as the use of mixing models, moving stock boundary, and trials to introduce age-specific natural mortality rates. The Methodology Session also discussed and agreed on how to deal with fitting criteria and variance for VPA/IPA, outliers and retrospective analysis. Once After his report, a member of the group pointed out that the stochastic approach is one of the important subjects to be included in the projection.

##### ***4.2 BYP Larval Survey Meeting***

On behalf of the Coordinators of the BYP who were not present at this meeting, Dr. Z. Suzuki, SCRS Chairman, presented a brief report of the BYP Larval Survey Meeting (Fano, Italy - April 23-25, 1996). The purpose of the meeting was to carry out analyses of the data and to review the results obtained from the international larval survey in 1994. After reviewing the national activities within the BYP, it was noted that bluefin larvae occurred in a considerably wide area of the entire Mediterranean Sea with possible strong seasonality and annual variation. Two small working groups were created during the meeting: a Larval Identification Group, which concluded that *Thunnus* larvae from various countries were identified correctly with very few exceptions; and a Group on Standardization of Sampling Efficiency, which could not carry out a statistical analysis because of no available expertise from some countries. The Group **recommended** the usage of common procedures, equipment and protocol for the larval survey among the nations participating and a further survey for the areas of potential bluefin spawning.

##### ***4.3 Third Meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group on Large Pelagic Fishes in the Mediterranean Sea***

The Report of the meeting was made by the Chairman of the meeting, Dr. A. Di Natale. It was pointed out that the bluefin catch is increasing rapidly in the Mediterranean Sea recently due to an increase in fishing effort directed on this species and also possibly due to the change in environmental factors. While there is a serious problem related to the lack of biological information on this species in the Mediterranean Sea, the recent increase in the number of flags of convenience and pirate boats in this area is a matter of serious concern. In addition, it was noted that many of the regulatory measures on Mediterranean bluefin tuna adopted by ICCAT, GFCM and the EU are hardly enforced, partly due to the multi-specific and multi-gear nature of the Mediterranean fisheries. This problem should be rectified and it was specifically mentioned in the meeting recommendations.

#### **5. REVIEW OF RECENT NEW DEVELOPMENTS IN BLUEFIN TUNA FISHERIES**

##### ***5.1 General description of the Atlantic fisheries***

Atlantic bluefin tuna are caught off the east and west coast of the Atlantic Ocean and in the Mediterranean Sea. In recent years, more and more countries are catching this species in the Mediterranean using several gears, but the most important gears are longline and purse seine. This is in relation to the high demand of fresh fish on the Japanese market. In the western Atlantic, reported catches are minor, with the most important catches being taken by rod and reel. The size of fish caught varies according to the gear used, the season, and the fishing area.

The SCRS conducts Atlantic bluefin tuna stock assessments based on a two-stock hypothesis with some limited amount of mixing between the two stocks. A delimitation at 45°W longitude in the northern hemisphere and 25°W longitude in the southern hemisphere has been adopted for management purposes (Figure 1).

Due to the multiplicity of gears and countries that fish bluefin tuna, the landing statistics are difficult to update, particularly for the eastern Atlantic, and even more so for the Mediterranean Sea. In cases of unreported catches or when the data are received in time for the stock assessment, certain 1995 catch data are used, such as preliminary estimates made by the scientists, landing records from the previous year, information obtained from the ICCAT Bluefin Tuna Statistical Document Program (BTSDP). Since the implementation of this Program, the data on imports to the Japanese market are more precise and have served to demonstrate the under-reporting of certain national statistics, or the landings by vessels that fly flags of convenience, or unidentified vessels. The main problems that still need to be resolved include determination of the real origin of the fish caught, the conversion factor applied to the imported product, and species identification in the commercial data. When the catch data are not well defined, the SCRS takes into account all new information duly validated, as well as old series.

The total catch for the entire Atlantic and the Mediterranean in 1995 amounted to 41,800 MT, an increase of 3%, i.e. 1,000 MT more as compared to 1994 (Table 1 and Figure 2 and Figures 3-5). This level is the highest recorded since 1950. This increase is particularly notable in the east Atlantic for the Japanese longliners with a 60% increase in 1995 as compared to the average of the last five years. The Spanish and French baitboats that operated in the Bay of Biscay had good catches that were 41% more than the average for preceding five years. Hence, the east Atlantic catches went from 5,900 MT in 1990 to 9,700 MT in 1995. In the Mediterranean, the catch reached a maximum in 1994 (31,400 MT), and are estimated at 29,600 MT for 1995. The French and Spanish purse seine catches are still important. Since the catch limitation in the west Atlantic came into force (1982), catches have remained stable and the 1995 catch (2,400 MT) reflects the average of the last five years.

The annual distribution of longline and surface fisheries combined (1950-1994), and those by decades and by quarters are given in Figures 6, 7, and 8, respectively.

In order to study the possibility of mixing between the east and west stocks, the Group had decided to carry out a joint assessment of these stocks.

#### *a) Description of the west Atlantic fisheries (Table 1, Figure 3)*

The total landings noted for 1995 in the west Atlantic amount to 2,285 MT (plus 141 MT of discards), which is 256 MT more than in 1994, and corresponds to the strict quota imposed on the fisheries. The increase in reported catches is still due to a slight increase in Canadian and U.S. rod and reel catches.

Details on the latest developments in the Atlantic bluefin tuna fisheries can be found in the brief reports presented by the different countries, at the end of the "Description of Fisheries" section of the report.

#### *b) Description of the east Atlantic fisheries*

##### *-- East Atlantic (Table 1, Figure 4)*

The 1995 reported landings for the east Atlantic were 9,749 MT. The catches are taken by baitboat (31%), longline (45%), and trap (12%). The catches by Morocco, surface gears, pelagic driftnets and mid-water paired pelagic trawls, as well as unreported catches, make up the major component of the remaining 12%. The increase in the 1995 catch relative to 1994 is due to the baitboat catches (3,055 MT) in the Bay of Biscay (an increase of 52% resulting from an increase in effort (extension of the fishing season due to favorable meteorological conditions in the autumn). The catches of the Spanish and Moroccan traps (1,364 MT) declined by 43% as compared to 1994, with a constant number of traps. The longline catches (4,373 MT), taken mainly by the Japanese, increased by 109% as compared to 1994, due to the increase in catches during the autumn season in the new fishing areas south of Iceland.

##### *-- Mediterranean (Table 1, Figure 5)*

In the Mediterranean, the number of countries fishing bluefin tuna is increasing. A considerable number of these countries are not members of ICCAT, but are GFCM members. Knowledge on the catches and size composition, and fishing effort are important in carrying out a reliable assessment of the east Atlantic stock. Two

GFCM/ICCAT Joint Consultations (Bari, Italy 1990; Iraklion, Crete, 1992) and one Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group Meeting (Malaga, Spain 1994) where bluefin tuna has been the subject of discussions, has resulted in a considerable improvement in the current and historical catch data. The Third Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group also took place in Genoa, just prior to the 1996 ICCAT SCRS Bluefin Tuna Stock Assessment Session, in order to assure that as many scientists as possible who are familiar with the Mediterranean bluefin fisheries could participate in both meetings. It has been noted that few new data have been presented and only a few scientists remained to participate in the work of the stock assessment group (see the Report of the Third Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group on Large Pelagic Fishes in the Mediterranean Sea).

Mediterranean catches for 1995 (29,582 MT) represent a 6% decline as compared to 1994 catches. Catches in 1995 by French, Italian, Spanish, Turkish and Croatian purse seiners (14,838 MT) comprise 60% of the landings, but seem to have declined by 31% as compared to previous years. The official catches of French purse seiners have declined, but the Group noted that a part of the landings in Spain destined for Japan probably have not been accounted for in the official statistics. These catches have been reported under NEI. The problem is the same for the longliners, because of the increasing number of such vessels that are fishing in Mediterranean waters with or without flags. Because of this important increase in effort, the reported longline catches in the Mediterranean (8,452 MT) represents 29% of the total catches, and have increased by 25% between 1994 and 1995.

The traps have only contributed about 1% of the total Mediterranean catches, whereas handline catches and those by unclassified gears represented 10% of the total Mediterranean catch.

## *5.2 New developments in the national fisheries*

The new developments in the national fisheries that catch Atlantic bluefin are reported here below. For the Mediterranean, refer to Section 5 of the Report of the Third Meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group on Large Pelagic Fishes in the Mediterranean (Genoa, September 9 to 11, 1996).

### *Canada*

The Canadian nominal landings of Atlantic bluefin tuna in 1995 were 576 t. The major fishery since 1988 has been the tended line fishery in the Hell Hole off southwestern Nova Scotia, though in 1995 its importance has decreased to about 37% of the Canadian landings. Nominal CPUE has been fairly stable in recent years although at a lower level since 1988 (SCRS/96/68), when the fishery first developed. In 1995, 30% of the Canadian catch came from the Gulf of St. Lawrence, which represents a marked increase for this area. Although nominal CPUE was slightly lower in 1995 than 1994, it was much lower than the CPUE observed in the early 1980's (SCRS/96/68). The higher catches in the Gulf of St. Lawrence, where mostly giants are harvested, means that the Canadian catch at size contains more older fish in 1995. In 1994 and 1995, there was a resurgence of fish in the St. Margarets Bay trap fishery, after an absence of about 15 years. Landings from the tended line fishery off Newfoundland have continued to decline, due primarily to decreased effort in the groundfish fishery and less presence in the offshore fishing grounds.

### *France*

France fishes for bluefin tuna in the Bay of Biscay using three fishing gears. Baitboats caught 181 MT with a constant effort of 8 vessels. Fifty-one (51) vessels carried out bluefin fishing using driftnets, mainly a by-catch in the albacore catches and 144 MT of bluefin tuna were landed. The thirty pairs of pelagic mid-water trawlers caught 400 MT.

### *Japan*

The Japanese longline fishery caught 387 MT, 3971 MT and 813 MT of bluefin in the west, east Atlantic and the Mediterranean Sea, respectively, in 1995. A new fishing ground has developed since 1994 in waters south of Iceland (50-60°N, 15-30°W) during late September to early November. Because of this, catches in the east Atlantic increased considerably. In the Mediterranean, bluefin tuna catches increased as well, but they declined in the west Atlantic as compared to 1994. Another minor change in the fishery is that the fishing grounds shifted further eastwards in the west Atlantic during the recent years. The rest of the fishery remained fairly constant over the past

few years. The fishery in the west Atlantic and in the Mediterranean has been under strict domestic regulations. The number of boats allowed to fish is limited, and catches are monitored through daily radio reports from those boats. Patrol boats are also sent to monitor the activities of the fleet.

### *Spain*

Spanish bluefin tuna fishing is carried out in two areas: in the Bay of Biscay, by a constant fleet comprised of 20/25 baitboat vessels, and in the Strait of Gibraltar, by four traps.

Catches in the Bay of Biscay in 1995 amounted to 2,874 MT, which represents an increase as compared to the previous year. Fishing effort increased by 15% with respect to that of the last five years, as a result of the extension of the fishing season due to favorable environmental conditions in autumn.

The four Spanish traps caught 941 MT in 1995, which represents a 17% reduction as compared to the previous year.

### *United Kingdom (Bermuda)*

The delegate from Bermuda regretted that he was unable to provide an update on recent developments in the bluefin tuna fishing for the United Kingdom or other dependent territories. In the specific case of Bermuda, he indicated that there had been no new developments and that the status quo was being maintained.

### *United States*

Both the landings and estimated discards of bluefin in the Gulf of Mexico were lower in 1994 and 1995 than in previous years. These changes are associated with (1) regulatory changes intended to ensure that fishing effort is not directed at bluefin in the spawning area and (2) a decrease of effort directed at yellowfin in the Gulf of Mexico.

The numbers of bluefin discarded by the U.S. pelagic longline fishery off the northeast United States increased in 1995 relative to earlier years.

No catch estimates are available for the high catch rate fishery off the North Carolina coast for 1995. Monitoring of this fishery began in 1996. Landings of bluefin with fork lengths less than 178 cm were estimated at approximately 60 MT in 1996. Landings of fish with fork lengths equal to or greater than 178 cm were low due to regulations which restricted landings to one fish per boat per year.

## **6. INFORMATION ON TRAP FISHERIES REQUESTED BY THE BLUEFIN METHODOLOGY SESSION**

As requested by the 1996 Bluefin Methodology Session Report (Appendix 6), countries fishing bluefin by trap presented a report describing the fishery and provided statistics regarding this fishing activity.

For the Mediterranean, only two countries presented a document on trap fisheries (see Section 6 of the Report of the Third Meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group on Large Pelagic Fishes in the Mediterranean (Genoa, September 9-11, 1996).

In the east Atlantic, trap activity is currently concentrated around the Strait of Gibraltar. Morocco provided information on the period of operation, and related statistics on bluefin catches and by-catches. Spain presented a standardized CPUE series for 1982-1995.

Old series of trap catches from Portugal, Spain, Tunisia, Sicily and Sardinia were analyzed by the group on the basis of document SCRS/95/96 and the ICCAT data base. However, no way was found to use this information as CPUE indices since annual catches often could not be related to the number of traps operating and size composition.

It was noted that further investigations could be done in the future to complete the historical statistical series and to have for some of them catch and effort on an age or length basis.

## 7. STATISTICS

### 7.1 Catch

Annual nominal bluefin tuna catches (landings and reported discards), by country and gears (Task I), was presented by the Secretariat (**Table 1**). The Group noted that the table was thoroughly reviewed and revised at the Third Meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group on Large Pelagic Fisheries in the Mediterranean Sea (Genoa, September 9 to 11, 1996), for the Mediterranean as well as for the east Atlantic. For the east Atlantic and the Mediterranean Sea, there are many countries which failed to report their catches for 1995. It was explained that the bluefin tuna import data, based on the ICCAT Bluefin Tuna Statistical Document, were used as the minimum estimates for the unreported catches (SCRS/96/29). Details of the discussions on these procedures are found in the Report of the GFCM/ICCAT Joint Working Group (SCRS/96/22).

The temporary decision adopted by the GFCM/ICCAT Joint Working Group to use 10.0 as the conversion factor for belly meat to round weight was reiterated. The recommendation to assign first priority to improving this conversion factor by a systematic scientific sampling program was also reiterated.

After a critical review of the data, it was approved by the Group and attached as **Table 1** and shown is **Figure 2**. As explained above and detailed in the GFCM/ICCAT Working Group Report, it was noted that the catches for 1995 are the minimum estimates, and actual catches would have been larger than what is reported in this table and figure. Should this be the case, 1995 catches were at about the same level as in 1994, or were even higher.

Catches by the Japanese longline fisheries off Brazil (in equatorial waters) in the early to mid-1960's were discussed in terms of their allocation to the eastern or western stocks. It was clarified that the Task I data included both west and east catches, according to the division line established by the Commission/SCRS in 1981. However, the SCRS decided in 1983 that all these catches should be assigned to the west stock, unless a decision is made to the contrary. Hence, the catch-at-size table included all these catches in the west Atlantic, although the data prior to 1970 have not been used in the stock assessments conducted since the mid-1980s up to the last session.

### 7.2 Nominal CPUE

In the 1994 stock assessments, five series of CPUE data (Japanese longline, French purse seine for age 2, French purse seine for age 3, Spanish baitboat and Spanish trap) were used. Of these, the French purse seine data for age 2 were updated, but then dropped, due to the inadequacy of the data. The Spanish baitboat CPUE was a nominal series. It is available in 2° x 2° area and by month in the ICCAT base. Although the fishery is consistent in terms of the area and month, and the well fishing season is short, it was **recommended** that the data be standardized.

The Group tried to find if there was any other series that might be useful for the stock assessments. The GFCM/ICCAT Joint Working Group listed various nominal CPUE series available for the Mediterranean Sea in Table 2 of that Report. The Group decided to expand the table to include the east and west Atlantic. The revised table is attached here as **Table 2**.

Considerable discussion took place as to which series could be standardized and used for the stock assessments. All the series of nominal catches for the Mediterranean are for relatively short periods. In addition, the data are not available in the ICCAT base, except in summarized form. The Group **recommended** that the scientists who collected these data either standardize the CPUE or make the detailed data (e.g. trip by trip) available to the stock assessment group.

The possibility of using trap data for the tuning was discussed. There are some detailed records available for the Spanish, Italian and Tunisian traps, for various extended periods. These data would be extremely useful, if properly processed. The Spanish scientists presented a new series of standardized CPUE data for Spanish Atlantic traps (SCRS/96/115). However, it was noted that only summarized data are reported to ICCAT and the detailed data are available only at the national level. It was noted that these data should be presented, at least on a trap basis, rather than combined by several traps, and the daily records with information on the size of the fish in these daily catches is essential.

In this respect, it was noted that the Secretariat obtained some detailed data for the Tunisian Sidi Doudi trap. However, it was found that the data are not systematically recorded and some work would be needed before utilizing these data. It was agreed that work would be carried out on these data.

### 7.3 Size

The Secretariat submitted SCRS/96/27 which proposed procedures to be adopted for substitutions of those catches that are lacking size data, and this was reviewed thoroughly by the Group. It was noted that almost all the fisheries for the west Atlantic and most of the fisheries in the east Atlantic are well sampled for size. However, size data for the Mediterranean fisheries are still quite insufficient, as reported by the GFCM/ICCAT Joint Working Group. Concern was expressed about the increasing amount of unreported bluefin tuna catches by flag of convenience or non-identifiable vessels, for which no size data are available.

### 7.4 Catch at size

The substitution and raising procedures proposed by the Secretariat for updating the catch-at-size data for the 1996 SCRS Bluefin Tuna Stock Assessment Session were reviewed (SCRS/96/27). The Group recognized that this table had been very critically reviewed by the GFCM/ICCAT Joint Working Group for the Mediterranean data and hence the review at this Session was centered on Atlantic data. After some minor modifications, the table was accepted.

The catch-at-size data were updated by the Secretariat following this scheme and were presented to the Group for approval.

As concerns the Japanese catches in the 1950's and 1960's in the equatorial waters off Brazil, as described under the catch section of this report, these have all included in the western bluefin catches in the catch-at-size table. The Group decided to divide these again into west and east, in accordance with the official east-west division line. At any rate, in past analyses since the mid-1980s, the catch-at-size have been used only since 1970, and hence this change would have no effect whatsoever on past studies.

## 8. CPUE STANDARDIZATION

Following from discussions held at the April Methodology Session (see Methodology meeting report), a brief review of the CPUE series used in the previous assessments of western Atlantic and eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna assessments was conducted.

### *-- East Atlantic and Mediterranean*

Previously, 5 CPUE series were used for the eastern Atlantic and Mediterranean assessment (BFT-E-Table 5 in 1994 SCRS Report). Of these, only the Japanese long line catch rate data (ages 8-10+) were standardized by generalized linear modeling (GLM) methods. The other CPUE series applied to the east Atlantic assessment came from Spanish baitboat nominal catch rates of age 2 fish (divided into two series to account for the use of sonar) and French purse seine nominal catch rates of age 2 and 3 bluefin (two series). A nominal catch rate series from Spanish traps was also available, but it was not used for the base case assessment since it was considered that the nominal catch rates for traps were affected by a number of factors other than abundance, which made the series less useful as an abundance index.

Catch rate time series from these same fisheries were again available for use in the eastern Atlantic and Mediterranean assessment. The catch rates indices presented to the Group for use in the assessment are shown in **Table 3a and Figure 9**. Document SCRS/96/114 presented results of various GLM analyses of the Japanese bluefin tuna catch rate time series of fish aged 8 or older, from the eastern Atlantic and Mediterranean. The standardization models applied to these data accounted for variations attributed to fishing area and month effects as well as year\*month and year\*area interaction terms which were found to be highly significant sources of variability in the analyses. Because of the year interactions, the index was computed as an area weighted average of the monthly patterns found in the data. In response to recommendations made at the April methodology meeting, a variety of error models (Negative Binomial, Over dispersed Poisson, and Lognormal) were applied to the data. In general,



the resulting catch rate patterns for these data were not sensitive to the error model or form of modeling chosen (e.g. modeling catches or modeling catch rates). In concordance with the recommendations made at the April methodology meeting and since residual pattern examinations did not allow clear choice of the superior method, the Group adopted the Lognormal model of Japanese long line catch rates as the standard for use in the assessments. Variability in the Japanese long line index observations was estimated from the resulting GLM model parameter estimates. Estimated variability in these estimated index values could be influenced by the standard cells used in the analysis. Additional research into this aspect of the analysis is **recommended**. **Table 3a and Figure 9** show the catch rate values used in the assessment as well as the estimated variance of the individual mean catch rates.

In response to recommendations made at the April methodology meeting, efforts to standardize the French purse seine catch rate data from the Gulf of Lion were undertaken. This work was documented in SCRS/96/134. The available data from 1970 to 1995 were examined and the method of Richards and Schnute (1992) was used for estimating the central tendency in the annual French purse seine catch rate series. The approach involves a likelihood based normalization procedure that yields an estimate of the median catch rate and variability about the estimated median from the distribution of catch and effort observations (see **Table 3a and Figure 9** for estimated variances). In previous assessments, age 2 and age 3 time series from these data were utilized. SCRS/96/134 **recommended** that the series resulting from the method applied for age 3 bluefin was more reliable than that resulting for age 2 bluefin. The Group examined the patterns in the age 2 and age 3 catch rate series relative to the pattern seen in the Spanish baitboat nominal catch rates of age 2 bluefin from the Bay of Biscay, which were updated through 1995 for the present assessment. The comparison indicated general agreement between the French purse seine age 3 series and the age 2 Spanish baitboat series, in that peaks in the Spanish series corresponded to peaks in the French series one year later, as expected if each were measuring relative year class strengths from the same population. The age 2 French purse seine series showed less correspondence with either the Spanish baitboat or the French purse seine age 3 series. The Group considered the French age 2 catch rate series less reliable and thus this series was not used in the current assessment. It was **recommended** that the catch rate patterns for older age bluefin (e.g. age 4) also be examined for possible use in future assessment analyses.

The Spanish baitboat time series represents nominal data for which no direct estimates of variability in the annual averages were available to the Group. For purposes of assessment analyses which make use of estimates of uncertainty in the catch rate indices, the precision in these data were assumed to be approximately the same as estimated for the French purse seine data, which had a median coefficient of variation of 57% across the time series.

Technological developments that result in increased efficiency in harvesting have occurred and will continue to occur in bluefin (and other) fisheries. In some cases, the effect of technological improvements on the efficiency of the gears used or in the operational style of the fisheries can be taken into account in the modeling procedures used to standardize the catch rates used as indices of abundance. In other cases, assessment analyses have been structured to accommodate information about technological or operational changes in the fisheries that are not easily quantified. Use of sonar as an aid in finding bluefin the Spanish baitboat fleet became common in 1978. Application of this technology was thought to increase the efficiency of the fishery. To accommodate this in past assessment analyses, the Spanish baitboat time series was divided into two stanzas, with a division at 1978; the Group **recommended** to adopt this convention for the present assessment provided that the estimated relative catchabilities for the two stanzas were consistent with the hypothesis of increased efficiency (interpreted as a higher  $q$  parameter) in the more recent stanza. Likewise, the use of spotter planes as an aid in finding bluefin by the French purse seine fleet became more common after 1981. Previous assessments have relied on only the post 1981 data from this fishery. As the French purse seine data have been more thoroughly analyzed, the Group felt it appropriate to incorporate the more historical (1970-1981) data from this fishery into the assessment. To accommodate the possible effect of use of aircraft in modeling stock abundance, the Group **recommended** that the French purse seine be first treated as coming from two stanzas with different fleet efficiencies with a division after 1981 to examine the pattern in estimates of relative catchabilities for the two stanzas.

Document SCRS/96/115 presented a GLM analysis of the Spanish Atlantic trap average daily bluefin catch rate information for the period 1982-1995. The analysis was based on catch rates (catch of age 4 or older bluefin per day fishing) from 4 traps and accounted for the effects of months, individual trap, and month\*trap interactions in the analysis. Although the Group noted that additional improvements in the analysis might be made through the use of environmental data and **recommended** that further research into this topic would be needed, the results of the analysis were considered to be a reasonable indicator of tendency in bluefin stock dynamics from the region

and was included for the first time in the analysis of the Eastern Atlantic and Mediterranean bluefin resource status. The Group noted that additional trap catch rate series from a variety of sources (see for example SCRS/95/98, SCRS/96/133) could be used to provide a more historical perspective for bluefin. The Group **recommended** that further investigations into historical catch rate patterns be continued, as this information may prove to be quite useful in decreasing uncertainty about resource trends.

The Group noted that into the future additional catch rate information on bluefin in the Mediterranean is likely to become available. One example, SCRS/96/131, presented preliminary analyses of purse-seine data from the most recent 4 years. Although the results are preliminary and additional data and continued analysis will be necessary, the Group is encouraged by the prospects of obtaining broader representation of the fisheries affecting the resource in the assessment of the resource status.

-- *West Atlantic*

Seven catch rate data series used in the previous assessment of western Atlantic bluefin (BFT-W-Table 5 in Report of 1994 SCRS) were updated, where possible, and available for the current assessment (**Table 3b and Figure 10**). Two newly analyzed catch rate series were also presented. One of the previously available series was based on a systematic, fishery-independent survey (US Larval Survey in the Gulf of Mexico, SCRS/96/118), another was based on nominal catch rate data from the Canadian tended line fishery for large fish in the Gulf of St. Lawrence, which was also updated (SCRS/96/68 (Rev.)). The remaining 5 indices were standardized using GLM methods. Two of these were from Japanese long line catch rate data (SCRS/96/114); one from the Gulf of Mexico and one from the northwestern Atlantic. There were two catch rate time series from the US Rod and Reel fisheries for small (SCRS/96/121) and large fish (SCRS/96/120) and one from the US long line fishery in the Gulf of Mexico (SCRS/96/69 Rev). Additionally, at the April Methodology Meeting, it was noted that uncertainties about the most appropriate form of error structure assumptions to apply to the various data sets and based on recommendations of the CCSBT, the 1995 Bluefin Group, and information presented at the April meeting, it was **recommended** that a range of error model assumption again be applied and made available to the present assessment.

Document SCRS/96/114 presented results of various GLM analyses of the Japanese bluefin tuna catch rate time series. SCRS/96/114 also examined the sensitivity of the resulting patterns of standardized catch rates to using by-catches of other species in the modeling as a proxy for controlling for targeting toward other species. The Group concluded that inclusion of by catch species in the standardization had little effect on the catch rate series, with the possible exception of the Gulf of Mexico index. In general, the resulting catch rate patterns for these data were not sensitive to the error model or form of modeling chosen (e.g. modeling catches or modeling catch rates). In concordance with the recommendations made at the April methodology meeting and since residual pattern examinations did not allow clear choice of the superior method, the Group adopted the Lognormal model of Japanese long line catch rates as the standard for use in the assessments. The Group revisited the previous decision (implemented in 1994) to apply a single Japanese western-Atlantic long line index to the assessment utilizing the age-specific annual proportional catch at age for the Japanese long line fleet as partial selectivity specifications for this index rather than utilizing age-grouped indices and was the case prior to 1994. The decision in 1994 was based on the high degree of similarity in the catch rate patterns (the patterning of peaks and troughs in the time series is consistent across all of the Japanese western Atlantic long line catch rate time series). The degree of similarity observed is not expected if the age separated indices were indicating different relative year class strengths progressing through time. The age-separated indices were again compared via correlation analysis and visual inspection of the time series, each scaled to its respective series mean. Based on this comparison, the Group again adopted the convention of utilizing a single index from the Japanese long line data. SCRS/96/114 also provided analyses of catch rate patterns in the central Atlantic region, which the Group noted could be used in evaluations of the effect of assigning catches from this region to either the eastern Atlantic management unit or the western Atlantic management unit. Variability in the Japanese long line index observations was estimated from the resulting GLM model parameter estimates. Estimated variability in these index values could be influenced by the standard cells used in the analysis. Additional research into this aspect of the analysis is **recommended**. **Table 3b and Figure 10** show the catch rate values used in the assessment as well as the estimated variance of the individual mean catch rates.

For the U.S. rod and reel time series for small (ages 1-5 bluefin, SCRS/96/121) and large (ages 8+ bluefin, SCRS/96/120) fish catch rates, the delta-Lognormal approach was adopted by the Group as the standard for this assessment. This choice was guided by results of simulation studies previously provided to the Group which

indicated that this approach showed superior performance relative to a number of other approaches tested for recovering known catch rate patterns in simulated data and since residual pattern examinations did not allow clear choice of the superior method of modeling. In the small fish case, the Group adopted the model which combined the data from the northern and southern fishing areas used in the analysis. Variability in the index was estimated via the delta method as the index is a product of the modeled annual proportion of successful effort and the annual average catch rate of the successful effort. For the small fish index, the Group adopted the model fit to the combined northern and southern area data sets, although the analysis in SCRS/96/121 indicated that year\*area interactions could be an important part of the variability in these data. The authors noted that these interactions could reflect sometimes different relative contributions of different age classes in the fisheries in the northern area and the southern area. Although an area-weighted index might prove to be more appropriate in this case, the effective areas with which to weight the area-specific indices could not be determined without further study. The working group **recommended** that this research be conducted and reported upon for the next assessment. For the large fish index, the working Group also adopted the delta-Lognormal modeling results presented in SCRS/96/120. The Group **recommended** that further evaluation of year interactions in these data be evaluated as the Negative Binomial modeling results indicated that these might be important sources of variability. The Group revisited the 1983 data point in this time series, which is estimated to be a somewhat larger value than subsequent ones. It was pointed out that relatively high catch rates were observed for the previous year, but as has been reported to previous Committees, not available as raw observations for modeling in a catch rate standardization procedure. That the previous year's observations indicated high catch rates as well, lends credibility to the estimated level. The Group also noted that the catch rate pattern in the Canadian tended line index (see below) also indicates that catch rates for large bluefin were declining rapidly during the early 1980's. As in the small fish index case, variability in the large fish index was estimated via the delta method.

An update (1991-1995) of the nominal Canadian tended line aged 13+ fish index (1981-1990) for the Gulf of St. Lawrence used in previous assessments was provided in SCRS/96/68, along with new standardized catch rate series for tended line fisheries in the Hell Hole (1988-95, ages 8-11) and Gulf of St. Lawrence (1984-95, age 13+). It was **recommended** that the nominal (1981-1995) CPUE series for the Gulf of St. Lawrence be used in the base case VPA rather than the standardized versions, since the former includes data from the beginning of the fishery and covers a period of substantial change from 1981-1983. An estimate of variance for this series, which originally had not been computed, was obtained from the mean and standard error values of a new nominal series based on fish /100 hours, presented in SCRS/96/68 (Rev). In past assessments, a series of pre-specified factors were estimated for each year based on the ratio of the numbers at age from Canadian tended line catches for ages 13 and older fish (numbers at age for fish aged 13+14+15+16 and older ) to fish ages 10 and older, to make allowance for the fact that this index applies to age 13+ rather than age 10+ fish. The proportional catch of age 13 and older fish in the age 10+ grouping for the period from 1981 to 1995, respectively are: 0.645, 0.474, 0.445, 0.338, 0.407, 0.396, 0.375, 0.337, 0.329, 0.325, 0.301, 0.372, 0.240, and 0.296. The Group agreed to use the new standardized series for the Hell Hole (1988-95) in sensitivity analysis, should time at the meeting permit. Since this index is taken to represent ages 8-11, pre-specified factors were generated based on the ratio of ages 10+11 to 10+ for 1988 to 1995. Since accurate age-specific catch data for Canadian tended line gear was not available for 1988 and 1989, an average for the 1990 to 1995 values was computed for these years. Values for 1988-1995, respectively are: 0.527, 0.527, 0.390, 0.480, 0.543, 0.520, 0.648 and 0.583.

Document SCRS/96/69 (Rev) derived GLM-standardized indices of abundance for large (age 8+) bluefin tuna from the pelagic long line fishery in the Gulf of Mexico (**Table 3b and Figure 10**). This research updated the information used for this index in the previous assessment to account for additional data. The variable selection criteria used was as in the past. Four different error assumptions (Over dispersed Poisson, negative binomial, delta-Lognormal, and binomial-Lognormal) yielded similar predictions of the relative trends. As for several other series, the Group decided to adopt the delta-Lognormal modeling approach for use in assessment analyses. The Group discussed the pattern resulting from this set of data, which indicated relatively higher catch rates in the early (1987-1991) part of the time series followed by lower catch rates (1992-1995). Although the pattern might be interpreted as resulting from regulatory changes in management of the US long line fishery in the Gulf of Mexico which further restricted the allowable landing limits for bluefin tuna starting in 1992, the analysis conducted was based on catch rates of both landed and discarded fish and was structured to account for operational and gear characteristics provided in fishermen' reports of daily catch and effort which were believed to relate to targeting effort. Although it cannot be demonstrated that the pattern in the catch rates are wholly due to change in abundance (likely with noise), nor can it be demonstrated that the pattern resulted wholly from changes in regulations. The Group decided that the index would be used as a single time series in the base case assessment runs, applied to age 8+ fish. The Group **recommended** that sensitivity of the assessment results to separating the time series in 1992,

also be evaluated, should time available at the meeting allow. It was **recommended** that further evaluation of the effect of possible regulation on the time series be conducted.

At the April Methodology Meeting, the Group discussed the value of incorporating more historical catch rate information into the stock assessment. Previous SCRS reports have also stressed the importance of incorporating information of this type into analysis to provide an improved basis for assessing more historical trends in spawning biomass and recruitment. It was **recommended** that data from the Japanese long line fishery from fishing areas and time periods similar to that described in SCRS/83/64 could be incorporated into the analysis. The Group noted that the information from the Japanese long line fishery in the Gulf of Mexico (one of the data sets described in SCRS/83/64) has already been incorporated into analysis. At the assessment meeting, it was not possible to replicate the analyses conducted in SCRS/83/64, because detailed data from the 1960-1970 Japanese long line fisheries were not immediately available to the Group. It was reported that these detailed data can be accessed and the Group **recommended** that additional analyses of the detailed data be conducted for future assessments. At the meeting, summarized data (5x5 monthly catch and effort) were examined and the preliminary analyses conducted confirmed the general patterns in catch rates for the "Western Large Fish" and "Tropical" regions reported in SCRS/83/64. These analyses were used to estimate the variability in the index values reported in SCRS/83/64, using an effort weighted GLM accounting for area (5x5) and month effects (**Table 3b and Figure 10**). The Group discussed the possibility that the patterns observed may have related to only a portion of the resource and for this reason, might not be as reliable an indicator as time series. It was noted that this feature is more or less common to all of the catch rate time series available for bluefin assessments. The Group decided to consider the historical catch rate patterns in an Age-Structured Production Modeling approach. It was **recommended** that the sensitivity of the ASPM results to inclusion and exclusion of these historical time series in the modeling be evaluated. Based on the reported size distributions for the catches in SCRS/83/64, age range assignments of 5+ (western large fish area) and 10+ (tropical area) were assumed for purposes of assessment analyses.

One CPUE series newly presented to the Group examines the by-catch rates of bluefin off the US east coast by US long line vessels (SCRS/96/117). Catch rate patterns resulting from the near shore fishing area give a somewhat different signal from those resulting from the offshore (Grand Banks) fishing area. This resulted in significant area\*year interactions in the modeling methods applied to these data. Size frequency information from this particular fishery is also somewhat problematic. U.S. regulations prevent U.S. long line vessels from landing more than 1 bluefin tuna of legal size for sale per fishing trip. Thus there appears to be a tendency for the long line vessels operating in the region examined to discard fish. The landings records from these vessels compared to the more limited scientific observer data suggest that the landings records average size is significantly larger than the population from which the landed catch is derived. Use of the landings data to size (and subsequently age) the catches (both landed and discarded) of these vessels would likely result in biased (toward older individuals) estimates of catch at age. The Group noted that significant improvements in this data series could be made if additional size frequency data, representative of the actual catch, rather than only the landed catch could be obtained. The Group considered this time series too provisional to be included in base case assessment runs, but **recommended** examining the sensitivity of the assessment results to the average pattern resulting from the two areas used in analysis assuming the catches to mainly be age 5-7 fish, should time permit.

At the April Methodology Session, it was reported that an updated CPUE series is for large and medium-sized fish taken by a sub-set or commercial troller/handline and harpoon boats operating off Cape Cod and in the Gulf of Maine. This index was available for the 1993 assessment but was not used "because of concerns about the representativeness (sic) of the sample, because of the short time series and because that data (1988-93) could, in principle, be included in the <longer> us rod and reel large fish CPUE series (1983-93)". It was reported to the Group that, unfortunately, it was not possible to provide these data to the meeting.

#### *Added Variance*

Document SCRS/96/63 (Rev.) suggested procedures for standardizing CPUE indices that can take account of process related variability in catch rate time series through the application of a random effects modeling method. Incorporation of this added variability is useful in application of variance weighting approaches in the stock assessment modeling methods **recommended** for bluefin tuna assessments. SCRS/96/63 (Rev) applied the random effects model to the U.S. rod and reel data for both large and small fish and demonstrated that substantial added variability should be accounted for due to year interactions in these data sets. At the April Methods meeting, it was **recommended** that this method be applied to all of the pertinent data sets (all other than the larval index) to estimate appropriate variance for use in variance weighting algorithms proposed for use in bluefin assessment, but it was not possible to apply this methodology to all the pertinent data sets proposed for use in the assessment. It

was also not clear that added variability would necessarily be of the same general magnitude in data sets like the Japanese long line series or other catch rate series used in the assessment. To this end, random effects models were fit to the Japanese Gulf of Mexico and Northwest Atlantic data series at the Working Meeting. Results of these analyses indicated that the added variability attributable to random effects involving year interactions were on the order of 15% (in coefficient of variation terms) for the Japanese long line series and on the order of 25% for the U.S. rod and reel series. Based on these results, the Group decided to incorporate added variability to each of the time series being used in assessment analyses for the purpose of inverse variance weighting procedures. The overall variability (expressed as CV in **Table 3**) was taken as  $\text{SQRT}(\text{CV}_I^2 + \text{CV}_A^2)$ , where  $\text{CV}_I$  is the estimated coefficient of variation in the index value and  $\text{CV}_A$ , the estimated (or assumed) added variability expressed in CV terms taken from the approach described above. For the U.S. rod and reel and Japanese longline series in the western Atlantic, annual estimates of  $\text{CV}_A$  were applied. For the remainder of the catch rate time series, a  $\text{CV}_A$  of 20% was assumed. In the case of the Japanese long line series for the eastern Atlantic and Mediterranean, added variance associated with year interaction effects was not appropriate as the index took year\*area and year\*month interactions into account and was calculated as an area weighted, average across months within years of the time series. In the case of the larval index, this approach was not appropriate, however it was noted that one value (1990) had an unusually low variance (approximately 12% CV). To avoid applying potentially undue weight to this particular index value, the Group decided to assume a CV of 20% for the 1990 larval index value for the purpose of weighting. The Group noted that the method applied was an approximation. It is not apparent that the variances for all the indices are not influenced by the analytical cells to which each is standardized. For future assessments, the Group **recommended** that consistent application of the random effects approach be implemented across the time series used for indexing abundance or that other appropriate methods be applied to incorporate variability resulting from significant year interactions in the standardization procedures applied.

## 9. BIOLOGICAL PARAMETERS

Developments in the biological studies carried out for the Mediterranean during the last few years are given in the "Report of the Third Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group for Large Pelagic Fishes in the Mediterranean", particularly in Table 3 of this report.

Various papers presented at the meeting included data on the biology of bluefin tuna on the western side of the Atlantic. Information contained in the papers refer to the physiological effects of tagging/recovery of bluefin tuna caught off Cape Hatteras, North Carolina (U.S.A.); analysis of dietary items from a tern colony in the Dry Tortugas, in which small-sized bluefin tuna have been identified. Lastly, an aerial survey to count bluefin tunas in New England waters provided biological information on this species.

This year, the Group has presented a Summary Table on the Biology of Bluefin Tuna, which summarized general information on this species in the North Atlantic and Mediterranean as concerns world-wide distribution, environmental conditions that are favorable to bluefin tuna, as well as information on the physiology, habits, reproduction, growth, natural mortality, feeding and genetics of this species (**Table 4**).

## 10. CONVERSION OF CATCH AT SIZE TO CATCH AT AGE

The conversion of catch at size to catch at age was accomplished as had been done in the past. Age slicing based primarily on the growth curve of Turner and Restrepo (SCRS/93/65) for the western management unit and based completely on Cort (SCRS/90/62) for the east. As in previous analyses, the modifications to the calculated divisions between ages were replaced by visually established divisions for ages 1-3 in years when the model based divisions appeared to inadequately separate distinct modal groups presumed to be different year classes. The total catch-at-age estimates are given in **Table 5** for the east Atlantic + Mediterranean and the west Atlantic.

## 11. ASSESSMENTS

### *11.1 Review of assessment papers presented*

Document SCRS/96/111 presented detailed specifications of the code for an age-structured production model (ASPM) written by Punt and held by Geromont. Restrepo briefly presented document SCRS/96/130 which described an extension of Punt's code to allow (in particular) for the computation of fleet-specific fishing mortality rates. This extension was applied to data for the west Atlantic bluefin tuna dating back to 1960.

Document SCRS/96/127 provided detailed specifications of extensions to ADAPT VPA code carried out by Geromont in response to the modifications identified at the April, 1996, Methodology Session. Porch presented SCRS/96/119 which described a catch-at-age model ("CATCH'EM") and applied this to data for the west Atlantic bluefin tuna from 1960. The model is an extension of the ADAPT-IPA approach (SCRS/95/92) which allows for errors and missing data in the catch-at-age matrix -- a feature that is particularly appropriate for extending analyses back to earlier years where these data are of much less reliability.

It was agreed that assessments developed by the meeting would be based on ADAPT VPA and ASPM. Results from CATCH'EM and the approach developed by Cooke might be included for illustrative purposes. The further development of these other approaches was encouraged, for their more extensive use at future meetings.

### *11.2 Input biological parameters*

It was agreed to use the existing bluefin tuna stock boundary for assessment purposes. Growth-curve parameter values were adopted as for the 1994 assessment. These are for the east Atlantic and Mediterranean:  $L_{\infty}=318.85$  cm,  $t_0=-0.97$  and  $k=0.093$ ; for the west Atlantic:  $L_{\infty}=382.0$  cm,  $t_0=-.707$ ,  $k=0.079$ . The age at first sexual maturity was assumed, as in the past, to be 5 years for the east Atlantic and Mediterranean and 8 years for the west Atlantic. Some apprehension was expressed about the differences between east and west, but there were no better alternatives available to the meeting.

### **Natural mortality**

The Group followed the agreement in the Bluefin Tuna Methodology Session (Madrid, April 1996) to continue to use a constant natural mortality rate  $M=0.14$  for the base-case assessment and to perform a sensitivity run with an age-specific vector for  $M$ . It was noted that natural mortality which varies with age is more sensible from a biological viewpoint, but that it remains unclear which age-specific values should be used. For southern bluefin tuna (SBT) some recent estimates of  $M$  for ages 1-4 years were presented from mark-recapture data in CCSBT/SC/96/11; furthermore, estimates of the age structure of the SBT spawning stock (CCSBT/SC/96/10) had identified animals in excess of 35 years of age, suggesting that  $M$  for older fish was more likely to be in the vicinity of 0.1 rather than the  $0.2 \text{ yr}^{-1}$  used previously for this resource. The values for remaining age-classes were inferred from these by the CCSBT Scientific Committee. A study presented last year to the ICCAT Bluefin Tuna Group had indicated a much steeper Z-profile and therefore likely M-profile at young ages (SCRS/95/80). It was agreed, whilst this was not necessarily considered to be an extreme profile, to use the age-specific M-vector (0.49, 0.49, 0.24, 0.24, 0.24, 0.24, 0.20, 0.175, 0.15, 0.125, 0.10) for ages 0-10+, respectively, (this being one of the choices implemented in recent southern bluefin tuna assessments) as a sensitivity test.

It was noted that using an age-specific  $M$  in this sensitivity test by analogy from southern bluefin tuna assessments does not imply that there is now an improved understanding of the real values of natural mortality in north Atlantic bluefin tuna.

It was pointed out that a density dependence effect had been identified for the growth curve from data from the 1960s and the 1980s for southern bluefin tuna. However, north Atlantic bluefin tuna analyses of the tagging data from the 1980s had indicated there is not sufficient information to test for this possibility.

### *11.3 Technical specifications - ADAPT*

The following specifications were adopted for the "base case" ADAPT VPA assessments (in addition to the biological parameter value choices detailed above):

- i) The stock boundary for west and east + Mediterranean assessments was taken to be that agreed by the Commission.
- ii) The catch-at-age in number and the mean weight at age are given in **Tables 6 and 7**, arising out of discussion and decisions under Section 10.
- iii) The period considered commenced in 1970 as a result of consensus about the reliability of the catch-at-age data prior to that time because of low sampling levels.
- iv) The plus group was fixed at age 10+.

- v) The abundance indices, and associated point estimates and variances, for incorporation in the assessments for each side of the Atlantic are listed in **Tables 3a-3b and Table 4**.
- vi) The objective function minimized in the fitting procedure was based upon the squared difference of the logs of observed and predicted indices, weighted by the inverse of an externally determined variance for the data point in question (see Section 8); the variances of that section were transformed to the log scale for this purpose.
- vii) Consistent with previous practice, the assessment for the west treated numbers at ages 3, 5, 7 and 9 for 1996 as estimable parameters, and ages 3, 7 and 9 for east plus Mediterranean.
- viii) The selectivities within each age block for year 1995 were assumed to be "uniform", i.e.,  $F_2=F_3$ ,  $F_4=F_5$ ,  $F_6=F_7$  and  $F_8=F_9$  for the west, and  $F_2=F_3$ ,  $F_4=F_5=F_6=F_7$  and  $F_8=F_9$  for the east plus Mediterranean. This practice was consistent with the approach adopted for the most recent previous assessments (for the west Atlantic in 1994). Also consistent with immediately preceding assessments, the assumptions  $F_1=0.318 F_2$  and  $F_1=0.6 F_2$  for 1995 were maintained for the west and east plus Mediterranean, respectively.
- ix) To compensate for the poor precision with which recent recruitments are estimated by ADAPT, it was intended to incorporate a penalty function involving a fit of spawning stock recruitment data to the Beverton Holt form in the objective function in a manner that also took account of autocorrelation in recruitment. However, it proved not to be possible to perfect the computer code necessary to effect this during the course of the meeting.

#### 11.4 The $F_{10+}/F_9$ ratio for ADAPT

In previous assessments, values for these ratios have been fixed for different blocks of years on the basis of the application of SVPA to catch-at-age data differentiated to ages greater than 10. This approach has, however, been recognized as problematic, and the April, 1996, Methodology Session had identified two alternative approaches for consideration:

- i) estimating these ratios as free parameters within ADAPT; and
- ii) use of IPA (SCRS/95/92).

Some past IPA results for the west Atlantic were inspected, and indicated ratios in excess of 1 for recent years. Drawing inferences from these results was, however, seen as problematic, as inputs and assumptions for that IPA were not totally consistent with those adopted for the current ADAPT assessments.

The Group, therefore, agreed to proceed with estimation of the ratios as free parameters. The ratio for the 1970-73 period was set to 1 for both sides of the Atlantic, noting that the objective functions in both cases provided no information to which to tune this value (Accordingly, ADAPT estimates of plus group numbers and spawning biomass prior to 1974 should not be regarded as particularly reliable.) Further tests of this approach indicated that no more than two such parameters were estimable for either case if reasonable estimation precision was to be achieved. The ratios were thus estimated for the two blocks of years identified in the past, 1974-81 and 1982+ for the west, and 1974-1987 and 1988+ for east plus Mediterranean.

Results for these runs provided markedly different results from assessments conducted in the past, particularly for the west Atlantic. This was essentially as a result of lower ratios being estimated for the most recent block of years compared to the particular fixed values adopted in the past. For the west Atlantic, both values estimated were less than 1.

In view of these differences, it was decided to specify a further run for each side of the Atlantic, using ratios more closely related to those adopted for the 1994 assessments. Given that likelihood ratio tests indicated justification for estimating the ratio for the intermediate block of years even with that for the most recent block fixed, this prescription was followed for this purpose.

### 11.5 ADAPT assessments - results and discussions

Results for these two west Atlantic runs are shown in **Table 6 and Figure 11**. The  $F_{10+}/F_9$  ratios for these runs for the 1974-1981 and 1982+ blocks of years were respectively 0.16 and 0.29 when both were estimated (case 2), and 0.56 and 1.14 when the latter was fixed at that value (as adopted for the 1994 assessment) (case 1). In consequence, estimates of the plus group (10+) abundances for the first of these runs (case 2) were considerably greater, although relative trends over time were similar for the two sets of results (see **Figure 11**).

An updated IPA run presented to the meeting at this time provided ratio estimates for the two blocks of years of 3.63 and 0.63, with other results similar to those of ADAPT case 1.

Considerable discussion ensued about the relative credibility of the two runs, and particularly of  $F_{10+}/F_9$  ratios considerably less than 1. Points made in this discussion were:

- i) Estimating the  $F_{10+}/F_9$  ratio for the 1982+ period rather than fixing it (at 1.14) was supported at a high degree of significance by a likelihood ratio test. It was, however, counter-argued that such a test did not take account of information that had led to the earlier choice of the 1.14 value.
- ii) ADAPT analyses on catch-at-age matrices extended to age 16+ and assuming  $F_{15}=F_{16+}$ , suggested  $F_{10+}/F_9$  ratios in excess of 1. However, it was unclear whether this result was robust to variation of the  $F_{15}=F_{16+}$  assumption.
- iii) Given that 1982 corresponded to the end of the Japanese longline fishery for large fish in the Gulf of Mexico, a decrease (rather than the estimated increase) in the  $F_{10+}/F_9$  ratio was to be expected at that time.
- iv) It was now accepted in SBT assessments that earlier assumptions for that fishery to  $F_{11}=F_{12+}$  were no longer tenable, and that the  $F_{12+}/F_{11}$  ratio was less than 1. Given recent results that SBT live to ages of about 40 years, it was now considered unlikely in that case that  $F_{11}$  would be closely related to  $F_{12+}$  which constituted an average over a very large number of age classes.
- v) There was a surprising number of 9 year old relative to 10+ fish in the catch-at-age matrix, particularly for more recent years. This could well be the result of allocation errors by the cohort slicing method, which might consequentially introduce bias into estimated  $F_{10+}/F_9$  ratios.
- vi) It was asserted that there was no reliable basis to estimate the slope of selectivity with age within the plus group, given only indices of relative abundance without accompanying measures of absolute abundance, and hence that the available data could really determine only trends in abundance and not the overall scale of the population size.
- vii) It was noted that an inappropriate assumption of a dome-shaped rather than logistic-like selectivity function had contributed to the mis-assessment of the northern Canadian cod population.
- viii) A low  $F_{10+}/F_9$  ratio implies a large number of 10+ fish relatively unavailable to the fishery despite intensive and widespread fishing effort -- a situation of perhaps questionable biological and economic realism.

For reasons detailed in section 12.2.a, the Group considered that case 1 should be regarded as the more reliable scenario for the purpose of providing management advice. The ADAPT results from this assessment do nevertheless indicate that there is less certainty about current abundance levels of western Atlantic bluefin in absolute terms than is indicated by the case 1 assessment above.

The results for the two similar runs for the east + Mediterranean are detailed in **Table 7 and Figure 12**. These results assumed the Spanish baitboat CPUE index to be a single homogeneous series, without any split at the time sonar was introduced. This was because assessments results with this series split suggested a decrease rather than the expected increase in catchability at that time -- a feature considered inappropriate. An estimated increase in catchability in the French purse seine index at the time spotter planes were introduced was noted -- this change was in the direction expected, though of a magnitude greater than anticipated. It was noted that the estimate



of the  $F_{10+}/F_9$  ratio changed markedly dependent on whether or not the Spanish baitboat index was treated as one or two series.

### ***11.6 ADAPT assessment sensitivity and precision evaluations***

A number of sensitivity tests were identified during the course of discussions, but shortage of time precluded the implementation of many of these. In particular, it was not practical to determine the effect of transferring catches made from the central area from the east + Mediterranean to the west Atlantic "stock"; Japanese scientists were requested to make catch-at-size information available for these catches as soon as possible to facilitate such computations at a future meeting. Similarly, it was not practical to test for assuming a catch in the Mediterranean over recent years greater than that reported by an amount increasing from 0 in 1986 to 20% of the total reported catch in 1995.

Time constraints also precluded investigation of retrospective patterns and the effect of choice of an age larger than 10 for the plus group. Tests for exclusion of outliers in index series were not pursued following consideration of results presented in **Appendix 4**, which provided no clear evidence of any outliers.

Tests conducted were for:

- i) the age-dependent M schedule (see section 11.2, sensitivity run 1 in **Figure 13**);
- ii) including the series from the Canadian tended line fishing in the Hell Hole and the U.S. longline fishery in the NW Atlantic in the west Atlantic assessment (sensitivity run 7)
- iii) splitting the USLL-GOM CPUE index into two series on the argument that GOM analyses had been unable to fully account for the effect of regulatory changes introduced in 1992 (sensitivity run 8)

Because of time constraints, these tests were conducted only for the west Atlantic runs estimating two  $F_{10+}/F_9$  ratios, as this was considered more likely to show differences because of the greater number of parameters being estimated. However, it was stressed that this choice was for this reason only, and of itself carried no implication in regard to the relative credibility of the two assessments for each side of the Atlantic.

The results of these tests are reflected in **Figure 13** and indicated that the overall relative patterns in the results for age 10+ fish and recruits (age 1) are largely insensitive to these trials. The absolute estimates were found to differ, in particular, estimated numbers of 8+ fish are much less for the age-dependent M schedule than for case 2. The management implications of these sensitivity cases as expressed by projections are not expected to differ substantially from those projections emanating from cases 1 or 2 (see section on Projections).

The Commission had requested that analyses be performed to take account of the effects of mixing between fish on the two sides of the Atlantic, which tag-recapture data have shown must take place to some extent. However, software and time limitations severely restricted the possibilities for conducting such assessments. Only the ADAPT-IPA code had the capability of conducting assessments for a variety of mixing models. This software was therefore used to produce results to illustrate the effects of different levels of mixing on assessments results compared to the case of two independent stocks (no mixing). However, there was insufficient time to develop the no-mixing IPA assessments to have much confidence in their results.

There are different possible models for the manner in which mixing may take place, which have rather different implications for assessments. Two extreme forms are the "no memory" and "with memory" models. "No memory" mixing means that a fish, once having crossed the Atlantic, is no more likely to cross back than any other fish on the side to which it has crossed, while "with memory" mixing involves an enhancement of this probability. To achieve comparable results, the meeting agreed to use ADAPT-IPA for all mixing runs, and to consider the extreme "with memory" case where a fish crossing the Atlantic was more likely (with a probability of 0.9) to return (in the absence of mortality) at the end of that year. Tag-return data suggested the selection of the end of age 2 as the age-at-first mixing. The mixing rate scenarios agreed to be considered, in terms of percentage exchange west-to-east and east-to-west, respectively, were:

- i) (0,0) i.e., no mixing
- ii) (2,1) no memory

- iii) (2,2) no memory
- iv) (7,7) memory
- v) (20,20) memory

Higher mixing rates were employed in the "with memory" models because "no memory" models allow a build up over time of animals that have "crossed sides". Therefore, "with memory" models must be run with greater exchange rates to see effects of similar magnitude to the "no memory" models.

It was noted that there was some weak basis for selection of rates of this order in previous analyses of tag-recapture data, though these analyses were known not to be reliable because of uncertainties about the tagging data, e.g. recapture reporting rates. It was also noted that the two mixing models used here may not reflect the actual movement dynamics of either stock in a realistic manner and considerable concern was expressed over their use in an assessment context. The Group felt that the results to follow should be interpreted with caution, even as concerns the sensitivity analysis.

The estimated abundances of ages 1 and 8+ in the east and west are presented for each of the five mixing scenarios mentioned above in **Figure 14**. The overall recruitment trends in the east were relatively insensitive to the level of mixing in either direction. The estimated trends for the western recruitments were also fairly similar; peaking in 1974 and fluctuating about a much lower level thereafter.

The mixing and "no mixing" IPA estimates for age 8+ bluefin in both the east and west were similar during the 1970's, but diverge thereafter. In the east, the age 8+ estimates with mixing were nearly identical regardless of the level or type (memory vs. no memory) of mixing, all suggesting a sharp increase after 1990. The corresponding estimates without mixing were less dramatic, but also indicate a substantial increase over recent years.

In the west the age 8+ estimates were rather more sensitive to the choice of models and mixing rates, particularly after 1980. The "no mixing" model and memory model with 7% mixing were very similar, but the memory model with 20% mixing rates indicated a much stronger peak in 1980 (reflecting its correspondingly higher prediction of the recruitment in 1974) and generally higher abundances thereafter. The "no memory" models both indicate an increase in the 8+ abundance during the 1990's, reflecting the increasing intrusion of eastern fish expected with the higher eastern abundances. This is in contrast to the more stable trends estimated by the memory and "no mixing" models.

Attention is drawn also to results presented in document SCRS/96/66, a detailed discussion of which is presented in the report of the April 1996 bluefin tuna methodology session. These indicated that even if mixing was taking place, VPA analyses which attempted to take account of this mixing did not generally produce markedly better estimates than VPAs which ignored mixing (i.e. assumed two independent stocks). The Group therefore believe that assessments assuming no mixing should be reasonably robust, provided comparable management approaches are applied to both the western and eastern Atlantic management units.

## Precision

Precision of the base case assessments was estimated by bootstrap procedures. Pseudo data sets for the various abundance indices were generated making use of the assessed variance for each data point so that this exercise was independent of the original fit of the model to the data. In cases where the  $F_{10+}/F_0$  ratio for a period of years was pre-fixed, rather than estimated in the fitting process, the replication procedure specified for such ratios in Appendix BFTW-2 of the report of the 1994 west Atlantic bluefin assessment session was followed. It was noted that this overall approach does not account for all sources of uncertainty as some factors, such as  $M$ , are fixed across replicates. Approaches which attempt also to take account of such further uncertainties could not be implemented during the meeting for reasons of shortage of time. Based on 200 bootstrap trials for the western Atlantic assessments, the estimated coefficient of variation for age 8+ and age 1 stock size estimates in 1995 were approximately 25% and 46%, respectively, for case 1 assessment and approximately 49% and 53%, respectively, for the case 2 assessment. For the eastern Atlantic ADAPT assessments, bootstrapping (200 trials) resulted in estimated coefficients of variability of 30% and 39% for the age 8+ group and recruits (respectively, for the case 1 assessment and for the case of assessment estimating CVs of 68% and 41% for ages 8+ and age 1 fish abundance in 1995. The Group noted that these CVs may underestimate the uncertainty in these estimates.

For both western and eastern assessments, the estimated recruitment for the last three years is considerably less than for the immediately preceding years. For the western assessment, this may reflect a stock-recruit effect, given the estimated downward trend in the spawning biomass. On the other hand, it could be a manifestation of the lesser precision of these estimates as indicated above. It was suggested that these estimates may be biased as a consequence of the procedures used to assign selectivities by reference to partial catches (see Appendix BFTW-2, 1994 Report) in the computations of expected values for abundance indices for small fish in circumstances of regulatory changes, and that this possibility should be investigated further.

### 11.7 Technical specifications for ASPM

Biological inputs to ASPM were the same as those used for the ADAPT assessments.

Estimated landings for the period 1950-1995 for each management unit as currently defined (see section 7.1) were disaggregated by gear type as follows: Longline, rod and reel, purse seine and "other" in the west; longline, trap, purse seine, baitboat and "other" in the east. Some concern was expressed that the allocation of early catches off Brazil to the western management unit for these assessments was questionable. Calculations were conducted taking the plus group to be ages 10+.

The ASPM implementation used (SCRS/96/130) requires that selectivities at age by year be specified for each fishery (gear type). In order to make the results more compatible with those of the ADAPT assessments, these selectivities were based on the two ADAPT runs for each management unit. For this purpose, the fishery specific selectivities were computed from the fishing mortality matrices estimated in ADAPT, multiplied by each fishery's partial catch at age matrix, and divided by the total catch at age matrix. After visual examination of the selectivity patterns, average selectivities were defined for various time periods (Table 8).

The indices of relative abundance used were the same as those used in the ADAPT runs, except that some runs were also made including two historical time series (starting in the 1960s) corresponding to Japanese longline operations in the northwest and tropical western Atlantic (Tables 3a-3b and Table 6). The indices were treated in the same manner as in ADAPT in terms of partial selectivity and weighting.

The following six ASPM runs were made:

<i>Unit</i>	<i>Sel based on Adapt Case</i>	<i>Use early JLL indices</i>	<i>Run name in meeting</i>
West	1	y	Run5 West
West	1	n	Run6 West
West	2	y	Run7 West
West	2	n	Run8 West
East+Med	1	N/A	Run1 East
East+Med	2	N/A	Run2 East

For the west Atlantic runs, it was assumed that the population was at an unexploited equilibrium state in 1950. For the east, it was assumed that the stock sizes in 1950 were at 50% of the unexploited equilibrium levels. In all cases, a deterministic Beverton-Holt stock recruitment relationship was assumed. Time did not permit to conduct further runs to test the sensitivity of the results to these or other assumptions made by the model.

### 11.8 Results of the ASPM analyses

Because there was insufficient time to refine these analyses adequately for the east Atlantic, the Group decided not to base its assessment of population parameters of the eastern management unit on this approach.

Results of the west Atlantic ASPM analyses were consistent with the patterns obtained from ADAPT. Figure 15 shows the median trends in spawning biomass and recruitment estimated from the two most extreme cases of the four ASPM runs considered by the Group, and these are compared with the median ADAPT estimates, in Figure 15-bis. Run 5 used the early longline indices that started in the 1960s, and assumed input selectivities with high F-ratios. Run 8 excluded those two early indices and assumed input selectivities with lower F-ratios, thus

implying that 10+ bluefin tuna have much lower selectivities than younger animals. As expected, run 8 predicted larger spawning biomasses and recruitments throughout the available time series than did run 5 (Figure 15).

In relative terms, the four ASPM runs gave similar appraisals of the current status of the western unit: that the spawning biomass in the 1990s has been around 10% of that corresponding to an MSY historical level, and that the 1990s fishing mortality has been around 3.5 times that which would support MSY levels. MSY estimates varied between about 2,000 and 7,000 MT, depending on the overall selectivity pattern resulting from all fisheries. For the most recent selectivity pattern, these estimates fall in the range 5,000-6,000 MT. It should be noted that MSY depends on the selectivity function assumed. For those computations, the historic selectivities estimated by ADAPT were used.

It was noted that by selecting 10+ as the age for the plus group, the resultant ASPM computations failed to allow for the increased average mass of plus-group fish during periods when the resource was close to its unexploited equilibrium level and these fish of a higher average age than over recent years. There was insufficient time to repeat all the ASPM computations to take this factor into account, but deterministic estimates for a plus group age of 20+ rather than 10+ reflected MSY estimates decreasing and those for MSY level increasing each by about 10%.

Systematic trends in differences between the catch-at-age matrices indexed by the ASPM analyses and that developed from the observed catch-at-length data (see section 7) were noted. In particular, catches-at-age from ASPM were generally higher for the 1975 to 1982 cohorts, and lower for the 1983 to 1990 cohorts. This in turn resulted in ASPM estimates of recruitment compared to those from ADAPT, which were higher for the former and lower for the latter period, and again higher for the 1991 to 1994 cohorts (see Figure 15-bis). Because of these systematic trends, estimates of very recent abundance and trends in recruitment provided by ASPM were considered to be less reliable than those estimated by ADAPT. The ASPM approach was nevertheless regarded as appropriate for estimation of the effective average MSY and the associated biomass levels for the resource over the whole period of the fishery, even though such average estimates may give optimistic and pessimistic impressions of resource productivity during periods of respectively less and more favorable recruitment.

## 12. PROJECTION

### 12.1 Specification of projection procedures

At the 1995 Commission meeting the SCRS was directed to develop separate and distinct recovery options for each of the western and eastern Atlantic bluefin tuna management stocks by calculating a series of annual total allowable catches (TACs) based upon stock projections that are needed to rebuild the respective management stocks to levels that would support MSY within selected recovery periods with a 50% probability and from which intermediate goals could be determined. To that end the Group conducted a series of projections using the results from the available assessment models.

#### a) ADAPT projection procedures

An ad-hoc procedure was used to develop recruitment estimates for projections. Alternative forms might have been explored, if more time were available. These ad-hoc specifications for projection using the ADAPT assessment results in the western Atlantic were adopted using essentially the same procedures as were used in 1994. A stock-recruitment relationship was assumed for this purpose, following inspection of the spawning stock-recruitment plot for the two base case assessments (Fig of S-R data with fitted two-line model). The stock-recruitment fits were also compared to the age-structured production model (ASPM) results. It was noted that the ASPM results imply a period of high recruitment and spawning stock in the 1960's which cannot be shown in the ADAPT results using 1970-1995 data. Conversely, by using the ASPM relationship, at spawning stock levels similar to the present, one would predict higher recruitments than have been experienced in the recent past. Therefore, the ASPM stock-recruitment relationship was rejected in favor of the two-line approach used in 1994 which favors the fitting of the recent stock-recruitment data at the expense of, perhaps, less optimistic projections at higher stock sizes.

The spawner-recruit relationship that was used was: if the spawning biomass was above the level of the 1985-1991 average spawning biomass, then the predicted recruitment was equal to the geometric mean recruitment of one-year-olds over the 1981-1992 period; for biomasses lower than this, recruitment was assumed to decrease

linearly with biomass. For this purpose, spawning stock biomass was defined as 8+ mid-year biomass. Stochastic projections incorporated a log-normal distribution about this relationship, with an assumed CV of 0.4 (which is typical of many fish stocks). This prescription was also used to set recruitment for the years 1993-1995, because these were deemed to not be estimated as reliably in the VPA. Furthermore, selectivity was determined by using the geometric mean of 1991-1993. Additional downward adjustments of the selectivities for the youngest three ages that were implemented in the 1994 meeting were not implemented on this occasion. Further specifications of the formula for calculations of the above factors and of the weight-at-age to be used for future years were given in Appendix BFTW-3 of the 1994 SCRS Report and were continued to be used here. Note that the stochastic projections refitted the stock-recruitment relationship and selectivities for each iteration of the bootstrap assessment results.

The ADAPT methodology does not allow direct estimation of the quantities of MSY and spawning biomass at MSY. Therefore, initially the following procedure was utilized as a surrogate for the spawning biomass at MSY. The equilibrium yield per recruit and spawning biomass per recruit were computed using  $F_{max}$ . Then the surrogate spawning biomass at MSY was defined as the  $SSB/R$  at  $F_{max}$  (fishing mortality at maximum yield per recruit) times the maximum recruitment (the horizontal level of the two-line stock-recruitment relationship). After the projections with this procedure for determining SSB relative to SSB at MSY were completed, the entire method was reevaluated and modifications made (see Section 12.2).

The same procedures were used to specify projections using the ADAPT assessment for the eastern Atlantic as were used for the western Atlantic, except that appropriate changes were made to the values of biological parameters. Given dissimilarities in the stock-recruitment plots between the east and west, this procedure should be evaluated rigorously in future analyses. The spawning stock data from ADAPT and the result stock-recruitment curves are given in **Figure 16**.

#### *b) ASPM projection procedures*

Assessment results from the ASPM for the western Atlantic were used for projections. This model has the property that the quantities of MSY and SSB at MSY can be directly calculated from model parameters. The specifications for selectivity and for variability around the stock-recruitment relationship were the same as used for ADAPT. The projections included two levels of stochasticity: First, they were based on 200 parametric bootstraps, in which the model was re-fitted to pseudo-data sets made by recreating the relative abundance data from their pre-specified lognormal distributions. Second, a variance equating to a 40% CV was added to the future recruitments predicted from the model. However, it was noted that these probably do not account for realistic levels of uncertainty because of the restrictive assumptions made in fitting the ASPM, such as, a deterministic stock-recruitment relationship, exact landings, assumed selectivities, and initial equilibrium conditions.

Initial examination of ASPM assessment results for the eastern Atlantic were preliminary and inconclusive and not explored further in this report. Therefore, no ASPM projections were done for the eastern Atlantic.

#### *c) Projected catches*

All projections assumed the 1996 catch as 30,000 MT and 2,200 MT for the east and west Atlantic, respectively.

There was considerable discussion of the actual catch scenarios to be projected. It was noted that a recovery trajectory implies that the spawning stock recover to target levels (presumably MSY) within the specified time period, given the biological productivity of the stock. However, there would be an infinite number of trajectories which could fulfill these requirements (constant catches over the recovery period, constant fishing mortality over the period, early periods of small catches followed by larger catches and vice versa). The Group was unable to make the selection on scientific grounds alone. Therefore, the Group decided to present a wide array of catch scenarios such that alternative strategies could be interpolated from between those presented.

The catch scenarios used for all projection methods and assessment results were (for the west): a) constant catch scenarios for 25 years starting with 500 MT; another with 1,000 MT; and so on up to 3,000 MT; and b) another set of "split" projections in which there is a constant catch of 500 MT in 1997-2007 followed by an increase of 500 MT to 1,000 MT beginning in 2008; 1,000 MT in 1997-2007 and 1,500 MT beginning in 2008; and so on up to 3,000 MT in 1997-2007, followed by 3,500 MT in 2008.

For the east the same general procedure was used starting with catches of 10,000 MT with increments of 5,000 MT up to 35,000 MT and using split projections in which the early stanza was increased by 5,000 MT starting in 2007 for the duration of the projection.

Additionally, the catch projections were conducted using two base cases relating to the two F-ratio scenarios discussed in the assessment section. Thus, for the west the suite of catch policies were projected using as inputs the ADAPT case 1; ADAPT case 2; ASPM case 1 and ASPM case 2. For the east the suite of catch policies were projected using ADAPT case 1 inputs and ADAPT case 2 inputs.

## *12.2 Projections concerning the Commission's directive relative to MSY*

### *a) Discussion of critical projection assumptions: West*

There was further examination of the procedures and bases used to project stock status. The issues which were examined included the use of Case 2 approaches (those which had low F ratios of ages 10+ to age 9 in the most recent years) and relative merits of the specific approaches used for projecting west status using ADAPT and ASPM model outputs.

Several anomalies were noted when Case 2 assessments were used in projections in the west. First, the F max that was derived from this case would result in SSB's at the point at which recruitment was defined to be declining; thus, it would not be sustainable. Secondly, the large pool of old fish that cannot be maintained with the natural mortality rates that are being utilized. Additionally, the SSB/R at Fmax is abnormally close to the SSB/R at F=0. Put in another way, case 2 implies that there is a pool of very large fish whose reproductivity is very low, which are declining due to natural mortality and which are largely unavailable to the fisheries. It was felt that these factors were biologically unlikely. It was noted previously that the relative trends 1970-1995 of base case 2 were quite similar to base case 1; however, that is not the case in projections. The above points reflect high estimates of 10+ in case 2, which imply low survival ratios for pre-recruits (R/SSB). This in turn implies that the population could not sustain a significant fishery, if any.

There was considerable discussion of the particular ASPM specifications used in the west and how they related to projections and how they compared to ADAPT approaches. It was noted in general that the ASPM approach should be better at defining the parameters of long term parameters of MSY and SSB at MSY than ADAPT approaches; whereas ADAPT approaches should be better at capturing the age structured dynamics particularly in the short term. That is not to say that an ASPM approach could not be structured to address these issues, but in general it does not in its current form. After examination of the recruitment patterns from the specific ADAPT and ASPM applications in the west, it was felt that projections with the ASPM might not appropriately describe the short term year-class changes (next 5-8 years).

The selection of the underlying stock-recruitment curve and its interaction with the most recent spawning biomasses from the respective assessment method are extremely critical to the projections. Indeed, the results of the projections are critically linked to the assumptions of each method. First, the ADAPT-based projections assume that recruitment cannot rise above the levels estimated for the recent past 20 years. Thus, by definition recruitment levels at MSY cannot be higher. Therefore, the MSY target is lower than that which could be achieved if recruitment was higher in the 1960's. Additionally, the effects of the F-ratio assumptions affect where on the stock-recruitment curve the most recent spawning biomass estimates occur, i.e. how closely they are to the threshold at which lower spawning biomasses cause lower recruitment. This, in turn, defines how quickly and to what extent the stock can respond to various catch levels. Conversely, the ASPM approach tends to indicate that recruitment levels in the 1960's were higher than the last 20 years. Therefore, the MSY goal is higher than that generated from ADAPT approaches.

Based on the above considerations the ADAPT case 1 was considered as the base case for further projections, although projections with the alternatives were done.

Nevertheless, the surrogate MSY estimates based upon Fmax from ADAPT in the west were reexamined for the following reasons: the Fmax would produce SSB's which would be very close to current SSB's and very far from the SSB's that occurred in the early 1970's; and the estimated Fmax is above many fishery benchmarks that are used for management. For these reasons the Fmax approach to defining SSB at MSY was not used further for the west projections. Instead it was noted that the ASPM estimates of SSB at MSY were close to the SSB in 1975

as estimated by ADAPT Case 1, and that the ASPM estimated that SSB was close to SSB at MSY in 1975. Additionally, it was noted that the 1975 SSB was used as a standard of comparison in previous years. Therefore, the projections using SSB relative to SSB in 1975 would be a more appropriate surrogate for SSB at MSY.

It should be noted that the two-line stock-recruitment model used for ADAPT projections does not allow for recruitments as high as those that occurred in the early 1970's and in the 1960's. The expectation of SSB recovery would be that the probability of higher recruitments similar to the 1960's would increase. If, in fact, recruitment were to increase in the future due to higher SSB's, then the projections would be somewhat pessimistic. Conversely, if recruitment were not to increase, then there would be only marginal increases in yield resulting from the increases in biomass.

Initial conditions of the stock in 1996 have an important effect on the projections, as well. If recent year classes prove to be near the levels estimated in ADAPT and not as obtained from the substitution method (**Figure 17a**) then the stock size in the immediate future will be lower than that which is projected. Conversely, if selectivity on these ages were to be lower than the average of 1991-93, then stock sizes would be higher than projected.

*b) Results of ADAPT projections: West*

Results of the projections made are shown in **Tables 9 and 10** and **Figure 18**. As requested by the Commission, the numbers in the tables correspond to the median projected SSB as a percentage of the estimated SSB that results in MSY (as measured by the SSB in 1975), for various assumed catch levels.

*c) Results of ASPM projections: West*

ASPM projections were made only for the western management unit.

Results of the projections made are shown in **Tables 11-12** and **Figures 19-20**. As requested by the Commission, the numbers in the tables correspond to the median projected SSB as a percentage of the estimated SSB that results in MSY, for various assumed catch levels.

The comparison of projections made for west Atlantic bluefin among 2 cases each of ASPM and ADAPT models is shown in **Figure 23**.

*d) Results of projections relative to MSY: West*

For the reasons noted above, the ADAPT case 1 projections of SSB relative to 1975 are to be considered the base case for evaluating SSB relative to SSB at MSY. The projections indicate that annual catches of 2500 MT are sustainable, whereas 3000 MT are not. If 2500 MT were to be removed annually, the projections indicate that the SSB at MSY (defined as the 1975 level) would not be reached prior to the year 2016. Lower annual catches increase the projected SSB and the likelihood that the SSB will achieve levels comparable to the 1975 level by the year 2016.

With regard to the Commission's request for recovery options, the base case projections (**Table 9**) indicate that the probability of recovery to MSY level within 10 years is less than 50% even with no catch. The level of annual catch that gives a 50% probability of recovery to MSY level within 20 years is between zero and 500 MT. These results are subject to the caveats discussed above.

*e) Discussion of critical projection assumptions: East*

Issues relating to the estimation of MSY for eastern Atlantic bluefin tuna were addressed for the first time in detail due to the Commission's directive. The sensitivity of the methods have not been as fully explored as for the west. Additionally, the quantifiable variability in the eastern assessment is relatively high. Therefore, the Group had qualitatively less reliance on the eastern projection results.

The estimate of MSY associated with SSB at MSY is about 40,000 MT. It may seem surprising that the stock is estimated to be below the associated MSY spawning biomass level in circumstances where catches from 1950 to 1995 have all been below this estimate of MSY. The reasons for this are two-fold: (1) The MSY estimate of

about 40,000 MT is based on the average recruitment to the fishery from 1981 to 1992; earlier recruitments to the fishery over the 1970s were about 50% lower on average (and hence suggest an effective MSY over that period, given the current selectivity pattern, of only about 20,000 MT); and (2) past high catches of small fish have prevented the stock from achieving its optimum potential for productivity. Since the current spawning stock biomass is estimated to be only 19% of the MSY level, the MSY of 40,000 MT would not be currently sustainable.

Additionally, as with the western projections the stock-recruitment relationship used for the east was critical. The relationship (**Figure 16**) shows that recruitment in the early part of the series was lower at higher biomasses. These data were discounted in selecting the stock-recruitment model. Thus, recent spawning biomasses predict recruitments that are higher than the historical levels. The working group did not investigate whether this was a true occurrence or whether it was a result of the specific model-data interaction.

All the projections are compared in **Figures 21 and 22**.

*f) Results of ADAPT projections: East*

Results of the projections made are shown in **Tables 13 and 14** and **Figures 21 and 22**. As requested by the Commission, the numbers in the tables correspond to the median projected SSB as a percentage of the estimated SSB that results in MSY for various assumed catch levels. (The ASPM application to the eastern Atlantic had not been developed to the level that it could be used to provide an estimate of the SSB that results in MSY. However, it was noted that the reservations as stated in section 12.2a to the use of  $F_{max}$  to provide a surrogate MSY and associated SSB for the western Atlantic did not apply to the case of the east, so that this  $F_{max}$ -based approach was used to provide an estimate of this SSB). These projections indicate, conditional on the model fitted (case 1 or 2), that future catch levels of 30,000 MT, or more, are not sustainable. The projections indicate that catches of 25,000 MT or less could result in stock growth. However, as noted in the tables the range of possible outcomes is quite wide.

Discussion arose as to whether these estimates of current sustainable yield, which are much less than current catch levels and little more than 50% of proxy-MSY estimates corresponding to  $F_{max}$ , were perhaps a consequence of the two-line stock-recruit relationship specified for these projections. Justification for the particular form assumed is not strong. However, reference to Figure BFTE-Figure 14 of the 1994 BFT-E Report indicated that the yield-per-recruit under current fishing mortality levels is only about 50% of that at  $F_{max}$ . Thus the selection of the spawning biomass level at which recruitment starts to decline is not seen to have been a major determinant of these estimates of sustainable catch levels, which seem rather to be almost entirely a consequence of growth overfishing under the present fishing mortality at age schedule.

Another possible source of negative bias has in these estimates of sustainable catch levels is that the maximum recruitment level for the stock-recruitment relationship assumed is the average of estimates for the 1981-1992 period. The latter half of this period shows generally higher recruitment. However, the overall effect of using this higher value for projections would be to increase the estimates of current sustainable yield above by less than 10%, which is much less than the amount by which current catches exceed these estimates.

Projections for case 1 and case 2 were very similar. For consistency with the choice for the west, case 1 (i.e. with the  $F_{10+}/F_9$  ratio for the most recent period fixed to the value used in 1994) was adopted as the base case.

With regard to the Commission's request for recovery options, the base case projections (**Table 13**) indicate that the level of annual catch that gives a 50% probability of recovery to MSY level within 10 years is approximately 10,000 MT. The level of annual catch that gives a 50% probability of recovery to MSY level within 20 years is between 20,000 and 25,000 MT.

The estimate of MSY associated with the SSB at MSY level is about 40,000 MT. It may seem surprising that the stock is estimated to be below the associated MSY spawning biomass level in circumstances where catches from 1950 to 1995 have all been below this estimates of MSY. The reasons for this are two-fold:

- i) The MSY estimate of about 40,000 MT is based on the average recruitment to the fishery from 1981 to 1992; earlier recruitments to the fishery over the 1970s were some 50% lower on average (and hence suggest an effective MSY over that period), given the current selectivity pattern of only about 20,000 MT);



- ii) Past high catches of small fish have prevented the stock from achieving its optimum potential for productivity.

Since the current spawning biomass is estimated to be only 19% of the MSY level, the MSY of 40,000 MT is not currently sustainable.

### 13. STATUS OF THE ENFORCEMENT OF ICCAT BLUEFIN REGULATORY MEASURES

#### *13.1 1975 regulatory measure limiting fishing mortality*

Table 1 and Figure 2 show that the regulatory measures recommended in 1975 prohibiting an increase in fishing mortality beyond recent levels (at that time) has not been enforced at all for the east bluefin (particularly in the Mediterranean Sea). The 1975 catch of east Atlantic bluefin amounted to 21,217 MT while in 1995, the highest historical catch of 39,331 MT was recorded.

#### *13.2 Scientific monitoring quota*

A scientific monitoring quota has been adopted for west Atlantic bluefin catches. In general, this has been observed by Canada, Japan and the U.S.A. There are some catches reported by non-member countries, but those catches remained minor up to 1995. There is also a catch quota established for the newly developed Japanese longline fishery in the central north Atlantic. This quota have been enforced for the 1994 and 1995 fishing seasons.

#### *13.3 Minimum size regulations*

In 1995, a minimum size of 6.4 kg with a 15% tolerance, in weight of fish, was recommended for the entire Atlantic (including the Mediterranean). For the west Atlantic, a 120 cm minimum size with a 15% tolerance, in number, was adopted by ICCAT in 1982, and this was further modified in 1992 to 115 cm with an 8% tolerance. Table 15 provides a summary of the catches estimated below the regulatory size, in terms of number, weight and percentage for the east and west Atlantic and the Mediterranean Sea for 1983 to 1995. For the west Atlantic, the 6.4 kg minimum weight limit is not given, since the 120 cm or 115 cm size limit is more restrictive.

It is obvious that the size regulation is enforced for the west Atlantic fisheries, but not for the east Atlantic or Mediterranean fisheries (percentage of undersized fish varies between 15 and 75% in the east Atlantic and between 13 and 60% in the Mediterranean). In the east Atlantic, over 50% of the bluefin catches reported were below minimum size. Table 16 shows the number and/or weight of undersized fish in the catch, by country, for 1983-1995.

#### *13.4 Prohibition of longline fishing in the Mediterranean Sea in June and July*

This regulation was adopted in 1994 and came into effect in 1995. While the SCRS cannot monitor the observance of this measure by the ICCAT member country fishing boats, it recognized that many longliners flying flags of convenience or without any country identification fished in Mediterranean waters in 1995 and 1996. This was reported in the Report of Third Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group on Stocks of Large Pelagic Fishes in the Mediterranean Sea.

#### *13.5 Catch limit for the Mediterranean Sea*

The Commission recommended in 1994 that bluefin tuna catches in the Mediterranean area should be reduced from the 1993 or 1994 level, whichever is higher, by 25% starting in 1995 and until 1998. As reported in the Report of Third Meeting of the Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group on Stocks of Large Pelagic Fishes in the Mediterranean Sea, the catch in the Mediterranean Sea in 1995 was estimated slightly lower or about the same level as in 1994. However, the reduction recommended by this regulation does not specify the percentage that should apply to each year, and hence the SCRS is unable to evaluate whether or not this regulation is enforced. It is, however, clear that for some countries, the 1995 catch has increased over that of 1994, rather than decreasing.

## 14. RECOMMENDATIONS

The SCRS Bluefin Tuna Stock Assessment Session made the following recommendations:

### a) Statistics

- (i) The Group is gravely concerned about the lack of basic catch and effort statistics for the Mediterranean Sea. In addition, the increase in NEI in 1995 is mainly due to the fact that some fleets land their catches at foreign ports (including ICCAT member country ports). This is the case for major purse seine and longline fisheries. Because, in addition, bluefin tuna catches in the east Atlantic are predominantly from the Mediterranean, it is difficult to conduct stock assessment for the east Atlantic management unit and to give clear advice to the Commission. Countries engaging in purse seine and longline fishing in the Mediterranean Sea must take immediate and effective action, including at least implementing a proper logbook system and size sampling.
- (ii) Detailed catch and effort data from the 1960-1975 Japanese longline fishery in the Atlantic could provide additional information on the relative abundance trends for bluefin during that time. It was reported that these detailed data can be accessed and the Group **recommended** that additional analyses of the detailed data, including size frequency data, be conducted and reported at the next assessment.

### b) Research

- (i) The Group **recommended** that research be conducted to further standardize and extend the Canadian tended line indices for the Hell Hole (ages 8-11), Gulf of St. Lawrence (age 13+) and the U.S. Atlantic longline index series for the next assessment.
- (ii) Since conversion from catch at size to catch at age is performed on a monthly basis, using the von Bertalanffy growth curve, the Group **recommended** that the best equations be identified for taking into account seasonal growth cycles for future assessments.
- (iii) It was **recommended** that the reason(s) for which the IPA and traditional ADAPT approaches can result in widely different estimates of F ratios be investigated. These reasons could possibly include effects due to mis-ageing.
- (iv) The Group **recommended that** a direct ageing study on large fish, especially 10+, should be encouraged as ageing of southern bluefin tuna, a closely related species, using otolith reading, appears promising.
- (v) It was noted that the estimated variability in annual standardized index values from GLM procedures could be influenced by the standard cells used in the analysis. Additional research into this aspect of the analysis is **recommended**.
- (vi) French purse seine data were examined at the meeting. It may be that additional information on age 4 bluefin abundance could be derived from this data. It was **recommended** that the catch rate patterns in the Gulf of Lion purse seine catch and effort series for older age bluefin (e.g. age 4) also be examined for possible use in future assessment analyses.
- (vii) Document SCRS/96/115 presented a GLM analysis of the Spanish Atlantic trap average daily bluefin catch rate information for the period 1982-1995. The analysis was based on catch rates (catch of age 4 or older bluefin per day fishing) from 4 traps and accounted for the effects of months, individual trap, and month\*trap interactions in the analysis. The Group noted that additional improvements in the analysis might be made through the use of environmental data and **recommended** that further research into this topic should be undertaken for the next assessment.
- (viii) Further evaluation of methods to control for regulatory effects, perhaps by limiting the analysis to vessel trips landing at least 2,400 lbs. (ca 1 MT) per trip was **recommended** for the US Gulf of Mexico longline index.

- (ix) For future assessments, the Group **recommended** that consistent application of the random effects approach be implemented across the time series used for indexing abundance or that other appropriate methods be applied to incorporate variability resulting from significant year interactions in the standardization.
- (x) The Group **recommended** that alternative assessment approaches such as IPA and CATCH'EM that allow for errors in the catch at age be developed for more extensive use at future meetings. The Group also **recommended** that the ASPM approach be extended to allow for variability in recruitment and to better model short-term age-structured dynamics. The Group further **recommended** that the ASPM approach also be applied to the East Atlantic, which was not done at this meeting due to time constraints.
- (xi) The Group **recommended** that the procedures used to specify projections be evaluated more rigorously, especially with respect to the choice of stock-recruitment assumptions, and in the light of possible East-West differences in stock-recruitment patterns. The appropriateness of the practice of replacing, for projection purposes, the estimates of recent recruitment in ADAPT assessments with the average for the preceding period should also be evaluated.
- (xii) The Group **recommended** that the sensitivity of assessments to East-West mixing both with memory (overlap model) and without memory (diffusion model) be examined further with the ADAPT and IPA or equivalent frameworks. The remaining sensitivity tests specified in the report of the April 1996 Bluefin Methodology Session that could not be conducted due to time constraints should also be performed.
- (xiii) The Group **recommended** that every effort be made to collect information on mixing rates of bluefin tuna in the entire Atlantic, including the Mediterranean Sea. Tagging activities using conventional tags as well as archival tags should be increased. In addition, the Group **recommended** that every effort be made to increase the reporting rate of recoveries by fishermen.
- (xiv) It is also **recommended** that all studies concerning stock structure and mixing rates of bluefin tuna in the Atlantic be encouraged (micro-constituent analyses, genetic studies, parasite occurrence, etc.).
- (xv) The Group **recommended** that more rigorous and better evaluated procedures for addressing management questions, such as the Commission's 1995 request for long-term recovery plans, be developed. Such procedures should help to reduce the number of *ad hoc* choices presently required for conducting assessments and projections. The evaluation of these procedures should include sensitivity tests to departures from the various assumptions with a view to identifying the most robust approaches.

#### *c) Other recommendations*

- (i) The Group **recommended** that future assessments need not be conducted more frequently than every two years. Noting the difficulties of carrying out full assessments in a single meeting, the Group recommended that consideration be given to separate meetings for finalization of data inputs to assessments, and for consideration of the assessments themselves and their management implications.

### ***Management recommendations***

#### *West Atlantic*

The most recent assessment of western bluefin showed that the 1995 age 8 and older mid-year biomass was about 13% of the 8+ biomass estimated for 1975. In 1995, the Commission requested development of recovery options aimed at achieving a 50% probability of reaching levels which would support MSY in 10, 15 and 20 years. Projections indicate that a catch of 2,500 MT is sustainable, and that the spawning stock will show a net increase over a period of about 20 years to twice the size in 1995. However, the projections indicate that an annual catch of 3000 MT cannot be sustained and that there is a 10% probability of radical reduction by 2004 (assuming it is possible to exert a high enough fishing mortality rate to maintain a constant catch of 3,000 MT as the stock

declines). In order for the spawning stock to recover to the MSY biomass level of 1975 within about 20 years, the projections indicate that the catch must be reduced to about 500 MT.

When making decisions based on these projections, the Commission should be aware that there are many sources of uncertainty (which are discussed in the Detailed Report). In particular, assumptions that have to be made about the relationship between stock and recruitment make long-term projections relative to MSY particularly uncertain. In this case, for those projections that show an increase in spawning stock biomass towards the MSY level, the rate of recovery will probably be more rapid than indicated.

On the basis of the projection analyses, the Group recommended that approximately the current catch level be maintained if the Commission is satisfied with a 50% probability of having slowly increasing 20-year trends in spawning stock size. If the Commission wants to be reasonably sure (i.e., have 90% probability) of at least maintaining the status quo, the catch should be reduced to approximately 2,000 MT. But if the goal is to move more rapidly (i.e., within 20 years) to levels that historically could have produced the MSY, the current catches should be reduced substantially.

### *East Atlantic*

The Group expressed grave concern about the status of east Atlantic bluefin tuna resources in the light of assessment results and the historically highest catches made in 1994 and 1995 (nearly 40,000 MT). Future catch levels of 30,000 MT, or more, are not sustainable. The projections indicate that catches of 25,000 MT or less could result in stock growth. However, **BFT-Figure 10** indicates that the range of possible outcomes is quite large. If the Commission wishes to rebuild the spawning stock to the level of the MSY biomass within about 20 years, the projections indicate that the catches must be reduced to about 20,000 MT. If the time period is to be shorter, the catches must be reduced further (**BFT-Figure 10**). It should be noted that even these results may be optimistic since they assume that future recruitment continues at the average level observed since 1981. This average level is higher than the average level of recruitment before 1981.

Given the unexpectedly large increase in catches in 1994 and 1995, combined with the results of the present analyses, the Group considers that a 35% reduction in catches from the 1994 to 1995 levels (i.e., to about 25,000 MT) is necessary to maintain the stock at the status quo or to allow slow increases in stock size with a 50% probability. If the Commissioners want to be reasonably sure (i.e., have 90% probability), of at least maintaining the status quo, the catch should be reduced to about 15,000 MT.

The Group is concerned about the high catch of small individuals and recommended that every effort be made so that the current measures on the size limit of 6.4 kg be adhered to. The Group reiterated that effective measures be taken to avoid catches of age 0 fish (< 1.8 kg), and not allow any tolerance with respect to the percentage (in number) of age 0 fish in the landings.

It should also be noted that the grave condition of the east Atlantic fishery could adversely affect recovery in the west Atlantic. Mixing models indicate that even a relatively low rate of mixing could be important, although these models are not yet reliable enough to quantify the effect.

## **15. ADOPTION OF REPORT AND CLOSURE**

The Bluefin Group reviewed the report in its entirety at the end of the Genoa meeting. However, due to the lack of time to thoroughly review the results of the analyses, it was decided to delay final adoption until the scientists had time to review these results.

**NOTE BY THE SECRETARIAT:** This Report was further modified and finalized at the 1996 ICCAT SCRS Meeting of the Bluefin Species Group, held at the ICCAT Headquarters in Madrid, Spain (October 26 and 27, 1996).

## APPENDIX 1

## ICCAT SCRS BLUEFIN TUNA STOCK ASSESSMENT SESSION

*(Genoa, Italy - September 12 to 20, 1996)*

## AGENDA

1. Opening
2. Election of Chairman and meeting arrangements
3. Examination of available software
4. Reports of the Bluefin Methodology Session, the BYP Larval Survey Meeting, and the Third Ad Hoc GFCM/ICCAT Joint Working Group Meeting
5. Review of recent new developments in bluefin tuna fisheries
6. Information on trap fisheries requested by the Bluefin Methodology Session
7. Statistics
  - 7.1 Catch
  - 7.2 Nominal CPUE
  - 7.3 Size
  - 7.4 Catch at size
8. CPUE standardization
9. Biological parameters
10. Conversion of catch at size to catch at age
11. Assessments
  - 11.1 Review of assessment papers presented
  - 11.2 Input biological parameters
  - 11.3 Technical specifications - ADAPT
  - 11.4 The  $F_{10}/F_9$  ratio for ADAPT
  - 11.5 ADAPT assessments - results and discussions
  - 11.6 ADAPT assessment sensitivity and precision evaluations
  - 11.7 Technical specifications - ASPM
  - 11.8 Results of the ASPM analyses
12. Projection
  - 12.1 Specification of projection procedures
  - 12.2 Projections concerning the Commission's directive relative to MSY
  - 12.3 Projections relative to 1995
13. Status of enforcement of ICCAT bluefin regulatory measures
  - 13.1 1975 regulatory measures limiting fishing mortality
  - 13.2 Scientific monitoring quota
  - 13.3 Minimum size regulations
  - 13.4 Prohibition of longline fishing in the Mediterranean Sea in June and July
  - 13.5 Catch limit for the Mediterranean Sea
14. Recommendations
15. Adoption of Report and Closure

**ICCAT SCRS BLUEFIN TUNA STOCK ASSESSMENT SESSION**  
(Genoa, Italy - September 12 to 20 1996)

**LIST OF PARTICIPANTS**

**MEMBER COUNTRIES**

**CANADA**

STONE, Heath  
Fisheries & Oceans Canada, Biological Station  
St. Andrews, New Brunswick E0G 2X0  
Tel: (1 506) 529 8854  
Fax: (1 506) 529

**FRANCE**

LABELLE, Marc  
Laboratoire MAERMA - IFREMER  
B. P. 1105  
44311 Nantes Cedex 03  
Tel: (33) 403 74009  
Fax: (33) 403 74075  
Email: mlabelle@ifremer.fr

LIORZOU, Bernard  
Laboratoire de Sète - IFREMER  
1 rue Jean Vilar, 34200 Sète  
Tel: (33) 674 67834  
Fax: (33) 677 47090  
Email: bliorzou@ifremer.fr

**JAPAN**

HIRAMATSU, Kazuhiko  
National Research Institute of Far Seas Fisheries  
5-7-1 Chome Orido  
Shimizu Shizuoka 424  
Tel: 543 36 6014  
Fax: 543 35 9642

MIYABE, Naozumi  
National Research Institute of Far Seas Fisheries  
5-7-1 Chome Orido  
Shimizu Shizuoka 424  
Tel: 543 36 6044  
Fax: 543 35 9642

SUDA, Akira  
Federation of Japan Tuna Fisheries  
Cooperative Associations  
2-3-22 Kudankita, Chiyoda-Ku  
Tokyo 102, JAPON

SUZUKI, Ziro  
National Research Institute of Far Seas Fisheries  
5-7-1 Chome Orido, Shimizu Shizuoka 424  
Tel: 543 36 6000  
Fax: 543 35 9642

TAKEUCHI, Yukio  
National Research Institute of Far Seas Fisheries  
5-7-1 Chome Orido  
Shimizu Shizuoka 424  
Tel: 543 36 6014  
Fax: 543 35 9642

**SPAIN**

CORT, José Luis  
Instituto Español de Oceanografía  
Apartado 240  
39080 Santander  
Tel: (34 42) 275 033  
Fax: (34 42) 275 5072

ORTIZ DE UBINA GUTIERREZ, José María  
Instituto Español de Oceanografía  
Apartado 285  
Fuengirola, Málaga  
Tel: (34 95) 247 6955  
Fax: (34 95) 246 3808

SERNA ERNST, José Miguel  
Instituto Español de Oceanografía  
Apartado 285  
Fuengirola, Málaga  
Tel: (34 95) 247 6955  
Fax: (34 95) 246 3808

**UNITED KINGDOM (BERMUDA)**

BARNES, John A.  
Department of Agriculture & Fisheries  
P. O. Box HM 834  
Hamilton  
Tel: (441) 236 4201  
Fax: (441) 236 7582

**UNITED STATES**

BUTTERWORTH, Douglas Stuart  
Dept. of Mathematics & Applied Mathematics  
University of Cape Town  
Rondebosch 7700, South Africa  
Tel: (27 21) 650 2343  
Fax: (27 21) 650 2334

COOKE, Justin  
Center for Ecosystem Management Studies  
Mooshof  
79297 Winden (Germany)

CRAMER, JEAN  
 NMFS Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149  
 Tel: (1 305) 361 4493

GEROMONT, Helena  
 Dept. of Mathematics & Applied Mathematics  
 University of Cape Town  
 Rondebosch 7700, South Africa  
 Tel: (27 21) 650 2343  
 Fax: (27 21) 650 2334

HESTER, Frank  
 c/o LMR Fisheries Research, Inc.  
 11855 Sorrento Valley Rd., Suite A  
 San Diego, California 92121  
 Tel: (1 619) 792 6515  
 Fax: (1 619) 792 6519

LANKSTER, Kees  
 183 III NL 1054 DT  
 Amsterdam, The Netherlands  
 Tel: (31 20) 612 2843  
 Fax: (31 20) 689 5282  
 Email: klankester@mcimail.com

PORCH, Clay  
 NMFS Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149

POWERS, Joseph  
 NMFS Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149  
 Tel: (1 305) 361 4487  
 Fax: (1 305) 361 4478

RESTREPO, Victor  
 Rosenstiel School of Marine & Atmospheric Studies  
 University of Miami  
 4600 Rickenbacker Causeway  
 Miami, Florida 33149

SCOTT, Gerald P.  
 NMFS Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149

TERCEIRO, Mark  
 Woods Hole Oceanographic Institute  
 Woods Hole, Massachusetts 02543

TURNER, Steve  
 NMFS Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149  
 Tel: (1 305) 361 4482  
 Fax: (1 305) 361 4562

#### **NON-MEMBER COUNTRIES**

##### **ITALY**

DI NATALE, Antonio  
 AQUASTUDIO  
 Via Trapani, 6  
 98121 Messina  
 Tel: (39 9) 346 408  
 Fax: (39 9) 364 560

PALANDRI, Giovanni  
 Istituto di Zoologia  
 Università di Genova  
 Via Balbi, 5 - Genova  
 Tel: (39 10) 209 9461  
 Fax: (39 10) 209 9323

##### **MALTA**

MEILAK, Alex  
 National Aquaculture Centre  
 Ministry for Food, Agriculture & Fisheries  
 Fort St. Lucian, Marsaxlokk BBG06  
 Tel: (356) 658 863  
 Fax: (356) 688 380

##### **OBSERVERS**

##### **INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION (IATTC)**

DERISO, Rick  
 8604 La Jolla Shores Dr.  
 La Jolla, California 92037  
 Tel: (1 619) 546 7020  
 Fax: (1 619) 546 7133

##### **ICCAT SECRETARIAT**

MIYAKE, Peter M.  
 Assistant Executive Secretary

KEBE, Papa  
 Systems Analyst

SEIDITA, Phil M.

**ICCAT SCRS BLUEFIN TUNA STOCK ASSESSMENT SESSION**  
*(Genoa, Italy - September 12 to 20 1996)*

**LIST OF DOCUMENTS**

- SCRS/96/27      Procedures applied to update bluefin tuna catch-at-size data for the 1996 SCRS Bluefin Tuna Stock Assessment Session - ICCAT Secretariat
- SCRS/96/28      *(COM/96/31)* (REV.) Estimates of unreported Atlantic bluefin tuna catches - ICCAT Secretariat
- SCRS/96/62      An examination of alternative methods for projecting stock recovery from virtual population analyses (Draft) - Cooke, J.G.
- SCRS/96/63      (REV.) A procedure for using catch-effort indices in bluefin tuna assessments - Cooke, J.G.
- SCRS/96/68      (REV.) Development of Canadian CPUE indices for bluefin tuna based on commercial catch rates - Stone, H.H., J.M. Porter
- SCRS/96/69      (REV.) Standardized catch rates for large bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. pelagic longline fishery in the Gulf of Mexico and off the Florida east coast - Cramer, J., G.P. Scott
- SCRS/96/111     Age structured production model specifications, September 1996 - Geromont, H.F.
- SCRS/96/112     (SYMP/96/52) Marcado de juveniles de atún rojo (*Thunnus thynnus*) en el Mediterráneo occidental durante el período 1990-95 : fiabilidad y utilidad de los resultados - de la Serna, J.M.
- SCRS/96/113     Proporción de sexos y sex-ratio por clase de talla del atún rojo (*Thunnus thynnus*) capturado por las almadrabas atlánticas españolas durante el período 1992-1995 - de la Serna, J.M., E. Alot, M.P. Rioja
- SCRS/96/114     Updated standardized CPUE of Atlantic bluefin caught by the Japanese longline fishery in the Atlantic - Miyabe, N.
- SCRS/96/115     Standardized bluefin tuna CPUE for Spanish trap - Ortiz de Urbina, J.M., J.M. de la Serna
- SCRS/96/116     Seasonal growth in young bluefin tuna of the Ligurian Sea - Orsi Relini, L., G. Palandri, F. Garibaldi, M. Relini, C. Cima, G. Torchia
- SCRS/96/117     Standardized catch rates for bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. pelagic longline fishery in northwestern Atlantic - Cramer, J., S.C. Turner
- SCRS/96/118     Updated index of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) spawning biomass from Gulf of Mexico ichthyoplankton surveys - Scott, G.P., S.C. Turner
- SCRS/96/119     Catch-at-age analyses of West Atlantic bluefin tuna incorporating data from 1960 to 1994 : preliminary results - Porch, C.E., S.C. Turner
- SCRS/96/120     Standardized catch rates of large bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the rod and reel/handline fishery off the northeast United States in 1983-1995 - Turner, S.C., C.A. Brown



- SCRS/96/121 Standardized catch rates of small bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. rod and reel fishery off Virginia-Rhode Island in 1980-1995 - Turner, S.C., C.A. Brown, H. Huang
- SCRS/96/123 A review of catches of larval bluefin tuna from the Atlantic and Gulf of Mexico - Hester, F.
- SCRS/96/126 Preliminary results on the physiological effects of catch and release on bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught off Cape Hatteras, North Carolina - Skomal, G.B., B.C. Chase
- SCRS/96/127 Extensions to the ADAPT VPA code, September 1996 - Geromont, H.F., D.S. Butterworth
- SCRS/96/128 Pattern analysis of dietary items from a tern colony in the Dry Tortugas - Browder, J.A., R.J. Miller, T.L. Jackson, J.L. Cramer, W.B. Robertson Jr., S. Kelley, W.J. Richards
- SCRS/96/129 Distribution, relative abundance, and behavior of giant bluefin tuna in New England waters : 1995 - Lutcavage, M., J. Goldstein, S. Kraus
- SCRS/96/130 An implementation of the age-structured production model with application to West Atlantic bluefin tuna fisheries - Restrepo, V.R.
- SCRS/96/131 Bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) purse seine fishing in the eastern Adriatic Sea - Ticina, V.
- SCRS/96/132 Résultat de la campagne de pêche du thon rouge de l'année 1995 : production et composition démographique - Srour, A., F. Wahbi
- SCRS/96/133 Collection of tuna data catches by trap-nets in Sardinia : historical (1825-1980) and recent catches (1992-1995) - Addis, P., A. Cau, M.A. Davini, E. Secci, G. Scibaldi
- SCRS/96/134 Analysis of the 1970-95 bluefin sale records from French seiner catches in the Mediterranean - Labelle, M., T. Hoch, B. Liorzou

***Documents available for consultation :***

- CCSBT/96/10 Preliminary estimates of the age structure of the SBT spawning stock - Gunn, J.S., T.L.O. Davis, J.H. Farley, N.P. Clear, K.A. Haskard
- CCSBT/96/11 Estimation of natural and fishing mortality for juvenile southern bluefin tuna based on multi-year tagging of cohorts - Polacheck, T., W. Hearn, C. Miller, W. Whitelaw, C. Stanley

**ICCAT SCRS BLUEFIN TUNA STOCK ASSESSMENT SESSION**  
(Genoa, Italy - September 12 to 20, 1996)

**OUTLIERS**

The two base case ADAPT results for the east and west Atlantic were examined with respect to potential outliers in the residuals between observed and predicted abundance indices. The relevant information is summarized in Tables 6 and 7.

In the case of the west Atlantic, the total of squared residuals was not higher than expected and there were no single scaled residuals greater than 2.5 in absolute value. In the case of the east Atlantic, there were four scaled residuals greater than 2.5 in absolute value. These all belonged to the French purse seine series. There were not large residuals in other series.

Examination of the French purse seine series revealed that the large residuals were probably not indicative of individual aberrant points, but reflected a departure of the distribution of the series as a whole from the log-normal distribution. Several points are close to zero, suggesting that it may not be appropriate to treat this index as log-normally distributed for use in ADAPT, but there is little basis for excluding individual points as outliers.

	<i># of series</i>	<i># of points</i>	<i>Total squared scaled residuals</i>	<i># of residuals &gt;  2.5 </i>
Case 12 West	7	96	90.25	none
Case 13 West	7	96	76.21	none
Case 4 East	5	87	89.4	4
Case 5 East	5	87	87.5	4
Case 4 East (excl. French PS)	3	58	29.4	none
Case 5 East (excl. French PS)	3	58	21.8	none

**RAPPORT**  
**DE LA SESSION SCRS D'ÉVALUATION DU STOCK DE THON ROUGE**  
*Gênes, Italie, 12-20 septembre 1996*  
 (SCRS/96/26)

**THON ROUGE -- RAPPORT DÉTAILLÉ**

**1. Ouverture**

La Session d'évaluation du stock de thon rouge a eu lieu à l'Aquarium de Gênes (sur son invitation), et a été organisée par le D<sup>r</sup> di Natale. Cette session était précédée par la 3<sup>ème</sup> Réunion du Groupe de Travail *ad hoc* CGPM-ICCAT sur les Stocks de Grands Pélagiques de la Méditerranée, qui a eu lieu au même endroit du 9 au 11 septembre.

La séance a été ouverte par le D<sup>r</sup> Suzuki, Président du SCRS. Il a remercié le D<sup>r</sup> Costa, Directeur de l'Aquarium de Gênes et hôte de cette réunion. Il a félicité le D<sup>r</sup> di Natale pour ses qualités d'organisateur. Le D<sup>r</sup> Suzuki a également remercié l'Agence Provinciale du Tourisme, le Conseil du Tourisme de la Région de Ligurie, l'entreprise *Tormena Industrie Grafiche*, la province de Gênes et l'Aquastudio, pour leur participation financière et la mise à disposition des participants d'infrastructures de qualité et de matériel, ainsi que pour leur hospitalité. Le D<sup>r</sup> Suzuki a remercié en particulier la Commission des Communautés Européennes qui a permis la tenue de cette réunion et qui a financé le séjour de deux membres du Secrétariat.

**2. Election du Président et organisation de la Réunion**

Le D<sup>r</sup> Suzuki a été désigné pour présider cette réunion. Le rapport des différents points de l'Ordre du Jour a été confié à des scientifiques (liste ci-dessous). Le D<sup>r</sup> Suzuki a suggéré que les rapporteurs dirigent les débats des points de l'Ordre du Jour qui leur ont été assignés et a demandé au D<sup>r</sup> Powers de présenter le rapport complet de cette réunion à la Séance Plénière du SCRS de 1996. Cette procédure a été acceptée par les participants.

Liste des Rapporteurs (par point de l'Ordre du Jour)

3. D. Butterworth
4. Z. Suzuki
5. J.L. Cort (assisté de B. Liorzou)
6. B. Liorzou
7. P.M. Miyake
8. G. Scott
9. B. Liorzou (assisté de J.L. Cort)
10. S. Turner
11. D. Butterworth (assisté de K. Lankester et V. Restrepo)
12. J. Powers
13. P.M. Miyake
14. Z. Suzuki
15. Z. Suzuki
16. P.M. Miyake

L'Ordre du Jour provisoire, diffusé avant la session, a été adopté avec de légères modifications et étant entendu que les sous-sections des Points 11 et 12 seraient considérées avec une certaine flexibilité. L'Ordre du Jour tel qu'il a été adopté, est présenté en **Appendice 1**.

Tous les participants se sont présentés. La liste des Participants se trouve en **Appendice 2**. On trouvera la liste des documents présentés en **Appendice 3**.

### 3. Examen des logiciels disponibles

#### 3.1 *Evaluations*

##### Modèle de production structuré par âge

Le document SCRS/96/111 présente les caractéristiques du logiciel élaboré par le D<sup>r</sup> Punt et auquel le D<sup>r</sup> Geromont a ajouté un modèle de production structuré par âge. Ce logiciel a été développé par le D<sup>r</sup> Punt à partir de celui qui avait été utilisé lors de l'évaluation du thon rouge en 1994.

Le document SCRS/96/130 décrit le logiciel auquel le D<sup>r</sup> Restrepo a ajouté un modèle similaire de production structuré par âge. Il s'agit d'un logiciel très semblable à celui qui est décrit ci-dessus, avec toutefois un certain nombre de caractéristiques supplémentaires : il permet notamment de disposer de schémas de sélectivité spécifique par engin qui varient d'une année sur l'autre, d'estimer plutôt que d'introduire certains vecteurs de sélectivité par âge, et d'estimer une biomasse initiale différente du niveau d'équilibre de pré-exploitation.

##### Méthodes utilisant des données de prise par âge

Le D<sup>r</sup> Geromont a développé le logiciel de VPA par ADAPT de Punt (lui-même inspiré du programme STAATS de Powers) qui avait été élaboré au cours de la réunion d'évaluation du thon rouge de 1994, avec l'ensemble des évolutions identifiées lors de la Session de Méthodologie d'avril 1996, à l'exception de la distribution des incertitudes concernant certaines quantités et des covariances de l'indice en termes de pondération dans la fonction objective (SCRS/96/127). Le logiciel FADAPT de Restrepo était également disponible et s'est avéré capable de reproduire les résultats de l'évaluation de 1994.

Le D<sup>r</sup> Porch a également développé le logiciel ADAPT VPA et y a incorporé toutes les évolutions identifiées en avril 1996, à l'exception des contraintes de réduction de l'effet des schémas rétrospectifs, de la sélectivité de l'année terminale à partir de la moyenne des trois dernières années, de la possibilité de covariances d'indice et d'une fonction de pénalisation tenant compte du rapport stock-recrutement.

En outre, le D<sup>r</sup> Porch a développé le logiciel pour y installer le logiciel ADAPT IPA (SCRS/95/92) et une extension de celui-ci (CATCH'EM) qui permet d'inclure les erreurs et les données manquantes dans la matrice de prise par âge. Ce premier logiciel a permis de réaliser des analyses avec des taux de mélange comme données d'entrée dans une évaluation de deux stocks ; les développements visant à estimer ces taux à partir des données de marquage-recapture n'ont pas encore été totalement vérifiés.

##### Remarques générales

Le D<sup>r</sup> Cooke a ajouté qu'il avait développé un logiciel pouvant influencer la plupart des options d'évaluation requises lors de la Session de Méthodologie d'avril 1996.

Un sous-groupe a été constitué sous la direction du D<sup>r</sup> Butterworth pour vérifier que les jeux de logiciels supposés algébriquement équivalents donnent des résultats numériques identiques lorsque l'on y introduit les mêmes données d'entrée. On a obtenu des résultats satisfaisants pour les logiciels ADAPT et ASPM.

Un logiciel de projection a été développé par Porch avec les résultats d'ADAPT. Celui-ci pourrait affecter la méthodologie de projection appliquée à l'évaluation du thon rouge de l'Atlantique Ouest de 1994. Le logiciel ASPM de Restrepo contient des options pour calculer des projections.

#### 3.2 *Standardisation de la CPUE*

Les scientifiques américains et japonais disposaient de collections flexibles capables de produire une grande variété de modèles linéaires généralisés (GLM) et d'associer les structures d'erreurs pour procéder à une nouvelle analyse des

données disponibles pendant la réunion. On a confirmé que les données de CPUE canadiennes, japonaises et américaines étaient disponibles pour une nouvelle analyse, si nécessaire.

Le D<sup>r</sup> Labelle disposait d'un logiciel capable d'appliquer le modèle Richards/Schnute aux données des senneurs français.

Le D<sup>r</sup> Cooke disposait d'un logiciel capable de tenir compte des effets aléatoires du Modèle Linéaire Généralisé décrits dans le document SCRS/96/63 (révisé).

#### **4. Rapports de la Session sur la Méthodologie du Thon rouge, de la Réunion sur la prospection larvaire du Programme Année Thon rouge (BYP) et de la Réunion du Groupe de Travail *ad hoc* CGPM-ICCAT**

Les résultats des réunions citées ci-dessus ont été exposés par les présidents respectifs de chaque groupe. Ces rapports sont disponibles sous les références SCRS/96/14, SCRS/96/15 et SCRS/96/22, respectivement.

##### **4.1 *Session sur la méthodologie du thon rouge***

Le D<sup>r</sup> Butterworth, Président de la Session sur la Méthodologie du thon rouge (Madrid, Espagne, 16-19 avril 1996) a résumé la réunion et rappelé brièvement plusieurs recommandations importantes qui ont été formulées durant la session pour préparer la session d'évaluation du stock de thon rouge du SCRS. Il avait notamment été recommandé de réaliser des recherches sur de meilleures estimations de la variabilité dans la CPUE standardisée, sur les variables destinées à la standardisation et sur l'hypothèse la plus appropriée de la structure de l'erreur pour la standardisation de la CPUE. En ce qui concerne les modèles d'évaluation, plusieurs analyses de sensibilité ont été suggérées, notamment l'emploi de modèles de mélange, le déplacement des frontières de stocks, et la réalisation de passages tenant compte des taux de mortalité naturelle par âge. Les participants à la session sur la méthodologie ont également parlé des critères d'ajustement, de la variance dans les VPA/IPA, des points hors tendance et des analyses rétrospectives. Un consensus a été trouvé sur chacun de ces thèmes. Après cet exposé, un des membres du groupe a fait remarquer que l'approche stochastique constituait l'un des points les plus importants des projections.

##### **4.2 *Réunion sur la prospection larvaire dans le cadre du Programme Année Thon Rouge (BYP)***

Au nom des coordinateurs du BYP, qui n'ont pu participer à cette réunion, le D<sup>r</sup> Suzuki, Président du SCRS, a résumé brièvement la Réunion sur la prospection larvaire du BYP (Fano, Italie, 23-25 avril 1996). L'objectif de cette réunion était d'analyser les données et d'examiner les résultats obtenus de la prospection larvaire internationale de 1994. Après avoir examiné les activités nationales réalisées dans le cadre du BYP, la présence de larves a été relevée dans un large périmètre de l'ensemble de la Méditerranée avec un caractère très marqué de saisonnalité et des variations annuelles. Deux groupes de travail ont été constitués au cours de la réunion : un groupe d'identification larvaire, qui a conclu que les larves de *Thunnus* provenant de différents pays avaient été identifiées correctement, à quelques exceptions près ; et un groupe sur la standardisation de l'efficacité de l'échantillonnage, qui n'a pu réaliser aucune analyse statistique faute d'expertise dans le cas de certains pays. Le Groupe a **recommandé** l'usage de procédures, d'équipement et de registres communs aux différents pays qui participent à la prospection larvaire, ainsi que la réalisation de prospections supplémentaires dans des zones potentielles de frai du thon rouge.

##### **4.3 *Troisième réunion du Groupe de travail *ad hoc* CGPM-ICCAT sur les stocks de grands pélagiques de la Méditerranée***

Le rapport de cette réunion a été présenté par son Président, le D<sup>r</sup> di Natale. Il a rappelé que les captures de thon rouge avaient augmenté très rapidement en Méditerranée en raison de l'augmentation de l'effort de pêche sur cette espèce et probablement également en raison de facteurs liés à l'environnement. Outre l'absence d'informations biologiques sur cette espèce en Méditerranée, l'augmentation récente du nombre de bateaux battant pavillon de complaisance et de bateaux pirates dans cette région est extrêmement inquiétante. On a également noté qu'un grand

nombre de mesures réglementaires adoptées par l'ICCAT, le CGPM et l'Union Européenne étaient rarement mises en place, en partie en raison du caractère multispécifique des pêcheries méditerranéennes et de la diversité des engins utilisés. Ce problème doit être résolu et faire l'objet d'une attention particulière au moment de formuler les recommandations lors des réunions.

## 5. Évolution récente des pêcheries de thon rouge

### 5.1 Description générale des pêcheries de l'Atlantique

Le thon rouge de l'Atlantique est pêché au large des côtes Est et Ouest de l'Océan Atlantique et de la Méditerranée. Depuis quelque temps, un nombre croissant de pays pêchent cette espèce en Méditerranée et utilisent différents engins. Toutefois, les engins les plus utilisés restent la palangre et la senne. Cette augmentation de l'effort a été provoquée par la forte demande de poisson frais sur le marché japonais. Dans l'Atlantique Ouest, les captures déclarées sont moins nombreuses et les prises les plus importantes sont réalisées à la canne-moulinet. La taille du poisson capturé varie selon l'engin utilisé, la saison et la zone de pêche.

Le SCRS a réalisé ses évaluations du stock de thon rouge de l'Atlantique à partir d'une hypothèse de deux stocks comportant un volume de mélange limité entre les deux stocks. Une délimitation à 45° de longitude Ouest dans l'hémisphère Nord et à 25° de longitude Ouest dans l'hémisphère Sud a été adoptée pour les besoins de la gestion (**Figure 1**).

La diversité des engins et des pays qui pêchent le thon rouge ne facilite pas l'actualisation des statistiques de débarquement, en particulier dans le cas de l'Atlantique Est et plus encore dans celui de la Méditerranée. Lorsque les captures n'ont pas été déclarées ou que les données n'ont pas été transmises dans les délais pour les évaluations, certaines données de capture de 1995 ont été utilisées, notamment les estimations provisoires des scientifiques, les débarquements déclarés l'année précédente, ou les informations obtenues à partir du Programme de Document Statistique ICCAT Thon Rouge. Depuis la mise en place de ce programme, les données d'importation sur le marché japonais sont plus précises et ont permis de démontrer que certaines statistiques nationales étaient sous-déclarées, ou de prouver des débarquements réalisés par des bateaux battant pavillon de complaisance ou par des bateaux non identifiés. Il reste encore à déterminer l'origine véritable du poisson capturé, ainsi que le facteur de conversion du produit importé, et à identifier les espèces dans les données commerciales. Lorsque les données de capture n'étaient pas bien définies, le SCRS a tenu compte des nouvelles informations (dûment validées) et des anciennes séries.

En 1995, la prise totale dans l'Atlantique entier et la Méditerranée s'élève à 41800 TM, soit une augmentation de 3% (ou 1000 TM) par rapport à 1994 (**Tableau 1 et Figures 2 et 3-5**). Il s'agit du niveau le plus élevé depuis 1950. Cette augmentation est particulièrement importante dans le cas des palangriers japonais qui pêchent dans l'Atlantique Est (+ 60% en 1995 par rapport à la moyenne des cinq dernières années). Les canneurs espagnols et français actifs dans le Golfe de Gascogne ont réalisé de bonnes captures (+ 41% par rapport à la moyenne des cinq années précédentes). Les captures de l'Atlantique Est sont ainsi passées de 5900 TM en 1990 à 9700 TM en 1995. En Méditerranée, la prise a atteint un maximum en 1994 (31400 TM) et a été estimée à 29600 TM en 1995. Les captures des senneurs français et espagnols restent importantes. Depuis l'entrée en vigueur de la limite de capture dans l'Atlantique Est (1982), les prises se sont stabilisées et le chiffre de 1995 (2400 TM) correspond à la moyenne des cinq dernières années.

La distribution annuelle des pêcheries palangrières et de surface (confondues) entre 1950 et 1994, par décennie et par trimestre est indiquée dans les **Figures 6, 7 et 8** respectivement.

Afin d'étudier la possibilité d'un mélange entre les stocks Est et Ouest, le Groupe a décidé d'effectuer une évaluation conjointe de ces deux stocks.

#### a) Description des pêcheries de l'Atlantique Ouest (**Tableau 1, Figure 3**)

Le total des débarquements pour l'année 1995 dans l'Atlantique Ouest s'élève à 2285 TM (auxquelles il faut ajouter 141 TM de rejets), ce qui représente une augmentation de 256 TM par rapport à 1994 et qui correspond strictement

au quota imposé à ces pêcheries. L'augmentation des prises déclarées est due à une légère hausse des captures canadiennes et américaines à la canne-moulinet.

On trouvera le détail des dernières évolutions des pêcheries de thon rouge de l'Atlantique dans les rapports présentés par les différents pays, qui sont reproduits à la suite de la section consacrée à la "Description des pêcheries" de ce rapport.

#### b) Description des pêcheries de l'Atlantique Est

##### - Atlantique Est (Tableau 1, Figure 4)

Le total des débarquements déclarés en 1995 pour l'Atlantique Est s'élève à 9749 TM. Le thon rouge est capturé par les canneurs (31%), les palangriers (45%) et les madragues (12%). Les 12% restants comprennent les captures du Maroc, les prises réalisées à l'aide de filets pélagiques ou par des chaluts pélagiques en paire, ainsi que les captures non déclarées. L'augmentation de 52% par rapport à 1994 des prises des canneurs (3055 TM) dans le Golfe de Gascogne en 1995 s'explique par l'augmentation de l'effort (la saison de pêche a duré plus longtemps en raison de conditions météorologiques favorables en automne). Les captures réalisées par les madragues espagnoles et marocaines (1364 TM) ont diminué de 43% par rapport à 1994 pour un nombre constant de madragues. Les captures des palangriers - principalement japonais - ont augmenté de 109% (4373 TM) par rapport à 1994 en raison des captures réalisées en automne dans de nouvelles zones de pêche situées au Sud de l'Islande.

##### - Méditerranée (Tableau 1, Figure 5)

En Méditerranée, le nombre de pays qui pêchent le thon rouge a augmenté. La plupart de ces pays ne sont pas membres de l'ICCAT mais sont membres du CGPM. Il est indispensable, si l'on veut réaliser une évaluation fiable du stock de l'Atlantique Est, de connaître les prises, la composition par taille et l'effort de pêche. Les deux consultations CGPM-ICCAT (Bari, Italie, 1990 et Héraklion, Crète, 1992) et la réunion du Groupe de Travail *ad hoc* CGPM-ICCAT consacrée au thon rouge (Malaga, Espagne, 1994) ont permis d'apporter des améliorations considérables aux données de captures historiques et actuelles. La Troisième Réunion du Groupe de Travail *ad hoc* CGPM-ICCAT a également été organisée à Gênes, juste avant la Session d'évaluation du stock de thon rouge par le SCRS en 1996, afin de s'assurer de la participation aux deux réunions de scientifiques ayant une connaissance approfondie des pêcheries de thon rouge de la Méditerranée. On a fait remarquer que peu de nouvelles données avaient été présentées et que peu de scientifiques étaient restés pour participer au travail d'évaluation du stock (voir le Rapport de la Troisième Réunion du Groupe de Travail *ad hoc* CGPM-ICCAT sur les Grands Pélagiques de la Méditerranée).

En 1995, les captures réalisées en Méditerranée atteignent 29582 TM, ce qui représente une diminution de 6% par rapport aux prises de 1994. En 1995, les captures des senneurs français, italiens, espagnols, turques et croates (14838 TM) représentaient 60% des débarquements. Ce total représente une diminution de 31% par rapport aux années précédentes. Les prises déclarées officiellement par les senneurs français ont diminué, mais le Groupe a noté qu'une partie des débarquements réalisés en Espagne et destinés au Japon n'avaient probablement pas été pris en compte dans les statistiques officielles. Ces captures ont été enregistrées dans la catégorie NEI (*Nowhere Else Included*/non répertoriées dans une autre catégorie). Le problème est identique pour les palangriers en raison du nombre croissant de bateaux qui pêchent en Méditerranée avec ou sans pavillon. A cause de cette forte augmentation de l'effort, les captures déclarées par les palangriers en Méditerranée s'élèvent à 8452 TM, soit 29% du total des captures, et ont augmenté de 25% entre 1994 et 1995.

Les captures à la madrague ne représentent que 1% du total des captures. Les prises réalisées à la ligne à main ou à l'aide d'autres engins non classés représentent environ 10% du total des prises en Méditerranée.

## 5.2 Évolution récente des pêcheries nationales

On trouvera ci-dessous un résumé des dernières évolutions des pêcheries nationales qui capturent le thon rouge de l'Atlantique. En ce qui concerne la pêche en Méditerranée, on consultera le paragraphe 5 du rapport de la troisième

réunion du Groupe de Travail *ad hoc* CGPM-ICCAT sur les grands pélagiques de la Méditerranée (Gênes, Italie, 9-11 septembre 1996).

### **Canada**

En 1995, les débarquements nominaux de thon rouge de l'Atlantique par le Canada s'élèvent à 576 TM. Depuis 1988, la principale pêcherie est celle à la ligne à main qui est active dans le Hell Hole au large du Sud-Ouest de la Nouvelle-Ecosse. Toutefois, en 1995, elle ne représentait plus que 37% du total des débarquements canadiens. La CPUE nominale est relativement stable ces dernières années bien qu'elle se situe à un niveau plus bas qu'en 1988 (SCRS/96/68) lorsque cette pêcherie a commencé à se développer. En 1995, 30% des prises canadiennes provenaient du Golfe du Saint Laurent, ce qui représente une augmentation importante dans cette région. Bien que la CPUE nominale ait légèrement diminué en 1995 par rapport à 1994, elle reste bien en-deçà de la CPUE observée au début des années quatre-vingt (SCRS/96/68). L'augmentation des captures dans le Golfe du Saint Laurent, où sont pêchés principalement des thons géants, signifie que la prise canadienne par taille contient des poissons beaucoup plus âgés en 1995. En 1994 et 1995, on a observé une résurgence des poissons dans les madragues de la Baie de Sainte Marguerite, après une absence d'environ 15 ans. Les débarquements de la pêcherie à la ligne à main au large de Terre Neuve ont continué à diminuer, principalement en raison de la baisse de l'effort dans cette zone de pêche et d'une présence moins importante dans les zones de pêche situées plus au large.

### **France**

La France pêche le thon rouge dans le Golfe de Gascogne avec trois types d'engins : huit canneurs, qui ont capturé 181 TM ; 51 fileyeurs, qui ont pêché 144 TM de thon rouge (dans ce cas, le thon rouge est une capture accessoire de la pêche au germon) et 30 chaluts pélagiques en paire, qui ont pêché 400 TM.

### **Japon**

Les captures de thon rouge par les palangriers japonais dans l'Atlantique Ouest, l'Atlantique Est et la mer Méditerranée s'élèvent respectivement à 387 TM, 3971 TM et 813 TM. Depuis 1994, la pêche a également lieu entre fin septembre et début novembre dans une nouvelle zone de pêche située au Sud de l'Islande (50-60° Nord, 15-30° Ouest). C'est la raison pour laquelle les captures de l'Atlantique Est ont augmenté considérablement. En Méditerranée, les prises de thon rouge ont également augmenté, alors que dans l'Atlantique Ouest, elles ont diminué par rapport à l'année 1994. Dans l'Atlantique Ouest, on a également observé un déplacement vers l'Est des zones de pêche au cours des dernières années. Le reste de la pêche est relativement stable depuis quelques années. Dans l'Atlantique Ouest et la Méditerranée, la pêcherie est réglementée par des mesures nationales strictes. Le nombre de bateaux autorisés à pêcher est limité et les captures sont contrôlées quotidiennement par radio et par des patrouilleurs chargés de surveiller les activités de la flottille.

### **Espagne**

La pêche au thon rouge a lieu dans deux zones : le Golfe de Gascogne (flottille stable de 20 à 25 bateaux) et le Déroit de Gibraltar (quatre madragues).

En 1995, les captures ont atteint 2874 TM dans le Golfe de Gascogne, ce qui représente une augmentation par rapport à l'année précédente. L'effort de pêche a augmenté de 15% par rapport à la moyenne des cinq dernières années, notamment parce que la saison de pêche a été plus longue en raison de conditions climatiques favorables en automne. Les quatre madragues espagnoles ont capturé 941 TM de thon rouge en 1995, soit 17% de moins qu'en 1994.

### **Royaume-Uni (Bermudes)**

Le Délégué des Bermudes ne disposait pas de données actualisées sur les dernières évolutions de la pêcherie de thon



rouge du Royaume-Uni et de ses territoires. Dans le cas précis des Bermudes, il a signalé qu'il n'y avait eu aucune évolution et que le statu-quo était maintenu.

## Etats-Unis

Les débarquements et les rejets estimés de thon rouge dans le Golfe du Mexique étaient inférieurs en 1994 et 1995 à ceux des années précédentes. Cette situation s'explique par (1) la mise en place de mesures réglementaires visant à empêcher que l'effort de pêche ne porte sur des zones de frai du thon rouge et (2) une diminution de l'effort de pêche à l'albacore dans le Golfe du Mexique.

En 1995, le nombre de rejets de thon rouge par les palangriers américains actifs au large de la côte Nord-Est des Etats-Unis a augmenté par rapport aux années précédentes.

On ne dispose d'aucune estimation des captures réalisées en 1995 par la pêcherie active au large de la Caroline du Nord et dont le taux de capture est habituellement très élevé. Cette pêcherie est contrôlée depuis 1996. Les débarquements de thon rouge de moins de 178 cm de longueur fourche ont été estimés à environ 60 TM en 1996. Les débarquements de poissons mesurant au moins 178 cm de longueur fourche ont été peu élevés en raison des réglementations limitant le débarquement de ces poissons à un spécimen par bateau et par an.

## 6. Informations exigées lors de la Réunion sur la Méthodologie du Thon rouge au sujet des madragues

Les pays qui pêchent le thon rouge à la madrague ont présenté un rapport décrivant la pêcherie ainsi que des statistiques sur les activités de pêche, en réponse à la demande formulée lors de la réunion sur la méthodologie du thon rouge de 1996 (voir Appendice 6 du Rapport correspondant).

En ce qui concerne la Méditerranée, seuls deux pays ont présenté un document sur les madragues (voir section 6 du Rapport de la troisième réunion du Groupe de Travail *ad hoc* CGPM-ICCAT sur les grands pélagiques de la Méditerranée - Gênes, 9-11 septembre 1996).

Dans l'Atlantique Est, les activités de pêche à la madrague sont concentrées dans la région du Déroit de Gibraltar. Le Maroc a présenté des informations sur les périodes d'activité, et des statistiques sur les captures de thon rouge et sur les prises accessoires. L'Espagne a présenté une série de CPUE standardisée pour la période 1982-1995.

Les anciennes séries de capture à la madrague du Portugal, de l'Espagne, de la Tunisie, de la Sicile et de la Sardaigne ont été analysées par le Groupe à partir du document SCRS/95/96 et de la base de données de l'ICCAT. Toutefois, il n'a pas été possible d'utiliser ces informations en tant qu'indices de CPUE car dans la plupart des cas, les prises annuelles ne correspondaient pas au nombre de madragues en activité et à la composition par taille.

On a proposé que des recherches supplémentaires soient réalisées prochainement pour compléter les séries statistiques historiques et trouver pour certaines d'entre elles la prise et l'effort par âge ou par taille.

## 7. Statistiques

### 7.1 Captures

Les captures nominales annuelles de thon rouge (débarquements et rejets déclarés), par pays et par type d'engin (Tâche I) ont été présentées par le Secrétariat (**Tableau 1**). Le Groupe a noté que ce tableau avait été examiné et révisé pour la Méditerranée et l'Atlantique Est lors de la troisième réunion du Groupe de Travail *ad hoc* CGPM-ICCAT sur les grands pélagiques de la Méditerranée (Gênes, Italie, 9-11 septembre 1996). De nombreux pays n'avaient pas communiqué leurs données de capture dans l'Atlantique Est et la Méditerranée pour l'année 1995. On a rappelé que les données d'importation du thon rouge provenant du Programme de Document Statistique ICCAT Thon Rouge, étaient

utilisées comme estimations minimum lorsque les captures n'avaient pas été déclarées (SCRS/96/29). On trouvera le détail des débats sur ces procédures dans le Rapport de la Réunion du Groupe de Travail CGPM-ICCAT (SCRS/96/22).

La décision adoptée temporairement par le Groupe de Travail CGPM-ICCAT d'utiliser un facteur de conversion de 10,0 pour convertir les ventrêches en poids vif a été confirmée. La recommandation d'accorder la plus haute priorité à l'amélioration de ce facteur de conversion par la mise en place d'un programme systématique d'échantillonnage a également été réitérée.

Après un examen exhaustif, les données ont été approuvées par le Groupe. On les trouvera dans le **Tableau 1** et dans la **Figure 2**. A l'instar de ce qui a été dit plus haut et dont on trouvera le détail dans le Rapport du Groupe de Travail CGPM-ICCAT, on a rappelé que les captures de 1995 sont des estimations minimum et que les véritables captures sont probablement bien plus importantes que celles qui sont présentées dans le tableau et dans la figure cités ci-dessus. Les captures de 1995 sont probablement au même niveau que celles de 1994, voire plus élevées.

Les captures que les palangriers japonais actifs au large du Brésil (dans les eaux équatoriales) ont réalisées entre le début et le milieu des années soixante ont fait l'objet d'un débat visant à déterminer s'il fallait les assigner au stock Ouest ou au stock Est. Conformément à la "frontière" établie par le SCRS de l'ICCAT en 1981, il semblait clair que les données Tâche I comprenaient aussi bien des captures réalisées dans l'Atlantique Est que dans l'Atlantique Ouest. Toutefois, le SCRS a décidé en 1983 que l'ensemble de ces captures devaient être assignées au stock Ouest, jusqu'à nouvel ordre. L'ensemble de ces captures a donc été reporté dans la catégorie Atlantique Ouest de la table de prise par taille, bien que les données antérieures à 1970 n'aient pas été utilisées dans les évaluations de stock réalisées entre le milieu des années 80 et la dernière session d'évaluation.

## 7.2 CPUE nominale

Lors des évaluations de stock de 1994, on avait utilisé cinq séries de données de CPUE (palangre japonaise, senneurs français pour les âges 2, senneurs français pour les âges 3, canneurs espagnols et madragues espagnoles). Les données des senneurs français pour les âges 2 ont été réactualisées puis rejetées en raison de leur inadéquation. Quant à la CPUE des canneurs espagnols, il s'agit d'une série nominale disponible dans la base de données de l'ICCAT, en carrés de 2° x 2° par mois. Bien que la pêcherie soit cohérente en termes spatio-temporels et que la saison de pêche soit courte, on a **recommandé** que les données soient standardisées.

Le Groupe a cherché à déterminer si d'autres séries pouvaient s'avérer utiles pour les évaluations du stock. Le Groupe de Travail CGPM-ICCAT a rédigé une liste de différentes séries de CPUE disponibles pour la Méditerranée (voir le Tableau 2 du rapport de ce Groupe de Travail). Le groupe a décidé d'ajouter dans ce tableau les données relatives à l'Atlantique Est et Ouest (voir **Tableau 2**).

On a longuement débattu sur les séries à standardiser et à utiliser pour les évaluations de stock. L'ensemble des séries de capture pour la Méditerranée s'étendent sur des périodes relativement courtes. En outre, les données ne sont pas disponibles dans la base de données de l'ICCAT. Elles ne le sont que sous forme résumée. Le groupe a **recommandé** que les scientifiques qui ont collecté ces données standardisent la CPUE ou qu'ils mettent à la disposition du groupe d'évaluation du stock des données détaillées (par exemple, par sortie en mer).

La possibilité d'utiliser les données des madragues pour réaliser l'ajustement a également été envisagée. On dispose en effet de déclarations détaillées sur les madragues tunisiennes, italiennes et espagnoles pour différentes périodes relativement longues. Ces données seraient extrêmement précieuses si elles étaient enregistrées correctement. Les scientifiques espagnols ont présenté une nouvelle série de données de CPUE standardisée des madragues espagnoles de l'Atlantique (SCRS/96/115). Toutefois, on s'est aperçu que seules des données résumées avaient été transmises à l'ICCAT et que les données détaillées n'étaient disponibles qu'au niveau national. On a demandé que ces données soient présentées au moins par madrague, plutôt que par ensemble de madragues. En outre, on a rappelé que les déclarations quotidiennes, qui contiennent des informations sur la taille des poissons dans les prises par jour, constituaient des données essentielles.

A ce sujet, on a noté que le Secrétariat avait obtenu des données détaillées sur la madrague tunisienne de Sidi Doudi. Néanmoins, on s'est aperçu que ces données n'avaient pas été systématiquement enregistrées et qu'il était nécessaire

de retravailler sur ces données avant de pouvoir les utiliser. On a décidé que le travail à réaliser sur ces données devrait être entrepris.

### 7.3 Taille

Le Secrétariat a présenté le document SCRS/96/27 dans lequel sont proposées des procédures à adopter pour les substitutions des captures pour lesquelles on ne dispose pas de données de taille. Le groupe a examiné attentivement ce document. On a noté qu'un échantillonnage de taille de qualité avait été réalisé dans la quasi-totalité des pêcheries de l'Atlantique Ouest et dans la plupart des pêcheries de l'Atlantique Est. Toutefois, comme l'avait constaté le Groupe de Travail CGPM-ICCAT, les données de taille des pêcheries de la Méditerranée sont encore très insuffisantes. On s'est inquiété de la quantité croissante des captures de thon rouge non déclarées que réalisent des bateaux battant pavillon de complaisance ou par des bateaux non identifiés. On ne dispose donc d'aucune donnée de taille relative à ces captures.

### 7.4 Prise par taille

Les procédures de substitution et de pondération que le Secrétariat a proposées (SCRS/96/27) pour actualiser les données de prise par taille destinées à la Session de 1996 d'évaluation du stock de thon rouge ont été examinées. Le Groupe a rappelé que les données sur la Méditerranée avaient été largement examinées par le Groupe de Travail GGPM-ICCAT et a décidé que le travail de cette session porterait donc uniquement sur les données de l'Atlantique. Le tableau a été accepté avec quelques modifications.

Les données de prise par taille, actualisées selon ce schéma, ont été présentées au Groupe pour approbation.

En ce qui concerne les captures japonaises réalisées dans les années cinquante et soixante dans les eaux équatoriales au large du Brésil, qui sont décrites dans la section de ce rapport consacrée aux captures, elles figurent dans le tableau de prises par taille dans la catégorie des captures de thon rouge de l'Ouest. Le Groupe a à nouveau décidé de faire la distinction entre les captures de l'Est et celles de l'Ouest, conformément à la séparation Est-Ouest utilisée habituellement. Dans les analyses précédentes, la prise par taille n'a été utilisée que depuis 1970. Ce changement n'aura donc aucun effet sur les études précédentes.

## 8. Standardisation de la CPUE

Suite aux débats qui ont eu lieu lors de la Session sur la Méthodologie du thon rouge (se reporter au Rapport correspondant), les séries de CPUE utilisées dans les précédentes évaluations des stocks de thon rouge de l'Atlantique Est, Ouest et de la Méditerranée, ont été examinées.

### -- *Atlantique Est et Méditerranée*

Cinq séries de CPUE avaient été utilisées dans les précédentes évaluations des stocks de thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée (Tableau BFTE 5 du Rapport du SCRS de 1994). Parmi elles, seule la série de données de taux de capture des poissons d'âge 8-10+ par les palangriers japonais a été standardisée avec le Modèle Linéaire Généralisé (GLM). Les autres séries de CPUE qui ont été utilisées dans l'évaluation de l'Atlantique Est étaient les séries de taux de capture nominale des poissons d'âge 2 par les canneurs espagnols (on disposait de deux séries, pour tenir compte de l'emploi du sonar) et les séries de taux de capture nominale des poissons d'âges 2 et 3 par les senneurs français (2 séries). Une série de taux de capture nominale des madragues espagnoles était également disponible, mais elle n'a pas été utilisée dans l'évaluation du cas de base car on a considéré que les taux de capture nominale des madragues étaient affectés par un certain nombre de facteurs autres que l'abondance, ce qui rendait la série moins utile en tant qu'indice d'abondance.

Les séries temporelles des taux de capture des mêmes pêcheries étaient également disponibles pour l'évaluation des stocks de l'Atlantique Est et de la Méditerranée. Les indices des taux de capture que le Groupe a examinés pour

l'évaluation sont récapitulés dans le **Tableau 3-a** et la **Figure 9**. On trouvera dans le Document SCRS/96/114 les résultats de diverses analyses par GLM de la série temporelle des taux de capture de thons rouges d'âges 8+ par le Japon pour l'Atlantique Est et la Méditerranée. Les modèles de standardisation qui ont été appliqués à ces données tenaient compte des variations attribuées à la zone et au mois de pêche ainsi que de l'interaction année/mois et année/zone qui est considérée comme une source importante de variabilité dans les analyses. En raison des interactions annuelles, l'indice a été calculé en tant que moyenne des schémas mensuels observés dans les données, pondérés par zone. En réponse aux recommandations formulées au cours de la réunion sur la méthodologie qui a eu lieu en avril, divers modèles d'erreurs (binomial négatif, Poisson surdispersé et lognormal) ont été appliqués aux données. En général, les schémas de taux de capture résultant de ces données n'étaient pas sensibles au modèle de l'erreur ou à la modélisation choisie (modélisation des captures ou des taux de capture). Conformément aux recommandations formulées lors de la réunion d'avril sur la méthodologie et dans la mesure où l'examen des schémas des valeurs résiduelles n'a pas permis de choisir clairement la méthode la plus adaptée, le Groupe a adopté le modèle Lognormal appliqué aux taux de capture de la palangre japonaise en tant que norme dans les évaluations. La variabilité observée dans les indices de la palangre japonaise a été estimée à partir des paramètres estimés résultant du Modèle Linéaire Généralisé. La variabilité estimée de ces valeurs peut être influencée par les éléments standard utilisés dans l'analyse. On a **recommandé** que des recherches supplémentaires soient effectuées sur cet aspect de l'analyse. On trouvera dans le **Tableau 3-a** et dans la **Figure 9** les valeurs de taux de capture utilisées dans l'évaluation ainsi que la variance estimée des taux moyens individuels de capture.

En réponse aux recommandations formulées en avril lors de la réunion sur la méthodologie, on s'est efforcé de standardiser les taux de capture des senneurs français actifs dans le Golfe du Lion. Ce travail est détaillé dans le document SCRS/96/134. Les données disponibles pour la période 1950-1995 ont été examinées et on a utilisé la méthode *Richards et Schnute* (1992) pour estimer la tendance générale des séries annuelles de taux de capture des senneurs français. Cette méthode implique une procédure probable de normalisation de base qui produit une estimation du taux moyen de capture et une variabilité de la moyenne estimée à partir de la distribution des observations de prise et d'effort (voir **Tableau 3-a** et **Figure 9** pour les variances estimées). Dans les précédentes évaluations, on avait utilisé les séries temporelles des âges 2 et 3. Le document SCRS/96/134 confirme que les séries obtenues pour les thons rouges d'âge 3 sont plus fiables que celles qu'on a obtenues pour les âges 2. Le Groupe a comparé les schémas résultant des séries de taux de capture des âges 2 et 3 et le schéma observé dans les taux de capture nominale des thons rouges d'âge 2 capturés dans le Golfe de Gascogne par les canneurs espagnols, qui ont été actualisés jusqu'en 1995 pour les besoins de l'évaluation. La comparaison indique une correspondance globale entre les séries des senneurs français pour les âges 3 et les séries des canneurs espagnols pour les âges 2, dans la mesure où les pics observés dans la série espagnole correspondent aux pics de la série française l'année suivante, comme on pouvait s'y attendre dans la mesure où chaque série mesure la résistance relative de la classe d'âge à partir d'une population identique. La série des senneurs français d'âge 2 ressemble moins à la série des canneurs espagnols et à celle des senneurs français pour les âges 3. Le Groupe a considéré que la série des taux de capture français d'âge 2 était moins fiable. C'est la raison pour laquelle cette série n'avait pas été utilisée dans la présente évaluation. On a **recommandé** que les schémas de taux de capture des thons rouges plus âgés (d'âge 4 par exemple) soient également examinés pour être éventuellement employés dans de futures évaluations.

La série temporelle des canneurs espagnols correspond à des données nominales pour lesquelles on ne dispose d'aucune estimation directe de la variabilité dans les moyennes annuelles. Pour l'évaluation, qui exige une estimation de l'incertitude dans les indices de taux de capture, la précision de ces données a été supposée plus ou moins identique à celle des données des senneurs français, avec un coefficient moyen de variation de 57% sur la série temporelle.

Les progrès technologiques ont permis - et permettront encore - d'augmenter l'efficacité de la pêche. Dans certains cas, les effets des progrès technologiques sur l'efficacité des engins utilisés ou sur l'activité des pêcheries peuvent être pris en compte dans les procédures de modélisation utilisées pour standardiser les taux de capture employés en tant qu'indices d'abondance. Dans d'autres cas, les analyses effectuées dans le cadre des évaluations ont été structurées pour tenir compte des informations relatives aux changements opérationnels ou technologiques dans les pêcheries. Il est souvent difficile de quantifier ces changements. L'utilisation de sonars par la flottille espagnole de canneurs, pour faciliter la recherche des thons rouges, est courante depuis 1978. L'emploi de cette technologie a sans doute permis d'augmenter l'efficacité de la pêcherie. Pour tenir compte de cette situation dans les précédentes évaluations, on a divisé la série temporelle des canneurs espagnols en deux séries à partir de 1978. Le Groupe a **recommandé** que l'on tienne compte de cette division dans la présente évaluation car les capturabilités relatives estimées de ces deux séries correspondent à l'hypothèse d'une augmentation de l'efficacité (avec un paramètre  $q$  plus élevé) dans la série la plus

récente. De même, l'emploi d'avions d'observation par la flottille de senneurs français s'est développé à partir de 1981. Les précédentes évaluations ne se basaient que sur les données de cette pêcherie après 1981. Après une analyse plus approfondie des données des senneurs français, le Groupe a considéré qu'il était nécessaire d'inclure les données plus anciennes (1970-1981) de cette pêcherie dans les évaluations. Afin de tenir compte de l'éventuel effet de l'emploi d'avions d'observation dans la modélisation de l'abondance du stock, le Groupe a **recommandé** que les données des senneurs français soient, dans un premier temps, séparées en deux séries reflétant ainsi une efficacité différente à partir de 1981, pour examiner le schéma dans les estimations des capturabilités relatives dans les deux séries.

Le document SCRS/96/115 présente une analyse GLM des taux de capture moyens par jour, des madragues espagnoles de l'Atlantique, entre 1982 et 1995. L'analyse se base sur les taux de capture (thons rouges d'âges 4 et 4+ par journée de pêche) de 4 madragues et tient compte des effets mois, madrague, et des interactions mois/madrague. Bien que le Groupe ait indiqué que l'analyse pouvait être améliorée par l'introduction de données relatives à l'environnement et qu'il ait **recommandé** que des recherches supplémentaires soient réalisées à ce sujet, les résultats de l'analyse ont été considérés comme des indicateurs raisonnables de la tendance de la dynamique du stock de thon rouge et ont été pris en compte pour la première fois dans l'analyse de l'état des stocks de thons rouges dans l'Atlantique Est et dans la Méditerranée. Le Groupe a noté qu'une série supplémentaire de taux de capture des madragues, provenant de sources diverses (se reporter par exemple aux documents SCRS/95/98 et SCRS/96/133) pouvait être utilisée pour donner une perspective plus historique. Le Groupe a recommandé que des recherches supplémentaires soient effectuées au sujet des schémas des taux historiques de capture, car il a considéré que ces informations pourraient peut-être permettre de réduire les incertitudes relatives aux tendances des ressources.

Le Groupe a noté que des informations supplémentaires sur les taux de capture de thon rouge en Méditerranée seraient bientôt disponibles. Le document SCRS/96/131 présente par exemple des analyses provisoires des données des senneurs sur les quatre dernières années. Bien que ces résultats soient provisoires et que des données supplémentaires soient nécessaires, le Groupe se félicite des efforts réalisés pour obtenir une représentation plus globale des pêcheries qui pourrait modifier l'évaluation de l'état du stock.

#### -- *Atlantique Ouest*

Sept séries de taux de capture, qui avaient été utilisées dans les précédentes évaluations du stock de thon rouge de l'Atlantique Ouest (voir Tableau BFTW 5 du Rapport du SCRS de 1994), ont été actualisées, lorsque cela était possible, et présentées pour l'évaluation actuelle (**Tableau 3-b et Figure 10**). Deux séries de taux de capture récemment analysées ont également été présentées. Parmi les sept premières séries, l'une était basée sur une prospection systématique indépendante des pêcheries (prospection larvaire par les Etats-Unis dans le Golfe du Mexique, document SCRS/96/118), et une autre série se basait sur les taux de capture nominale de poissons de grande taille capturés à la ligne à main par le Canada dans le Golfe du Saint Laurent, et a également été actualisée (document SCRS/96/68 - Révisé). Les cinq autres indices ont été standardisés par GLM. Deux d'entre eux représentaient les taux de capture de la palangre japonaise (SCRS/96/114) ; un troisième, les taux de capture dans le Golfe du Mexique et un quatrième, les taux de capture dans l'Atlantique Ouest. On disposait également de deux séries de taux de capture des pêcheries à la canne-moulinet de poissons de petite taille (SCRS/96/121) et de grande taille (SCRS/96/120) et d'une série de taux de capture de la pêcherie palangrière américaine dans le Golfe du Mexique (SCRS/96/69 - Révisé). Par ailleurs, on avait noté lors de la réunion sur la méthodologie du mois d'avril, les incertitudes quant à la forme la plus appropriée des hypothèses sur la structure de l'erreur à appliquer aux jeux de données et à partir des recommandations de la CCSBT, du Groupe Thon Rouge de 1995, et des informations présentées lors de la réunion d'avril, on a **recommandé** qu'une série d'hypothèses sur le modèle de l'erreur soit à nouveau appliquée et présentée à la présente évaluation.

Le Document SCRS/96/114 présente les résultats de diverses analyses GLM des séries temporelles de taux de capture du thon rouge par le Japon. Ce document examine également la sensibilité des schémas découlant des taux de capture standardisés tenant compte des prises accessoires d'autres espèces dans la modélisation pour contrôler le ciblage vers d'autres espèces. Le Groupe a conclu que la prise en compte des espèces capturées accessoirement dans la standardisation avait peu d'effet sur la série de taux de capture, sauf peut-être dans le cas de l'indice du Golfe du Mexique. En général, les schémas de taux de capture pour ces données n'étaient pas sensibles au modèle de l'erreur ou au choix de la modélisation (modélisation des captures et des taux de capture). Conformément aux recommandations formulées lors de la réunion d'avril sur la méthodologie et dans la mesure où l'examen des schémas des valeurs

résiduelles n'a pas permis de choisir clairement la méthode la plus adaptée, le Groupe a adopté le modèle Lognormal appliqué aux taux de capture de la palangre japonaise en tant que norme dans les évaluations. Le Groupe a examiné la décision prise en 1994 d'appliquer, dans l'évaluation, un indice simple pour la palangre japonaise dans l'Atlantique Ouest, en utilisant la prise par âge annuelle proportionnelle spécifique de l'âge pour définir la sélectivité partielle dans cet indice plutôt que d'utiliser les indices groupés par âge comme c'était le cas avant 1994. En 1994, la décision se fondait sur le degré élevé de similarité entre les schémas de taux de capture (la schématisation des pics et des creux dans la série temporelle est cohérente sur l'ensemble de la série temporelle des taux de capture de la palangre japonaise dans l'Atlantique Ouest). La similarité observée serait peu probable si les indices séparés par âge indiquaient des résistances relatives différentes entre les classes d'âge au fil du temps. Les indices séparés par âge ont à nouveau été comparés dans le cadre d'une analyse de corrélation et d'un examen visuel des séries temporelles, chaque indice ayant été échelonné sur la moyenne de sa série respective. À partir de cette comparaison, le Groupe a réadopté l'emploi d'un indice simple pour les données de la palangre japonaise. Le Document SCRS/96/114 présente également une analyse des schémas de taux de capture de l'Atlantique central, qui peuvent être utilisés, d'après le Groupe, pour évaluer l'effet de l'assignation des captures réalisées dans cette région à l'unité de gestion de l'Atlantique Ouest ou à celle de l'Atlantique Est. La variabilité de l'indice palangrier japonais a été estimée à partir des paramètres estimés du Modèle Linéaire Généralisé. Il est possible que cette variabilité estimée soit influencée par les éléments standard utilisés dans l'analyse. On a **recommandé** que des recherches supplémentaires soient réalisées sur ce sujet. On trouvera dans le **Tableau 3-b** et dans la **Figure 10** les taux de capture utilisés dans l'évaluation ainsi que la variance estimée des taux moyens individuels de capture.

Pour la série temporelle des taux de capture de poissons de petite taille (thons rouges d'âges 1 à 5, document SCRS/96/121) et de grande taille (thons rouges d'âges 8+, SCRS/96/120) capturés à la canne-moulinet par les États-Unis, le Groupe a adopté la méthode delta-lognormale en tant que norme dans cette évaluation. Ce choix a été guidé par les résultats d'études de simulation présentées précédemment au Groupe, qui indiquaient que cette approche était plus performante que les autres approches testées, pour retrouver les schémas connus de taux de capture dans des données simulées, et dans la mesure où les schémas des valeurs résiduelles ne permettent pas de choisir clairement la méthode de modélisation la plus appropriée. Dans le cas des poissons de petite taille, le Groupe a adopté un modèle qui combine les données des zones de pêche méridionales et septentrionales. La variabilité de l'indice a été estimée avec la méthode delta, dans la mesure où l'indice est le produit d'une proportion annuelle modélisée d'un effort réussi et du taux de capture moyen annuel d'un effort réussi. En ce qui concerne l'indice relatif aux poissons de petite taille, le Groupe a adopté le modèle ajusté aux jeux de données des zones Sud et Nord combinées, bien que l'analyse détaillée dans le document SCRS/96/121 indique que les interactions année/zone peuvent constituer une part importante de la variabilité dans ces données. Les auteurs ont noté que ces interactions pouvaient parfois refléter des contributions relatives différentes pour les diverses classes d'âges dans les pêcheries des zones Nord et Sud. Bien qu'un indice pondéré par zone puisse s'avérer plus approprié dans ce cas, les zones effectives avec lesquelles les indices spécifiques de zone sont pondérés n'ont pas pu être déterminées plus précisément. Le Groupe de Travail a **recommandé** qu'on effectue des recherches à ce sujet et que les résultats de ces recherches soient présentés lors de la prochaine réunion. En ce qui concerne l'indice relatif aux poissons de grande taille, le Groupe de Travail a également adopté les résultats de la modélisation delta-lognormale présentés dans le document SCRS/96/120. Le Groupe a **recommandé** qu'une évaluation plus précise des interactions annuelles dans ces données soit effectuée, car les résultats de la modélisation binomiale indiquent que ces interactions peuvent constituer des sources importantes de variabilité. Le Groupe a examiné les données de 1983 dans cette série temporelle, qui présentent des valeurs plus importantes que les années suivantes. On a fait remarquer que des taux de capture relativement élevés avaient été observés l'année précédente, mais comme c'était déjà le cas dans les évaluations précédentes, ces taux ne sont pas disponibles en tant que données brutes pour procéder à la modélisation et à la standardisation du taux de capture. Le fait que les observations de l'année précédente aient indiqué des taux de capture élevés confère une certaine crédibilité au niveau estimé. Le Groupe a également noté que le schéma de taux de capture dans l'indice canadien de ligne à main (voir ci-dessous) indique également que le taux de capture des grands thons rouges décline rapidement au début des années quatre-vingt. Comme dans le cas de l'indice relatif aux poissons de petite taille, la variabilité de l'indice relatif aux poissons de grande taille a été estimée avec la méthode delta.

Une actualisation (1991-1995) de l'indice nominal canadien pour les poissons d'âges 13+ capturés à la ligne à main dans le Golfe du Saint Laurent (1981-1990) utilisé dans les précédentes évaluations, a été présentée dans le document SCRS/96/98, avec de nouvelles séries de taux de capture standardisés pour les pêcheries à la ligne à main actives dans le Hell Hole (1988-1995 - âges 8-11) et dans le Golfe du Saint Laurent (1984-1995 - âges 13+). On a recommandé que la série de CPUE nominale (1981-1995) du Golfe du Saint Laurent soit utilisée dans la VPA du cas de base à la

place des versions standardisées, car celles-ci comprennent des données depuis le début de la pêcherie et couvre une période de changements importants (1981-1983). Une estimation de la variance dans cette série, qui n'avait pas été calculée à l'origine, a été obtenue à partir des valeurs d'erreur moyennes et standard d'une nouvelle série nominale calculée sur la base poisson/100 heures. Cette estimation est présentée dans le document SCRS/96/68 (révisé). Dans les précédentes évaluations, une série de facteurs pré-définis a été estimée pour chaque année à partir de la proportion de nombre par âge dans les captures canadiennes à la ligne à main de poissons d'âges 13 et 13+ (nombres par âge des poissons d'âges 13+, 14+, 15+, 16+ et au-delà) par rapport à des poissons d'âges 10 et 10+, pour que cet indice s'applique aux poissons d'âges 13+ plutôt qu'aux poissons d'âges 10+. Les proportions des captures de poissons d'âges 13 et au-delà dans le groupe des poissons d'âge 10+, entre 1981 et 1995, sont respectivement : 0,645; 0,474; 0,445 ; 0,338 ; 0,407 ; 0,396 ; 0,375 ; 0,337 ; 0,329 ; 0,325 ; 0,301 ; 0,372 ; 0,240 et 0,296. Le Groupe a décidé d'utiliser la nouvelle série standardisée pour le Hell Hole (1988-1995) dans l'analyse de sensibilité, s'il dispose de suffisamment de temps lors de la réunion. Dans la mesure où cet indice est censé représenter les âges 8-11, des facteurs pré-définis ont été générés à partir de la proportion des âges 10+ 11 par rapport aux âges 10+ entre 1988 et 1995. Dans la mesure où l'on ne disposait pas de données précises de prise par âge à la ligne à main canadienne pour les années 1988 et 1989, une moyenne des valeurs de 1990 à 1995 a été calculée pour ces années. Les valeurs de la période 1988-1995 sont respectivement : 0,527 ; 0,527 ; 0,390 ; 0,480 ; 0,543 ; 0,520 ; 0,648 et 0,583.

Le document SCRS/96/69 (révisé) présente des indices d'abondance dérivés standardisés par GLM pour les thons rouges de grande taille (âges 8+) capturés à la palangre pélagique dans le Golfe du Mexique (**Tableau 3-b et Figure 10**). Cette recherche a permis d'actualiser les informations utilisées pour cet indice dans les précédentes évaluations et de tenir compte des données supplémentaires. Le critère de sélection de la variable utilisée est le même que précédemment. Quatre hypothèses différentes de l'erreur (Poisson surdispersé, négatif binomial, delta-lognormal et binomial-lognormal) ont produit des prévisions similaires des tendances relatives. Comme dans le cas d'autres séries, le Groupe a décidé d'adopter la méthode de modélisation lognormale. Le Groupe a discuté du schéma produit par ce jeu de données qui indique des taux de capture relativement élevés au début de la série temporelle (1987-1991), puis des taux plus bas entre 1992 et 1995. Bien que le schéma puisse être interprété comme le résultat de changements de réglementation dans la politique de gestion des États-Unis de la pêche à la palangre dans le Golfe du Mexique, qui a consisté à limiter les débarquements autorisés de thon rouge à partir de 1992, l'analyse se base sur les taux de capture des poissons débarqués mais également des poissons rejetés et a été structurée pour tenir compte des caractéristiques opérationnelles et des caractéristiques d'engins que l'on trouve dans les déclarations quotidiennes de prise et d'effort par les pêcheurs, qui se rapportent, semble-t-il, à l'effort ciblé. Il n'a pas été possible de prouver que le schéma des taux de capture était le résultat des seuls changements d'abondance (probablement avec des interférences), ni qu'il était le résultat des seuls changements dans les réglementations. Le Groupe a décidé que l'indice serait utilisé comme série temporelle simple dans les passages de l'évaluation du cas de base et qu'il serait appliqué aux poissons d'âges 8+. Le Groupe a **recommandé** que la sensibilité des résultats de l'évaluation à la séparation des séries temporelles en 1992 soit également évaluée, si l'on dispose de suffisamment de temps au cours de la réunion. Il a été **recommandé** que l'effet éventuel des réglementations sur la série temporelle fasse l'objet d'évaluations supplémentaires.

Lors de la réunion d'avril sur la méthodologie, le Groupe s'était interrogé sur le bien-fondé de l'incorporation de taux de capture plus anciens dans l'évaluation du stock. Les précédents rapports du SCRS ont également souligné l'importance de l'introduction de ce type d'informations dans l'analyse, qui permettrait de disposer d'une base améliorée pour évaluer les tendances plus anciennes de la biomasse reproductrice ou du recrutement. On a **recommandé** que les données sur les zones et les périodes de pêche des palangriers japonais telles que celles qui sont décrites dans le document SCRS/83/64 soient incorporées à l'analyse. Lors de la réunion d'évaluation, il n'a pas été possible de refaire les analyses du document SCRS/83/64 car le Groupe ne disposait pas des données détaillées sur la pêche palangrière japonaise pour la période 1960-1970. Ces données sont toutefois accessibles et le Groupe a **recommandé** que des analyses supplémentaires de ces données détaillées soient réalisées en vue des prochaines évaluations. Au cours de la réunion, un récapitulatif des données (prise et effort par mois et par carrés 5 x 5) a été examiné et les premières analyses ont globalement confirmé le schéma des taux de capture pour les régions "à grands poissons/Ouest" et "Tropiques" mentionnées dans le document SCRS/83/64. Ces analyses ont été utilisées pour estimer la variabilité des valeurs d'indices indiquées dans le document SCRS/83/64, en utilisant un effort pondéré par GLM tenant compte des effets zones (5 x 5) et mois (**Tableau 3-b et Figure 10**). Le Groupe s'est demandé si les schémas observés pouvaient ne se référer qu'à une partie des ressources et si, pour cette raison, on pouvait les considérer comme des indicateurs fiables de la série temporelle. On a noté que cette caractéristique était plus ou moins commune à l'ensemble des séries de taux de capture disponibles pour l'évaluation. Le Groupe a décidé de considérer les schémas historiques de taux de

capture dans le cadre d'un modèle structuré par âge (ASPM). On a **recommandé** que la sensibilité des résultats du modèle ASPM à l'inclusion et à l'exclusion des ces séries temporelles historiques soit évaluée. A partir des déclarations sur la distribution de la taille des captures dans le document SCRS/83/64, on a assigné aux zones "grands poissons/Ouest" et "Tropiques" les âges 5+ et 10+ respectivement, pour les besoins de l'évaluation.

L'une des séries récemment présentée au Groupe concerne les taux de capture accidentelle de thon rouge par les palangriers américains actifs au large de la côte Est des Etats-Unis (SCRS/97/117). Les schémas résultant des taux de capture de la zone de pêche proche du littoral sont légèrement différents de ceux qui représentent les captures réalisées au large (Grand Banks). Cela s'est notamment traduit par des interactions importantes zone/année dans les méthodes de modélisation appliquées à ces données. Les informations de fréquence taille de cette pêcherie en particulier posent quelques problèmes. Les réglementations américaines interdisent en effet aux palangriers américains de débarquer plus d'un thon rouge de taille légale par sortie en mer, pour le destiner à la vente. En conséquence, il semble que les palangriers aient maintenant davantage tendance à rejeter les poissons à la mer. Si l'on compare les débarquements déclarés par ces palangriers aux données plus limitées provenant d'observations scientifiques, il semble que la taille moyenne des débarquements déclarés soit beaucoup plus élevée que la population sur laquelle la capture est réalisée. Le fait d'utiliser les données de débarquement pour déterminer la taille (et par conséquent, l'âge) des captures (aussi bien débarquées que rejetées) donnera probablement des estimations biaisées (à la hausse) de la prise par âge. Le Groupe a noté que des progrès significatifs pourraient être réalisés dans cette série de données si l'on pouvait obtenir des données supplémentaires de fréquence taille, qui soient représentatives de la capture réelle, plutôt que sur les captures débarquées. Le Groupe a considéré que cette série temporelle était encore trop provisoire pour être prise en compte dans les passages d'évaluation du cas de base. Toutefois, il a **recommandé** que la sensibilité des résultats de l'évaluation au schéma moyen résultant des deux zones utilisées dans l'évaluation, soit évaluée, en supposant que les captures concernent principalement des poissons d'âges 5-7, si l'on dispose de suffisamment de temps.

A la session sur la méthodologie du thon rouge (avril 1995), on a fait allusion à une série de CPUE actualisée des poissons de grande et moyenne tailles capturés par des bateaux commerciaux à la ligne à main, à la ligne traînante ou au harpon au large de Cape Cod et dans le Golfe du Maine. Cet indice était déjà disponible pour l'évaluation de 1993, mais on ne l'avait pas utilisé "à cause des inquiétudes exprimées quant à la représentativité (sic) de l'échantillon, à cause de la brièveté de la série chronologique et parce que ces données (1988-1993) pouvaient, en principe, être incorporées à la série plus longue de CPUE de la pêcherie à la canne-moulinet des Etats-Unis pour les gros poissons, sur une période plus large (1989-1993)". Toutefois, le Groupe ne disposait pas de ces données lors de la réunion.

#### *Variance ajoutée*

Le document SCRS/96/63 (révisé) suggère des procédures de standardisation des indices de CPUE permettant de tenir compte de la variabilité observée dans les séries temporelles de taux de capture, grâce à une méthode de modélisation des effets aléatoires. Le fait d'ajouter une variabilité permet de pondérer la variance dans les méthodes de modélisation **recommandées** dans les évaluations de stock. Ce document présente l'application d'un modèle d'effets aléatoires aux données américaines sur les poissons de petite et grande tailles capturés à la canne-moulinet et démontre que la forte variance ajoutée doit être prise en compte en raison des interactions annuelles dans les jeux de données. Lors de la réunion sur la méthodologie (avril 1996), on avait **recommandé** que cette méthode soit appliquée à l'ensemble des jeux de données (à l'exception des indices larvaires), pour estimer la variance appropriée à utiliser dans les algorithmes de pondération de la variance proposés pour les évaluations des stocks de thon rouge, mais cela n'a pas été possible. On ne sait pas non plus clairement si la variance ajoutée doit être nécessairement de la même magnitude globale dans les jeux de données que la série palangrière japonaise ou les autres séries de taux de capture utilisées dans l'évaluation. Les modèles d'effets aléatoires ont donc été ajustés aux séries de données japonaises du Golfe du Mexique et de l'Atlantique Nord-Ouest au cours de la réunion. Les résultats de ces analyses indiquaient que la variance ajoutée que l'on peut attribuer aux effets aléatoires impliquant des interactions annuelles étaient de l'ordre de 15% (en coefficient de termes de variation) pour la série palangrière japonaise et de l'ordre de 25% pour la série canne-moulinet américaine. A partir de ces résultats, le Groupe a décidé d'introduire une variance ajoutée à chaque série temporelle utilisée dans l'évaluation pour les besoins des procédures de pondération de la variance inverse. La variance globale (dénommée CV dans le **Tableau 3**) est donc :  $SQRT(CV-I^2 + CV-A^2)$ , où CV-I est le coefficient estimé de variance dans l'indice et CV-A, la variance ajoutée estimée exprimée en termes de CV à partir de la méthode décrite ci-dessus. Pour les séries palangrières japonaises et canne-moulinet américaines de l'Atlantique Ouest, des estimations annuelles de CV-A ont été appliquées. Pour le reste des séries temporelles de taux de capture, on a supposé une CV-A de 20%.



Dans le cas de la série palangrière japonaise de l'Atlantique Est et de la Méditerranée, il n'a pas été possible d'ajouter une variance associée aux effets de l'interaction annuelle car l'indice tient compte des interactions année/zone et année/mois et a été calculé en tant que zone moyenne pondérée de tous les mois des années de la série temporelle. Dans le cas de l'indice larvaire, cette approche n'était pas non plus appropriée. Toutefois, on a observé que l'une des valeurs (1990) présentait une CV étrangement basse (environ 12%). Pour éviter d'appliquer une pondération éventuellement inadéquate à cette valeur, le Groupe a décidé de partir de l'hypothèse d'une CV de 20% pour la pondération appliquée à la valeur de l'indice larvaire de 1990. Le Groupe a noté que la méthode appliquée était approximative. On ne sait pas si les variances de l'ensemble des indices ne sont pas influencées par les éléments analytiques auxquels chaque indice est standardisé. Pour les prochaines évaluations, le Groupe a **recommandé** qu'une application cohérente de l'approche des effets aléatoires soit réalisée sur toute la série temporelle utilisée pour indexer l'abondance ou que d'autres méthodes appropriées soient appliquées pour tenir compte de la variance résultant des interactions annuelles significatives dans les procédures de standardisation appliquées.

## 9. Paramètres biologiques

L'évolution des recherches biologiques réalisées au sujet de la Méditerranée au cours des dernières années est résumée dans le "Rapport de la troisième Réunion *ad hoc* CGPM-ICCAT sur les grands pélagiques de la Méditerranée", en particulier dans le **Tableau 3**.

Différents documents présentés lors de la réunion donnent des informations sur la biologie du thon rouge dans la partie occidentale de l'Atlantique. Les informations rassemblées dans ces documents font référence aux effets physiologiques du marquage sur les thons rouges capturés au large du Cap Hatteras, Caroline du Nord (Etats-Unis) et présentent une analyse des habitudes alimentaires dans une colonie de sternes des Dry Tortugas dans laquelle des thons rouges de petite taille ont été identifiés. D'autre part, une prospection aérienne destinée au comptage des thons rouges dans les eaux de la Nouvelle Angleterre a permis d'obtenir des informations biologiques sur cette espèce.

Le Groupe a présenté un "tableau synthétique sur la biologie du thon rouge" qui récapitule les informations générales dont on dispose sur cette espèce dans l'Atlantique Nord et la Méditerranée, notamment la répartition des thons rouges dans le monde, leur environnement, ainsi que des informations sur la physiologie, les moeurs, la reproduction, la croissance, la mortalité naturelle, l'alimentation et la génétique de cette espèce (voir **Tableau 4**).

## 10. Conversion de la prise par taille en prise par âge

La conversion de la prise par taille en prise par âge a été réalisée comme par le passé. Le découpage des âges s'inspirait globalement de la courbe de croissance de Turner et Restrepo (SCRS/93/65) pour l'unité de gestion de l'Atlantique Ouest et reprenait totalement la courbe de Cort (SCRS/90/62) pour l'Atlantique Est. A l'instar des analyses précédentes, les modifications apportées aux divisions calculées entre les âges ont été remplacées par des divisions établies visuellement pour les âges 1-3 en années lorsque le modèle basé sur les divisions semblait séparer de façon inadéquate les différents groupes modaux que l'on supposait être des classes d'âges différentes. Les estimations de prise par âge sont présentées dans le **Tableau 5** pour l'Atlantique Est/Méditerranée et l'Atlantique Ouest.

## 11. Évaluations

### 11.1 Travaux d'évaluation présentés

Le document SCRS/96/111 présentait les caractéristiques du logiciel d'un modèle de production structuré par âge (ASPM), élaboré par le D<sup>r</sup> Punt et développé par le D<sup>r</sup> Geromont. Le D<sup>r</sup> Restrepo a fait un bref exposé sur le document SCRS/96/130 qui décrivait une extension du logiciel de Punt permettant (notamment) de calculer le taux de mortalité par pêche spécifique de la flottille. Cette extension a été appliquée à des données sur le thon rouge ouest-atlantique remontant à l'année 1960.

Le document SCRS/96/127 indiquait de façon détaillée les spécifications de l'extension du logiciel VPA ADAPT

élaborée par le D<sup>r</sup> Geromont suite aux modifications définies à la Session d'avril 1996 sur la Méthodologie. Le D<sup>r</sup> Porch a fait l'exposé du document SCRS/96/119 qui décrivait un modèle de prise par âge ("CATCH'EM") et l'appliquait à des données sur le thon rouge ouest-atlantique à partir de 1960. Le modèle constitue une extension de la méthode ADAPT-IPA (document SCRS/95/92) qui tient compte des erreurs et des données manquantes dans la matrice de prise par âge, ce qui est particulièrement utile pour faire remonter les analyses aux premières années, pour lesquelles ces données sont bien moins fiables.

On a décidé que les évaluations faites pendant la réunion se fonderaient sur la VPA ADAPT et sur l'ASPM. Les résultats du CATCH'EM et ceux de la méthode du D<sup>r</sup> Cooke peuvent être inclus pour illustrer la situation. On a encouragé la poursuite de l'élaboration de ces autres méthodes, en vue d'en accroître l'utilisation à l'occasion de réunions futures.

## 11.2 Paramètres biologiques d'entrée

On a décidé d'utiliser la délimitation actuelle des stocks de thon rouge pour les besoins de l'évaluation. Les valeurs du paramètre de la courbe de croissance ont été adoptées comme pour l'évaluation de 1994. Pour l'Atlantique est et la Méditerranée, ces valeurs sont les suivantes :  $L_{\infty} = 318,85$  cm,  $t_0 = -0.97$  et  $k = 0.093$  ; pour l'Atlantique ouest elles étaient comme suit :  $L_{\infty} = 382,0$  cm,  $t_0 = -.707$ ,  $K = 0.079$ . On a supposé, comme par le passé, que l'âge à la première maturité était 5 ans dans l'Atlantique et la Méditerranée, et 8 ans dans l'Atlantique ouest. Quelques appréhensions ont été exprimées en ce qui concerne les différences entre l'est et l'ouest, mais les participants ne disposaient pas à ce moment de meilleure alternative.

### Mortalité naturelle

Les participants ont suivi la décision prise à la Session sur la Méthodologie du Thon Rouge (Madrid, avril 1996) de continuer d'utiliser un taux constant de mortalité naturelle  $M = 0.14$  pour l'évaluation du cas de base, et d'exécuter un passage de sensibilité avec un vecteur de  $M$  spécifique de l'âge. On a fait remarquer qu'une mortalité naturelle qui variait avec l'âge était plus sensible du point de vue biologique, mais qu'on ne savait toujours pas de façon exacte quelles valeurs spécifiques de l'âge il convenait d'utiliser. En ce qui concerne le thon rouge du sud (SBT), on a présenté quelques estimations récentes de  $M$  pour les âges 1-14 d'après des données de marquage-recapture (document CCSBT/SC/96/11) ; par ailleurs, des estimations de la structure démographique du stock reproducteur de SBT (document CCSBT/SC/96/10) avaient détecté des animaux de plus de 35 ans, ce qui suggérerait que le  $M$  des poissons âgés se situe plus probablement aux alentours de 0.1 que des  $0.2 \text{ an}^{-1}$  utilisés antérieurement pour cette ressource. Les valeurs des autres classes d'âge en ont été déduites par le Comité scientifique de la CCSBT. Une étude présentée l'an dernier au Groupe ICCAT sur le Thon rouge avait signalé un profil bien plus accusé de  $Z$ , et donc un profil probable de  $M$  pour les jeunes âges (document SCRS/96/80). On a décidé, bien que ceci ne soit pas forcément jugé être un profil extrême, d'utiliser le vecteur de  $M$  spécifique de l'âge, 0.49, 0.49, 0.24, 0.24, 0.24, 0.24, 0.20, 0.175, 0.15, 0.125, 0.10 respectivement pour les âges 0-10+ (ceci étant l'un des choix effectués dans les récentes évaluations du thon rouge du sud) en tant que test de la sensibilité.

On a noté que l'emploi d'un  $M$  spécifique de l'âge dans ce test de sensibilité, par analogie avec les évaluations du thon rouge du sud, ne permettait pas une meilleure compréhension des valeurs réelles de la mortalité naturelle du thon rouge nord-atlantique.

On a signalé qu'un effet de densité-dépendance avait été détecté dans la courbe de croissance tirée des données des années 60 et 80 du thon rouge du sud. Toutefois, les analyses des données de marquage du thon rouge nord-atlantique des années 80 montraient que l'on ne disposait pas d'informations suffisantes pour vérifier cette éventualité.

## 11.3 ADAPT : spécifications techniques

On a défini les caractéristiques suivantes pour l'évaluation du "cas de base" de la VPA ADAPT (en plus des valeurs des paramètres biologiques retenues, voir ci-dessus) :

- i) La délimitation des stocks entre Atlantique ouest et Atlantique est + Méditerranée retenue pour les évaluations est celle qui avait déjà fait l'objet d'un accord de la part de la Commission.
- ii) Les **Tableaux 6 et 7** montrent la prise par âge numérique et le poids moyen, d'après les délibérations et les décisions prises dans le cadre du chapitre 10.
- iii) La période sous étude débute en 1970 par suite d'un consensus sur le degré de fiabilité des données antérieures de prise par âge, en raison du faible niveau d'échantillonnage.
- iv) Le groupe plus a été fixé aux âges 10+.
- v) Les **Tableaux 3-a, 3-b et 4** indiquent les indices d'abondance, et les points associés estimés, pour chaque côté de l'Atlantique, à prendre en compte dans les évaluations.
- vi) La fonction objective minimisée dans le processus d'ajustement se basait sur le carré de la différence des logarithmes des indices observés et prévus, pondéré par l'inverse d'une variance déterminée de l'extérieur pour le point statistique en question (voir section 8) ; les variances de ce chapitre ont été transférées à l'échelle logarithmique à cet effet.
- vii) Conformément à l'usage, les évaluations ont traité en tant que paramètre estimable pour l'année 1996 le nombre de poissons aux âges 3, 5, 7 et 9 pour l'Atlantique ouest, et aux âges 3, 7 et 9 pour Atlantique est + Méditerranée.
- viii) On a supposé que la sélectivité de chaque lot d'âges pour l'année 1995 était "uniforme", c'est-à-dire  $F_2 = F_3$ ,  $F_4 = F_5$ ,  $F_6 = F_7$  et  $F_8 = F_9$  pour l'ouest, et  $F_2 = F_3$ ,  $F_4 = F_5 = F_6 = F_7$  et  $F_8 = F_9$  pour Atlantique est + Méditerranée. Cette façon de procéder coïncidait avec la méthode adoptée pour les évaluations antérieures les plus récentes (pour l'Atlantique ouest, en 1994). Par ailleurs, et aussi de façon cohérente avec les évaluations qui avaient été effectuées juste avant, on a maintenu respectivement les postulats  $F_1 = 0.318 F_2$  et  $F_1 = 0.6 F_2$  pour l'Atlantique ouest et Atlantique est + Méditerranée pour l'année 1995.
- ix) Pour remédier au peu de précision qui accompagne l'estimation par ADAPT du recrutement récent, on a tenté d'incorporer une fonction de pénalisation mettant en jeu un ajustement des données sur le rapport stock reproducteur/recrutement au format de Beverton-Holt dans la fonction objective, de façon à tenir également compte d'une autocorrélation dans le recrutement. Il ne s'est cependant pas avéré possible de perfectionner suffisamment le logiciel informatique pour effectuer ce travail pendant la réunion.

#### 11.4 ADAPT : ratio $F_{10+}/F_9$

Dans les évaluations antérieures, les valeurs de ces ratios avaient été fixées pour différents groupes d'années d'après l'application de la SVPA aux données de prise par âge différenciées pour les âges au-delà de 10 ans. Cette méthode avait toutefois été jugée problématique, et la Session d'avril 1996 sur la Méthodologie a proposé d'envisager deux autres méthodes :

- i) Estimation de ces ratios en tant que paramètres libres au sein de l'ADAPT ; et
- ii) Utilisation de l'IPA (document SCRS/95/92).

Certains résultats antérieurs de l'IPA pour l'Atlantique ouest ont été examinés ; ils montraient des ratios supérieurs à 1 pour les dernières années. On a cependant jugé difficile de tirer des conclusions de ces résultats, du fait que les postulats et hypothèses de cette IPA ne correspondaient pas totalement avec ceux qui ont retenus pour les évaluations actuelles par ADAPT.

Les participants ont donc décidé d'estimer les ratios en tant que paramètres libres. Le ratio de la période 1970-73

a été fixé à 1 pour les deux côtés de l'Atlantique, en faisant remarquer que dans les deux cas la fonction objective ne donnait pas d'information permettant d'ajuster cette valeur. D'autres tests de cette méthode ont montré que deux au plus de ces paramètres pouvaient être estimés dans chaque cas si l'on voulait obtenir un degré raisonnable de précision dans les estimations. Les ratios ont donc été estimés pour les deux groupes d'années définis antérieurement, à savoir 1974-81 et 1982+ pour l'Atlantique ouest, et 1974-87 et 1988+ pour Atlantique Est + Méditerranée.

Les passages du cas de base ont donné des résultats qui différaient sensiblement de ceux des évaluations effectuées antérieurement, en particulier pour l'Atlantique ouest. Ceci découlait essentiellement de l'estimation de ratios plus faibles pour le dernier groupe d'années par rapport aux valeurs fixes adoptées auparavant. Pour l'Atlantique ouest, les deux valeurs estimées étaient inférieures à 1.

Vu ces différences, on a décidé d'exécuter un autre passage du cas de base pour chaque côté de l'Atlantique, en utilisant les ratios les plus similaires à ceux qui avaient été adoptés pour les évaluations de 1994. Etant donné que les tests du ratio de probabilité indiquaient qu'il était justifié d'estimer le ratio du groupe intermédiaire d'années même si celui du dernier groupe était fixe, on a suivi cette méthode dans ce but.

### 11.5 Evaluations ADAPT : résultats et débat

Le **Tableau 6** et la **Figure 11** donnent les résultats des deux passages du cas de base pour l'Atlantique ouest. Les ratios  $F_{10+}/F_9$  des passages pour les groupes d'années 1974-81 et 1982+ étaient respectivement 0.16 et 0.29 lorsqu'ils étaient tous deux estimés (cas 2), et 0.56 et 1.14 quand le deuxième était fixé à cette valeur (adoptée pour l'évaluation de 1994 (cas 1)). Par conséquent, les estimations de l'abondance du groupe plus (âges 10+) pour le premier de ces passages (cas 2) étaient bien plus élevées, mais la tendance relative dans le temps était similaire pour les deux jeux de résultats (voir la **Figure 11**).

Un passage actualisé d'IPA présenté à la réunion estimait respectivement à 3.63 et 0.63 le ratio des deux groupes d'années, les autres résultats étant similaires à ceux du cas de base avec ADAPT.

On a longuement débattu sur la crédibilité relative des deux passages du cas de base, et notamment sur le fait que les ratios  $F_{10+}/F_9$  soient très inférieurs à 1. Les points marquants de la discussion ont été les suivants :

- i) La décision d'estimer le ratio  $F_{10+}/F_9$  pour la période 1982+, plutôt que de le fixer (à 1.14), a été justifiée dans une grande mesure par un test du taux de probabilité. On a cependant contesté ce choix en avançant que ce test ne tenait pas compte d'informations qui avaient auparavant amené à retenir la valeur de 1.14.
- ii) Les analyses ADAPT sur les matrices de prise par âge allaient jusqu'aux âges 16+, en supposant que  $F_{15} = F_{16+}$ , et suggéraient des ratios  $F_{10+}/F_9$  supérieurs à 1. Il n'était cependant pas certain que ce résultat soit robuste aux variations de l'hypothèse  $F_{15} = F_{16+}$ .
- iii) Etant donné que l'année 1982 correspond à la fin de la pêcherie palangrière japonaise de grands poissons dans le golfe du Mexique, on pourrait s'attendre à une diminution (plutôt qu'à la hausse estimée) du ratio  $F_{10+}/F_9$ .
- iv) Il est maintenant admis, dans les évaluations du SBT, que le postulat antérieur de  $F_{11}/F_{12+}$  pour cette pêcherie n'est plus justifiable, et que le ratio  $F_{12+}/F_{11}$  est inférieur à 1. Des résultats récents indiquant que le SBT peut atteindre jusqu'à 40 ans, on considère maintenant peu probable dans ce cas qu'il y ait une relation étroite entre  $F_{11}$  et  $F_{12+}$  qui représente la moyenne d'un très grand nombre de classes d'âge.
- v) Il y avait un nombre surprenant de poissons de 9 ans par rapport à ceux des âges 10+ dans la matrice de prise par âge, notamment pour les toutes dernières années. Ceci pourrait provenir d'erreurs d'allocation de la méthode de découpage des cohortes, ayant pu entraîner par la suite des biais dans les ratios estimés  $F_{10+}/F_9$ .
- vi) On a déterminé qu'il n'y avait pas de base fiable pour estimer la pente de la sélectivité à l'âge du groupe

plus, étant donné que les indices de l'abondance relative dont on dispose ne sont pas accompagnés de mesures de l'abondance absolue, et donc que les données disponibles ne pourraient en réalité définir que la tendance de l'abondance, et non l'échelle globale de la magnitude de la population.

- vii) On a noté que le fait de postuler de façon inexacte une fonction de sélectivité en dôme plutôt qu'une fonction de sélectivité de type logistique avait contribué à l'évaluation erronée du stock de morue du nord canadien.
- viii) Un ratio  $F_{10+}/F_9$  faible implique qu'un grand nombre de poissons des âges 10+ sont relativement peu disponibles à la pêche malgré un effort intensif et amplement déployé, ce qui peut sembler improbable d'un point de vue biologique et économique.

Pour les raisons expliquées dans la section 12.2.a, le Groupe a indiqué que le cas 1 devait être considéré comme le scénario le plus fiable au moment de formuler des avis de gestion. Néanmoins, en ce qui concerne les niveaux actuels d'abondance du thon rouge de l'Atlantique ouest, les résultats de l'évaluation avec ADAPT indiquent une incertitude plus grande en termes absolus que les résultats de l'évaluation du cas 1 mentionnés ci-dessus.

Le **Tableau 7** et la **Figure 12** indiquent en détail les résultats similaires du cas de base pour l'Atlantique est + Méditerranée. Ces résultats supposaient que l'indice de CPUE des canneurs espagnols constituait une série homogène, sans aucune solution de continuité au moment de l'introduction du sonar. Ceci s'appuyait sur le fait que les résultats d'évaluations effectuées en supposant une rupture dans cette série suggéraient une baisse, au lieu de la hausse de la capturabilité qui était alors escomptée ; cette caractéristique a été jugée peu appropriée. On a observé une hausse de la capturabilité dans l'indice des senneurs français au moment de l'introduction de la détection aérienne ; ce changement allait dans la direction attendue, mais était plus important que prévu. On a noté que l'estimation du ratio  $F_{10+}/F_9$  changeait de façon accusée en fonction du traitement de l'indice des canneurs espagnols (série unique ou deux séries).

### 11.6 Evaluations ADAPT : sensibilité et précision

Un certain nombre de tests de sensibilité ont été mentionnés pendant les délibérations, mais le manque de temps a empêché la réalisation de nombre d'entre eux. En particulier, il n'était pas pratique de définir l'impact du transfert de captures effectuées dans l'Atlantique central du stock Atlantique est + Méditerranée au stock Atlantique ouest. On a demandé aux scientifiques japonais de mettre à disposition au plus tôt l'information sur la prise par taille de ces captures, afin de faciliter ces calculs lors d'une réunion future. De même, il n'a pas été possible de tester l'hypothèse d'une prise méditerranéenne, qui aurait été ces dernières années plus forte que celle qui a été déclarée, au moyen d'un chiffre allant de 0 en 1986 à 20% de la prise totale déclarée en 1995.

Le manque de temps a également empêché la recherche des modes rétrospectifs et des répercussions du choix d'un âge plus avancé que 10 ans pour le groupe plus. Après avoir examiné les résultats présentés en **Appendice 4**, qui ne fournissaient pas de preuves claires de la présence de points dispersés, on n'a pas poursuivi les tests d'exclusion de ces points dans les séries d'indices.

Des tests ont été effectués en ce qui concerne :

- i) L'évolution de M en fonction de l'âge (voir **Figure 13**, passage de sensibilité 1 et chapitre 11.2),
- ii) L'incorporation, dans les évaluations de l'Atlantique ouest, des séries de la pêche à la ligne surveillée canadienne dans le Hell Hole, et de la pêche palangrière des Etats-Unis dans l'Atlantique nord-ouest (passage de sensibilité 7),
- iii) La séparation de l'indice USLL-GOM de CPUE en deux séries selon l'argument que les analyses GOM n'ont pas pu tenir compte pleinement des répercussions des changements de réglementations instaurés en 1992 (passage de sensibilité 8).

Le manque de temps n'a permis d'effectuer que les tests du cas de base estimant deux ratios  $F_{10+}/F_9$ , plus

susceptibles de montrer des différences, en raison du grand nombre de paramètres estimés. On a souligné, toutefois, que ce choix n'avait été effectué que pour cette seule raison, et qu'il ne comportait aucune implication en ce qui concerne la crédibilité relative des deux évaluations du cas de base pour chaque côté de l'Atlantique.

La **Figure 13** illustre les résultats de ces tests. On peut constater que le mode global des résultats pour les poissons des âges 10+ et pour les recrues (âge 1) est dans une grande mesure insensible à ces tests. On a observé que les estimations absolues différaient : le nombre estimé de poissons des âges 8+ est en effet très inférieur dans le M dépendant de l'âge que dans le cas 2. On ne s'attend pas à ce que les implications pour la gestion de ces cas de sensibilité, tels qu'elles sont exprimées par des projections, diffèrent sensiblement des projections découlant des cas de base 1 ou 2 (voir le chapitre sur les Projections).

Les contraintes de temps et les limitations du logiciel ont restreint les possibilités d'effectuer, conformément à la demande de la Commission, des évaluations qui tiennent compte des échanges du poisson entre les deux côtés de l'Atlantique, échanges qui, selon les données de marquage-recapture, doivent se produire jusqu'à un certain point. Seul le logiciel ADAPT-IPA permettait d'effectuer des évaluations pour différents modèles de mélange. Ce logiciel a donc été utilisé pour produire des résultats permettant d'illustrer les effets des différents niveaux de mélange sur les résultats des évaluations comparés au cas de deux stocks indépendants (sans mélange). Toutefois, faute de temps, il n'a pas été possible de réaliser des évaluations IPA sans mélange pour vérifier la fiabilité de leurs résultats.

Il existe différents modèles tenant compte de la façon dont le mélange a lieu. Leurs effets dans les évaluations sont assez différents. Les deux extrêmes sont les modèles "avec mémoire" et "sans mémoire". Des échanges sans mémoire signifient qu'une fois que le poisson a traversé l'Atlantique, il n'est pas plus porté à le traverser de nouveau qu'un autre poisson quelconque du côté qu'il a rejoint ; en revanche, un mélange avec mémoire implique une plus grande probabilité à cet égard. Pour arriver à des résultats qui puissent être comparés, les participants ont décidé d'utiliser l'ADAPT-IPA pour tous les passages concernant le mélange, et d'envisager un cas extrême avec mémoire selon lequel un poisson qui a déjà traversé l'Atlantique serait plus susceptible (avec un taux de probabilité de 0.9) de revenir (en l'absence de mortalité) à la fin de l'année. Les données de récupération de marques suggèrent de retenir la fin de l'âge 2 comme l'âge des premiers échanges.

Les scénarios considérés pour le taux de mélange, en termes d'échanges (%) ouest-est et est-ouest, étaient les suivants :

- i) (0,0), c'est-à-dire pas d'échanges,
- ii) (2,1) sans mémoire,
- iii) (2,2) sans mémoire,
- iv) (7,7) avec mémoire,
- v) (20,20) avec mémoire.

On a utilisé un taux d'échange plus élevé dans les modèles avec mémoire parce que les modèles sans mémoire permettent une accumulation dans le temps de poissons qui ont effectué la traversée de l'océan. Les modèles avec mémoire doivent donc être exécutés avec un taux d'échange bien plus fort pour constater les effets d'une magnitude similaire à celle des modèles sans mémoire.

On a observé qu'il existait un précédent dans le choix de taux aussi importants dans les analyses antérieures des données de marquage-recapture, mais que l'on savait ces analyses peu fiables en raison des incertitudes des données de marquage, notamment du taux de transmission des recaptures. On a également noté que les deux modèles de mélange utilisés ici ne reflétaient peut-être pas de façon réaliste la dynamique réelle de déplacement de ces stocks ; de sérieuses inquiétudes ont été exprimées quant à leur utilisation dans un contexte d'évaluation. Les participants ont estimé qu'il fallait interpréter avec prudence les résultats retenus, même en ce qui concerne l'analyse de sensibilité.

La **Figure 14** illustre l'abondance estimée des âges 1 et 8+ dans l'Atlantique est et ouest pour chacun des cinq scénarios de mélange mentionnés ci-dessus. La tendance globale du recrutement dans l'est était relativement insensible au degré de mélange, dans quelque direction que ce soit. La tendance estimée du recrutement de l'ouest était assez similaire, affichant un maximum en 1974, et fluctuant depuis lors autour d'un niveau bien plus faible.

Les estimations IPA avec et sans mélange pour le thon rouge des âges 8+ dans l'est comme dans l'ouest étaient

similaires pendant les années 70, mais différaient par la suite. Dans l'Atlantique est, les estimations des âges 8+ avec échanges étaient presque identiques quel que soit le degré ou le type (avec ou sans mémoire) de mélange, et suggéraient toutes une brusque augmentation après 1990. Les estimations correspondantes sans échanges étaient moins spectaculaires, mais indiquaient aussi une hausse substantielle ces dernières années.

Dans l'Atlantique ouest, les estimations des âges 8+ étaient plutôt plus sensibles au choix des modèles et du taux de mélange, en particulier après 1980. Le modèle sans mélange et le modèle avec mémoire et 7% d'échanges étaient très semblables, mais le modèle avec mémoire et 20% d'échanges montrait un maximum bien plus fort en 1980 (réflétant la projection correspondante plus élevée du recrutement en 1974), et une abondance généralement plus forte par la suite. Les deux modèles sans mémoire montraient une hausse de l'abondance des âges 8+ dans les années 90, reflétant ainsi l'intrusion croissante de poissons de l'Atlantique est, que l'on pouvait escompter du fait de l'abondance accrue à l'est. Ceci contraste avec les tendances plus stables estimées par les modèles avec mémoire et sans mélange.

On trouvera dans le rapport de la session sur la méthodologie du thon rouge (avril 1996), le détail des débats sur les résultats présentés dans le document SCRS/96/66. Ces résultats indiquent que même en cas de mélange, les VPA tenant compte de ce mélange ne produisent pas, en général, de meilleures estimations que les VPA ignorant le mélange (qui supposent deux stocks indépendants). Le Groupe a donc considéré que les évaluations supposant l'absence de mélange étaient raisonnablement robustes, à la condition que des approches comparables de gestion soient appliquées aux deux unités de gestion de l'Atlantique est et de l'Atlantique ouest.

### *Précision*

Le degré de précision des évaluations du cas de bas a été estimé par itération. On a créé des pseudo-jeux de données sur les divers indices d'abondance au moyen de la variance évaluée de chaque point de donnée, de façon à rendre cet exercice indépendant de l'ajustement originel du modèle aux données. Dans les cas où le ratio  $F_{10+}/F_9$  était fixé à l'avance pour un certain nombre d'années (au lieu de l'estimer au cours de l'ajustement), on a suivi la procédure de répétition décrite dans l'Appendice BFTW-2 du rapport de la session d'évaluation du stock de thon rouge de l'ouest de 1994. On a noté que cette méthode ne tenait pas compte de toutes les sources d'incertitudes, dans la mesure où certains facteurs, tels que  $M$ , sont fixés d'après les répétitions. Le manque de temps a aussi empêché d'appliquer, pendant la réunion, les méthodes qui tiennent compte de ces autres incertitudes. D'après 200 passages itératifs des évaluations de l'Atlantique ouest, le coefficient de variabilité estimé de la magnitude du stock des âges 8+ et de l'âge 1 en 1995 était d'environ 25% et 46%, respectivement, dans l'évaluation du cas 1, et d'environ 49% et 53% dans l'évaluation du cas 2. Pour l'évaluation par ADAPT de l'Atlantique est, l'itération (200 passages) a donné respectivement des coefficients de variabilité de 30 et 39% pour le groupe des âges 8+ et pour les recrues, selon l'évaluation du cas 1 et selon l'évaluation du cas qui estime des coefficients de variabilité de 68% et 41% pour l'abondance des âges 8+ et de l'âge 1 en 1995. Les participants ont noté que ces coefficients de variabilité sous-estimaient sans doute les incertitudes de ces estimations.

Dans le cas des évaluations des stocks est et ouest, le recrutement estimé pour les trois dernières années est considérablement inférieur à celui des années immédiatement antérieures. Dans le cas de l'évaluation du stock ouest, cela peut être la conséquence d'un effet stock-recrutement, vu la tendance estimée à la baisse dans la biomasse reproductrice. Cela pourrait également être la conséquence du caractère moins précis de ces estimations (voir ci-dessus). On a suggéré que ces estimations pouvaient être biaisées en raison des procédures suivies pour assigner des sélectivités en ce qui concerne les captures partielles (voir Appendice BFTW-2, Rapport de 1994) dans le calcul des valeurs prévues pour les indices d'abondance de poissons de petite taille dans des circonstances de nouvelles réglementations. On a conseillé que cette éventualité soit étudiée.

### **11.7 ASPM : spécifications techniques**

Les données biologiques d'entrée de l'ASPM étaient les mêmes que celles des évaluations par ADAPT.

Les débarquements estimés de la période 1950-95 pour chacune des unités de gestion telles qu'elles sont définies actuellement (voir section 7.1), ont été ventilés par types d'engin : palangre, canne/moulinet, senne et "autres" pour l'Atlantique ouest ; palangre, madrague, senne, canne/appât vivant et "autres" pour l'Atlantique est. Des inquiétudes ont été exprimées au sujet de l'allocation des premières prises effectuées au large du Brésil dans l'unité de gestion de

l'ouest. Des calculs ont été réalisés en considérant le groupe plus comme un groupe des âges 10+.

L'application ASPM utilisée (document SCRS/96/130) exigeait la définition de la sélectivité à l'âge par an pour chaque pêcherie (type d'engin). Pour rendre les résultats plus compatibles avec ceux des évaluations par ADAPT, ces sélectivités se fondaient sur les deux cas de base de l'ADAPT adoptés pour chaque unité de gestion. Dans ce but, on a calculé la sélectivité spécifique de la pêcherie d'après les matrices de mortalité par pêche estimées par ADAPT, multipliées par la matrice de prise partielle par âge de chaque pêcherie, et divisées par la matrice de prise par âge totale. Après un examen visuel des modes de sélectivité, on a défini la sélectivité moyenne de plusieurs périodes temporelles (**Tableau 8**).

Les indices de l'abondance relative utilisés étaient les mêmes que ceux qui avaient servi pour les cas de base de l'ADAPT, si ce n'est que l'on a aussi effectué quelques passages qui comprenaient deux séries temporelles historiques (à partir des années 60) correspondant aux activités palangrières japonaises dans l'Atlantique nord-ouest et l'Atlantique tropical occidental (**Tableaux 3-a, 3-b et 6**). Les indices ont été traités de la même façon que pour l'ADAPT en termes de sélectivité partielle et de pondération.

On a exécuté les six passages suivants d'ASPM :

<i>Unité</i>	<i>Sélectivité selon le cas de base ADAPT</i>	<i>Utilisation d'indices JLL anciens</i>	<i>Nom assigné au passage à la réunion</i>
Ouest	1	y	Run 5 West
Ouest	1	n	Run 6 West
Ouest	2	y	Run 7 West
Ouest	2	n	Run 8 West
Est + Méd	1	N/A	Run 1 Est
Est + Méd	2	N/A	Run 2 Est

En ce qui concerne les passages de l'Atlantique ouest, on a supposé que la population se trouvait en 1950 à l'état vierge et dans des conditions d'équilibre. Dans l'est, on a supposé qu'en 1950 la magnitude du stock se situait à 50% du niveau d'équilibre. Dans tous les cas, on a supposé un rapport stock-recrutement déterministe de Beverton-Holt. Faute de temps, il n'a pas été possible d'exécuter d'autres passages pour tester la sensibilité des résultats à ces postulats, ni à d'autres postulats du modèle.

### 11.8 ASPM : résultats des analyses

Faute de temps pour affiner correctement ces analyses pour l'Atlantique est, le Groupe a décidé de ne pas baser sur cette approche son évaluation des paramètres de population de l'unité de gestion de l'est.

Les résultats de l'ASPM pour l'Atlantique ouest étaient cohérents avec les modes obtenus par ADAPT. La **Figure 15** montre la tendance déterministe de la biomasse reproductrice et du recrutement estimée d'après les deux cas les plus extrêmes des quatre passages d'ASPM considérés par les participants. Ces résultats sont comparés avec les estimations médianes de l'ADAPT, dans la **figure 15 bis**. Le Run 5 utilisait les indices palangriers des premières années (années 60), et supposait en entrée une sélectivité avec un ratio élevé de F. Le Run 8 excluait ces deux indices anciens, et postulait en entrée une sélectivité avec un ratio plus faible de F, ce qui impliquait l'existence d'une fraction inexploitable importante du stock des âges 10+. Comme on s'y attendait, le Run 8 prédisait une biomasse reproductrice et un recrutement plus importants pour toute la série temporelle que le Run 5 (**Figure 15**).

Les quatre passages d'ASPM donnaient une impression similaire de l'état actuel de l'unité ouest-atlantique, en termes relatifs, à savoir que la biomasse reproductrice des années 90 se situait aux alentours de 10% de celle qui correspond au niveau historique de la PME, et que la mortalité par pêche de ces mêmes années avait été 3,5 fois plus importante que celle qui supporterait le niveau de la PME. Les estimations de la PME variaient de 2.000 TM à 7.000 TM, selon le mode global de sélectivité obtenu pour toutes les pêcheries. Il convient de noter que la PME dépend de la fonction supposée de sélectivité. Pour ces calculs, on a utilisé les sélectivités historiques estimées par ADAPT.



On a fait remarquer qu'en sélectionnant 10+ comme âge du groupe plus, les calculs ASPM qui s'ensuivent ne permettent pas de tenir compte de la masse moyenne plus élevée de poissons du groupe plus lorsque les ressources sont proches de son niveau d'équilibre non-exploité ni des poissons d'âge moyen plus élevé que les dernières années. Faute de temps, il n'a pas été possible de répéter les calculs ASPM pour tenir compte de ces facteurs, mais des estimations déterministes pour un groupe plus d'âge 20+ au lieu d'un groupe 10+ donnaient des estimations de la PME inférieures de 10% et un niveau de PME supérieur de 10%.

On a noté des tendances systématiques dans les différences entre les matrices de prise par âge indexées par ASPM et celles qui ont été élaborées à partir des données de prise par taille (voir section 7). Avec ASPM, les prises par âge des cohortes étaient généralement plus élevées entre 1975 et 1982, et moins élevées entre 1983 et 1990. Lorsque l'on compare les estimations de recrutement avec ASPM et avec ADAPT, celles-ci sont alors supérieures pour la première période et inférieures pour la seconde, puis à nouveau supérieures pour les cohortes de la période 1991-94 (voir **Figure 15-bis**). A cause de ces tendances systématiques, l'abondance la plus récente et les tendances dans le recrutement estimées avec ASPM ont été considérées moins fiables que celles qui ont été estimées avec ADAPT. L'approche ASPM a néanmoins été jugée appropriée pour estimer la PME effective moyenne et les niveaux associés de biomasse sur toute la période de la pêche, même si ces estimations moyennes peuvent donner des impressions optimistes ou pessimistes de la productivité de la ressource pendant des périodes respectivement plus ou moins favorables pour le recrutement.

## 12. Projections

### 12.1 Caractéristiques des méthodes de projection

A la réunion de 1995 de la Commission, le SCRS avait été chargé d'élaborer des options séparées et distinctes de rétablissement pour chacune des unités atlantiques de gestion, est et ouest, en calculant, d'après les projections de stock, la série des totaux de prises admissibles (TAC) qui sont nécessaires pour rehausser les unités respectives de gestion, dans une période de rétablissement donnée et avec 50% de probabilité, à un niveau capable de supporter la PME, ce qui permettrait de définir des objectifs intermédiaires. Les participants ont donc effectué une série de projections en utilisant les résultats des modèles d'évaluation disponibles.

#### a) Méthodes ADAPT de projection

Une procédure *ad hoc* a été utilisée pour estimer le recrutement dans les projections. Si l'on avait disposé de plus de temps, d'autres méthodes auraient pu être testées. Ces spécifications de la projection d'après les résultats de l'évaluation par ADAPT pour l'Atlantique ouest ont été adoptées en suivant essentiellement le même processus qu'en 1994. On a postulé à cet effet une relation stock/recrutement, après avoir examiné le graphique stock reproducteur/recrutement pour les deux évaluations du cas de base (Figure des données S/R avec un modèle ajusté à deux lignes). On a également comparé les ajustements stock/recrutement aux résultats de l'ASPM. On a noté que les résultats de l'ASPM impliquaient une période de recrutement et de stock reproducteur élevés pendant les années 60, que l'on ne peut pas montrer dans les résultats de l'ADAPT qui utilisent les données des années 1970-95. Inversement, en utilisant la relation ASPM, à un niveau de stock semblable au niveau actuel, on prévoirait un recrutement plus fort que celui qui s'est produit ces derniers temps. On a donc rejeté la relation stock/recrutement de l'ASPM en faveur de la méthode à deux lignes utilisée en 1994 qui préfère l'ajustement des données récentes de stock/recrutement aux dépens, peut-être, de projections moins optimistes à une plus forte magnitude du stock.

Le rapport stock/recrutement utilisé donne la moyenne géométrique du recrutement de poissons de 1 an pendant la période 1981-92 si la biomasse reproductrice dépasse le seuil défini en tant que moyenne de la période 1985-91 ; pour des valeurs inférieures de la biomasse, on suppose que le recrutement décroît de façon linéaire avec la biomasse. Dans ce but, on a défini la biomasse du stock reproducteur comme étant celle des âges 8+ en milieu d'année. Les projections stochastiques comprenaient une distribution lognormale autour de cette relation, avec un coefficient de variabilité supposé de 0.4 (qui est typique de nombreux stocks de poissons). Cette spécification a aussi été utilisée pour fixer le recrutement des années 1993-95, que l'on jugeait estimées de façon moins fiable dans la VPA. Par ailleurs, la sélectivité a été définie au moyen de la moyenne géométrique des années 1991-93. Les ajustements à la baisse pour les sélectivités des trois âges les plus jeunes, qui avaient été prises en compte à la réunion de 1994, n'ont pas été introduites cette

fois-ci. L'Appendice BFTW-3 du rapport de 1994 du SCRS mentionnait d'autres spécifications de la formule de calcul des facteurs ci-dessus et du poids par âge à utiliser pour les années à venir ; on les utilise encore ici. Il convient de noter que les projections stochastiques réajustaient le rapport stock/recrutement et les sélectivités pour chaque itération des résultats de l'évaluation par bootstrapping.

La méthodologie ADAPT ne permet pas d'estimer directement le volume de la PME, ni de la biomasse reproductrice au niveau de la PME. On a donc recouru à la méthode suivante en tant que substitut pour calculer la biomasse de géniteurs au niveau de la PME. Le rendement par recrue et la biomasse reproductrice par recrue équilibrés ont été calculées au moyen de  $F_{max}$ . La biomasse reproductrice de substitution a ensuite été définie comme étant la SSB/R au niveau de  $F_{max}$  (mortalité par pêche au niveau maximum de rendement par recrue) multipliée par le recrutement maximal (niveau horizontal de la relation stock/recrutement. Une fois que les projections ont été réalisées avec cette procédure pour déterminer la SSB (biomasse du stock reproducteur) par rapport à la SSB de la PME, l'intégralité de la méthode a été réévaluée et des modifications ont été introduites (voir section 12.2).

Pour les spécifications des projections qui utilisent l'évaluation par ADAPT, on a procédé pour l'Atlantique est de la même façon que pour l'Atlantique ouest. Toutefois, les valeurs des paramètres biologiques ont été modifiées lorsque cela était nécessaire. A cause des différences dans les calculs du recrutement entre l'est et l'ouest, cette procédure devrait être évaluée rigoureusement dans les prochaines analyses. La **Figure 16** montre les données de l'ADAPT sur le stock de géniteurs et les courbes de stock/recrutement qui en découlent.

#### *b) Méthodes ASPM de projection*

Les résultats de l'évaluation de l'Atlantique ouest par ASPM ont servi aux projections. Ce modèle permet de calculer directement le volume de la PME et celui de la biomasse du stock reproducteur au niveau de la PME d'après les paramètres du modèle. Les spécifications de la sélectivité et de la variabilité autour du rapport stock/recrutement étaient les mêmes que pour l'ADAPT. Les projections se situaient à deux niveaux de stochasticité. Premièrement, elles reposaient sur 200 itérations paramétriques, dans lesquelles le modèle était réajusté à des pseudo-jeux de données élaborés en reconstituant les données sur l'abondance relative d'après une distribution lognormale pré-établie. Deuxièmement, on a ajouté une variance égale à un coefficient de variabilité de 40% aux recrutements futurs prévus par le modèle. On a noté, toutefois, que ceux-ci ne tiennent probablement pas compte des niveaux réalistes d'incertitude du fait des postulats restrictifs formulés dans l'ajustement de l'ASPM, tels qu'un rapport déterministe stock/recrutement, des débarquements exacts, une sélectivité hypothétique et des conditions d'équilibre au départ.

Un premier examen des résultats de l'évaluation de l'Atlantique est par ASPM s'est avéré provisoire et peu concluant ; cet examen n'est pas poursuivi dans le présent rapport. Par conséquent, on n'a pas effectué de projection par ASPM pour l'Atlantique est.

#### *c) Projections des captures*

Les projections supposaient toutes des captures de 30.000 TM et 2.200 TM respectivement pour l'Atlantique est et l'Atlantique ouest en 1996.

Des débats prolongés ont porté sur les scénarios réels de capture qu'il fallait projeter. On a noté qu'une trajectoire de rétablissement impliquait que le stock reproducteur remonte au niveau visé (celui de la PME) dans le temps prévu, et en fonction de la productivité biologique du stock. Toutefois, un nombre infini de trajectoires pourraient répondre à ces exigences (prises constantes pendant la période de rétablissement, mortalité par pêche constante pendant cette même période, des époques initiales de prises réduites suivies de fortes prises, et vice-versa). Les participants n'ont pas pu effectuer une sélection d'après les seules raisons scientifiques. Les participants ont donc décidé de présenter une ample gamme de scénarios de capture de façon à intercaler des stratégies alternatives entre les stratégies présentées.

Les scénarios de capture utilisés pour toutes les méthodes de projection et tous les résultats d'évaluations étaient (pour l'Atlantique ouest) : a) des scénarios à prise constante pendant 25 ans, en commençant par 500 TM, puis avec 1.000 TM, et ainsi de suite jusqu'à 3.000 TM ; et b) un autre jeu de projections "séparées" avec une prise constante de 500 TM en 1997-2007, suivie d'une hausse de 500 TM à 1.000 TM à partir de 2008, puis 1.000 TM en 1997-2007 et 1.500 TM à partir de 2008, et ainsi de suite jusqu'à 3.000 TM en 1997-2007, suivies de 3.500 TM en 2008.

On a suivi le même processus pour l'Atlantique est, en commençant par des prises de 10.000 TM avec des augmentations progressives de 5.000 TM à 35.000 TM et en utilisant des projections séparées dont la première stanche était accrue de 5.000 TM à partir de 2007 pour toute la durée de la projection.

Par ailleurs, on a effectué les projections des captures en utilisant deux cas de base concernant les deux scénarios de ratios de F traités dans le chapitre précédent. Ainsi, la chaîne des mesures concernant la capture dans l'Atlantique ouest a été projetée en utilisant comme donnée d'entrée le cas de base 1 de l'ADAPT, puis son cas de base 2, le cas de base 1 de l'ASPM, puis son cas de base 2. Pour l'Atlantique est, elle a été projetée en utilisant les données d'entrée du cas de base 1, puis celles du cas de base 2, de l'ADAPT.

## 12.2 Projections concernant les instructions de la Commission sur la PME

### a) Débat sur les postulats critiques des projections : ouest

Les méthodes et bases utilisées pour les projections de l'état du stock ont été examinées de nouveau. Les questions soulevées comprenaient l'utilisation des approches du Cas 2 (celles qui présentent un F-ratio faible des âges 10+ / âge 9 pour les toutes dernières années) et les avantages relatifs des approches spécifiques utilisées pour projeter l'état du stock ouest au moyen des données de sortie des modèles ADAPT et ASPM.

Plusieurs anomalies ont été relevées lors de l'utilisation des évaluations du Cas 2 pour les projections de l'ouest. Tout d'abord, le  $F_{max}$  découlant de ce cas donnerait une SSB au point où l'on a défini que le recrutement baissait ; elle ne serait donc pas soutenable. Ensuite, l'ample groupe des poissons qui ne peuvent pas être conservés avec le taux de mortalité naturelle qui est utilisé à l'heure actuelle. En outre, le SSB/R à  $F_{max}$  est anormalement proche du SSB/R à  $F=0$ . Autrement dit, le Cas 2 implique qu'il existe un large groupe de très grands poissons dont la reproductivité est très faible, dont le nombre décroît du fait de la mortalité naturelle, et qui échappent généralement aux pêcheries. On a estimé que ces facteurs étaient peu probables du point de vue biologique. On avait noté antérieurement que la tendance relative des années 1970-95 pour le Cas de base 2 était assez semblable à celle du Cas de base 1 ; toutefois, ceci n'est pas le cas dans les projections. Le point ci-dessus reflète des estimations élevées des âges 10+ dans le Cas 2, ce qui implique un taux de survie médiocre chez les pré-recrues (R/SSB), et partant, que la population ne pourrait supporter aucune pêche, et encore moins une pêche d'une certaine importance.

Des débats prolongés ont porté sur les spécifications particulières à l'ASPM utilisées dans l'ouest, en considérant leur relation avec les projections, et en les comparant aux méthodes ADAPT. On a noté en général que l'approche ASPM devrait mieux définir les paramètres à long terme de la PME et de la SSB au niveau de la PME que les méthodes ADAPT, alors que ces dernières devraient mieux appréhender la dynamique de la structure démographique, en particulier à court terme. Ceci ne signifie pas qu'il soit impossible de structurer des méthodes ASPM de façon à aborder ces questions, mais qu'en général elles ne s'y prêtent pas dans leur état actuel. Après avoir examiné les modes du recrutement d'après des applications spécifiques ADAPT et ASPM dans l'ouest, on a jugé que les projections avec ASPM pourraient ne pas illustrer de façon adéquate l'évolution à court terme (d'ici 5 à 8 ans) des classes annuelles.

Le choix de la courbe de recrutement sous-jacente et ses interactions avec les biomasses reproductrices les plus récentes, d'après les méthodes respectives d'évaluation, sont extrêmement critiques pour les projections. En fait, les résultats de ces dernières sont reliés de façon critique aux postulats de chaque méthode. Tout d'abord, les projections à base ADAPT supposent que le recrutement ne peut pas augmenter au-delà des niveaux estimés pour les 20 dernières années. Ainsi, par définition, le niveau du recrutement au niveau de la PME ne peut pas être plus élevé. Par conséquent, la PME visée est plus faible que celle que l'on pourrait obtenir si le recrutement avait été plus fort pendant les années 60. En outre, l'impact des postulats du F-ratio porte sur la zone de la courbe stock-recrutement où se trouvent les estimations des biomasses les plus récentes, c'est dire jusqu'à quel point ils sont proches du seuil où une biomasse reproductrice amoindrie peut entraîner un recrutement médiocre. Ceci définit à son tour la rapidité et la portée de la réaction éventuelle du stock à divers niveaux de capture. Inversement, la méthode ASPM tend à montrer que le niveau de recrutement des années 60 dépassait celui des 20 dernières années. Par conséquent, la PME visée est plus élevée que celle qui découle des procédés ADAPT.

D'après les considérations ci-dessus, le Cas 1 ADAPT a été considéré comme le cas de base des projections suivantes, bien que d'autres projections aient été réalisées en ayant recours aux alternatives.

Néanmoins, les estimations de substitution, basées sur le  $F_{\max}$  de l'ADAPT pour l'ouest, ont été examinées de nouveau pour les raisons suivantes : le  $F_{\max}$  donnerait des SSB très proches de la SSB actuelle, et qui différeraient beaucoup des SSB du début des années 70 ; aussi, le  $F_{\max}$  estimé dépasse de nombreux étalons qui sont utilisés dans la gestion des pêcheries. Pour ces raisons, on a cessé d'utiliser pour les projections de l'ouest la méthode qui consiste à utiliser  $F_{\max}$  pour définir la SSB au niveau de la PME. En revanche, on a noté que les estimations par ASPM de la SSB au niveau de la PME étaient proches de la SSB de 1975 telle qu'elle est estimée par le Cas 1 ADAPT, et que l'ASPM estimait pour cette même année une SSB proche de la PME. En outre, on a noté que la SSB de 1975 avait servi ces dernières années en tant que standard pour les comparaisons. Les projections qui définissent la SSB par rapport à celle de 1975 seraient donc un meilleur substitut de la SSB au niveau de la PME.

Il convient de noter que le modèle stock-recrutement à deux lignes utilisé dans les projections par ADAPT ne prévoyait pas un recrutement aussi élevé que celui du début des années 60 et du début des années 70. On attendrait d'un rétablissement de la SSB un degré de probabilité plus élevé d'un recrutement plus fort semblable à celui des années 60. En fait, si le recrutement s'accroissait à l'avenir du fait d'une SSB plus importante, les projections seraient alors quelque peu pessimistes. Inversement, si le recrutement n'augmentait pas, il n'y aurait alors qu'une hausse marginale de la production du fait de l'accroissement de la biomasse.

Les conditions de départ du stock en 1996 ont aussi un effet marquant sur les projections. Si les classes annuelles récentes s'avèrent être proches du niveau estimé par ADAPT, et non telles qu'elles découlent des substitutions (**Figure 17-a**), l'importance du stock dans un proche avenir serait inférieure à celle qui est projetée. Inversement, si la sélectivité de ces âges était plus faible que la moyenne 1991-93, la magnitude du stock dépasserait alors les projections.

#### *b) Résultats des projections ADAPT : ouest*

Les **Tableaux 9 et 10 et Figure 18** illustrent les résultats des projections effectuées. Comme l'avait demandé la Commission, les chiffres indiqués dans les tableaux correspondent à la biomasse médiane du stock reproducteur projetée en tant que pourcentage de la SSB estimée qui donne la PME (telle qu'elle a été calculée en 1975 par rapport à la SSB) pour divers niveaux supposés de capture.

#### *c) Résultats des projections ASPM : ouest*

On n'a effectué de projections ASPM que pour l'unité ouest-atlantique de gestion.

Les **Tableaux 11, 12 et Figures 19 et 29** montrent les résultats de ces projections. Comme l'avait demandé la Commission, les chiffres du tableau correspondent à la biomasse médiane du stock reproducteur projetée en tant que pourcentage de la SSB estimée qui donne la PME, à divers niveaux estimés de capture.

On trouvera dans la **Figure 23** une comparaison des projections réalisées pour le thon rouge de l'ouest par ASPM et par ADAPT.

#### *d) Résultats des projections par rapport à la PME : ouest*

Pour les raisons énoncées ci-dessus, les projections du cas 1 par ADAPT de la SSB relative à l'année 1975 doivent être retenues comme cas de base pour évaluer la SSB relative à la SSB à la PME. Les projections indiquent que les prises annuelles de 2.500 TM sont soutenables, ce qui n'est pas le cas avec des prises de 3000 TM. Si 2500 TM sont capturées chaque année, les projections indiquent que la SSB à la PME (définie en tant que niveau de 1975) ne serait pas atteinte avant l'année 2016. Des prises annuelles moins élevées font augmenter la SSB projetée et la possibilité que la SSB atteigne des niveaux comparables au niveau de 1975 en 2016.

En ce qui concerne la demande de la Commission au sujet des options de rétablissement, les projections du cas de base (**Tableau 9**) indiquent que la probabilité de rétablissement au niveau de la PME en 10 ans est inférieure à 50% même si la prise est nulle. Le niveau de prise annuelle qui donne 50% de chances de rétablissement en 20 ans se situe entre 0 et 500 TM. Ces résultats sont sujets aux réserves formulées ci-dessus.

e) *Débat sur les postulats critiques des projections : est*

On a abordé pour la première fois en détail, à la demande de la Commission, les questions concernant l'estimation de la PME pour le thon rouge de l'Atlantique est. On n'a pas exploité le degré de sensibilité des méthodes de façon aussi exhaustive que pour l'Atlantique ouest. Aussi, la variabilité quantifiable de l'évaluation est-atlantique est relativement élevée. Les participants ont donc, du point de vue qualitatif, accordé moins de crédit aux résultats des projections de l'Atlantique est.

L'estimation de la PME associée à la SSB à la PME est d'environ 40.000 TM. Il peut sembler surprenant que le stock soit estimé être en-deçà du niveau de la biomasse reproductrice associée à la PME alors que les prises entre 1950 et 1995 étaient toutes situées en-deçà de cette estimation de la PME. Les raisons sont doubles : 1) l'estimation de la PME d'environ 40.000 TM est basée sur le recrutement moyen de la pêcherie entre 1981 et 1992 ; les recrutements précédents de la pêcherie dans les années 70 étaient inférieurs d'environ 50% en moyenne (la PME effective n'aurait donc été que d'environ 20.000 TM, vu le mode de sélectivité) ; et 2) les captures élevées de petits poissons par le passé ont empêché le stock d'atteindre son potentiel optimal de productivité. La biomasse actuelle du stock reproducteur ayant été estimée à seulement 19% du niveau de la PME, la PME de 40.000 TM ne serait pas soutenable actuellement.

Par ailleurs, et comme dans les projections de l'Atlantique ouest, le rapport stock/recrutement utilisé pour l'Atlantique est était critique. Le rapport (**Figure 16**) montre que le recrutement des premières années de la série était plus faible avec une biomasse plus forte. Ces données ont été rejetées au moment de choisir le modèle de stock/recrutement. Ainsi, la biomasse reproductrice récente prédisait un recrutement supérieur aux niveaux historiques. Les participants n'ont pas pu déterminer s'il s'agissait d'un fait réel, ou d'une interaction spécifique modèle/données.

Toutes les projections sont comparées dans les **Figures 21 et 22**.

f) *Résultats des projections ADAPT : est*

Les **Tableaux 13, 14 et Figures 21 et 22** montrent les résultats des projections effectuées. Comme l'avait demandé la Commission, les chiffres du tableau correspondent à la biomasse médiane du stock reproducteur projetée en tant que pourcentage de la SSB estimée qui donne la PME à différents niveaux supposés de la capture. (L'application de l'ASPM à l'Atlantique est n'avait pas été développée à un niveau suffisant pour être utilisée pour fournir une estimation de la SSB qui donne la PME. Toutefois, on a noté que les réserves formulées dans la section 12.2.a au sujet de l'emploi de  $F_{max}$  pour fournir un substitut de la PME et une SSB associée pour l'Atlantique ouest ne s'appliquaient pas au cas de l'est. L'approche basée sur  $F_{max}$  a donc été utilisée pour fournir une estimation de la SSB). Ces projections, indiquent, selon le modèle ajusté (cas 1 ou 2) qu'un niveau futur de capture de l'ordre de 30.000 TM ou plus n'est pas soutenable. Elles montrent que des prises de moins de 25.000 TM pourraient permettre un accroissement du stock. Toutefois, comme l'indiquent les tableaux, la gamme des résultats possibles est assez ample.

On s'est demandé si ces estimations du rendement actuel soutenu - qui est très inférieur aux niveaux actuels de capture et légèrement supérieur à 50% des estimations de la PME proxy correspondant à  $F_{max}$ , étaient peut-être une conséquence du rapport stock-recrutement à deux lignes spécifié pour ces projections. La justification pour la forme particulière supposée n'est pas robuste. Toutefois, la référence à la Figure BFTE-14 du Rapport BFTE de 1994 indiquait que le rendement par recrue aux niveaux actuels de mortalité par pêche n'est que d'environ 50% de celui à  $F_{max}$ . La sélection du niveau de biomasse reproductrice auquel le recrutement commence à décliner ne semble donc pas avoir été déterminante dans ces estimations des niveaux durables de capture, qui semble être plutôt la seule conséquence de la surpêche de croissance au niveau actuel de mortalité par pêche.

Une autre source possible de biais négatif dans ces estimations des niveaux durables de capture est que le niveau maximal de recrutement pour le rapport stock-recrutement supposé est la moyenne des estimations pour la période 1981-92. La seconde moitié de cette période indique généralement un recrutement plus élevé. Toutefois, l'effet global de l'emploi de cette valeur plus élevée pour les projections devrait être l'augmentation des estimations du rendement actuel soutenu de moins de 10%, ce qui est très inférieur à la quantité à laquelle les prises actuelles dépassent ces estimations.

Les projections des cas 1 et 2 étaient très semblables. Pour que le choix de l'ouest soit cohérent, c'est le cas 1 qui

a été adopté comme cas de base (c'est-à-dire avec le ratio  $F_{10+}/F_9$ , pour la période la plus récente fixée à la valeur utilisée en 1994).

En ce qui concerne la demande de la Commission au sujet des options de rétablissement, les projections du cas de base (**Tableau 13**) indiquent que le niveau de capture annuelle qui donne 50% de chances de rétablissement au niveau de la PME en dix ans, est d'environ 10.000 TM. Le niveau de capture annuelle qui donne 50% de chances de rétablissement au niveau de la PME en vingt ans, se situe entre 20.000 et 25.000 TM.

L'estimation de la PME associée à la SSB au niveau de la PME est d'environ 40.000 TM. Il peut sembler surprenant que le stock soit estimé en-deçà du niveau de la biomasse reproductrice associée à la PME alors que les captures de la période 1950-1995 ont toutes été en-deçà de cette estimation de la PME. Les raisons sont doubles :

- i) l'estimation de la PME à environ 40.000 TM est basée sur le recrutement moyen de la pêcherie entre 1981 et 1992 ; les recrutements précédents dans les années 70 étaient d'environ 50% inférieurs en moyenne (et suggèrent par conséquent une PME effective sur cette période), en raison du mode actuel de sélectivité d'environ 20.000 TM seulement) ;
- ii) les captures élevées de petits poissons par le passé ont empêché le stock d'atteindre son potentiel optimal de productivité.

La biomasse actuelle du stock reproducteur ayant été estimée à seulement 19% du niveau de la PME, la PME de 40.000 TM ne serait pas soutenable actuellement.

### 13. Situation de la mise en place des mesures de réglementation ICCAT sur le thon rouge

#### 13.1 Mesures de réglementation de 1975 limitant la mortalité par pêche

Le **Tableau 1** et la **Figure 2** montrent que les mesures de réglementation recommandées en 1975, qui interdisaient d'accroître la mortalité par pêche au-delà des niveaux alors considérés récents, n'avait absolument pas été appliquée au thon rouge est-atlantique (en particulier dans la Méditerranée). La prise de thon rouge en 1975 dans l'Atlantique est s'élevait à 21.217 TM, alors qu'on a enregistré en 1995 la prise historique la plus forte, 39.331 TM.

#### 13.2 Quota de suivi scientifique

Un quota de suivi scientifique a été adopté pour les prises ouest-atlantiques de thon rouge. En général, il a été suivi par le Canada, les Etats-Unis et le Japon. Quelques prises sont déclarées par des pays non membres, mais elles sont restées d'importance secondaire jusqu'en 1995. Un quota de capture a aussi été fixé pour la pêcherie palangrière japonaise qui s'est récemment développée dans l'Atlantique centre-nord. Ce quota a été appliqué pendant les saisons de pêche 1994 et 1995.

#### 13.3 Réglementations sur la taille minimale

On avait recommandé en 1995 pour l'ensemble de l'Atlantique (Méditerranée comprise) une limite de taille minimale de 6,4 kg, avec une marge de tolérance de 15% en poids. L'ICCAT a ensuite adopté en 1982 pour l'Atlantique est une taille minimale de 120 cm, avec une marge de tolérance de 15% en nombre ; ceci fut changé en 1992 à 115 cm, avec une marge de tolérance de 8%. Le **Tableau 15** donne la récapitulation des prises sous-taille estimées, en termes de nombre, de poids et de pourcentage, pour l'Atlantique est et ouest et la Méditerranée pour les années 1983 à 1995. La limite de poids minimal n'est pas indiquée pour l'Atlantique ouest, car la limitation de taille à 120 cm ou 115 cm est bien plus stricte.

Il est évident que la réglementation de taille est appliquée dans les pêcheries ouest-atlantiques, mais pas dans celles de l'Atlantique est et de la Méditerranée (le pourcentage de poissons sous-taille varie de 15% à 75% dans l'Atlantique est, et de 13% à 60% en Méditerranée). Dans l'Atlantique est, plus de 50% des prises de thon rouge signalées sont

inférieures à la taille minimale. Le **Tableau 16** montre le nombre et/ou le poids des poissons sous-taille dans la prise, par pays, pour 1983-95.

### 13.4 Interdiction touchant la pêche palangrière en Méditerranée en juin-juillet

Cette réglementation a été adoptée en 1994 et est entrée en vigueur en 1995. Bien que le SCRS ne soit pas en mesure de contrôler le respect de cette mesure par les bateaux des pays membres de l'ICCAT, on constate que de nombreux palangriers arborant des pavillons de complaisance, ou sans identification d'un pays quelconque, ont pêché dans les eaux méditerranéennes en 1995 et 1996. Ceci était signalé dans le rapport de la Troisième réunion du GT *ad hoc* CGPM/ICCAT sur les stocks de grands pélagiques de la Méditerranée.

### 13.5 Limitation des captures dans la Méditerranée

La Commission avait recommandé en 1994 de réduire les prises de thon rouge en Méditerranée de 25% par rapport au niveau de 1993 ou de 1994, selon le plus élevé de ces chiffres, et ce à partir de l'année 1995 et jusqu'en 1998. Comme le signale le rapport de la Troisième réunion du GT *ad hoc* CGPM/ICCAT sur les stocks de grands pélagiques de la Méditerranée, on estime que la prise méditerranéenne de 1995 a été légèrement inférieure au niveau de 1994, ou presque identique. Toutefois, la réglementation recommande une réduction sans préciser le pourcentage applicable à chaque année ; le SCRS ne peut donc pas évaluer si cette réglementation a été observée. Il est néanmoins évident que la prise de quelques pays a augmenté, et non décréu, en 1995 par rapport à 1994.

## 14. Recommandations

Les participants ont formulé les recommandations suivantes :

### a) Statistiques

- i) Le Groupe est sérieusement préoccupé au sujet de l'absence de statistiques de base de capture et d'effort pour la Méditerranée. En outre, l'augmentation des captures NEI en 1995 est due principalement au fait que des flottilles débarquent leurs prises dans des ports étrangers (y compris des ports de pays membres de l'ICCAT). C'est le cas de la plupart des pêcheries de palangriers et de senneurs. Par ailleurs, dans la mesure où les captures de thon rouge de l'Atlantique est proviennent principalement de Méditerranée, il est difficile de procéder à une évaluation du stock pour l'unité de gestion de l'Atlantique est et de donner des avis clairs à la Commission. Les pays qui prennent part à la pêche à la senne et à la palangre en Méditerranée doivent prendre des mesures immédiates et efficaces, y compris en élaborant leur propre système de carnets de pêche et un échantillonnage de taille.
- ii) Les données détaillées de prise et d'effort de la pêcherie palangrière japonaise entre 1960 et 1975 dans l'Atlantique pourraient fournir des informations supplémentaires sur les tendances relatives d'abondance du thon rouge pendant cette période. Sachant que ces données sont disponibles, il a été **recommandé** que des analyses supplémentaires des données détaillées, y compris des données de fréquence-taille, soient effectuées et présentées à la prochaine session d'évaluation.

### b) Recherche

- i) Le Groupe a **recommandé** d'effectuer, d'ici la prochaine évaluation, des recherches visant à standardiser de façon plus approfondie et pour étendre les indices canadiens sur la ligne à main surveillée dans le Hell Hole (âges 8-11) et le Golfe du Saint-Laurent (âges 13+), et la série d'indices palangriers atlantiques des Etats-Unis.
- ii) La prise par taille étant convertie chaque mois en prise par âge au moyen de la courbe de croissance de von Bertalanffy, le Groupe a **recommandé** de définir la meilleure équation pour tenir compte des cycles saisonniers de la croissance dans les évaluations futures.

- iii) Le Groupe a **recommandé** de rechercher la, ou les raisons pour lesquelles les processus IPA et ADAPT traditionnels peuvent donner des estimations du F-ratio qui diffèrent de façon accusée.
- iv) Le Groupe a **recommandé** d'encourager la réalisation d'une étude de détermination directe de l'âge des grands poissons, notamment des âges 10+, étant donné que la détermination par les otolithes de l'âge du thon rouge du sud, qui est une espèce proche, s'avère prometteuse.
- v) Le Groupe a **recommandé** d'effectuer une recherche supplémentaire sur la variabilité estimée dans les valeurs annuelles des indices standardisés par la méthode GLM, variabilité qui pourrait être influencée par les cellules standards utilisées dans l'analyse.
- vi) Les participants ont examiné les données des senneurs français pendant la réunion ; on pourrait peut-être obtenir d'après ces données une information additionnelle sur l'abondance en poissons d'âge 4. Le Groupe a **recommandé** d'examiner les modes du taux de capture des séries de prises et d'effort des senneurs dans le Golfe du Lion pour les thons rouges adultes (par exemple, d'âge 4), en vue de leur utilisation éventuelle dans les analyses futures d'évaluation.
- vii) Le document SCRS/96/115 présentait une analyse GLM de l'information sur le taux de capture journalier moyen de thon rouge dans les madragues atlantiques espagnoles pour la période 1982-95. Cette analyse se fondait sur les taux de capture (prises de thon rouge de 4 ans ou plus par jour de pêche) dans 4 madragues, et tenait compte des effets mois et madrague individuelle et des interactions mois/madragues. Le Groupe a **recommandé** d'entreprendre d'ici la prochaine évaluation d'autres recherches sur la possibilité, qui a été mentionnée, d'améliorer les analyses au moyen des données sur l'environnement.
- viii) Le Groupe a **recommandé** de poursuivre l'évaluation des méthodes de suivi des répercussions des réglementations, peut-être en limitant l'analyse aux sorties de bateaux débarquant au moins 2.400 livres (près de 1 TM) par marée pour l'indice palangrier américaine dans le Golfe du Mexique.
- ix) Le Groupe a **recommandé**, pour les évaluations futures, d'appliquer de façon cohérente la méthode des effets aléatoires sur toutes les séries temporelles utilisées pour indexer l'abondance, ou d'appliquer d'autres méthodes appropriées pour incorporer la variabilité qui découle des interactions significatives entre années dans la standardisation.
- x) Le Groupe a **recommandé** d'élaborer d'autres méthodes d'évaluation telles que IPA et CATCH'EM, qui tiennent compte des erreurs dans la prise par âge. Ces méthodes seraient utiles pour les prochaines réunions. Le Groupe a également **recommandé** de développer la méthode ASPM pour tenir compte de la variabilité dans le recrutement et pour mieux modéliser la dynamique structurée par âge à court terme. Enfin, le Groupe a **recommandé** que la méthode ASPM soit également appliquée à l'Atlantique Est, ce qui n'a pas pu être fait au cours de la présente réunion, en raison du manque de temps.
- xi) Le Groupe a **recommandé** que les procédures utilisées pour caractériser les projections soient évaluées plus rigoureusement, en particulier le choix des hypothèses stock-recrutement, en tenant compte des éventuelles différences entre l'est et l'ouest dans les modes stock-recrutement. Le bien-fondé de l'utilisation des substitutions, pour les besoins des projections, des estimations du recrutement récent dans les évaluations avec ADAPT par la moyenne pour la période qui précède, devrait également être évalué.
- xii) Le Groupe a **recommandé** que la sensibilité des évaluations au mélange est-ouest, avec mémoire (chevauchement) et sans mémoire (diffusion) soit examinée à nouveau avec ADAPT et IPA, ou des cadres équivalents. Les autres tests de sensibilité spécifiés dans le rapport de la session sur la méthodologie du thon rouge (avril 1996) qui n'ont pas pu être réalisés, devront l'être.
- xiii) Le Groupe a **recommandé** que tous les efforts soient faits pour collecter des informations sur les taux de mélange du thon rouge dans l'Atlantique entier, y compris la Méditerranée. Les activités de marquage avec des marques conventionnelles ou archives devront être intensifiées. En outre, le Groupe a **recommandé** que tous les efforts soient faits pour augmenter le taux de déclaration des récupérations.



- xiv) On a également **recommandé** que toutes les études concernant la structure du stock et les taux de mélange du thon rouge dans l'Atlantique soient encouragées (analyses des micro-éléments, études génétiques, effets parasites, etc.).
- xv) Le Groupe a **recommandé** d'élaborer des procédures plus rigoureuses et mieux évaluées pour traiter les questions de gestion, telles que la demande de la Commission, en 1995, pour des plans de rétablissement à long terme. Ces procédures devraient réduire le nombre de choix *ad hoc* actuellement nécessaires pour réaliser les évaluations et les projections. L'évaluation de ces procédures devrait inclure des tests de sensibilité aux écarts des différentes hypothèses afin d'identifier les méthodes les plus robustes.

c) *Autres recommandations*

- i) Le Groupe a **recommandé** que les futures évaluations n'aient pas lieu plus souvent que tous les deux ans. Vu les difficultés pour réaliser des évaluations complètes au cours d'une seule réunion, le Groupe a **recommandé** que l'on s'efforce d'organiser des réunions distinctes pour finaliser les données d'entrée utilisées dans les évaluations et pour réaliser les évaluations et considérer leurs implications sur la gestion.

**Recommandations de gestion**

*Atlantique ouest*

L'évaluation la plus récente du thon rouge de l'ouest indiquait qu'en 1995, la biomasse en milieu d'année des âges 8 et plus était d'environ 13% de la biomasse des âges 8+ estimée pour 1975. En 1995, la Commission a demandé que soient élaborées des options de rétablissement dont l'objectif est d'atteindre une probabilité de 50% des niveaux pouvant soutenir la PME en 10, 15 et 20 ans. Les projections indiquent qu'une capture de 2.500 TM est soutenable, et que le stock reproducteur augmentera fortement en vingt ans environ à plus du double de la taille de 1995. Toutefois, les projections indiquent qu'une capture annuelle de 3.000 TM n'est pas soutenable et qu'il y a une probabilité de 10% d'une réduction radicale d'ici 2004 (en supposant qu'il est possible d'exercer un taux de mortalité par pêche suffisamment élevé pour maintenir une prise constante de 3.000 TM alors que le stock décline). Afin que le stock reproducteur se rétablisse au niveau de la biomasse à la PME de 1975 d'ici environ 20 ans, les projections indiquent que la capture doit être réduite à environ 500 TM.

Lorsque la Commission se basera sur ces projections pour prendre ses décisions, elle devra garder à l'esprit que de nombreuses sources d'incertitudes subsistent (auxquelles on fait référence dans le Rapport Détaillé). En particulier, les hypothèses qui doivent être formulées au sujet de la relation stock-recrutement rendent les projections relatives à la PME particulièrement incertaines. Dans ce cas, pour les projections qui indiquent une augmentation de la biomasse du stock reproducteur au niveau de la PME, le taux de rétablissement sera probablement plus rapide que ce qui est indiqué.

A partir des analyses des projections, le Groupe a **recommandé** que le niveau actuel de capture soit plus ou moins maintenu si la Commission se satisfait des 50% de probabilités d'une augmentation lente de la taille du stock reproducteur en 20 ans. Si la Commission souhaite être raisonnablement sûre (c'est-à-dire, avoir 90% de probabilités) de maintenir au moins le statu-quo, la capture devra être réduite d'environ 2.000 TM. Mais si l'objectif est d'arriver plus rapidement (c'est-à-dire en 20 ans) aux niveaux qui historiquement auraient pu produire la PME, les captures actuelles doivent être réduites substantiellement.

*Atlantique est*

Le Groupe a fait part de ses sérieuses préoccupations au sujet de l'état des ressources de thon rouge de l'Atlantique est, au vu des résultats des évaluations et des captures record de 1994 et 1995 (presque 40.000 TM). Les futurs niveaux de capture de 30.000 TM ou plus ne sont pas soutenables. Les projections indiquent que des captures de 25.000 TM ou moins pourraient permettre au stock d'augmenter. Toutefois, la **Figure BFT-10** indique que la

gamme des résultats possibles est assez large. Si la Commission souhaite rétablir le stock reproducteur au niveau de la biomasse à la PME d'ici 20 ans, les projections indiquent que les captures doivent être réduites d'environ 20.000 TM. Si la période doit être plus courte, les captures doivent être réduites davantage (**Figure BFT-10**). Il convient de noter que même ces résultats peuvent être optimistes puisqu'ils supposent que le futur recrutement continue au niveau moyen observé depuis 1981. Ce niveau moyen est plus élevé que le niveau moyen de recrutement avant 1981.

En raison de l'augmentation spectaculaire et inattendue des captures en 1994 et 1995, et vu les résultats des analyses présentes, le Groupe considère qu'une réduction de 35% des captures à partir des niveaux de 1994 à 1995 (soit à environ 25.000 TM) est nécessaire pour maintenir le stock à un statu quo ou pour permettre une lente augmentation de la taille du stock avec 50% de probabilités. Si les Délégués souhaitent être raisonnablement sûrs (c'est-à-dire, avoir 90% de probabilités), de maintenir au moins le statu quo, alors la capture devra être réduite à environ 15.000 TM.

Le Groupe est inquiet au sujet des fortes prises de petits individus et a recommandé que tous les efforts soient faits afin que les mesures actuelles sur la limite de capture à 6,4 kg soient respectées. Le Groupe répète que des mesures effectives doivent être adoptées pour éviter les captures des poissons d'âge 0 (< 1,8 kg), et qu'aucune tolérance ne soit autorisée en ce qui concerne le pourcentage (en nombre) des poissons d'âge 0 dans les débarquements.

Il convient de noter que le mauvais état de la pêcherie dans l'Atlantique est pourrait avoir des effets négatifs sur le rétablissement dans l'Atlantique ouest. Les modèles de mélange indiquent que même un taux relativement faible de mélange pourrait être important, même si ces modèles ne sont pas encore assez fiables pour quantifier cet effet.

## 15. Adoption du rapport et clôture

Le Groupe Thon rouge a examiné le rapport dans son intégralité à la fin de la réunion de Gênes. Toutefois, faute de temps pour examiner attentivement les résultats des analyses, on a décidé de reporter à plus tard l'adoption de ce rapport pour permettre aux scientifiques d'examiner ces résultats.

*Note du Secrétariat : Ce rapport a été modifié et finalisé au cours de la réunion du Groupe d'espèces Thon rouge du SCRS de l'ICCAT de 1996, qui a eu lieu au siège de l'ICCAT à Madrid, Espagne (26-27 octobre 1996).*

### ORDRE DU JOUR

1. Ouverture
2. Election du Président et organisation de la réunion
3. Examen des logiciels disponibles
4. Rapports de la Session sur la Méthodologie du Thon rouge, de la Réunion sur la Prospection larvaire du BYP, et de la Troisième Réunion du Groupe de travail *ad hoc* CGPM/ICCAT
5. Evolution récente des pêcheries de thon rouge
6. Informations exigées lors de la Session sur la Méthodologie du Thon rouge sur la pêche en madrague
7. Statistiques
  - 7.1 Captures
  - 7.2 CPUE nominale
  - 7.3 Taille
  - 7.4 Prise par taille
8. Standardisation de la CPUE
9. Paramètres biologiques
10. Conversion de la prise par taille en prise par âge
11. Evaluations
  - 11.1 Travaux d'évaluation présentés
  - 11.2 Paramètres biologiques d'entrée
  - 11.3 ADAPT : spécifications techniques
  - 11.4 ADAPT : ratio  $F_{10+}/F_9$
  - 11.5 Evaluations ADAPT : résultats et débat
  - 11.6 Evaluations ADAPT : sensibilité et précision
  - 11.7 ASPM : spécifications techniques
  - 11.8 ASPM : résultats des analyses
12. Projections
  - 12.1 Caractéristiques des méthodes de projection
  - 12.2 Projections concernant les instructions de la Commission sur la PME
13. Situation de la mise en place des mesures de réglementation ICCAT sur le thon rouge
  - 13.1 Mesures de réglementation de 1975 limitant la mortalité par pêche
  - 13.2 Quota de suivi scientifique
  - 13.3 Réglementations sur la taille minimale
  - 13.4 Interdiction touchant la pêche palangrière en Méditerranée en juin-juillet
  - 13.5 Limitation des captures dans la Méditerranée
14. Recommandations
15. Adoption du rapport et clôture

## LISTE DES PARTICIPANTS

*Pays membres***CANADA**

STONE, H.H.  
 Fisheries & Oceans Canada  
 Biological Station  
 St. Andrews, New Brunswick E0G 2X0  
 Tel: (1 506) 529 8854  
 Fax: (1 506) 529

**ESPAGNE**

CORT, J.L.  
 Instituto Español de Oceanografía  
 Apartado 240  
 39080 Santander  
 Tel: (34 42) 275 033  
 Fax: (34 42) 275 5072

ORTIZ de UBINA, J.M.  
 Instituto Español de Oceanografía  
 Apartado 285  
 Fuengirola, Málaga  
 Tel: (34 95) 247 6955  
 Fax: (34 95) 246 3808

de la SERNA ERNST, J.M.  
 Instituto Español de Oceanografía  
 Apartado 285  
 Fuengirola, Málaga  
 Tel: (34 95) 247 6955  
 Fax: (34 95) 246 3808

**ETATS-UNIS**

BUTTERWORTH, D.S.  
 Dept. of Mathematics  
 & Applied Mathematics  
 University of Cape Town  
 Rondebosch 7700 (Afrique du Sud)  
 Tel: (27 21) 650 2343  
 Fax: (27 21) 650 2334

COOKE, J.  
 Center for Ecosystem Management Studies  
 Mooshof  
 79297 Winden (Allemagne)

CRAMER, J.  
 NMFS-Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149  
 Tel: (1 305) 361 4493

GEROMONT, H.  
 Dept. of Mathematics  
 & Applied Mathematics  
 University of Cape Town  
 Rondebosch 7700 (Afrique du Sud)  
 Tel:(27 21) 650 2343  
 Fax:(27 21) 650 2334

HESTER, F.  
 c/o LMR Fisheries Research, Inc.  
 11855 Sorrento Valley Rd.  
 Suite A  
 San Diego, California 92121  
 Tel:(1 619) 792 6515  
 Fax:(1 619) 792 6519

LANKESTER, K.  
 183 III NL 1054 DT  
 Amsterdam (Pays-Bas)  
 Tel:(31 20) 612 2843  
 Fax:(31 20) 689 5282  
 Email:klankester@mcimail.com

PORCH, C.  
 NMFS-Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149

POWERS, J.  
 NMFS-Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149  
 Tel:(1 305) 361 4487  
 Fax:(1 305) 361 4478

RESTREPO, V.  
 Rosenstiel School of Marine  
 and Atmospheric Studies  
 University of Miami  
 4600 Rickenbacker Causeway  
 Miami, Florida 33149

SCOTT, G.P.  
 NMFS-Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149

TERCEIRO, M.  
 Woods Hole Oceanographic Institute  
 Woods Hole, Massachusetts 02543

TURNER, S.C.  
 NMFS-Southeast Fisheries Science Center  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149  
 Tel:91 305) 361 4482  
 Fax:(1 305) 361 4562

**FRANCE**

LABELLE, M.  
Laboratoire MAERMA-IFREMER  
B.P. 1105  
44311 Nantes Cedex 03  
Tel: (33) 403 74009  
Fax: (33) 403 74075  
Email: mlabelle@ifremer.fr

LIORZOU, B.  
IFREMER-Laboratoire de Sète  
1 rue Jean Vilar  
34200 Sète  
Tel: (33) 674 67834  
Fax: (33) 677 47090  
Email: bliorzou@ifremer.fr

**JAPON**

HIRAMATSU, K.  
National Research Institute  
of Far Seas Fisheries  
5-7-1 Chome Orido  
Shimizu, Shizuoka 424  
Tel: 543 36 6014  
Fax: 543 35 9642

MIYABE, N.  
National Research Institute  
of Far Seas Fisheries  
5-7-1 Chome Orido  
Shimizu, Shizuoka 424  
Tel: 543 36 6044  
Fax: 543 35 9642

SUDA, A.  
Federation of Japan Tuna Fisheries  
Cooperative Associations  
2-3-22 Kudankita, Chiyoda-Ku  
Tokyo 102

SUZUKI, Z.  
National Research Institute  
of Far Seas Fisheries  
5-7-1 Chome Orido  
Shimizu, Shizuoka 424  
Tel: 543 36 6000  
Fax: 543 35 9642

TAKEUCHI, Y.  
National Research Institute  
of Far Seas Fisheries  
5-7-1 Chome Orido  
Shimizu, Shizuoka 424  
Tel: 543 36 6014  
Fax: 543 35 9642

**ROYAUME-UNI (BERMUDES)**

BARNES, J.A.  
Department of Agriculture & Fisheries  
P.O. Box HM 834  
Hamilton  
Tel:(441) 236 4201  
Fax:(441) 236 7582

*Pays Non Membres***ITALIE**

di NATALE, A.  
AQUASTUDIO  
Via Trapani, 6  
98121 Messina  
Tel:(39 9) 346 408  
Fax:(39 9) 364 560

PALANDRI, G.  
Istituto di Zoologia  
Università di Genova  
Via Balbi, 5  
Genova  
Tel:(39 10) 209 9461  
Fax:(39 10) 209 9323

**MALTE**

MEILAK, A.  
National Aquaculture Centre  
Ministry for Food, Agriculture & Fisheries  
Fort St. Lucian  
Marsaxlokk BBG06  
Tel:(356) 658 863  
Fax:(356) 688 380

*Observateurs***COMMISSION INTER-AMÉRICAINNE  
DU THON TROPICAL (IATTC)**

DERISO, R.  
8604 La Jolla Shores Dr.  
La Jolla, California 92037  
Tel:(1 619) 546 7020  
Fax:(1 619) 546 7133

*Secrétariat ICCAT*

MIYAKE, P.M.  
Secrétaire Exécutif Adjoint  
KEBE, P.  
Analyste de Systèmes  
SEIDITA, P.M.

## LISTE DES DOCUMENTS

- SCRS/96/27 Procedures applied to update bluefin tuna catch-at-size data for the 1996 SCRS Bluefin Tuna Stock Assessment Session - ICCAT Secretariat
- SCRS/96/28 **(REV.)** (COM/96/31) Estimates of unreported Atlantic bluefin tuna catches - ICCAT Secretariat
- SCRS/96/62 **(REV.)** An examination of alternative methods for projecting stock recovery from virtual population analyses (Draft) - Cooke, J.G.
- SCRS/96/63 **(REV.)** A procedure for using catch-effort indices in bluefin tuna assessments - Cooke, J.G.
- SCRS/96/68 **(REV.)** Development of Canadian CPUE indices for bluefin tuna based on commercial catch rates - Stone, H.H., J.M. Porter
- SCRS/96/69 **(REV.)** Standardized catch rates for large bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. pelagic longline fishery in the Gulf of Mexico land off the Florida east coast - Cramer, J., G.P. Scott
- SCRS/96/111 Age structured production model specifications, September 1996 - Geromont, H.F.
- SCRS/96/112 (SYMP/96/52) Mercado de juveniles de atún rojo (*Thunnus thynnus*) en el Mediterráneo occidental durante el período 1990-95 : fiabilidad y utilidad de los resultados - de la Serna, J.M.
- SCRS/96/113 Proporción de sexos y sex-ratio por clase de talla del atún rojo (*Thunnus thynnus*) capturado por las almadras atlánticas españolas durante el período 1992-1995 - de la Serna, J.M., E. Alot, M.P. Rioja
- SCRS/96/114 Updated standardized CPUE of Atlantic bluefin caught by the Japanese longline fishery in the Atlantic - Miyabe, N.
- SCRS/96/115 Standardized bluefin tuna CPUE for Spanish trap - Ortiz de Urbina, J.M., J.M. de la Serna
- SCRS/96/116 Seasonal growth in young bluefin tuna of the Ligurian Sea - Orsi Relini, L., G. Palandri, F. Garibaldi, M. Relini, C. Cima, G. Torchia
- SCRS/96/117 Standardized catch rates for bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. pelagic longline fishery in northwestern Atlantic - Cramer, J., S.C. Turner
- SCRS/96/118 Updated index of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) spawning biomass from Gulf of Mexico ichthyoplankton surveys - Scott, G.P., S.C. Turner
- SCRS/96/119 Catch-at-age analyses of West Atlantic bluefin tuna incorporating data from 1960 to 1994 : preliminary results - Porch, C.E., S.C. Turner
- SCRS/96/120 Standardized catch rates of large bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the rod and reel/handline fishery off the northeast United States in 1983-1995 - Turner, S.C., C.A. Brown
- SCRS/96/121 Standardized catch rates of small bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. rod and reel fishery off Virginia-Rhode Island in 1980-1995 - Turner, S.C., C.A. Brown, H. Huang
- SCRS/96/123 A review of catches of larval bluefin tuna from the Atlantic and Gulf of Mexico - Hester, F.

- SCRS/96/126 Preliminary results on the physiological effects of catch and release on bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught off Cape Hatteras, North Carolina - Skomal, G.B., B.C. Chase
- SCRS/96/127 Extensions to the ADAPT VPA code, September 1996 - Geromont, H.F., D.S. Butterworth
- SCRS/96/128 Pattern analysis of dietary items from a tern colony in the Dry Tortugas - Browder, J.A., R.J. Miller, T.L. Jackson, J.L. Cramer, W.B. Robertson Jr., S. Kelley, W.J. Richards
- SCRS/96/129 Distribution, relative abundance, and behavior of giant bluefin tuna in New England waters : 1995 - Lutcavage, M., J. Goldstein, S. Kraus
- SCRS/96/130 An implementation of the age-structured production model with application to West Atlantic bluefin tuna fisheries - Restrepo, V.R.
- SCRS/96/131 Bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) purse seine fishing in the eastern Adriatic Sea - Ticina, V.
- SCRS/96/132 Résultat de la campagne de pêche du thon rouge de l'année 1995 : production et composition démographique - Srour, A., F. Wahbi
- SCRS/96/133 Collection of tuna data catches by trap-nets in Sardinia : historical (1825-1980) and recent catches (1992-1995) - Addis, P., A. Cau, M.A. Davini, E. Secci, G. Scibaldi
- SCRS/96/134 Analysis of the 1970-95 bluefin sale records from French seiner catches in the Mediterranean - Labelle, M., T. Hoch, B. Liorzou

***Documents disponibles pour consultation :***

- CCSBT/96/10 Preliminary estimates of the age structure of the SBT spawning stock - Gunn, J.S., T.L.O. Davis, J.H. Farley, N.P. Clear, K.A. Haskard
- CCSBT/96/11 Estimation of natural and fishing mortality for juvenile southern bluefin tuna based on multi-year tagging of cohorts - Polacheck, T., W. Hearn, C. Miller, W. Whitelaw, C. Stanley

## POINTS DISPERSÉS

Les résultats des deux cas de base de l'ADAPT pour l'Atlantique est et ouest ont été examinés à la recherche d'éventuels points dispersés dans les valeurs résiduelles entre les indices observés et prévus de l'abondance. Les **Tableaux 7 et 7** font état de l'information pertinente.

En ce qui concerne l'Atlantique ouest, le total des carrés des valeurs résiduelles n'était pas plus élevé que ce qu'on escomptait, et aucune valeur résiduelle à échelle unique ne dépassait une valeur absolue de 2.5. Pour ce qui est de l'Atlantique est, 4 valeurs résiduelles dépassaient 2.5 de valeur absolue. Elles concernaient toutes des séries sur les senneurs français. Les autres séries ne comportaient pas de valeurs résiduelles importantes.

L'examen des séries sur les senneurs français a révélé que des valeurs résiduelles importantes ne signalaient probablement pas des points individuels aberrants, mais plutôt que la distribution de l'ensemble de la série s'éloignait de la distribution lognormale. Plusieurs points sont proches de zéro, ce qui suggérerait qu'il ne convient peut-être pas de traiter cet indice comme étant distribué de façon lognormale au moment de l'utiliser pour les besoins de l'ADAPT, mais il n'y a peu de raisons d'exclure les points individuels en tant que points dispersés.

	<i>Nombre de séries</i>	<i>Nombre de points</i>	<i>Total carrés valeurs résiduelles à l'échelle</i>	<i>Nombre de valeurs résiduelles &gt;   2.5  </i>
Cas 12 ouest	7	96	90.25	aucune
Cas 13 ouest	7	96	76.21	aucune
Cas 4 est	5	87	89,4	4
Cas 5 est	5	87	87.5	4
Cas 4 est (sauf PS FR)	3	58	29.4	aucune
Cas 5 est (sauf PS FR)	3	58	21.8	aucune



## INFORME DE LA SESIÓN DE EVALUACIÓN DE STOCK DE ATUN ROJO DEL SCRS DE ICCAT

*(Génova, Italia, 12-20 de septiembre de 1996)*

### INFORME DETALLADO 1996 - ATUN ROJO

#### 1. Apertura de la Reunión

La Sesión de Evaluación de Stock de Atún Rojo del SCRS 1996 se celebró en el Acquario di Genova, en Génova, Italia, en respuesta a una invitación del Acquario, y organizada por el Dr. Antonio di Natale. La Tercera Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo se desarrolló durante un período de tres días, inmediatamente antes de esta Sesión.

La Reunión fue inaugurada por el Dr. Z. Suzuki, Presidente del SCRS, quien agradeció al Dr. Giovanni Battista Costa, Director del Acquario de Génova, haber acogido la reunión en un lugar tan grato. Felicitó al Dr. Antonio di Natale por todo su esfuerzo para organizar la Reunión de la Sesión de Evaluación de Stock de Atún Rojo en Génova. El Dr. Suzuki expresó su agradecimiento a la Azienda Provinciale del Turismo, al Assessorato al Turismo de la Región de Liguria, a Tormena Industrie Grafiche, a la Provincia di Genova, y a Aquastudio por el apoyo financiero, el magnífico equipo y el numeroso material aportado a la reunión, así como la amable hospitalidad ofrecida a los participantes. El Dr. Suzuki expresó un agradecimiento especial a la Comisión de la Unión Europea, por su colaboración, que facilitó que la reunión se celebrase aquí, y por financiar la asistencia a esta Sesión de dos miembros de la Secretaría.

#### 2. Elección de Presidente y organización de la Reunión

Durante la Sesión se acordó que el Dr. Suzuki, Presidente del SCRS de ICCAT, actuaría de Presidente General en la Sesión de Evaluación de Stock. Más tarde se nominó a relatores para puntos específicos del Orden del día (véase la lista siguiente). El Dr. Suzuki sugirió que cada relator presidiese las discusiones de su respectivo punto del Orden del día. También solicitó al Dr. J. Powers que presentase el informe completo a la Sesión Plenaria del SCRS 1996 (Madrid, 2-9 de noviembre de 1996). Estas disposiciones fueron aceptadas por los participantes.

##### *Lista de Relatores (por punto del Orden del día)*

3	D. Butterworth
4	Z. Suzuki
5	J. L. Cort (con el apoyo de B. Liorzou)
6	B. Liorzou
7	P. M. Miyake
8	G. Scott
9	B. Liorzou (con el apoyo de J. L. Cort)
10	S. Turner
11	D. Butterworth (con el apoyo de K. Lankester y V. Restrepo)
12	J. Powers
13	P. M. Miyake
14	Z. Suzuki
15	P. M. Miyake

Se adoptó el Orden del día provisional, que había sido circulado con anterioridad a la Sesión, con algunas modificaciones, y en el entendimiento de que las subsecciones bajo los Puntos 11 y 12 deberían ser consideradas con cierta flexibilidad. El Orden del día, tal como fue adoptado, se adjunta en **Apéndice 1**.

Todos los participantes hicieron su propia presentación. La Lista de Participantes se adjunta en **Apéndice 2** a este Informe. La lista de los documentos presentados a las Sesiones se muestran en el **Apéndice 3**.

### 3. Examen de programas disponibles.

#### 3.1 *Evaluaciones*

##### Modelo de producción estructurado por edad

El Documento SCRS/96/111 aportaba especificaciones de código desarrollado por Punt y sustentado por Geromont, que implementaba un modelo de producción estructurado por edad. Este código ha sido ampliado por Punt a partir del disponible en la reunión de evaluación de atún rojo de 1994.

El Documento SCRS/96/130 describía el código desarrollado por Restrepo para un modelo similar de producción estructurado por edad. Este era muy similar al código que antes se describe, pero incluía ciertas características adicionales: tolerancia a esquemas de selectividad específicos de las flotas que variaban con el año, la posibilidad de estimar en vez de introducir algunos vectores de selectividad por clases de edad, y la posibilidad de estimar una biomasa inicial que difiriese de un nivel de equilibrio de preexplotación.

##### Métodos que emplean datos de captura por clases de edad

Geromont sustentaba el código de ADAPT VPA de Punt (que era un desarrollo del programa STAATS de Powers), que se implementó en la reunión de evaluación de atún rojo en 1994, que incorporaba todas las ampliaciones identificadas en la Sesión de Metodología de abril de 1996, excepto la inclusión de distribuciones de incertidumbre para varias cantidades y tolerancias para covarianzas de los índices en términos de ponderación en la función objetiva (SCRS/96/127). También estaba disponible el código FADAPT de Restrepo, que había demostrado ser capaz de reproducir los resultados de la evaluación de 1994.

Porch también había revisado el código ADAPT VPA, e incorporado todas las ampliaciones identificadas en abril de 1996, excepto las restricciones para reducir esquemas retrospectivos, selectividad del año terminal a partir de la media de los tres últimos años, tolerancia para covarianzas de índice y una base de función de penalidad para incluir una relación stock-reclutamiento.

Además, Porch desarrolló un código para implementar el ADAPT IPA (SCRS/95/92), y una ampliación de éste ("CATCH'EM") que permite errores y falta de datos en la matriz de captura por clases de edad. El anterior podía acomodar análisis con tasas de mezcla de entrada para llevar a cabo una evaluación de dos stocks; las ampliaciones que intentaban estimar tales tasas partiendo de datos de marcado-recaptura aún no han sido totalmente comprobadas.

##### General

Cooke comunicó que apoyaba un programa que pudiera efectuar la mayor parte de las opciones de evaluación solicitadas en la Sesión de Metodología de abril de 1996.

Se formó un subgrupo dirigido por Butterworth para comprobar si, supuestamente, los conjuntos de programas algebraicamente equivalentes facilitaban resultados numéricos idénticos cuando se aportaban las mismas entradas. Se obtuvieron resultados satisfactorios para los códigos ADAPT y ASPM.

Porch desarrolló un programa de previsión para obtener resultados de ADAPT. Este podría llevar a cabo la metodología de previsión para la evaluación del atún rojo del Atlántico oeste 1994. El programa ASPM de Restrepo incluía opciones para facilitar previsiones.

#### 3.2 *Estandarización de la CPUE*

Tanto los científicos estadounidenses como los japoneses poseían paquetes flexibles disponibles que podían

implementar una amplia variedad de modelos lineales generalizados (GLM) y estructuras de error asociadas para efectuar nuevos análisis potenciales de datos disponibles en la reunión. Se confirmó que todos los datos de CPUE de Estados Unidos, Japón y Canadá estaban disponibles para tales reanálisis, si se requería.

Labelle desarrolló un programa para la aplicación del modelo de Richards/Schnute a los datos de cerco de Francia.

Cooke desarrolló un programa para implementar los efectos aleatorios de GLM que se describen en el SCRS/96/63 (Rev.).

#### **4. Informes de las reuniones sobre la Sesión de Metodología para el Atún Rojo, sobre prospección larvaria del BYP, y del Grupo de Trabajo Conjunto Ad Hoc CGPM/ICCAT.**

Los resultados de las reuniones arriba mencionadas fueron comunicados por los respectivos presidentes de cada grupo. Los informes están disponibles en SCRS/96/14, SCRS/96/15 y SCRS/96/22, respectivamente.

##### **4.1 Sesión de Metodología para el Atún Rojo**

El Dr. D. Butterworth, presidente de la Sesión de Metodología para el Atún Rojo (Madrid, España, 16-19 de abril de 1996) redactó un informe sobre la reunión y reiteró brevemente varias recomendaciones importantes efectuadas durante la reunión preparatoria de esta Sesión de Evaluación de Stock para el Atún Rojo, del SCRS. Estas recomendaciones incluían llevar a cabo investigación sobre estimaciones mejoradas de variabilidad en la CPUE estandarizada, variables para la estandarización y el supuesto de estructura de error más adecuado para la estandarización de la CPUE. Para los modelos de evaluación, se sugirieron varios análisis de sensibilidad, tales como el empleo de modelos de mezcla, límites flexibles de stock y ensayos para introducir tasas de mortalidad natural específicas de la edad. En la Sesión de Metodología también se discutió y acordó sobre cómo tratar los criterios de ajuste y varianza para VPA/IPA, puntos ajenos al contexto ("outliers") y análisis retrospectivos. Tras este informe, un miembro de grupo señaló que el enfoque estocástico es uno de los temas importantes a incluir en la previsión.

##### **4.2 Reunión sobre Prospección Larvaria del BYP**

En nombre de los Coordinadores del BYP que no se encontraban presentes en la reunión, el Dr. Z. Suzuki, Presidente del SCRS, presentó un breve informe de la Reunión sobre Prospección Larvaria del BYP (Fano, Italia, 23-25 de abril de 1996). El objetivo de la reunión era llevar a cabo análisis de los datos y examinar los resultados obtenidos de la prospección larvaria internacional en 1994. Tras examinar las actividades nacionales en el marco del BYP, se observó que las larvas de atún rojo aparecían en un área considerablemente amplia del total del Mar Mediterráneo, con posible fuerte estacionalidad y variación anual. Se crearon dos pequeños grupos de trabajo durante la reunión: un Grupo de Identificación de Larvas, que concluyó que las larvas de *Thunnus* de varios países estaban correctamente identificadas, con muy pocas excepciones; y un Grupo sobre Estandarización de la Eficacia de Mercado, que no pudo llevar a cabo análisis estadístico debido a la falta de expertización por parte de algunos países. El Grupo recomendó el empleo de procedimientos comunes, equipo y protocolo para la prospección larvaria entre las naciones participantes, y una prospección ulterior para las áreas de desove potencial de atún rojo.

##### **4.3 Tercera Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto Ad Hoc CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo.**

El Informe de la reunión fue redactado por el presidente de la reunión, Dr. A. Di Natale. Se señaló que, recientemente, la captura de atún rojo está aumentando rápidamente en el Mar Mediterráneo, debido a un incremento en el esfuerzo de pesca dirigido a esta especie, y también, posiblemente, debido al cambio de factores medioambientales. A la vez que existe un serio problema relacionado con la falta de información biológica sobre esta especie en el Mar Mediterráneo, el reciente incremento en el número de pabellones de

conveniencia y barcos piratas en este área es materia de seria preocupación. Además, se observó que muchas de las medidas regulatorias sobre el atún rojo mediterráneo adoptadas por ICCAT, CGPM y la Unión Europea rara vez se ponen en vigor, debido en parte a la naturaleza multiespecífica y multiarte de las pesquerías del Mediterráneo. Este problema debería rectificarse, y se mencionó específicamente en las recomendaciones de la reunión.

## 5. Examen de los desarrollos recientes en las pesquerías de atún rojo

### 5.1 Descripción general de las pesquerías del Atlántico

El atún rojo del Atlántico se captura frente a la costa este y oeste del Océano Atlántico y en el Mar Mediterráneo. En los años recientes, un número de países cada vez mayor está capturando esta especie en el Mediterráneo empleando varios artes, pero las más importantes son el palangre y el cerco. Esto se encuentra relacionado a la fuerte demanda de pescado fresco en el mercado de Japón. En el Atlántico oeste, las capturas comunicadas son de menor entidad, y las capturas más importantes se obtienen con caña y carrete. El tamaño de los peces capturados varía según el arte empleado, la temporada y el caladero.

El SCRS lleva a cabo evaluaciones de stock de atún rojo atlántico basándose en la hipótesis de los dos stocks con cierta cantidad limitada de mezcla entre los dos stocks. A efectos de gestión, se ha adoptado una delimitación a 45°W de longitud en el hemisferio norte y 25°W de longitud en el hemisferio sur (**Figura 1**).

Debido a la multiplicidad de los artes y países que capturan atún rojo, las estadísticas de desembarque son difíciles de actualizar, particularmente para el Atlántico este, y aún más para el Mar Mediterráneo. En el caso de capturas no comunicadas, o cuando los datos se reciben a tiempo para la evaluación de stock, se utilizan ciertos datos de captura de 1995, tales como estimaciones preliminares efectuadas por los científicos, registros de desembarques del año anterior, información obtenida por el Programa de Documento Estadístico ICCAT para el Atún Rojo (DEAR). Desde la implementación de este Programa, los datos sobre importaciones al mercado de Japón son más precisos y han servido para demostrar la falta de comunicación de ciertas estadísticas nacionales, o los desembarques de barcos que portan pabellones de conveniencia, o barcos no identificados. Los problemas más importantes que aún necesitan ser resueltos incluyen la determinación del origen real de los peces capturados, el factor de conversión aplicado al producto importado, y la identificación de especies en los datos comerciales. Cuando los datos de captura no están bien definidos, el SCRS tiene en cuenta toda la nueva información debidamente validada, así como la serie antigua.

La captura total del Atlántico y Mediterráneo en 1995 ascendió a 41.800 t, un incremento del 3%, es decir, 1.000 t más en comparación con 1994 (**Tabla 1** y **Figura 2**, y **Figuras 23-5**). Este nivel es el más alto registrado desde 1950. Este incremento es particularmente notable en el Atlántico este para los palangreros japoneses con un 60% de incremento en 1995 en comparación con la media de los últimos cinco años. Los cañeros españoles y franceses que habían faenado en el Golfo de Vizcaya obtuvieron buenas capturas, que eran el 41% superiores a la media de los cinco años precedentes. En consecuencia, las capturas del Atlántico este pasaron de 5.900 t en 1990, a 9.700 t en 1995. En el Mediterráneo, la captura alcanzó un máximo en 1994 (31.400 t), y se estiman en 29.600 t para 1995. Las capturas obtenidas con cerco de Francia y España son aún importantes. Desde que la limitación de captura en el Atlántico oeste entró en vigor (1982), las capturas han permanecido estables y la captura de 1995 (2.400 t) reflejan la media de los cinco últimos años.

La distribución anual de las pesquerías de palangre y superficie combinadas (1950-1994), y también por décadas y por trimestres se facilitan en las **Figuras 6, 7 y 8**, respectivamente.

Con el fin de estudiar la posibilidad de mezcla entre los stocks este y oeste, el Grupo había decidido llevar a cabo una evaluación conjunta de estos stocks.

#### a) Descripción de las pesquerías del Atlántico oeste (**Tabla 1**, **Figura 3**)

Los desembarques totales observados para 1995 en el Atlántico oeste ascienden a 2.285 t (más 141 t de descartes), lo que representa 256 t más que en 1994, y corresponde a la estricta cuota impuesta a las pesquerías. El incremento en las capturas comunicadas se debe todavía a un ligero incremento en las capturas de caña y

carrete de Canadá y Estados Unidos.

En los informes resumidos presentados por los diferentes países se pueden encontrar detalles sobre los últimos desarrollos en las pesquerías de atún rojo del Atlántico, al final del apartado del informe "Descripción de las Pesquerías".

*b) Descripción de las pesquerías del Atlántico este*

-- Atlántico este, (Tabla 1, Figura 4)

Los desembarques comunicados para el Atlántico este en 1995 fueron de 9.749 t. Las capturas se obtienen con cebo (31%), palangre (45%) y almadraba (12%). Las capturas de Marruecos, artes de superficie, redes de enmalle pelágicas y arrastre semipelágico en parejas, así como las capturas no comunicadas, forman el mayor componente del 12% restante. El incremento en la captura de 1995 en relación a 1994 se debe a las capturas de cebo (3.055 t) en el Golfo de Vizcaya (en torno al 52%), con un incremento en el esfuerzo (ampliación de la temporada de pesca debido a condiciones meteorológicas favorables en el otoño). Las capturas de las almadrabas de España y Marruecos (1.364 t) descendieron en torno al 43% en comparación con 1994, con un número constante de almadrabas. Las capturas de palangre (4.373 t) obtenidas principalmente por los japoneses, se incrementaron en un 109% en relación a 1994, debido al incremento de las capturas durante la estación otoñal en las nuevas zonas de pesca al sur de Islandia.

-- Mediterráneo (Tabla 1, Figura 5)

En el Mediterráneo, el número de países que captura atún rojo está en aumento. Un número considerable de éstos no son miembros de ICCAT, si bien son miembros de CGPM. El conocimiento de la composición de capturas y tallas, y el esfuerzo pesquero, son importantes para llevar a cabo una evaluación fiable sobre el stock del Atlántico este. Las dos Consultas Conjuntas del Grupo de Trabajo *Ad Hoc* CGPM/ICCAT (*Bari, Italia, 1990; Iraklion, Creta, 1992*) y una Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT (*Málaga, España, 1994*) en las cuales el objeto de las discusiones ha sido el atún rojo, se ha traducido en una considerable mejora en los datos de captura actuales e históricos. La Tercera Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT también se celebró en Génova, justo antes de la Sesión de Evaluación de Stock de Atún Rojo del SCRS de ICCAT, con el fin de asegurar que pudiesen participar en las dos reuniones el mayor número posible de científicos familiarizados con las pesquerías de atún rojo del Mediterráneo. Se destacó que se habían presentado pocos datos nuevos, y que sólo unos pocos científicos habían permanecido para participar en las tareas del grupo de evaluación de stock (véase el Informe de la Tercera Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo).

Las capturas mediterráneas para 1995 (29.582 t) representan un declive del 6% en comparación con las capturas de 1994. Las capturas en 1995 obtenidas por los cerqueros de Francia, Italia, España, Turquía y Croacia (14.838 t) comprenden el 60% de los desembarques, pero parecen haber mermado en un 31% en relación a los años anteriores. Las capturas oficiales de cerco de Francia han descendido, pero el Grupo observó que una parte de los desembarques en España destinados a Japón probablemente no ha sido tenida en cuenta en las estadísticas oficiales. Estas capturas se han comunicado bajo el epígrafe NEI (No incluidas en otra parte). El problema es el mismo para los palangreros, debido al número ascendente de tales barcos que están faenando en aguas del Mediterráneo, con o sin pabellón. Debido a este importante incremento en el esfuerzo, las capturas de palangre comunicadas en el Mediterráneo (8.452 t) representan el 29% de las capturas totales, y se han incrementado en un 25% entre 1994 y 1995.

Las almadrabas sólo han contribuido con aproximadamente un 1% de las capturas totales del Mediterráneo, mientras que las capturas de liña de mano y las de artes sin clasificar representaron el 10% de la captura total del Mediterráneo.

## 5.2 Nuevos desarrollos en las pesquerías nacionales

Más adelante se facilitan los nuevos desarrollos en las pesquerías nacionales que capturan atún rojo atlántico. Para el Mediterráneo, véase el Apartado 5 del Informe de la Tercera Reunión del Grupo de Trabajo

Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo (Génova, Italia, 9-11 de septiembre de 1996).

### **Canadá**

En 1995, los desembarques nominales de Canadá de atún rojo del Atlántico fueron de 576 t. Desde 1988, la pesquería principal es la de barrilete ("tended line") en Halle Hole frente al sudoeste de Nova Scotia, aunque en 1995 su importancia en los desembarques canadienses disminuyó en torno al 37%. La CPUE nominal ha sido bastante estable en años recientes, si bien a un nivel inferior desde 1988 (SCRS/96/68), cuando se desarrolló la pesquería por primera vez. En 1995, el 30% de la captura de Canadá provenía del Golfo de St. Lawrence, lo que representa un marcado incremento para este área. Aunque en 1995 la CPUE nominal estaba ligeramente por debajo en relación a 1994, fue mucho más baja que la CPUE observada a comienzo de los años 80 (SCRS/96/68). Las capturas más altas en el Golfo de St. Lawrence, donde se obtiene la mayor parte de los ejemplares gigantes, significa que la captura por clases de talla canadiense contiene más peces viejos en 1995. En 1994 y 1995, se produjo una resurgencia de peces en la pesquería de almadraba en St. Margaret's Bay, tras una ausencia de unos 15 años. Los desembarques de la pesquería de barrilete frente a Newfoundland han continuado declinando, debido principalmente a un menor esfuerzo en la pesquería de peces demersales y menor presencia en los caladeros de alta mar.

### **Francia**

Francia pesca atún rojo en el Golfo de Vizcaya utilizando tres artes de pesca. Los barcos de cebo capturaron 181 t con un esfuerzo constante de 8 barcos. Cincuenta y un (51) barcos llevaron a cabo capturas de atún rojo empleando redes de deriva, principalmente como captura secundaria de las de atún blanco, y se desembarcaron 144 t de atún rojo. Las treinta parejas de arrastreros semipelágicos capturaron 400 t.

### **Japón**

La pesquería de palangre de Japón capturó 387 t, 3.971 t y 813 t de atún rojo en el Atlántico oeste, Atlántico este y Mar Mediterráneo, respectivamente, en 1995. Desde 1994 se ha desarrollado un nuevo caladero en aguas al sur de Islandia (50-60°N, 15-30°W) durante finales de septiembre a principios de noviembre. Debido a esto, las capturas en el Atlántico este se incrementaron considerablemente. En el Mediterráneo, también se incrementaron las capturas de atún rojo, pero disminuyeron en el Atlántico oeste en comparación con 1994. Otro cambio de menor importancia en la pesquería consiste en que los caladeros se desplazaron más hacia el este en el Atlántico oeste durante los años recientes. El resto de la pesquería permaneció bastante constante durante los últimos años. La pesquería en el Atlántico oeste y en el Mediterráneo ha estado bajo estrictas regulaciones nacionales. El número de barcos con permiso para pescar es limitado, y las capturas son seguidas mediante informes diarios por radio desde esos barcos. También se envía a los capitanes de los barcos a que hagan un seguimiento de las actividades de la flota.

### **España**

La captura de atún rojo por parte de España se lleva a cabo en dos áreas: en el Golfo de Vizcaya, por una flota constante que comprende 20/25 barcos de cebo, y en el Estrecho de Gibraltar, con cuatro almadrabas.

Las capturas en el Golfo de Vizcaya en 1995 ascendieron a 2.874 t, cifra que representa un incremento en comparación con los años anteriores. El esfuerzo de pesca creció en torno al 15% con respecto al de los cinco años anteriores, como resultado de la ampliación de la temporada de pesca debido a las favorables condiciones medioambientales en otoño.

Las cuatro almadrabas españolas capturaron 941 t en 1995, lo que representa una reducción del 17% en relación con el año anterior.

### **Reino Unido (Bermuda)**

El Delegado de Bermuda lamentó no poder facilitar una actualización de los recientes desarrollos en la captura de atún rojo para el Reino Unido u otros territorios dependientes. En el caso específico de Bermuda,

indicó que no se habían producido nuevos desarrollos, y que se mantenía el *status quo*.

### **Estados Unidos**

Tanto los desembarques como los descartes estimados de atún rojo en el Golfo de México fueron inferiores en 1994 y 1995 a los de los años anteriores. Estos cambios están asociados a: (1) cambios regulatorios con el propósito de asegurar que el esfuerzo de pesca no se dirige al atún rojo en la zona de desove, y (2) un descenso del esfuerzo dirigido al rabil en el Golfo de México.

Los números de atún rojo descartados por la pesquería de palangre pelágico de Estados Unidos frente a nordeste el país se incrementó en 1995 en relación a años anteriores.

No se dispone de estimaciones de la fuerte tasa de captura de la pesquería frente a la costa de North Carolina en 1995. El seguimiento de esta pesquería comenzó en 1996. Los desembarques de atún rojo con longitudes a la horquilla inferiores a 178 cm se estimaron en aproximadamente 60 t en 1996. Los desembarques de peces con longitudes a la horquilla iguales o superiores a 178 cm fueron escasos, debido a las regulaciones que restringían los desembarques a un pez por barco por año.

## **6. Información sobre las pesquerías de almadraba solicitada por la Sesión de Metodología para el Atún Rojo.**

Tal como se solicitó en el Informe sobre la Sesión de Metodología para el Atún Rojo (**Apéndice 6**), los países que capturan atún rojo con almadrabas presentaron un informe describiendo la pesquería, y facilitaron estadísticas respecto a esta actividad de pesca.

Para el Mediterráneo, sólo dos países presentaron un documento sobre las pesquerías de almadraba (véase el Apartado 6 del Informe de la Tercera Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo, *Génova, 9-11 de septiembre de 1996*).

En el Atlántico este, la actividad de las almadrabas se concentra actualmente en torno al Estrecho de Gibraltar. Marruecos aportó información sobre el período de operación, y estadísticas relacionadas con las capturas de atún rojo y capturas secundarias, España presentó series estandarizadas de CPUE para 1982-1995.

El Grupo analizó viejas series de capturas de almadraba de Portugal, España, Túnez, Sicilia y Cerdeña, partiendo del documento SCRS/96/96 y la base de datos de ICCAT. Sin embargo, no se encontró el medio para utilizar esta información como índices de CPUE, dado que frecuentemente las capturas anuales no podían relacionarse con el número de almadrabas en activo y composición por talla.

Se observó que podían efectuarse ulteriores investigaciones en el futuro para completar las series estadísticas históricas y disponer de captura y esfuerzo para algunas de ellas basándose en la edad o talla.

## **7. Estadísticas**

### **7.1 Captura**

La Secretaría presentó las capturas anuales nominales de atún rojo (desembarques y descartes comunicados) por país y arte (Tarea I) (**Tabla 1**). El Grupo observó que la tabla había sido cuidadosamente examinada y revisada en la Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo (*Génova, 9-11 de septiembre de 1996*) para el Mediterráneo, así como para el Atlántico este. Para el Atlántico este y el Mar Mediterráneo, muchos países no han comunicado sus capturas para 1995. Se explicó que los datos de importación de atún rojo, que se basan en el Documento Estadístico ICCAT para el Atún Rojo, se utilizaron como estimaciones mínimas para las capturas no comunicadas (SCRS/96/29). Los detalles de las discusiones sobre estos procedimientos aparecen en el Informe del Grupo de Trabajo Conjunto CGPM/ICCAT (SCRS/96/22).

Se reafirmó la decisión temporal adoptada por el Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT de utilizar la cifra de 10.0 como factor de conversión de ventresca a peso vivo. También se reiteró la recomendación de asignar primera prioridad a mejorar este factor de conversión mediante un programa sistemático de muestreo científico.

Tras efectuar un examen crítico de los datos, fue aprobado por el Grupo y se adjunta en la **Tabla 1** y en la **Figura 2**. Tal como se explica más arriba, y se detalla en el Informe del Grupo de Trabajo Conjunto CGPM/ICCAT, se observó que las capturas para 1995 son las estimaciones mínimas, y las capturas reales habrían sido superiores a lo que se comunica en esta tabla y figura. Si este fuera el caso, las capturas de 1995 se encontrarían en torno al mismo nivel que en 1994, o incluso serían superiores.

Se discutieron las capturas de las pesquerías de palangre de Japón frente a Brasil (en aguas ecuatoriales) desde principios hasta mediados los años 60, en términos de su asignación a los stocks este o oeste. Se aclaró que los datos de la Tarea I incluían capturas del oeste y del este, de acuerdo con una línea divisoria establecida por la Comisión/SCRS en 1981. Sin embargo, el SCRS decidió en 1983 que todas estas capturas deberían asignarse al stock oeste, a menos que se tomara una decisión en sentido contrario. En consecuencia, la tabla de captura por clases de talla incluía todas estas capturas en el Atlántico oeste, si bien los datos anteriores a 1970 no habían sido empleados en las evaluaciones de stock desde mediados los años 80 hasta la última sesión.

## 7.2 CPUE nominal

En las evaluaciones de stock de 1994, se emplearon cinco series de datos de CPUE (palangre japonés, cerco francés para la edad 2, cerco francés para la edad 3, cebo español y almadraba española). De éstas, se actualizaron los datos de cerco de Francia para la edad 2, pero después se eliminaron, debido a que no eran adecuados. La CPUE de cebo de España era una serie nominal. Está disponible en áreas de  $2^{\circ} \times 2^{\circ}$  y por mes en la base de ICCAT. Aunque esta pesquería es coherente en términos de área y mes, y la temporada buena de pesca es corta, se recomendó estandarizar los datos.

El Grupo trató de hallar alguna otra serie que pudiera ser útil para efectuar evaluaciones de stock. El Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT hizo una relación de varias series nominales de CPUE disponibles para el Mar Mediterráneo en la **Tabla 2** de ese Informe. El Grupo decidió ampliar la tabla para incluir el Atlántico este y oeste. La tabla revisada se adjunta aquí en la **Tabla 2**.

Se produjo una importante discusión en cuanto a las series que podían estandarizarse y emplearse para evaluaciones de stock. Todas las series de capturas nominales para el Mediterráneo son para períodos de tiempo relativamente cortos. Además, los datos no están disponibles en la base de ICCAT, excepto en forma resumida. El Grupo **recomendó** que los científicos que recolectaron estos datos estandaricen la CPUE o hagan disponibles los datos detallados, (por ejemplo, viaje por viaje) al Grupo de evaluación de stock.

Se discutió la posibilidad de emplear datos de almadraba para la calibración. Hay disponibles algunos registros detallados de las almadrabas de España, Italia y Túnez, para varios períodos amplios. Estos datos serían extremadamente útiles, si fueran adecuadamente procesados. Los científicos españoles presentaron una nueva serie de datos de CPUE estandarizados para las almadrabas españolas del Atlántico (SCRS/96/115). Sin embargo, se señaló que sólo se comunican a ICCAT datos resumidos, y que los datos detallados están disponibles únicamente a nivel nacional. Se señaló que estos datos deberían presentarse, al menos para una almadraba, en vez de combinados por varias almadrabas, y son esenciales los registros diarios con información sobre la talla de los peces en estas capturas diarias.

A este respecto, se observó que la Secretaría obtenía algunos datos detallados de la almadraba Sidi Douidi de Túnez. No obstante, se halló que los datos no se registran de forma sistemática y podría ser necesario efectuar algunas tareas antes de utilizar estos datos. Se acordó que se trabajaría en ellos.

## 7.3 Talla

La Secretaría presentó el SCRS/96/27, que proponía procedimientos a adoptar para las sustituciones de



aquellas capturas en las que faltan datos de talla, y fue cuidadosamente examinado por el Grupo. Se señaló que casi todas las pesquerías para el Atlántico oeste y la mayor parte de las pesquerías en el Atlántico este estaban bien muestreadas en cuanto a tallas. No obstante, los datos de talla de las pesquerías del Mediterráneo aún son bastante insuficientes, como informó el Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT. Se expresó preocupación acerca de la creciente cantidad de capturas de atún rojo sin comunicar por banderas de conveniencia o barcos no identificables, para los cuales no se dispone de datos de talla.

#### 7.4 Captura por clases de tallas

Se examinaron los procedimientos de sustitución y extrapolación propuestos por la Secretaría para actualizar los datos de captura por clases de talla para la Sesión de Evaluación de Stock de Atún Rojo del SCRS de ICCAT (SCRS/96/27). El Grupo reconoció que esta tabla había sido críticamente examinada por el Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT respecto a los datos del Mediterráneo y, en consecuencia, el examen en esta Sesión estaba centrado en datos del Atlántico. Tras algunas modificaciones de menor importancia, la tabla fue aceptada.

Los datos de captura por clases de talla fueron actualizados por la Secretaría siguiendo este esquema, y fueron presentados al Grupo para aprobación.

Con respecto a las capturas japonesas en los años 50 y 60 en aguas ecuatoriales frente a Brasil, como se describe en el apartado de captura de este Informe, se han incluido las capturas de atún rojo del oeste en la tabla de captura por clases de talla. El Grupo decidió dividirlos nuevamente en oeste y este, de acuerdo con la línea divisoria oficial este-oeste. En cualquier caso, en análisis anteriores, desde mediados de los 80, la captura por clases de talla se había empleado sólo desde 1970, y por ello no tendría ningún efecto sobre estudios anteriores.

### 8. Estandarización de la CPUE

A continuación de las discusiones celebradas en la Sesión de Metodología de abril (véase el informe de las Sesiones de Metodología), se llevó a cabo un breve examen de las series de CPUE utilizadas en evaluaciones anteriores del atún rojo del Atlántico oeste, Atlántico este, y Mediterráneo.

#### -- Atlántico este y Mediterráneo

Anteriormente, se habían empleado cinco series de CPUE para la evaluación del Atlántico este y el Mediterráneo (BFT-E-Tabla 5 en el Informe SCRS, 1994). De éstas, sólo los datos de tasa de captura de palangre de Japón (edades 8-10+) se estandarizaron mediante métodos de modelo lineal generalizado (GLM). La otra serie de CPUE aplicada a la evaluación del Atlántico este provenía de las tasas de captura nominal de cebo de España de peces de edad 2 (dividida en dos series para tener en cuenta el uso del sonar), y tasas de captura nominales de cerco de Francia, edades 2 y 3 de atún rojo (dos series). También se disponía de series de tasas de captura nominal de almadrabas españolas, pero no se utilizaron para evaluar el caso básico, dado que se consideró que las tasas de captura nominal para almadrabas estaban afectadas por un número de factores distintos de la abundancia, lo que convertía a la serie en menos útil como índice de abundancia.

Nuevamente se pudo disponer de tasas de captura de las series temporales de estas mismas pesquerías para emplearlas en evaluaciones en el Atlántico este y Mediterráneo. Los índices de tasas de captura presentados al Grupo para su empleo en evaluaciones se muestran en la **Tabla 3a** y **Figura 9**. El Documento SCRS/96/114 presentaba resultados de varios análisis GLM de la serie temporal de la tasa de captura de atún rojo de Japón, de peces de edad 8 y o más, del Atlántico este y Mediterráneo. Los modelos de estandarización aplicados a estos datos tenían en cuenta las variaciones atribuidas a los efectos de caladero y mes, así como los términos de interacciones año\* mes y área\* que se halló eran fuentes de variabilidad altamente importantes en los análisis. Debido a las interacciones anuales, el índice se calculó como un promedio ponderado de área de los esquemas mensuales hallados en los datos. En respuesta a recomendaciones hechas durante la reunión sobre metodología del mes de abril, se aplicaron a los datos una variedad de modelos de error (*Negative binomial*, *Over dispersed Poisson*, y *Lognormal*). En general, los esquemas de tasa de captura resultantes para estos datos no eran sensibles al modelo de error o la forma de modelización elegida (por ejemplo, modelización de

capturas o modelización de tasas de captura). De acuerdo con las recomendaciones hechas en la Sesión de Metodología en abril, y dado que los exámenes de esquemas residuales no permitían una elección clara del método superior, el Grupo adoptó el modelo Lognormal de las tasas de captura de palangre de Japón como el estándar para emplearlo en evaluaciones. Se estimaron variabilidades en las observaciones del índice de palangre a partir de las estimaciones de parámetros resultantes de GLM. La variabilidad estimada en estos valores de índice estimados podría estar influida por los elementos estándar utilizados en los análisis. Se **recomienda** efectuar análisis adicional de este aspecto. La **Tabla 3a** y **Figura 9** muestran los valores de las tasas de captura empleados en la evaluación, así como la varianza estimada de las tasas de captura media individual.

En respuesta a las recomendaciones hechas durante la reunión sobre metodología en abril, se llevaron a cabo esfuerzos para estandarizar los datos de tasa de captura de cerco de Francia del Golfo de Lyon. Este trabajo se documentó en el SCRS/96/134. Se examinaron los datos disponibles de 1970 a 1995 y se empleó el método de Richards y Schnute (1992) para estimar la tendencia central en las series anuales de tasas de captura de cerco de Francia. Este enfoque implica un procedimiento de normalización basado en la verosimilitud que produce una estimación de la tasa de captura y variabilidad mediana respecto a la mediana estimada a partir de observaciones de distribución de captura y esfuerzo (véase la **Tabla 3** y **Figura 9** para varianzas estimadas). En evaluaciones anteriores, se emplearon las series temporales de la edad 2 y la edad 3 de estos datos. El SCRS/96/134 **recomendaba** que las series resultantes del método aplicado a la edad 3 de atún rojo era más fiable que el resultante de la edad 2 de atún rojo. El Grupo examinó los esquemas en las series de tasas de captura de edad 2 y 3 relativas al esquema observado en las tasas de captura nominal de cebo de España de atunes rojos de edad 2 en el Golfo de Vizcaya, que fueron actualizados hasta finales de 1995 para la evaluación actual. La comparación indicaba un acuerdo general entre las series de edad 3 de cerco de Francia y la series de cebo de edad 2 de España, en cuanto a que los máximos en las series españolas se correspondían con los máximos en las series francesas un año más tarde, tal como se esperaba si cada uno de ellos medía la fortaleza relativa de la clase anual de la misma población. Las series de cerco de Francia de edad 2 mostraban menor correspondencia con las series de edad 3, tanto con el cebo español o con el cerco francés. El Grupo consideró la serie de tasa de captura de edad 2 de Francia menos fiable, y por tanto, esta serie no se empleó en la evaluación actual. Se **recomendó** que los esquemas de tasas de captura para atún rojo de edad más vieja (por ejemplo, edad 4) se examinaran también para una posible utilización en futuros análisis de evaluación.

La serie temporal de cebo de España representa los datos nominales para los cuales el Grupo no disponía de estimaciones directas de variabilidad en los promedios anuales. A efectos de análisis de evaluación que utilizan estimaciones de incertidumbre en los índices de tasas de captura, se asumió que la precisión de estos datos era aproximadamente la misma que la estimada para los datos de cerco de Francia, que tenía un coeficiente de variación media de 57% a lo largo de la serie temporal.

Han tenido lugar desarrollos tecnológicos que se traducen en un incremento de eficacia en la recolección, y continuarán teniendo lugar en las pesquerías de atún rojo (y otras). En algunos casos, el efecto de las mejoras tecnológicas en la eficacia de los artes empleados o en el estilo operativo de las pesquerías puede tenerse en cuenta en los procedimientos de modelización utilizados para estandarizar las tasas de captura utilizadas como índices de abundancia. En otros casos, los análisis de evaluación se han estructurado para acomodar información acerca de cambios tecnológicos u operacionales en las pesquerías que no son fácilmente cuantificados. El empleo del sonar como ayuda para encontrar atún rojo por parte de la flota de cebo española se hizo común en 1978. Se pensó en la aplicación de esta tecnología para incrementar la eficacia de la pesquería, para acomodar esta situación en los pasados análisis de evaluación, las series temporales de cebo de España se dividieron en dos etapas, con una división en 1978; el Grupo **recomendó** adoptar este convenio para la evaluación actual, siempre que las capturabilidades relativas estimadas para las dos etapas fueran coherentes con la hipótesis de una eficacia incrementada (interpretada como un parámetro  $q$  superior) en la etapa más reciente. Igualmente, el empleo de aviones de detección por la flota de cerco de Francia como ayuda para encontrar atún rojo se hizo más común después de 1981. Las evaluaciones previas se han apoyado en sólo los datos posteriores a 1981 de esta pesquería. Como los datos de cerco franceses se han analizado en mayor profundidad, el Grupo opinó que resultaba apropiado incorporar los datos más históricos (1970-1981) de esta pesquería en la evaluación. Para acomodar el posible efecto del empleo de aviones en la modelización de la abundancia de stock, el Grupo **recomendó** que la pesquería de cerco de Francia se tratara al principio como si proviniera de dos etapas con diferentes eficacias de flota, con una división tras 1981, para examinar el esquema en las estimaciones de capturabilidad relativa para las dos etapas.

El Documento SCRS/96/115 presentaba un análisis GLM de la información de la tasa media diaria de captura de atún rojo de almadrabas atlánticas de España para el período 1982-1995. El análisis se basaba en tasas de captura (captura de edad 4 o más de atún rojo por día de pesca) de cuatro almadrabas e incorporaba los efectos de los meses, almadrabas individuales, e interacciones mes\*almadraba en el análisis. Aunque el Grupo observó que podrían introducirse mejoras adicionales en el análisis mediante el uso de datos medioambientales, y **recomendó** la necesidad de efectuar mayor investigación en este tipo, los resultados del análisis se consideraron un indicador razonable de la tendencia de la dinámica del stock de atún rojo de la región, y fue incluido por primera vez en el análisis del estado del recurso de atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo. El Grupo observó que la serie adicional de tasa de captura de almadraba de una variedad de fuentes (véase por ejemplo el SCRS/95/98, SCRS/96/133) podría utilizarse para facilitar una perspectiva más histórica del atún rojo. El Grupo **recomendó** que continuaran ulteriores investigaciones de los esquemas de tasas de captura histórica, ya que esta información podría demostrar su utilidad al disminuir la incertidumbre acerca de las tendencias del recurso.

El Grupo observó que era probable disponer de información adicional futura de tasa de captura de atún rojo en el Mediterráneo. Un ejemplo, el SCRS/96/131 presentaba análisis preliminares de datos de cerco de los cuatro años más recientes. Aunque los resultados son preliminares, y serán necesarios datos adicionales y análisis continuos, el Grupo está animado por las perspectivas de obtener una representación más amplia de las pesquerías que afectan al recurso en las evaluaciones del estado del mismo.

#### -- *Atlántico oeste*

Donde fue posible, se actualizaron siete series de datos de tasa de captura utilizados en evaluaciones anteriores de atún rojo del Atlántico oeste (BFT-W-Tabla 5 en el Informe SCRS 1994), y se hicieron disponibles para la actual evaluación (**Tabla 3b y Figura 10**) También se presentaron dos series de tasas de captura recientemente analizadas. Una de las series anteriormente disponible se basaba en una prospección sistemática, independiente de la pesquería (Prospección larvaria de Estados Unidos en el Golfo de México, SCRS/96/118), otra se basaba en datos de tasa de captura nominal de la pesquería de barrilete de Canadá para grandes peces en el Golfo de St. Lawrence, que también se actualizó (SCRS/96/68 [Rev.]). Los cinco índices restantes se estandarizaron utilizando métodos GLM. Dos de éstos provenían de los datos de tasa de captura de palangre de Japón (SCRS/96/114); uno del Golfo de México y otro del Atlántico noroeste. Había dos series temporales de tasas de captura de las pesquerías estadounidenses de caña y carrete para (SCRS/96/121) y grandes peces (SCRS/96/120, y uno de la pesquería estadounidense de palangre en el Golfo de México (SCRS/96/69, Rev.). Adicionalmente, en la Reunión de Metodología de abril, se observó que las incertidumbres acerca de la forma más adecuada de supuestos de estructura de error a aplicar a varios conjuntos de datos, y basándose en recomendaciones de la CCSBT, el Grupo sobre Atún Rojo 1995 e información presentada en la reunión de abril, se **recomendó** aplicar nuevamente un rango de supuesto de modelo de error, y hacerlo disponible a la evaluación actual.

El Documento SCRS/96/114 presentaba resultados de varios análisis GLM de la serie temporal de la tasa de captura de atún rojo de Japón. El SCRS/96/114 examinaba también la sensibilidad de los esquemas resultantes de tasas de captura estandarizadas al empleo de capturas fortuitas de otras especies en el modelo, como un agente de control de búsqueda de otras especies. El Grupo concluyó que la inclusión de especies secundarias en la estandarización tenía poco efecto en las series de tasa de capturas, con la posible excepción del índice del Golfo de México. En general, los esquemas de tasa de capturas resultantes de estos datos no eran sensibles al modelo de error o forma de modelización elegida (por ejemplo, modelización de capturas o modelización de tasas de captura). De acuerdo con las recomendaciones en la reunión sobre metodología de abril, y dado que los exámenes de los esquemas de residuos no permitían una clara elección del método superior, el Grupo adoptó el modelo lognormal de las tasas de captura de palangre de Japón como estándar para su empleo en las evaluaciones. El Grupo volvió a estudiar la decisión previa (implementada en 1994) de aplicar un solo índice de palangre del Atlántico de Japón a la evaluación utilizando la captura por clases de edad proporcional anual específica de la edad de la flota de palangre de Japón como especificaciones de selectividad parciales para este índice, en vez de utilizar índices agrupados por edad como era el caso antes de 1994. La decisión en 1994 se basó en el alto grado de similitud en los esquemas de tasa de captura (la esquematización de picos y valles en las series temporales es consistente a lo largo de todas las series temporales de tasas de captura de palangre de Japón en el Atlántico oeste). No se espera el grado de similitud observado si los índices separados de la edad indicaran diferentes fortalezas de las clases anuales en progreso a lo largo del tiempo. Se

compararon nuevamente índices separados por edad mediante análisis de correlación e inspección visual de la serie temporal, cada una a escala de su respectiva media de la serie. Basándose en esta comparación, el Grupo adoptó nuevamente el acuerdo de utilizar un índice único de los datos de palangre japoneses. El documento SCRS/96/114 también aportaba análisis de los esquemas de tasas de captura en la región del Atlántico central, lo que el Grupo observó que podía utilizarse en evaluaciones a efectos de asignar capturas de esta región a la unidad de gestión del Atlántico este o a la unidad de gestión del Atlántico oeste. Se estimó la variabilidad de las observaciones del índice de palangre de Japón a partir de las estimaciones del parámetro del modelo GLM resultante. La variabilidad estimada en estos índices podría estar influenciada por los elementos estándar utilizados en los análisis. Se **recomienda** efectuar investigación adicional en este aspecto del análisis. La **Tabla 3b** y la **Figura 10** muestran los valores de tasa de captura utilizados en la evaluación así como la varianza estimada de las tasas individuales de captura media.

Para las tasas de captura de las series temporales de caña y carrete de Estados Unidos para pequeños (edades 1-5 atún rojo, SCRS/96/121) y grandes (edades 8+ atún rojo, SCRS/96/120), el Grupo adoptó el enfoque delta-Lognormal como estándar para esta evaluación. La elección se hizo guiada por resultados de estudios de simulación antes facilitados al Grupo, que indicaban que este enfoque mostraba una prestación superior en relación a un número de otros enfoques testados para recuperar esquemas conocidos de tasas de captura en datos simulados, y dado que los exámenes de esquema de residuos no permitían una elección clara del mejor método de modelización. En el caso de peces pequeños, el Grupo adoptó el modelo que combinada los datos de las áreas pesqueras del norte y del sur empleado en el análisis. Se estimó la variabilidad en el índice por medio del método delta, ya que el índice es un producto de la proporción modelizada de esfuerzo con éxito y la tasa de captura media anual del esfuerzo con éxito. Para el índice de peces pequeños, el Grupo adoptó el modelo ajustado a los conjuntos de datos combinados del norte y el sur, si bien los análisis en el SCRS/96/121 indicaban que las interacciones año\*área podían ser una parte importante de la variabilidad de estos datos. Los autores observaron que estas interacciones podían reflejar algunas veces contribuciones relativas diferentes de distintas clases de edad en las pesquerías en el área norte y en el área sur. Aunque un índice ponderado por área podía demostrar ser más apropiado en este caso, las áreas efectivas con las cuales ponderar los índices específicos del área no podían determinarse sin un estudio ulterior. El grupo de trabajo **recomendó** llevar a cabo e informar sobre esta investigación para la próxima evaluación. Para el índice de peces grandes, el Grupo de trabajo también adoptó los resultados de modelización delta-Lognormal presentados en el SCRS/96/120. El Grupo **recomendó** una posterior evaluación de las interacciones anuales en estos datos ya que los resultados del modelo del Binomio Negativo indicaban que éstas podrían ser importantes fuentes de variabilidad. El Grupo volvió a examinar la información de 1983 en esta serie temporal, que se estima posee un valor algo mayor que las subsiguientes. Se indicó que para años anteriores se observaban tasas de captura relativamente altas, pero tal como se ha comunicado a Comités previos, no disponibles como observaciones sin procesar para modelización en un procedimiento de estandarización de tasas de captura. Que las observaciones de años anteriores indicaran también altas tasas de captura, presta credibilidad al nivel estimado. El Grupo observó asimismo que el esquema de tasa de captura en el índice de barrilete de Canadá (véase más adelante) también indica que las tasas de captura para atún rojo grande estaban declinando rápidamente a comienzos de los años 80. Como ocurre en el caso del índice de peces pequeños, se estimó la variabilidad en los grandes peces mediante el método delta.

Una actualización (1991-1995) del índice de peces de edad 13+ de barrilete de Canadá (1981-1990) para el Golfo de St. Lawrence utilizado en evaluaciones previas se facilitó en el SCRS/96/68, junto con nuevas series de tasa de captura estandarizadas para las pesquerías de barrilete en Halle Hole (1988-95, edades 8-11) y Golfo de St. Lawrence (1984-95, edad 13+). Se **recomendó** utilizar las series de CPUE nominales (1981-1995) para el Golfo de St. Lawrence en el caso básico VPA, en vez de las versiones estandarizadas, dado que el primero incluye datos desde el comienzo de la pesquería y abarca un período de cambios sustanciales desde 1981-1983. Se obtuvo una estimación de la varianza para esta serie, que originalmente no había sido calculada, de los valores del error medio y típico de la media de una nueva serie nominal basada en pez/100 horas, presentada en el SCRS/96/68 (Rev.). En evaluaciones anteriores se estimó una serie de factores preespecificados para cada año basada en el ratio de los números por clases de edad de las capturas de barrilete de Canadá para edades 13 y más (números por clases de edad para peces de edad 13+14+15+16 y superiores) a peces de edades 10 y más, para permitir aplicar este índice a la edad 13+ en vez de a peces de edad 10+, La captura proporcional de peces de edad 13 y superior en el grupo de edad 10+ para el período 1981 a 1995, respectivamente, son: 0.645, 0.474, 0.445, 0.338, 0.407, 0.396, 0.375, 0.337, 0.329, 0.325, 0.301, 0.372, 0.240, y 0.296. El Grupo acordó utilizar esta nueva serie estandarizada para Halle Hole (1988-95) en análisis

de sensibilidad, si el tiempo disponible en la reunión lo permitía. Dado que este índice se toma para representar las edades 8-11, los factores preespecificados se generaron a partir del ratio de las edades 10+11 a 10+ para 1988 a 1995. Dado que no se disponía de datos de captura precisos específicos de la edad para el arte de barrilete de Canadá en 1988 y 1989, se calculó una media de los valores de 1990 a 1995 para esos años. Los valores para 1988-1995, respectivamente, son: 0.527, 0.527, 0.390, 0.480, 0.543, 0.520, 0.648 y 0.583.

El Documento SCRS/96/69 (Rev.) deducía índices de abundancia estandarizados con GLM para grandes atunes rojos (edad 8+) de la pesquería de palangre pelágica en el Golfo de México **Tabla 3b y Figura 10**. Esta investigación actualizaba la información empleada para este índice en evaluaciones anteriores para incluir los datos adicionales. Los criterios de selección de variables empleados fueron iguales a los aplicados en el pasado. Cuatro diferentes supuestos de error (*Over dispersed Poisson, negative binomial, delta-Lognormal, y binomial Lognormal*) facilitaban predicciones similares de las tendencias relativas. Como en otras varias series, el Grupo decidió adoptar el enfoque de modelización delta-Lognormal para emplearlo en análisis de evaluación. El Grupo discutió el esquema resultante de este conjunto de datos, que indicaba tasas de captura relativamente más altas en la parte inicial (1987-1991) de las series temporales seguidas de tasas de captura más bajas (1992-1995). Aunque el esquema podría interpretarse como proveniente de cambios regulatorios en la gestión de la pesquería de palangre de Estados Unidos en el Golfo de México que posteriormente restringió los límites de tolerancia de desembarques de atún rojo a comienzos de 1992, el análisis llevado a cabo se basaba en tasas de captura de peces desembarcados y descartados, y estaba estructurado para incluir información sobre características operacionales y artes aportada por los informes de los pescadores sobre captura y esfuerzo diario que se pensaba eran relativos al esfuerzo de búsqueda, si bien no puede demostrarse que el esquema de las tasas de captura se deba completamente a cambios en la abundancia (probablemente con interferencias) ni puede demostrarse que el esquema provenía en su totalidad de cambios en las regulaciones. El Grupo decidió que el índice se utilizaría como una serie temporal única en los ensayos de evaluación del caso básico, aplicado a peces de edad 8+. El Grupo **recomendó** evaluar también la sensibilidad del resultado de la evaluación en cuanto a la separación de la serie temporal en 1992, si se disponía de tiempo suficiente en la reunión. Se **recomendó** que se llevara a cabo ulterior evaluación del efecto de la posible regulación en la serie temporal.

En la Reunión sobre Metodología de abril, el Grupo discutió el valor de incorporar mayor información sobre tasas de captura histórica en la evaluación de stock. Informes previos del SCRS han destacado la importancia de incorporar información de este tipo en los análisis para facilitar una base mejorada para evaluar más tendencias históricas en la biomasa reproductora y el reclutamiento. Se **recomendó** que los datos de la pesquería de palangre de Japón de caladeros y períodos temporales a los descritos en el SCRS/83/64 pudieran incorporarse en el análisis. El Grupo observó que la información de la pesquería de palangre de Japón en el Golfo de México (uno de los conjuntos de datos descritos en el SCRS/83/64) ya ha sido incorporada a los análisis. En la reunión de evaluación, no fue posible replicar los análisis llevados a cabo en el SCRS/83/64, debido a que los datos detallados de las pesquerías de palangre de Japón en 1960-1970 no estaban inmediatamente disponibles al Grupo. Se comunicó que se podía tener acceso a estos datos detallados, y el Grupo **recomendó** que se llevaran a cabo análisis adicionales de los datos detallados para futuras evaluaciones. En la reunión se examinaron datos resumidos (captura mensual y esfuerzo de 5°x5°) y los análisis preliminares llevados a cabo confirmaron los esquemas generales en las tasas de captura para las regiones "Western Large Fish" y "Tropical" referidas en el SCRS/83/64. Estos análisis se utilizaron para estimar la variabilidad en los valores del índice comunicado en el SCRS/83/64, utilizando un esfuerzo ponderado con GLM que tenía en cuenta los efectos de área (5°x5°) y mes (**Tabla 3b y Figura 10**). El Grupo discutió la posibilidad de que los esquemas observados podrían referirse a sólo una parte del recurso y por este motivo, podrían no ser un indicador tan fiable como las series temporales. Se observó que esta peculiaridad es más o menos común a todas las series temporales de tasas de captura disponibles para evaluaciones de atún rojo. El Grupo decidió considerar los esquemas históricos de tasas de captura bajo un planteamiento de Age-Structured Production Modeling (ASPM). Se **recomendó** evaluar la sensibilidad de los resultados de ASPM a la inclusión y exclusión de estas series temporales históricas en la modelización. Partiendo de las distribuciones de talla comunicadas para las capturas en el SCRS/83/64, se asumió la transferencia de 5+ (área occidental de grandes peces) y 10+ (área tropical) a efectos de análisis de evaluación.

Una serie de CPUE recientemente presentada al Grupo examina las tasas de captura secundaria de atún rojo frente a la costa este de Estados Unidos por palangreros de esa misma nacionalidad (SCRS/96/117). Los esquemas de las tasas de captura resultantes de los caladeros próximos a la costa dan una señal algo diferente de las que resultan de los caladeros de alta mar (Grand Banks). Esto se tradujo en significativas interacciones

area\*año en los métodos de modelización aplicados a estos datos. La información sobre frecuencia de talla de esta pesquería en particular es en cierto modo problemática. Las regulaciones estadounidenses impiden a los palangreros de su país desembarcar más de un atún rojo de talla legal para venta por salida. En consecuencia parece haber una tendencia para los grandes palangreros que operan en la región en cuanto a examen de los descartes de peces. Los registros de desembarques de estos barcos comparados con los datos más limitados de observadores científicos sugieren que la media de talla de los registros de desembarques es significativamente más amplia que la población de la cual se derivan las capturas desembarcadas. El empleo de datos de desembarques para tallar (y subsiguientemente, determinar la edad) las capturas (tanto desembarcadas como descartadas) de estos barcos probablemente se traduciría en estimaciones sesgadas (en los individuos más viejos) de captura por clases de edad. El Grupo observó que se podrían introducir mejoras significativas en esta serie de datos si se pudieran obtener datos de frecuencia de talla adicionales, representativos de la captura real, en vez de sólo captura desembarcada. El Grupo consideró esta serie temporal demasiado provisional para incluirla en los ensayos de evaluación del caso básico, pero **recomendó** examinar, si se disponía de tiempo, la sensibilidad de los resultados de la evaluación con el esquema medio resultante de las dos áreas utilizadas en análisis que asumían que las capturas eran principalmente de peces 5-7.

En la Sesión de Metodología de abril, se comunicó que había una serie actualizada de CPUE para peces de tamaño grande y mediano capturados por un conjunto o barcos comerciales curricaneros/cañeros y de arpón operando frente a Cape Cod y en el Golfo del Maine. Este índice estaba disponible para la evaluación de 1993 pero no se utilizó a causa de preocupación acerca de la representatividad de la muestra, debido a la cortedad de las series temporales y debido a que esos datos (1988-93) podían, en principio, estar incluidos en las series de CPUE de grandes peces <longer> de caña y carrete (1983-93). Se comunicó al Grupo que, desafortunadamente, no era posible aportar estos datos a la reunión.

#### *Varianza añadida*

El Documento SCRS/96/63 (Rev.) sugería procedimientos para estandarizar índices de CPUE que puedan tener en cuenta la variabilidad relacionada al proceso en las series temporales de la tasa de captura mediante la aplicación de un método de modelización de efectos aleatorios. La incorporación de esta variabilidad añadida es útil en la aplicación de los enfoques de ponderación de varianzas en los métodos de modelización de evaluación de stock **recomendados** para evaluaciones de atún rojo. El SCRS/96/63 (Rev.) aplicaba el modelo de efectos aleatorios a los datos de caña y carrete de Estados Unidos, tanto para los peces grandes como para los pequeños, y demostraba que debería tenerse en cuenta una variabilidad sustancial añadida debida a las interacciones anuales en estos conjuntos de datos. En la reunión sobre metodología de abril, se **recomendó** que se aplicara este método a todos los pertinentes conjuntos de datos (todos menos al índice larvario) para estimar la varianza adecuada para su empleo en algoritmos de ponderación de varianzas propuesto para su empleo en evaluación de atún rojo, pero no fue posible aplicar esta metodología a todos los conjuntos pertinentes de datos propuestos para su aplicación en la evaluación. No estaba claro si la variabilidad añadida sería necesariamente de la misma magnitud general en los conjuntos de datos, como las series de palangre de Japón y otras series de tasas de captura empleadas en la evaluación. A este respecto, En la Reunión de trabajo se ajustaron modelos de efectos aleatorios a las series de datos de Japón en el Golfo de México y Atlántico noroeste. Los resultados de estos análisis indicaban que la variabilidad añadida atribuible a efectos aleatorios que implicaban interacciones anuales eran del orden de 15% (en términos de coeficiente de variación) para las series de palangre de Japón, y del orden del 25% para las series de caña y carrete de Estados Unidos. Basándose en estos resultados, el Grupo decidió incorporar una variabilidad añadida a cada una de las series temporales empleadas en análisis de evaluación con el objetivo de invertir procedimientos de ponderación de varianzas. La variabilidad total (que se expresa como CV en la **Tabla 3**) se tomó como  $\text{SQRT}(\text{CV}_I^2 + \text{CV}_A^2)$  donde  $\text{CV}_I$  es el coeficiente de variación estimado en el valor del índice, y  $\text{CV}_A$ , la variabilidad estimada (o asumida) expresada en términos de CV obtenidos del enfoque antes descrito. Para las series de palangre de caña y carrete de Estados Unidos, y de palangre de Japón en el Atlántico oeste, se aplicaron estimaciones anuales de  $\text{CV}_A$ . Para el resto de la serie temporal de tasas de captura, se asumió un  $\text{CV}_A$  del 20%. En el caso de las series de palangre japonesas para el Atlántico este y Mediterráneo, la varianza añadida asociada a los efectos de interacción anuales no era adecuada, ya que el índice tomó las interacciones año\*área y año\*mes en cuenta, y fue calculado como un área ponderada, la media a lo largo de los meses comprendidos en los años de la serie temporal. En el caso del índice de larvas, este enfoque no era apropiado, si bien se observó que un valor (1990) tenía una varianza inusualmente baja (aproximadamente 12% CV). Para evita aplicar una ponderación potencialmente indebida al

valor de este índice en particular, el Grupo decidió asumir un CV del 20% para el valor del índice de larvas de 1990 a efectos de ponderación. El Grupo observó que el método aplicado era una aproximación. No es patente que las varianzas de todos los índices no estén influidas por los elementos analíticos a los cuales cada uno está estandarizado. Para futuras evaluaciones, el Grupo **recomendó** que se implementara una aplicación consistente del enfoque de efectos aleatorios a lo largo de la serie temporal utilizada para confeccionar un índice de abundancia o de que se apliquen otros métodos apropiados para incorporar la variabilidad resultante de importantes interacciones anuales en los procesos de estandarización aplicados.

## 9. Parámetros biológicos

Los desarrollos en los estudios biológicos llevados a cabo para el Mediterráneo durante los últimos años se facilitan en el Informe de la "Tercera Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo, particularmente en la **Tabla 3**.

Varios documentos presentados a la Reunión incluían datos sobre la biología del atún rojo en el lado occidental del Atlántico. La información contenida en los documentos se refiere a los efectos fisiológicos del marcado/recuperación de atún rojo capturado frente a Cape Hatteras, Carolina del Norte, (EE.UU.); los análisis en términos de la dieta de una colonia de *Sterna fuscata* en Dry Tortugas, en la cual se han identificado atunes rojos de pequeño tamaño. Finalmente una prospección aérea para contar atunes rojos en aguas de New England facilitó información biológica sobre esta especie.

Este año, el Grupo ha presentado una Tabla Resumen sobre la Biología del Atún Rojo, que resumía información sobre esta especie en el Atlántico Norte y Mediterráneo en cuanto a la distribución mundial, condiciones medioambientales favorables al atún rojo e información sobre la fisiología, hábitos, reproducción, crecimiento, mortalidad natural, alimentación y genética de esta especie (**Tabla 4**).

## 10. Conversión de captura por clases de talla en captura por clases de edad

Se llevó a cabo la conversión de la captura por clases de talla a captura por clases de edad, como en el pasado. Asimismo, se efectuó selección del punto de corte por edad (age slicing), basándose principalmente en la curva de crecimiento de Turner y Restrepo (SCRS/93/65) para la unidad de gestión occidental, y basada completamente en Cort (SCRS/90/62) para la oriental. Como en análisis anteriores, las modificaciones a las divisiones calculadas entre edades fueron reemplazadas por divisiones establecidas visualmente para edades 1-3 en años cuando las divisiones basadas en el modelo parecía separar inadecuadamente distintos grupos modales que se presumía eran diferentes clases de años. Las estimaciones totales de captura por clases de edad se facilitan en la **Tabla 5** para el Atlántico este + Mediterráneo y el Atlántico oeste.

## 11. Evaluaciones

### 11.1 Examen de los documentos presentados sobre evaluación

El Documento SCRS/96/111 presentaba especificaciones detalladas del código de un modelo de producción estructurado por edad (ASPM) escrito por Punt y desarrollado por Geromont. Restrepo presentó brevemente el documento SCRS/96/130 que describía una ampliación del programa de Punt para permitir (en particular) el cálculo de las tasas de mortalidad por pesca específicas de la flota. Esta ampliación se aplicó a los datos para el atún rojo del Atlántico oeste retrospectivamente hasta 1960.

El Documento SCRS/96/127 facilitaba especificaciones detalladas de ampliaciones al programa ADAPT VPA llevados a cabo por Geromont en respuesta a las modificaciones identificadas en la Sesión de Metodología de abril, 1996. Porch presentó el SCRS/96/119, que describía un modelo de captura por clases de edad ("CATCH'EM) y lo aplicó a los datos de atún rojo del Atlántico oeste a partir de 1960. Este modelo es una ampliación del enfoque ADAPT-IPA (SCRS/95/92) que permite errores y falta de datos en la matriz de captura por clases de edad - una característica particularmente adecuada para ampliar análisis en retrospectiva a los primeros años donde estos datos tienen mucha menor fiabilidad.

Se acordó que las evaluaciones desarrolladas por la reunión se basarían en ADAPT VPA y ASPM. Los resultados de CATCH'EM y el enfoque desarrollado por Cooke podrían incluirse a efectos ilustrativos. Se alentó el subsiguiente desarrollo de estos otros enfoques, por su empleo más amplio en futuras reuniones.

### 11.2 *Parámetros biológicos de entrada*

Se acordó utilizar el límite de stock existente para atún rojo, a efectos de evaluación. Los valores del parámetro de la curva de crecimiento se adoptaron para la evaluación de 1994. Son para el Atlántico este y el Mediterráneo:  $L_{\infty} = 318.85$  cm,  $t_0 = 0.97$  y  $k = 0.093$ ; para el Atlántico este,  $L_{\infty} = 382.0$  cm,  $t_0 = .707$ ,  $k = 0.079$ . Se asumió que la edad a la primera madurez sexual era, como anteriormente, de 5 años para el Atlántico este y Mediterráneo y 8 años para el Atlántico oeste. Se expresó cierto recelo acerca de las diferencias entre el este y el oeste, pero no se disponía de mejores alternativas en la reunión.

#### Mortalidad natural

El Grupo siguió el acuerdo tomado en la Sesión de Metodología para el Atún Rojo (*Madrid, abril de 1996*) para continuar empleando una tasa de mortalidad natural constante  $M=0.14$  para la evaluación del caso básico y llevar a cabo un ensayo de sensibilidad con un vector específico de la edad para  $M$ . Se observó que la mortalidad natural que varía con la edad es más adecuada desde un punto de vista biológico, pero sigue estando poco claro qué valores específicos de la edad deberían utilizarse. Para el atún rojo del sur (SBT) se presentaron algunas estimaciones recientes de  $M$  para las edades 1-4 años a partir de datos de marcado recaptura en el Documento CCSBT/SC/96/11; además, las estimaciones de la estructura de edad del stock reproductor de SBT (CCSBT/SC/96/10) habían identificado animales que sobrepasaban los 35 años de edad, sugiriendo que era más probable que la  $M$  para los peces más viejos se encontrase en torno a 0.1, en vez de  $0.2^{-1}$  empleado anteriormente para este recurso. Los valores de las clases anuales restantes se dedujeron de éstas por el Comité Científico de CCSBT. Un estudio presentado el año pasado al Grupo ICCAT sobre el Atún Rojo había indicado un perfil  $Z$  con un declive mucho más pronunciado y, por tanto, un probable perfil  $M$  en las edades jóvenes (SCRS/95/80). Se acordó que mientras esto no se consideraba necesariamente un perfil extremo, utilizar el vector  $M$  específico de la edad (0.49, 0.49, 0.24, 0.24, 0.24, 0.24, 0.20, 0.175, 0.15, 0.125, 0.10) para las edades 0-10+, respectivamente (siendo ésta una de las elecciones implementadas en recientes evaluaciones de atún rojo del sur) como un test de sensibilidad.

Se observó que utilizar una  $M$  específica de la edad en este test de sensibilidad por analogía con las evaluaciones de atún rojo del sur no implicaba que hubiera ahora un mejor entendimiento de los valores reales de la mortalidad natural en el atún rojo del Atlántico norte.

Se indicó haber identificado un efecto de dependencia de densidad para la curva de crecimiento a partir de datos de los años 60 y 80 para el atún rojo del sur. Sin embargo, los análisis de atún rojo del Atlántico norte de los datos de marcado de los años 80 habían indicado que no se disponía de información suficiente para ensayar esta posibilidad.

### 11.3 *Especificaciones técnicas - ADAPT*

Se adoptaron las siguientes especificaciones para la evaluación del "caso básico" ADAPT VPA (además de las elecciones de valor de los parámetros biológicos antes detallados):

- i) Se asumió que el límite del stock para el oeste y este + Mediterráneo era el acordado por la Comisión.
- ii) La captura por clases de edad en números y el peso medio por clases de edad se facilitan en las **Tablas 6 y 7** según discusiones y decisiones que aparecen en el Apartado 10 más arriba.
- iii) El período considerado comenzó en 1970 como resultado de un consenso acerca de la fiabilidad de los datos de captura por clases de edad anterior a esa fecha debido a los escasos niveles de muestreo.



- iv) El grupo plus se fijó en la edad 10+.
- v) En las **Tablas 3a, 3b y 4** se relacionan los índices de abundancia, estimaciones concretas y varianzas asociadas, para incorporarlos en la evaluación de cada lado del Atlántico.
- vi) La función objetiva minimizada en el procedimiento de ajuste se basó en la diferencia de cuadrados de los logaritmos de índices observados y anticipados, ponderados por la inversa de una varianza determinada externamente para los datos puntuales en cuestión (véase el Apartado 8); las varianzas de ese apartado fueron transformado a la escala logarítmica para este fin.
- vii) En coherencia con la práctica anterior, la evaluación para el oeste trata a los números de edades 3, 5, 7 y 9 para 1996 como parámetros estimables, y edades 3, 7 y 9 para el este más el Mediterráneo.
- viii) Se asumió que las selectividades comprendidas en cada bloque de edad para el año 1995 eran "uniformes", es decir,  $F_2=F_3$ ,  $F_4=F_5$ ,  $F_6=F_7$  y  $F_8=F_9$  para el oeste, y  $F_2=F_3$ ,  $F_4=F_5$ ,  $F_6=F_7$  y  $F_8=F_9$  para el este más el Mediterráneo. Esta práctica era coherente con el enfoque adoptado para las evaluaciones anteriores más recientes (para el Atlántico oeste en 1994). También en coherencia con las evaluaciones inmediatamente precedentes, se mantuvieron en 1995 los supuestos  $F_1=0.318 F_2$  y  $F_1=0.6 F_2$  para el oeste y el este más el Mediterráneo, respectivamente.
- ix) Para compensar la escasa precisión con que ADAPT estima el reclutamiento reciente, se intentó incorporar una función de penalización que implicaba un ajuste de los datos de reclutamiento del stock reproductor a la forma de Beverton Holt en la función objetiva, de tal forma que también tenga en cuenta la autocorrelación en el reclutamiento. Sin embargo, resultó no ser posible perfeccionar el programa informático necesario para llevarlo a cabo durante el curso de la reunión.

#### **14.4 El ratio $F_{10+}/F_9$ para ADAPT**

En evaluaciones anteriores, se fijaron los valores de estos ratios para diferentes bloques de años sobre la base de la aplicación de SVPA a datos de captura por clases de edad diferenciados para edades superiores a 10. Este enfoque, sin embargo, ha sido reconocido como problemático, y la Sesión de Metodología de abril de 1996 ha identificado dos enfoques alternativos para consideración:

- i) estimar estos ratios como parámetros libres en el contexto de ADAPT; y
- ii) emplear el IPA (SCRS/95/92).

Se inspeccionaron algunos resultados anteriores del IPA para el Atlántico oeste, y se indicaron ratios superiores a 1 para años recientes. Extrayendo deducciones de estos resultados, no obstante, se vieron como problemáticos, ya que las entradas y supuestos para ese IPA no eran totalmente coherentes con aquellos adoptados para las actuales evaluaciones ADAPT.

El Grupo, por tanto, acordó proceder a la estimación de los ratios como parámetros libres. El ratio para 1970-1973 se estableció en 1 para ambos lados del Atlántico observando que las funciones objetivas en ambos casos no facilitaban información a la cual calibrar este valor. Consiguientemente, las estimaciones de ADAPT de ensayos posteriores de este enfoque indicaron que en ningún caso eran estimables más de dos de tales parámetros si se debía alcanzar una precisión razonable en la estimación. En consecuencia, los ratios se estimaron para dos bloques de años identificados en el pasado, 1974-81 y 1982+ para el oeste, y 1974-1987 y 1988+ para el este más el Mediterráneo.

Los resultados de estos ensayos del caso básico mostraban resultados marcadamente diferentes de las evaluaciones llevadas a cabo en el pasado, particularmente en cuanto al Atlántico oeste. Esto ocurría en esencia debido a ratios más bajos estimados de los bloques de años más recientes en comparación con los valores fijos particulares adoptados con anterioridad. Para el Atlántico oeste, ambos valores estimados eran inferiores a 1.

A la vista de estas diferencias, se decidió especificar un ulterior ensayo del caso básico para cada lado del Atlántico, utilizando ratios más relacionados con los que se adoptaron para las evaluaciones de 1994. Dado

que los ensayos de probabilidad de ratios indicaban que había una justificación para estimar el ratio de los bloques de años intermedios, incluso con el del bloque más reciente fijado, se siguió esta regla a estos efectos.

### 11.5 Evaluaciones de ADAPT - resultados y discusiones

Los resultados de los dos ensayos del caso base del Atlántico oeste se presentan en la **Tabla 6** y **Figura 11**. Los ratios de  $F_{10+}/F_9$  para estos ensayos, años 1974-1981 y 1982+ eran, respectivamente, 0.16 y 0.29 cuando se estimaban ambos (caso 2) y 0.56 y 1.14 cuando este último se fijaba en dicho valor (tal como se adoptó para la evaluación de 1994) (caso 1). En consecuencia, las estimaciones de las abundancias del grupo plus (10+) para el primero de estos ensayos (caso 2) eran sustancialmente superiores, aunque las tendencias relativas en el tiempo eran similares para los dos conjuntos de resultados (véase la **Figura 11**).

Un ensayo IPA actualizado, presentado en la reunión, facilitaba estimaciones del ratio para los dos bloques de años, de 3.36 y 0.63, con otros resultados similares a los de ADAPT Caso 1.

Se planteó una amplia discusión acerca de la relativa credibilidad de los dos ensayos, en particular de los ratios  $F_{10+}/F_9$ , muy inferiores a 1. Los principales puntos surgidos de esta discusión fueron:

- i) Estimar la ratio  $F_{10+}/F_9$  para el período 1982+ en lugar de fijarlo (a 1.14), se sustentaba en alto grado en una prueba de probabilidad del ratio. Sin embargo, se argumentó en contra que esta prueba no tenía en cuenta la información que había conducido hacia la primera elección del valor de 1.14.
- ii) Los análisis ADAPT sobre matrices de captura por clases de edad llegaban hasta la edad 16+ y asumiendo  $F_{15}=F_{16+}$ , sugerían ratios de  $F_{10+}/F_9$  superiores a 1. Sin embargo, no quedaba claro si este resultado resistiría a la variación del supuesto  $F_{15}=F_{16+}$ .
- iii) Dado que 1982 correspondía al fin de la pesquería palangrera japonesa para peces grandes en el Golfo de México, en ese momento sería de esperar una disminución (más que el aumento estimado) en el ratio  $F_{10+}/F_9$ .
- iv) Se aceptó en las evaluaciones SBT que anteriores supuestos para esa pesquería de  $F_{11+}/F_{12+}$  no eran defendibles, y que el ratio  $F_{12+}/F_{11}$  era inferior a 1. A la vista del reciente hallazgo de que el SBT alcanza una edad aproximada de 40 años, se consideró poco probable en ese caso, que  $F_{11}$  estuviese estrechamente relacionado con  $F_{12+}$  lo que constituía una media sobre un número muy importante de clases de edad.
- v) Había un número sorprendente de peces de 9 años en relación con los peces de 10+ en la matriz de captura por clases de edad, sobre todo en los últimos años. Bien podría ser el resultado de errores de asignación por el método de corte de cohorte, lo cual podría después provocar un sesgo en los ratios  $F_{10+}/F_9$ .
- vi) Se aseguró que no existía una base fiable para estimar la pendiente de la selectividad a la edad dentro del grupo plus, con tan solo índices de abundancia relativa sin acompañar medidas de abundancia absoluta, y por tanto, que los datos disponibles tan solo podían determinar las tendencias en la abundancia y no el tamaño de la población a nivel global.
- vii) Se observó que un supuesto inadecuado de función de selectividad en forma de domo, en vez de logística, había contribuido a la evaluación errónea de la población del bacalao del norte de Canadá.
- viii) Un ratio  $F_{10+}/F_9$  bajo implica un gran número de peces 10+ que están relativamente inaccesibles a la pesquería a pesar de un esfuerzo de pesca intenso y ampliamente desplegado, situación que es tal vez de un realismo biológico y económico cuestionable.

Por razones que se detallan en el apartado 12.2a, el Grupo consideró que el caso 1 debería considerarse como el escenario más fiable a efectos de facilitar consejos de ordenación. Los resultados de ADAPT a partir de esta evaluación indican, sin embargo, que hay menos certidumbre acerca de los niveles de abundancia

actuales de atún rojo del Atlántico, en términos absolutos, de lo que indica la evaluación de caso 1 más arriba.

Los resultados de dos ensayos similares para el este + Mediterráneo se detallan en la **Tabla 7** y **Figura 12**. Estos resultados presuponían que el índice de CPUE español de barcos de cebo constituye una sola serie homogénea, sin ninguna separación en el momento de la introducción del sonar. Esto se debía a que los resultados de la evaluación con esta separación de la serie sugerían un descenso más que el incremento esperado de la capturabilidad en ese momento, algo que se consideraba inadecuado. Se observó un incremento estimado de la capturabilidad del índice del cerco francés al iniciarse el uso de aviones de detección; este cambio fue en la dirección esperada, si bien fue más importante de lo que se anticipaba. Se observó que la estimación del ratio  $F_{10+}/F_9$  cambiaba de forma acusada, dependiendo de si el índice español de barcos de cebo se trataba como una o como dos series.

### **11.6 Sensibilidad de la evaluación ADAPT y evaluaciones de precisión**

En el curso de las discusiones se identificó un cierto número de pruebas de sensibilidad, pero el escaso tiempo disponible no permitió la implementación de muchas de ellas. En particular, no se consideró práctico determinar el efecto de transferir las capturas obtenidas en la zona central desde el este + Mediterráneo al "stock" del Atlántico oeste; se pidió a los científicos japoneses que facilitasen información sobre la captura por clases de talla de estas capturas, lo antes posible, con el fin de poder llevar a cabo estos cálculos en una futura reunión. Igualmente, no se estimó que era práctico comprobar el supuesto de una captura en el Mediterráneo en años recientes superior a la comunicada en una cantidad que iba de 0 en 1986 a 20% del total de captura comunicado en 1995.

La falta de tiempo tampoco permitió investigar esquemas retrospectivos y las repercusiones de asignar una edad superior a 10 para el grupo plus. No se hicieron ensayos para excluir los puntos dispersos en la serie de índices, tras considerar los resultados facilitados en el **Apéndice 4**, que no presentaban una clara evidencia de puntos dispersos.

Se hicieron pruebas de:

- i) M dependiente de la edad (véase el apartado 11.2, ensayo de sensibilidad en la **Figura 13**);
- ii) Incluir la serie de la pesquería canadiense de "tended-line" en la pesquería de Halle Hole y de palangre estadounidense en el Atlántico NW en la evaluación del Atlántico oeste (Ensayo de sensibilidad 8).
- iii) Dividir el índice de CPUE USLL-GOM en dos series, argumentando que los análisis GOM no habían podido responder de forma completa a la repercusión de los cambios de regulación introducidos en 1992. (Ensayo de sensibilidad 8).

Debido a la escasez de tiempo, estas pruebas se hicieron tan solo para los ensayos del Atlántico oeste, estimando dos ratios  $F_{10+}/F_9$ , ya que se consideraba más probable que éstos mostrasen diferencias debido al mayor número de parámetros que se estaban estimando. Sin embargo, se insistió en que esta elección se debía tan solo a este motivo, y que no tenía implicaciones en relación con la credibilidad relativa de las dos evaluaciones para cada lado del Atlántico.

Los resultados de estos ensayos se reflejan en la **Figura 13** e indicaban que los esquemas globales en los resultados para los peces de edad 10+ y reclutas (edad 1) son muy insensibles a estas pruebas. Se observó que las estimaciones absolutas diferían, en particular los números estimados de peces 8+ son muy inferiores para el esquema M dependiente de la edad que para el caso 2. No se espera que las implicaciones de estos casos de sensibilidad en el terreno de la ordenación, tal como queda expresado en las previsiones, difieran en sustancia de las previsiones que emanan de los casos base 1 ó 2 (véase el apartado sobre Previsiones).

La Comisión había solicitado que se llevaran a cabo análisis para tener en cuenta los efectos de mezcla entre peces a ambos lados del Atlántico que, de acuerdo con los datos de marcado-recaptura, se producen hasta cierto punto. No obstante, las limitaciones de tiempo y programas restringieron severamente las posibilidades de llevar a cabo tales evaluaciones. Tan sólo el programa ADAPT-IPA tenía la capacidad de llevar a cabo evaluaciones de una serie de modelos de mezcla. Por tanto, este programa se utilizó para producir resultados

que ilustren los efectos de diferentes niveles de mezcla en los resultados de evaluaciones, en comparación con el caso de dos stocks independientes (sin mezcla). Sin embargo, no se dispuso del suficiente tiempo para desarrollar las evaluaciones IPA de no mezcla como para tener mucha confianza en sus resultados.

Hay diferentes modelos posibles para la forma en la cual tiene lugar la mezcla, que tienen algunas implicaciones diferentes en las evaluaciones. Dos formas extremas son los modelos de "sin memoria" y de "con memoria". El de "sin memoria" significa que no hay mayores probabilidades de que un pez que haya cruzado una vez el Atlántico lo vuelva a cruzar en sentido inverso, de que lo haga un pez de ese lado del Atlántico, mientras que mezcla con "memoria" implica un aumento de esta probabilidad. Para conseguir resultados comparables, en la reunión se acordó usar ADAPT-IPA para todos los ensayos de mezcla y considerar el caso extremo "con memoria", donde es más probable (con una probabilidad de 0.9) que un pez que ha cruzado el Atlántico regrese (si no muere) a finales del mismo año. Los datos de recuperación de marcas sugerían la selección del final de la edad 2 como la edad de primera mezcla. Se acordó considerar los siguientes escenarios de tasa de mezcla, en términos de porcentaje de intercambio oeste a este y este a oeste, respectivamente:

- i) (0,0) es decir, sin mezcla
- ii) (2,1) sin memoria
- iii) (2,2) sin memoria
- iv) (7,7) memoria
- v) (20,20) memoria

Se aplicaron tasas de mezcla más altas en los modelos "con memoria", debido a que los modelos "sin memoria" permiten un aumento en el tiempo de peces que han "cambiado de lado". Por tanto, los ensayos de modelos "con memoria" deben hacerse con tasas de intercambio superiores para observar efectos de magnitud similar a los de los modelos "sin memoria".

Se señaló que existía cierta base, aunque débil, para la selección de tasas de este tipo en anteriores análisis de datos de marcado-recaptura, si bien, se sabía que estos análisis no eran fiables debido a las incertidumbres existentes en los datos de marcado, por ejemplo, las tasas de comunicación de recapturas. Se señaló también que los dos modelos de mezcla aplicados aquí podrían no reflejar la dinámica de movimiento real de cualquiera de los stocks de forma realista, y se manifestó una gran preocupación acerca de su uso en una evaluación. En opinión del Grupo, los resultados debían interpretarse con gran prudencia, incluso en relación con el análisis de sensibilidad.

En la **Figura 14** se presentan las abundancias estimadas de las edades 1 y 8+ en el este y el oeste para cada uno de los cinco escenarios de mezcla antes mencionados. Las tendencias globales del reclutamiento en el este eran relativamente insensibles al nivel de mezcla en cualquier dirección. Las tendencias estimadas de los reclutamiento en el oeste eran también bastante similares, llegando a un máximo en 1974 y fluctuando desde entonces a un nivel mucho más bajo.

Las estimaciones IPA de mezcla y "no mezcla" respecto al atún rojo de edad 8+ en el este y el oeste, eran similares durante los años 70, pero a partir de entonces difieren. En el este, las estimaciones con mezcla de la edad 8+ eran casi idénticas, sin depender del nivel o tipo (memoria o sin memoria) de mezcla, y todas sugerían un brusco aumento a partir de 1990. Las estimaciones correspondientes sin mezcla eran menos espectaculares, pero también señalan hacia un importante aumento en años recientes.

En el oeste, las estimaciones de la edad 8+ eran bastante más sensibles a la elección de modelos y tasas de mezcla, sobre todo a partir de 1980. El modelo "sin mezcla" y el modelo "con memoria" con un 7% de mezcla eran similares, pero el modelo con memoria con tasas de mezcla del 20% indicaba un máximo bastante más alto en 1980 (reflejando la previsión más alta del reclutamiento en 1974) y mayores abundancias en general a partir de entonces. Los modelos "sin memoria" indican ambos un incremento en la abundancia de 8+ durante los años 90, lo cual refleja la creciente intrusión de peces del este que se espera tenga lugar con abundancias superiores en el este. Esto contrasta con las tendencias más estables estimadas por los modelos con memoria y "sin mezcla".

También se solicita atención sobre los resultados presentados en el documento SCRS/96/66, una discusión detallada del cual se presenta en el Informe de la Sesión de Metodología sobre el Atún Rojo en abril de 1996.

Esta indicaba que, incluso si la mezcla se estaba produciendo, los análisis de VPA que trataban de tener en cuenta esta mezcla generalmente no producían estimaciones marcadamente mejores que los VPA, que hacían caso omiso de la mezcla (es decir, asumían dos stocks independientes). Por lo tanto, el Grupo opina que las evaluaciones que no asumen la mezcla deberían ser razonablemente sólidas, siempre que se apliquen enfoques comparables de gestión a las dos unidades de ordenación al oeste y este del Atlántico.

## Precisión

Se estimó la precisión de las evaluaciones del caso base con procedimientos de procesos iterativos de reajuste a partir de submuestras ("bootstrap"). Se generaron conjuntos de datos ficticios para los diversos índices de abundancia, usando la varianza evaluada para cada nueva información, para que este ejercicio fuese independiente del ajuste original del modelo a los datos. En aquellos casos donde estaba prefijado el ratio  $F_{10}/F_9$ , para un período de años, en vez de estimado en el proceso de ajuste, se siguió el procedimiento de réplica especificado para estos ratios en el Apéndice BFTW-2 del Informe de la Sesión de Evaluación del atún rojo del oeste en 1994. Se observó que este enfoque no tiene en cuenta todas las fuentes de incertidumbre ya que algunos factores, como  $M$ , son fijos en todas las copias. Por falta de tiempo, en el curso de la reunión no se pudieron considerar enfoques que intentan también integrar estas nuevas incertidumbres. A partir de 200 ensayos de "bootstrap" para las evaluaciones del Atlántico oeste, el coeficiente de variación estimado para el tamaño de stocks de la edad 8+ y edad 1 en 1995, era aproximadamente el 25% y el 46%, respectivamente, para la evaluación del caso 1 y de aproximadamente 49% y 53%, respectivamente, para la evaluación del caso 2. Respecto a las evaluaciones ADAPT para el Atlántico este, los ensayos de "bootstrap", (200 ensayos) dieron como resultado coeficientes estimados de variabilidad del 30 y 39% para el grupo de edad 8+ y reclutas, respectivamente, para la evaluación del caso 1 y para la evaluación que estima CVs de 68% y 41% para la abundancia de peces de edades 8+ y 1 en 1995. El Grupo observó que estos CVs podían subestimar la incertidumbre en estas estimaciones.

Para las evaluaciones del este y el oeste, el reclutamiento estimado para los tres últimos años es considerablemente inferior al de los años inmediatamente anteriores. Para la evaluación del oeste, esto podría reflejar un efecto stock-reclutamiento, dada la tendencia a la baja estimada en la biomasa reproductora. Por otra parte, podría ser una manifestación de la menor precisión de estas estimaciones, como se indica más arriba. Se sugirió que estas estimaciones podrían estar sesgadas, como consecuencia de los procedimientos utilizados para asignar selectividades por referencia a las capturas parciales (véase el Apéndice BFTW-2, Informe 1994) en los cálculos de los valores esperados de los índices de abundancia para peces pequeños en circunstancias de cambios regulatorios, y que esta situación posiblemente debería ser investigada más a fondo.

### 11.7 Especificaciones técnicas para ASPM

Las entradas biológicas al ASPM eran las mismas que se utilizan para las evaluaciones ADAPT.

Los desembarques estimados del período 1950-1995 para cada unidad de gestión, tal como se define en la actualidad (véase el apartado 7.1) se dividieron por tipo de arte, como sigue: palangre, caña y carrete, cerco y "otro" en el oeste; palangre, almadraba, cerco, barco de cebo y "otro" en el este. Se expresó cierto grado de preocupación en cuanto a que, para estas evaluaciones, era cuestionable la asignación de las primeras capturas frente a Brasil a la unidad de ordenación occidental. Se efectuaron cálculos considerando que el grupo plus era de edades 10+.

La implementación del ASPM empleada (SCRS/96/130) requiere que las selectividades por clases de edad y por año se encuentren especificadas en el caso de cada pesquería (tipo de arte). Con el fin de que los resultados sean más compatibles con los de las evaluaciones ADAPT, estas selectividades se basaron en los dos ensayos ADAPT adoptados para cada unidad de ordenación. Con este fin, se calcularon las selectividades específicas de la pesquería procedentes de las matrices de mortalidad por pesca estimadas en ADAPT, multiplicadas por la matriz de la captura parcial por edad de cada pesquería, y divididas por la matriz del total de captura por clases de edad. Tras un examen visual de los esquemas de selectividad, se definieron selectividades medias para varios períodos temporales (Tabla 8).

Los índices de abundancia relativa usados eran los mismos aplicados en los ensayos ADAPT, excepto que algunos ensayos se hicieron también incluyendo dos series temporales históricas (a partir de los años 60) correspondientes a operaciones palangreras japonesas en el Atlántico noroeste y oeste tropical (Tablas 3a-3b y 6). Los índices se trataron de la misma forma que en el ADAPT en términos de selectividad parcial y ponderación.

Se llevaron a cabo los seis siguientes ensayos de ASPM:

<i>Unidad</i>	<i>Sel. basada en el caso Adapt</i>	<i>Indices JLL usados anteriormente</i>	<i>Nombre del ensayo en la reunión</i>
Oeste	1	y	Ensayo 5 Oeste
Oeste	1	n	Ensayo 6 Oeste
Oeste	2	y	Ensayo 7 Oeste
Oeste	2	n	Ensayo 8 Oeste
Este+Med	1	N/A	Ensayo 1 Este
Este+Med	2	N/A	Ensayo 2 Este

Para los ensayos del Atlántico oeste, se asumió que en 1950 la población se encontraba en estado de equilibrio virgen. Respecto al este, se asumió que los tamaños del stock en 1950 se encontraban al 50% de los niveles de equilibrio virgen. En todos los casos, se asumió una relación stock-reclutamiento determinista de Beverton-Holt. No hubo tiempo para llevar a cabo ensayos sobre la sensibilidad de los resultados de éstos u otros supuestos efectuados por el modelo.

### 11.8 Resultados del análisis ASPM

A causa de insuficiencia de tiempo para refinar estos análisis adecuadamente para el Atlántico este, el Grupo decidió no basar en este enfoque su evaluación de parámetros de población de la unidad de ordenación del este.

Los resultados del análisis ASPM del Atlántico oeste eran coherentes con los obtenidos con ADAPT. La **Figura 15** muestra las tendencias medianas en la biomasa reproductora y el reclutamiento estimado a partir de los dos casos más extremos de los cuatro ensayos de ASPM considerados por el Grupo, y éstos se comparan con las estimaciones de la mediana de ADAPT, en la **Figura 15 bis**. El ensayo 5 empleó el índice de palangre anterior, iniciado en los años 60, y suponía selectividades de entrada con ratios F altos. El ensayo 8 excluía esos dos índices primeros y suponía selectividades de entrada con ratios F más bajos, lo que implicaba que el atún rojo de edad 10+ tiene selectividades muy inferiores a las de animales más jóvenes. Como se esperaba, el ensayo 8 dio una previsión de biomasa reproductora y reclutamientos más amplios en toda la serie temporal que la que se obtuvo en el ensayo 5 (**Figura 15**).

En términos relativos, los cuatro ensayos ASPM dieron estimaciones similares de la situación actual de la unidad del oeste: que la biomasa reproductora durante los años 90 ha sido aproximadamente el 10% del nivel correspondiente a un nivel de RMS histórico, y que en esos mismos años, la mortalidad por pesca ha representado 3.5 veces la cifra que permitiría niveles de RMS. Las estimaciones del RMS variaban entre 2.000 y 7.000 t, dependiendo del esquema global de selectividad resultante de todas las pesquerías. Para los esquemas de selectividad más recientes, estas estimaciones entran en el rango de 5.000-6.000 t. Conviene observar que el RMS depende de la función de selectividad asumida. Para esos cálculos se utilizaron las selectividades históricas estimadas con ADAPT.

Se observó que seleccionando 10+ como edad para el grupo plus, los cálculos ASPM resultantes no permitían el incremento del promedio de masa de los peces del grupo plus durante períodos en los cuales el recurso estaba próximo a su nivel de equilibrio sin explotar, y esos peces tenían una media de edad superior a la de los años recientes. No había tiempo suficiente para repetir todos los cálculos ASPM, para tener en cuenta este factor, pero las estimaciones determinísticas para un grupo de edad 20+ en vez de 10+, reflejaban un descenso en las estimaciones de RMS y un incremento en el nivel de RMS, ambos en torno a un 10%.

Se observaron tendencias sistemáticas en las diferencias entre las matrices de captura por clases de edad con un índice ASPM y el que se desarrolló a partir de los datos de captura por clases de talla (véase el apartado 7). En particular, las capturas por clases de edad a partir de ASPM eran generalmente superiores para las cohortes de 1975 a 1982, e inferiores para las cohortes de 1983 a 1990. Esto a su vez se traducía en estimaciones de reclutamiento con ASPM comparadas a las de ADAPT, que eran superiores para el primer período, inferiores para el último, y nuevamente más altas para las cohortes de 1991 a 1994 (Figura 15-bis). Debido a estas tendencias sistemáticas, las estimaciones de abundancia muy recientes y tendencias en el reclutamiento facilitadas por ASPM se consideraron menos fiables que las estimadas por ADAPT. El enfoque ASPM, sin embargo, se consideraba adecuado para estimar la media efectiva de RMS y los niveles asociados de biomasa para el recurso a lo largo de todo el período de la pesquería, incluso aunque tales estimaciones de la media podrían dar impresiones optimistas y pesimistas de productividad del recurso durante períodos de menor y mayor reclutamiento favorable, respectivamente.

## 12. PREVISIÓN

### 12.1 Especificación de los procedimientos de previsión

En la reunión de la Comisión de 1995 se encargó al SCRS el desarrollo de opciones de recuperación separadas y distintas para cada uno de los stocks de atún rojo al este y oeste del Atlántico, a efectos de ordenación, calculando una serie de capturas anuales totales admisibles (TACs), basándose en previsiones de stock que son necesarias para la recuperación de los respectivos stocks de ordenación a niveles que permitiesen el RMS dentro de períodos de recuperación preseleccionados, con un 50% de probabilidad, y a partir de los cuales se podrían establecer objetivos intermedios. A este fin, el Grupo llevó a cabo una serie de previsiones aplicando los resultados de los modelos de evaluación disponibles.

#### a) Procedimientos de previsión ADAPT

Se empleó un procedimiento *ad hoc* para desarrollar estimaciones de reclutamiento para las previsiones. Si se hubiera dispuesto de más tiempo, se podrían haber estudiado formas alternativas. Estas especificaciones *ad hoc* para efectuar previsiones, llevada a cabo usando los resultados de la evaluación ADAPT en el Atlántico oeste, se adoptaron aplicando, en esencia, los mismos procedimientos de 1994. Para ello, se asumió una relación stock-reclutamiento, tras examinar el diagrama del stock reproductor/reclutamiento para las evaluaciones de los dos casos base (Fig. de datos S-R con curvas estriadas ajustadas). Los ajustes stock/reclutamiento fueron también comparados con los resultados del modelo de producción estructurado por edad (ASPM). Se observó que en los resultados del ASPM está implicado un período de reclutamiento alto y stock reproductor en los años 60 que no puede aparecer en los resultados del ADAPT, que usa datos del período 1970-1995. Por el contrario, usando la relación ASPM, a niveles de stock reproductor similares al actual, se podrían prever reclutamientos más altos de los que se han producido en el período reciente. Por tanto, la relación ASPM stock-reclutamiento fue rechazada en favor del enfoque de estrías usado en 1994, que se inclina hacia el ajuste de los datos recientes de stock-reclutamiento, a costa, tal vez, de previsiones menos optimistas a niveles más altos de tamaño del stock.

La relación reproductor-recluta aplicada era: si la biomasa reproductora está por encima del nivel definido como la media del período 1985-1991, el reclutamiento anticipado era igual al reclutamiento medio geométrico de un año de edad durante el período 1981-1992; para una biomasa inferior a ésta, se supone que el reclutamiento descendiendo de forma lineal a la par de la biomasa. A estos efectos, se definió la biomasa del stock como una biomasa  $8+$  a mitad del año. Las previsiones estocásticas incorporaban una distribución logarítmica normal acerca de esta relación, con CV supuesto de 0.4 (que es muy típico de muchos stocks de peces). Esta fórmula se usó también para establecer el reclutamiento en los años 1993-1995, ya que se consideró que en el VPA no estaban estimados con la misma fiabilidad. Además, se determinó la selectividad usando la media geométrica de 1991-1993. Los ajustes adicionales a la baja de las selectividades de las tres edades más jóvenes, que fueron implementados en la reunión de 1994, no se implementaron en esta ocasión. En el Apéndice BFTW-3 del Informe SCRS 1994, se daban especificaciones adicionales de la fórmula para los cálculos de los factores antes mencionados y del peso por edad a emplear en el futuro, y estas mismas especificaciones se siguieron usando aquí. Conviene observar que las previsiones estocásticas se ajustaban a la relación stock-reclutamiento y a la selectividades para cada iteración de los resultados de la evaluación por "bootstrap".

La metodología ADAPT no permite una estimación directa de las cantidades de RMS y biomasa reproductora en RMS. Por lo tanto, se adoptó inicialmente el siguiente procedimiento en sustitución de la biomasa reproductora en RMS. Se calculó el rendimiento por recluta en equilibrio y la biomasa reproductora por recluta usando  $F_{max}$ . Después, la biomasa reproductora de sustitución en RMS se definió como  $SSB/R$  en  $F_{MAX}$  (mortalidad por pesca al máximo rendimiento por recluta) multiplicado por el reclutamiento máximo (nivel horizontal de la relación stock-reclutamiento). Tras haber completado las previsiones efectuadas con este procedimiento para determinar el SSB relativo a SSB a RMS, se reevaluó todo el método y se introdujeron modificaciones (Apartado 12.2).

Para las previsiones realizadas con evaluación por ADAPT se aplicaron al Atlántico este los mismos procedimientos que se habían empleado para el oeste, excepto que se efectuaron los cambios adecuados a los valores de los parámetros biológicos. Dadas las disparidades en los gráficos de stock-reclutamiento entre el este y el oeste, este procedimiento debería ser rigurosamente evaluado en futuros análisis. Los datos sobre el stock reproductor de ADAPT y las curvas resultantes de la relación stock-reclutamiento se presentan en la **Figura 16**.

#### *b) Procedimientos de previsión ASPM*

En las previsiones se usaron los resultados de la evaluación por ASPM para el Atlántico oeste. Este modelo tiene la propiedad de que las cantidades de RMS y SSB en RMS pueden calcularse directamente a partir de los parámetros del modelo. Las especificaciones para selectividad y variabilidad respecto a la relación stock-reclutamiento, eran las mismas usadas para el ADAPT. La previsión incluía dos niveles estocásticos: primero, se basaban en 200 "bootstraps" paramétricos, en los cuales el modelo fue reajustado a conjuntos de datos ficticios obtenidos creando de nuevo los datos de abundancia relativa partiendo de sus distribuciones logarítmicas normales establecidas de antemano. Segundo, se añadió una varianza equivalente a 40% CV a los reclutamientos futuros previstos por el modelo. Sin embargo, se observó que estos probablemente no tenían en cuenta niveles realistas de incertidumbre, debido a los supuestos restrictivos establecidos al ajustar el ASPM, tales como una relación stock-reclutamiento determinista, desembarques exactos, selectividades supuestas y condiciones de equilibrio iniciales.

El examen inicial de los resultados de la evaluación ASPM para el Atlántico este, era provisional y no concluyente, y no se prosigue su estudio en este informe. En consecuencia, no se llevaron a cabo previsiones ASPM para el Atlántico este.

#### *c) Capturas previstas*

Todas las previsiones asumían una captura en 1996 de 30.000 t y 2.000 t para el Atlántico este y oeste, respectivamente.

Se entabló una amplia discusión acerca de los escenarios de captura a considerar. Se observó que una trayectoria de recuperación implica que el stock reproductor se recupera hasta los niveles deseados (posiblemente RMS) en el tiempo previsto, considerando la productividad biológica del stock. Sin embargo, habría un número infinito de trayectorias que cumplirían estos requisitos (capturas constantes durante el período de recuperación, mortalidad por pesca constante durante el mismo, períodos iniciales de captura escasa seguidos de capturas más importantes, y viceversa). El Grupo no pudo hacer una selección sobre una simple base científica. En consecuencia, se decidió presentar un amplio abanico de escenarios de capturas con el fin de poder intercalar estrategias alternativas entre las presentadas.

Los escenarios de capturas usados para todos los métodos de previsión y resultados de evaluación eran (para el oeste): a) escenarios de captura constante durante 25 años empezando con 500 t; otro, con 1.000 t, y así sucesivamente hasta llegar a 3.000 t, y b) otros conjuntos de previsiones "divididas", con una captura constante de 500 t en 1997-2007, seguida de un incremento de 500 a 1.000 t a partir del año 2008; 1.000 t en 1997-2007 y 1.500 t a partir del 2008, y así sucesivamente hasta 3.000 t en 1997-2007, llegando a 3.500 t en el 2008.

Respecto al este, se usó el mismo procedimiento general, empezando con capturas de 10.000 t e incrementos de 5.000 t hasta las 35.000 t, y usando previsiones divididas en las cuales se empezaba aumentando la primera etapa en 5.000 t desde principios de 2007, siguiendo igual durante toda la previsión.



Además, las previsiones de captura se hicieron aplicando dos casos base relacionados con los dos escenarios de ratio  $F$  tratados en el apartado sobre evaluación. Así, para el oeste, la serie de estrategias de captura se proyectó empleando como entrada el caso base ADAPT 1, el caso base ADAPT 2, el caso base ASPM 1 y el caso base ASPM 2. Para el este, la serie de estrategias de captura se proyectó usando como entrada el caso base ADAPT 1 y el caso base ADAPT 2.

## 12.2 Previsiones en relación con las directivas de la Comisión sobre el RMS

### a) Discusión de supuestos de previsión esenciales: Oeste

Se volvieron a examinar los procedimientos y bases utilizados para efectuar una previsión del estado del stock. Los temas examinados incluían el empleo de dos enfoques del Caso 2 (aquellos que tenían bajos  $F$  ratios de edades 10+ a edad 9+ en los años más recientes) y las ventajas relativas de los enfoques específicos utilizados para hacer una previsión del estado del oeste empleando modelos ADAPT y ASPM.

Se observaron numerosas anomalías al utilizar las evaluaciones del Caso 2 en previsiones en el oeste. En primer lugar, la  $F_{MAX}$  deducida de este caso se traduciría en SSB en el punto en el cual se define que el reclutamiento está declinando; es decir, no sería sostenible. En segundo lugar, la gran agrupación de peces viejos que no puede mantenerse con las tasas de mortalidad natural que se están utilizando. Además, el SSB/R en  $F_{MAX}$  está anormalmente próximo a SSB/R en  $F=0$ . Dicho de otra forma, el Caso 2 implica que hay un agrupamiento de peces muy grandes cuya reproducción es escasa, que están mermando debido a la mortalidad natural, y que son muy inasequibles a las pesquerías. Se opinaba que estos factores eran biológicamente improbables. Se observó previamente que las tendencias relativas 1970-1995 del Caso base 2 eran bastante similares al Caso base 1; no obstante, no ocurre igual en las previsiones. Los puntos anteriores reflejan altas estimaciones de 10+ en el Caso 2, lo que implica escasos ratios de supervivencia para los pre-reclutas (R/SSB). A su vez, esto implica que la población no podría sostener una pesquería importante, si la hubiera.

Se entabló una considerable discusión sobre las especificaciones particulares de ASPM utilizadas en el oeste, cómo se relacionaban con las previsiones, y cómo se comparaban con los enfoques ADAPT. Se observó que, en general, el enfoque ASPM debería ser mejor para definir los parámetros a largo plazo de RMS y SSB en RMS que los enfoques ADAPT; mientras, los enfoques ADAPT deberían ser superiores para integrar la dinámica estructurada por edad, particularmente a corto plazo. Eso no significa que no podría reestructurarse el enfoque ASPM para tratar estos temas, pero en general, en su forma actual, no lo hace. Tras examinar los esquemas de reclutamiento de las aplicaciones específicas ADAPT y ASPM en el oeste, se opinó que las previsiones con ASPM podrían no describir de forma apropiada los cambios, a corto plazo, de las clases anuales (próximos 5-8 años).

La selección de las curvas estriadas ajustadas de stock-reclutamiento y su interacción con las biomásas de reproducción más recientes, resultantes del método respectivo de evaluación, es extremadamente importante para las previsiones. De hecho, los resultados de las previsiones están básicamente relacionados con los supuestos de cada método. Primero, las previsiones basadas en ADAPT suponen que el reclutamiento no puede superar los niveles estimados para los últimos 20 años. Así, por definición, los niveles de reclutamiento en RMS no pueden ser más altos. En consecuencia, el objetivo del RMS es inferior al que se podría conseguir si el reclutamiento fuese más alto en los años 60. Además, los efectos de los supuestos del ratio de  $F$  afectan a la porción de la curva stock-reclutamiento donde se produce la biomasa reproductora más reciente, es decir, cuál es su proximidad al umbral en el que las biomásas de reproducción más bajas producen un reclutamiento menor. Esto, a su vez, define la velocidad y la amplitud de la respuesta del stock a diversos niveles de captura. Por el contrario, el enfoque ASPM tiende a señalar que los niveles de reclutamiento en los años 60 eran superiores a los de los últimos 20 años. Por tanto, el objetivo de RMS es más alto que el que generan los enfoques ADAPT.

Basándose en las anteriores consideraciones, el Caso 1 de ADAPT se consideró como el caso base para previsiones futuras, si bien se efectuaron previsiones con las alternativas.

No obstante, las estimaciones de MSY sustituidas, basadas para el oeste en  $F_{MAX}$  de ADAPT fueron nuevamente examinadas por las siguientes razones: la  $F_{MAX}$  produciría SSB que estaría muy próximo al actual

SSB y muy distante del SSB que tuvo lugar a principios de 1970; y la  $F_{MAX}$  estimada está por encima de muchos elementos de comprobación de la pesquería que se utilizan para ordenación. Por estos motivos, el enfoque  $F_{MAX}$  para definir SSB en RMS no se volvió a utilizar para las previsiones del oeste. En vez de ello, se observó que las estimaciones ASPM de SSB en RMS estaban próximas a la SSB en 1975, como se estimó con el Caso 1 ADAPT, y que el ASPM estimaba que SSB estaba próxima a SSB en RMS en 1975. Además se destacó que el SSB de 1975 se utilizaba como un estándar para comparaciones en años anteriores. Por tanto, las previsiones que emplean SSB en relación a SSB en 1975 serían una sustitución más apropiada para el SSB en RMS.

Conviene observar que el modelo de curvas estriadas ajustadas de stock-reclutamiento utilizado en las previsiones ADAPT no permite reclutamientos tan altos como los que tuvieron lugar a comienzos de los años 1970 y los años 1960. La esperanza de recuperación de SSB sería que se incrementase la probabilidad de reclutamientos superiores similares a los de los años 1960. Si, de hecho, el reclutamiento se incrementara en el futuro debido a SSB más alto, entonces las previsiones serían en cierto modo pesimistas. Al contrario, si el reclutamiento no incrementase, entonces sólo se producirían incrementos marginales en el rendimiento resultante de los incrementos en la biomasa.

Las condiciones iniciales del stock en 1996 tienen un importante efecto sobre las previsiones. Si las clases anuales recientes demuestran estar próximas a los niveles estimados en ADAPT y no como los que se obtuvieron del método de sustitución (**Figura 17a**), el tamaño del stock en el futuro inmediato será inferior al previsto. Al contrario, si la selectividad de estas edades fuera inferior a la media de 1991-1993, entonces los tamaños del stock serían superiores a los previstos.

#### *b) Resultados de las previsiones ADAPT: Oeste*

Los resultados de las previsiones realizadas se presentan en las **Tablas 9 y 10, y Figura 18**. Tal como solicitó la Comisión, los números en las tablas corresponden a la SSB media proyectada como un porcentaje del SSB estimado que tiene como resultado el RMS (tal como se midió el SSB en 1975) para varios niveles de captura supuestos.

#### *c) Resultados de las previsiones ASPM: Oeste*

Las previsiones ASPM se hicieron sólo respecto a la unidad de ordenación del oeste.

Los resultados de las previsiones se presentan en las **Tablas 11 y 12, y Figuras 19 y 20**. Tal como solicitó la Comisión, los números en las tablas corresponden a la SSB media proyectada como un porcentaje del SSB estimado que tiene como resultado el RMS, para varios niveles de captura supuestos.

La comparación de las previsiones hechas para el atún rojo del Atlántico oeste entre 2 casos de los modelos ASPM y 2 de ADAPT se muestra en la **Figura 23**.

#### *d) Resultados de las previsiones relativas a RMS: Oeste*

Por las razones más arriba expuestas, las previsiones del Caso 1 de ADAPT de SSB relativas a 1975 deben considerarse el caso base para evaluar el SSB relativo al SSB en RMS. Las previsiones indican que las capturas anuales de 2.500 t son sostenibles, mientras que de 3.000 t no lo son. Si se sustraen anualmente 2.500 t, las previsiones indican que el SSB en RMS (definido como el nivel de 1975) no se alcanzaría antes del año 2016. Las capturas anuales inferiores incrementan el SSB previsto y la probabilidad de que el SSB alcance niveles comparables al de 1975 en el año 2016.

Con respecto a la solicitud de la Comisión de disponer de opciones de recuperación, las previsiones del caso base (**Tabla 9**) indican que la probabilidad de recuperación al nivel de RMS dentro de los 10 años es inferior al 50%, incluso sin captura. El nivel de la captura anual que da un 50% de probabilidad de recuperación al nivel de RMS en 20 años se encuentra entre cero y 500 t. Estos resultados son objeto de las advertencias que se discuten más arriba.

*e) Discusión de supuestos críticos respecto a previsiones: Este*

Por primera vez, se trataron en detalle temas relacionados con la estimación del RMS para el atún rojo del Atlántico este, de acuerdo con las directivas de la Comisión. La sensibilidad de los métodos no ha sido todavía estudiada a fondo en relación con el oeste. Además, la variabilidad cuantificable en la evaluación del este es relativamente alta. En consecuencia, el Grupo tenía menos confianza, desde el punto de vista cualitativo, en los resultados de la previsión del este.

Las estimaciones de RMS asociadas al SSB de RMS están en torno a 40.000 t. Puede resultar sorprendente que se estime que el stock está por debajo del nivel de biomasa reproductora en RMS en circunstancias donde las capturas de 1950 a 1995 han estado en su totalidad por debajo de esta estimación de RMS. Las razones son dos: (1) la estimación en RMS de unas 40.000 t se basa en el reclutamiento medio de la pesquería desde 1981 a 1992; los reclutamientos anteriores a la pesquería durante los años 70 eran un 50% inferiores de media (y en consecuencia, sugerían un RMS efectivo durante ese período, dados los esquemas de selectividad actuales, de sólo unas 20.000 t); y (2) las altas capturas anteriores de peces pequeños han impedido al stock alcanzar su potencial óptimo de productividad. Considerando que la actual biomasa reproductora del stock se estima en solo el 19% del nivel de RMS, el RMS de 40.000 t no sería actualmente sostenible.

Además, como en el caso de las previsiones de stock-reclutamiento respecto al oeste, la relación stock-reclutamiento aplicada al este era crítica. La relación (**Figura 16**) muestra que el reclutamiento en el inicio de la serie era más bajo con biomazas más altas. Estos datos se desestimaron al seleccionar el modelo stock-reclutamiento. Así, las recientes biomazas prevén reclutamientos a niveles superiores a los históricos. El Grupo no estaba seguro acerca de si esto era auténtico o bien resultado de la interacción entre el modelo específico y los datos.

Todas las previsiones se comparan en las **Figuras 21 y 22**.

*f) Resultados de las previsiones ADAPT: Este*

Los resultados de las previsiones realizadas se presentan en las **Tablas 13 y 14** y **Figuras 21 y 22**. Tal como solicitó la Comisión, los números en las tablas corresponden a la SSB media proyectada como un porcentaje del SSB estimado que tiene como resultado el RMS para varios niveles de capturas asumidos. (La aplicación ASPM al Atlántico este no se había desarrollado al nivel en que podría utilizarse para facilitar una estimación de SSB que resultara en RMS. No obstante, se observó que las reservas que se indican en el apartado 12.2a al uso de  $F_{MAX}$  para facilitar una sustitución de RMS y SSB asociada para el Atlántico oeste, no se referían al caso del este, de forma que este enfoque basado en  $F_{MAX}$  se utilizó para obtener una estimación de este SSB). Estas previsiones indican, dependiendo del modelo ajustado (Caso 1 ó 2), que no son sostenibles futuros niveles de captura de 30.000 t o más. Las previsiones indican que las capturas de 25.000 t o menos podrían traducirse en crecimiento del stock. No obstante, como se observa en las tablas, el rango de posibles resultados es bastante amplio.

Se entabló una discusión sobre si esas estimaciones de rendimiento actuales, que son muy inferiores a los niveles de captura actuales, y ligeramente superiores al 50% de estimaciones de sustituciones de RMS correspondientes a  $F_{MAX}$ , eran quizá una consecuencia de la relación stock-reclutamiento con curvas estriadas ajustadas especificada para estas previsiones. La justificación de la forma particular asumida no es sólida. Sin embargo, la referencia a la Figura BFTE-Figura 14 del Informe BFT-E 1994 indicaba que el rendimiento por recluta con los actuales niveles de mortalidad por pesca es de sólo un 50% del de  $F_{MAX}$ . Por lo tanto, la selección del nivel de biomasa reproductora en el cual el reclutamiento comienza a declinar no parece haber sido un determinante mayor de estas estimaciones de niveles de captura sostenibles, que parecen ser casi enteramente una consecuencia de la sobrepesca del crecimiento bajo el programa actual de mortalidad por pesca por clases de edad.

Otra posible fuente de sesgo negativo en estas estimaciones de niveles sostenibles de captura es que el nivel de reclutamiento máximo para la relación stock-reclutamiento asumida es la media de las estimaciones del período 1981-1992. La última parte de este período muestra en general un reclutamiento más alto. Sin embargo, el efecto total de utilizar este alto valor superior para las previsiones sería el incremento de las estimaciones de rendimiento sostenible actual antes citado en menos del 10%, lo que es muy inferior al volumen en que las

capturas actuales exceden de estas estimaciones.

Las previsiones para el Caso 1 y Caso 2 eran muy similares. Para guardar la coherencia con la elección para el oeste, se adoptó el Caso 1 (es decir, con el ratio de  $F_{10+}/F_9$  para los períodos más recientes ajustados al valor utilizado en 1994) como caso base.

Con respecto a la solicitud de la Comisión de disponer de opciones de recuperación, las previsiones del caso base (**Tabla 13**) indican que el nivel de captura actual que da un 50% de probabilidad de recuperación al nivel de RMS es de aproximadamente 10.000 t. El nivel de capturas anuales que da un 50% de probabilidad de recuperación al nivel del RMS en 20 años se encuentra entre 20.000 t y 25.000 t.

Las estimaciones de RMS asociado con SSB al nivel de RMS está en torno a 40.000 t. Las estimaciones de RMS asociadas al SSB de RMS están en torno a 40.000 t. Puede resultar sorprendente que se estime que el stock está por debajo del nivel de biomasa reproductora en RMS en circunstancias donde las capturas de 1950 a 1995 han estado en su totalidad por debajo de esta estimación de RMS. Las razones son dos:

- i) La estimación en RMS de unas 40.000 t se basa en el reclutamiento medio de la pesquería desde 1981 a 1992; los reclutamientos anteriores a la pesquería durante los años 70 eran un 50% inferiores de media (y en consecuencia, sugerían un RMS efectivo durante ese período, dados los esquemas de selectividad actuales, de sólo unas 20.000 t);
- ii) Las altas capturas anteriores de peces pequeños han impedido al stock alcanzar su potencial óptimo de productividad.

Dado que la actual biomasa reproductora se estima en solo 195 del nivel en RMS, el RMS de 40.000 t no es actualmente sostenible.

### 13. Situación de la puesta en vigor de las medidas de regulación ICCAT para el Atún Rojo

#### 13.1 Medidas de regulación que limitan la mortalidad por pesca - 1975

En la **Tabla 1** y la **Figura 2**, se observa que las medidas de regulación recomendadas en 1975, prohibiendo un aumento de la mortalidad por pesca por encima de los niveles recientes (en aquel momento), no han sido en absoluto puestas en práctica para todo el atún rojo del este (en particular, en el Mediterráneo). La captura de atún rojo del Atlántico este en 1975 fue de 21.217 t, mientras que en 1995, se obtuvieron 39.331 t, que es la cifra más alta registrada hasta el momento.

#### 13.2 Cuota para seguimiento científico

Se ha adoptado una cuota de captura de atún rojo del Atlántico oeste para seguimiento científico. En general, esta norma ha sido cumplida por Canadá, Japón y Estados Unidos. Algunos países no miembros han comunicado algunas capturas, si bien han sido escasas hasta 1995. Hay también una cuota de captura establecida para la pesquería palangrera de Japón, de reciente desarrollo en el Atlántico central norte. Esta cuota ha estado en vigor en las temporadas de pesca de 1994 y 1995.

#### 13.3 Regulaciones sobre talla mínima

En 1995, se recomendó una talla mínima de 6,4 kg con 15% de tolerancia, en peso, para todo el Atlántico (incluyendo el Mediterráneo). Para el Atlántico este, ICCAT adoptó en 1982 una talla mínima de 120 cm con un 15% de tolerancia, en números, que fue modificada en 1992 a 115 cm con un 8% de tolerancia. La **Tabla 15** facilita un resumen de las capturas estimadas de talla inferior a la permitida, en número, peso y porcentaje para el Atlántico este, oeste y Mediterráneo, respecto al período 1983-1995. Para el Atlántico oeste, no se da el límite de peso mínimo de 6,4 kg, ya que la limitación a 120 cm ó 115 cm es mucho más restrictiva.

Resulta obvio que la regulación de talla está en vigor para las pesquerías del Atlántico oeste, pero no para las del este o el Mediterráneo (el porcentaje de peces de talla inferior a la reglamentada varía entre el 15 y el 75% en el Atlántico este, y el 13 y el 60% por ciento en el Mediterráneo). En el Atlántico este, más del 50% por ciento de las capturas de atún rojo comunicadas, eran de peces de talla inferior a la permitida. La **Tabla 16** muestra el número y/o peso de los peces inmaduros en la captura, por país, para el período 1983-1995.

#### **13.4 Prohibición de pesca con palangre en el Mar Mediterráneo en los meses de junio y julio**

Esta regulación fue adoptada en 1994, y entró en vigor en 1995. Si bien el SCRS no puede vigilar el cumplimiento de esta norma por parte de los barcos pertenecientes a los países miembros de ICCAT, se constató que muchos palangreros con banderas de conveniencia, o sin identificación del país, pescaron en el Mediterráneo durante 1995 y 1996. Este hecho se comunicó en el las Terceras Jornadas del Grupo de Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo.

#### **13.5 Límite de captura para el Mediterráneo**

La Comisión recomendó en 1994 que las capturas de atún rojo en el Mediterráneo deberían reducirse en un 25%, partiendo del nivel de 1993 ó 1994, el que fuese más alto, a partir de 1995 y hasta 1998. Tal como se comunicó en el Informe de las Terceras Jornadas del Grupo del Trabajo Conjunto *Ad Hoc* CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo, se estimó que la captura en este mar en 1995 era ligeramente inferior o aproximadamente del mismo nivel que la de 1994. Sin embargo, la reducción recomendada en esta regulación no concreta el porcentaje que debe aplicarse cada año, por lo que el SCRS no puede evaluar si esta regulación está en vigor o no. Sin embargo, está claro que algunos países han aumentado en 1995 su captura con respecto a 1994 en lugar de disminuirla.

### **14. RECOMENDACIONES**

En la Sesión SCRS de Evaluación del Stock de Atún Rojo se hicieron las siguientes recomendaciones:

#### **a) Estadísticas**

- (i) El Comité está gravemente preocupado por la falta de estadísticas básicas de captura y esfuerzo para el Mar Mediterráneo. Además, el incremento en NEI en 1995 se debe principalmente al hecho de que algunas flotas desembarcan sus capturas en puertos extranjeros (incluyendo los puertos de países miembros de ICCAT). Este es el caso de las principales pesquerías de cerco y palangre. Debido, además, a que las capturas de atún rojo en el Atlántico este provienen predominantemente del Mediterráneo, es difícil llevar a cabo evaluación de stock para la unidad de gestión del Atlántico este, y dar un consejo claro a la Comisión. Los países implicados en la pesca de cerco y palangre en el Mediterráneo deben tomar acciones efectivas inmediatamente, que incluyan por lo menos la implementación de un sistema de cuadernos de pesca y muestreo de tallas adecuado.
- (ii) Los datos detallados de captura y esfuerzo de la pesquería de palangre de Japón en el Atlántico, 1960-1975, podrían aportar información adicional sobre las tendencias de abundancia relativa de atún rojo durante ese período. Se informó que estos datos detallados estaban accesibles, y el Grupo **recomendó** llevar a cabo análisis adicionales de los datos detallados, con inclusión de los datos de frecuencias de talla, e informar de los resultados en la próxima evaluación.

#### **b) Investigación**

- (i) El Grupo **recomendó** llevar a cabo investigación para seguir estandarizando y ampliando los índices de barrilete canadiense ("tended line") para Hell Hole (edades 8-11), Golfo de St. Lawrence (edad 13+) y las series de índices de palangre atlántico de Estados Unidos, para la próxima evaluación.
- (ii) Dado que la conversión de la captura por clases de talla en captura por clases de edad se hace todos

los meses, aplicando la curva de crecimiento de von Bertalanffy, el Grupo **recomendó** identificar las mejores ecuaciones para tener en cuenta en las futuras evaluaciones los ciclos de crecimiento estacional.

- (iii) Se **recomendó** investigar la razón o razones por las cuales el IPA y los enfoques tradicionales ADAPT pueden producir estimaciones muy diferentes de los ratios de F. Estas razones podrían posiblemente incluir efectos debidos a una determinación errónea de la edad.
- (iv) El Grupo **recomendó** fomentar un estudio de determinación directa de la edad de peces grandes, en especial 10+, ya que determinar la edad del atún rojo del sur, especie estrechamente relacionada, por medio de lectura de otolitos, parece prometedora.
- (v) Se observó que la variabilidad estimada de los valores del índice anual estandarizado, obtenidos con procedimientos GLM, podría estar influenciada por los elementos estándar usados en el análisis. Se **recomienda** llevar a cabo investigación adicional sobre este aspecto del análisis.
- (vi) Durante la reunión se examinaron los datos franceses de cerco. De estos datos se podría obtener información adicional sobre la abundancia de atún rojo de 4 años. Se **recomendó** que el examen de los esquemas de tasa de capturas en la serie de captura y esfuerzo del cerco de atún rojo de más edad (por ejemplo, 4 años), en el Golfo de Lyon, para aplicarlos en futuros análisis de evaluación.
- (vii) El documento SCRS/96/115 presentaba un análisis GLM de la información de la tasa de captura media diaria de atún rojo en almadraba española atlántica en el período 1982-1995. El análisis se basaba en tasas de captura (captura de atún rojo de 4 años o más por día de pesca), de 4 almadrabas, y tenía en cuenta los efectos de los meses, la almadraba individual y las interacciones mes\*almadraba en el análisis. El Grupo observó que se podía mejorar el análisis empleando datos ambientales y **recomendó** continuar investigando este tema con vistas a futuras evaluaciones.
- (viii) Se **recomendó** seguir evaluando los métodos de control de las repercusiones de las regulaciones, limitando tal vez el análisis a barcos que desembarquen al menos 2.400 lbs (1 t) por viaje, en relación con el índice estadounidense de palangre en el Golfo de México.
- (ix) Respecto a futuras evaluaciones, el Grupo **recomendó** implementar la aplicación coherente de los efectos de enfoques aleatorios en toda las series temporales utilizadas para establecer un índice de abundancia, o que se apliquen otros métodos adecuados para incorporar la variabilidad resultante de importantes interacciones anuales en la estandarización.
- (x) El Grupo **recomendó** desarrollar enfoques alternativos de evaluación tales como IPA y CATCH'EM, que permiten errores en la captura por clases de edad, para un empleo más amplio en reuniones futuras. El Grupo **recomendó** también ampliar el enfoque ASPM para permitir variabilidad en el reclutamiento y una mejor dinámica del modelo estructurado por edad, a corto plazo. El Grupo **recomendó** también aplicar el enfoque ASPM al Atlántico este, que no se llevó a cabo en esta reunión debido a falta de tiempo.
- (xi) El Grupo **recomendó** que se evaluaran con mayor rigor los procedimientos utilizados para especificar las previsiones con mayor rigor, especialmente en cuanto respecta a la elección de supuestos stock-reclutamiento, y a la vista de posibles diferencias este-oeste en los esquemas del stock-reclutamiento. Debería evaluarse la idoneidad de practicar reemplazos, a efectos de previsiones, las estimaciones de reclutamiento reciente en evaluaciones con ADAPT con la media del período precedente.
- (xii) El Grupo **recomendó** examinar la sensibilidad de las evaluaciones de mezcla este-oeste con memoria (modelo de solapamiento) y sin memoria (modelo de difusión) en el contexto de ADAPT e IPA o equivalentes. También deberían llevarse a cabo los restantes ensayos de sensibilidad especificados en el informe de la Sesión de Metodología para el Atún Rojo, abril de 1996, que no pudieron llevarse a cabo debido a la escasez de tiempo.
- (xiii) El Comité **recomendó** hacer todo el esfuerzo posible para recolectar información sobre tasas de

mezcla del atún rojo en todo el Atlántico, incluyendo el Mar Mediterráneo. Deberían incrementarse las actividades de marcado con marcas convencionales, así como con marcas archivo. Además, el Comité **recomendó** efectuar el mayor esfuerzo posible para aumentar la tasa de comunicación de recuperaciones por los pescadores.

- (xiv) También se **recomienda** alentar todos los estudios concernientes a estructura de stock y tasas de mezcla de atún rojo en el Atlántico (análisis de microelementos, estudios genéticos, presencia de parásitos, etc.).
- (xv) El Grupo **recomendó** desarrollar procedimientos más rigurosos y mejor evaluados para tratar las cuestiones de ordenación, tales como la solicitud de la Comisión en 1995 sobre planes de recuperación a largo plazo. Tales procedimientos deberían ayudar a reducir el número de elecciones *ad hoc* que actualmente se requiere para llevar a cabo evaluaciones y previsiones. La evaluación de estos procedimientos debería incluir ensayos de sensibilidad partiendo de los diversos supuestos, con intención de identificar los enfoques más sólidos.

#### c) *Otras recomendaciones*

- (i) El Comité **recomendó** que las evaluaciones futuras no necesitan efectuarse con una frecuencia mayor que cada dos años. Al observar la dificultad de llevar a cabo evaluaciones completas en una sola reunión, el Comité **recomendó** dar consideración a la celebración de reuniones separadas para dar término a los de datos de entrada para las evaluaciones, y a las evaluaciones en sí mismas y sus implicaciones de ordenación.

### **Recomendaciones en materia de ordenación**

#### *Atlántico Oeste*

La más reciente evaluación del atún rojo del oeste mostraba que la clase de edad 8 de 1995 y biomasa más vieja de la mitad del año estaba en torno al 13% de la biomasa 8+ estimada para 1975. En 1995, la Comisión solicitó el desarrollo de opciones de recuperación con el propósito de alcanzar un 50% de probabilidad de alcanzar niveles que soportarían el RMS en 10, 15 y 20 años. Las previsiones indican que la captura de 2.500 t es sostenible, y que el stock reproductor mostrará un incremento neto durante un período de 20 años en torno al doble del tamaño de 1995. Sin embargo, las previsiones indican que una captura anual de 3.000 t no es sostenible, y que hay una probabilidad del 10% de reducción radical en 2004 (asumiendo que se pueda ejercer una tasa de mortalidad lo suficientemente alta como para mantener una captura constante de 3.000 t según declina el stock). Con el fin de que el stock reproductor se recupere al nivel de la biomasa en RMS de 1975 dentro de unos 20 años, las previsiones indican que la captura debe reducirse a unas 500 t.

Al tomar decisiones basándose en estas previsiones, la Comisión debería ser consciente de que hay muchas fuentes de incertidumbre (que se discuten en el Informe Detallado). En particular, los supuestos que hay que plantear acerca de la relación entre stock y reclutamiento conducen a previsiones a largo plazo relativas al RMS, que son particularmente inciertas. En este caso, para aquellas previsiones que muestran un incremento de la biomasa hacia el nivel de RMS, la tasa de recuperación será probablemente más rápida de lo que se indica.

Partiendo de los análisis de previsiones, el Comité **recomendó** mantener aproximadamente el nivel actual de captura, si la Comisión está satisfecha con una probabilidad del 50% de tener una tendencia de crecimiento lento de 20 años en el tamaño del stock reproductor. Si la Comisión desea estar razonablemente segura (es decir, tener un 90% de probabilidad) de por lo menos mantener el *status quo*, la captura debería reducirse a aproximadamente 2.000 t. Pero si el objetivo consiste en avanzar más rápidamente, (es decir, dentro de los 20 años), a niveles que históricamente podían haber producido el RMS, las capturas actuales deberían reducirse de forma sustancial.

*Atlántico este*

El Comité expresó su grave preocupación acerca del estado de los recursos de atún rojo en el Atlántico este a la luz de los resultados de la evaluación y de las capturas históricamente más altas obtenidas en 1994 y 1995 (casi 40.000 t). No son sostenibles en el futuro niveles de captura de 30.000 t o más. Las previsiones indican que las capturas de 25.000 t o menos podrían traducirse en un crecimiento del stock. No obstante, la **BFT-Figura 10** indica que el rango de posibles resultados es bastante amplio. Si la Comisión desea reconstituir el stock reproductor al nivel de la biomasa de RMS dentro de unos 20 años, las previsiones indican que las capturas deben reducirse a unas 20.000 t. Si se desea acortar el período temporal, las capturas deben reducirse aún más (**BFT-Figura 10**). Conviene observar que incluso estos resultados podrían ser optimistas, dado que asumen que el futuro reclutamiento continuará al nivel medio que se observa desde 1981. Este nivel medio es superior al nivel medio del reclutamiento antes de 1981.

Dado el inesperado gran incremento en las capturas en 1994 y 1995, en combinación con los resultados de los análisis actuales, el Comité considera que es necesaria una reducción del 35 % de las capturas a partir de los niveles de 1994 y 1995 (es decir, a unas 25.000 t) para mantener el stock en el *status quo* o permitir incrementos lentos del tamaño del stock con un 50 % de probabilidad. Si los Delegados desean estar razonablemente seguros (es decir, tener un 90 % de probabilidad) de, por lo menos, mantener el *status quo*, la captura debería reducirse a unas 15.000 t.

El Comité está preocupado por la fuerte captura de individuos pequeños, y recomendó realizar todo el esfuerzo posible para que las actuales medidas de limitación de talla a 6,4 kg sean respetadas. El Comité reiteró la toma de medidas efectivas para evitar capturas de peces de edad 0 (< 1.8 kg) y no permitir ninguna tolerancia con respecto al porcentaje (en número) de peces de edad 0 en los desembarques.

Conviene observar que la grave condición de la pesquería del Atlántico este podría afectar de forma negativa la recuperación en el Atlántico oeste. Los modelos de mezcla indican que incluso una tasa pequeña de mezcla podría ser importante, si bien estos modelos no son aún lo suficientemente fiables como para cuantificar los efectos.

## 15. Adopción del Informe y clausura

Al final de la reunión de Génova, el Grupo de Trabajo sobre el Atún Rojo examinó el informe en su totalidad. No obstante, debido a la falta de tiempo para examinar detalladamente los resultados de los análisis, se decidió retrasar la adopción final hasta que los científicos hubieran tenido tiempo para examinar estos resultados.

**NOTA DE LA SECRETARIA:** Este informe fue posteriormente modificado y dado por concluido en la Reunión del Grupo sobre Especies del Atún Rojo, del SCRS de ICCAT en 1996, que se celebró en la sede de ICCAT en Madrid, España (26 y 27 de octubre de 1996).



**SESION DE EVALUACION DE STOCK DE ATUN ROJO  
DEL SCRS DE ICCAT**

**ORDEN DEL DÍA**

1. Apertura de la Reunión
2. Elección de Presidente y organización de la Reunión
3. Examen de programas disponibles
  - 3.1 Evaluaciones
  - 3.2 Estandarización de la CPUE
4. Informes de las reuniones sobre la Sesión de Metodología para el Atún Rojo, sobre prospección larvaria del BYP, y del Grupo de Trabajo Conjunto Ad Hoc CGPM/ICCAT
  - 4.1 Sesión de Metodología para el Atún Rojo
  - 4.2 Reunión sobre Prospección Larvaria del BYP
  - 4.3 Tercera Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto Ad Hoc CGPM/ICCAT sobre Stocks de Grandes Peces Pelágicos en el Mar Mediterráneo
5. Examen de los desarrollos recientes en las pesquerías de atún rojo
  - 5.1 Descripción general de las pesquerías del Atlántico
  - 5.2 Nuevos desarrollos en las pesquerías nacionales
6. Información sobre las pesquerías de almadraba solicitada por la Sesión de Metodología para el Atún Rojo
7. Estadísticas
  - 7.1 Captura
  - 7.2 CPUE nominal
  - 7.3 Talla
  - 7.4 Captura por clases de tallas
8. Estandarización de la CPUE
9. Parámetros biológicos
10. Conversión de captura por clases de talla en captura por clases de edad
11. Evaluaciones
  - 11.1 Examen de los documentos presentados sobre evaluación
  - 11.2 Parámetros biológicos de entrada
  - 11.3 Especificaciones técnicas - ADAPT
  - 11.5 Evaluaciones de ADAPT - resultados y discusiones
  - 11.6 Sensibilidad de la evaluación ADAPT y evaluaciones de precisión
  - 11.7 Especificaciones técnicas para ASPM
  - 11.8 Resultados del análisis ASPM
12. Previsión
  - 12.1 Especificación de los procedimientos de previsión
  - 12.2 Previsiones en relación con las directivas de la Comisión sobre el RMS
13. Situación de la puesta en vigor de las medidas de regulación ICCAT para el Atún Rojo
  - 13.1 Medidas de regulación que limitan la mortalidad por pesca - 1975
  - 13.2 Cuota para seguimiento científico
  - 13.3 Regulaciones sobre talla mínima
  - 13.4 Prohibición de pesca con palangre en el Mar Mediterráneo en los meses de junio y julio
  - 13.5 Límite de captura para el Mediterráneo
14. Recomendaciones
15. Adopción del Informe y clausura

SESION DE EVALUACION DE STOCK DE ATUN ROJO  
DEL SCRS DE ICCAT

LISTA DE PARTICIPANTES

*Países miembros*

**CANADÁ**

STONE, Heath  
Fisheries & Oceans Canada  
Biological Station  
St. Andrews, New Brunswick EOG 2X0  
Tel: 506-529 8854  
Fax: 506-529 5862

**ESPAÑA**

CORT, José Luis  
Instituto Español de Oceanografía  
Apartado 240  
39080 Santander  
Tel: 942-27 50 33  
Fax: 942-27 50 72  
E-mail: cendrero@ccaix3.unican.es

ORTIZ DE UBINA GUTIERREZ, José María  
Instituto Español de Oceanografía  
Apartado 285  
Fuengirola, Málaga  
Tel: (34 95) 247 6955  
Fax: (34 95) 246 3808

SERNA ERNST, José Miguel  
Instituto Español de Oceanografía  
Apartado 285  
Fuengirola, Málaga  
Tel: (34 95) 247 6955  
Fax: (34 95) 246 3808

**ESTADOS UNIDOS**

BUTTERWORTH, Douglas Stuart  
Dept. of Mathematics & Applied Mathematics  
University of Cape Town  
Rondebosch 7700, South Africa  
Tel: (27 21) 650 2343  
Fax: (27 21) 650 2334

COOKE, Justin  
Center for Ecosystem Management Studies  
Mooshof  
79297 Winden (Germany)

CRAMER, JEAN  
Southeast Fisheries Science Center (NMFS)  
75 Virginia Beach Drive  
Miami, Florida 33149  
Tel: 1-305-361 4493  
Fax: 1-305-361 4219  
E-mail: jean\_cramer@ccgate.ssp.nmfs.gov

GEROMONT, Helena  
Dept. of Mathematics & Applied Mathematics  
University of Cape Town  
Rondebosch 7700, South Africa  
Tel: (27 21) 650 2343  
Fax: (27 21) 650 2334

HESTER, Frank  
c/o LMR Fisheries Research, Inc.  
11855 Sorrento Valley Rd., Suite A  
San Diego, California 92121  
Tel: 1-619-792-6515  
Fax: 1-619-792-6519  
E-mail: fhester52@aol.com

LANKSTER, Kees  
183 III NL 1054 DT  
Amsterdam, The Netherlands  
Tel: (31 20) 612 2843  
Fax: (31 20) 689 5282  
Email: klankester@mcimail.com

PORCH, Clay  
Southeast Fisheries Science Center (NMFS)  
75 Virginia Beach Drive  
Miami, Florida 33149  
Tel: 1-305-361 4284  
Fax: 1-305-361 4219  
E-mail: clay\_porch@ccgate.ssp.nmfs.gov

POWERS, Joseph  
Southeast Fisheries Science Center (NMFS)  
75 Virginia Beach Drive  
Miami, Florida 33149  
Tel: 1-305-361 4284  
Fax: 1-305-361 4219  
E-mail: joseph\_powers@ccgat.ssp.nmfs.gov

RESTREPO, Victor  
 Rosenstiel School of Marine  
 and Atmospheric Studies  
 University of Miami  
 4600 Rickenbacker Causeway  
 Miami, Florida 33149  
 Tel: (305) 361 4022  
 Fax: (305) 361 4457  
 E-mail: vrestrepo@rsmas.miami.edu

SCOTT, Gerald P.  
 Southeast Fisheries Science Center  
 NMFS  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149  
 Tel: 1-305-361 4284  
 Fax: 1-305-361 4219  
 E-mail: gerry\_scott@ccgate.ssp.nmfs.gov

TERCEIRO, Mark  
 Woods Hole Oceanographic Institute  
 Woods Hole  
 Massachusetts 02543

TURNER, Steve  
 Southeast Fisheries Science Center  
 NMFS  
 75 Virginia Beach Drive  
 Miami, Florida 33149  
 Tel: 1-305-361 4482  
 Fax: 1-305-361 4562  
 E-mail: steve\_turner@ccgate.ssp.nmfs.gov

## FRANCIA

LABELLE, Marc  
 Laboratoire MAERMA - IFREMER  
 B. P. 1105  
 44311 Nantes Cedex 03  
 Tel: (33) 403 74009  
 Fax: (33) 403 74075  
 Email: mlabelle@ifremer.fr

LIORZOU, Bernard  
 Laboratoire de Sète - IFREMER  
 1 rue Jean Vilar  
 34200 Sète  
 Tel: (33) 674 67834  
 Fax: (33) 677 47090  
 Email: bliorzou@ifremer.fr

## JAPÓN

HIRAMATSU, Kazuhiko  
 National Research Institute  
 of Far Seas Fisheries  
 5-7-1 Chome Orido  
 Shimizu Shizuoka 424  
 Tel: 81-543-36 6044  
 Fax: 81-543-35 9642

MIYABE, Naozumi  
 National Research Institute  
 of Far Seas Fisheries  
 5-7-1 Chome Orido  
 Shimizu Shizuoka 424  
 Tel: 81-543-36 6044  
 Fax: 81-543-35 9642  
 E-mail: miyabe@enyo.affrc.go.jp

SUDA, Akira  
 Federation of Japan Tuna Fisheries  
 Cooperative Associations  
 2-3-22 Kudankita, Chiyoda-Ku  
 Tokyo 102

SUZUKI, Ziro  
 National Research Institute  
 of Far Seas Fisheries  
 5-7-1 Chome Orido  
 Shimizu Shizuoka 424  
 Tel: 81-543-34 0715  
 Fax: 81-543-35 9642  
 E-mail: suzuki@enyo.affrc.go.jp

TAKEUCHI, Yukio  
 National Research Institute  
 of Far Seas Fisheries  
 5-7-1 Chome Orido  
 Shimizu Shizuoka 424  
 Tel: 81-543-36 6044  
 Fax: 81-543-35 9642

## REINO UNIDO (BERMUDA)

BARNES, John A.  
 Department of Agriculture & Fisheries  
 P. O. Box HM 834  
 Hamilton  
 Tel: 809-236 4201  
 Fax: 809 236 7582

**Países no miembros**

**ITALIA**

DI NATALE, Antonio  
AQUASTUDIO  
Via Trapani, 6  
98121 Messina  
Tel: 399-346 408  
Fax: 399-364 560

PALANDRI, Giovanni  
Istituto di Zoologia  
Università di Genova  
Via Balbi, 5 - Genova  
Tel: 3910-209 9461  
Fax: 3910-209 9323

**MALTA**

MEILAK, Alex  
National Aquaculture Centre  
Ministry for Food, Agriculture & Fisheries  
Fort St. Lucian, Marsaxlokk BBG06  
Tel: 356-658 863  
Fax: 356-688 380

**Organismos Internacionales**

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA  
COMMISSION (IATTC)**

DERISO, Rick  
8604 La Jolla Shores Dr.  
La Jolla, California 92037  
Tel: 1-619-546 7020  
Fax: 1-619-546 7133

**Secretaría de ICCAT**

MIYAKE, Peter M.  
Assistant Executive Secretary

KEBE, Papa  
Systems Analyst

SEIDITA, Phil M.

**SESION DE EVALUACION DE STOCK DE ATUN ROJO  
DEL SCRS DE ICCAT**

**LISTA DE DOCUMENTOS**

- SCRS/96/27 Procedures applied to update bluefin tuna catch-at-size data for the 1996 SCRS Bluefin Tuna Stock Assessment Session - ICCAT Secretariat
- SCRS/96/28 **(Rev.)** (COM/96/31) Estimates of unreported Atlantic bluefin tuna catches - ICCAT Secretariat
- SCRS/96/62 **(Rev.)** An examination of alternative methods for projecting stock recovery from virtual population analyses (Draft) - Cooke, J.G.
- SCRS/96/63 **(Rev.)** A procedure for using catch-effort indices in bluefin tuna assessments - Cooke, J.G.
- SCRS/96/68 **(Rev.)** Development of Canadian CPUE indices for bluefin tuna based on commercial catch rates - Stone, H.H., J.M. Porter
- SCRS/96/69 **(Rev.)** Standardized catch rates for large bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. pelagic longline fishery in the Gulf of Mexico land off the Florida east coast - Cramer, J., G.P. Scott
- SCRS/96/111 Age structured production model specifications, September 1996 - Geromont, H.F.
- SCRS/96/112 (SYMP/96/52) Mercado de juveniles de atún rojo (*Thunnus thynnus*) en el Mediterráneo occidental durante el período 1990-95 : fiabilidad y utilidad de los resultados - de la Serna, J.M.
- SCRS/96/113 Proporción de sexos y sex-ratio por clase de talla del atún rojo (*Thunnus thynnus*) capturado por las almadrabas atlánticas españolas durante el período 1992-1995 - de la Serna, J.M., E. Alot, M.P. Rioja
- SCRS/96/114 Updated standardized CPUE of Atlantic bluefin caught by the Japanese longline fishery in the Atlantic - Miyabe, N.
- SCRS/96/115 Standardized bluefin tuna CPUE for Spanish trap - Ortiz de Urbina, J.M., J.M. de la Serna
- SCRS/96/116 Seasonal growth in young bluefin tuna of the Ligurian Sea - Orsi Relini, L., G. Palandri, F. Garibaldi, M. Relini, C. Cima, G. Torchia
- SCRS/96/117 Standardized catch rates for bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. pelagic longline fishery in northwestern Atlantic - Cramer, J., S.C. Turner
- SCRS/96/118 Updated index of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) spawning biomass from Gulf of Mexico ichthyoplankton surveys - Scott, G.P., S.C. Turner
- SCRS/96/119 Catch-at-age analyses of West Atlantic bluefin tuna incorporating data from 1960 to 1994 : preliminary results - Porch, C.E., S.C. Turner
- SCRS/96/120 Standardized catch rates of large bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the rod and reel/handline fishery off the northeast United States in 1983-1995 - Turner, S.C., C.A. Brown

- SCRS/96/121 Standardized catch rates of small bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, from the U.S. rod and reel fishery off Virginia-Rhode Island in 1980-1995 - Turner, S.C., C.A. Brown, H. Huang
- SCRS/96/123 A review of catches of larval bluefin tuna from the Atlantic and Gulf of Mexico - Hester, F.
- SCRS/96/126 Preliminary results on the physiological effects of catch and release on bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught off Cape Hatteras, North Carolina - Skomal, G.B., B.C. Chase
- SCRS/96/127 Extensions to the ADAPT VPA code, September 1996 - Geromont, H.F., D.S. Butterworth
- SCRS/96/128 Pattern analysis of dietary items from a tern colony in the Dry Tortugas - Browder, J.A., R.J. Miller, T.L. Jackson, J.L. Cramer, W.B. Robertson Jr., S. Kelley, W.J. Richards
- SCRS/96/129 Distribution, relative abundance, and behavior of giant bluefin tuna in New England waters : 1995 - Lutcavage, M., J. Goldstein, S. Kraus
- SCRS/96/130 An implementation of the age-structured production model with application to West Atlantic bluefin tuna fisheries - Restrepo, V.R.
- SCRS/96/131 Bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) purse seine fishing in the eastern Adriatic Sea - Ticina, V.
- SCRS/96/132 Résultat de la campagne de pêche du thon rouge de l'année 1995 : production et composition démographique - Srour, A., F. Wahbi
- SCRS/96/133 Collection of tuna data catches by trap-nets in Sardinia : historical (1825-1980) and recent catches (1992-1995) - Addis, P., A. Cau, M.A. Davini, E. Secci, G. Scibaldi
- SCRS/96/134 Analysis of the 1970-95 bluefin sale records from French seiner catches in the Mediterranean - Labelle, M., T. Hoch, B. Liorzou

***Documentos disponibles para consulta:***

- CCSBT/96/10 Preliminary estimates of the age structure of the SBT spawning stock - Gunn, J.S., T.L.O. Davis, J.H. Farley, N.P. Clear, K.A. Haskard
- CCSBT/96/11 Estimation of natural and fishing mortality for juvenile southern bluefin tuna based on multi-year tagging of cohorts - Polacheck, T., W. Hearn, C. Miller, W. Whitelaw, C. Stanley

### PUNTOS DISPERSOS

Se examinaron los resultados de los dos casos base ADAPT para el Atlántico este y oeste en relación con posibles puntos dispersos en los residuos entre los índices de abundancia observados y previstos. La información relevante se resume en las **Tablas 6 y 7**.

En el caso del Atlántico oeste, el total de residuos al cuadrado no era superior a lo que se esperaba y no había ningún residuo de escala única superior a 2.5 en valor absoluto. En el caso del Atlántico este, había cuatro residuos a escala superiores a 2.5 en valor absoluto. Todos ellos pertenecían a la series del cerco francés. No había residuos importantes en otras series.

El examen de la serie del cerco francés reveló que probablemente los residuos importantes no indicaban puntos individuales aberrantes, sino que reflejaban que la distribución de la serie en su conjunto se apartaba de la distribución logarítmica normal. Algunos puntos están cercanos a cero, lo cual sugiere que podría no resultar adecuado tratar este índice como si tuviese una distribución logarítmica normal para su uso en el ADAPT, pero hay poca base para excluir los puntos individuales como puntos dispersos.

	Nº de serie	Nº de puntos	Total de residuos escal. al cuadrado	Nº de residuos > 25
Caso 12 Oeste	7	96	90.25	ninguno
Caso 13 Oeste	7	96	76.21	ninguno
Caso 4 Este	5	87	89.4	4
Caso 5 Este	5	87	87.5	4
Caso 4 Este (excl. PS francés)	3	58	29.4	ninguno
Caso 5 Este (excl. PS francés)	3	58	21.8	ninguno

Table 1. Atlantic bluefin tuna landings (and discards) in metric tons, by region, country and gear, 1965-1995.

REV 6. Sept 16 - 12:00

AREA	COUNTRY	GEAR	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995		
<b>TOTAL LANDING</b>			31002	22706	25207	15738	17385	15924	17461	14634	14607	24516	26249	28168	25468	20409	18478	19904	19617	23820	24202	26716	26836	22314	20476	27065	24612	24817	26857	27243	29951	40621	41616		
<b>TOTAL DISCARDS</b>			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	514	192	215	262	133	199	44	31	76	141		
<b>EAST ATL + MEDITERR</b>			16831	14616	19267	12562	14373	10458	10870	10686	10736	19123	21217	22285	18774	14646	12223	14103	13846	22375	21660	24424	24151	20506	18077	24269	22007	22152	24064	25173	27673	38592	39331		
<b>EAST ATLANTIC</b>			10834	9290	10523	4629	5683	5764	4675	4732	4685	6067	9976	5212	6977	5800	4767	4064	3331	6669	8010	7392	4759	4491	4432	6950	5323	5935	6735	7373	9076	7216	9749		
113	AZORES	CAP-VERT	BBF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	EAST AT	CHINA-TAI	LLFB	0	0	0	138	114	46	12	2	1	12	5	3	2	0	3	5	6	16	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	11	8	
	NE ATL	DENMARK	UNCL	30	2	15	8	1	0	1	0	2	1	0	3	1	3	1	0	4	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CANARY	ESPANA	BB	197	222	247	271	296	650	800	930	906	546	978	832	1250	1548	758	397	524	43	305	2	133	78	25	92	265	121	59	29	31	56	4	
	NE ATL	ESPANA	BB	1002	1501	698	813	996	1635	1575	1362	1696	1089	1018	680	1025	1577	1085	1200	860	734	2264	2364	1850	1875	1512	2082	2111	1493	1141	1065	3803	1943	2874	
	NE ATL	ESPANA	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	
	NE ATL	ESPANA	HAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	450	998	38	70	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NE ATL	ESPANA	LLHB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	100	0	6	104	12	7	16	20	0	0	15	32	32	0	0	0	0	
	NE ATL	ESPANA	PS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NE ATL	ESPANA	SURF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2	117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NE ATL	ESPANA	TRAP	3200	1400	3000	1100	1900	1500	600	250	504	13	448	490	339	450	600	700	787	1916	1862	2271	1630	891	939	2389	1174	1911	1040	1271	1244	1136	941	
	NE ATL	ESPANA	TROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NE ATL	ESPANA	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NE ATL	FRANCE	BB	621	1624	860	390	534	732	680	740	540	522	692	267	592	723	275	260	153	150	400	566	380	272	533	479	306	367	448	372	164	66	181	
	NE ATL	FRANCE	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	
	NE ATL	FRANCE	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145	31	42	47	74	497	21	144	
	NE ATL	FRANCE	MWT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	NE ATL	FRANCE	TROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	22	101	70	441	436	224	400
	NE ATL	FRANCE	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	110	76	0	0	0	0	0	0	2	0	0	
	NE ATL	GERMANY	TRAW	0	0	0	0	0	14	1	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	0	0	0	0	0	25	0
	NE ATL	GERMANY	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NE ATL	GUINEA	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	EAST TR	GREECE	TROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189
	NE ATL	HONDURAS	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	EAST TR	JAPAN	BBF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EAST AT	JAPAN	LLFB	224	29	56	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	JAPAN	LLPB	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EAST AT	JAPAN	LLHB	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	JAPAN	LLHB	0	0	0	0	0	19	156	240	44	2195	2900	1973	1594	577	630	880	515	2573	2609	1514	420	739	900	1169	838	1464	2981	3350	2484	2075	3971		
EAST AT	JAPAN	LLMB	180	21	44	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	JAPAN	LLMB	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EAST AT	KOREA	LLPB	0	0	0	0	0	0	19	43	36	15	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	LIBYA	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	205	
NE ATL	MAROC	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	312	0	0	
NE ATL	MAROC	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	246	0	0	0	
NE ATL	MAROC	PS	906	1778	2048	453	678	406	30	531	512	590	2624	331	662	36	206	155	105	600	187	127	86	122	0	0	0	8	2	16	0	0	0		
NE ATL	MAROC	SURF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	66	0	0	0		
																					84	44	0	0	255	202	147	59	30	0	22	163	377		



Table 1. Atlantic bluefin tuna landings (and discards) in metric tons, by region, country and gear, 1965-1995.

REV 6. Sept 16 - 12:00

AREA	COUNTRY	GEAR	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
NE ATL	MAROC	TRAP	1882	1601	1331	635	59	286	63	122	1	7	0	0	222	0	0	6	72	393	94	0	0	166	101	235	304	228	759	84	254	339	264	
NE ATL	MAROC	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NE ATL	NEI-1	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NE ATL	NEI-2I	TRAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	911	159		
EAST TR	NORWAY	LLHB	30	31	41	57	85	207	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EAST TR	NORWAY	PS	0	0	0	0	0	0	0	336	355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	NORWAY	PS	2472	959	1974	696	757	263	568	94	65	865	988	529	764	221	60	282	161	50	1	243	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EAST AT	PANAMA	LLFB	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	69	208	156	14	117	48	12	0	17	22	11	4	0	0	0	0	0	0	0	19	
EAST TR	POLAND	UNCL	0	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
AZORES	PORTUGAL	BB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191	303	7	4	13	8	17	16	30	6	14	3	28	58	0	0	0	0	0	0	0	0	
MADEIR	PORTUGAL	BB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	10	43	2	0	0	0	47	1	0	0	29	1	12	0	0	2	220	12		
MADEIR	PORTUGAL	HAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	7	1	1	0	0	1	1	3	1	2	1	0	0	0	0		
MADEIR	PORTUGAL	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	4	0	0	0		
NE ATL	PORTUGAL	LLHB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	4	8	0	
AZORES	PORTUGAL	PS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	3	0	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
EAST TR	PORTUGAL	PSM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	PORTUGAL	SURF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	PORTUGAL	TRAP	90	122	209	55	261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	47	16	25	41	102	18	0	14	18	34	19	12	0
NE ATL	SWEDEN	UNCL	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	2	8	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	U.S.A	PSG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NE ATL	UNITED KIN	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
WEST ATLANTIC			14171	8090	5940	3176	3012	5466	6591	3948	3871	5393	5032	5883	6694	5763	6255	5801	5771	1445	2542	2292	2685	1808	2399	2796	2605	2665	2793	2070	2278	2029	2285	
SW ATL	ARGENTIN	LL	100	100	60	21	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SW ATL	ARGENTIN	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SW ATL	BRASIL-JPN	LLFB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	10	2	3	1	1	0	1	0	2	0	2	1	0	0	0	0	0	
NW ATL	CANADA	HARP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	34	43	0	
NW ATL	CANADA	LLHB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	CANADA	PS	461	0	0	0	0	1161	935	260	635	103	291	332	298	241	0	0	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	CANADA	RR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	CANADA	RRFB	94	111	56	180	170	151	88	188	239	409	206	342	302	208	214	259	279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	CANADA	TL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213	355	260	121	39	32	268	565	404	447	403	284	203	262
NW ATL	CANADA	TRAP	0	0	0	0	0	130	59	29	144	256	144	172	372	221	31	47	41	68	7	3	20	0	17	14	1	2	0	1	29	79	72	
NW ATL	CANADA	UNCL	81	87	174	101	193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	CANADA-JP	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WEST AT	CHINA.TAI	LLFB	0	0	0	12	7	2	13	7	2	20	1	0	1	1	49	15	7	11	2	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	CUBA	LL	139	465	2352	1351	468	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	JAPAN	LLFB	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WEST AT	JAPAN	LLPB	5072	1421	387	121	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	JAPAN	LLHB	0	0	0	0	60	1368	321	1097	905	1508	2902	3658	3144	3621	3936	3771	292	711	696	1092	584	960	1109	468	550	688	512	581	427	387	0	
WEST AT	JAPAN	LLHB	0	0	0	5	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
NW ATL	JAPAN	LLMB	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WEST AT	JAPAN	LLMB	4075	1050	307	146	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WEST AT	KOREA	LLFB	0	0	0	0	0	0	0	11	23	20	8	7	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



Table 1. Atlantic bluefin tuna landings (and discards) in metric tons, by region, country and gear, 1965-1995.

REV 6. Sept 16 - 12:00

AREA	COUNTRY	GEAR	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995		
MEDITE	CYPRUS	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0			
MEDITE	ESPANA	BB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	53	0	1699	278	0	0	0	0	25	148	158	48	0	206		
MEDITE	ESPANA	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
MEDITE	ESPANA	HAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	145	267	29	177	553	137	296	10	4	200	93	726		
MEDITE	ESPANA	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	143	349			
MEDITE	ESPANA	LLHB	400	500	300	600	400	69	129	124	274	192	103	250	68	92	100	100	200	538	233	69	129	117	116	135	98	59	51	28	40	35	19		
MEDITE	ESPANA	PS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	277	0	79	45	110	170	160	300	635	807	1366	1431	1725	2896		
MEDITE	ESPANA	SPOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	88	72	15	33	1	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MEDITE	ESPANA	SURF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MEDITE	ESPANA	TRAP	1235	151	104	4	217	280	53	88	146	11	3	3	2	1	0	0	3	66	37	621	302	168	219	228	231	470	24	16	6	0	1		
MEDITE	ESPANA	TROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15		
MEDITE	ESPANA	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101	22	57	92	127	162	90	226	343	147	366	188		
MEDITE	FRANCE	GILL	390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60		
MEDITE	FRANCE	PSM	0	1000	1500	2500	1500	1100	2200	1100	1400	1800	1600	3800	3182	1566	1527	1701	2300	4818	3600	3570	5400	3460	4300	5750	4404	4663	4570	5970	4730	11803	6247		
MEDITE	FRANCE	SPOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	30	30	30	30	30	30	30	30	50	50	30	30	40	50		
MEDITE	FRANCE	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	51	0	30	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MEDITE	GREECE	HAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	131	99	102	131	155	123	92	92	362	612		
MEDITE	GREECE	UNCL	700	500	600	500	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MEDITE	GUINEA-EC	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MEDITE	GUINEE RE	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111		
MED-AD	ITALY	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	282	240			
MED-LIG	ITALY	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MED-NI	ITALY	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0		
MED-TY	ITALY	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	15	2		
MED-AD	ITALY	HAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	45	45	45	52	194	156	190	57	97	0		
MED-TY	ITALY	HAND	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	88	120	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MED-TY	ITALY	HARP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	34	22	0	0	56	24	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	0		
MED-AD	ITALY	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
MED-NI	ITALY	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	11	10	0
MED-SA	ITALY	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	5
MED-STR	ITALY	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0
MED-LIG	ITALY	LLHB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	711	1781
MED-TY	ITALY	LLHB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	12	0
MED-AD	ITALY	PSFB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	41	62	1	65	63	63	59	80	51	33	0	0	0	
MED-TY	ITALY	PSFB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	599	0	0
MED-S.IO	ITALY	PSFB	0	0	0	0	0	1203	840	1020	1225	3120	4170	4120	4179	2100	2855	3361	1712	2182	2560	2476	1453	1082	557	334	450	520	660	1500	987	1612	1315	442	0
MEDITE	ITALY	PSFB	155	410	792	366	729	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MED-AD	ITALY	PSFS	0	0	0	0	0	0	496	95	117	0	0	597	47	125	400	1000	1000	1000	1000	1913	740	1500	1500	1500	1500	2000	2000	1800	2290	2460	1440	0	0
MED-LIG	ITALY	PSFS	0	0	0	0	0	0	0	1668	1358	2880	2100	4890	1205	2438	450	1759	2992	3260	1992	993	2329	2207	522	395	395	11	0	210	6	310	0	0	
MEDITE	ITALY	PSFS	146	220	296	325	1099	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
MED-AD	ITALY	RR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MED-LIG	ITALY	SPOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0
MED-TY	ITALY	SPOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	50	50	53	51	51	0	0	0	0	6	0	0	0
MED-SA	ITALY	TRAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175	79	73	50	0	0	0	
MED-TY	ITALY	TRAP	1264	945	1949	1739	1324	961	1044	835	367	739	713	650	698	210	195	152	209	155	284	327	295	293	310	301	301	290	263	368	115	110	154	0	
MED-LIG	ITALY	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 1. Atlantic bluefin tuna landings (and discards) in metric tons, by region, country and gear, 1965-1995.

REV 6. Sept 16 - 12:00

AREA	COUNTRY	GEAR	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
MED-STR	ITALY	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	294	287	144	193		
MED-TY	ITALY	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	37	0	1250	2100	2338	1495	1452	1452	0	0	0	0	0		
MEDITE	JAPAN	LLHB	0	0	0	0	0	0	0	112	246	2195	1260	968	520	61	99	119	100	961	677	1036	1006	341	280	258	127	172	85	123	793	536	813	
MEDITE	KOREA	LLPB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	684	458		
MEDITE	LIBYA	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123	139	0	0	732	732	
MEDITE	LIBYA	PS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109	122	273	546	450	450	
MEDITE	LIBYA	TRAP	600	700	800	1000	2000	0	208	449	475	1469	780	799	336	677	424	339	255	130	270	274	0	0	0	0	0	26	29	65	0	150	150	
MEDITE	LIBYA	UNCL	0	0	0	0	0	500	392	0	0	0	0	0	0	0	0	59	16	180	0	0	300	300	300	300	84	0	0	0	0	0	0	
MEDITE	MALTA	HAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	139	
MEDITE	MALTA	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	94	151	344	154	
MEDITE	MALTA	UNCL	100	100	100	100	0	0	0	0	21	37	25	47	26	23	24	32	40	31	21	21	41	36	26	34	66	0	0	0	0	0	0	
MEDITE	MAROC	GILL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	
MEDITE	MAROC	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
MEDITE	MAROC	PS	0	0	0	0	0	0	42	1	0	2	40	1	7	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
MEDITE	MAROC	SURF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	12	18	6	44	9	7	7	0	0	6	21	
MEDITE	MAROC	TRAP	172	11	27	5	0	0	37	36	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	110	96	286	580	22	82	4	332	1
MEDITE	NEI-1	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	19	0	168	255	700	757	415	1750	1349	1624	0	0	
MEDITE	NEI-2	PS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	49	49	0	0	0	
MEDITE	NEI-8	PS																																2836
MEDITE	NEI-21	LL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	892	1183
MEDITE	NEI-11	RR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	220
MEDITE	PANAMA	LLFB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	513	1129	1274
MEDITE	PORTUGAL	LLHB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	278	320	183	428	446
MEDITE	TUNISIE	HAND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	27	1	2	13	60	79	22	34	62	74	43	50	45	45	95	95	
MEDITE	TUNISIE	PS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDITE	TUNISIE	TRAP	601	293	307	184	77	153	206	57	52	136	83	66	120	120	131	54	120	188	170	145	163	184	274	409	493	249	243	175	81	381	101	
MEDITE	TUNISIE	TROL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
MEDITE	TUNISIE	UNCL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
MEDITE	TURKEY	PS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2230	1524	910	1550	2809	2137	2436	679	1155	998	998
MEDITE	TURKEY	TRAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MEDITE	TURKEY	UNCL	100	100	1488	310	393	138	22	68	66	34	17	181	177	127	27	391	565	0	0	825	557	869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MEDITE	YUGOSLAVI	PS	134	246	331	150	301	90	326	200	224	317	155	562	932	1049	756	573	376	486	1222	755	1084	796	648	1523	560	940	0	0	0	0	0	

**Table 2 CPUE time series in existence for bluefin tuna in the Atlantic and Mediterranean Sea**  
**Information on data details, the availability of raw and analyzed data to the meeting. REVISED from GFCM table.**

Country	Area	Gear	Years	catch	effort	time stratum	size info	age range	data availability (to this meetin			comments and recommendations	
									raw	summe	standardized		
Spain	w med	LL	85-95	n kg	hooks	m	no	3-7	no	y	no	ICCAT task2	
	w med	Hand	85-95	n kg	success. d at sea	m	y	3-7	no	y	no	ICCAT task2	
	w med	PS	91-95	n kg	d at sea	m	y	2-7	no	y	no	ICCAT task2	
	b. biscay	BB	92-95	n kg	d at sea	m	y		no	y	no	ICCAT task2	
	s. spain	Trap	50-84	n kg	n traps	yr	y m	4+	n	y	n	ICCAT task2	
		Trap	85-94		n kg	trap-days	m						
		Trap	82-95	n kg	d between trap hauls	d (haul)	y	4+	y	y	y	SCRS/96/115	
France	w med	PS	70-95	n	d success. fish	d (trip)	y	3	y	y	y	SCRS/96/134	
Italy	Sardinia	Trap	93-95	n	trap-month	m	100%	5+	y	y	no	SCRS/96/133. future calculation of catch rate by age	
	Sardinia	Trap	1825-1995	n	n traps	yr	no	5+	no?	y	no	SCRS/96/133	
	Tyr. Sea	PS	72-84	kg	d fished	yr	y		no?	y	no	ICCAT task2	
	Sicily Tyr. Sea	LL	84-86	n kg	hooks n boats	d (trips)	y		maybe subset		no	swordfish target	
				90-92									
				94-95									
	Sicily Tyr. Sea	Gill	84-86	n kg	km n boats	d (trips)	y		maybe subset		no	albacore target	
				90-92	n kg	km n boats							
				94-95	n kg	km n boats							
	Sicily	LL	95	n kg	hooks n boats	trips	y		y	no	no	bluefin target	
Ligurian	PS	92-94			d at sea				?		no	few boats, periodic activity	
Ionian S. Adriatic	LL	90-92? 94-94?	n kg	hooks ?			y ?		no	no ?	no	should be lots of data	
Adriatic	PS	90-92? 94-94?	?	?			?		no	no ?	no	should be lots of data	
	RR	84-86? 90-92?	?	?			?		no	no ?	no	should be lots of data	
Yugoslavia	adriatic	PS	50-77	mt	n boats	yr	no		no	yes	no	ICCAT Task2	
Croatia	adriatic	PS	91-95	mt	d at sea	yr	no		no	yes	no	SCRS/96/131. In the future present information by trip o	
Greece	Aegian	uncl	86-87	n kg	d fished	m	y?		no	y	no	ICCAT Task2	
Tunisia	s. med	Trap	55-79	n kg	trap d	m	?		yes		no	ICCAT task2	
Morocco	atl	Trap	56-77										
	atl	Trap	93-95		no. traps	yr			no	y		SCRS/96/132 collect data by finer time strata	
Japan	w. med	LL	75-95	n	hooks	set	y		y		y	SCRS/96/114	

Table 2 CPUE time series in existence for bluefin tuna in the Atlantic and Mediterranean Sea  
 Information on data details, the availability of raw and analyzed data to the meeting. REVISED from GFCM table.

Country	Area	Gear	Years	catch	effort	time stratum	size info	age range	data availability (to this meetin)			comments and recommendations
									raw	summe	standardized	
CANADA	w atl	PS	72-78	kg	d.at.sea	m	1x1		no	yes	no	GOVT
CANADA	w atl	TRAP	75-94	kg	trap days	m	1x1		no	yes	no	GOVT
CANADA	w atl	RR	75-81	no	d.at.sea	m	1x1		no	yes	no	SCRS/79/113
FRANCE	b. biscay	BB	52-78	kg	d.at.sea	y	1x1	3-4	no	yes	no	SCRS/77/74
FRANCE	b. biscay	BB	72-78	kg	pole-days	y	1x1	3-4	no	yes	no	WGBF/79/9
JAPAN	atl	LL	56-93	no	hooks	m	5x5	5+	no	yes	yes	FSFRL
PORTUGA	azores	BB	74-94	kg	days or trips	m	1x1	3+	no	yes	no	UNIV.ACORES
PORTUGA	madeira	HAND	83-87	kg	no trips	m	5x5	3+	no	yes	no	MADEIRA-GOVT
ESPA A	b. biscay	BB	57-84	kg	d.at.sea	y	1x1	3-4	no	yes	no	SCRS/77/74
ESPA A	b. biscay	BB	75-84	kg	d.at.sea	m	1x1	3-4	no	yes	no	IEO
ESPA A	b. biscay	BB	88-94	kg	d.at.sea	m	1x1	3-4	no	yes	no	IEO-SANTANDE
USA	w. atl	LL	86-94	no	hooks	m	10x20		no	yes		NMFS-MIAMI
USA	w. atl	PS	62-76	kg	d.fish	m	1x1		no	yes		NMFS
USA	w. atl	RR	34-78	no	fish hrs	m	ICCAT A		no	yes		NMFS-MIAMI
USA	w. atl	RR	72-94	no	fish hrs	m	5x5		no	yes		NMFS-MIAMI
USA	w. atl	GILL	90-94	no	no. set	m	1x1		no	yes		NMFS-MIAMI
USA	w. atl	MWTD	92,94	no	no. set	m	1x1		no	yes		NMFS-MIAMI

Table 3a. Catch rate indices used in calibration of stock assessments. Each series has been normalized to its own mean.

Series	J L L E + Med	ESP BB	FRA PS No	NoPlane	FRA PS Plane	ESP Trap Std				
Age range	8+	2	3		3	4+				
Indexing	Numbers	Numbers	Numbers		Numbers	Numbers				
Selectivity	Partial catches	Uniform	Uniform		Uniform	Partial catches				
Time of year	Mid	Mid	MId		MId	Mid				
Year	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv
70			0.670	0.604	0.004	1.561				
71			0.511	0.604	0.030	2.741				
72			0.496	0.604	0.436	5.112				
73			0.951	0.604	0.012	13.425				
74			0.720	0.604	0.269	5.663				
75	1.317	1.672	1.509	0.604	0.027	0.968				
76	1.122	1.598	0.995	0.604	3.245	0.493				
77	2.112	1.382	1.088	0.604	1.601	0.404				
78	0.945	0.358	0.613	0.604	2.459	0.873				
79	0.949	1.175	0.193	0.604	2.708	0.447				
80	1.499	0.649	0.420	0.604	0.179	2.552				
81	1.054	0.334	0.628	0.604	1.030	0.250				
82	1.538	0.989	0.585	0.604			0.441	0.361	1.670	0.361
83	1.001	0.373	0.821	0.604			1.774	1.118	1.165	0.473
84	0.758	0.330	2.599	0.604			0.858	1.020	1.906	0.401
85	1.056	0.244	1.261	0.604			2.849	0.250	1.004	0.363
86	0.782	0.255	0.900	0.604			1.442	0.585	0.686	0.367
87	1.188	0.552	1.597	0.604			0.488	0.680	0.726	0.365
88	0.932	0.343	1.110	0.604			0.270	0.585	1.222	0.352
89	0.576	0.218	1.173	0.604			0.213	0.632	1.167	0.366
90	0.899	0.361	0.626	0.604			0.293	0.403	1.139	0.351
91	0.799	0.382	1.185	0.604			0.754	0.250	0.759	0.359
92	0.613	0.365	1.201	0.604			1.193	0.320	0.778	0.359
93	0.608	0.261	2.646	0.604			0.046	0.635	0.721	0.366
94	0.535	1.034	0.594	0.604			2.979	0.250	0.375	0.370
95	0.720	0.173	0.910	0.604			0.399	0.403	0.681	0.210

Note: cv is coefficient of variation, including added variance described in text, used in the variance weighting procedures applied.

Table 3b. Catch rate indices used in calibration of stock assessments. Each series has been normalized to its own mean.

Series	Larval	J.L.L.GOM	Can TL-GSL	US RR Large	US L.L.GOM	J.L.L.NW Atl.	US RR Small	J.L.L. Large	J.L.L.TROP	CAN TL-III*	US L.L. ATL.*												
Age range	8+	10+	10+	8+	8+	1 - 9	1 - 5	4 - 10+	10+	8+	5 - 7												
Indexing	Biomass	Numbers	Numbers	Numbers	Numbers	Numbers	Numbers	Numbers	Numbers	Numbers	Numbers												
Selectivity	Uniform	Uniform	Pre-specified**	Partial catches	Partial catches	Partial catches	Partial catches	Partial catches	Uniform	Uniform.	Uniform												
Time of year	Mid	Begin	Mid	Mid	Begin	Begin	Mid	Begin	Begin	Mid	Mid												
Year	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	Index	cv	
62									2.632	0.358	5.697	0.330											
63									4.226	0.293	2.355	0.330											
64									3.924	0.273	0.413	0.330											
65									2.391	0.293	0.270	0.330											
66									2.934	0.320	0.061	0.330											
67									1.594	0.359	0.115	0.330											
68									1.316	0.397	0.043	0.330											
69									0.121	0.332	0.021	0.330											
70									0.157	0.330	0.024	0.330											
71									0.205	0.335													
72									0.193	0.563													
73									0.048	1.355													
74			1.287	1.919					0.060	1.619													
75			0.985	1.914					0.072	1.218													
76			0.905	1.909					0.012	1.304			0.654	0.273									
77	1.978	0.433	0.744	1.909					1.599	0.272			0.956	0.272									
78	4.732	0.272	1.143	1.914					0.012	9.083			0.691	0.271									
79			1.215	1.913					0.036	1.525			0.955	0.271	1.958	0.324							
80			1.145	1.916					0.004	3.538			1.421	0.270	0.354	0.507							
81	1.038	0.432	0.577	1.913	2.824	0.211			0.012	15.273			0.954	0.271	2.357	0.290							
82	1.230	0.311			2.537	0.220							0.545	0.271	0.902	0.299							
83	1.003	0.308			1.878	0.213	2.889	0.246					0.940	0.271									
84	0.531	0.802			1.289	0.227	1.245	0.262					1.021	0.271	0.761	0.355							
85					0.617	0.201	0.846	0.292					0.586	0.274	0.939	0.316							
86	0.212	0.606			0.740	0.327	0.542	0.659					1.021	0.271	0.761	0.355							
87	0.362	0.507			0.480	0.447	0.577	0.361	1.698	0.228			0.887	0.270	1.256	0.312							
88	1.581	0.326			0.754	0.324	0.972	0.307	0.849	0.275	0.902	0.270	0.902	0.270	0.930	0.316					0.717	0.972	
89	0.648	0.474			0.548	0.425	0.821	0.314	1.427	0.230	0.802	0.270	0.849	0.271	1.281	0.306			1.059	0.243	1.030	1.609	
90	0.385	0.200			0.356	0.305	0.649	0.307	1.620	0.227	0.849	0.271	0.849	0.271	0.703	0.319			1.478	0.219	0.523	0.719	
91	0.297	0.594			0.644	0.432	0.914	0.288	1.909	0.220	0.898	0.271	1.330	0.315					1.689	0.230	1.150	1.654	
92	0.499	0.382			0.850	0.327	0.977	0.286	0.485	0.306	1.758	0.271	1.330	0.315					1.011	0.221	1.324	1.808	
93	0.542	0.615			0.686	0.283	0.634	0.397	0.538	0.319	1.091	0.271	0.615	0.384					0.728	0.222	0.786	1.322	
94	0.585	0.405			0.302	0.376	0.783	0.420	0.230	0.538	1.301	0.271	0.285	0.625					0.800	0.228	1.476	2.162	
95	0.378	1.847			0.494	0.320	1.151	0.317	0.245	0.600	1.167	0.264	0.604	0.351					0.753	0.996	0.999	1.581	
																				0.683	0.225	0.996	2.341

121

\* Not used for base case assessments.

\*\* For 1981 to 1995, these values are (0.645, 0.445, 0.325, 0.407, 0.396, 0.337, 0.219, 0.325, 0.372, 0.240, 0.296)

\*\*\* For 1988 to 1995 these values are (0.527, 0.527, 0.390, 0.480, 0.543, 0.520, 0.648, 0.583)

Note 1: cv is coefficient of variation, including added variance described in text, used in the variance weighting procedures applied.

Note 2: Only ASPM utilized J.L.L. Large and J.L.L. Tropical series.



Table 4. Summary of the knowledge on the biology of bluefin tuna.

World-wide		
World-wide distribution	Oceanic pelagic fish present in the Atlantic and the Pacific Oceans	
Atlantic Ocean		
Bathymetric distribution	From the surface in most or less important schools, to depths from 200 to 500 m in warm waters	
Sea surface temperature tolerances	From 10°C to 29°C (in the Mediterranean and in the West Indies)	
Optimum physiological water temperature	24°C at birth, temperature range increases with age (possibility of frequenting colder waters)	
Physiology	Poor thermic regulation, but improves with age => obligation to dive into colder waters to decrease internal temperature, for example, after intense activity	
Salinity tolerance	From 18 to 38 per mil	
	East Atlantic & Mediterranean Sea	West Atlantic
Habits		
Geographic distribution	From the Gulf of Guinea to Norway and in the Mediterranean Sea	From Labrador to Brazil
Juvenile migrations	Age 0 juveniles from June-July spawning in the western Mediterranean go progressively southward. In the Tyrrhenian and Ionian Seas bluefin tuna remain close to the coast. Age 2 to 4 juveniles expand their distribution to the entire basin, but disappear from the northern part in winter. Bluefin tuna also go to the Atlantic from the month of April, notably towards the Bay of Biscay and have an inverse movement in the autumn towards warmer waters.	Juveniles migrate northward along the American coasts of the Atlantic Ocean in summer and follow an inverse route in winter. Fish migrate more northward as they grow older. The migration of older juveniles is less known, but these fish seem to have a larger offshore distribution.
Adult migrations	It is admitted that a part of the adult bluefin tuna population remains in the Mediterranean Sea in winter. The remainder of the population migrates after reproduction through the Strait of Gibraltar towards the central part of the Atlantic or near the island coasts, and in the past, along the Norwegian coast in winter. There is an opposite movement in the spring to the spawning areas in the Mediterranean.	After the spawning period, adult bluefin tuna migrate in summer offshore and in the north Atlantic, towards feeding grounds (New England, Canada, central Atlantic). A proportion of these fish may continue their migration towards the northeast (in the past Norway, presently Iceland).
Transatlantic migration	East --> West Tagging results indicate there is some movement of bluefin tuna from the Mediterranean to the east Atlantic, and from the east Atlantic to the west. The exact rates of movement are not well known, but are expected to be low. However, even low rates could be important to assessments.	West --> East Similar to east to west movements; tagging studies indicate there has been some movement of bluefin tuna from the west to the east. The exact rates of movement are not well known, but are expected to be low. However, even low rates could be important to assessments.

<b>Reproduction:</b>		
First sexual maturity	50% at 4 years; 100% at 5 years (assumed for stock assessments)	100% at 8 years (assumed for stock assessments)
Fecundity	A 10-year female (150 kg) can carry more than 9 million eggs. $F=0173 * FL^{3.49}$	128.5 eggs per gram of female weight/year
Major spawning area	Balearic Islands, Tyrrhenian Sea (Ionian Sea) and south Mediterranean sea. Some larvae are found in the Gulf of Guinea.	Gulf of Mexico
Spawning season	From May to mid-July, fractional spawning	From mid-April to mid-June, fractional spawning
First stages	Egg diameter from 0.9 to 1.1 mm, hatching after a two-day incubation period, larvae measuring 3-4 mm at first stage, 12 mm at the juvenile stage. Larval survival is estimated at between 1 and 100/1000.	1 mm eggs
Sex ratio by size	+ 50% for females up to 230-240 cm, then decreasing to 0% at about 285-290 cm.	Males above 250 cm are more common than females.
<b>Growth:</b>		
Equation	$L_{INF} = 318.85$ (cm) $t_0 = -0.97$ (yr) $k = 0.093$ (annual)	$L_{INF} = 382.0$ (cm) $t_0 = -0.707$ (yr) $k = 0.079$ (annual)
Seasonal variations	Slow growth from December to May; very strong growth rate in summer and in autumn.	No information.
Differential growth by sex	Minor difference up to 10 years	No information.
Maximum known weight	900 kg	900 kg
Length/weight relation	East Atlantic: $W=2.95 * 10^{-5} * FL^{2.898958}$ Mediterranean: $W=1.9607 * 10^{-5} * FL^{3.0092}$ (general) ; $W=0.57 * 10^{-5} * FL^{3.209431}$ (juveniles)	$W=2.861 * 10^{-5} * FL^{2.929}$ Monthly length/weight relation
<b>Natural mortality:</b>		
	Not known, but assumed to be constant for all age ranges; 0.18 in the past; 0.14 at present	Not known, but assumed to be constant for all age ranges: 0.10 in the past; 0.14 at present
<b>Feeding:</b>		
Juveniles	Crustaceans, fish, and cephalopods	Crustaceans, fish, and cephalopods
Adults	Mainly fish; bluefin tuna do not feed during the spawning period.	Mainly fish; bluefin tuna do not feed during the spawning period.
<b>Genetics:</b>		
Stock differentiation	No significant difference between the interior of the Mediterranean and between the Mediterranean and the eastern Atlantic (Bay of Biscay)	No significant differences between the east Atlantic and Mediterranean and the west Atlantic.

**Table 5. Catch at age calculated for Atlantic and Mediterranean Sea.**

**WEST ATLANTIC  
NUMBER OF FISH CAUGHT**

AGE	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1	64886	62998	45402	5105	55958	43556	5412	1274	5133	2745	3160	6087	3528
2	105064	153364	98578	74311	20056	148027	19781	22419	10863	10552	16183	9616	3729
3	127518	38360	33762	30482	21094	8328	72393	9717	20015	16288	11068	16541	1654
4	21455	46074	3730	7161	6506	11963	2910	32139	6315	14916	8881	5244	498
5	3677	672	3857	2132	3170	821	2899	4946	10530	3448	2866	6023	342
6	914	1673	118	1451	683	547	344	3633	4061	3494	2982	3721	751
7	176	2109	569	953	916	317	206	957	655	2612	5533	2884	477
8	172	1350	576	1544	913	671	1168	513	472	599	3454	3211	519
9	535	1133	261	555	1081	1651	558	1109	341	557	1061	2764	896
10+	3726	5957	5519	4444	12508	9472	14033	13532	11982	12283	12213	10621	3077
TOTAL	328125	313689	192371	128138	122885	225354	119703	90240	70366	67495	67400	66710	15472

AGE	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1	4173	868	568	563	1513	4850	787	2368	3327	420	329	1990	1036
2	2438	7504	5523	5939	13340	9149	12877	4238	14533	5985	1130	697	1229
3	3268	1848	12310	7135	9137	11745	1679	17958	10761	1997	5215	1538	3549
4	894	2072	2814	3442	5491	3933	3815	1947	2924	711	3689	2283	3476
5	866	2077	4329	1128	4385	4144	1713	2747	1650	1425	2089	2735	4399
6	911	1671	4019	1726	2318	4220	2082	1825	2166	737	1883	1687	2572
7	1402	594	1024	931	1566	2258	2677	1629	2347	1916	1598	2107	904
8	1353	759	612	520	1251	1631	1864	2388	1946	1870	2456	2408	1810
9	1039	1091	696	345	1014	1600	1461	1522	1915	1323	1479	1477	1802
10+	5628	4574	5603	5335	3856	4555	5356	4253	4485	4383	2922	3013	3388
TOTAL	21974	23058	37498	27064	43872	48084	34310	40875	46055	20768	22790	19935	24165

**WEST ATLANTIC  
AVERAGE WEIGHT (KG)**

AGE	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1	3.2	3.5	4.4	3.7	3.6	3.9	3.9	4.4	5.0	5.3	5.0	5.6	4.0
2	8.4	8.4	9.7	8.9	10.0	8.7	10.3	10.3	10.8	11.2	12.2	11.0	10.8
3	17.0	21.2	19.3	20.8	17.2	23.8	18.9	20.8	21.7	21.9	21.4	21.5	21.3
4	37.4	32.0	40.7	39.9	36.8	34.2	34.1	35.3	35.5	39.2	35.7	34.7	34.3
5	56.3	60.3	57.6	62.4	57.1	58.6	51.9	52.4	54.4	50.8	53.3	52.3	59.6
6	79.7	82.0	84.8	77.5	82.9	78.5	81.1	74.8	73.6	78.7	84.6	77.6	82.0
7	112.9	108.5	114.9	119.5	102.5	114.7	119.4	97.9	107.0	105.8	114.4	107.2	115.3
8	148.5	135.1	137.5	142.7	138.5	141.3	152.2	136.5	145.3	141.1	140.6	141.1	150.1
9	172.0	169.2	171.9	172.7	169.2	164.8	171.8	165.3	183.0	179.2	186.7	174.2	181.6
10+	270.0	267.2	283.3	287.8	295.5	278.0	277.7	292.5	318.0	307.4	320.6	328.2	316.3

AGE	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1	3.9	4.7	3.7	4.2	4.2	3.9	3.9	4.5	5.1	5.7	4.4	4.8	4.4
2	10.1	11.2	10.2	9.9	9.7	11.4	11.0	11.4	13.1	12.6	11.2	11.6	13.4
3	20.0	23.6	17.3	20.2	22.7	21.1	22.4	19.0	20.1	19.0	25.0	23.7	23.1
4	37.9	39.5	33.3	41.2	40.2	38.5	39.5	39.0	42.0	39.7	38.2	34.5	40.3
5	59.0	60.0	49.0	57.0	58.5	58.0	55.1	55.7	61.8	58.7	56.4	52.2	62.8
6	84.5	85.9	70.9	84.8	75.8	81.2	84.4	77.9	86.4	83.0	82.5	74.5	85.4
7	116.3	116.4	98.4	116.3	109.1	108.3	113.9	111.6	115.7	112.1	109.6	111.1	109.3
8	149.0	148.3	131.3	148.5	138.1	142.9	141.9	146.6	151.9	140.9	143.2	137.6	145.9
9	184.7	183.0	170.2	180.9	169.4	179.4	176.7	179.4	181.3	179.8	174.3	176.4	175.0
10+	313.0	299.5	279.2	299.0	299.0	293.6	283.9	286.6	279.5	275.3	292.7	273.1	296.0

Table 5. Continued.

EAST ATLANTIC  
NUMBER OF FISH CAUGHT

AGE	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1	131834	10384	116980	142167	185222	693995	97742	222856	177904	77747	181604	153659	610048
2	73211	88198	137100	68048	125976	272026	195792	256835	179228	48322	138196	308374	255872
3	26994	50413	73231	71707	64125	45944	236722	75831	131623	82586	112676	112260	180005
4	17842	16589	17152	11121	54045	18469	48724	41725	24546	43682	34813	16763	35080
5	9792	12777	9923	3710	11608	6853	18378	6345	5211	8753	10919	12811	6973
6	6523	4390	7289	3659	5786	4582	6163	4861	1702	2691	4744	6096	3594
7	4500	4528	4363	6740	3665	3240	3649	4180	2569	2378	3159	4418	5132
8	3247	5157	2521	7668	4894	3527	2317	2639	1828	3797	2246	4737	8972
9	6107	4906	2809	7385	8649	4696	3039	2613	1382	3656	2340	3416	5205
10+	25003	21189	16077	17758	42934	54437	39367	35976	26484	22807	24569	17650	38889
TOTAL	305053	218531	387445	339962	506905	1107769	651893	653861	552477	296419	515266	640183	1149768

AGE	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1	661161	167350	211231	589053	231377	764519	427690	453854	292201	298067	301251	196384	378334
2	183593	593304	329782	279348	403819	194902	374575	337644	407574	457167	498850	262447	228684
3	117908	80244	277272	169783	123350	224739	104622	194249	162365	203165	270423	199055	222458
4	27771	33806	58541	65035	33317	45562	69030	56166	44830	40834	56776	63381	74867
5	11485	21596	14591	12138	13324	12894	39719	27506	20156	11220	15898	42247	27261
6	4906	10298	9209	6547	8403	10549	7243	8789	7679	8076	10992	24313	23823
7	8530	5830	4330	3553	8448	12092	10448	6880	4902	8563	6634	19729	16703
8	6412	6513	3627	2306	4599	6695	7310	10069	5988	7610	4611	16189	12868
9	5103	10573	3833	3160	4096	5714	5103	10943	13565	9840	5559	17016	16996
10+	38830	46198	33306	27541	24102	33597	24017	23581	41324	41384	43756	72052	80452
TOTAL	1065700	975713	945723	1158466	854836	1311262	1069756	1129682	1000585	1085926	1214749	912813	1082446

EAST ATLANTIC  
AVERAGE WEIGHT (KG)

AGE	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1	4.5	4.6	4.5	3.9	4.1	4.2	4.4	4.1	5.3	4.6	4.8	4.8	5.4
2	10.0	10.1	10.6	10.2	11.0	10.9	11.9	10.9	10.2	12.0	10.9	11.1	12.3
3	21.7	19.0	20.1	19.0	21.2	21.4	19.8	22.6	21.3	21.3	18.7	18.6	21.4
4	35.1	35.3	34.6	32.6	35.7	36.8	35.6	35.3	36.0	35.5	31.9	32.0	35.1
5	53.0	54.1	55.4	54.2	53.7	52.3	53.6	56.1	54.6	52.0	51.7	52.8	52.1
6	72.7	72.3	73.0	73.2	74.1	72.5	74.9	74.3	72.7	71.6	72.7	72.0	73.1
7	95.5	96.1	94.6	97.7	97.1	94.2	94.9	94.4	95.0	92.2	93.2	93.5	93.6
8	117.6	119.7	117.3	121.2	121.9	122.0	120.9	116.0	121.6	113.7	116.1	115.6	113.1
9	146.5	144.4	147.0	141.9	152.4	148.7	152.0	140.7	145.1	137.9	143.4	143.6	142.6
10+	219.5	265.4	274.9	268.0	265.1	260.9	278.8	282.6	278.8	273.1	257.6	240.6	243.0

AGE	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1	5.0	5.1	5.1	5.0	5.1	4.9	5.4	4.4	4.8	4.6	4.6	6.0	5.3
2	12.2	10.9	11.0	11.4	10.7	10.9	10.7	9.9	10.3	11.3	10.6	10.8	11.8
3	19.9	22.0	22.4	19.7	18.7	20.1	21.3	17.7	19.1	19.2	18.6	21.4	19.3
4	34.0	35.3	35.9	34.8	35.3	36.0	32.5	33.0	33.8	33.2	33.9	35.8	33.3
5	53.5	52.6	53.3	53.5	53.4	53.7	44.9	47.8	47.1	51.8	52.2	51.9	51.8
6	73.3	75.6	74.9	72.6	72.8	75.4	73.3	72.2	73.2	73.3	74.7	72.6	74.5
7	99.7	95.2	96.7	96.7	97.0	98.3	97.8	95.7	95.4	95.4	97.1	96.9	95.3
8	117.9	118.1	121.2	119.9	119.5	121.0	117.6	118.3	119.0	116.9	121.8	121.1	121.6
9	144.5	143.0	148.4	145.7	145.8	146.9	145.4	144.5	146.0	143.8	146.4	146.5	145.5
10+	224.3	232.4	240.6	245.0	238.1	240.2	247.6	225.2	214.2	218.2	251.8	238.5	245.1

**Table 6. Results of ADAPT runs for the west stock base cases.**

**WEST BASE CASE 1**

**STOCK SIZE ESTIMATES AT THE BEGINNING OF YEARS**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
1970	329754	190333	211494	66746	29277	50036	18760	58555	39118	272075
1971	254313	226391	68572	66438	38134	22032	42648	16145	50745	266567
1972	216434	162607	55956	24243	15467	32526	17596	35112	12780	269253
1973	106727	145985	50597	17557	17609	9865	28166	14769	29989	239802
1974	486710	88031	58301	15918	8635	13326	7228	23598	11403	229886
1975	144106	371072	57908	31144	7818	4571	10949	5432	19666	197117
1976	136885	84885	185568	42600	15998	6032	3466	9223	4099	178107
1977	87102	113964	55429	94300	34327	11214	4924	2822	6933	144823
1978	55542	74535	78245	39156	52194	25242	6380	3391	1978	118308
1979	78617	43510	54696	49445	28170	35593	18169	4937	2510	93107
1980	65566	65790	28029	32444	29151	21283	27692	13367	3734	71183
1981	60519	54058	42171	14121	19964	22676	15730	18935	8415	52791
1982	55623	46950	38060	21350	7419	11770	16255	10995	13477	40781
1983	93867	45072	37346	31547	18097	6131	9533	13686	9077	43469
1984	66388	77719	36913	29426	26593	14926	4483	6984	10638	39473
1985	71232	56907	60583	30370	23652	21185	11421	3346	5365	38295
1986	88433	61397	44334	41233	23784	16539	14683	8976	2338	32094
1987	65849	76356	47850	31908	32643	19627	12773	11899	7319	24653
1988	90940	55838	53982	33110	22636	24301	14908	9648	9180	23267
1989	65128	74544	40039	36022	25126	15828	17203	10860	6872	22486
1990	121335	55886	52837	33246	27766	20249	11824	12467	7709	19190
1991	68236	103278	44642	29292	27090	21583	15906	8764	8619	18021
1992	35777	56224	76272	28819	22745	22014	16749	11645	5810	17215
1993	27151	30712	43311	64448	24392	18447	18452	12777	8383	14724
1994	9936	23297	25647	32801	52594	19260	14286	14554	8826	16000
1995	16781	6789	19605	20865	26392	43176	15175	10460	10413	17407
1996		13625	4760	13745	14907	18856	35141	12351	7411	19363

**ESTIMATES OF FISHING MORTALITY RATE**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
1970	0.236	0.881	1.018	0.42	0.144	0.02	0.01	0.003	0.015	0.015
1971	0.307	1.258	0.9	1.318	0.019	0.085	0.054	0.094	0.024	0.024
1972	0.254	1.027	1.019	0.18	0.31	0.004	0.035	0.018	0.022	0.022
1973	0.053	0.778	1.016	0.57	0.139	0.171	0.037	0.119	0.02	0.02
1974	0.131	0.279	0.487	0.571	0.496	0.057	0.146	0.042	0.107	0.06
1975	0.389	0.553	0.167	0.526	0.119	0.137	0.032	0.142	0.094	0.053
1976	0.043	0.286	0.537	0.076	0.215	0.063	0.065	0.145	0.157	0.088
1977	0.016	0.236	0.208	0.452	0.167	0.424	0.233	0.216	0.188	0.105
1978	0.104	0.169	0.319	0.189	0.243	0.189	0.116	0.161	0.204	0.115
1979	0.038	0.3	0.382	0.388	0.14	0.111	0.167	0.139	0.271	0.152
1980	0.053	0.305	0.546	0.346	0.111	0.162	0.24	0.323	0.361	0.203
1981	0.114	0.211	0.541	0.504	0.388	0.193	0.218	0.2	0.431	0.242
1982	0.07	0.089	0.048	0.025	0.051	0.071	0.032	0.052	0.074	0.084
1983	0.049	0.06	0.098	0.031	0.053	0.173	0.171	0.112	0.131	0.149
1984	0.014	0.109	0.055	0.078	0.087	0.128	0.153	0.124	0.116	0.132
1985	0.009	0.11	0.245	0.104	0.218	0.227	0.101	0.218	0.149	0.17
1986	0.007	0.109	0.189	0.094	0.052	0.118	0.07	0.064	0.172	0.196
1987	0.025	0.207	0.228	0.203	0.155	0.135	0.141	0.119	0.161	0.183
1988	0.059	0.193	0.265	0.136	0.218	0.205	0.177	0.199	0.206	0.235
1989	0.013	0.204	0.046	0.12	0.076	0.152	0.182	0.203	0.258	0.294
1990	0.021	0.085	0.45	0.065	0.112	0.101	0.16	0.229	0.237	0.27
1991	0.054	0.163	0.298	0.113	0.067	0.114	0.172	0.271	0.271	0.309
1992	0.013	0.121	0.028	0.027	0.069	0.036	0.131	0.189	0.278	0.317
1993	0.013	0.04	0.138	0.063	0.096	0.116	0.097	0.23	0.209	0.238
1994	0.241	0.033	0.066	0.077	0.057	0.098	0.172	0.195	0.197	0.225
1995	0.068	0.215	0.215	0.196	0.196	0.066	0.066	0.205	0.205	0.233

Table 6. Continued.

WEST CASE 2

STOCK SIZE ESTIMATES AT THE BEGINNING OF YEARS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
1970	333770	200728	216101	86432	38757	236768	86422	286525	189654	1319088
1971	260456	229880	77533	70396	55223	30273	204985	74968	248933	1307665
1972	227717	167941	58934	31972	18845	47383	24759	176241	63916	1346635
1973	139085	155786	55180	20117	24326	12799	41082	20997	152680	1220888
1974	544799	116161	66767	19861	10853	19165	9778	34826	16817	1189463
1975	175583	421564	82347	38487	11235	6495	16025	7648	29427	1036032
1976	172898	112211	229331	63841	22366	9003	5138	13636	6026	915905
1977	103561	145272	79169	132248	52792	16748	7507	4276	10768	787898
1978	63527	88844	105450	59787	85133	41292	11185	5635	3241	680691
1979	109255	50452	67132	73075	46101	64217	32119	9114	4461	583106
1980	102632	92425	34058	43240	49671	36869	52575	25492	7365	498845
1981	87068	86280	65309	19348	29340	40514	29278	40560	18950	427713
1982	88435	70028	66064	41425	11954	19912	31759	22770	32272	375849
1983	130480	73596	57408	55892	35549	10074	16612	27164	19313	351100
1984	90648	109547	61710	46866	47757	30099	7910	13137	22355	315805
1985	109403	77997	88251	51927	38813	39583	24610	6325	10713	288706
1986	121565	94581	62666	65275	42524	29715	30673	20441	4927	254431
1987	97269	105159	76697	47842	53543	35918	24226	25800	17287	220183
1988	118424	83154	79014	58179	36484	42467	29068	19604	21263	201910
1989	94887	98437	63779	57771	46917	27863	32992	23169	15526	188284
1990	194900	81758	73600	53884	46672	39193	22285	26190	18407	170834
1991	97997	167232	67132	47314	45031	38018	32374	17856	20547	159141
1992	56226	82096	131860	48358	38411	37611	31036	25960	13712	150251
1993	39527	48489	65800	112774	41378	32066	32012	25196	20825	137233
1994	13663	34057	41102	52350	94606	34027	26125	26341	19619	133312
1995	25386	10028	28958	34300	43386	79698	28012	20750	20658	128768
1996		21105	7575	21874	26584	33626	66891	23510	16355	125073

FISHING MORTALITY RATE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
1970	0.233	0.811	0.982	0.308	0.107	0.004	0.002	0.001	0.003	0.003
1971	0.299	1.221	0.746	1.178	0.013	0.061	0.011	0.019	0.005	0.005
1972	0.24	0.973	0.935	0.133	0.247	0.003	0.025	0.004	0.004	0.004
1973	0.04	0.707	0.882	0.477	0.098	0.129	0.025	0.082	0.004	0.004
1974	0.116	0.204	0.411	0.43	0.373	0.039	0.106	0.028	0.071	0.011
1975	0.308	0.469	0.115	0.403	0.081	0.094	0.021	0.098	0.062	0.01
1976	0.034	0.209	0.41	0.05	0.149	0.042	0.044	0.096	0.104	0.017
1977	0.013	0.18	0.141	0.3	0.106	0.264	0.147	0.137	0.117	0.019
1978	0.09	0.14	0.227	0.12	0.142	0.111	0.065	0.094	0.12	0.019
1979	0.027	0.253	0.3	0.246	0.083	0.06	0.091	0.073	0.144	0.023
1980	0.034	0.207	0.425	0.248	0.064	0.091	0.119	0.157	0.167	0.027
1981	0.078	0.127	0.315	0.342	0.248	0.103	0.111	0.089	0.17	0.027
1982	0.044	0.059	0.027	0.013	0.031	0.041	0.016	0.025	0.03	0.009
1983	0.035	0.036	0.063	0.017	0.026	0.102	0.095	0.055	0.059	0.017
1984	0.01	0.076	0.033	0.049	0.048	0.061	0.084	0.064	0.054	0.016
1985	0.006	0.079	0.162	0.06	0.127	0.115	0.046	0.11	0.072	0.021
1986	0.005	0.07	0.13	0.058	0.029	0.064	0.033	0.028	0.078	0.023
1987	0.017	0.146	0.136	0.131	0.092	0.072	0.072	0.053	0.065	0.019
1988	0.045	0.125	0.173	0.075	0.13	0.112	0.087	0.093	0.084	0.024
1989	0.009	0.151	0.029	0.073	0.04	0.083	0.091	0.09	0.106	0.031
1990	0.013	0.057	0.302	0.039	0.065	0.051	0.082	0.103	0.093	0.027
1991	0.037	0.098	0.188	0.068	0.04	0.063	0.081	0.124	0.105	0.031
1992	0.008	0.081	0.016	0.016	0.041	0.021	0.068	0.08	0.109	0.032
1993	0.009	0.025	0.089	0.036	0.056	0.065	0.055	0.11	0.079	0.023
1994	0.169	0.022	0.041	0.048	0.031	0.055	0.09	0.103	0.084	0.025
1995	0.045	0.141	0.141	0.115	0.115	0.035	0.035	0.098	0.098	0.029

Table 7. Results of base case runs by ADAPT for east bluefin stock

**EAST BASE CASE 1 (run 4)**

**ESTIMATED STOCK SIZE (NUMBER OF FISH) AT THE BEGINNING OF YEARS**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
70	503056	310674	205919	200366	300703	291100	113491	119620	105008	429920
71	634830	314983	202111	153913	157587	252300	246995	94474	100969	436083
72	523917	542223	192003	128909	118373	125108	215250	210509	77331	442594
73	724763	346834	344125	99106	96118	93674	101978	183066	180659	434414
74	1145145	497994	238301	232559	75814	80106	78029	82382	152010	511308
75	1342178	823363	316000	147663	151994	55117	64256	64423	67064	528654
76	976616	526184	463644	231999	111194	125757	43653	52845	52723	462875
77	813320	758090	276101	184510	156431	79585	103589	34554	43783	408775
78	578395	500280	421017	169669	121658	130087	64663	86164	27584	357525
79	650021	337855	268877	243966	124680	100912	111507	53823	73205	308861
80	1096980	492785	248786	157164	171499	100244	85223	94724	43257	307521
81	945349	784865	300190	112105	104301	138930	82731	71147	80258	279908
82	1542720	679012	396835	157002	81874	78759	115104	67810	57443	293502
83	2391192	776422	353339	178565	103913	64689	65124	95288	50607	264088
84	1250825	1465342	504526	197891	129419	79653	51672	48683	76871	232732
85	1110466	931787	724764	364018	140617	92438	59670	39498	36266	216404
86	1911351	769122	504504	373326	262042	108672	71793	47844	30963	185131
87	1021439	1115402	409866	281232	264110	216507	88380	59106	39447	159316
88	1829206	673131	595593	241919	213502	217201	180398	68973	47104	146578
89	1601357	882819	404393	309653	167978	173606	179004	145575	53733	131866
90	1880376	995255	420936	254459	205092	109155	144182	145892	119751	134286
91	1792342	1213359	552307	186380	169053	152720	86715	118940	117460	188750
92	2251783	1286571	677083	329549	120410	128220	125619	70823	97826	215209
93	1173399	1680411	694924	400198	248517	94239	103951	101237	54491	224533
94	683242	740492	998186	353760	295123	201251	71703	84195	83718	196746
95	974445	411801	400590	682852	248643	217285	152345	44030	58154	161274
96	0	496846	147117	143112	523995	190799	166737	116904	26341	100694

**FISHING MORTALITY RATE**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
70	0.328	0.290	0.151	0.100	0.036	0.024	0.043	0.030	0.064	0.064
71	0.018	0.355	0.310	0.123	0.091	0.019	0.020	0.060	0.053	0.053
72	0.272	0.315	0.521	0.154	0.094	0.064	0.022	0.013	0.040	0.040
73	0.235	0.235	0.252	0.128	0.042	0.043	0.073	0.046	0.045	0.045
74	0.190	0.315	0.339	0.285	0.179	0.080	0.052	0.066	0.063	0.094
75	0.796	0.434	0.169	0.144	0.049	0.093	0.056	0.060	0.078	0.117
76	0.113	0.505	0.781	0.254	0.194	0.054	0.094	0.048	0.064	0.095
77	0.346	0.448	0.347	0.276	0.044	0.068	0.044	0.085	0.066	0.099
78	0.398	0.481	0.406	0.168	0.047	0.014	0.043	0.023	0.055	0.083
79	0.137	0.166	0.397	0.212	0.078	0.029	0.023	0.079	0.055	0.082
80	0.195	0.356	0.657	0.270	0.071	0.052	0.041	0.026	0.060	0.089
81	0.191	0.542	0.508	0.174	0.141	0.048	0.059	0.074	0.047	0.070
82	0.547	0.513	0.659	0.273	0.096	0.050	0.049	0.153	0.102	0.153
83	0.350	0.291	0.440	0.182	0.126	0.085	0.151	0.075	0.114	0.171
84	0.154	0.564	0.186	0.202	0.197	0.149	0.129	0.154	0.159	0.238
85	0.227	0.474	0.523	0.189	0.118	0.113	0.081	0.103	0.120	0.180
86	0.399	0.489	0.444	0.206	0.051	0.067	0.054	0.053	0.116	0.173
87	0.277	0.487	0.387	0.136	0.056	0.042	0.108	0.087	0.118	0.176
88	0.589	0.370	0.514	0.225	0.067	0.053	0.074	0.110	0.139	0.281
89	0.336	0.601	0.323	0.272	0.291	0.046	0.065	0.055	0.107	0.217
90	0.298	0.449	0.675	0.269	0.155	0.090	0.052	0.077	0.103	0.208
91	0.192	0.443	0.376	0.297	0.136	0.055	0.062	0.055	0.132	0.266
92	0.153	0.476	0.386	0.142	0.105	0.070	0.076	0.122	0.114	0.230
93	0.320	0.381	0.535	0.165	0.071	0.133	0.071	0.050	0.116	0.234
94	0.366	0.474	0.240	0.213	0.166	0.138	0.348	0.230	0.245	0.495
95	0.534	0.889	0.889	0.125	0.125	0.125	0.125	0.374	0.374	0.755

Table 7. Continued.

BASE CASE 2 (run 5)

ESTIMATED STOCK SIZE (IN NUMBER OF FISH) IN BEGINNING OF YEARS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
70	523125	336125	230487	225114	349204	367542	140832	149039	129952	532043
71	692153	332409	224217	175266	179100	294464	313451	118243	126545	546546
72	558599	592057	207132	148108	136934	143809	251906	268283	97994	560857
73	792770	376961	387404	112221	112805	109809	118236	214933	230886	555189
74	1195162	557082	264476	270160	87213	94613	92056	96514	179713	659967
75	1392433	866829	367317	170391	184656	65024	76866	76617	79349	681965
76	1066130	569567	501354	276599	130949	154151	52265	63807	63323	606820
77	863882	835899	313715	217085	195181	96753	128274	42040	53314	543121
78	629200	544179	488521	202329	149956	163773	79587	107623	34092	482595
79	725652	381949	306948	302558	153066	125513	140792	66797	91861	423243
80	1132031	558522	287108	190210	222415	124920	106609	120184	54536	423172
81	987844	815324	357267	145283	133010	183192	104183	89740	102391	390248
82	1625959	715939	423229	206502	110710	103713	153583	86459	73606	408665
83	2427874	848551	385351	201404	146919	89756	86817	128739	66816	378237
84	1257300	1497186	567176	225664	149268	117036	73463	67539	105951	346035
85	1104766	937414	752348	418465	164752	109687	92164	58440	52655	340138
86	1911312	764171	509384	397233	309360	129651	86788	76092	47429	306922
87	1032429	1115368	405573	285466	284885	257642	106618	72141	64003	279488
88	1836519	682677	595564	238194	217181	235262	216158	84827	58435	272375
89	1624781	889151	412679	309628	164742	176805	194704	176661	67514	251028
90	1909416	1015593	426418	261654	205070	106344	146963	159541	146775	249831
91	1821265	1238578	569947	191121	175303	152700	84272	121358	129325	312666
92	2320551	1311704	698959	344860	124527	133652	125602	68699	99928	333198
93	1192626	1740179	716718	419185	261824	97818	108674	101223	52645	328896
94	700388	757188	1050063	372647	311625	212820	74814	88301	83706	285832
95	1016989	426685	415068	727923	265054	231627	162400	46730	61721	238571
96	0	533715	159943	155588	563171	205064	179202	125644	28685	170727

FISHING MORTALITY RATE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
70	0.313	0.265	0.134	0.089	0.030	0.019	0.035	0.024	0.052	0.052
71	0.016	0.333	0.275	0.107	0.079	0.016	0.016	0.048	0.042	0.042
72	0.253	0.284	0.473	0.132	0.081	0.056	0.019	0.010	0.031	0.031
73	0.213	0.214	0.220	0.112	0.036	0.036	0.063	0.039	0.035	0.035
74	0.181	0.276	0.300	0.241	0.154	0.068	0.044	0.056	0.053	0.072
75	0.754	0.408	0.144	0.123	0.041	0.078	0.046	0.051	0.065	0.089
76	0.103	0.456	0.697	0.209	0.163	0.044	0.078	0.040	0.053	0.072
77	0.322	0.397	0.299	0.230	0.035	0.055	0.036	0.070	0.054	0.074
78	0.359	0.433	0.339	0.139	0.038	0.011	0.035	0.018	0.044	0.061
79	0.122	0.145	0.339	0.168	0.063	0.023	0.018	0.063	0.044	0.059
80	0.188	0.307	0.541	0.218	0.054	0.042	0.032	0.020	0.047	0.064
81	0.182	0.516	0.408	0.132	0.109	0.036	0.046	0.058	0.036	0.050
82	0.510	0.479	0.603	0.200	0.070	0.038	0.036	0.118	0.079	0.107
83	0.343	0.263	0.395	0.160	0.087	0.060	0.111	0.055	0.085	0.116
84	0.154	0.548	0.164	0.175	0.168	0.099	0.089	0.109	0.113	0.154
85	0.229	0.470	0.499	0.162	0.100	0.094	0.052	0.069	0.081	0.111
86	0.399	0.493	0.439	0.192	0.043	0.056	0.045	0.033	0.074	0.101
87	0.274	0.487	0.392	0.133	0.051	0.036	0.089	0.071	0.071	0.097
88	0.585	0.363	0.514	0.229	0.066	0.049	0.062	0.088	0.111	0.142
89	0.330	0.595	0.316	0.272	0.298	0.045	0.059	0.045	0.084	0.108
90	0.293	0.438	0.663	0.261	0.155	0.093	0.051	0.070	0.083	0.106
91	0.188	0.432	0.362	0.288	0.131	0.055	0.064	0.054	0.119	0.152
92	0.148	0.464	0.371	0.135	0.101	0.067	0.076	0.126	0.111	0.143
93	0.314	0.365	0.514	0.157	0.067	0.128	0.068	0.050	0.120	0.154
94	0.356	0.461	0.226	0.201	0.157	0.130	0.331	0.218	0.245	0.314
95	0.505	0.841	0.841	0.117	0.117	0.117	0.117	0.348	0.348	0.446



**Table 8. Average selectivity patterns assumed for the ASPM analyses.**

Unit	Gear	Case	Period	Age									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+
East+Med	TRAP	1	50-78	0.19	0.02	0.03	0.08	0.15	0.28	0.41	0.40	0.57	1.00
East+Med	TRAP	1	79-86	0.08	0.15	0.02	0.06	0.28	0.19	0.38	0.60	0.70	1.00
East+Med	TRAP	1	87-95	0.04	0.00	0.01	0.02	0.06	0.15	0.25	0.32	0.47	1.00
East+Med	PS	1	50-75	1.00	0.62	0.86	0.45	0.13	0.04	0.07	0.11	0.13	0.04
East+Med	PS	1	76-93	0.40	0.78	1.00	0.42	0.16	0.05	0.04	0.03	0.03	0.04
East+Med	PS	1	94-95	0.36	1.00	0.92	0.33	0.22	0.13	0.23	0.23	0.24	0.53
East+Med	BB	1	50-77	0.09	1.00	0.51	0.27	0.21	0.11	0.06	0.03	0.02	0.05
East+Med	BB	1	78-95	0.92	1.00	0.46	0.26	0.18	0.10	0.04	0.02	0.02	0.03
East+Med	LL	1	50-75	0.00	0.01	0.07	0.10	0.18	0.30	0.15	0.38	0.56	1.00
East+Med	LL	1	76-85	0.01	0.01	0.03	0.08	0.17	0.26	0.48	0.89	0.87	1.00
East+Med	LL	1	86-95	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.14	0.23	0.31	0.51	1.00
East+Med	OT	1	50-75	0.06	0.06	0.05	0.14	0.26	0.41	0.53	0.43	0.61	1.00
East+Med	OTH	1	76-85	0.20	0.08	0.12	0.23	0.36	0.32	0.44	0.44	0.51	1.00
East+Med	OTH	1	86-95	0.73	0.49	0.34	0.31	0.40	0.48	0.57	0.60	0.65	1.00
East+Med	TRAP	2	50-78	0.23	0.02	0.04	0.09	0.17	0.31	0.45	0.43	0.59	1.00
East+Med	TRAP	2	79-86	0.12	0.16	0.02	0.07	0.31	0.22	0.41	0.65	0.77	1.00
East+Med	TRAP	2	87-95	0.08	0.00	0.01	0.03	0.10	0.25	0.39	0.50	0.71	1.00
East+Med	PS	2	50-75	1.00	0.61	0.83	0.43	0.13	0.04	0.07	0.10	0.11	0.03
East+Med	PS	2	76-93	0.42	0.80	1.00	0.41	0.15	0.05	0.04	0.02	0.03	0.03
East+Med	PS	2	86-95	0.36	1.00	0.91	0.32	0.21	0.12	0.23	0.22	0.25	0.34
East+Med	BB	2	50-77	0.10	1.00	0.50	0.25	0.19	0.11	0.05	0.02	0.02	0.04
East+Med	BB	2	78-95	0.94	1.00	0.45	0.24	0.17	0.09	0.04	0.01	0.01	0.02
East+Med	LL	2	50-75	0.00	0.01	0.08	0.11	0.20	0.32	0.15	0.40	0.58	1.00
East+Med	LL	2	76-85	0.01	0.01	0.04	0.10	0.19	0.29	0.52	0.95	0.93	1.00
East+Med	LL	2	86-95	0.01	0.02	0.04	0.06	0.12	0.23	0.37	0.47	0.74	1.00
East+Med	OTH	2	50-75	0.08	0.08	0.06	0.15	0.28	0.43	0.57	0.45	0.63	1.00
East+Med	OTH	2	76-85	0.25	0.10	0.15	0.27	0.40	0.35	0.47	0.47	0.55	1.00
East+Med	OTH	2	86-95	1.00	0.67	0.48	0.45	0.57	0.66	0.76	0.75	0.79	0.87
West	PS	1	50-81	0.20	0.81	1.00	0.71	0.32	0.13	0.03	0.05	0.10	0.01
West	PS	1	82-95	0.10	0.04	0.07	0.02	0.00	0.02	0.11	0.64	1.00	0.74
West	LL	1	50-77	0.00	0.08	0.28	0.44	0.65	0.43	0.65	1.00	0.71	0.28
West	LL	1	78-95	0.01	0.06	0.33	0.59	0.79	1.00	0.90	0.82	0.76	0.60
West	RR	1	50-81	0.71	1.00	0.40	0.13	0.10	0.08	0.04	0.13	0.35	0.50
West	RR	1	82-95	0.33	1.00	0.90	0.28	0.16	0.13	0.20	0.28	0.40	0.76
West	OTH	1	50-81	0.00	0.05	0.06	0.19	0.20	0.17	0.21	0.45	0.69	1.00
West	OTH	1	82-95	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.05	0.23	0.45	0.63	1.00
West	PS	2	50-81	0.20	0.83	1.00	0.67	0.29	0.11	0.03	0.04	0.07	0.00
West	PS	2	82-95	0.14	0.06	0.09	0.02	0.00	0.03	0.12	0.68	1.00	0.20
West	LL	2	50-77	0.01	0.11	0.38	0.56	0.80	0.64	0.71	1.00	0.69	0.16
West	LL	2	78-95	0.01	0.07	0.39	0.65	0.84	1.00	0.87	0.74	0.64	0.13
West	RR	2	50-81	0.72	1.00	0.39	0.12	0.09	0.07	0.03	0.09	0.24	0.11
West	RR	2	82-95	0.34	1.00	0.86	0.24	0.14	0.11	0.16	0.20	0.25	0.13
West	OTH	2	50-81	0.01	0.09	0.16	0.46	0.43	0.42	0.40	0.72	1.00	0.71
West	OTH	2	82-95	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	0.14	0.46	0.79	1.00	0.49

Table 9. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Base Case I, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 0 mt</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.79	1.05	1.48	0.15	0.20	0.29	1.25	1.49	2.28
1998	0.95	1.25	1.68	0.18	0.24	0.33	1.48	1.83	2.62
1999	1.06	1.38	1.82	0.20	0.26	0.36	1.63	2.03	2.87
2000	1.22	1.57	1.99	0.23	0.30	0.40	1.88	2.30	3.17
2001	1.39	1.75	2.17	0.26	0.33	0.44	2.09	2.54	3.46
2002	1.58	1.96	2.39	0.30	0.36	0.47	2.38	2.86	3.80
2003	1.76	2.23	2.84	0.33	0.42	0.54	2.72	3.28	4.21
2004	1.99	2.49	3.26	0.37	0.47	0.61	3.09	3.75	4.87
2005	2.30	2.84	3.66	0.43	0.53	0.69	3.46	4.30	5.47
2006	2.57	3.19	4.09	0.48	0.61	0.76	3.84	4.84	6.02
2007	2.91	3.51	4.48	0.53	0.65	0.84	4.28	5.30	6.59
2008	3.17	3.83	4.90	0.58	0.72	0.92	4.61	5.77	7.23
2009	3.40	4.12	5.04	0.64	0.78	0.97	5.06	6.23	7.65
2010	3.64	4.41	5.44	0.68	0.83	1.02	5.36	6.69	8.27
2011	3.84	4.66	5.68	0.72	0.87	1.07	5.64	7.08	8.77
2012	4.07	4.90	5.88	0.77	0.92	1.11	5.91	7.36	9.46
2013	4.31	5.12	6.17	0.81	0.96	1.17	6.20	7.64	9.76
2014	4.50	5.34	6.27	0.85	0.99	1.20	6.52	7.99	10.21
2015	4.66	5.50	6.44	0.88	1.03	1.23	6.77	8.27	10.42
2016	5.01	5.72	6.54	0.93	1.07	1.25	7.02	8.46	10.67
2017	5.16	5.86	6.81	0.96	1.11	1.29	7.41	8.71	11.02
2018	5.26	5.98	6.93	1.00	1.13	1.32	7.55	8.86	11.19
2019	5.45	6.15	7.07	1.01	1.15	1.33	7.72	9.16	11.34
2020	5.56	6.26	7.20	1.04	1.18	1.37	7.93	9.39	11.66
<i>Catch = 500 mt</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.77	1.03	1.46	0.14	0.19	0.28	1.22	1.45	2.24
1998	0.89	1.19	1.62	0.17	0.22	0.32	1.40	1.73	2.50
1999	0.95	1.28	1.70	0.18	0.24	0.34	1.48	1.87	2.67
2000	1.07	1.42	1.83	0.20	0.27	0.37	1.66	2.07	2.92
2001	1.19	1.54	1.96	0.22	0.29	0.39	1.83	2.24	3.12
2002	1.32	1.71	2.14	0.25	0.32	0.42	2.05	2.48	3.39
2003	1.47	1.92	2.54	0.28	0.36	0.48	2.33	2.83	3.65
2004	1.63	2.13	2.90	0.31	0.40	0.55	2.56	3.20	4.31
2005	1.90	2.44	3.27	0.35	0.46	0.62	2.90	3.70	4.82
2006	2.11	2.74	3.62	0.40	0.52	0.68	3.24	4.18	5.27
2007	2.40	3.03	3.98	0.44	0.56	0.74	3.60	4.52	5.76
2008	2.64	3.29	4.36	0.48	0.62	0.82	3.88	4.92	6.41
2009	2.86	3.56	4.47	0.54	0.67	0.87	4.24	5.39	6.77
2010	3.07	3.80	4.89	0.57	0.72	0.91	4.50	5.81	7.41
2011	3.24	4.02	5.04	0.61	0.75	0.95	4.82	6.14	7.89
2012	3.47	4.26	5.25	0.65	0.80	0.99	5.03	6.40	8.31
2013	3.64	4.47	5.54	0.68	0.83	1.05	5.35	6.65	8.69
2014	3.80	4.67	5.60	0.73	0.87	1.07	5.65	6.95	9.12
2015	3.98	4.82	5.75	0.76	0.90	1.09	5.85	7.20	9.33
2016	4.30	5.02	5.88	0.80	0.94	1.12	6.08	7.44	9.48
2017	4.49	5.16	6.12	0.83	0.97	1.16	6.47	7.66	9.90
2018	4.57	5.27	6.24	0.86	1.00	1.19	6.61	7.80	10.01
2019	4.75	5.46	6.39	0.88	1.02	1.20	6.81	8.12	10.19
2020	4.83	5.55	6.51	0.91	1.04	1.24	6.97	8.35	10.45
<i>Catch = 1000 mt</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.75	1.01	1.44	0.14	0.19	0.28	1.19	1.42	2.21
1998	0.82	1.12	1.55	0.16	0.21	0.30	1.32	1.63	2.39
1999	0.84	1.17	1.59	0.16	0.22	0.32	1.32	1.70	2.49
2000	0.92	1.26	1.67	0.17	0.24	0.34	1.44	1.82	2.65
2001	0.99	1.33	1.75	0.18	0.25	0.35	1.53	1.94	2.78
2002	1.08	1.46	1.88	0.20	0.27	0.37	1.68	2.11	2.96
2003	1.16	1.61	2.24	0.22	0.30	0.42	1.87	2.39	3.15
2004	1.29	1.78	2.53	0.24	0.34	0.48	2.04	2.68	3.71
2005	1.49	2.03	2.87	0.28	0.38	0.54	2.33	3.05	4.14
2006	1.65	2.30	3.15	0.31	0.43	0.60	2.61	3.49	4.57
2007	1.88	2.53	3.46	0.35	0.47	0.65	2.90	3.79	4.93
2008	2.03	2.75	3.78	0.38	0.52	0.71	3.13	4.10	5.57
2009	2.26	2.99	3.89	0.42	0.57	0.76	3.37	4.49	5.97
2010	2.46	3.17	4.27	0.46	0.60	0.80	3.66	4.86	6.42
2011	2.60	3.38	4.41	0.49	0.63	0.84	3.95	5.16	6.82
2012	2.83	3.59	4.63	0.52	0.67	0.87	4.12	5.42	7.19
2013	2.95	3.78	4.86	0.55	0.71	0.91	4.44	5.60	7.57
2014	3.11	3.96	4.93	0.59	0.74	0.94	4.74	5.89	7.92
2015	3.25	4.12	5.03	0.62	0.77	0.95	4.84	6.09	8.09
2016	3.53	4.28	5.13	0.64	0.80	0.98	5.14	6.33	8.22
2017	3.66	4.43	5.40	0.69	0.83	1.02	5.45	6.46	8.56
2018	3.79	4.51	5.57	0.71	0.86	1.05	5.61	6.66	8.90
2019	3.91	4.70	5.70	0.74	0.88	1.06	5.78	6.85	8.91
2020	4.07	4.80	5.77	0.76	0.90	1.10	5.92	7.10	9.11

Table 9.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 1500 mt</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.73	0.99	1.41	0.14	0.18	0.27	1.16	1.40	2.17
1998	0.76	1.05	1.48	0.14	0.20	0.29	1.21	1.53	2.27
1999	0.73	1.06	1.47	0.14	0.20	0.29	1.15	1.54	2.30
2000	0.76	1.10	1.50	0.14	0.21	0.30	1.20	1.60	2.38
2001	0.78	1.13	1.55	0.15	0.21	0.31	1.23	1.66	2.43
2002	0.83	1.21	1.63	0.16	0.23	0.32	1.31	1.77	2.53
2003	0.87	1.31	1.95	0.17	0.25	0.37	1.40	1.91	2.67
2004	0.95	1.43	2.17	0.18	0.27	0.41	1.49	2.14	3.11
2005	1.08	1.61	2.46	0.20	0.31	0.46	1.70	2.42	3.48
2006	1.17	1.85	2.71	0.22	0.35	0.51	1.88	2.79	3.89
2007	1.30	2.03	2.95	0.24	0.38	0.55	2.08	3.00	4.15
2008	1.38	2.20	3.22	0.26	0.41	0.60	2.18	3.24	4.68
2009	1.62	2.37	3.29	0.29	0.45	0.65	2.42	3.61	5.14
2010	1.74	2.54	3.61	0.32	0.48	0.68	2.53	3.87	5.23
2011	1.79	2.70	3.74	0.33	0.51	0.71	2.68	4.12	5.68
2012	1.96	2.89	3.92	0.37	0.54	0.74	2.90	4.33	6.09
2013	2.09	3.04	4.17	0.40	0.57	0.78	3.20	4.53	6.35
2014	2.16	3.20	4.24	0.42	0.60	0.80	3.44	4.74	6.67
2015	2.36	3.34	4.31	0.44	0.63	0.82	3.61	4.87	6.80
2016	2.56	3.47	4.37	0.47	0.65	0.83	3.86	5.05	6.99
2017	2.69	3.62	4.61	0.50	0.68	0.88	4.18	5.26	7.20
2018	2.85	3.70	4.76	0.52	0.71	0.90	4.41	5.37	7.52
2019	2.94	3.88	4.93	0.55	0.73	0.92	4.51	5.56	7.76
2020	3.11	3.98	4.98	0.58	0.74	0.94	4.71	5.81	7.82
<i>Catch = 2000 mt</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.71	0.97	1.39	0.13	0.18	0.27	1.13	1.37	2.14
1998	0.69	0.99	1.41	0.13	0.19	0.28	1.10	1.43	2.16
1999	0.63	0.95	1.36	0.12	0.18	0.27	0.98	1.38	2.11
2000	0.61	0.94	1.34	0.12	0.18	0.27	0.98	1.38	2.10
2001	0.59	0.94	1.34	0.11	0.18	0.27	0.96	1.37	2.08
2002	0.59	0.97	1.38	0.11	0.18	0.27	0.95	1.40	2.11
2003	0.58	1.01	1.65	0.11	0.19	0.31	0.93	1.48	2.24
2004	0.60	1.09	1.80	0.12	0.20	0.35	0.92	1.62	2.63
2005	0.66	1.21	2.03	0.12	0.23	0.38	1.03	1.77	2.87
2006	0.67	1.37	2.23	0.13	0.26	0.42	1.08	2.03	3.12
2007	0.69	1.50	2.44	0.13	0.28	0.45	1.10	2.15	3.56
2008	0.65	1.62	2.59	0.12	0.30	0.48	1.18	2.32	3.77
2009	0.69	1.73	2.72	0.13	0.33	0.52	1.17	2.56	3.99
2010	0.74	1.85	2.89	0.14	0.34	0.55	1.13	2.79	4.42
2011	0.74	1.94	3.05	0.14	0.37	0.58	1.14	2.97	4.63
2012	0.71	2.10	3.20	0.13	0.40	0.61	1.16	3.10	4.95
2013	0.77	2.22	3.38	0.15	0.42	0.64	1.26	3.29	5.23
2014	0.87	2.37	3.44	0.16	0.45	0.66	1.49	3.44	5.40
2015	0.95	2.48	3.52	0.18	0.47	0.67	1.45	3.54	5.53
2016	1.05	2.55	3.56	0.19	0.48	0.68	1.74	3.73	5.70
2017	1.10	2.68	3.75	0.20	0.51	0.72	1.81	3.88	5.89
2018	1.18	2.79	3.87	0.22	0.53	0.74	1.83	4.08	6.18
2019	1.24	2.91	4.03	0.23	0.55	0.77	1.92	4.21	6.27
2020	1.28	3.01	4.16	0.24	0.57	0.78	1.94	4.38	6.39
<i>Catch = 2500 mt</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.69	0.95	1.37	0.13	0.18	0.26	1.10	1.34	2.11
1998	0.63	0.92	1.34	0.12	0.17	0.26	1.01	1.33	2.05
1999	0.52	0.84	1.24	0.10	0.16	0.25	0.83	1.23	1.92
2000	0.47	0.79	1.18	0.09	0.15	0.24	0.77	1.15	1.83
2001	0.41	0.75	1.14	0.08	0.14	0.22	0.66	1.07	1.76
2002	0.36	0.72	1.13	0.07	0.14	0.22	0.57	1.05	1.71
2003	0.31	0.72	1.36	0.06	0.14	0.25	0.48	1.07	1.79
2004	0.27	0.75	1.46	0.05	0.14	0.28	0.40	1.10	2.07
2005	0.23	0.79	1.62	0.04	0.15	0.31	0.35	1.17	2.31
2006	0.15	0.88	1.75	0.03	0.17	0.33	0.26	1.32	2.45
2007	0.07	0.91	1.91	0.01	0.17	0.35	0.12	1.35	2.60
2008	0.00	0.97	1.96	0.00	0.18	0.37	0.00	1.34	2.80
2009	0.00	1.02	2.03	0.00	0.19	0.39	0.00	1.44	2.90
2010	0.00	1.02	2.13	0.00	0.20	0.41	0.00	1.49	3.16
2011	0.00	1.02	2.21	0.00	0.19	0.42	0.00	1.54	3.20
2012	0.00	1.08	2.38	0.00	0.20	0.47	0.00	1.58	3.42
2013	0.00	1.09	2.49	0.00	0.20	0.47	0.00	1.69	3.88
2014	0.00	1.21	2.48	0.00	0.23	0.48	0.00	1.81	3.98
2015	0.00	1.27	2.63	0.00	0.24	0.50	0.00	1.89	4.11
2016	0.00	1.36	2.67	0.00	0.26	0.51	0.00	1.98	4.21
2017	0.00	1.38	2.81	0.00	0.26	0.53	0.00	1.98	4.37
2018	0.00	1.43	2.94	0.00	0.27	0.56	0.00	2.08	4.56
2019	0.00	1.53	3.07	0.00	0.29	0.57	0.00	2.20	4.69
2020	0.00	1.58	3.16	0.00	0.30	0.60	0.00	2.30	4.79

Table 9.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 3000 mt</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.67	0.92	1.35	0.12	0.17	0.26	1.06	1.30	2.07
1998	0.56	0.86	1.27	0.11	0.16	0.25	0.90	1.24	1.94
1999	0.43	0.73	1.13	0.08	0.14	0.22	0.69	1.07	1.73
2000	0.34	0.64	1.02	0.06	0.12	0.21	0.55	0.93	1.58
2001	0.23	0.56	0.94	0.04	0.10	0.18	0.38	0.80	1.40
2002	0.14	0.49	0.89	0.03	0.09	0.18	0.23	0.72	1.31
2003	0.06	0.44	1.08	0.01	0.08	0.19	0.09	0.66	1.40
2004	0.00	0.41	1.12	0.00	0.08	0.22	0.00	0.61	1.59
2005	0.00	0.39	1.22	0.00	0.07	0.23	0.00	0.58	1.73
2006	0.00	0.39	1.29	0.00	0.07	0.25	0.00	0.54	1.78
2007	0.00	0.30	1.34	0.00	0.06	0.25	0.00	0.44	1.85
2008	0.00	0.21	1.39	0.00	0.04	0.26	0.00	0.30	1.90
2009	0.00	0.10	1.33	0.00	0.02	0.26	0.00	0.16	1.94
2010	0.00	0.01	1.41	0.00	0.00	0.26	0.00	0.02	2.05
2011	0.00	0.00	1.42	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	2.07
2012	0.00	0.00	1.53	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	2.21
2013	0.00	0.00	1.59	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	2.37
2014	0.00	0.00	1.60	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	2.30
2015	0.00	0.00	1.64	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	2.36
2016	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	2.39
2017	0.00	0.00	1.71	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	2.43
2018	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	2.66
2019	0.00	0.00	1.85	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	2.81
2020	0.00	0.00	1.89	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	2.70
<i>Catch = 500 mt for 1997-2006 and 1000 mt thereafter</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.77	1.03	1.46	0.14	0.19	0.28	1.22	1.45	2.24
1998	0.89	1.19	1.62	0.17	0.22	0.32	1.40	1.73	2.50
1999	0.95	1.28	1.70	0.18	0.24	0.34	1.48	1.87	2.67
2000	1.07	1.42	1.83	0.20	0.27	0.37	1.66	2.07	2.92
2001	1.19	1.54	1.96	0.22	0.29	0.39	1.83	2.24	3.12
2002	1.32	1.71	2.14	0.25	0.32	0.42	2.05	2.48	3.39
2003	1.47	1.92	2.54	0.28	0.36	0.48	2.33	2.83	3.65
2004	1.63	2.13	2.90	0.31	0.40	0.55	2.56	3.20	4.31
2005	1.90	2.44	3.27	0.35	0.46	0.62	2.90	3.70	4.82
2006	2.11	2.74	3.62	0.40	0.52	0.68	3.24	4.18	5.27
2007	2.40	3.03	3.98	0.44	0.56	0.74	3.60	4.52	5.76
2008	2.62	3.27	4.33	0.48	0.61	0.81	3.85	4.89	6.38
2009	2.79	3.50	4.40	0.52	0.66	0.86	4.13	5.30	6.66
2010	2.96	3.69	4.78	0.55	0.69	0.89	4.34	5.62	7.19
2011	3.08	3.86	4.88	0.58	0.72	0.92	4.60	5.91	7.54
2012	3.26	4.05	5.04	0.61	0.76	0.95	4.76	6.12	7.90
2013	3.39	4.22	5.28	0.64	0.79	1.00	5.04	6.25	8.28
2014	3.52	4.37	5.32	0.67	0.82	1.02	5.25	6.53	8.61
2015	3.64	4.49	5.43	0.70	0.84	1.03	5.44	6.69	8.75
2016	3.92	4.64	5.52	0.73	0.87	1.05	5.64	6.91	8.81
2017	4.08	4.77	5.72	0.76	0.90	1.08	5.93	7.07	9.17
2018	4.12	4.82	5.81	0.78	0.92	1.11	6.07	7.17	9.34
2019	4.27	5.00	5.96	0.79	0.94	1.11	6.21	7.41	9.51
2020	4.34	5.06	6.01	0.81	0.95	1.15	6.35	7.64	9.61
<i>Catch = 1000 mt for 1997-2006 and 1500 mt thereafter</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.75	1.01	1.44	0.14	0.19	0.28	1.19	1.42	2.21
1998	0.82	1.12	1.55	0.16	0.21	0.30	1.32	1.63	2.39
1999	0.84	1.17	1.59	0.16	0.22	0.32	1.32	1.70	2.49
2000	0.92	1.26	1.67	0.17	0.24	0.34	1.44	1.82	2.65
2001	0.99	1.33	1.75	0.18	0.25	0.35	1.53	1.94	2.78
2002	1.08	1.46	1.88	0.20	0.27	0.37	1.68	2.11	2.96
2003	1.16	1.61	2.24	0.22	0.30	0.42	1.87	2.39	3.15
2004	1.29	1.78	2.53	0.24	0.34	0.48	2.04	2.68	3.71
2005	1.49	2.03	2.87	0.28	0.38	0.54	2.33	3.05	4.14
2006	1.65	2.30	3.15	0.31	0.43	0.60	2.61	3.49	4.57
2007	1.88	2.53	3.46	0.35	0.47	0.65	2.90	3.79	4.93
2008	2.01	2.72	3.76	0.38	0.51	0.70	3.10	4.06	5.54
2009	2.19	2.92	3.83	0.41	0.56	0.75	3.27	4.40	5.87
2010	2.35	3.05	4.16	0.44	0.58	0.77	3.50	4.68	6.19
2011	2.45	3.23	4.25	0.46	0.60	0.81	3.73	4.93	6.53
2012	2.63	3.38	4.44	0.48	0.63	0.83	3.85	5.13	6.85
2013	2.70	3.54	4.60	0.50	0.66	0.87	4.07	5.29	7.20
2014	2.82	3.66	4.64	0.53	0.69	0.89	4.36	5.45	7.38
2015	2.91	3.79	4.67	0.55	0.71	0.89	4.41	5.60	7.56
2016	3.16	3.91	4.75	0.58	0.73	0.91	4.62	5.70	7.59
2017	3.23	4.03	4.99	0.61	0.76	0.94	4.89	5.87	7.81
2018	3.35	4.07	5.13	0.63	0.78	0.97	5.00	5.99	8.03
2019	3.43	4.24	5.21	0.65	0.79	0.97	5.12	6.16	8.18
2020	3.56	4.32	5.26	0.67	0.80	1.00	5.25	6.35	8.32

Table 9.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 1500 mt for 1997-2006 and 2000 mt thereafter</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.73	0.99	1.41	0.14	0.18	0.27	1.16	1.40	2.17
1998	0.76	1.05	1.48	0.14	0.20	0.29	1.21	1.53	2.27
1999	0.73	1.06	1.47	0.14	0.20	0.29	1.15	1.54	2.30
2000	0.76	1.10	1.50	0.14	0.21	0.30	1.20	1.60	2.38
2001	0.78	1.13	1.55	0.15	0.21	0.31	1.23	1.66	2.43
2002	0.83	1.21	1.63	0.16	0.23	0.32	1.31	1.77	2.53
2003	0.87	1.31	1.95	0.17	0.25	0.37	1.40	1.91	2.67
2004	0.95	1.43	2.17	0.18	0.27	0.41	1.49	2.14	3.11
2005	1.08	1.61	2.46	0.20	0.31	0.46	1.70	2.42	3.48
2006	1.17	1.85	2.71	0.22	0.35	0.51	1.88	2.79	3.89
2007	1.30	2.03	2.95	0.24	0.38	0.55	2.08	3.00	4.15
2008	1.36	2.17	3.19	0.25	0.41	0.59	2.14	3.21	4.64
2009	1.56	2.31	3.22	0.28	0.44	0.63	2.32	3.50	5.03
2010	1.63	2.43	3.49	0.30	0.46	0.65	2.34	3.71	5.05
2011	1.64	2.54	3.58	0.30	0.48	0.68	2.45	3.88	5.43
2012	1.77	2.68	3.71	0.33	0.51	0.70	2.59	4.02	5.74
2013	1.85	2.79	3.91	0.35	0.53	0.73	2.80	4.15	5.97
2014	1.87	2.90	3.94	0.36	0.54	0.75	2.99	4.27	6.14
2015	2.01	3.00	3.97	0.37	0.56	0.75	3.11	4.35	6.25
2016	2.18	3.07	4.00	0.40	0.58	0.76	3.34	4.54	6.37
2017	2.26	3.18	4.18	0.42	0.60	0.80	3.57	4.64	6.58
2018	2.37	3.25	4.31	0.43	0.62	0.81	3.67	4.70	6.89
2019	2.44	3.38	4.43	0.46	0.63	0.83	3.78	4.82	6.94
2020	2.54	3.45	4.46	0.48	0.65	0.84	3.91	5.03	7.01
<i>Catch = 2000 mt for 1997-2006 and 2500 mt thereafter</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.71	0.97	1.39	0.13	0.18	0.27	1.13	1.37	2.14
1998	0.69	0.99	1.41	0.13	0.19	0.28	1.10	1.43	2.16
1999	0.63	0.95	1.36	0.12	0.18	0.27	0.98	1.38	2.11
2000	0.61	0.94	1.34	0.12	0.18	0.27	0.98	1.38	2.10
2001	0.59	0.94	1.34	0.11	0.18	0.27	0.96	1.37	2.08
2002	0.59	0.97	1.38	0.11	0.18	0.27	0.95	1.40	2.11
2003	0.58	1.01	1.65	0.11	0.19	0.31	0.93	1.48	2.24
2004	0.60	1.09	1.80	0.12	0.20	0.35	0.92	1.62	2.63
2005	0.66	1.21	2.03	0.12	0.23	0.38	1.03	1.77	2.87
2006	0.67	1.37	2.23	0.13	0.26	0.42	1.08	2.03	3.12
2007	0.69	1.50	2.44	0.13	0.28	0.45	1.10	2.15	3.56
2008	0.63	1.60	2.57	0.12	0.30	0.48	1.15	2.29	3.74
2009	0.64	1.67	2.66	0.12	0.31	0.51	1.09	2.47	3.90
2010	0.65	1.73	2.78	0.12	0.32	0.53	0.96	2.63	4.26
2011	0.60	1.78	2.89	0.12	0.34	0.54	0.87	2.73	4.38
2012	0.54	1.89	2.99	0.10	0.36	0.57	0.85	2.79	4.65
2013	0.54	1.97	3.12	0.10	0.37	0.59	0.91	2.94	4.82
2014	0.59	2.06	3.13	0.11	0.39	0.60	1.00	2.99	4.95
2015	0.62	2.14	3.17	0.12	0.40	0.60	1.07	3.04	4.95
2016	0.61	2.15	3.18	0.12	0.40	0.61	1.04	3.17	5.07
2017	0.56	2.24	3.31	0.11	0.43	0.64	0.96	3.25	5.23
2018	0.52	2.31	3.41	0.10	0.44	0.65	0.88	3.38	5.46
2019	0.47	2.38	3.52	0.09	0.45	0.67	0.81	3.44	5.42
2020	0.40	2.47	3.62	0.08	0.46	0.68	0.80	3.56	5.61
<i>Catch = 2500 mt for 1997-2006 and 3000 mt thereafter</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.69	0.95	1.37	0.13	0.18	0.26	1.10	1.34	2.11
1998	0.63	0.92	1.34	0.12	0.17	0.26	1.01	1.33	2.05
1999	0.52	0.84	1.24	0.10	0.16	0.25	0.83	1.23	1.92
2000	0.47	0.79	1.18	0.09	0.15	0.24	0.77	1.15	1.83
2001	0.41	0.75	1.14	0.08	0.14	0.22	0.66	1.07	1.76
2002	0.36	0.72	1.13	0.07	0.14	0.22	0.57	1.05	1.71
2003	0.31	0.72	1.36	0.06	0.14	0.25	0.48	1.07	1.79
2004	0.27	0.75	1.46	0.05	0.14	0.28	0.40	1.10	2.07
2005	0.23	0.79	1.62	0.04	0.15	0.31	0.35	1.17	2.31
2006	0.15	0.88	1.75	0.03	0.17	0.33	0.26	1.32	2.45
2007	0.07	0.91	1.91	0.01	0.17	0.35	0.12	1.35	2.60
2008	0.00	0.95	1.94	0.00	0.18	0.37	0.00	1.32	2.77
2009	0.00	0.96	1.96	0.00	0.18	0.38	0.00	1.35	2.79
2010	0.00	0.91	2.02	0.00	0.18	0.39	0.00	1.34	3.00
2011	0.00	0.87	2.05	0.00	0.17	0.39	0.00	1.34	3.00
2012	0.00	0.88	2.16	0.00	0.17	0.42	0.00	1.29	3.13
2013	0.00	0.86	2.22	0.00	0.16	0.42	0.00	1.29	3.46
2014	0.00	0.91	2.18	0.00	0.17	0.42	0.00	1.34	3.43
2015	0.00	0.91	2.28	0.00	0.17	0.43	0.00	1.36	3.54
2016	0.00	0.94	2.28	0.00	0.18	0.43	0.00	1.30	3.58
2017	0.00	0.90	2.38	0.00	0.17	0.45	0.00	1.31	3.63
2018	0.00	0.90	2.45	0.00	0.17	0.46	0.00	1.28	3.91
2019	0.00	0.90	2.56	0.00	0.17	0.48	0.00	1.23	3.77
2020	0.00	0.94	2.62	0.00	0.18	0.49	0.00	1.31	3.89

Table 9.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 3000 mt for 1997-2006 and 3500 mt thereafter</i>									
1996	0.56	0.71	0.87	0.11	0.13	0.17	0.95	1.02	1.26
1997	0.67	0.92	1.35	0.12	0.17	0.26	1.06	1.30	2.07
1998	0.56	0.86	1.27	0.11	0.16	0.25	0.90	1.24	1.94
1999	0.43	0.73	1.13	0.08	0.14	0.22	0.69	1.07	1.73
2000	0.34	0.64	1.02	0.06	0.12	0.21	0.55	0.93	1.58
2001	0.23	0.56	0.94	0.04	0.10	0.18	0.38	0.80	1.40
2002	0.14	0.49	0.89	0.03	0.09	0.18	0.23	0.72	1.31
2003	0.06	0.44	1.08	0.01	0.08	0.19	0.09	0.66	1.40
2004	0.00	0.41	1.12	0.00	0.08	0.22	0.00	0.61	1.59
2005	0.00	0.39	1.22	0.00	0.07	0.23	0.00	0.58	1.73
2006	0.00	0.39	1.29	0.00	0.07	0.25	0.00	0.54	1.78
2007	0.00	0.30	1.34	0.00	0.06	0.25	0.00	0.44	1.85
2008	0.00	0.18	1.36	0.00	0.03	0.26	0.00	0.28	1.87
2009	0.00	0.05	1.26	0.00	0.01	0.24	0.00	0.09	1.86
2010	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	1.90
2011	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	1.84
2012	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	1.90
2013	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	1.99
2014	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	1.86
2015	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	1.80
2016	0.00	0.00	1.23	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	1.79
2017	0.00	0.00	1.24	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	1.76
2018	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	1.85
2019	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	1.88
2020	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	1.75

Table 10. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 0 mt</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.56	5.24	11.22	0.15	0.17	0.21	1.07	1.14	1.30
1998	3.75	5.55	11.38	0.15	0.18	0.22	1.11	1.19	1.37
1999	3.80	5.67	11.54	0.15	0.18	0.22	1.11	1.22	1.41
2000	3.93	5.81	11.59	0.16	0.19	0.23	1.12	1.25	1.46
2001	4.00	5.91	11.57	0.16	0.19	0.24	1.12	1.27	1.50
2002	4.15	6.01	11.66	0.16	0.19	0.24	1.12	1.28	1.54
2003	4.25	6.07	11.68	0.16	0.20	0.25	1.12	1.30	1.57
2004	4.39	6.21	11.79	0.16	0.20	0.26	1.12	1.35	1.65
2005	4.59	6.43	12.28	0.16	0.21	0.27	1.11	1.37	1.75
2006	4.82	6.63	12.31	0.16	0.22	0.29	1.14	1.42	1.85
2007	5.00	6.83	12.43	0.17	0.22	0.30	1.15	1.47	1.92
2008	5.17	6.95	12.51	0.17	0.23	0.31	1.16	1.49	2.01
2009	5.41	7.30	12.94	0.17	0.24	0.33	1.16	1.54	2.12
2010	5.60	7.53	13.32	0.17	0.24	0.34	1.17	1.59	2.19
2011	5.72	7.59	13.33	0.17	0.25	0.35	1.17	1.62	2.23
2012	5.95	7.94	13.13	0.17	0.26	0.36	1.17	1.66	2.30
2013	6.12	8.10	13.38	0.17	0.27	0.37	1.18	1.69	2.46
2014	6.32	8.25	13.54	0.17	0.28	0.38	1.17	1.73	2.47
2015	6.46	8.33	13.51	0.17	0.28	0.38	1.16	1.80	2.51
2016	6.69	8.62	13.63	0.17	0.29	0.39	1.17	1.84	2.61
2017	6.90	8.85	13.50	0.17	0.30	0.40	1.17	1.91	2.69
2018	6.93	8.97	13.55	0.17	0.30	0.41	1.17	1.95	2.73
2019	7.19	9.21	13.61	0.17	0.31	0.42	1.18	2.01	2.80
2020	7.42	9.37	13.90	0.18	0.31	0.42	1.21	2.07	2.87
<i>Catch = 500 mt</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.54	5.22	11.20	0.15	0.17	0.21	1.06	1.13	1.30
1998	3.68	5.48	11.32	0.15	0.18	0.22	1.09	1.18	1.35
1999	3.69	5.56	11.43	0.15	0.18	0.22	1.09	1.19	1.38
2000	3.78	5.66	11.44	0.15	0.18	0.22	1.10	1.21	1.41
2001	3.80	5.71	11.37	0.15	0.19	0.23	1.09	1.22	1.44
2002	3.91	5.77	11.41	0.15	0.19	0.23	1.08	1.23	1.47
2003	3.95	5.78	11.39	0.15	0.19	0.24	1.08	1.24	1.48
2004	4.04	5.87	11.45	0.15	0.19	0.25	1.07	1.27	1.53
2005	4.18	6.02	11.89	0.15	0.20	0.26	1.07	1.29	1.61
2006	4.34	6.17	11.84	0.15	0.20	0.27	1.10	1.32	1.70
2007	4.51	6.32	11.89	0.16	0.21	0.28	1.09	1.36	1.76
2008	4.61	6.38	11.98	0.15	0.21	0.29	1.09	1.36	1.85
2009	4.77	6.68	12.28	0.16	0.22	0.29	1.09	1.41	1.91
2010	4.91	6.79	12.68	0.16	0.22	0.31	1.09	1.44	1.93
2011	4.93	6.83	12.63	0.16	0.22	0.32	1.08	1.46	1.96
2012	5.22	7.10	12.35	0.16	0.23	0.32	1.08	1.48	2.02
2013	5.33	7.21	12.62	0.16	0.24	0.33	1.08	1.51	2.13
2014	5.44	7.41	12.72	0.15	0.24	0.35	1.07	1.54	2.18
2015	5.49	7.46	12.53	0.15	0.25	0.35	1.07	1.62	2.23
2016	5.66	7.63	12.65	0.15	0.25	0.35	1.07	1.64	2.30
2017	5.81	7.86	12.52	0.15	0.26	0.37	1.07	1.69	2.39
2018	5.92	7.89	12.48	0.15	0.27	0.38	1.05	1.73	2.39
2019	6.00	8.04	12.56	0.15	0.27	0.38	1.07	1.79	2.47
2020	6.14	8.23	12.63	0.15	0.28	0.39	1.08	1.82	2.52
<i>Catch = 1000 mt</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.52	5.20	11.18	0.15	0.17	0.21	1.06	1.13	1.29
1998	3.62	5.42	11.26	0.15	0.18	0.21	1.08	1.16	1.32
1999	3.58	5.45	11.31	0.15	0.18	0.21	1.07	1.17	1.34
2000	3.63	5.51	11.28	0.15	0.18	0.22	1.07	1.17	1.37
2001	3.61	5.52	11.17	0.15	0.18	0.22	1.07	1.17	1.38
2002	3.66	5.52	11.16	0.14	0.18	0.22	1.05	1.17	1.39
2003	3.65	5.49	11.10	0.14	0.18	0.23	1.04	1.18	1.39
2004	3.70	5.51	11.11	0.14	0.18	0.24	1.02	1.19	1.41
2005	3.79	5.63	11.48	0.14	0.18	0.24	1.01	1.20	1.48
2006	3.91	5.72	11.35	0.14	0.18	0.25	1.02	1.22	1.54
2007	3.99	5.79	11.36	0.14	0.19	0.26	1.03	1.24	1.62
2008	4.06	5.84	11.47	0.14	0.19	0.27	1.02	1.24	1.65
2009	4.12	6.00	11.69	0.14	0.19	0.27	1.01	1.26	1.71
2010	4.23	6.05	12.06	0.14	0.19	0.28	0.99	1.26	1.73
2011	4.17	6.11	11.94	0.14	0.20	0.29	0.99	1.29	1.75
2012	4.35	6.30	11.60	0.14	0.20	0.29	0.97	1.29	1.80
2013	4.45	6.37	11.86	0.14	0.20	0.29	0.97	1.33	1.85
2014	4.50	6.53	11.83	0.14	0.21	0.31	0.95	1.36	1.89
2015	4.52	6.55	11.72	0.14	0.21	0.32	0.93	1.38	1.96
2016	4.50	6.70	11.68	0.14	0.21	0.33	0.94	1.42	2.01
2017	4.52	6.81	11.57	0.14	0.22	0.33	0.93	1.44	2.06
2018	4.62	6.84	11.47	0.13	0.22	0.33	0.93	1.48	2.08
2019	4.72	6.91	11.42	0.13	0.23	0.34	0.92	1.51	2.15
2020	4.93	7.04	11.62	0.13	0.23	0.34	0.90	1.53	2.20

Table 10. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 1500 mt</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.50	5.18	11.16	0.14	0.17	0.21	1.06	1.12	1.29
1998	3.56	5.35	11.20	0.15	0.18	0.21	1.07	1.15	1.31
1999	3.48	5.34	11.20	0.14	0.17	0.21	1.05	1.14	1.32
2000	3.48	5.36	11.13	0.14	0.17	0.21	1.04	1.14	1.33
2001	3.42	5.32	10.97	0.14	0.17	0.21	1.02	1.13	1.31
2002	3.41	5.28	10.92	0.14	0.17	0.21	1.01	1.12	1.32
2003	3.36	5.20	10.80	0.14	0.17	0.21	0.99	1.11	1.31
2004	3.36	5.16	10.77	0.13	0.17	0.22	0.96	1.11	1.31
2005	3.38	5.24	11.04	0.13	0.17	0.23	0.96	1.11	1.36
2006	3.47	5.26	10.87	0.13	0.17	0.23	0.95	1.11	1.41
2007	3.48	5.26	10.82	0.13	0.17	0.24	0.94	1.12	1.45
2008	3.45	5.23	10.95	0.13	0.17	0.24	0.93	1.12	1.47
2009	3.46	5.32	11.13	0.12	0.17	0.25	0.92	1.12	1.51
2010	3.53	5.34	11.43	0.12	0.17	0.25	0.89	1.11	1.52
2011	3.45	5.37	11.24	0.12	0.17	0.25	0.89	1.13	1.55
2012	3.56	5.48	10.85	0.12	0.17	0.25	0.87	1.14	1.57
2013	3.56	5.50	10.96	0.11	0.17	0.26	0.85	1.15	1.59
2014	3.56	5.60	10.95	0.11	0.17	0.27	0.83	1.16	1.62
2015	3.51	5.59	10.88	0.11	0.17	0.27	0.82	1.16	1.63
2016	3.46	5.71	10.75	0.11	0.17	0.28	0.81	1.17	1.65
2017	3.37	5.74	10.62	0.11	0.18	0.29	0.80	1.18	1.75
2018	3.32	5.62	10.53	0.11	0.18	0.29	0.78	1.17	1.76
2019	3.41	5.81	10.63	0.11	0.17	0.29	0.76	1.19	1.80
2020	3.54	5.81	10.54	0.10	0.18	0.29	0.75	1.19	1.83
<i>Catch = 2000 mt</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.48	5.16	11.14	0.14	0.17	0.21	1.06	1.12	1.28
1998	3.49	5.29	11.14	0.14	0.17	0.21	1.06	1.13	1.30
1999	3.37	5.23	11.09	0.14	0.17	0.21	1.03	1.11	1.29
2000	3.33	5.20	10.97	0.14	0.17	0.21	1.02	1.10	1.28
2001	3.23	5.13	10.77	0.14	0.16	0.20	0.98	1.09	1.26
2002	3.17	5.04	10.67	0.13	0.16	0.20	0.95	1.06	1.25
2003	3.07	4.90	10.51	0.13	0.16	0.20	0.92	1.05	1.24
2004	3.01	4.82	10.43	0.12	0.16	0.21	0.90	1.04	1.22
2005	2.98	4.84	10.61	0.12	0.15	0.21	0.88	1.03	1.27
2006	3.04	4.80	10.39	0.12	0.15	0.21	0.87	1.02	1.29
2007	2.97	4.76	10.29	0.11	0.15	0.22	0.84	1.01	1.32
2008	2.87	4.67	10.38	0.11	0.15	0.22	0.81	1.01	1.32
2009	2.81	4.69	10.52	0.11	0.15	0.22	0.79	1.00	1.33
2010	2.78	4.62	10.80	0.11	0.15	0.22	0.76	0.98	1.35
2011	2.69	4.56	10.55	0.11	0.15	0.22	0.74	0.98	1.35
2012	2.70	4.60	10.10	0.10	0.14	0.22	0.71	0.96	1.34
2013	2.64	4.57	10.06	0.09	0.14	0.23	0.69	0.95	1.36
2014	2.60	4.59	10.09	0.09	0.14	0.23	0.67	0.94	1.36
2015	2.45	4.56	9.85	0.09	0.14	0.23	0.64	0.91	1.39
2016	2.35	4.57	9.83	0.09	0.14	0.24	0.61	0.89	1.39
2017	2.22	4.56	9.68	0.08	0.14	0.24	0.60	0.89	1.49
2018	2.11	4.48	9.43	0.08	0.14	0.24	0.56	0.89	1.48
2019	2.07	4.42	9.50	0.07	0.13	0.25	0.53	0.86	1.46
2020	1.98	4.44	9.36	0.07	0.13	0.25	0.51	0.85	1.53
<i>Catch = 2500 mt</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.46	5.14	11.12	0.14	0.17	0.21	1.05	1.12	1.28
1998	3.43	5.22	11.07	0.14	0.17	0.21	1.04	1.12	1.28
1999	3.27	5.12	10.98	0.14	0.17	0.20	1.01	1.09	1.26
2000	3.17	5.05	10.81	0.13	0.16	0.20	0.98	1.07	1.24
2001	3.04	4.93	10.57	0.13	0.16	0.20	0.95	1.04	1.22
2002	2.92	4.80	10.42	0.12	0.15	0.19	0.90	1.01	1.18
2003	2.77	4.61	10.22	0.12	0.15	0.19	0.87	0.99	1.16
2004	2.67	4.47	10.09	0.11	0.14	0.19	0.82	0.96	1.15
2005	2.58	4.45	10.18	0.11	0.14	0.19	0.79	0.95	1.17
2006	2.61	4.35	9.91	0.10	0.14	0.19	0.76	0.93	1.17
2007	2.46	4.25	9.77	0.10	0.14	0.20	0.73	0.90	1.20
2008	2.34	4.13	9.78	0.09	0.13	0.20	0.69	0.89	1.20
2009	2.18	4.05	9.94	0.09	0.13	0.20	0.65	0.87	1.22
2010	2.10	3.92	10.17	0.08	0.13	0.20	0.60	0.84	1.19
2011	1.88	3.84	9.85	0.08	0.12	0.20	0.57	0.81	1.18
2012	1.81	3.74	9.36	0.07	0.12	0.19	0.54	0.79	1.18
2013	1.66	3.63	9.15	0.07	0.11	0.19	0.50	0.77	1.16
2014	1.49	3.58	9.23	0.06	0.11	0.19	0.45	0.74	1.15
2015	1.35	3.45	8.94	0.05	0.11	0.20	0.41	0.72	1.16
2016	1.16	3.44	8.91	0.05	0.10	0.20	0.36	0.69	1.14
2017	0.99	3.29	8.71	0.04	0.10	0.19	0.30	0.66	1.13
2018	0.83	3.18	8.44	0.03	0.10	0.20	0.24	0.63	1.17
2019	0.71	3.17	8.30	0.03	0.09	0.20	0.19	0.60	1.17
2020	0.53	3.01	7.98	0.02	0.09	0.20	0.13	0.56	1.16



Table 10. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 3000 mt</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.44	5.12	11.10	0.14	0.17	0.21	1.05	1.11	1.28
1998	3.36	5.16	11.01	0.14	0.17	0.20	1.03	1.11	1.27
1999	3.16	5.02	10.87	0.14	0.16	0.20	0.98	1.07	1.24
2000	3.02	4.89	10.66	0.13	0.16	0.19	0.94	1.04	1.21
2001	2.85	4.74	10.37	0.12	0.15	0.19	0.89	1.00	1.17
2002	2.68	4.55	10.17	0.12	0.15	0.19	0.84	0.96	1.14
2003	2.48	4.33	9.93	0.11	0.14	0.18	0.78	0.93	1.11
2004	2.34	4.14	9.76	0.10	0.14	0.18	0.72	0.90	1.08
2005	2.17	4.05	9.75	0.10	0.13	0.18	0.67	0.87	1.06
2006	2.17	3.90	9.43	0.09	0.13	0.18	0.63	0.85	1.04
2007	1.96	3.74	9.25	0.08	0.12	0.18	0.57	0.81	1.06
2008	1.78	3.59	9.18	0.08	0.12	0.18	0.52	0.78	1.07
2009	1.57	3.43	9.35	0.07	0.11	0.17	0.48	0.74	1.07
2010	1.37	3.25	9.48	0.06	0.11	0.17	0.41	0.71	1.02
2011	1.18	3.12	9.16	0.05	0.10	0.16	0.34	0.67	0.98
2012	0.93	2.95	8.64	0.04	0.10	0.16	0.28	0.64	0.97
2013	0.74	2.73	8.28	0.03	0.09	0.16	0.23	0.61	0.97
2014	0.55	2.64	8.37	0.02	0.08	0.16	0.15	0.58	0.97
2015	0.26	2.47	8.01	0.01	0.08	0.16	0.07	0.54	0.95
2016	0.06	2.28	7.87	0.00	0.07	0.16	0.01	0.50	0.93
2017	0.01	2.09	7.65	0.00	0.07	0.15	0.00	0.45	0.91
2018	0.00	1.88	7.35	0.00	0.06	0.15	0.00	0.42	0.88
2019	0.00	1.74	7.15	0.00	0.06	0.14	0.00	0.40	0.87
2020	0.00	1.53	6.80	0.00	0.05	0.14	0.00	0.35	0.86
<i>Catch = 500 mt for 1997-2006 and 1000 mt thereafter</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.54	5.22	11.20	0.15	0.17	0.21	1.06	1.13	1.30
1998	3.68	5.48	11.32	0.15	0.18	0.22	1.09	1.18	1.35
1999	3.69	5.56	11.43	0.15	0.18	0.22	1.09	1.19	1.38
2000	3.78	5.66	11.44	0.15	0.18	0.22	1.10	1.21	1.41
2001	3.80	5.71	11.37	0.15	0.19	0.23	1.09	1.22	1.44
2002	3.91	5.77	11.41	0.15	0.19	0.23	1.08	1.23	1.47
2003	3.95	5.78	11.39	0.15	0.19	0.24	1.08	1.24	1.48
2004	4.04	5.87	11.45	0.15	0.19	0.25	1.07	1.27	1.53
2005	4.18	6.02	11.89	0.15	0.20	0.26	1.07	1.29	1.61
2006	4.34	6.17	11.84	0.15	0.20	0.27	1.10	1.32	1.70
2007	4.51	6.32	11.89	0.16	0.21	0.28	1.09	1.36	1.76
2008	4.60	6.36	11.97	0.15	0.21	0.29	1.09	1.36	1.85
2009	4.71	6.62	12.21	0.16	0.21	0.29	1.08	1.39	1.89
2010	4.81	6.68	12.59	0.16	0.22	0.30	1.08	1.42	1.91
2011	4.78	6.69	12.49	0.16	0.22	0.31	1.06	1.43	1.91
2012	5.01	6.89	12.15	0.15	0.22	0.32	1.07	1.44	1.95
2013	5.09	6.97	12.38	0.15	0.23	0.32	1.06	1.46	2.04
2014	5.15	7.12	12.42	0.15	0.23	0.33	1.04	1.49	2.08
2015	5.14	7.12	12.17	0.15	0.24	0.34	1.03	1.55	2.11
2016	5.25	7.21	12.26	0.15	0.24	0.34	1.03	1.56	2.15
2017	5.34	7.41	12.09	0.15	0.24	0.35	1.02	1.59	2.22
2018	5.36	7.40	11.96	0.15	0.25	0.35	0.99	1.61	2.25
2019	5.46	7.49	12.02	0.14	0.25	0.36	0.98	1.66	2.31
2020	5.54	7.66	12.08	0.14	0.25	0.35	1.00	1.68	2.32
<i>Catch = 1000 mt for 1997-2006 and 1500 mt thereafter</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.52	5.20	11.18	0.15	0.17	0.21	1.06	1.13	1.29
1998	3.62	5.42	11.26	0.15	0.18	0.21	1.08	1.16	1.32
1999	3.58	5.45	11.31	0.15	0.18	0.21	1.07	1.17	1.34
2000	3.63	5.51	11.28	0.15	0.18	0.22	1.07	1.17	1.37
2001	3.61	5.52	11.17	0.15	0.18	0.22	1.07	1.17	1.38
2002	3.66	5.52	11.16	0.14	0.18	0.22	1.05	1.17	1.39
2003	3.65	5.49	11.10	0.14	0.18	0.23	1.04	1.18	1.39
2004	3.70	5.51	11.11	0.14	0.18	0.24	1.02	1.19	1.41
2005	3.79	5.63	11.48	0.14	0.18	0.24	1.01	1.20	1.48
2006	3.91	5.72	11.35	0.14	0.18	0.25	1.02	1.22	1.54
2007	3.99	5.79	11.36	0.14	0.19	0.26	1.03	1.24	1.62
2008	4.04	5.82	11.45	0.14	0.19	0.27	1.02	1.24	1.64
2009	4.06	5.94	11.63	0.14	0.19	0.27	1.00	1.25	1.69
2010	4.13	5.94	11.96	0.14	0.19	0.28	0.98	1.25	1.70
2011	4.03	5.95	11.79	0.14	0.19	0.28	0.97	1.26	1.72
2012	4.16	6.11	11.40	0.14	0.19	0.28	0.94	1.25	1.77
2013	4.21	6.14	11.62	0.13	0.20	0.28	0.92	1.28	1.78
2014	4.21	6.23	11.51	0.13	0.19	0.30	0.90	1.29	1.82
2015	4.18	6.19	11.38	0.13	0.20	0.31	0.89	1.30	1.87
2016	4.11	6.31	11.27	0.13	0.20	0.31	0.88	1.32	1.88
2017	4.10	6.38	11.14	0.13	0.20	0.32	0.86	1.33	1.95
2018	4.10	6.34	10.98	0.12	0.20	0.32	0.84	1.35	2.02
2019	4.20	6.39	10.91	0.12	0.20	0.31	0.83	1.36	1.99
2020	4.31	6.46	11.07	0.12	0.21	0.32	0.83	1.41	2.04

Table 10. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 1500 mt for 1997-2006 and 2000 mt thereafter</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.50	5.18	11.16	0.14	0.17	0.21	1.06	1.12	1.29
1998	3.56	5.35	11.20	0.15	0.18	0.21	1.07	1.15	1.31
1999	3.48	5.34	11.20	0.14	0.17	0.21	1.05	1.14	1.32
2000	3.48	5.36	11.13	0.14	0.17	0.21	1.04	1.14	1.33
2001	3.42	5.32	10.97	0.14	0.17	0.21	1.02	1.13	1.31
2002	3.41	5.28	10.92	0.14	0.17	0.21	1.01	1.12	1.32
2003	3.36	5.20	10.80	0.14	0.17	0.21	0.99	1.11	1.31
2004	3.36	5.16	10.77	0.13	0.17	0.22	0.96	1.11	1.31
2005	3.38	5.24	11.04	0.13	0.17	0.23	0.96	1.11	1.36
2006	3.47	5.26	10.87	0.13	0.17	0.23	0.95	1.11	1.41
2007	3.48	5.26	10.82	0.13	0.17	0.24	0.94	1.12	1.45
2008	3.43	5.21	10.93	0.13	0.17	0.24	0.92	1.12	1.47
2009	3.40	5.26	11.07	0.12	0.17	0.24	0.91	1.11	1.50
2010	3.42	5.22	11.33	0.12	0.16	0.25	0.88	1.10	1.50
2011	3.31	5.21	11.10	0.12	0.16	0.25	0.86	1.10	1.52
2012	3.37	5.28	10.65	0.11	0.16	0.25	0.84	1.10	1.50
2013	3.31	5.26	10.72	0.11	0.16	0.25	0.81	1.11	1.52
2014	3.28	5.30	10.65	0.11	0.16	0.26	0.78	1.09	1.52
2015	3.18	5.25	10.51	0.10	0.16	0.26	0.74	1.08	1.56
2016	3.07	5.32	10.35	0.10	0.16	0.27	0.73	1.06	1.59
2017	2.93	5.28	10.20	0.10	0.16	0.27	0.71	1.06	1.64
2018	2.83	5.14	10.07	0.09	0.16	0.27	0.68	1.05	1.66
2019	2.82	5.26	10.09	0.09	0.16	0.27	0.66	1.05	1.65
2020	2.90	5.22	9.93	0.09	0.15	0.27	0.63	1.04	1.66
<i>Catch = 200 mt then 2500 mt thereafter</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.48	5.16	11.14	0.14	0.17	0.21	1.06	1.12	1.28
1998	3.49	5.29	11.14	0.14	0.17	0.21	1.06	1.13	1.30
1999	3.37	5.23	11.09	0.14	0.17	0.21	1.03	1.11	1.29
2000	3.33	5.20	10.97	0.14	0.17	0.21	1.02	1.10	1.28
2001	3.23	5.13	10.77	0.14	0.16	0.20	0.98	1.09	1.26
2002	3.17	5.04	10.67	0.13	0.16	0.20	0.95	1.06	1.25
2003	3.07	4.90	10.51	0.13	0.16	0.20	0.92	1.05	1.24
2004	3.01	4.82	10.43	0.12	0.16	0.21	0.90	1.04	1.22
2005	2.98	4.84	10.61	0.12	0.15	0.21	0.88	1.03	1.27
2006	3.04	4.80	10.39	0.12	0.15	0.21	0.87	1.02	1.29
2007	2.97	4.76	10.29	0.11	0.15	0.22	0.84	1.01	1.32
2008	2.85	4.65	10.36	0.11	0.15	0.22	0.81	1.00	1.32
2009	2.75	4.63	10.45	0.11	0.15	0.22	0.78	0.98	1.32
2010	2.67	4.51	10.70	0.10	0.15	0.22	0.74	0.96	1.33
2011	2.54	4.42	10.40	0.10	0.14	0.21	0.71	0.94	1.32
2012	2.49	4.38	9.91	0.09	0.14	0.21	0.68	0.92	1.30
2013	2.39	4.33	9.81	0.09	0.14	0.22	0.65	0.90	1.31
2014	2.29	4.29	9.78	0.08	0.13	0.22	0.61	0.87	1.28
2015	2.11	4.22	9.50	0.08	0.13	0.22	0.57	0.84	1.32
2016	1.95	4.17	9.43	0.07	0.13	0.22	0.54	0.82	1.31
2017	1.79	4.09	9.23	0.07	0.12	0.22	0.50	0.80	1.33
2018	1.63	3.99	8.95	0.06	0.12	0.23	0.46	0.78	1.37
2019	1.47	3.89	8.98	0.06	0.12	0.23	0.42	0.75	1.36
2020	1.33	3.82	8.71	0.05	0.11	0.23	0.39	0.73	1.34
<i>Catch = 2500 mt for 1997-2006 and 3000 mt thereafter</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.46	5.14	11.12	0.14	0.17	0.21	1.05	1.12	1.28
1998	3.43	5.22	11.07	0.14	0.17	0.21	1.04	1.12	1.28
1999	3.27	5.12	10.98	0.14	0.17	0.20	1.01	1.09	1.26
2000	3.17	5.05	10.81	0.13	0.16	0.20	0.98	1.07	1.24
2001	3.04	4.93	10.57	0.13	0.16	0.20	0.95	1.04	1.22
2002	2.92	4.80	10.42	0.12	0.15	0.19	0.90	1.01	1.18
2003	2.77	4.61	10.22	0.12	0.15	0.19	0.87	0.99	1.16
2004	2.67	4.47	10.09	0.11	0.14	0.19	0.82	0.96	1.15
2005	2.58	4.45	10.18	0.11	0.14	0.19	0.79	0.95	1.17
2006	2.61	4.35	9.91	0.10	0.14	0.19	0.76	0.93	1.17
2007	2.46	4.25	9.77	0.10	0.14	0.20	0.73	0.90	1.20
2008	2.32	4.11	9.76	0.09	0.13	0.20	0.68	0.89	1.20
2009	2.12	3.99	9.87	0.09	0.13	0.20	0.63	0.85	1.21
2010	1.99	3.81	10.08	0.08	0.12	0.19	0.57	0.82	1.18
2011	1.74	3.69	9.71	0.07	0.12	0.19	0.52	0.78	1.15
2012	1.62	3.54	9.18	0.06	0.11	0.18	0.49	0.76	1.15
2013	1.41	3.38	8.91	0.06	0.11	0.18	0.42	0.72	1.11
2014	1.18	3.29	8.93	0.05	0.10	0.19	0.37	0.68	1.09
2015	0.99	3.11	8.59	0.04	0.10	0.19	0.29	0.63	1.09
2016	0.76	3.01	8.51	0.03	0.09	0.18	0.22	0.61	1.07
2017	0.54	2.85	8.24	0.02	0.09	0.18	0.17	0.59	1.05
2018	0.33	2.70	7.92	0.01	0.08	0.18	0.10	0.54	1.05
2019	0.06	2.57	7.73	0.00	0.08	0.18	0.02	0.51	1.02
2020	0.00	2.38	7.38	0.00	0.07	0.18	0.00	0.46	1.00

Table 10. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 3000 mt for 1997-2006 and 3500 mt thereafter</i>									
1996	3.04	4.67	9.85	0.13	0.15	0.18	1.00	1.02	1.07
1997	3.44	5.12	11.10	0.14	0.17	0.21	1.05	1.11	1.28
1998	3.36	5.16	11.01	0.14	0.17	0.20	1.03	1.11	1.27
1999	3.16	5.02	10.87	0.14	0.16	0.20	0.98	1.07	1.24
2000	3.02	4.89	10.66	0.13	0.16	0.19	0.94	1.04	1.21
2001	2.85	4.74	10.37	0.12	0.15	0.19	0.89	1.00	1.17
2002	2.68	4.55	10.17	0.12	0.15	0.19	0.84	0.96	1.14
2003	2.48	4.33	9.93	0.11	0.14	0.18	0.78	0.93	1.11
2004	2.34	4.14	9.76	0.10	0.14	0.18	0.72	0.90	1.08
2005	2.17	4.05	9.75	0.10	0.13	0.18	0.67	0.87	1.06
2006	2.17	3.90	9.43	0.09	0.13	0.18	0.63	0.85	1.04
2007	1.96	3.74	9.25	0.08	0.12	0.18	0.57	0.81	1.06
2008	1.76	3.57	9.16	0.08	0.12	0.18	0.52	0.77	1.07
2009	1.51	3.38	9.29	0.06	0.11	0.17	0.46	0.72	1.05
2010	1.27	3.15	9.37	0.05	0.10	0.17	0.38	0.69	1.00
2011	1.03	2.97	9.02	0.04	0.10	0.16	0.31	0.65	0.96
2012	0.74	2.75	8.46	0.03	0.09	0.16	0.24	0.62	0.95
2013	0.50	2.48	8.03	0.02	0.08	0.15	0.15	0.58	0.93
2014	0.24	2.35	8.07	0.01	0.08	0.15	0.06	0.53	0.91
2015	0.03	2.11	7.67	0.00	0.07	0.15	0.01	0.48	0.89
2016	0.00	1.89	7.46	0.00	0.06	0.14	0.00	0.44	0.86
2017	0.00	1.63	7.22	0.00	0.06	0.14	0.00	0.38	0.84
2018	0.00	1.38	6.85	0.00	0.05	0.13	0.00	0.33	0.81
2019	0.00	1.14	6.62	0.00	0.04	0.13	0.00	0.27	0.77
2020	0.00	0.94	6.22	0.00	0.03	0.12	0.00	0.22	0.75

Table 11. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 0 mt</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.42	0.51	0.61	0.11	0.14	0.16	1.16	1.28	1.39	0.08	0.10	0.12
1999	0.56	0.67	0.79	0.15	0.18	0.21	1.49	1.67	1.82	0.11	0.14	0.16
2000	0.67	0.80	0.93	0.18	0.22	0.25	1.77	2.00	2.19	0.13	0.16	0.19
2001	0.76	0.91	1.06	0.20	0.24	0.29	2.00	2.28	2.50	0.15	0.19	0.22
2002	0.86	1.02	1.19	0.22	0.27	0.32	2.24	2.57	2.84	0.17	0.21	0.24
2003	0.95	1.17	1.41	0.25	0.31	0.38	2.49	2.91	3.40	0.19	0.24	0.28
2004	1.07	1.31	1.60	0.28	0.35	0.43	2.76	3.30	3.91	0.21	0.26	0.33
2005	1.18	1.44	1.88	0.31	0.39	0.51	2.98	3.66	4.49	0.23	0.29	0.39
2006	1.30	1.63	2.12	0.34	0.44	0.58	3.27	4.10	5.07	0.26	0.33	0.43
2007	1.47	1.85	2.38	0.37	0.50	0.66	3.71	4.72	5.96	0.28	0.38	0.50
2008	1.66	2.13	2.78	0.43	0.58	0.76	4.20	5.48	6.82	0.32	0.44	0.58
2009	1.96	2.49	3.16	0.50	0.67	0.87	4.75	6.30	7.89	0.38	0.51	0.65
2010	2.20	2.83	3.63	0.57	0.77	0.99	5.33	7.12	9.15	0.43	0.58	0.74
2011	2.53	3.21	4.06	0.65	0.87	1.12	5.96	8.19	10.20	0.50	0.66	0.84
2012	2.72	3.65	4.52	0.70	0.98	1.25	6.72	9.12	11.32	0.53	0.74	0.94
2013	3.02	4.09	5.01	0.79	1.09	1.37	7.36	10.22	12.56	0.60	0.83	1.04
2014	3.37	4.53	5.51	0.88	1.22	1.52	8.45	11.23	13.51	0.66	0.92	1.15
2015	3.81	4.88	6.01	0.98	1.32	1.66	9.52	12.31	15.02	0.74	0.99	1.25
2016	4.18	5.29	6.49	1.07	1.44	1.81	10.23	13.35	16.56	0.81	1.09	1.37
<i>Catch = 500 mt</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.38	0.47	0.57	0.10	0.13	0.15	1.05	1.18	1.29	0.08	0.10	0.12
1999	0.47	0.58	0.70	0.12	0.16	0.19	1.27	1.44	1.60	0.09	0.12	0.14
2000	0.53	0.66	0.79	0.14	0.18	0.22	1.43	1.64	1.84	0.10	0.13	0.16
2001	0.58	0.73	0.88	0.15	0.20	0.24	1.56	1.81	2.04	0.11	0.15	0.18
2002	0.63	0.80	0.97	0.16	0.21	0.26	1.68	1.98	2.25	0.12	0.16	0.20
2003	0.68	0.89	1.14	0.18	0.24	0.30	1.84	2.25	2.69	0.14	0.18	0.23
2004	0.75	0.99	1.28	0.20	0.26	0.35	1.96	2.48	3.10	0.15	0.20	0.26
2005	0.83	1.09	1.49	0.22	0.29	0.41	2.12	2.74	3.49	0.16	0.22	0.31
2006	0.91	1.22	1.68	0.24	0.33	0.45	2.27	3.06	3.98	0.18	0.25	0.34
2007	1.01	1.38	1.90	0.26	0.38	0.52	2.53	3.52	4.57	0.20	0.28	0.39
2008	1.12	1.59	2.22	0.30	0.42	0.61	2.91	4.05	5.30	0.23	0.32	0.46
2009	1.31	1.85	2.48	0.35	0.50	0.68	3.19	4.66	6.08	0.26	0.37	0.51
2010	1.47	2.11	2.79	0.38	0.57	0.78	3.63	5.24	6.95	0.29	0.43	0.58
2011	1.65	2.39	3.18	0.43	0.64	0.87	4.05	5.98	7.79	0.33	0.48	0.65
2012	1.79	2.71	3.48	0.46	0.72	0.96	4.55	6.72	8.75	0.35	0.55	0.73
2013	2.00	2.99	3.96	0.52	0.80	1.07	5.12	7.42	9.71	0.39	0.61	0.81
2014	2.25	3.36	4.36	0.59	0.90	1.21	5.83	8.35	10.49	0.45	0.68	0.91
2015	2.50	3.61	4.80	0.66	0.97	1.33	6.47	9.12	11.53	0.50	0.73	1.00
2016	2.86	3.99	5.15	0.74	1.07	1.42	7.11	10.04	12.71	0.56	0.81	1.07
<i>Catch = 1000 mt</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.34	0.43	0.53	0.09	0.12	0.14	0.94	1.08	1.19	0.07	0.09	0.11
1999	0.38	0.49	0.61	0.10	0.13	0.16	1.04	1.23	1.37	0.08	0.10	0.12
2000	0.39	0.53	0.66	0.10	0.14	0.18	1.08	1.31	1.50	0.08	0.11	0.13
2001	0.39	0.55	0.70	0.11	0.15	0.19	1.08	1.36	1.58	0.08	0.11	0.14
2002	0.40	0.57	0.75	0.11	0.15	0.20	1.10	1.42	1.69	0.08	0.12	0.15
2003	0.40	0.61	0.85	0.11	0.16	0.23	1.13	1.53	1.95	0.08	0.12	0.17
2004	0.41	0.66	0.95	0.11	0.18	0.26	1.15	1.65	2.21	0.08	0.13	0.19
2005	0.46	0.71	1.09	0.12	0.19	0.30	1.19	1.77	2.56	0.09	0.14	0.23
2006	0.49	0.79	1.20	0.12	0.21	0.33	1.22	1.96	2.86	0.09	0.16	0.25
2007	0.49	0.88	1.36	0.13	0.23	0.37	1.30	2.21	3.23	0.10	0.18	0.28
2008	0.54	0.98	1.54	0.14	0.26	0.42	1.41	2.45	3.63	0.11	0.20	0.32
2009	0.59	1.09	1.73	0.15	0.29	0.47	1.63	2.77	4.06	0.12	0.22	0.35
2010	0.65	1.22	1.97	0.16	0.34	0.54	1.70	3.17	4.62	0.13	0.26	0.41
2011	0.72	1.42	2.18	0.19	0.38	0.60	1.86	3.57	5.11	0.14	0.29	0.45
2012	0.75	1.60	2.39	0.19	0.43	0.66	1.85	3.95	5.85	0.15	0.33	0.50
2013	0.84	1.76	2.73	0.21	0.47	0.75	2.06	4.33	6.40	0.16	0.36	0.56
2014	0.90	1.98	3.01	0.23	0.53	0.84	2.30	4.87	7.18	0.17	0.40	0.63
2015	0.99	2.15	3.39	0.25	0.57	0.93	2.47	5.27	7.83	0.19	0.43	0.70
2016	1.04	2.37	3.69	0.26	0.64	1.00	2.73	5.87	8.61	0.20	0.48	0.76

Table 11. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 1500 mt</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.30	0.39	0.49	0.08	0.11	0.13	0.84	0.98	1.09	0.06	0.08	0.10
1999	0.29	0.41	0.52	0.08	0.11	0.14	0.81	1.01	1.17	0.06	0.08	0.11
2000	0.26	0.39	0.52	0.07	0.11	0.14	0.73	0.97	1.18	0.05	0.08	0.11
2001	0.21	0.37	0.52	0.06	0.10	0.14	0.60	0.91	1.17	0.04	0.07	0.11
2002	0.17	0.35	0.52	0.04	0.09	0.14	0.47	0.86	1.17	0.03	0.07	0.10
2003	0.13	0.33	0.55	0.03	0.09	0.15	0.33	0.82	1.28	0.02	0.07	0.11
2004	0.08	0.31	0.57	0.02	0.09	0.16	0.22	0.78	1.38	0.01	0.06	0.12
2005	0.05	0.30	0.67	0.01	0.08	0.18	0.13	0.73	1.57	0.01	0.06	0.14
2006	0.01	0.29	0.68	0.00	0.08	0.19	0.03	0.73	1.66	0.00	0.06	0.14
2007	0.00	0.28	0.76	0.00	0.07	0.21	0.01	0.70	1.77	0.00	0.06	0.16
2008	0.00	0.27	0.86	0.00	0.07	0.24	0.00	0.67	1.92	0.00	0.06	0.18
2009	0.00	0.26	0.89	0.00	0.07	0.24	0.00	0.61	2.00	0.00	0.05	0.18
2010	0.00	0.24	0.99	0.00	0.06	0.27	0.00	0.55	2.25	0.00	0.05	0.21
2011	0.00	0.21	1.03	0.00	0.06	0.28	0.00	0.49	2.30	0.00	0.04	0.21
2012	0.00	0.18	1.07	0.00	0.05	0.29	0.00	0.46	2.68	0.00	0.04	0.22
2013	0.00	0.12	1.24	0.00	0.03	0.34	0.00	0.32	3.05	0.00	0.03	0.25
2014	0.00	0.09	1.41	0.00	0.03	0.38	0.00	0.25	3.24	0.00	0.02	0.29
2015	0.00	0.05	1.59	0.00	0.01	0.44	0.00	0.14	3.63	0.00	0.01	0.33
2016	0.00	0.01	1.64	0.00	0.00	0.45	0.00	0.03	4.08	0.00	0.00	0.34
<i>Catch = 2000 mt</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.26	0.35	0.45	0.07	0.09	0.12	0.74	0.88	1.00	0.05	0.07	0.09
1999	0.21	0.32	0.43	0.06	0.09	0.12	0.60	0.81	0.97	0.04	0.06	0.09
2000	0.13	0.26	0.39	0.03	0.07	0.11	0.38	0.66	0.88	0.03	0.05	0.08
2001	0.05	0.19	0.34	0.01	0.05	0.09	0.14	0.49	0.76	0.01	0.04	0.07
2002	0.01	0.13	0.29	0.00	0.03	0.08	0.03	0.32	0.65	0.00	0.03	0.06
2003	0.00	0.06	0.26	0.00	0.02	0.07	0.01	0.14	0.59	0.00	0.01	0.05
2004	0.00	0.01	0.22	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	0.50	0.00	0.00	0.05
2005	0.00	0.01	0.19	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.45	0.00	0.00	0.04
2006	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.32	0.00	0.00	0.03
2007	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.02
2008	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Catch = 2500 mt</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.22	0.31	0.41	0.06	0.08	0.11	0.63	0.79	0.91	0.04	0.06	0.08
1999	0.13	0.24	0.35	0.03	0.06	0.09	0.38	0.61	0.78	0.03	0.05	0.07
2000	0.03	0.14	0.26	0.01	0.04	0.07	0.07	0.36	0.59	0.01	0.03	0.05
2001	0.01	0.04	0.17	0.00	0.01	0.05	0.02	0.11	0.38	0.00	0.01	0.04
2002	0.00	0.01	0.09	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.19	0.00	0.00	0.02
2003	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2006	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Table 11. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 3000 mt</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.18	0.28	0.37	0.05	0.07	0.10	0.53	0.70	0.82	0.04	0.06	0.08
1999	0.06	0.16	0.27	0.02	0.04	0.07	0.17	0.41	0.60	0.01	0.03	0.05
2000	0.01	0.04	0.14	0.00	0.01	0.04	0.04	0.09	0.33	0.00	0.01	0.03
2001	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.09	0.00	0.00	0.01
2002	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
2003	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Catch = 500 mt for 1997-2006 and 1000 mt thereafter</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.38	0.47	0.57	0.10	0.13	0.15	1.05	1.18	1.29	0.08	0.10	0.12
1999	0.47	0.58	0.70	0.12	0.16	0.19	1.27	1.44	1.60	0.09	0.12	0.14
2000	0.53	0.66	0.79	0.14	0.18	0.22	1.43	1.64	1.84	0.10	0.13	0.16
2001	0.58	0.73	0.88	0.15	0.20	0.24	1.56	1.81	2.04	0.11	0.15	0.18
2002	0.63	0.80	0.97	0.16	0.21	0.26	1.68	1.98	2.25	0.12	0.16	0.20
2003	0.68	0.89	1.14	0.18	0.24	0.30	1.84	2.25	2.69	0.14	0.18	0.23
2004	0.75	0.99	1.28	0.20	0.26	0.35	1.96	2.48	3.10	0.15	0.20	0.26
2005	0.83	1.09	1.49	0.22	0.29	0.41	2.12	2.74	3.49	0.16	0.22	0.31
2006	0.91	1.22	1.68	0.24	0.33	0.45	2.27	3.06	3.98	0.18	0.25	0.34
2007	1.01	1.38	1.90	0.26	0.38	0.52	2.53	3.52	4.57	0.20	0.28	0.39
2008	1.12	1.59	2.22	0.30	0.42	0.61	2.91	4.05	5.30	0.23	0.32	0.46
2009	1.27	1.81	2.43	0.34	0.49	0.67	3.10	4.55	5.96	0.26	0.37	0.50
2010	1.39	2.03	2.70	0.36	0.55	0.75	3.44	5.04	6.74	0.27	0.41	0.56
2011	1.52	2.26	3.06	0.39	0.61	0.83	3.76	5.67	7.46	0.30	0.46	0.63
2012	1.62	2.54	3.31	0.42	0.68	0.92	4.19	6.31	8.35	0.32	0.51	0.69
2013	1.79	2.78	3.76	0.47	0.75	1.01	4.64	6.91	9.07	0.35	0.57	0.77
2014	2.00	3.11	4.11	0.53	0.84	1.14	5.22	7.75	9.88	0.40	0.63	0.86
2015	2.21	3.31	4.49	0.59	0.89	1.25	5.70	8.34	10.76	0.44	0.68	0.94
2016	2.51	3.67	4.81	0.66	0.98	1.33	6.29	9.16	11.86	0.50	0.74	1.01
<i>Catch = 1000 mt for 1997-2006 and 1500 mt thereafter</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.34	0.43	0.53	0.09	0.12	0.14	0.94	1.08	1.19	0.07	0.09	0.11
1999	0.38	0.49	0.61	0.10	0.13	0.16	1.04	1.23	1.37	0.08	0.10	0.12
2000	0.39	0.53	0.66	0.10	0.14	0.18	1.08	1.31	1.50	0.08	0.11	0.13
2001	0.39	0.55	0.70	0.11	0.15	0.19	1.08	1.36	1.58	0.08	0.11	0.14
2002	0.40	0.57	0.75	0.11	0.15	0.20	1.10	1.42	1.69	0.08	0.12	0.15
2003	0.40	0.61	0.85	0.11	0.16	0.23	1.13	1.53	1.95	0.08	0.12	0.17
2004	0.41	0.66	0.95	0.11	0.18	0.26	1.15	1.65	2.21	0.08	0.13	0.19
2005	0.46	0.71	1.09	0.12	0.19	0.30	1.19	1.77	2.56	0.09	0.14	0.23
2006	0.49	0.79	1.20	0.12	0.21	0.33	1.22	1.96	2.86	0.09	0.16	0.25
2007	0.49	0.88	1.36	0.13	0.23	0.37	1.30	2.21	3.23	0.10	0.18	0.28
2008	0.54	0.98	1.54	0.14	0.26	0.42	1.41	2.45	3.63	0.11	0.20	0.32
2009	0.55	1.05	1.69	0.14	0.28	0.46	1.52	2.66	3.94	0.11	0.21	0.35
2010	0.57	1.14	1.88	0.14	0.32	0.52	1.50	2.96	4.45	0.11	0.24	0.39
2011	0.59	1.29	2.05	0.16	0.35	0.56	1.56	3.27	4.84	0.12	0.26	0.43
2012	0.59	1.43	2.22	0.15	0.39	0.62	1.43	3.53	5.38	0.11	0.29	0.47
2013	0.61	1.54	2.51	0.16	0.41	0.69	1.51	3.78	5.88	0.12	0.31	0.52
2014	0.65	1.71	2.76	0.16	0.45	0.76	1.58	4.24	6.50	0.12	0.34	0.57
2015	0.67	1.84	3.09	0.17	0.49	0.85	1.75	4.45	7.02	0.13	0.37	0.64
2016	0.68	2.02	3.35	0.17	0.54	0.91	1.73	4.99	7.77	0.13	0.41	0.68

Table 11. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 1500 mt for 1997-2006 and 2000 mt thereafter</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.30	0.39	0.49	0.08	0.11	0.13	0.84	0.98	1.09	0.06	0.08	0.10
1999	0.29	0.41	0.52	0.08	0.11	0.14	0.81	1.01	1.17	0.06	0.08	0.11
2000	0.26	0.39	0.52	0.07	0.11	0.14	0.73	0.97	1.18	0.05	0.08	0.11
2001	0.21	0.37	0.52	0.06	0.10	0.14	0.60	0.91	1.17	0.04	0.07	0.11
2002	0.17	0.35	0.52	0.04	0.09	0.14	0.47	0.86	1.17	0.03	0.07	0.10
2003	0.13	0.33	0.55	0.03	0.09	0.15	0.33	0.82	1.28	0.02	0.07	0.11
2004	0.08	0.31	0.57	0.02	0.09	0.16	0.22	0.78	1.38	0.01	0.06	0.12
2005	0.05	0.30	0.67	0.01	0.08	0.18	0.13	0.73	1.57	0.01	0.06	0.14
2006	0.01	0.29	0.68	0.00	0.08	0.19	0.03	0.73	1.66	0.00	0.06	0.14
2007	0.00	0.28	0.76	0.00	0.07	0.21	0.01	0.70	1.77	0.00	0.06	0.16
2008	0.00	0.27	0.86	0.00	0.07	0.24	0.00	0.67	1.92	0.00	0.06	0.18
2009	0.00	0.22	0.85	0.00	0.06	0.23	0.00	0.52	1.91	0.00	0.04	0.18
2010	0.00	0.16	0.91	0.00	0.04	0.25	0.00	0.38	2.05	0.00	0.03	0.19
2011	0.00	0.10	0.91	0.00	0.03	0.25	0.00	0.24	2.02	0.00	0.02	0.19
2012	0.00	0.02	0.90	0.00	0.01	0.25	0.00	0.06	2.27	0.00	0.01	0.19
2013	0.00	0.01	1.03	0.00	0.00	0.28	0.00	0.02	2.53	0.00	0.00	0.21
2014	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	0.31	0.00	0.01	2.63	0.00	0.00	0.23
2015	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	2.91	0.00	0.00	0.26
2016	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	3.07	0.00	0.00	0.26
<i>Catch = 2000 mt for 1997-2006 and 2500 mt thereafter</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.26	0.35	0.45	0.07	0.09	0.12	0.74	0.88	1.00	0.05	0.07	0.09
1999	0.21	0.32	0.43	0.06	0.09	0.12	0.60	0.81	0.97	0.04	0.06	0.09
2000	0.13	0.26	0.39	0.03	0.07	0.11	0.38	0.66	0.88	0.03	0.05	0.08
2001	0.05	0.19	0.34	0.01	0.05	0.09	0.14	0.49	0.76	0.01	0.04	0.07
2002	0.01	0.13	0.29	0.00	0.03	0.08	0.03	0.32	0.65	0.00	0.03	0.06
2003	0.00	0.06	0.26	0.00	0.02	0.07	0.01	0.14	0.59	0.00	0.01	0.05
2004	0.00	0.01	0.22	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	0.50	0.00	0.00	0.05
2005	0.00	0.01	0.19	0.00	0.00	0.05	0.00	0.01	0.45	0.00	0.00	0.04
2006	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.32	0.00	0.00	0.03
2007	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.02
2008	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Catch = 2500 mt for 1997-2006 and 3000 mt thereafter</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.22	0.31	0.41	0.06	0.08	0.11	0.63	0.79	0.91	0.04	0.06	0.08
1999	0.13	0.24	0.35	0.03	0.06	0.09	0.38	0.61	0.78	0.03	0.05	0.07
2000	0.03	0.14	0.26	0.01	0.04	0.07	0.07	0.36	0.59	0.01	0.03	0.05
2001	0.01	0.04	0.17	0.00	0.01	0.05	0.02	0.11	0.38	0.00	0.01	0.04
2002	0.00	0.01	0.09	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.19	0.00	0.00	0.02
2003	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2006	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Table 11. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 3000 mt for 1997-2006 and 3500 mt thereafter</i>												
1996	0.32	0.38	0.46	0.09	0.10	0.12	0.91	0.95	0.99	0.06	0.08	0.09
1997	0.29	0.36	0.44	0.08	0.10	0.12	0.81	0.90	0.98	0.06	0.07	0.09
1998	0.18	0.28	0.37	0.05	0.07	0.10	0.53	0.70	0.82	0.04	0.06	0.08
1999	0.06	0.16	0.27	0.02	0.04	0.07	0.17	0.41	0.60	0.01	0.03	0.05
2000	0.01	0.04	0.14	0.00	0.01	0.04	0.04	0.09	0.33	0.00	0.01	0.03
2001	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.09	0.00	0.00	0.01
2002	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
2003	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Table 12. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 0 mt</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.79	1.11	1.68	0.13	0.17	0.22	0.90	0.95	1.02	0.11	0.14	0.19
1999	0.91	1.23	1.79	0.15	0.19	0.23	0.96	1.05	1.19	0.13	0.16	0.20
2000	1.01	1.34	1.91	0.17	0.21	0.25	1.01	1.15	1.36	0.14	0.18	0.22
2001	1.12	1.45	2.03	0.18	0.22	0.27	1.05	1.24	1.52	0.15	0.19	0.23
2002	1.23	1.58	2.16	0.20	0.24	0.29	1.10	1.35	1.71	0.17	0.20	0.25
2003	1.42	1.76	2.35	0.22	0.27	0.33	1.19	1.50	2.01	0.18	0.23	0.28
2004	1.53	1.95	2.52	0.23	0.29	0.37	1.26	1.64	2.28	0.20	0.25	0.31
2005	1.69	2.15	2.75	0.25	0.32	0.42	1.33	1.79	2.57	0.21	0.27	0.35
2006	1.80	2.29	2.98	0.27	0.34	0.45	1.41	1.91	2.82	0.22	0.29	0.38
2007	1.90	2.44	3.36	0.28	0.37	0.50	1.46	2.08	3.09	0.24	0.31	0.42
2008	2.03	2.63	3.48	0.29	0.40	0.55	1.51	2.24	3.38	0.25	0.34	0.46
2009	2.28	2.86	3.69	0.31	0.43	0.59	1.56	2.40	3.75	0.27	0.37	0.50
2010	2.43	3.10	3.98	0.32	0.47	0.64	1.62	2.57	4.08	0.28	0.40	0.54
2011	2.63	3.36	4.20	0.35	0.50	0.69	1.73	2.78	4.42	0.30	0.43	0.57
2012	2.82	3.57	4.55	0.38	0.54	0.77	1.80	3.00	4.77	0.33	0.46	0.65
2013	3.04	3.87	5.01	0.40	0.59	0.85	1.96	3.21	5.51	0.35	0.50	0.71
2014	3.23	4.21	5.60	0.42	0.63	0.96	1.99	3.49	6.26	0.37	0.53	0.80
2015	3.50	4.49	6.21	0.45	0.66	1.06	2.08	3.70	6.81	0.38	0.56	0.88
2016	3.65	4.77	6.48	0.47	0.72	1.15	2.13	3.96	7.38	0.41	0.61	0.96
<i>Catch = 500 mt</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.75	1.07	1.64	0.13	0.16	0.21	0.86	0.92	0.99	0.10	0.14	0.19
1999	0.83	1.15	1.71	0.14	0.18	0.22	0.91	0.98	1.10	0.12	0.15	0.19
2000	0.89	1.20	1.78	0.15	0.19	0.23	0.93	1.04	1.20	0.12	0.16	0.20
2001	0.94	1.27	1.85	0.15	0.20	0.24	0.95	1.09	1.30	0.13	0.17	0.21
2002	1.00	1.35	1.92	0.16	0.21	0.26	0.97	1.14	1.41	0.14	0.17	0.22
2003	1.12	1.46	2.04	0.18	0.22	0.28	1.02	1.24	1.62	0.15	0.19	0.24
2004	1.19	1.59	2.18	0.18	0.24	0.31	1.04	1.31	1.82	0.16	0.20	0.26
2005	1.28	1.71	2.33	0.19	0.26	0.34	1.07	1.41	2.01	0.16	0.22	0.29
2006	1.33	1.79	2.51	0.20	0.27	0.37	1.09	1.50	2.17	0.17	0.23	0.31
2007	1.40	1.90	2.77	0.21	0.29	0.40	1.15	1.62	2.39	0.18	0.24	0.34
2008	1.45	2.04	2.84	0.22	0.31	0.44	1.17	1.70	2.55	0.18	0.26	0.37
2009	1.61	2.18	2.98	0.22	0.33	0.47	1.21	1.83	2.84	0.19	0.28	0.40
2010	1.71	2.32	3.12	0.24	0.36	0.50	1.23	1.97	3.14	0.21	0.30	0.41
2011	1.85	2.47	3.38	0.24	0.38	0.54	1.31	2.10	3.36	0.21	0.32	0.45
2012	1.95	2.65	3.58	0.27	0.40	0.60	1.37	2.23	3.69	0.23	0.33	0.50
2013	2.07	2.84	3.87	0.29	0.42	0.64	1.46	2.36	4.03	0.24	0.36	0.53
2014	2.21	3.02	4.24	0.30	0.45	0.73	1.51	2.52	4.55	0.26	0.38	0.62
2015	2.30	3.17	4.73	0.31	0.48	0.81	1.50	2.64	4.89	0.27	0.41	0.67
2016	2.45	3.38	4.95	0.32	0.51	0.86	1.55	2.80	5.58	0.27	0.43	0.72
<i>Catch = 1000 mt</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.71	1.03	1.60	0.12	0.16	0.21	0.83	0.89	0.95	0.10	0.13	0.18
1999	0.75	1.06	1.63	0.13	0.16	0.21	0.84	0.92	1.02	0.10	0.14	0.19
2000	0.76	1.07	1.65	0.13	0.17	0.21	0.83	0.93	1.06	0.11	0.14	0.19
2001	0.77	1.09	1.67	0.12	0.17	0.22	0.81	0.93	1.10	0.10	0.14	0.19
2002	0.78	1.12	1.70	0.13	0.17	0.22	0.81	0.95	1.15	0.11	0.15	0.19
2003	0.83	1.17	1.74	0.13	0.18	0.24	0.81	1.00	1.26	0.11	0.15	0.20
2004	0.84	1.22	1.84	0.13	0.19	0.25	0.80	1.02	1.42	0.11	0.16	0.21
2005	0.86	1.28	1.91	0.13	0.19	0.26	0.78	1.04	1.48	0.11	0.16	0.24
2006	0.90	1.31	2.01	0.13	0.20	0.29	0.78	1.09	1.59	0.11	0.17	0.25
2007	0.90	1.35	2.16	0.13	0.20	0.31	0.79	1.12	1.65	0.11	0.17	0.26
2008	0.88	1.41	2.20	0.13	0.21	0.33	0.78	1.17	1.85	0.11	0.18	0.28
2009	0.91	1.46	2.27	0.14	0.22	0.34	0.77	1.21	1.93	0.12	0.19	0.29
2010	0.95	1.54	2.28	0.14	0.23	0.36	0.75	1.28	2.02	0.12	0.20	0.31
2011	1.01	1.61	2.45	0.14	0.24	0.38	0.75	1.30	2.14	0.12	0.20	0.31
2012	1.00	1.67	2.61	0.14	0.25	0.39	0.80	1.35	2.34	0.12	0.21	0.34
2013	0.96	1.73	2.73	0.13	0.26	0.44	0.78	1.40	2.54	0.11	0.22	0.37
2014	0.94	1.80	2.93	0.14	0.27	0.48	0.75	1.46	2.91	0.12	0.23	0.40
2015	0.95	1.92	3.12	0.14	0.28	0.51	0.78	1.49	3.12	0.12	0.24	0.43
2016	1.00	1.99	3.34	0.14	0.29	0.55	0.75	1.63	3.46	0.12	0.24	0.47

Table 12. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 1500 mt</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.68	1.00	1.56	0.11	0.15	0.20	0.80	0.86	0.92	0.09	0.13	0.18
1999	0.67	0.98	1.55	0.11	0.15	0.20	0.77	0.85	0.93	0.09	0.13	0.18
2000	0.64	0.95	1.53	0.11	0.15	0.20	0.72	0.83	0.93	0.09	0.12	0.17
2001	0.59	0.92	1.49	0.10	0.14	0.20	0.67	0.80	0.92	0.08	0.12	0.17
2002	0.56	0.89	1.47	0.09	0.14	0.19	0.62	0.77	0.92	0.08	0.12	0.17
2003	0.54	0.89	1.46	0.08	0.14	0.20	0.57	0.76	0.98	0.07	0.11	0.18
2004	0.49	0.87	1.48	0.08	0.13	0.20	0.52	0.74	1.00	0.07	0.11	0.17
2005	0.47	0.86	1.47	0.07	0.13	0.21	0.44	0.72	1.01	0.06	0.11	0.18
2006	0.43	0.83	1.46	0.06	0.12	0.22	0.39	0.69	1.04	0.05	0.10	0.19
2007	0.37	0.79	1.56	0.05	0.12	0.22	0.32	0.66	1.08	0.04	0.10	0.19
2008	0.27	0.77	1.54	0.04	0.12	0.21	0.25	0.65	1.10	0.03	0.10	0.19
2009	0.21	0.74	1.54	0.03	0.11	0.21	0.20	0.60	1.14	0.02	0.10	0.19
2010	0.12	0.72	1.53	0.02	0.11	0.21	0.11	0.59	1.16	0.01	0.09	0.18
2011	0.04	0.68	1.58	0.00	0.10	0.21	0.03	0.57	1.13	0.00	0.09	0.19
2012	0.01	0.63	1.58	0.00	0.10	0.23	0.01	0.52	1.16	0.00	0.08	0.20
2013	0.00	0.58	1.59	0.00	0.09	0.23	0.00	0.49	1.22	0.00	0.08	0.20
2014	0.00	0.54	1.62	0.00	0.08	0.23	0.00	0.45	1.30	0.00	0.07	0.20
2015	0.00	0.46	1.71	0.00	0.07	0.25	0.00	0.39	1.34	0.00	0.06	0.21
2016	0.00	0.41	1.75	0.00	0.06	0.25	0.00	0.34	1.37	0.00	0.05	0.21
<i>Catch = 2000 mt</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.64	0.96	1.52	0.11	0.15	0.20	0.76	0.83	0.89	0.09	0.12	0.17
1999	0.59	0.90	1.46	0.10	0.14	0.19	0.68	0.78	0.87	0.08	0.12	0.17
2000	0.52	0.82	1.40	0.09	0.13	0.18	0.59	0.72	0.83	0.07	0.11	0.16
2001	0.42	0.74	1.32	0.07	0.12	0.17	0.49	0.65	0.79	0.06	0.10	0.15
2002	0.34	0.66	1.24	0.06	0.10	0.16	0.40	0.59	0.75	0.05	0.09	0.14
2003	0.26	0.61	1.19	0.04	0.09	0.17	0.30	0.52	0.72	0.03	0.08	0.14
2004	0.17	0.53	1.13	0.03	0.08	0.16	0.19	0.46	0.70	0.02	0.07	0.14
2005	0.06	0.45	1.08	0.01	0.07	0.15	0.08	0.38	0.67	0.01	0.06	0.13
2006	0.02	0.36	1.02	0.00	0.06	0.14	0.02	0.30	0.66	0.00	0.05	0.12
2007	0.01	0.27	0.99	0.00	0.04	0.14	0.01	0.22	0.64	0.00	0.03	0.12
2008	0.00	0.16	0.91	0.00	0.02	0.13	0.00	0.13	0.57	0.00	0.02	0.11
2009	0.00	0.05	0.86	0.00	0.01	0.12	0.00	0.04	0.53	0.00	0.01	0.10
2010	0.00	0.02	0.78	0.00	0.00	0.10	0.00	0.01	0.47	0.00	0.00	0.09
2011	0.00	0.01	0.70	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.08
2012	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.07
2013	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.06
2014	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.04
2015	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.03
2016	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.02
<i>Catch = 2500 mt</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.61	0.92	1.49	0.10	0.14	0.19	0.71	0.80	0.86	0.09	0.12	0.17
1999	0.52	0.82	1.38	0.09	0.13	0.18	0.59	0.72	0.81	0.07	0.11	0.16
2000	0.40	0.70	1.28	0.07	0.11	0.16	0.47	0.63	0.74	0.05	0.09	0.15
2001	0.26	0.57	1.15	0.05	0.09	0.15	0.32	0.52	0.68	0.04	0.08	0.13
2002	0.14	0.45	1.02	0.03	0.07	0.13	0.17	0.41	0.61	0.02	0.06	0.12
2003	0.04	0.35	0.92	0.01	0.05	0.13	0.05	0.30	0.56	0.01	0.04	0.11
2004	0.01	0.21	0.78	0.00	0.03	0.11	0.01	0.18	0.49	0.00	0.03	0.09
2005	0.00	0.07	0.69	0.00	0.01	0.09	0.00	0.06	0.44	0.00	0.01	0.08
2006	0.00	0.02	0.58	0.00	0.00	0.08	0.00	0.02	0.36	0.00	0.00	0.07
2007	0.00	0.01	0.45	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01	0.27	0.00	0.00	0.05
2008	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.04
2009	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02
2010	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01
2011	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Table 12. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 3000 mt</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.58	0.88	1.45	0.10	0.13	0.19	0.68	0.77	0.84	0.08	0.11	0.16
1999	0.44	0.74	1.30	0.07	0.11	0.17	0.52	0.65	0.76	0.06	0.10	0.15
2000	0.28	0.58	1.15	0.05	0.09	0.15	0.35	0.51	0.67	0.04	0.08	0.13
2001	0.11	0.41	0.98	0.02	0.07	0.13	0.15	0.37	0.58	0.02	0.06	0.11
2002	0.03	0.25	0.81	0.01	0.04	0.11	0.04	0.23	0.47	0.00	0.03	0.09
2003	0.01	0.09	0.64	0.00	0.01	0.09	0.01	0.08	0.40	0.00	0.01	0.08
2004	0.00	0.02	0.47	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.29	0.00	0.00	0.06
2005	0.00	0.01	0.31	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.18	0.00	0.00	0.04
2006	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.02
2007	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Catch = 500 mt for 1997-2006 and 1000 mt thereafter</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.75	1.07	1.64	0.13	0.16	0.21	0.86	0.92	0.99	0.10	0.14	0.19
1999	0.83	1.15	1.71	0.14	0.18	0.22	0.91	0.98	1.10	0.12	0.15	0.19
2000	0.89	1.20	1.78	0.15	0.19	0.23	0.93	1.04	1.20	0.12	0.16	0.20
2001	0.94	1.27	1.85	0.15	0.20	0.24	0.95	1.09	1.30	0.13	0.17	0.21
2002	1.00	1.35	1.92	0.16	0.21	0.26	0.97	1.14	1.41	0.14	0.17	0.22
2003	1.12	1.46	2.04	0.18	0.22	0.28	1.02	1.24	1.62	0.15	0.19	0.24
2004	1.19	1.59	2.18	0.18	0.24	0.31	1.04	1.31	1.82	0.16	0.20	0.26
2005	1.28	1.71	2.33	0.19	0.26	0.34	1.07	1.41	2.01	0.16	0.22	0.29
2006	1.33	1.79	2.51	0.20	0.27	0.37	1.09	1.50	2.17	0.17	0.23	0.31
2007	1.40	1.90	2.77	0.21	0.29	0.40	1.15	1.62	2.39	0.18	0.24	0.34
2008	1.45	2.04	2.84	0.22	0.31	0.44	1.17	1.70	2.55	0.18	0.26	0.37
2009	1.57	2.14	2.93	0.22	0.32	0.47	1.19	1.80	2.79	0.19	0.28	0.39
2010	1.63	2.24	3.04	0.23	0.34	0.48	1.19	1.88	3.07	0.20	0.29	0.40
2011	1.73	2.34	3.25	0.23	0.36	0.52	1.24	1.99	3.23	0.20	0.30	0.43
2012	1.77	2.48	3.40	0.25	0.37	0.57	1.29	2.08	3.46	0.21	0.31	0.47
2013	1.84	2.62	3.63	0.25	0.39	0.60	1.32	2.18	3.74	0.22	0.33	0.50
2014	1.91	2.74	3.92	0.26	0.41	0.68	1.34	2.26	4.16	0.22	0.34	0.57
2015	1.94	2.84	4.37	0.26	0.43	0.74	1.33	2.35	4.51	0.23	0.36	0.61
2016	2.04	2.98	4.52	0.27	0.45	0.79	1.36	2.48	5.08	0.23	0.38	0.66
<i>Catch = 1000 mt for 1997-2006 and 1500 mt thereafter</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.71	1.03	1.60	0.12	0.16	0.21	0.83	0.89	0.95	0.10	0.13	0.18
1999	0.75	1.06	1.63	0.13	0.16	0.21	0.84	0.92	1.02	0.10	0.14	0.19
2000	0.76	1.07	1.65	0.13	0.17	0.21	0.83	0.93	1.06	0.11	0.14	0.19
2001	0.77	1.09	1.67	0.12	0.17	0.22	0.81	0.93	1.10	0.10	0.14	0.19
2002	0.78	1.12	1.70	0.13	0.17	0.22	0.81	0.95	1.15	0.11	0.15	0.19
2003	0.83	1.17	1.74	0.13	0.18	0.24	0.81	1.00	1.26	0.11	0.15	0.20
2004	0.84	1.22	1.84	0.13	0.19	0.25	0.80	1.02	1.42	0.11	0.16	0.21
2005	0.86	1.28	1.91	0.13	0.19	0.26	0.78	1.04	1.48	0.11	0.16	0.24
2006	0.90	1.31	2.01	0.13	0.20	0.29	0.78	1.09	1.59	0.11	0.17	0.25
2007	0.90	1.35	2.16	0.13	0.20	0.31	0.79	1.12	1.65	0.11	0.17	0.26
2008	0.88	1.41	2.20	0.13	0.21	0.33	0.78	1.17	1.85	0.11	0.18	0.28
2009	0.87	1.43	2.23	0.13	0.22	0.33	0.74	1.19	1.87	0.11	0.18	0.28
2010	0.88	1.46	2.19	0.12	0.22	0.35	0.70	1.22	1.92	0.11	0.19	0.30
2011	0.87	1.49	2.31	0.12	0.22	0.36	0.65	1.19	1.98	0.10	0.19	0.30
2012	0.82	1.50	2.43	0.11	0.23	0.37	0.64	1.20	2.15	0.10	0.19	0.31
2013	0.74	1.51	2.51	0.11	0.22	0.40	0.59	1.19	2.32	0.09	0.19	0.34
2014	0.67	1.53	2.64	0.09	0.22	0.43	0.55	1.22	2.51	0.08	0.19	0.36
2015	0.65	1.58	2.77	0.09	0.23	0.46	0.55	1.24	2.70	0.07	0.20	0.39
2016	0.61	1.59	2.86	0.09	0.22	0.48	0.50	1.24	2.93	0.07	0.20	0.41

Table 12. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB <sub>at MSY</sub>		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 1500 mt for 1997-2006 and 2000 mt thereafter</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.68	1.00	1.56	0.11	0.15	0.20	0.80	0.86	0.92	0.09	0.13	0.18
1999	0.67	0.98	1.55	0.11	0.15	0.20	0.77	0.85	0.93	0.09	0.13	0.18
2000	0.64	0.95	1.53	0.11	0.15	0.20	0.72	0.83	0.93	0.09	0.12	0.17
2001	0.59	0.92	1.49	0.10	0.14	0.20	0.67	0.80	0.92	0.08	0.12	0.17
2002	0.56	0.89	1.47	0.09	0.14	0.19	0.62	0.77	0.92	0.08	0.12	0.17
2003	0.54	0.89	1.46	0.08	0.14	0.20	0.57	0.76	0.98	0.07	0.11	0.18
2004	0.49	0.87	1.48	0.08	0.13	0.20	0.52	0.74	1.00	0.07	0.11	0.17
2005	0.47	0.86	1.47	0.07	0.13	0.21	0.44	0.72	1.01	0.06	0.11	0.18
2006	0.43	0.83	1.46	0.06	0.12	0.22	0.39	0.69	1.04	0.05	0.10	0.19
2007	0.37	0.79	1.56	0.05	0.12	0.22	0.32	0.66	1.08	0.04	0.10	0.19
2008	0.27	0.77	1.54	0.04	0.12	0.21	0.25	0.65	1.10	0.03	0.10	0.19
2009	0.17	0.70	1.49	0.02	0.11	0.20	0.16	0.58	1.11	0.02	0.09	0.19
2010	0.05	0.64	1.46	0.01	0.10	0.20	0.05	0.53	1.08	0.01	0.08	0.18
2011	0.02	0.56	1.46	0.00	0.09	0.19	0.01	0.46	1.02	0.00	0.07	0.17
2012	0.00	0.46	1.40	0.00	0.07	0.21	0.00	0.38	1.01	0.00	0.06	0.18
2013	0.00	0.36	1.38	0.00	0.06	0.20	0.00	0.29	0.97	0.00	0.05	0.17
2014	0.00	0.28	1.34	0.00	0.04	0.19	0.00	0.22	0.99	0.00	0.03	0.17
2015	0.00	0.16	1.39	0.00	0.02	0.19	0.00	0.13	1.02	0.00	0.02	0.16
2016	0.00	0.05	1.37	0.00	0.01	0.19	0.00	0.04	1.01	0.00	0.01	0.16
<i>Catch = 2000 mt for 1997-2006 and 2500 mt thereafter</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.64	0.96	1.52	0.11	0.15	0.20	0.76	0.83	0.89	0.09	0.12	0.17
1999	0.59	0.90	1.46	0.10	0.14	0.19	0.68	0.78	0.87	0.08	0.12	0.17
2000	0.52	0.82	1.40	0.09	0.13	0.18	0.59	0.72	0.83	0.07	0.11	0.16
2001	0.42	0.74	1.32	0.07	0.12	0.17	0.49	0.65	0.79	0.06	0.10	0.15
2002	0.34	0.66	1.24	0.06	0.10	0.16	0.40	0.59	0.75	0.05	0.09	0.14
2003	0.26	0.61	1.19	0.04	0.09	0.17	0.30	0.52	0.72	0.03	0.08	0.14
2004	0.17	0.53	1.13	0.03	0.08	0.16	0.19	0.46	0.70	0.02	0.07	0.14
2005	0.06	0.45	1.08	0.01	0.07	0.15	0.08	0.38	0.67	0.01	0.06	0.13
2006	0.02	0.36	1.02	0.00	0.06	0.14	0.02	0.30	0.66	0.00	0.05	0.12
2007	0.01	0.27	0.99	0.00	0.04	0.14	0.01	0.22	0.64	0.00	0.03	0.12
2008	0.00	0.16	0.91	0.00	0.02	0.13	0.00	0.13	0.57	0.00	0.02	0.11
2009	0.00	0.05	0.82	0.00	0.01	0.11	0.00	0.04	0.52	0.00	0.01	0.10
2010	0.00	0.01	0.72	0.00	0.00	0.09	0.00	0.01	0.43	0.00	0.00	0.08
2011	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.07
2012	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.06
2013	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.04
2014	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02
2015	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01
2016	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
<i>Catch = 2500 mt for 1997-2006 and 3000 mt thereafter</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.61	0.92	1.49	0.10	0.14	0.19	0.71	0.80	0.86	0.09	0.12	0.17
1999	0.52	0.82	1.38	0.09	0.13	0.18	0.59	0.72	0.81	0.07	0.11	0.16
2000	0.40	0.70	1.28	0.07	0.11	0.16	0.47	0.63	0.74	0.05	0.09	0.15
2001	0.26	0.57	1.15	0.05	0.09	0.15	0.32	0.52	0.68	0.04	0.08	0.13
2002	0.14	0.45	1.02	0.03	0.07	0.13	0.17	0.41	0.61	0.02	0.06	0.12
2003	0.04	0.35	0.92	0.01	0.05	0.13	0.05	0.30	0.56	0.01	0.04	0.11
2004	0.01	0.21	0.78	0.00	0.03	0.11	0.01	0.18	0.49	0.00	0.03	0.09
2005	0.00	0.07	0.69	0.00	0.01	0.09	0.00	0.06	0.44	0.00	0.01	0.08
2006	0.00	0.02	0.58	0.00	0.00	0.08	0.00	0.02	0.36	0.00	0.00	0.07
2007	0.00	0.01	0.45	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01	0.27	0.00	0.00	0.05
2008	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.04
2009	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.01
2010	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Table 12. Projections for west bluefin spawning stock biomass by ASPM, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenario

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to ASPM SSB at MSY		
	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU	CL	MEDIA	CU
<i>Catch = 3000 mt for 1997-2006 and 3500 mt thereafter</i>												
1996	0.74	1.08	1.68	0.13	0.16	0.21	0.91	0.93	0.95	0.11	0.14	0.19
1997	0.68	1.00	1.58	0.12	0.15	0.20	0.81	0.87	0.91	0.10	0.13	0.18
1998	0.58	0.88	1.45	0.10	0.13	0.19	0.68	0.77	0.84	0.08	0.11	0.16
1999	0.44	0.74	1.30	0.07	0.11	0.17	0.52	0.65	0.76	0.06	0.10	0.15
2000	0.28	0.58	1.15	0.05	0.09	0.15	0.35	0.51	0.67	0.04	0.08	0.13
2001	0.11	0.41	0.98	0.02	0.07	0.13	0.15	0.37	0.58	0.02	0.06	0.11
2002	0.03	0.25	0.81	0.01	0.04	0.11	0.04	0.23	0.47	0.00	0.03	0.09
2003	0.01	0.09	0.64	0.00	0.01	0.09	0.01	0.08	0.40	0.00	0.01	0.08
2004	0.00	0.02	0.47	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.29	0.00	0.00	0.06
2005	0.00	0.01	0.31	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	0.18	0.00	0.00	0.04
2006	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.02
2007	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Table 13. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY		
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU
<i>Catch = 0 mt</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	6.70	8.96	12.38	0.42	0.62	0.86	1.07	1.24	1.39	0.17	0.23	0.30
1998	7.62	10.53	14.50	0.48	0.72	1.02	1.21	1.45	1.66	0.20	0.26	0.34
1999	8.90	12.54	17.09	0.56	0.85	1.20	1.41	1.71	2.00	0.23	0.31	0.41
2000	11.75	16.31	21.52	0.72	1.10	1.56	1.77	2.20	2.60	0.29	0.41	0.52
2001	15.75	22.17	28.14	0.99	1.45	2.19	2.34	2.95	3.62	0.41	0.55	0.70
2002	20.25	28.20	37.17	1.28	1.87	2.69	2.94	3.79	4.78	0.53	0.71	0.92
2003	26.08	35.48	45.70	1.60	2.31	3.24	3.71	4.71	5.89	0.68	0.89	1.12
2004	31.75	42.12	54.32	1.94	2.78	3.88	4.50	5.72	7.04	0.83	1.05	1.35
2005	37.54	49.95	62.27	2.27	3.25	4.59	5.35	6.79	8.35	0.98	1.24	1.59
2006	44.60	57.64	71.92	2.72	3.81	5.24	6.14	7.90	9.65	1.18	1.44	1.78
2007	51.58	65.10	79.59	3.13	4.27	5.99	7.07	8.98	11.20	1.34	1.62	1.99
2008	57.65	72.80	87.73	3.54	4.73	6.55	7.88	9.85	12.16	1.50	1.83	2.17
2009	63.78	79.72	95.85	3.97	5.17	7.15	8.59	10.82	13.29	1.66	2.01	2.36
2010	69.61	85.54	102.30	4.31	5.62	7.79	9.32	11.64	14.23	1.82	2.16	2.55
2011	76.44	92.46	108.80	4.65	6.06	8.19	10.02	12.53	15.24	1.97	2.32	2.70
2012	82.11	97.66	114.80	4.95	6.48	8.55	10.72	13.29	16.16	2.13	2.41	2.82
2013	87.69	102.90	121.30	5.26	6.80	8.97	11.34	13.90	17.00	2.25	2.57	2.97
2014	93.15	107.70	126.00	5.52	7.12	9.37	11.96	14.68	17.59	2.38	2.68	3.12
2015	98.74	112.60	130.10	5.84	7.39	9.75	12.55	15.22	18.49	2.52	2.80	3.23
2016	102.80	116.40	132.90	6.05	7.66	10.11	12.92	15.64	19.27	2.64	2.91	3.30
2017	106.30	120.30	137.70	6.30	7.92	10.41	13.48	16.17	20.07	2.72	3.03	3.40
2018	109.60	123.60	141.00	6.51	8.21	10.73	13.72	16.56	20.67	2.80	3.13	3.48
2019	113.80	126.50	143.70	6.64	8.28	10.90	14.16	16.98	21.38	2.88	3.20	3.55
2020	117.60	129.30	146.30	6.81	8.48	11.31	14.48	17.42	22.24	2.95	3.28	3.65
<i>Catch = 10000 mt</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	6.43	8.71	12.10	0.40	0.60	0.84	1.03	1.20	1.36	0.17	0.22	0.29
1998	6.65	9.65	13.47	0.43	0.66	0.94	1.09	1.33	1.53	0.18	0.24	0.32
1999	7.17	10.83	15.08	0.46	0.74	1.07	1.15	1.48	1.76	0.19	0.27	0.36
2000	8.44	12.85	17.99	0.53	0.87	1.28	1.28	1.74	2.12	0.21	0.32	0.43
2001	10.11	16.41	22.36	0.63	1.05	1.70	1.54	2.17	2.78	0.27	0.40	0.55
2002	11.76	19.92	29.06	0.76	1.31	2.07	1.91	2.63	3.54	0.31	0.50	0.70
2003	14.34	24.21	34.71	0.93	1.61	2.44	2.21	3.25	4.27	0.38	0.61	0.83
2004	16.95	28.83	40.35	1.13	1.89	2.82	2.64	3.84	5.14	0.45	0.72	1.01
2005	20.11	33.62	45.79	1.33	2.19	3.33	3.06	4.53	6.01	0.52	0.84	1.15
2006	23.79	38.92	52.40	1.59	2.55	3.88	3.67	5.19	6.78	0.65	0.96	1.32
2007	29.01	44.21	59.83	1.83	2.90	4.28	4.30	5.93	7.74	0.75	1.10	1.46
2008	33.24	49.91	65.55	2.07	3.23	4.64	4.91	6.61	8.44	0.87	1.24	1.61
2009	37.82	55.23	71.55	2.40	3.52	5.14	5.49	7.31	9.29	0.99	1.37	1.77
2010	42.27	59.73	77.76	2.70	3.89	5.54	6.22	8.11	9.97	1.11	1.50	1.90
2011	46.42	64.92	82.95	2.97	4.23	5.91	6.80	8.77	10.86	1.23	1.65	2.04
2012	50.69	69.99	87.79	3.21	4.62	6.31	7.44	9.46	11.40	1.35	1.75	2.15
2013	54.71	74.23	92.87	3.49	4.87	6.62	8.12	10.10	12.03	1.47	1.85	2.28
2014	59.70	79.23	97.95	3.82	5.20	7.04	8.73	10.79	12.97	1.59	1.99	2.39
2015	65.69	83.37	102.60	4.01	5.52	7.30	9.15	11.31	13.55	1.73	2.07	2.49
2016	69.86	87.30	106.00	4.24	5.83	7.63	9.64	11.94	14.27	1.84	2.20	2.58
2017	75.90	92.01	110.50	4.48	6.14	8.00	10.31	12.37	14.97	1.98	2.30	2.68
2018	79.75	94.67	113.40	4.71	6.34	8.38	10.71	12.72	15.45	2.08	2.38	2.79
2019	83.29	97.96	116.20	4.87	6.53	8.74	11.13	13.20	16.19	2.17	2.46	2.85
2020	88.21	101.50	120.10	5.17	6.70	8.96	11.41	13.59	16.63	2.25	2.53	2.92
<i>Catch = 15000 mt</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	6.26	8.55	11.95	0.40	0.59	0.83	1.00	1.18	1.34	0.16	0.22	0.29
1998	6.11	9.23	12.95	0.41	0.63	0.90	1.00	1.26	1.47	0.16	0.23	0.31
1999	6.23	9.86	14.05	0.40	0.67	0.99	1.01	1.35	1.64	0.17	0.25	0.34
2000	6.79	11.15	16.31	0.43	0.75	1.15	1.04	1.51	1.91	0.17	0.28	0.39
2001	7.36	13.54	19.59	0.46	0.86	1.45	1.14	1.80	2.41	0.19	0.34	0.48
2002	7.83	15.75	24.98	0.49	1.05	1.73	1.30	2.11	2.99	0.21	0.40	0.59
2003	8.88	18.77	29.68	0.56	1.25	2.04	1.39	2.51	3.54	0.23	0.47	0.70
2004	9.72	21.78	33.58	0.64	1.44	2.35	1.57	2.96	4.18	0.26	0.55	0.84
2005	10.82	25.58	37.75	0.72	1.72	2.74	1.79	3.44	4.90	0.29	0.64	0.94
2006	12.65	29.90	43.54	0.87	1.95	3.07	2.16	3.90	5.49	0.34	0.73	1.07
2007	14.81	33.93	49.74	0.99	2.21	3.42	2.40	4.36	6.16	0.40	0.83	1.20
2008	16.89	37.66	54.24	1.10	2.43	3.80	2.77	4.98	6.71	0.46	0.94	1.33
2009	21.52	41.43	59.66	1.40	2.69	4.13	3.33	5.58	7.31	0.56	1.04	1.46
2010	24.42	45.86	63.96	1.58	2.99	4.50	3.76	6.06	7.97	0.65	1.14	1.56
2011	28.37	49.79	68.98	1.77	3.29	4.76	4.29	6.73	8.65	0.73	1.25	1.68
2012	31.10	53.79	73.69	1.98	3.58	5.01	5.04	7.18	9.12	0.82	1.34	1.79
2013	33.94	58.42	78.44	2.19	3.87	5.39	5.49	7.84	9.65	0.92	1.47	1.92
2014	36.66	62.79	82.61	2.45	4.16	5.71	5.86	8.42	10.47	1.00	1.58	2.00
2015	40.61	66.89	86.51	2.69	4.42	6.06	6.35	8.94	11.15	1.08	1.67	2.10
2016	44.62	70.34	89.87	2.92	4.62	6.35	6.97	9.41	11.67	1.19	1.77	2.19
2017	50.37	73.92	93.97	3.16	4.91	6.67	7.51	9.90	12.20	1.33	1.87	2.29
2018	54.70	77.15	98.03	3.36	5.11	6.89	8.15	10.28	12.63	1.46	1.96	2.38
2019	58.23	80.79	100.90	3.60	5.33	7.22	8.41	10.74	13.13	1.57	2.05	2.46
2020	64.31	83.78	103.30	3.81	5.55	7.50	8.83	11.16	13.61	1.68	2.12	2.53

Table 13. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY		
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU
<i>Catch = 20000 mt</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	6.07	8.39	11.81	0.39	0.57	0.81	0.97	1.16	1.32	0.16	0.21	0.28
1998	5.57	8.79	12.39	0.37	0.59	0.86	0.92	1.19	1.41	0.15	0.22	0.30
1999	5.25	8.93	13.21	0.34	0.61	0.93	0.86	1.22	1.51	0.14	0.23	0.32
2000	5.07	9.53	14.68	0.31	0.64	1.02	0.79	1.29	1.69	0.13	0.24	0.35
2001	4.62	10.71	16.87	0.28	0.69	1.21	0.75	1.45	2.03	0.12	0.26	0.41
2002	3.98	11.94	20.53	0.25	0.78	1.44	0.65	1.58	2.42	0.11	0.30	0.50
2003	3.37	13.57	24.00	0.21	0.90	1.63	0.53	1.81	2.85	0.09	0.34	0.57
2004	2.56	15.43	27.57	0.16	1.00	1.86	0.43	2.03	3.39	0.07	0.38	0.67
2005	1.59	17.46	30.86	0.10	1.18	2.12	0.25	2.32	3.83	0.04	0.44	0.75
2006	0.41	20.13	34.63	0.03	1.33	2.35	0.06	2.54	4.24	0.01	0.49	0.85
2007	0.08	22.62	38.75	0.01	1.47	2.63	0.01	2.88	4.71	0.00	0.56	0.94
2008	0.01	25.55	43.32	0.00	1.62	2.87	0.00	3.20	5.20	0.00	0.62	1.06
2009	0.00	27.80	47.21	0.00	1.81	3.19	0.00	3.49	5.62	0.00	0.69	1.15
2010	0.00	30.44	50.80	0.00	1.97	3.49	0.00	3.93	6.06	0.00	0.75	1.22
2011	0.00	33.02	54.87	0.00	2.22	3.69	0.00	4.27	6.65	0.00	0.81	1.34
2012	0.00	36.17	57.93	0.00	2.44	3.92	0.00	4.74	7.14	0.00	0.91	1.41
2013	0.00	40.33	63.00	0.00	2.62	4.19	0.00	5.16	7.41	0.00	1.00	1.51
2014	0.00	43.55	65.55	0.00	2.88	4.42	0.00	5.66	7.99	0.00	1.09	1.59
2015	0.00	47.35	68.76	0.00	3.08	4.73	0.00	6.02	8.41	0.00	1.17	1.69
2016	0.00	50.55	70.91	0.00	3.29	4.92	0.00	6.51	8.81	0.00	1.26	1.76
2017	0.00	53.55	74.49	0.00	3.50	5.17	0.00	6.92	9.46	0.00	1.34	1.85
2018	0.00	56.66	78.27	0.00	3.67	5.39	0.00	7.33	9.69	0.00	1.41	1.92
2019	0.00	60.13	81.88	0.00	3.88	5.64	0.00	7.79	10.30	0.00	1.51	2.03
2020	0.00	62.95	85.46	0.00	4.05	5.92	0.00	8.08	10.71	0.00	1.58	2.07
<i>Catch = 25000 mt</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	5.86	8.21	11.64	0.38	0.56	0.80	0.95	1.13	1.30	0.15	0.21	0.28
1998	4.98	8.32	11.81	0.33	0.56	0.82	0.84	1.12	1.34	0.14	0.21	0.28
1999	4.22	8.01	12.33	0.27	0.54	0.85	0.70	1.08	1.39	0.11	0.20	0.30
2000	3.21	7.91	13.01	0.20	0.50	0.90	0.51	1.05	1.47	0.08	0.20	0.31
2001	1.64	7.92	14.17	0.10	0.51	1.00	0.28	1.08	1.70	0.04	0.20	0.35
2002	0.27	8.06	16.80	0.02	0.54	1.13	0.05	1.09	1.91	0.01	0.20	0.39
2003	0.04	8.40	18.74	0.00	0.57	1.31	0.01	1.11	2.16	0.00	0.21	0.45
2004	0.01	8.63	20.70	0.00	0.59	1.41	0.00	1.18	2.47	0.00	0.21	0.49
2005	0.00	9.30	23.43	0.00	0.63	1.62	0.00	1.25	2.69	0.00	0.23	0.56
2006	0.00	9.82	25.57	0.00	0.63	1.74	0.00	1.26	3.00	0.00	0.24	0.62
2007	0.00	10.27	28.34	0.00	0.65	1.87	0.00	1.38	3.25	0.00	0.26	0.68
2008	0.00	11.21	30.60	0.00	0.68	2.06	0.00	1.45	3.49	0.00	0.28	0.75
2009	0.00	11.90	33.64	0.00	0.75	2.24	0.00	1.52	3.80	0.00	0.29	0.82
2010	0.00	12.99	35.90	0.00	0.82	2.40	0.00	1.64	4.11	0.00	0.32	0.87
2011	0.00	14.21	38.59	0.00	0.87	2.59	0.00	1.68	4.51	0.00	0.35	0.93
2012	0.00	14.66	41.44	0.00	0.97	2.75	0.00	1.84	4.78	0.00	0.37	0.99
2013	0.00	16.57	45.04	0.00	1.03	2.99	0.00	1.99	5.11	0.00	0.40	1.09
2014	0.00	17.25	47.88	0.00	1.14	3.18	0.00	2.18	5.44	0.00	0.42	1.15
2015	0.00	18.95	50.21	0.00	1.17	3.32	0.00	2.37	5.79	0.00	0.47	1.21
2016	0.00	20.98	51.56	0.00	1.28	3.47	0.00	2.66	6.10	0.00	0.50	1.27
2017	0.00	22.11	55.75	0.00	1.39	3.62	0.00	2.86	6.47	0.00	0.55	1.36
2018	0.00	24.12	58.11	0.00	1.52	3.86	0.00	3.02	6.78	0.00	0.61	1.40
2019	0.00	25.06	62.76	0.00	1.61	4.14	0.00	3.21	7.25	0.00	0.63	1.50
2020	0.00	26.43	64.72	0.00	1.75	4.29	0.00	3.35	7.67	0.00	0.66	1.54
<i>Catch = 30000 mt</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	5.66	8.06	11.47	0.37	0.55	0.78	0.92	1.11	1.28	0.15	0.20	0.27
1998	4.36	7.77	11.27	0.29	0.53	0.79	0.74	1.03	1.27	0.12	0.20	0.27
1999	3.00	6.97	11.30	0.19	0.46	0.77	0.48	0.93	1.27	0.08	0.18	0.27
2000	0.80	6.18	11.37	0.05	0.39	0.76	0.14	0.83	1.27	0.02	0.16	0.27
2001	0.10	5.40	11.67	0.01	0.34	0.82	0.02	0.72	1.34	0.00	0.13	0.29
2002	0.01	4.21	12.78	0.00	0.29	0.85	0.00	0.57	1.45	0.00	0.10	0.31
2003	0.00	3.02	12.99	0.00	0.22	0.88	0.00	0.40	1.55	0.00	0.07	0.32
2004	0.00	1.35	14.59	0.00	0.06	0.99	0.00	0.16	1.70	0.00	0.03	0.35
2005	0.00	0.28	14.78	0.00	0.01	1.02	0.00	0.03	1.75	0.00	0.01	0.37
2006	0.00	0.04	16.13	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	1.78	0.00	0.00	0.39
2007	0.00	0.00	16.91	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	0.41
2008	0.00	0.00	18.22	0.00	0.00	1.19	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.45
2009	0.00	0.00	19.25	0.00	0.00	1.28	0.00	0.00	2.24	0.00	0.00	0.46
2010	0.00	0.00	19.53	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	2.43	0.00	0.00	0.48
2011	0.00	0.00	21.62	0.00	0.00	1.38	0.00	0.00	2.48	0.00	0.00	0.52
2012	0.00	0.00	22.99	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00	0.56
2013	0.00	0.00	25.21	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00	2.83	0.00	0.00	0.59
2014	0.00	0.00	26.25	0.00	0.00	1.63	0.00	0.00	2.92	0.00	0.00	0.63
2015	0.00	0.00	26.37	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.66
2016	0.00	0.00	27.36	0.00	0.00	1.84	0.00	0.00	3.21	0.00	0.00	0.67
2017	0.00	0.00	30.12	0.00	0.00	1.96	0.00	0.00	3.53	0.00	0.00	0.72
2018	0.00	0.00	31.58	0.00	0.00	2.09	0.00	0.00	3.68	0.00	0.00	0.79
2019	0.00	0.00	32.75	0.00	0.00	2.18	0.00	0.00	3.84	0.00	0.00	0.85
2020	0.00	0.00	34.72	0.00	0.00	2.27	0.00	0.00	3.98	0.00	0.00	0.88

Table 13. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY		
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU
<i>Catch = 35000 mt</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	5.45	7.90	11.29	0.35	0.54	0.77	0.88	1.09	1.26	0.14	0.20	0.27
1998	3.69	7.18	10.72	0.24	0.48	0.75	0.62	0.96	1.20	0.10	0.18	0.26
1999	1.29	5.91	10.20	0.09	0.37	0.69	0.23	0.79	1.14	0.03	0.15	0.24
2000	0.24	4.32	9.73	0.02	0.28	0.65	0.04	0.59	1.07	0.01	0.11	0.23
2001	0.03	2.65	9.18	0.00	0.15	0.62	0.00	0.33	1.02	0.00	0.06	0.22
2002	0.00	0.39	8.51	0.00	0.02	0.56	0.00	0.05	1.07	0.00	0.01	0.21
2003	0.00	0.06	8.14	0.00	0.00	0.55	0.00	0.01	0.93	0.00	0.00	0.20
2004	0.00	0.01	8.15	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.20
2005	0.00	0.00	7.42	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.18
2006	0.00	0.00	6.84	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00	0.16
2007	0.00	0.00	6.07	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.15
2008	0.00	0.00	5.07	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.12
2009	0.00	0.00	3.29	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.08
2010	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02
2011	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Catch = 40000 mt</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	5.23	7.73	11.10	0.33	0.53	0.75	0.85	1.06	1.24	0.14	0.19	0.27
1998	2.89	6.55	10.23	0.19	0.43	0.71	0.48	0.87	1.14	0.08	0.17	0.24
1999	0.82	4.65	9.05	0.05	0.29	0.61	0.15	0.63	1.00	0.02	0.12	0.22
2000	0.14	2.11	7.96	0.01	0.13	0.53	0.02	0.29	0.86	0.00	0.05	0.19
2001	0.01	0.28	6.64	0.00	0.02	0.42	0.00	0.03	0.74	0.00	0.01	0.16
2002	0.00	0.03	5.04	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.12
2003	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.08
2004	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.02
2005	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2006	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Catch = 10000 mt for 1997-2006 and 15000 mt thereafter</i>												
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27
1997	6.43	8.71	12.10	0.40	0.60	0.84	1.03	1.20	1.36	0.17	0.22	0.29
1998	6.65	9.65	13.47	0.43	0.66	0.94	1.09	1.33	1.53	0.18	0.24	0.32
1999	7.17	10.83	15.08	0.46	0.74	1.07	1.15	1.48	1.76	0.19	0.27	0.36
2000	8.44	12.85	17.99	0.53	0.87	1.28	1.28	1.74	2.12	0.21	0.32	0.43
2001	10.11	16.41	22.36	0.63	1.05	1.70	1.54	2.17	2.78	0.27	0.40	0.55
2002	11.76	19.92	29.06	0.76	1.31	2.07	1.91	2.63	3.54	0.31	0.50	0.70
2003	14.34	24.21	34.71	0.93	1.61	2.44	2.21	3.25	4.27	0.38	0.61	0.83
2004	16.95	28.83	40.35	1.13	1.89	2.82	2.64	3.84	5.14	0.45	0.72	1.01
2005	20.11	33.62	45.79	1.33	2.19	3.33	3.06	4.53	6.01	0.52	0.84	1.15
2006	23.79	38.92	52.40	1.59	2.55	3.88	3.67	5.19	6.78	0.65	0.96	1.32
2007	29.01	44.21	59.83	1.83	2.90	4.28	4.30	5.93	7.74	0.75	1.10	1.46
2008	33.05	49.69	65.34	2.06	3.22	4.63	4.89	6.57	8.41	0.86	1.24	1.60
2009	37.28	54.60	70.87	2.37	3.47	5.08	5.41	7.21	9.19	0.98	1.36	1.76
2010	41.00	58.58	76.60	2.64	3.79	5.42	6.08	7.95	9.81	1.08	1.47	1.87
2011	44.53	63.07	81.12	2.87	4.11	5.77	6.56	8.53	10.57	1.18	1.61	1.99
2012	48.06	67.54	85.50	3.06	4.45	6.12	7.10	9.13	11.02	1.28	1.69	2.09
2013	51.38	71.31	89.74	3.28	4.72	6.34	7.63	9.69	11.57	1.38	1.78	2.20
2014	55.57	75.38	94.14	3.58	4.95	6.70	8.16	10.30	12.40	1.48	1.89	2.29
2015	61.29	78.71	98.28	3.72	5.22	6.99	8.53	10.65	12.87	1.59	1.97	2.38
2016	64.16	82.43	101.30	3.97	5.51	7.25	8.92	11.19	13.53	1.67	2.06	2.46
2017	69.81	85.86	104.80	4.16	5.72	7.50	9.52	11.61	14.09	1.82	2.16	2.55
2018	73.24	88.19	107.60	4.30	5.94	7.84	9.91	11.94	14.55	1.92	2.23	2.63
2019	76.05	91.60	110.20	4.45	6.11	8.16	10.30	12.32	14.98	1.98	2.29	2.70
2020	79.82	94.00	113.60	4.64	6.26	8.38	10.55	12.67	15.33	2.06	2.35	2.75



**Table 13. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenarios.**

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995				SSB relative to proxy SSB at MSY			
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU		
<i>Catch = 15000 mt for 1997-2006 and 20000 mt thereafter</i>														
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27		
1997	6.26	8.55	11.95	0.40	0.59	0.83	1.00	1.18	1.34	0.16	0.22	0.29		
1998	6.11	9.23	12.95	0.41	0.63	0.90	1.00	1.26	1.47	0.16	0.23	0.31		
1999	6.23	9.86	14.05	0.40	0.67	0.99	1.01	1.35	1.64	0.17	0.25	0.34		
2000	6.79	11.15	16.31	0.43	0.75	1.15	1.04	1.51	1.91	0.17	0.28	0.39		
2001	7.36	13.54	19.59	0.46	0.86	1.45	1.14	1.80	2.41	0.19	0.34	0.48		
2002	7.83	15.75	24.98	0.49	1.05	1.73	1.30	2.11	2.99	0.21	0.40	0.59		
2003	8.88	18.77	29.68	0.56	1.25	2.04	1.39	2.51	3.54	0.23	0.47	0.70		
2004	9.72	21.78	33.58	0.64	1.44	2.35	1.57	2.96	4.18	0.26	0.55	0.84		
2005	10.82	25.58	37.75	0.72	1.72	2.74	1.79	3.44	4.90	0.29	0.64	0.94		
2006	12.65	29.90	43.54	0.87	1.95	3.07	2.16	3.90	5.49	0.34	0.73	1.07		
2007	14.81	33.93	49.74	0.99	2.21	3.42	2.40	4.36	6.16	0.40	0.83	1.20		
2008	16.75	37.47	54.05	1.09	2.42	3.79	2.75	4.96	6.67	0.45	0.94	1.32		
2009	21.04	40.83	59.04	1.37	2.65	4.08	3.25	5.51	7.22	0.55	1.02	1.45		
2010	23.32	44.66	62.76	1.52	2.90	4.40	3.57	5.92	7.79	0.62	1.11	1.53		
2011	26.50	47.83	67.14	1.66	3.18	4.63	4.00	6.46	8.38	0.69	1.20	1.64		
2012	28.51	50.84	70.98	1.79	3.42	4.83	4.53	6.86	8.81	0.75	1.27	1.73		
2013	30.61	55.02	75.54	1.92	3.62	5.16	4.87	7.38	9.20	0.82	1.38	1.84		
2014	32.16	58.80	79.05	2.16	3.88	5.41	5.39	7.88	9.92	0.88	1.48	1.91		
2015	35.44	61.96	81.91	2.33	4.11	5.75	5.62	8.29	10.47	0.95	1.56	1.99		
2016	39.10	64.79	84.80	2.49	4.29	5.91	6.17	8.77	10.99	1.01	1.64	2.06		
2017	43.26	68.08	88.39	2.68	4.57	6.20	6.68	9.12	11.38	1.13	1.71	2.15		
2018	46.24	70.17	92.32	2.95	4.74	6.43	7.00	9.40	11.67	1.23	1.79	2.23		
2019	49.84	73.47	94.32	3.10	4.88	6.66	7.28	9.83	12.18	1.31	1.86	2.29		
2020	54.05	75.69	95.72	3.22	5.01	6.89	7.73	10.17	12.57	1.44	1.91	2.34		
<i>Catch = 20000 mt for 1997-2006 and 25000 mt thereafter</i>														
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27		
1997	6.07	8.39	11.81	0.39	0.57	0.81	0.97	1.16	1.32	0.16	0.21	0.28		
1998	5.57	8.79	12.39	0.37	0.59	0.86	0.92	1.19	1.41	0.15	0.22	0.30		
1999	5.25	8.93	13.21	0.34	0.61	0.93	0.86	1.22	1.51	0.14	0.23	0.32		
2000	5.07	9.53	14.68	0.31	0.64	1.02	0.79	1.29	1.69	0.13	0.24	0.35		
2001	4.62	10.71	16.87	0.28	0.69	1.21	0.75	1.45	2.03	0.12	0.26	0.41		
2002	3.98	11.94	20.53	0.25	0.78	1.44	0.65	1.58	2.42	0.11	0.30	0.50		
2003	3.37	13.57	24.00	0.21	0.90	1.63	0.53	1.81	2.85	0.09	0.34	0.57		
2004	2.56	15.43	27.57	0.16	1.00	1.86	0.43	2.03	3.39	0.07	0.38	0.67		
2005	1.59	17.46	30.86	0.10	1.18	2.12	0.25	2.32	3.83	0.04	0.44	0.75		
2006	0.41	20.13	34.63	0.03	1.33	2.35	0.06	2.54	4.24	0.01	0.49	0.85		
2007	0.08	22.62	38.75	0.01	1.47	2.63	0.01	2.88	4.71	0.00	0.56	0.94		
2008	0.01	25.37	43.12	0.00	1.61	2.86	0.00	3.18	5.17	0.00	0.62	1.05		
2009	0.00	27.21	46.59	0.00	1.77	3.15	0.00	3.40	5.52	0.00	0.67	1.13		
2010	0.00	29.25	49.65	0.00	1.91	3.40	0.00	3.78	5.91	0.00	0.73	1.19		
2011	0.00	31.34	53.09	0.00	2.08	3.56	0.00	4.04	6.37	0.00	0.77	1.29		
2012	0.00	33.68	55.53	0.00	2.23	3.74	0.00	4.38	6.75	0.00	0.85	1.36		
2013	0.00	36.78	59.64	0.00	2.35	3.98	0.00	4.78	7.05	0.00	0.91	1.43		
2014	0.00	39.48	61.52	0.00	2.59	4.15	0.00	5.05	7.47	0.00	0.98	1.49		
2015	0.00	42.51	64.04	0.00	2.74	4.38	0.00	5.30	7.88	0.00	1.05	1.58		
2016	0.00	44.43	66.06	0.00	2.85	4.55	0.00	5.70	8.11	0.00	1.12	1.63		
2017	0.00	46.80	68.73	0.00	3.03	4.76	0.00	6.03	8.51	0.00	1.17	1.70		
2018	0.00	48.81	71.96	0.00	3.13	4.92	0.00	6.36	8.88	0.00	1.24	1.77		
2019	0.00	52.40	75.29	0.00	3.27	5.19	0.00	6.74	9.17	0.00	1.31	1.85		
2020	0.00	54.15	77.51	0.00	3.45	5.36	0.00	7.05	9.63	0.00	1.35	1.87		
<i>Catch = 25000 mt for 1997-2006 and 30000 mt thereafter</i>														
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27		
1997	5.86	8.21	11.64	0.38	0.56	0.80	0.95	1.13	1.30	0.15	0.21	0.28		
1998	4.98	8.32	11.81	0.33	0.56	0.82	0.84	1.12	1.34	0.14	0.21	0.28		
1999	4.22	8.01	12.33	0.27	0.54	0.85	0.70	1.08	1.39	0.11	0.20	0.30		
2000	3.21	7.91	13.01	0.20	0.50	0.90	0.51	1.05	1.47	0.08	0.20	0.31		
2001	1.64	7.92	14.17	0.10	0.51	1.00	0.28	1.08	1.70	0.04	0.20	0.35		
2002	0.27	8.06	16.80	0.02	0.54	1.13	0.05	1.09	1.91	0.01	0.20	0.39		
2003	0.04	8.40	18.74	0.00	0.57	1.31	0.01	1.11	2.16	0.00	0.21	0.45		
2004	0.01	8.63	20.70	0.00	0.59	1.41	0.00	1.18	2.47	0.00	0.21	0.49		
2005	0.00	9.30	23.43	0.00	0.63	1.62	0.00	1.25	2.69	0.00	0.23	0.56		
2006	0.00	9.82	25.57	0.00	0.63	1.74	0.00	1.26	3.00	0.00	0.24	0.62		
2007	0.00	10.27	28.34	0.00	0.65	1.87	0.00	1.38	3.25	0.00	0.26	0.68		
2008	0.00	11.06	30.41	0.00	0.67	2.04	0.00	1.42	3.47	0.00	0.28	0.74		
2009	0.00	11.40	32.99	0.00	0.71	2.20	0.00	1.45	3.73	0.00	0.28	0.81		
2010	0.00	11.80	34.79	0.00	0.76	2.32	0.00	1.52	3.94	0.00	0.30	0.84		
2011	0.00	12.47	36.82	0.00	0.76	2.46	0.00	1.49	4.23	0.00	0.31	0.88		
2012	0.00	12.26	38.99	0.00	0.77	2.58	0.00	1.53	4.43	0.00	0.30	0.93		
2013	0.00	13.03	41.60	0.00	0.82	2.75	0.00	1.58	4.76	0.00	0.31	1.01		
2014	0.00	12.75	43.60	0.00	0.79	2.90	0.00	1.62	4.87	0.00	0.31	1.06		
2015	0.00	13.16	45.50	0.00	0.81	3.02	0.00	1.72	5.26	0.00	0.33	1.09		
2016	0.00	13.98	46.36	0.00	0.87	3.14	0.00	1.81	5.45	0.00	0.34	1.14		
2017	0.00	14.66	49.82	0.00	0.88	3.24	0.00	1.85	5.72	0.00	0.35	1.20		
2018	0.00	14.79	51.37	0.00	0.95	3.32	0.00	1.89	6.05	0.00	0.37	1.23		
2019	0.00	14.68	54.84	0.00	0.98	3.44	0.00	1.94	6.23	0.00	0.37	1.31		
2020	0.00	14.57	56.20	0.00	1.02	3.53	0.00	1.87	6.50	0.00	0.36	1.34		

Table 13. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAFT, with 80% confidence intervals, for Case 1, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY					
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU			
<i>Catch = 30000 mt for 1997-2006 and 35000 mt thereafter</i>															
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27			
1997	5.66	8.06	11.47	0.37	0.55	0.78	0.92	1.11	1.28	0.15	0.20	0.27			
1998	4.36	7.77	11.27	0.29	0.53	0.79	0.74	1.03	1.27	0.12	0.20	0.27			
1999	3.00	6.97	11.30	0.19	0.46	0.77	0.48	0.93	1.27	0.08	0.18	0.27			
2000	0.80	6.18	11.37	0.05	0.39	0.76	0.14	0.83	1.27	0.02	0.16	0.27			
2001	0.10	5.40	11.67	0.01	0.34	0.82	0.02	0.72	1.34	0.00	0.13	0.29			
2002	0.01	4.21	12.78	0.00	0.29	0.85	0.00	0.57	1.45	0.00	0.10	0.31			
2003	0.00	3.02	12.99	0.00	0.22	0.88	0.00	0.40	1.55	0.00	0.07	0.32			
2004	0.00	1.35	14.59	0.00	0.06	0.99	0.00	0.16	1.70	0.00	0.03	0.35			
2005	0.00	0.28	14.78	0.00	0.01	1.02	0.00	0.03	1.75	0.00	0.01	0.37			
2006	0.00	0.04	16.13	0.00	0.00	1.07	0.00	0.00	1.78	0.00	0.00	0.39			
2007	0.00	0.00	16.91	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	0.41			
2008	0.00	0.00	18.08	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00	2.07	0.00	0.00	0.44			
2009	0.00	0.00	18.66	0.00	0.00	1.24	0.00	0.00	2.17	0.00	0.00	0.45			
2010	0.00	0.00	18.46	0.00	0.00	1.22	0.00	0.00	2.30	0.00	0.00	0.46			
2011	0.00	0.00	19.99	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	2.28	0.00	0.00	0.48			
2012	0.00	0.00	20.51	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	2.39	0.00	0.00	0.50			
2013	0.00	0.00	21.84	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	2.42	0.00	0.00	0.51			
2014	0.00	0.00	21.65	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	2.44	0.00	0.00	0.52			
2015	0.00	0.00	21.39	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	2.38	0.00	0.00	0.53			
2016	0.00	0.00	21.43	0.00	0.00	1.41	0.00	0.00	2.54	0.00	0.00	0.51			
2017	0.00	0.00	22.54	0.00	0.00	1.46	0.00	0.00	2.64	0.00	0.00	0.54			
2018	0.00	0.00	22.96	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.54			
2019	0.00	0.00	23.68	0.00	0.00	1.47	0.00	0.00	2.74	0.00	0.00	0.55			
2020	0.00	0.00	25.18	0.00	0.00	1.51	0.00	0.00	2.91	0.00	0.00	0.59			
<i>Catch = 35000 mt for 1997-2006 and 40000 mt thereafter</i>															
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27			
1997	5.45	7.90	11.29	0.35	0.54	0.77	0.88	1.09	1.26	0.14	0.20	0.27			
1998	3.69	7.18	10.72	0.24	0.48	0.75	0.62	0.96	1.20	0.10	0.18	0.26			
1999	1.29	5.91	10.20	0.09	0.37	0.69	0.23	0.79	1.14	0.03	0.15	0.24			
2000	0.24	4.32	9.73	0.02	0.28	0.65	0.04	0.59	1.07	0.01	0.11	0.23			
2001	0.03	2.65	9.18	0.00	0.15	0.62	0.00	0.33	1.02	0.00	0.06	0.22			
2002	0.00	0.39	8.51	0.00	0.02	0.56	0.00	0.05	1.07	0.00	0.01	0.21			
2003	0.00	0.06	8.14	0.00	0.00	0.55	0.00	0.01	0.93	0.00	0.00	0.20			
2004	0.00	0.01	8.15	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.20			
2005	0.00	0.00	7.42	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.18			
2006	0.00	0.00	6.84	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00	0.16			
2007	0.00	0.00	6.07	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.15			
2008	0.00	0.00	4.85	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.12			
2009	0.00	0.00	2.42	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.06			
2010	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.01			
2011	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00			
2012	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
<i>Catch = 40000 mt for 1997-2006 and 45000 mt thereafter</i>															
1996	6.19	8.21	10.99	0.39	0.54	0.77	1.01	1.13	1.24	0.16	0.21	0.27			
1997	5.23	7.73	11.10	0.33	0.53	0.75	0.85	1.06	1.24	0.14	0.19	0.27			
1998	2.89	6.55	10.23	0.19	0.43	0.71	0.48	0.87	1.14	0.08	0.17	0.24			
1999	0.82	4.65	9.05	0.05	0.29	0.61	0.15	0.63	1.00	0.02	0.12	0.22			
2000	0.14	2.11	7.96	0.01	0.13	0.53	0.02	0.29	0.86	0.00	0.05	0.19			
2001	0.01	0.28	6.64	0.00	0.02	0.42	0.00	0.03	0.74	0.00	0.01	0.16			
2002	0.00	0.03	5.04	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.12			
2003	0.00	0.00	3.20	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.08			
2004	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.02			
2005	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00			
2006	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2008	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
										Y/R at Fmax (kg)			25.06	26.36	27.74
										Fmax			0.18	0.19	0.22
										S/R at Fmax (kg)			244.90	254.80	264.00
										SSB at Fmax (mt)			375100	397000	419700
										MSY proxy (mt)			38410	41150	44120
										Max rec			1515000	1559000	1612000

Table 14. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY		
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU
<i>Catch = 0 mt</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.83	12.50	37.79	0.42	0.66	0.92	1.05	1.16	1.34	0.21	0.32	0.91
1998	9.08	14.41	39.51	0.48	0.75	1.02	1.14	1.30	1.55	0.24	0.37	0.95
1999	10.38	16.71	41.78	0.56	0.86	1.17	1.22	1.47	1.85	0.28	0.43	1.01
2000	12.96	20.61	46.97	0.69	1.04	1.44	1.32	1.82	2.34	0.34	0.54	1.06
2001	17.54	26.96	53.14	0.84	1.26	1.85	1.49	2.35	3.16	0.46	0.70	1.22
2002	21.66	33.70	62.57	0.99	1.53	2.19	1.69	2.87	3.96	0.57	0.86	1.38
2003	28.15	40.66	70.48	1.17	1.90	2.67	1.87	3.56	4.91	0.74	1.04	1.56
2004	33.46	47.71	80.04	1.34	2.21	3.12	2.07	4.21	5.95	0.91	1.25	1.71
2005	40.98	55.30	88.01	1.56	2.55	3.63	2.29	5.04	6.99	1.09	1.44	1.92
2006	48.46	63.79	97.63	1.79	2.89	4.14	2.51	5.94	8.15	1.28	1.65	2.15
2007	55.54	71.31	103.20	1.93	3.26	4.69	2.74	6.77	8.99	1.46	1.85	2.36
2008	61.73	78.26	113.00	2.15	3.63	5.18	2.92	7.45	10.07	1.63	2.00	2.56
2009	68.64	85.53	119.10	2.29	3.94	5.63	3.12	8.13	11.03	1.78	2.18	2.80
2010	74.79	92.48	128.00	2.49	4.27	6.13	3.38	8.80	11.84	1.94	2.33	2.96
2011	80.72	98.98	133.60	2.65	4.57	6.48	3.52	9.38	12.64	2.10	2.49	3.14
2012	86.57	103.80	139.10	2.85	4.79	6.76	3.65	9.91	13.37	2.25	2.64	3.26
2013	92.12	108.50	142.70	3.01	5.05	7.20	3.80	10.36	14.07	2.38	2.78	3.42
2014	96.02	114.00	153.80	3.15	5.33	7.54	4.09	10.80	14.90	2.48	2.91	3.53
2015	100.50	119.40	155.40	3.33	5.59	7.87	4.25	11.18	15.51	2.61	3.02	3.67
2016	105.30	124.50	158.10	3.42	5.78	8.19	4.28	11.68	16.00	2.72	3.13	3.76
2017	110.20	128.30	160.00	3.50	5.93	8.39	4.45	12.21	16.63	2.83	3.25	3.90
2018	114.00	130.70	167.40	3.57	6.02	8.66	4.69	12.46	17.44	2.92	3.36	3.97
2019	116.30	133.90	169.10	3.55	6.18	8.86	4.76	12.80	17.75	3.00	3.43	4.03
2020	118.80	136.90	173.30	3.61	6.33	9.14	4.91	13.05	18.20	3.06	3.50	4.14
<i>Catch = 10000 mt</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.58	12.19	37.49	0.41	0.65	0.92	1.03	1.14	1.31	0.20	0.31	0.90
1998	8.21	13.35	38.59	0.43	0.70	0.97	1.06	1.22	1.46	0.21	0.34	0.93
1999	8.56	14.86	39.99	0.46	0.77	1.08	1.09	1.30	1.64	0.23	0.38	0.97
2000	9.84	17.06	43.61	0.53	0.87	1.21	1.16	1.46	1.96	0.26	0.45	1.02
2001	11.49	21.26	47.49	0.62	1.02	1.55	1.27	1.71	2.43	0.31	0.54	1.12
2002	13.06	25.53	54.18	0.71	1.17	1.77	1.39	2.00	2.97	0.36	0.64	1.21
2003	16.37	30.02	59.78	0.84	1.37	2.02	1.51	2.36	3.55	0.44	0.76	1.32
2004	20.00	34.27	66.86	0.90	1.55	2.29	1.62	2.73	4.26	0.53	0.88	1.44
2005	23.57	39.03	72.07	0.99	1.77	2.63	1.77	3.13	4.93	0.65	1.02	1.52
2006	26.86	43.68	79.47	1.13	2.01	2.92	1.90	3.66	5.55	0.74	1.17	1.67
2007	30.86	50.85	82.93	1.27	2.29	3.33	2.00	4.31	6.14	0.85	1.30	1.83
2008	34.65	54.71	89.83	1.39	2.54	3.71	2.19	4.84	6.99	0.97	1.44	1.98
2009	39.21	59.83	94.51	1.51	2.69	4.08	2.35	5.29	7.68	1.08	1.53	2.12
2010	44.21	65.18	101.30	1.66	2.92	4.40	2.51	5.82	8.47	1.21	1.68	2.23
2011	48.14	70.00	105.80	1.84	3.16	4.76	2.61	6.37	9.23	1.33	1.81	2.38
2012	52.92	75.01	111.20	1.99	3.36	5.12	2.76	6.93	9.72	1.42	1.93	2.52
2013	58.04	79.81	113.00	2.12	3.56	5.43	2.91	7.36	10.31	1.55	2.03	2.60
2014	62.10	85.08	119.30	2.17	3.75	5.70	2.99	7.73	10.77	1.68	2.15	2.69
2015	68.05	89.29	122.60	2.32	3.92	6.01	3.09	8.16	11.15	1.78	2.25	2.84
2016	70.27	93.51	126.20	2.47	4.09	6.29	3.40	8.65	11.87	1.90	2.35	2.90
2017	74.49	96.55	127.80	2.60	4.29	6.63	3.49	9.06	12.49	2.03	2.45	2.99
2018	78.52	100.20	132.80	2.63	4.47	6.78	3.64	9.35	12.92	2.14	2.54	3.06
2019	82.78	103.90	134.40	2.71	4.64	7.03	3.66	9.75	13.22	2.23	2.65	3.14
2020	85.71	106.50	138.30	2.77	4.80	7.25	3.67	10.04	13.66	2.29	2.71	3.24
<i>Catch = 15000 mt</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.45	12.01	37.34	0.40	0.64	0.92	1.01	1.13	1.30	0.20	0.31	0.90
1998	7.65	12.85	38.11	0.40	0.67	0.96	1.02	1.18	1.40	0.20	0.33	0.93
1999	7.52	13.89	39.13	0.41	0.72	1.04	1.03	1.24	1.55	0.20	0.36	0.95
2000	8.14	15.38	41.93	0.44	0.79	1.14	1.04	1.34	1.78	0.21	0.40	1.00
2001	8.50	18.45	44.93	0.48	0.91	1.37	1.08	1.50	2.09	0.24	0.47	1.09
2002	9.03	21.19	50.25	0.51	1.02	1.55	1.13	1.66	2.50	0.25	0.54	1.12
2003	10.55	24.66	54.59	0.59	1.15	1.76	1.17	1.87	2.91	0.29	0.63	1.23
2004	12.43	28.01	60.44	0.64	1.29	1.94	1.29	2.14	3.41	0.34	0.71	1.29
2005	14.06	30.91	64.63	0.72	1.40	2.20	1.31	2.46	3.91	0.39	0.80	1.38
2006	15.48	34.63	70.63	0.79	1.57	2.43	1.38	2.77	4.43	0.43	0.89	1.48
2007	17.97	39.30	73.17	0.82	1.71	2.69	1.45	3.13	4.89	0.52	1.01	1.58
2008	19.01	42.91	78.12	0.86	1.94	2.99	1.54	3.42	5.47	0.57	1.10	1.70
2009	21.73	46.80	81.56	0.94	2.11	3.34	1.70	3.79	6.17	0.64	1.22	1.80
2010	23.85	50.72	87.66	1.05	2.26	3.54	1.76	4.09	6.78	0.69	1.32	1.91
2011	26.83	54.26	92.26	1.14	2.47	3.82	1.83	4.41	7.22	0.76	1.41	2.03
2012	30.16	58.67	95.86	1.26	2.62	4.16	2.09	4.88	7.65	0.83	1.52	2.15
2013	32.76	63.23	98.49	1.32	2.79	4.43	2.21	5.20	8.41	0.95	1.61	2.25
2014	36.86	67.54	101.60	1.50	2.98	4.70	2.26	5.57	8.70	1.07	1.72	2.33
2015	41.91	72.25	106.30	1.56	3.15	4.90	2.37	6.05	9.17	1.16	1.84	2.44
2016	44.94	75.39	109.40	1.63	3.31	5.21	2.39	6.53	9.86	1.26	1.93	2.50
2017	48.18	79.20	113.40	1.76	3.45	5.37	2.50	6.87	10.31	1.32	2.02	2.58
2018	53.41	82.28	114.30	1.84	3.59	5.61	2.54	7.22	10.89	1.40	2.08	2.64
2019	56.55	85.69	117.30	1.91	3.71	5.93	2.64	7.57	11.17	1.49	2.16	2.71
2020	59.90	88.90	119.20	2.01	3.86	6.10	2.77	7.97	11.60	1.61	2.25	2.79

Table 14. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY		
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU
<i>Catch = 20000 mt</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.30	11.84	37.18	0.39	0.63	0.91	0.99	1.12	1.28	0.19	0.30	0.89
1998	7.05	12.34	37.62	0.36	0.64	0.94	0.96	1.15	1.36	0.19	0.31	0.92
1999	6.41	12.90	38.24	0.36	0.67	0.99	0.91	1.18	1.46	0.17	0.33	0.94
2000	6.45	13.64	40.25	0.34	0.71	1.08	0.86	1.22	1.61	0.16	0.36	0.96
2001	5.78	15.78	42.41	0.32	0.77	1.21	0.83	1.31	1.84	0.16	0.39	1.03
2002	5.19	17.28	46.28	0.30	0.83	1.31	0.82	1.39	2.11	0.14	0.44	1.05
2003	4.94	19.35	49.84	0.28	0.91	1.50	0.78	1.52	2.38	0.14	0.49	1.14
2004	4.51	21.20	54.15	0.26	1.00	1.65	0.71	1.65	2.73	0.12	0.55	1.18
2005	4.91	23.39	57.06	0.23	1.07	1.78	0.69	1.78	3.06	0.14	0.59	1.24
2006	4.80	25.32	62.00	0.21	1.14	2.00	0.62	1.95	3.39	0.13	0.65	1.33
2007	4.89	27.86	63.62	0.18	1.30	2.13	0.54	2.16	3.72	0.14	0.71	1.37
2008	4.24	30.44	67.44	0.15	1.40	2.34	0.45	2.31	4.11	0.12	0.77	1.45
2009	3.33	32.75	69.02	0.11	1.47	2.58	0.35	2.56	4.46	0.09	0.84	1.51
2010	2.31	35.71	74.70	0.07	1.60	2.79	0.22	2.72	5.04	0.06	0.92	1.59
2011	1.13	38.88	78.19	0.03	1.72	3.00	0.09	2.98	5.40	0.03	1.01	1.68
2012	0.19	41.48	80.50	0.01	1.85	3.19	0.02	3.17	5.78	0.01	1.08	1.77
2013	0.02	44.66	83.07	0.00	1.95	3.42	0.00	3.31	6.12	0.00	1.15	1.84
2014	0.00	48.53	86.16	0.00	2.08	3.65	0.00	3.45	6.61	0.00	1.25	1.92
2015	0.00	51.47	89.19	0.00	2.20	3.88	0.00	3.57	6.96	0.00	1.33	1.97
2016	0.00	54.74	92.47	0.00	2.28	4.11	0.00	3.65	7.42	0.00	1.41	2.10
2017	0.00	57.84	94.29	0.00	2.45	4.30	0.00	4.19	7.85	0.00	1.48	2.15
2018	0.00	59.97	96.47	0.00	2.59	4.44	0.00	4.47	8.24	0.00	1.56	2.20
2019	0.00	63.89	98.28	0.00	2.68	4.66	0.00	4.55	8.65	0.00	1.64	2.27
2020	0.00	66.92	100.30	0.00	2.82	4.88	0.00	4.88	9.09	0.00	1.71	2.35
<i>Catch = 25000 mt</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.15	11.69	37.01	0.38	0.62	0.91	0.97	1.11	1.27	0.19	0.30	0.89
1998	6.40	11.87	37.12	0.33	0.62	0.92	0.88	1.11	1.31	0.17	0.30	0.91
1999	5.33	11.90	37.33	0.30	0.62	0.96	0.78	1.11	1.35	0.14	0.30	0.91
2000	4.46	11.99	38.57	0.26	0.63	1.01	0.62	1.10	1.44	0.12	0.31	0.93
2001	3.01	13.12	39.93	0.19	0.65	1.11	0.44	1.12	1.62	0.08	0.33	0.97
2002	1.19	13.58	42.21	0.08	0.69	1.18	0.17	1.13	1.70	0.03	0.34	1.00
2003	0.18	14.35	44.94	0.01	0.71	1.25	0.02	1.15	1.87	0.00	0.36	1.02
2004	0.02	14.79	47.96	0.00	0.73	1.35	0.00	1.16	2.07	0.00	0.39	1.04
2005	0.00	15.58	49.38	0.00	0.74	1.44	0.00	1.19	2.24	0.00	0.40	1.10
2006	0.00	16.48	53.60	0.00	0.75	1.52	0.00	1.23	2.47	0.00	0.42	1.15
2007	0.00	17.20	54.32	0.00	0.77	1.64	0.00	1.31	2.61	0.00	0.44	1.20
2008	0.00	17.74	56.70	0.00	0.79	1.76	0.00	1.33	2.87	0.00	0.45	1.23
2009	0.00	18.64	57.08	0.00	0.81	1.88	0.00	1.35	3.10	0.00	0.47	1.27
2010	0.00	19.53	60.74	0.00	0.83	1.99	0.00	1.39	3.28	0.00	0.50	1.31
2011	0.00	19.49	64.46	0.00	0.85	2.12	0.00	1.43	3.56	0.00	0.52	1.37
2012	0.00	21.55	66.85	0.00	0.89	2.29	0.00	1.49	3.75	0.00	0.55	1.42
2013	0.00	22.67	67.18	0.00	0.91	2.39	0.00	1.54	4.03	0.00	0.58	1.48
2014	0.00	24.51	70.08	0.00	0.96	2.49	0.00	1.60	4.24	0.00	0.63	1.51
2015	0.00	25.33	73.86	0.00	1.05	2.65	0.00	1.69	4.55	0.00	0.65	1.53
2016	0.00	27.29	74.66	0.00	1.10	2.84	0.00	1.76	4.94	0.00	0.67	1.62
2017	0.00	29.34	76.38	0.00	1.22	2.98	0.00	1.90	5.41	0.00	0.70	1.66
2018	0.00	29.71	78.41	0.00	1.27	3.12	0.00	1.98	5.52	0.00	0.77	1.74
2019	0.00	31.35	79.76	0.00	1.26	3.26	0.00	2.06	5.61	0.00	0.81	1.78
2020	0.00	34.79	80.58	0.00	1.32	3.48	0.00	2.10	5.97	0.00	0.86	1.85
<i>Catch = 30000 mt</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	6.99	11.53	36.85	0.37	0.60	0.91	0.94	1.10	1.25	0.18	0.29	0.88
1998	5.70	11.39	36.60	0.30	0.59	0.91	0.81	1.08	1.25	0.15	0.29	0.90
1999	4.05	10.93	36.38	0.24	0.56	0.92	0.60	1.03	1.26	0.11	0.28	0.89
2000	2.28	10.37	36.86	0.15	0.54	0.92	0.32	0.98	1.26	0.06	0.27	0.89
2001	0.36	10.17	37.37	0.02	0.54	0.99	0.05	0.94	1.32	0.01	0.26	0.91
2002	0.03	9.78	38.24	0.00	0.52	1.00	0.00	0.87	1.38	0.00	0.25	0.91
2003	0.00	9.57	40.11	0.00	0.49	1.03	0.00	0.82	1.46	0.00	0.24	0.93
2004	0.00	8.74	41.43	0.00	0.44	1.08	0.00	0.74	1.54	0.00	0.23	0.96
2005	0.00	7.86	41.99	0.00	0.40	1.12	0.00	0.66	1.58	0.00	0.20	0.97
2006	0.00	6.94	42.83	0.00	0.33	1.14	0.00	0.56	1.67	0.00	0.17	0.97
2007	0.00	5.03	44.22	0.00	0.25	1.15	0.00	0.45	1.74	0.00	0.14	0.98
2008	0.00	3.76	45.23	0.00	0.18	1.18	0.00	0.28	1.80	0.00	0.09	1.03
2009	0.00	1.44	46.06	0.00	0.06	1.21	0.00	0.08	1.84	0.00	0.04	1.05
2010	0.00	0.23	47.63	0.00	0.01	1.30	0.00	0.02	1.92	0.00	0.01	1.08
2011	0.00	0.04	49.98	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	1.92	0.00	0.00	1.08
2012	0.00	0.01	49.26	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00	1.93	0.00	0.00	1.10
2013	0.00	0.00	50.36	0.00	0.00	1.48	0.00	0.00	2.04	0.00	0.00	1.15
2014	0.00	0.00	52.11	0.00	0.00	1.51	0.00	0.00	2.06	0.00	0.00	1.19
2015	0.00	0.00	52.81	0.00	0.00	1.52	0.00	0.00	2.13	0.00	0.00	1.22
2016	0.00	0.00	55.58	0.00	0.00	1.55	0.00	0.00	2.24	0.00	0.00	1.20
2017	0.00	0.00	55.09	0.00	0.00	1.66	0.00	0.00	2.33	0.00	0.00	1.20
2018	0.00	0.00	56.11	0.00	0.00	1.68	0.00	0.00	2.49	0.00	0.00	1.20
2019	0.00	0.00	57.73	0.00	0.00	1.73	0.00	0.00	2.68	0.00	0.00	1.22
2020	0.00	0.00	58.86	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	3.02	0.00	0.00	1.27

Table 14. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY		
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU
<i>Catch = 35000 mt</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	6.82	11.36	36.68	0.35	0.60	0.90	0.91	1.09	1.23	0.18	0.29	0.88
1998	4.94	10.84	36.06	0.28	0.56	0.89	0.72	1.03	1.21	0.13	0.27	0.88
1999	2.82	9.81	35.41	0.17	0.51	0.89	0.40	0.94	1.20	0.07	0.25	0.87
2000	0.55	8.65	35.15	0.04	0.46	0.85	0.08	0.82	1.19	0.01	0.22	0.84
2001	0.06	7.55	34.75	0.00	0.40	0.86	0.01	0.71	1.21	0.00	0.19	0.85
2002	0.01	5.95	34.59	0.00	0.32	0.86	0.00	0.57	1.19	0.00	0.15	0.83
2003	0.00	4.38	34.28	0.00	0.24	0.86	0.00	0.41	1.17	0.00	0.11	0.87
2004	0.00	2.62	34.50	0.00	0.12	0.85	0.00	0.22	1.18	0.00	0.07	0.85
2005	0.00	0.61	34.12	0.00	0.03	0.84	0.00	0.05	1.15	0.00	0.02	0.81
2006	0.00	0.11	33.02	0.00	0.00	0.84	0.00	0.01	1.17	0.00	0.00	0.80
2007	0.00	0.01	31.99	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	0.79
2008	0.00	0.00	33.48	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.78
2009	0.00	0.00	31.80	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00	0.77
2010	0.00	0.00	30.87	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	1.12	0.00	0.00	0.75
2011	0.00	0.00	31.50	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	1.19	0.00	0.00	0.73
2012	0.00	0.00	30.80	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	0.74
2013	0.00	0.00	29.37	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	0.72
2014	0.00	0.00	30.15	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00	0.70
2015	0.00	0.00	31.85	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	1.11	0.00	0.00	0.72
2016	0.00	0.00	28.55	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	0.69
2017	0.00	0.00	28.61	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	1.02	0.00	0.00	0.65
2018	0.00	0.00	28.70	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.60
2019	0.00	0.00	27.61	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.54
2020	0.00	0.00	24.65	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.48
<i>Catch = 40000 mt</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	6.63	11.19	36.50	0.34	0.59	0.90	0.88	1.08	1.21	0.17	0.28	0.88
1998	4.22	10.23	35.51	0.23	0.53	0.88	0.62	0.98	1.16	0.11	0.26	0.87
1999	1.22	8.67	34.41	0.08	0.45	0.83	0.16	0.84	1.12	0.03	0.22	0.84
2000	0.21	6.81	33.40	0.01	0.36	0.81	0.03	0.67	1.08	0.01	0.17	0.80
2001	0.03	4.61	32.14	0.00	0.25	0.80	0.00	0.48	1.08	0.00	0.12	0.78
2002	0.00	1.74	31.77	0.00	0.10	0.78	0.00	0.18	1.05	0.00	0.04	0.76
2003	0.00	0.30	29.36	0.00	0.02	0.75	0.00	0.03	1.02	0.00	0.01	0.75
2004	0.00	0.04	28.30	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.72
2005	0.00	0.01	26.61	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.66
2006	0.00	0.00	25.10	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.62
2007	0.00	0.00	22.99	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.56
2008	0.00	0.00	20.98	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.51
2009	0.00	0.00	18.62	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.66	0.00	0.00	0.45
2010	0.00	0.00	15.49	0.00	0.00	0.43	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00	0.38
2011	0.00	0.00	12.27	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.32
2012	0.00	0.00	8.80	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.23
2013	0.00	0.00	5.03	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.13
2014	0.00	0.00	1.82	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.05
2015	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
2016	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
2017	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Catch = 10000 mt for 1997-2006 and 15000 mt thereafter</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.58	12.19	37.49	0.41	0.65	0.92	1.03	1.14	1.31	0.20	0.31	0.90
1998	8.21	13.35	38.59	0.43	0.70	0.97	1.06	1.22	1.46	0.21	0.34	0.93
1999	8.56	14.86	39.99	0.46	0.77	1.08	1.09	1.30	1.64	0.23	0.38	0.97
2000	9.84	17.06	43.61	0.53	0.87	1.21	1.16	1.46	1.96	0.26	0.45	1.02
2001	11.49	21.26	47.49	0.62	1.02	1.55	1.27	1.71	2.43	0.31	0.54	1.12
2002	13.06	25.53	54.18	0.71	1.17	1.77	1.39	2.00	2.97	0.36	0.64	1.21
2003	16.37	30.02	59.78	0.84	1.37	2.02	1.51	2.36	3.55	0.44	0.76	1.32
2004	20.00	34.27	66.86	0.90	1.55	2.29	1.62	2.73	4.26	0.53	0.88	1.44
2005	23.57	39.03	72.07	0.99	1.77	2.63	1.77	3.13	4.93	0.65	1.02	1.52
2006	26.86	43.68	79.47	1.13	2.01	2.92	1.90	3.66	5.55	0.74	1.17	1.67
2007	30.86	50.85	82.93	1.27	2.29	3.33	2.00	4.31	6.14	0.85	1.30	1.83
2008	34.52	54.50	89.66	1.39	2.53	3.70	2.19	4.83	6.97	0.96	1.43	1.97
2009	38.64	59.16	93.95	1.50	2.67	4.04	2.34	5.21	7.60	1.07	1.52	2.10
2010	43.09	63.94	100.10	1.63	2.86	4.32	2.47	5.73	8.34	1.18	1.65	2.21
2011	46.33	68.22	1044.00	1.77	3.07	4.64	2.55	6.21	8.95	1.27	1.77	2.34
2012	50.25	72.47	108.80	1.90	3.25	4.93	2.67	6.66	9.35	1.36	1.86	2.45
2013	54.47	76.59	109.90	2.03	3.40	5.20	2.81	6.98	10.00	1.46	1.95	2.52
2014	57.77	80.66	114.00	2.06	3.56	5.44	2.86	7.31	10.32	1.56	2.05	2.58
2015	62.68	84.59	118.00	2.14	3.70	5.67	2.96	7.66	10.62	1.63	2.13	2.70
2016	64.49	87.73	120.00	2.28	3.85	5.99	3.15	8.02	11.25	1.72	2.21	2.76
2017	67.68	90.29	121.70	2.38	3.98	6.20	3.23	8.37	11.71	1.81	2.29	2.83
2018	70.73	93.24	123.90	2.42	4.14	6.35	3.37	8.68	12.14	1.92	2.37	2.88
2019	73.67	95.95	126.10	2.51	4.28	6.56	3.45	8.97	12.42	2.01	2.42	2.93
2020	76.81	98.17	128.70	2.54	4.40	6.73	3.45	9.24	12.72	2.08	2.50	3.00

Table 14. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (in 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY		
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU
<i>Catch = 15000 mt for 1997-2006 and 20000 mt thereafter</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.45	12.01	37.34	0.40	0.64	0.92	1.01	1.13	1.30	0.20	0.31	0.90
1998	7.65	12.85	38.11	0.40	0.67	0.96	1.02	1.18	1.40	0.20	0.33	0.93
1999	7.52	13.89	39.13	0.41	0.72	1.04	1.03	1.24	1.55	0.20	0.36	0.95
2000	8.14	15.38	41.93	0.44	0.79	1.14	1.04	1.34	1.78	0.21	0.40	1.00
2001	8.50	18.45	44.93	0.48	0.91	1.37	1.08	1.50	2.09	0.24	0.47	1.09
2002	9.03	21.19	50.25	0.51	1.02	1.55	1.13	1.66	2.50	0.25	0.54	1.12
2003	10.55	24.66	54.59	0.59	1.15	1.76	1.17	1.87	2.91	0.29	0.63	1.23
2004	12.43	28.01	60.44	0.64	1.29	1.94	1.29	2.14	3.41	0.34	0.71	1.29
2005	14.06	30.91	64.63	0.72	1.40	2.20	1.31	2.46	3.91	0.39	0.80	1.38
2006	15.48	34.63	70.63	0.79	1.57	2.43	1.38	2.77	4.43	0.43	0.89	1.48
2007	17.97	39.30	73.17	0.82	1.71	2.69	1.45	3.13	4.89	0.52	1.01	1.58
2008	18.85	42.71	78.00	0.86	1.93	2.98	1.52	3.41	5.45	0.56	1.10	1.70
2009	21.16	46.27	81.12	0.92	2.08	3.30	1.68	3.73	6.10	0.62	1.20	1.79
2010	22.73	49.59	86.52	0.99	2.23	3.46	1.73	3.96	6.60	0.66	1.29	1.88
2011	24.94	52.54	90.45	1.07	2.41	3.73	1.80	4.18	6.96	0.71	1.37	1.98
2012	27.57	56.08	93.15	1.12	2.50	4.03	1.86	4.56	7.36	0.76	1.46	2.09
2013	28.87	59.83	95.32	1.17	2.63	4.21	1.92	4.83	8.00	0.83	1.53	2.16
2014	32.17	63.47	97.63	1.30	2.79	4.43	2.02	5.06	8.27	0.92	1.62	2.24
2015	35.23	66.98	101.30	1.40	2.93	4.64	2.13	5.37	8.59	1.05	1.71	2.30
2016	37.07	69.17	103.50	1.48	3.05	4.83	2.17	5.79	9.12	1.11	1.79	2.36
2017	40.10	72.88	105.90	1.50	3.17	4.97	2.22	6.20	9.46	1.16	1.84	2.42
2018	45.15	74.92	106.30	1.53	3.28	5.13	2.33	6.36	9.90	1.23	1.89	2.47
2019	47.70	77.06	108.80	1.60	3.36	5.50	2.40	6.60	10.25	1.27	1.97	2.52
2020	49.69	79.90	111.10	1.63	3.43	5.57	2.48	6.91	10.70	1.34	2.03	2.57
<i>Catch = 20000 mt for 1997-2006 and 25000 mt thereafter</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.30	11.84	37.18	0.39	0.63	0.91	0.99	1.12	1.28	0.19	0.30	0.89
1998	7.05	12.34	37.62	0.36	0.64	0.94	0.96	1.15	1.36	0.19	0.31	0.92
1999	6.41	12.90	38.24	0.36	0.67	0.99	0.91	1.18	1.46	0.17	0.33	0.94
2000	6.45	13.64	40.25	0.34	0.71	1.08	0.86	1.22	1.61	0.16	0.36	0.96
2001	5.78	15.78	42.41	0.32	0.77	1.21	0.83	1.31	1.84	0.16	0.39	1.03
2002	5.19	17.28	46.28	0.30	0.83	1.31	0.82	1.39	2.11	0.14	0.44	1.05
2003	4.94	19.35	49.84	0.28	0.91	1.50	0.78	1.52	2.38	0.14	0.49	1.14
2004	4.51	21.20	54.15	0.26	1.00	1.65	0.71	1.65	2.73	0.12	0.55	1.18
2005	4.91	23.39	57.06	0.23	1.07	1.78	0.69	1.78	3.06	0.14	0.59	1.24
2006	4.80	25.32	62.00	0.21	1.14	2.00	0.62	1.95	3.39	0.13	0.65	1.33
2007	4.89	27.86	63.62	0.18	1.30	2.13	0.54	2.16	3.72	0.14	0.71	1.37
2008	4.04	30.26	67.32	0.14	1.40	2.33	0.44	2.30	4.09	0.11	0.76	1.45
2009	2.65	32.19	68.52	0.10	1.46	2.53	0.29	2.51	4.39	0.07	0.83	1.50
2010	0.78	34.62	73.48	0.04	1.57	2.75	0.11	2.64	4.89	0.02	0.89	1.57
2011	0.10	37.09	76.37	0.01	1.62	2.90	0.01	2.77	5.14	0.00	0.96	1.63
2012	0.01	38.88	77.87	0.00	1.68	3.07	0.00	2.94	5.49	0.00	1.01	1.70
2013	0.00	41.42	79.81	0.00	1.80	3.18	0.00	3.07	5.75	0.00	1.06	1.75
2014	0.00	44.29	82.29	0.00	1.88	3.38	0.00	3.14	6.12	0.00	1.13	1.83
2015	0.00	46.42	84.43	0.00	1.94	3.54	0.00	3.20	6.40	0.00	1.20	1.86
2016	0.00	48.29	86.13	0.00	2.00	3.76	0.00	3.32	6.84	0.00	1.25	1.94
2017	0.00	50.54	87.53	0.00	2.15	3.93	0.00	3.56	7.12	0.00	1.29	1.98
2018	0.00	52.25	88.84	0.00	2.25	4.00	0.00	3.76	7.36	0.00	1.35	2.05
2019	0.00	54.20	89.86	0.00	2.32	4.20	0.00	3.81	7.70	0.00	1.40	2.11
2020	0.00	57.51	89.98	0.00	2.40	4.34	0.00	3.92	7.94	0.00	1.45	2.13
<i>Catch = 25000 mt for 1997-2006 and 30000 mt thereafter</i>												
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86
1997	7.15	11.69	37.01	0.38	0.62	0.91	0.97	1.11	1.27	0.19	0.30	0.89
1998	6.40	11.87	37.12	0.33	0.62	0.92	0.88	1.11	1.31	0.17	0.30	0.91
1999	5.33	11.90	37.33	0.30	0.62	0.96	0.78	1.11	1.35	0.14	0.30	0.91
2000	4.46	11.99	38.57	0.26	0.63	1.01	0.62	1.10	1.44	0.12	0.31	0.93
2001	3.01	13.12	39.93	0.19	0.65	1.11	0.44	1.12	1.62	0.08	0.33	0.97
2002	1.19	13.58	42.21	0.08	0.69	1.18	0.17	1.13	1.70	0.03	0.34	1.00
2003	0.18	14.35	44.94	0.01	0.71	1.25	0.02	1.15	1.87	0.00	0.36	1.02
2004	0.02	14.79	47.96	0.00	0.73	1.35	0.00	1.16	2.07	0.00	0.39	1.04
2005	0.00	15.58	49.38	0.00	0.74	1.44	0.00	1.19	2.24	0.00	0.40	1.10
2006	0.00	16.48	53.60	0.00	0.75	1.52	0.00	1.23	2.47	0.00	0.42	1.15
2007	0.00	17.20	54.32	0.00	0.77	1.64	0.00	1.31	2.61	0.00	0.44	1.20
2008	0.00	17.59	56.55	0.00	0.79	1.75	0.00	1.33	2.86	0.00	0.45	1.23
2009	0.00	18.09	56.59	0.00	0.79	1.86	0.00	1.30	3.04	0.00	0.46	1.26
2010	0.00	18.39	59.52	0.00	0.79	1.93	0.00	1.31	3.17	0.00	0.47	1.29
2011	0.00	17.82	62.36	0.00	0.77	2.03	0.00	1.36	3.37	0.00	0.48	1.33
2012	0.00	19.06	64.36	0.00	0.81	2.14	0.00	1.35	3.41	0.00	0.49	1.35
2013	0.00	19.19	64.23	0.00	0.81	2.22	0.00	1.34	3.68	0.00	0.50	1.41
2014	0.00	19.86	66.44	0.00	0.83	2.30	0.00	1.33	3.89	0.00	0.51	1.43
2015	0.00	20.13	68.73	0.00	0.83	2.36	0.00	1.37	4.14	0.00	0.51	1.44
2016	0.00	19.62	68.52	0.00	0.81	2.51	0.00	1.44	4.25	0.00	0.50	1.45
2017	0.00	20.18	68.35	0.00	0.85	2.58	0.00	1.48	4.53	0.00	0.51	1.49
2018	0.00	19.84	70.32	0.00	0.88	2.68	0.00	1.47	4.64	0.00	0.52	1.53
2019	0.00	21.16	71.00	0.00	0.88	2.73	0.00	1.48	4.73	0.00	0.56	1.57
2020	0.00	22.45	71.77	0.00	0.90	2.92	0.00	1.44	4.93	0.00	0.56	1.60

Table 14. Projections for east bluefin spawning stock biomass by ADAPT, with 80% confidence intervals, for Case 2, with various scenarios.

YEAR	Spawning biomass (ln 10000 MT)			SSB relative to SSB in 1975			SSB relative to SSB in 1995			SSB relative to proxy SSB at MSY			
	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	CL	MEDIAN	CU	
<i>Catch = 30000 mt for 1997-2006 and 35000 mt thereafter</i>													
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86	
1997	6.99	11.53	36.85	0.37	0.60	0.91	0.94	1.10	1.25	0.18	0.29	0.88	
1998	5.70	11.39	36.60	0.30	0.59	0.91	0.81	1.08	1.25	0.15	0.29	0.90	
1999	4.05	10.93	36.38	0.24	0.56	0.92	0.60	1.03	1.26	0.11	0.28	0.89	
2000	2.28	10.37	36.86	0.15	0.54	0.92	0.32	0.98	1.26	0.06	0.27	0.89	
2001	0.36	10.17	37.37	0.02	0.54	0.99	0.05	0.94	1.32	0.01	0.26	0.91	
2002	0.03	9.78	38.24	0.00	0.52	1.00	0.00	0.87	1.38	0.00	0.25	0.91	
2003	0.00	9.57	40.11	0.00	0.49	1.03	0.00	0.82	1.46	0.00	0.24	0.93	
2004	0.00	8.74	41.43	0.00	0.44	1.08	0.00	0.74	1.54	0.00	0.23	0.96	
2005	0.00	7.86	41.99	0.00	0.40	1.12	0.00	0.66	1.58	0.00	0.20	0.97	
2006	0.00	6.94	42.83	0.00	0.33	1.14	0.00	0.56	1.67	0.00	0.17	0.97	
2007	0.00	5.03	44.22	0.00	0.25	1.15	0.00	0.45	1.74	0.00	0.14	0.98	
2008	0.00	3.39	45.07	0.00	0.16	1.18	0.00	0.26	1.78	0.00	0.09	1.03	
2009	0.00	1.10	45.46	0.00	0.04	1.19	0.00	0.06	1.82	0.00	0.03	1.04	
2010	0.00	0.20	46.52	0.00	0.01	1.22	0.00	0.01	1.88	0.00	0.01	1.07	
2011	0.00	0.04	48.18	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.85	0.00	0.00	1.05	
2012	0.00	0.00	46.80	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	1.05	
2013	0.00	0.00	47.18	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00	1.78	0.00	0.00	1.06	
2014	0.00	0.00	48.47	0.00	0.00	1.34	0.00	0.00	1.77	0.00	0.00	1.07	
2015	0.00	0.00	47.97	0.00	0.00	1.36	0.00	0.00	1.75	0.00	0.00	1.07	
2016	0.00	0.00	49.17	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00	1.76	0.00	0.00	1.03	
2017	0.00	0.00	48.25	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00	1.04	
2018	0.00	0.00	48.38	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00	1.01	
2019	0.00	0.00	47.30	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	1.89	0.00	0.00	0.98	
2020	0.00	0.00	47.59	0.00	0.00	1.32	0.00	0.00	1.85	0.00	0.00	0.99	
<i>Catch = 35000 mt for 1997-2006 and 40000 mt thereafter</i>													
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86	
1997	6.82	11.36	36.68	0.35	0.60	0.90	0.91	1.09	1.23	0.18	0.29	0.88	
1998	4.94	10.84	36.06	0.28	0.56	0.89	0.72	1.03	1.21	0.13	0.27	0.88	
1999	2.82	9.81	35.41	0.17	0.51	0.89	0.40	0.94	1.20	0.07	0.25	0.87	
2000	0.55	8.65	35.15	0.04	0.46	0.85	0.08	0.82	1.19	0.01	0.22	0.84	
2001	0.06	7.55	34.75	0.00	0.40	0.86	0.01	0.71	1.21	0.00	0.19	0.85	
2002	0.01	5.95	34.59	0.00	0.32	0.86	0.00	0.57	1.19	0.00	0.15	0.83	
2003	0.00	4.38	34.28	0.00	0.24	0.86	0.00	0.41	1.17	0.00	0.11	0.87	
2004	0.00	2.62	34.50	0.00	0.12	0.85	0.00	0.22	1.18	0.00	0.07	0.85	
2005	0.00	0.61	34.12	0.00	0.03	0.84	0.00	0.05	1.15	0.00	0.02	0.81	
2006	0.00	0.11	33.02	0.00	0.00	0.84	0.00	0.01	1.17	0.00	0.00	0.80	
2007	0.00	0.01	31.99	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	0.79	
2008	0.00	0.00	33.31	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	1.13	0.00	0.00	0.78	
2009	0.00	0.00	31.25	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.76	
2010	0.00	0.00	29.66	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.72	
2011	0.00	0.00	29.66	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	1.09	0.00	0.00	0.70	
2012	0.00	0.00	28.38	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	0.67	
2013	0.00	0.00	26.33	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.62	
2014	0.00	0.00	26.22	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	0.61	
2015	0.00	0.00	26.66	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.59	
2016	0.00	0.00	22.44	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.53	
2017	0.00	0.00	19.42	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00	0.45	
2018	0.00	0.00	17.40	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.37	
2019	0.00	0.00	14.69	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.28	
2020	0.00	0.00	11.62	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.21	
<i>Catch = 40000 mt for 1997-2006 and 45000 mt thereafter</i>													
1996	7.27	11.56	36.17	0.40	0.61	0.88	1.02	1.10	1.21	0.20	0.30	0.86	
1997	6.63	11.19	36.50	0.34	0.59	0.90	0.88	1.08	1.21	0.17	0.28	0.88	
1998	4.22	10.23	35.51	0.23	0.53	0.88	0.62	0.98	1.16	0.11	0.26	0.87	
1999	1.22	8.67	34.41	0.08	0.45	0.83	0.16	0.84	1.12	0.03	0.22	0.84	
2000	0.21	6.81	33.40	0.01	0.36	0.81	0.03	0.67	1.08	0.01	0.17	0.80	
2001	0.03	4.61	32.14	0.00	0.25	0.80	0.00	0.48	1.08	0.00	0.12	0.78	
2002	0.00	1.74	31.77	0.00	0.10	0.78	0.00	0.18	1.05	0.00	0.04	0.76	
2003	0.00	0.30	29.36	0.00	0.02	0.75	0.00	0.03	1.02	0.00	0.01	0.75	
2004	0.00	0.04	28.30	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.96	0.00	0.00	0.72	
2005	0.00	0.01	26.61	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.66	
2006	0.00	0.00	25.10	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.62	
2007	0.00	0.00	22.99	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.56	
2008	0.00	0.00	20.77	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.72	0.00	0.00	0.51	
2009	0.00	0.00	17.99	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.44	
2010	0.00	0.00	14.25	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.35	
2011	0.00	0.00	10.40	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.27	
2012	0.00	0.00	6.24	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.16	
2013	0.00	0.00	2.49	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.06	
2014	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	
2015	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	
2016	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2017	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2018	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
										Y/R at Fmax (kg)	16.76	23.29	26.21
										Fmax	0.19	0.23	0.37
										S/R at Fmax (kg)	208.90	239.60	261.10
										SSB at Fmax (mt)	356900	383800	424900
										MSY proxy (mt)	31840	36580	41840
										Max rec	1533000	1604000	193500

**Table 15. Proportions of undersized fish in the combined catches of east, west Atlantic and the Mediterranean Sea.**

	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
WEST wt < 115 cm	106627	130463	298587	199972	326891	343122	190394	405410	411471	118490	138691	66166	107218
ATL. wt = or > 115 cm	2499347	2119951	2450148	2219737	2361830	2891784	2784299	2413213	2618265	2110347	2077710	2000427	2332225
Total weight	2605975	2250415	2748735	2419710	2688721	3234907	2974694	2818624	3029737	2228838	2216402	2066594	2439443
% = or < 115 cm	4.1	5.8	10.9	8.3	12.2	10.6	6.4	14.4	13.6	5.3	6.3	3.2	4.4
FISH #	21974	23084	37498	27104	43961	48088	34380	40895	46054	20774	22846	19935	24242
WEST wt < 120 cm	15362	148608	331461	224371	377882	394993	204023	420121	439643	128094	187074	95515	132912
ATL. wt = or > 120 cm	90612	2101807	2417274	2195338	2310838	2839913	2770671	2398502	2590094	2100744	2029328	1971079	2306531
Total weight	5975	2250415	2748735	2419710	2688721	3234907	2974694	2818624	3029737	2228838	2216402	2066594	2439443
% = or < 120 cm	4.4	6.6	12.1	9.3	14.1	12.2	6.9	14.9	14.5	5.8	8.4	4.6	5.5
FISH #	21974	23084	37498	27104	43961	48088	34380	40895	46054	20774	22846	19935	24242
EAST # < 6.4 kg	391005	48549	44882	372122	61992	352220	207264	71615	60878	118931	66242	46763	211054
ATL # = or > 6.4 kg	128459	241441	171158	132492	158037	130196	201167	112938	136088	146788	372950	171262	208934
# Total	519466	289991	216041	504615	220029	482416	408431	184554	196967	265719	439193	218025	419988
% = or < 6.4 kg	75.3	16.7	20.8	73.7	28.2	73.0	50.8	38.8	30.9	44.8	15.1	21.5	50.3
MED # < 6.4 kg	516490	95694	537114	744926	237981	385222	146017	592789	307124	263536	254659	452147	159405
# = or > 6.4 kg	373125	591813	581793	498086	491986	474669	535374	587347	610834	662877	554077	625339	545824
Total # fish	889616	687508	1118908	1243013	729967	859892	681390	1180136	917958	926414	808736	1077486	705230
% < 6.4 KG	58.1	13.9	48.0	59.9	32.6	44.8	21.4	50.2	33.5	28.5	31.5	42.0	22.6

Minimum size regulations are as follows:

West Atlantic;

6.4 kg with a tolerance of 15% in number of fish (since 1975)

120 cm with a tolerance of 15 % in weight (1983-1991)

115 cm with a tolerance of 8% in weight (1992-present)

East Atlantic and Mediterranean Sea;

6.4 kg with a tolerance of 15% in number of fish (since 1975)



**Table 16. Proportion of undersized fish by country (1983-1995)**

		83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
<b>EAST ATLANTIC</b>														
CHINA	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	31	4	0	0	0	0	0	0	0	0	30	79	59
	TOTAL FISH	31	4	0	0	0	0	0	0	0	0	30	79	59
	% LT 6.4 KG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DENMARK	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FRANCE	# LT 6.4 KG	50582	8661	3737	31926	12385	76995	25917	13618	18631	45011	12019	20984	45284
	# GE 6.4 KG	15616	40997	32532	12571	35974	27711	29917	21745	34302	51736	74970	16649	35933
	TOTAL FISH	66199	49660	36270	44497	48359	104707	55834	35365	52933	96749	86990	37632	81219
	% LT 6.4 KG	76.41	17.44	10.30	71.75	25.61	73.53	46.42	38.51	35.20	46.52	13.82	55.76	55.76
JAPAN	# LT 6.4 KG	5	1	0	0	0	0	0	0	8	13	0	0	0
	# GE 6.4 KG	15659	9069	2658	4745	5990	6879	6379	10855	20155	23179	17884	15198	31089
	TOTAL FISH	15664	9070	2658	4745	5990	6879	6379	10855	20163	23193	17884	15198	31089
	% LT 6.4 KG	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0	0.04	0.06	0	0	0
KOREA	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	120	0	478	0	0	0	0	0	0	0	0	27	1592
	TOTAL FISH	120	0	478	0	0	0	0	0	0	0	0	27	1592
	% LT 6.4 KG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LIBYA	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1744	1414	0	0
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1744	1414	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MAROC	# LT 6.4 KG	62932	7813	12821	154056	1393	41245	48939	2002	1012	16530	3513	0	0
	# GE 6.4 KG	4455	9626	1321	5623	2424	1298	1792	2057	4996	2233	1494	3245	2890
	TOTAL FISH	67387	17441	14142	159680	3818	42545	50731	4060	6008	18763	5007	3245	2890
	% LT 6.4 KG	93.39	44.80	90.66	96.48	36.49	96.94	96.47	49.31	16.84	88.10	70.16	0.00	0.00
NORWAY	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	3	899	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	3	899	0	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PORTUGAL	# LT 6.4 KG	24839	443	191	9224	2439	11169	319	6629	3600	6800	4417	240	0
	# GE 6.4 KG	3748	2113	2040	3579	7139	692	7	3	617	188	18	1593	32
	TOTAL FISH	28588	2556	2231	12804	9578	11861	326	6632	4218	6988	4435	1833	32
	% LT 6.4 KG	86.89	17.33	8.56	72.04	25.46	94.17	97.85	99.95	85.35	97.31	99.59	13.09	0.00
ESPANA	# LT 6.4 KG	252638	31612	28130	176914	45772	222806	132085	49364	37624	50572	43770	25536	165706
	# GE 6.4 KG	88788	178488	131962	105772	106475	93611	163021	78212	75990	67703	260423	130022	136449
	TOTAL FISH	341428	210102	160093	282687	152248	316418	295108	127577	113614	118276	304193	155560	302154
	% LT 6.4 KG	73.99	15.05	17.57	62.58	30.06	70.42	44.76	38.69	33.12	42.76	14.39	16.42	54.84
SWEDEN	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	TOTAL FISH	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PANAMA	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	137	140	75	31	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	0	137	140	75	31	0	0	0	0	0	0	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAP VERT	# LT 6.4 KG	6	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	30	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	37	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	% LT 6.4 KG	18.45	17.38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Table 16. Proportion of undersized fish by country (1983-1995)**

		83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
IRELAND	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2083	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12987	0	0
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15070	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.82	0	0
-----														
HONDURAS	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	745	0	0
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	745	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----														
NEI	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	35	16	27	0	0	46	60	22	0	246	0	0
	TOTAL FISH	0	35	16	27	0	0	46	60	22	0	246	0	0
	% LT 6.4 KG	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-----														
ST.VINC.	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	437	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2733	0	0
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3170	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.8	0	0
-----														
U.K.	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56.99
-----														
NEI_ESPA	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4443	837
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4443	837
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----														
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
<b>TOTAL EAST ATLANTIC</b>														
	# LT 6.4 KG	391005	48549	44882	372122	61992	352220	207264	71615	60878	118931	66242	46763	211054
	# GE 6.4 KG	128459	241441	171158	132492	158037	130196	201167	112938	136088	146788	372950	171262	208934
	TOTAL FISH	519466	289991	216041	504615	220029	482416	408431	184554	196967	265719	439193	218025	419988
	% LT 6.4 KG	75.27	16.74	20.78	73.74	28.17	73.01	50.75	38.8	30.91	44.76	15.08	21.45	50.25
#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
<b>WEST ATLANTIC</b>														
ARGENTIN	# LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
	# GE 115 CM	0	0	5589	0	0	0	0	1390	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	0	0	5589	0	0	0	0	1411	0	0	0	0	0
	% LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	0	1.44	0	0	0	0	0
	# OF FISH	0	0	19	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
-----														
CANADA	# LT 115 CM	0	0	0	0	129	5228	2738	0	0	0	4059	0	0
	# GE 115 CM	432719	266785	147102	41944	82721	409952	627628	447041	483378	443924	454983	390305	575136
	TOTAL FISH	432719	266785	147102	41944	82850	415181	630367	447041	483378	443924	459042	390305	575136
	% LT 115 CM	0	0	0	0	0.16	5.02	4.48	0	0	0	17.16	0	0
	# OF FISH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	1.26	0.43	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00
-----														
CHI.TAIWAN	# LT 115 CM	0	84	975	207	0	0	49	0	0	0	0	0	0
	# GE 115 CM	1955	3172	2209	3570	0	0	2493	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	1955	3256	3184	3778	0	0	2543	0	0	0	0	0	0
	% LT 115 CM	0.00	2.58	30.63	5.50	0.00	0.00	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	# OF FISH	16	33	73	49	0	0	27	0	0	0	0	0	0
-----														
JAPAN	# LT 115 CM	45068	40607	131374	36676	44138	80037	8468	14239	9971	7620	13040	19100	4316
	# GE 115 CM	543932	607245	964243	549109	933687	1055146	459135	536104	678205	504073	567814	407778	382914
	TOTAL FISH	589000	647853	1095618	585786	977825	113518	467603	550343	688177	511693	580854	426878	387231
	% LT 115 CM	7.65	6.27	11.99	6.26	4.51	7.05	1.81	2.59	1.45	1.49	2.25	4.47	1.11
	# OF FISH	7127	8925	20005	8322	13970	17271	4748	6322	7576	4976	6575	6670	5006

**Table 16. Proportion of undersized fish by country (1983-1995)**

		83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
U.S.A.	# LT 115 CM	61558	89770	166237	163061	282621	257846	178919	390354	401499	110870	121591	47065	102901
	# GE 115 CM	1519735	1233951	131391	1584545	1341499	1276731	1620966	1390707	1419090	1130495	1053425	1158278	1364301
	TOTAL FISH	1581295	1323723	1480156	1747606	1624123	1534577	1799885	178106	1820590	1241365	117501	1205344	1467202
	% LT 115 CM	3.89	6.78	11.23	9.33	17.40	16.80	9.94	21.92	22.05	8.93	10.35	3.90	7.01
	# OF FISH	13766	13499	17005	18270	29524	27302	25754	32040	35959	13752	14078	11458	17115
MEXICO	# LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 115 CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3789	0
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3789	0
	% LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# OF FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0
TRINIDAD	# LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 115 CM	0	0	511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	0	0	511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	% LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# OF FISH	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
URUGUAY	# LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 115 CM	0	8794	16013	6326	3919	1804	0	0	723	0	0	0	1418
	TOTAL FISH	0	8794	16013	6326	3919	1804	0	0	723	0	0	0	1418
	% LT 115 CM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	# OF FISH	0	33	57	19	12	7	0	0	3	0	0	0	6
BRAS.JPN	# LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	7	5	0	0	0	0	0
	# GE 115 CM	1000	0	555	0	0	0	1467	511	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	1000	0	555	0	0	0	1474	517	0	0	0	0	0
	% LT 115 CM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	# OF FISH	8	0	1	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0
NEI	# LT 115 CM	0	0	0	0	0	0	210	790	0	0	0	0	0
	# GE 115 CM	0	0	0	0	0	3040	32690	37453	36863	31848	1483	40272	8447
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	3040	32902	38243	36863	31848	1483	40272	8447
	% LT 115 CM	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	# OF FISH	0	0	0	0	0	10	184	253	163	134	6	248	51
CAN.JPN	# LT 115 CM	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 115 CM	0	0	0	34237	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	0	0	0	34263	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	% LT 115 CM	0	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# OF FISH	0	0	0	342	0	0	0	0	0	0	0	0	0
#####														
<b>TOTAL WEST ATLANTIC</b>														
WEIGHT	LT 115 CM	106627	130463	298587	199972	326891	343122	190394	405410	411471	118490	138691	66166	107218
WEIGHT	GE 115 CM	2499347	211995	2450148	2219737	2361830	2891784	2784299	2413213	2618265	2110347	2077710	2000427	2332225
TOT. E	ST. WEIGHT	2605975	2250415	2748735	2419710	2688721	3234907	2974694	2818624	3029737	2228838	2216402	2066594	2439443
% L	T. 115 CM	4.09	5.8	10.86	8.26	12.16	10.61	6.4	14.38	13.58	5.32	6.26	3.2	4.4
TOTAL	FISH #	21974	23084	37498	27104	43961	48088	34380	40895	46054	20774	22846	19935	24242
#####														
<b>MEDITERRANEAN</b>														
ALGERIE	# LT 6.4 KG	1	4104	38753	58	0	0	0	293	304	585	373	623	671
	# GE 6.4 KG	1418	7739	3992	6967	3020	5261	13190	15346	12082	6521	5818	8453	6371
	TOTAL FISH	1420	11844	42746	7025	3020	5261	13190	15640	12386	7107	6192	9077	7043
	% LT 6.4 KG	0.08	34.65	90.66	0.83	0	0	0	1.88	2.45	8.24	6.04	6.86	9.54
CHL.TAIW	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1749	3662	2161
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1754	3662	2161
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24	0	0

**Table 16. Proportion of undersized fish by country (1983-1995)**

		83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
FRANCE	# LT 6.4 KG	108304	10606	15095	92118	63032	161814	58976	175087	86256	28589	49948	52853	32529
	# GE 6.4 KG	148764	172609	240081	139452	215377	220420	237002	238812	223557	305033	230130	270427	209904
	TOTAL FISH	257070	183216	255177	231571	278410	382234	295977	413899	309813	333622	280079	323281	242434
	% LT 6.4 KG	42.13	5.79	5.92	39.78	22.64	42.33	19.93	42.30	27.84	8.57	17.83	16.35	13.42
GREECE	# LT 6.4 KG	0	0	94	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	51	546	446	417	768	874	730	578	383	2848	3230
	TOTAL FISH	0	0	145	546	446	423	768	874	730	578	383	2848	3230
	% LT 6.4 KG	ERR	ERR	64.83	0.00	0.00	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ITALY	# LT 6.4 KG	69354	44450	46731	195397	168023	178011	60374	172448	72401	14518	39067	384425	54362
	# GE 6.4 KG	156024	290254	209382	192641	157970	81021	124044	129085	120745	155527	133383	205995	71971
	TOTAL FISH	225379	334706	256114	388038	325995	259035	184419	301538	193147	170049	172454	590425	126336
	% LT 6.4 KG	30.77	13.28	18.25	50.36	51.54	68.72	32.74	57.19	37.48	8.54	22.65	65.11	43.03
JAPAN	# LT 6.4 KG	3	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	4055	6141	5921	2023	1828	1404	557	981	456	569	3075	2773	3589
	TOTAL FISH	4059	6141	5938	2023	1828	1404	557	981	456	569	3075	2773	3589
	% LT 6.4 KG	0.07	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
KOREA	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3511	2006
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3511	2006
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIBYA	# LT 6.4 KG	1	0	2580	1481	0	20	0	0	0	0	0	683	9392
	# GE 6.4 KG	1523	1437	1443	13797	2477	1428	496	1456	1662	2115	2023	9529	18639
	TOTAL FISH	1524	1437	4024	15278	2477	1448	496	1456	1662	2115	2023	10212	28031
	% LT 6.4 KG	0.07	0.00	64.12	9.69	0.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.69	33.51
MALTA	# LT 6.4 KG	0	3	15	4	0	0	0	22	23	181	185	0	0
	# GE 6.4 KG	243	176	425	504	258	279	632	1201	965	2017	2891	1767	2027
	TOTAL FISH	244	180	441	508	258	279	632	1224	989	2198	3077	1767	2027
	% LT 6.4 KG	0.00	1.67	3.40	0.79	0.00	0.00	0.00	1.80	2.33	8.23	6.01	0.00	0.00
MAROC	# LT 6.4 KG	845	169	1789	22977	0	8980	3058	0	4698	711	0	1500	0
	# GE 6.4 KG	0	208	184	2865	679	4523	1877	4002	337	614	33	3501	81
	TOTAL FISH	845	377	1973	25842	679	13503	4935	4002	5036	1325	34	5002	81
	% LT 6.4 KG	100.00	44.83	90.67	88.91	0.00	66.50	61.97	0.00	93.29	53.66	0.00	29.99	0.00
PORTUGAL	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	352	1480	1479	703	2198	1955
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	352	1480	1479	703	2198	1955
	% LT 6.4 KG	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	ERR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESPANA	# LT 6.4 KG	330850	35463	427943	416581	3701	6674	7541	195691	106674	211893	149017	91	54728
	# GE 6.4 KG	2717	60958	13460	14817	16213	14715	28829	45456	51683	91283	86704	25963	104038
	TOTAL FISH	333567	96424	441405	431398	19915	21389	36371	241148	158358	303176	235725	26056	158768
	% LT 6.4 KG	99.19	36.78	96.95	96.57	18.58	31.20	20.73	81.15	67.36	69.89	63.22	0.35	34.47
TUNISIE	# LT 6.4 KG	3829	91	1141	4400	3222	6386	2072	5255	24232	5001	13051	10229	3679
	# GE 6.4 KG	5537	6578	7562	8507	8875	5473	6573	7419	58442	60480	55714	48414	23411
	TOTAL FISH	9368	6670	8703	12908	12097	11861	8646	12675	82674	65482	68765	58643	27090
	% LT 6.4 KG	40.87	1.36	13.11	34.09	26.63	53.84	23.96	41.46	29.31	7.64	18.98	17.44	13.58
TURKEY	# LT 6.4 KG	2	140	1664	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
	# GE 6.4 KG	3136	7126	44923	72411	43165	73524	83663	85306	97241	6286	10447	13833	16880
	TOTAL FISH	3139	7266	46587	72411	43165	73524	83663	85306	97241	6293	10447	13833	16880
	% LT 6.4 KG	0.06	1.93	3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00
YUGOSLAV	# LT 6.4 KG	3292	661	1272	11017	0	23324	12348	43336	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	49315	38075	53413	34887	38748	60017	32233	52813	0	0	0	0	0
	TOTAL FISH	52607	38736	54685	45904	38748	83341	44582	96150	0	0	0	0	0
	% LT 6.4 KG	6.26	1.71	2.33	24	0	27.99	27.7	45.07	0	0	0	0	0

**Table 16. Proportion of undersized fish by country (1983-1995)**

		83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
PANAMA	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1974	5797	5577
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1974	5797	5577
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----														
CYPRUS	# LT 6.4 KG	0	1	7	1	0	0	0	3	2	19	18	0	0
	# GE 6.4 KG	84	87	209	125	64	105	201	202	123	212	277	0	0
	TOTAL FISH	85	89	217	126	64	105	201	206	126	231	295	0	0
	% LT 6.4 KG	0.00	1.12	3.23	0.79	0.00	0.00	0.00	1.46	1.59	8.23	6.10	ERR	ERR
-----														
NEI	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	113	0	987	1666	3804	3332	2367	9617	6241	6246	0	0
	TOTAL FISH	0	113	0	987	1666	3804	3332	2367	9617	6241	6246	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----														
E.GUINEA	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	482
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	482
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----														
TUN.MON.	# LT 6.4 KG	0	0	5	887	0	0	1643	0	54	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	299	294	730	7544	1184	2265	1958	1209	2155	0	0	0	0
	TOTAL FISH	299	294	736	8432	1184	2265	3602	1209	2209	0	0	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0.75	10.52	0	0	45.62	0	2.44	0	0	0	0
-----														
CROATIE	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	12118	1772	2334	1735	2088
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	28576	20947	9786	8877	13471
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	40694	22720	12121	10612	15559
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	29.78	7.8	19.26	16.35	13.42
-----														
NEI2	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	643	354	250	649	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	450	965	2958	2723	0	0
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	1094	1319	3209	3372	0	0
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	58.78	26.83	7.81	19.26	0	0
-----														
G.CONAKR	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1448	1050
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1448	1050
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----														
NEI-21	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5576	7727
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5576	7727
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----														
BELIZE	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	744	1740
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	744	1740
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-----														
NEI_8	# LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1947
	# GE 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47173
	TOTAL FISH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49121
	% LT 6.4 KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.96

#####

**MEDITERRANEAN SEA**

# LT 6.4 KG	516490	95694	537114	744926	237981	385222	146017	592789	307124	263536	254659	452147	159405
# GE 6.4 KG	373125	591813	581793	498086	491986	474669	535374	587347	610834	662877	554077	625339	545824
TOTAL FISH	889616	687508	111890	1243013	729967	859892	681390	118013	917958	926414	808736	1077486	705230
% LT 6.4 KG	58.06	13.92	48	59.93	32.6	44.8	21.43	50.23	33.46	28.45	31.49	41.96	22.6

#####

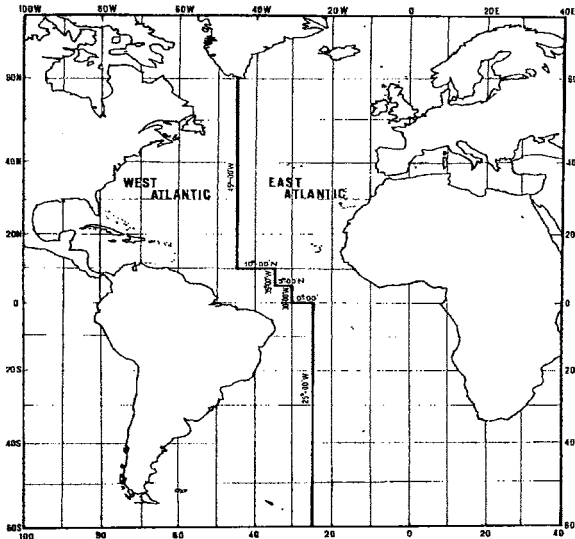


Fig. 1. The boundaries set up for separating east and west stocks of Atlantic bluefin tuna, as becoming effect in 1982.

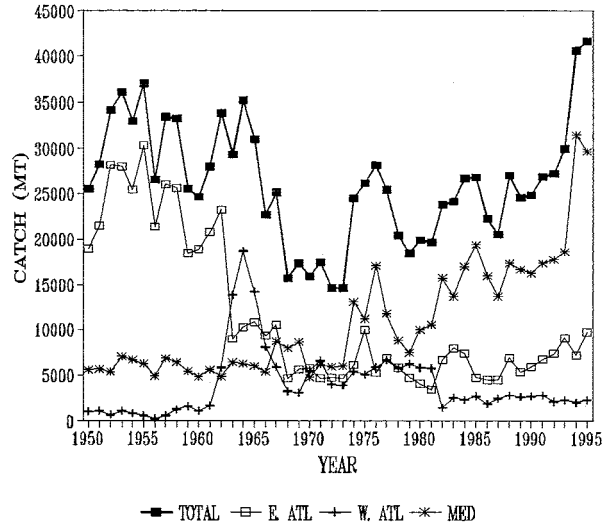


Fig. 2. Atlantic bluefin catches by total east, west Atlantic and the Mediterranean Sea, 1950-1995.

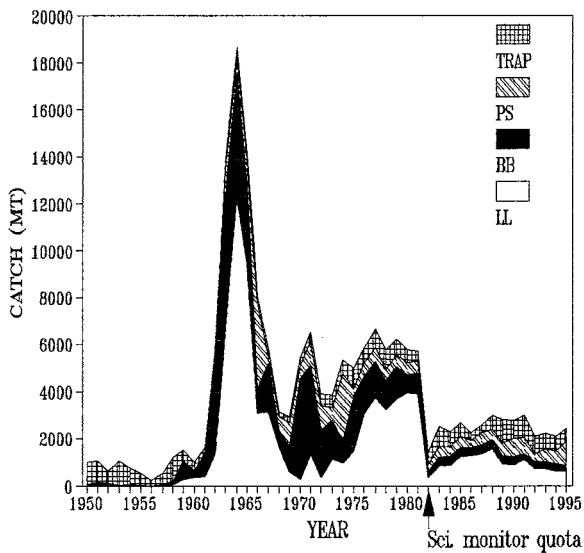


Fig. 3. Accumulative bluefin catches in the west Atlantic by major fishing gears, 1950-1995.

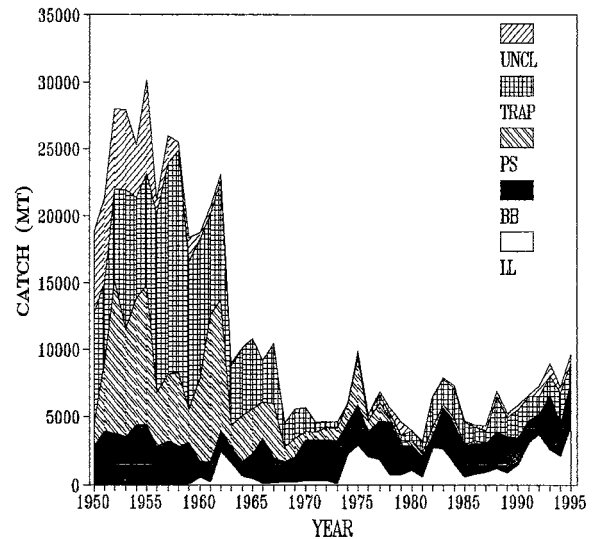


Fig. 4. Accumulative bluefin catches in the east Atlantic by major fishing gears, 1950-1995

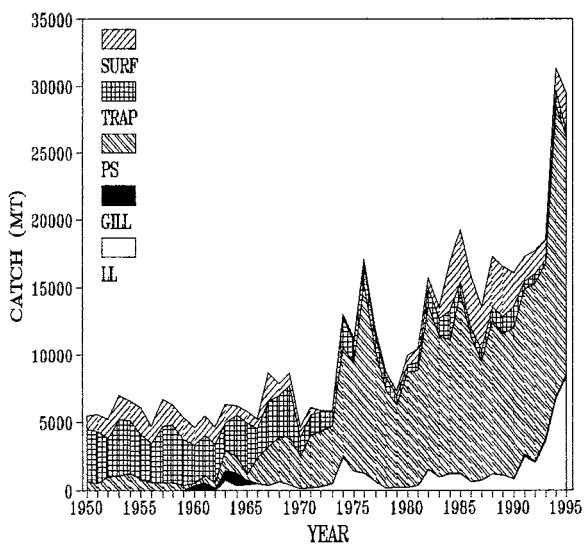


Fig. 5. Accumulative bluefin catches in the Mediterranean Sea by major fishing gears, 1950-1995

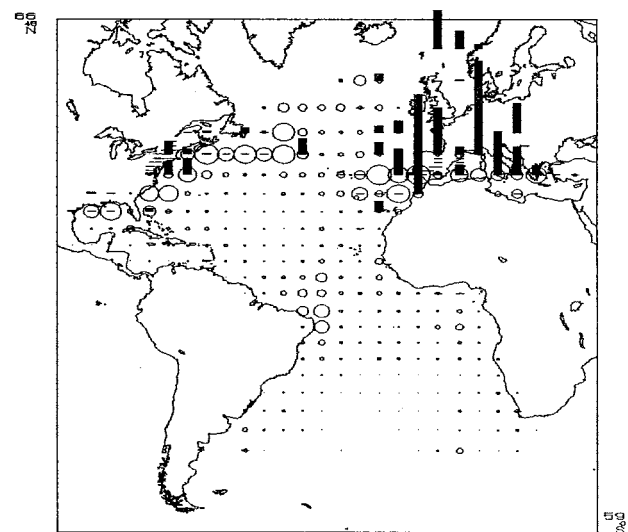
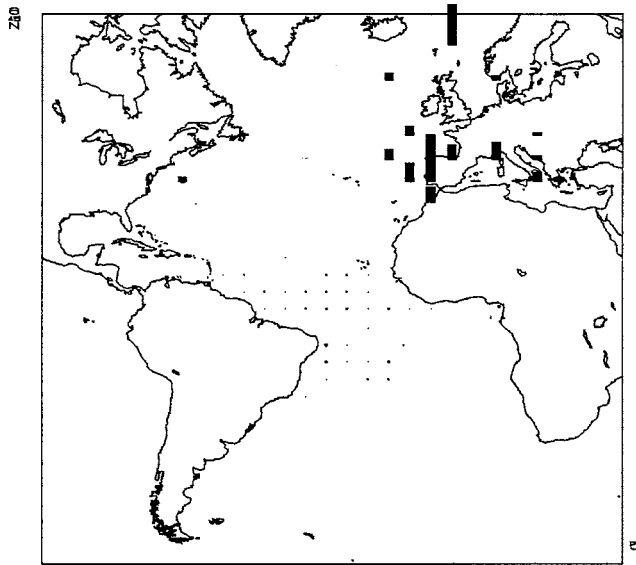
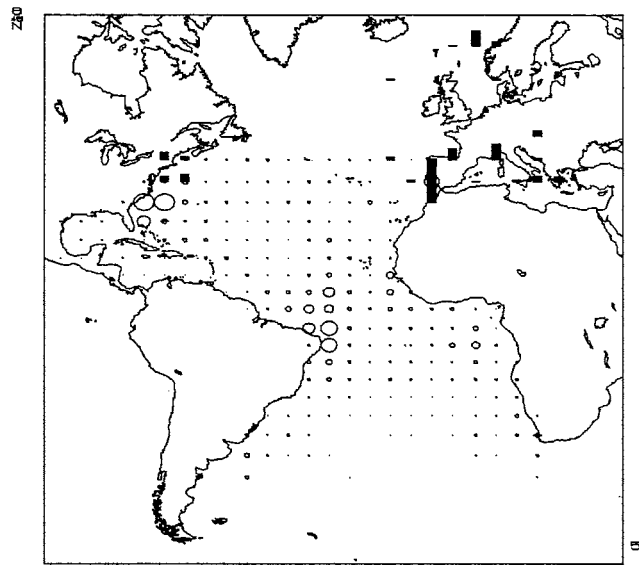


Fig. 6. Accumulated total catch of bluefin tuna by longline (circle) and surface gears (histogram) by 5° x 5° area, 1950-1994.

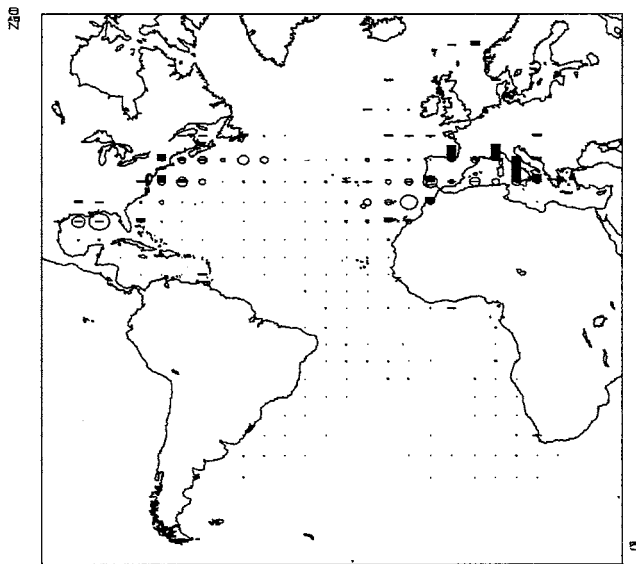
1950's



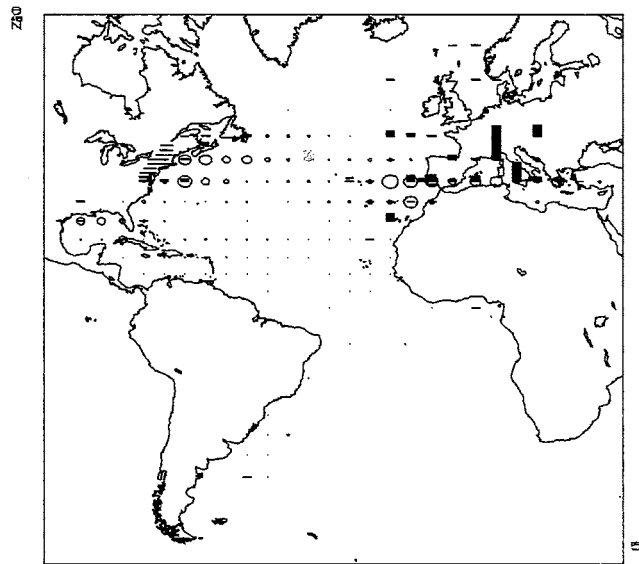
1960's



1970's



1980's



1990's

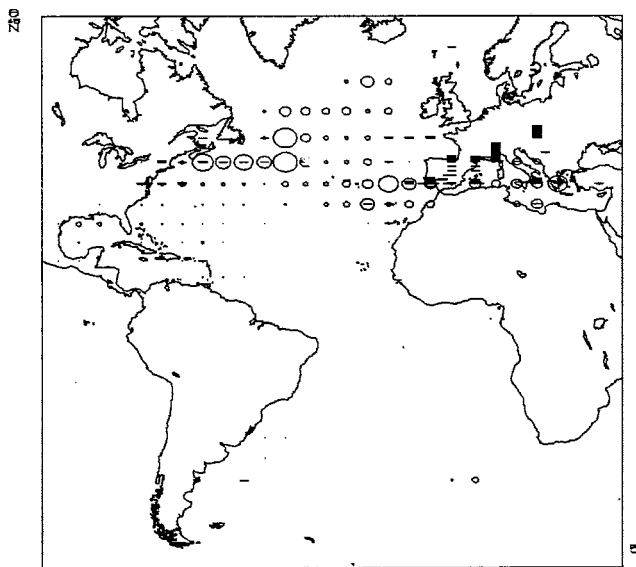
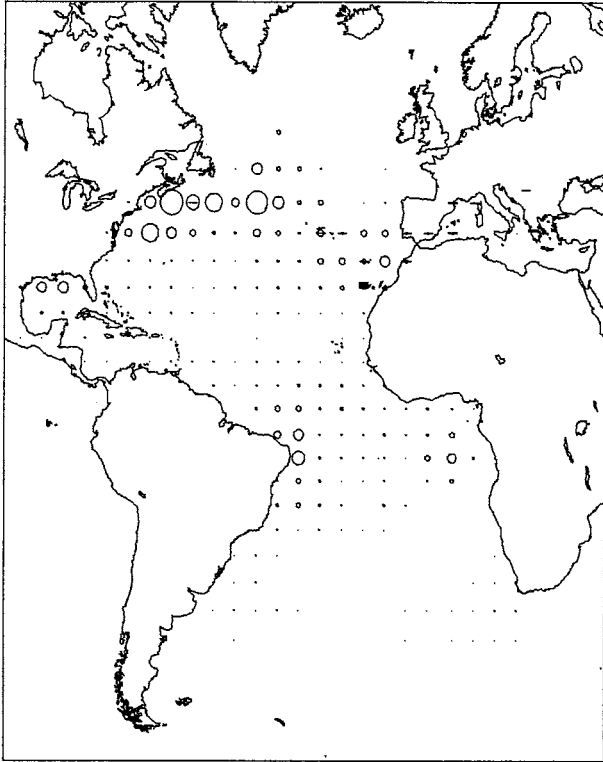


Fig. 7. Geographical distribution of bluefin tuna catches by longline (circle) and surface gears (histograms) by decades, 1950-1994.

QUARTER 1

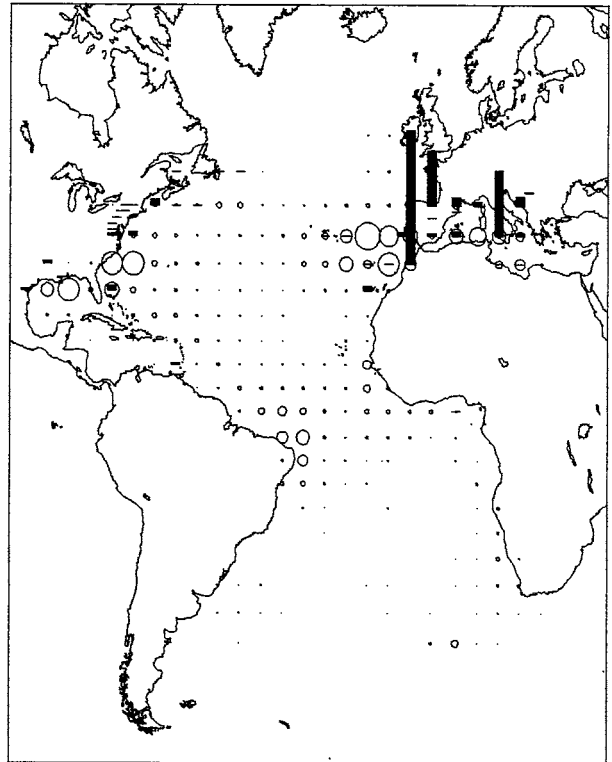
101.42W



38.30E

QUARTER 2

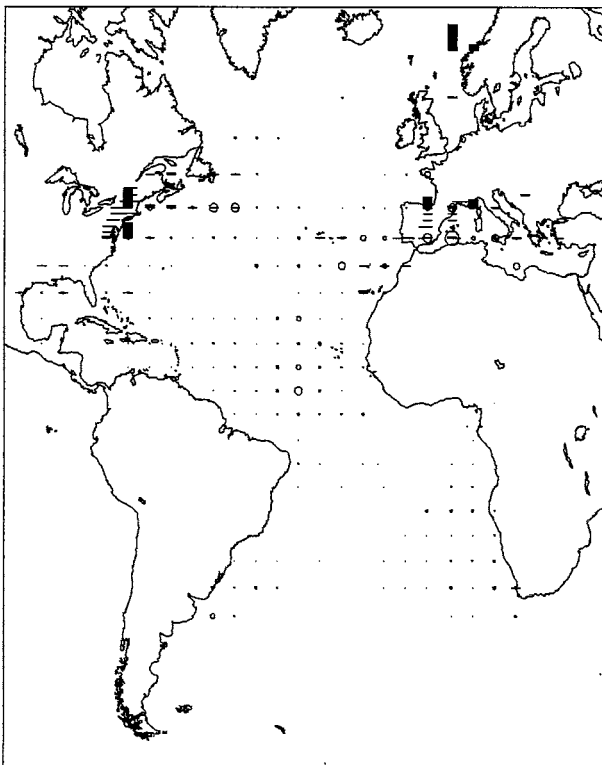
101.42W



38.30E

QUARTER 3

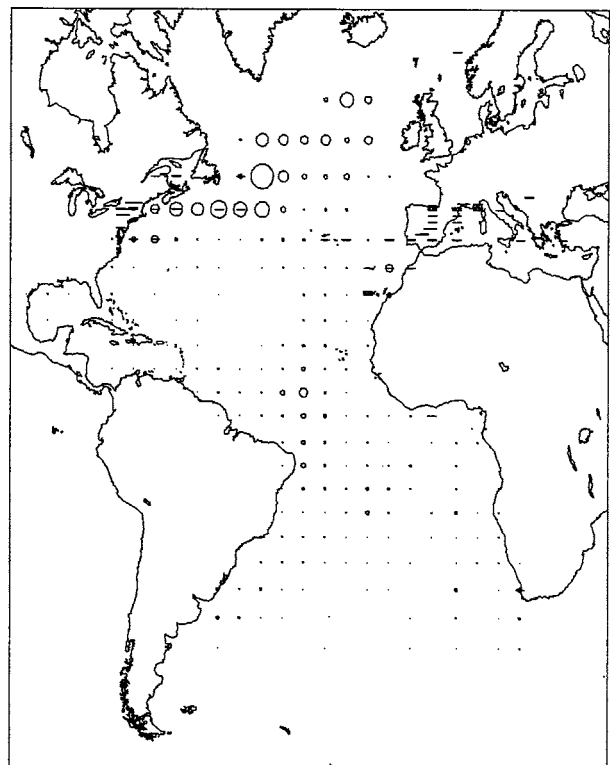
101.42W



38.30E

QUARTER 4

101.42W



38.30E

Fig. 8. Geographical distribution of bluefin tuna catches by longline (circle) and surface gears (histograms) by quarter, 1950-1994 combined.



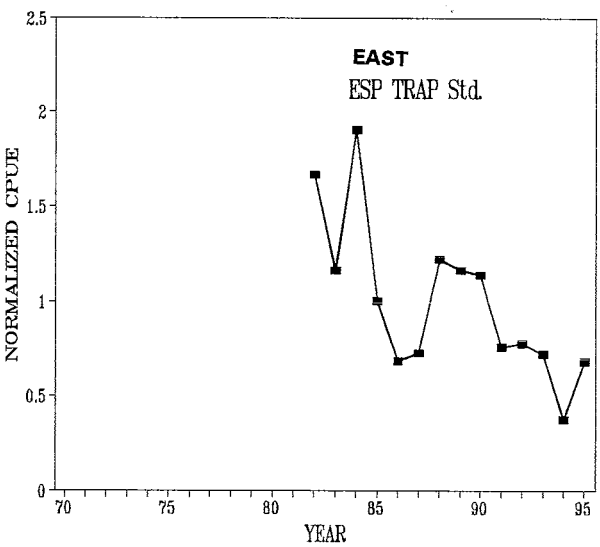
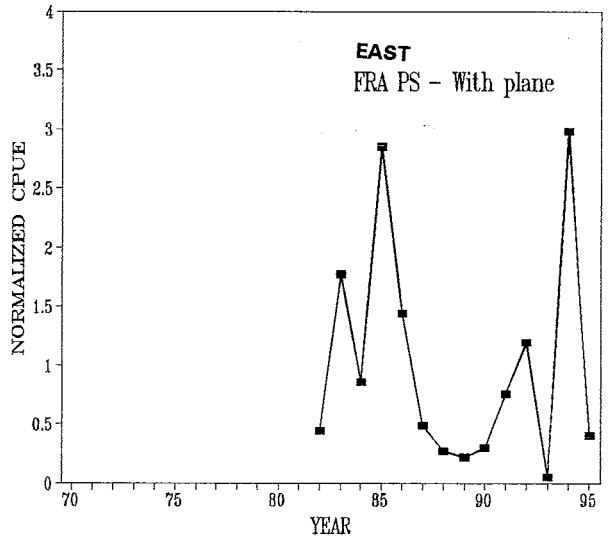
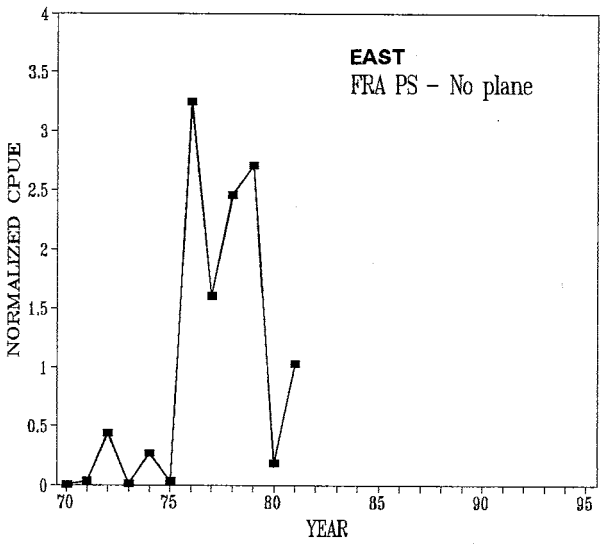
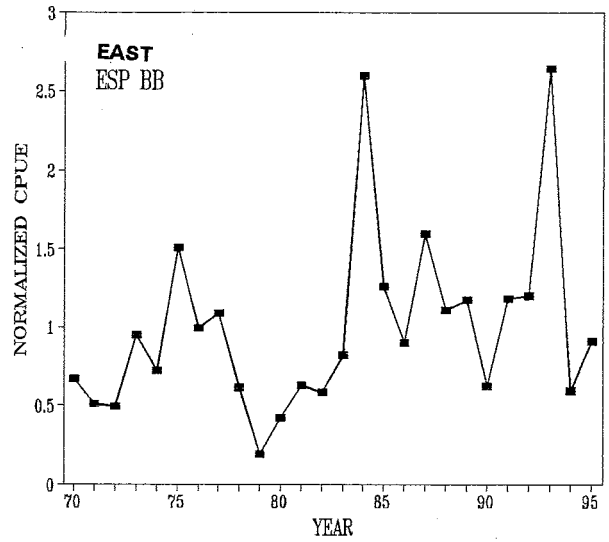
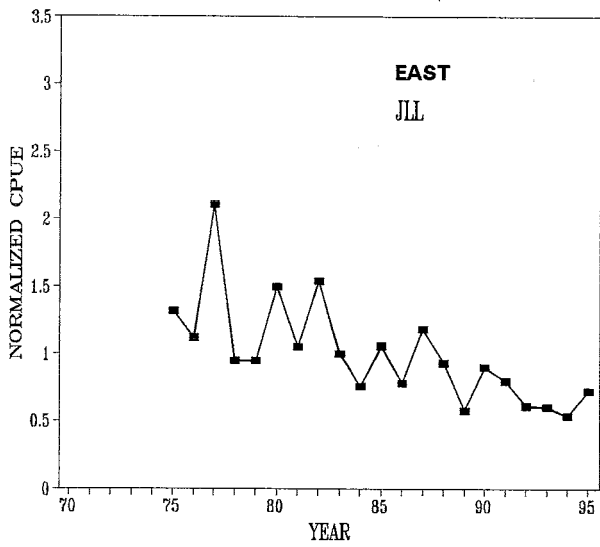


Fig. 9. Catch rate indices used in calibration of east stock assessments. Each series has been normalized to its own mean.

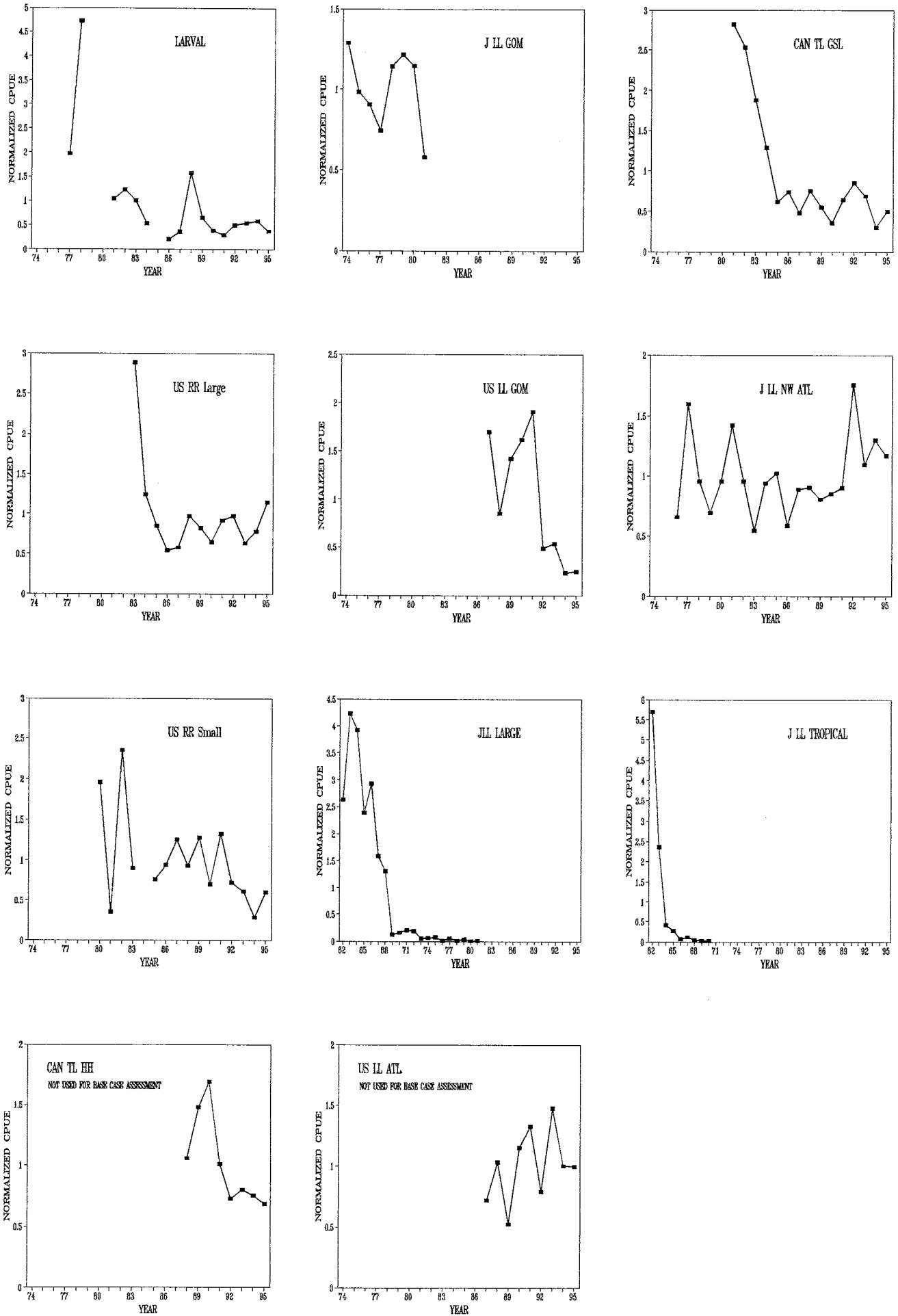
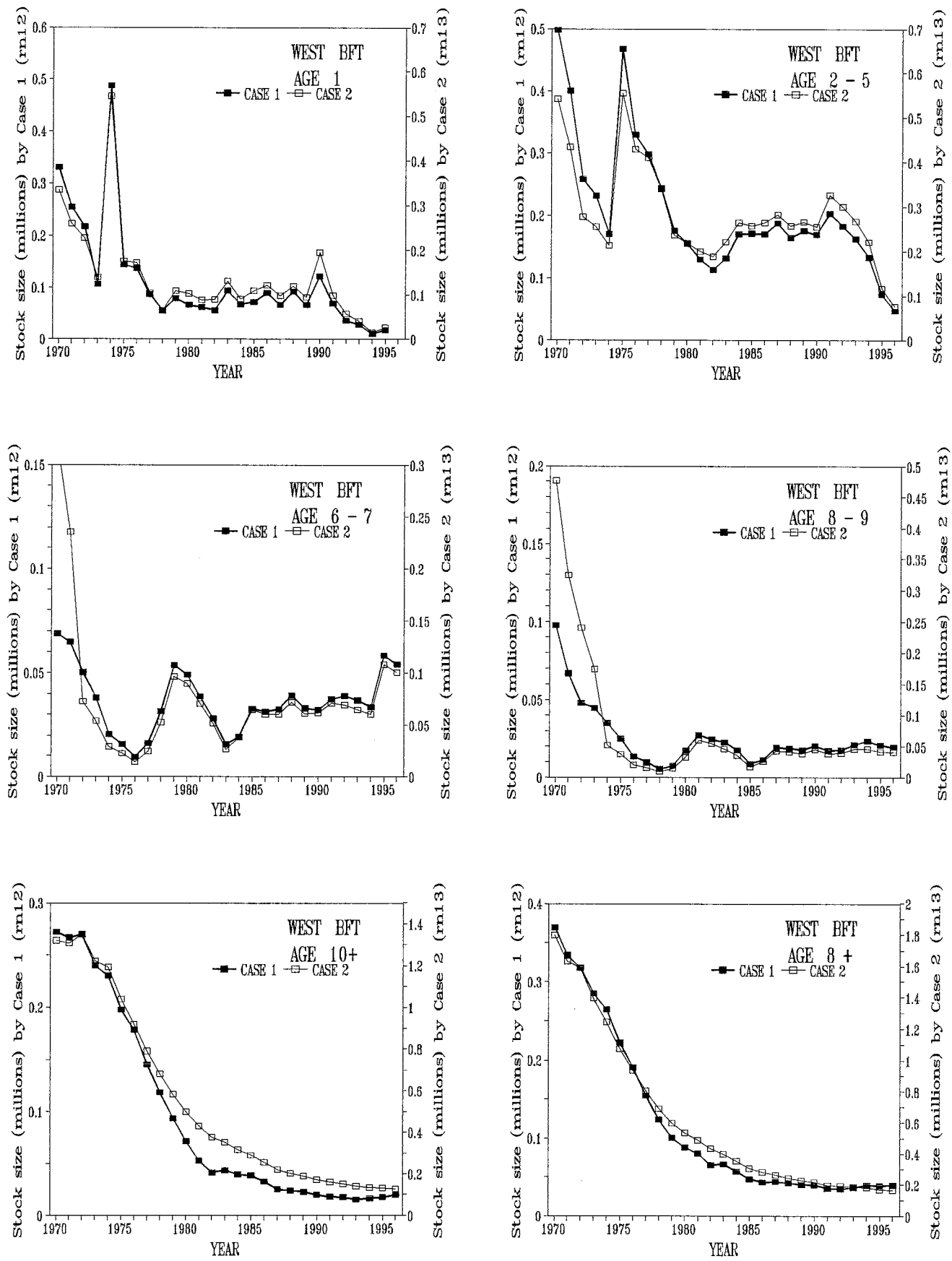


Fig. 10 Catch rate indices used in calibration of west stock assessments. Each series has been normalized to its own mean.

**A) STOCK SIZE (MILLIONS OF FISH) AT BEGINNING OF YEARS**



**Fig. 11.** Stock size (in number of fish) and fishing mortality rate for west bluefin tuna stock, estimated by ADAPT two basic cases (see text for specifications of cases)

**B) FISHING MORTALITY RATE**

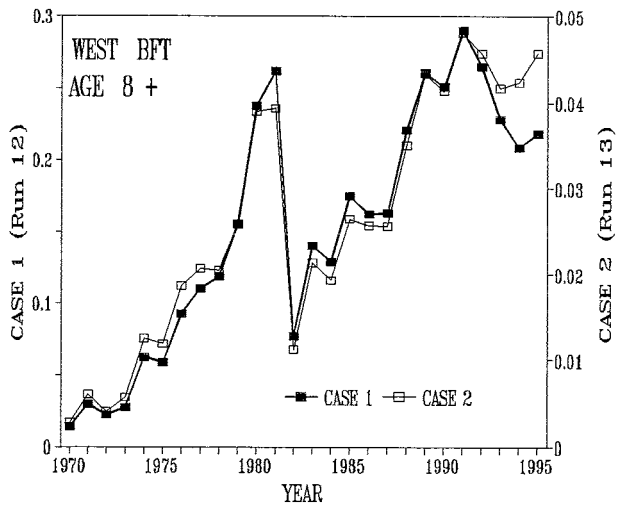
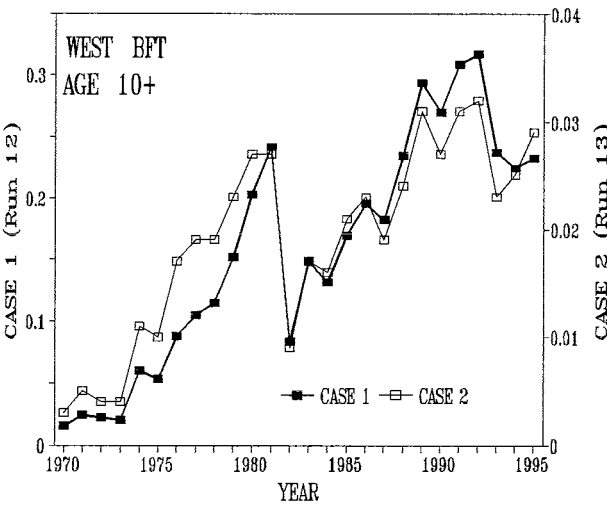
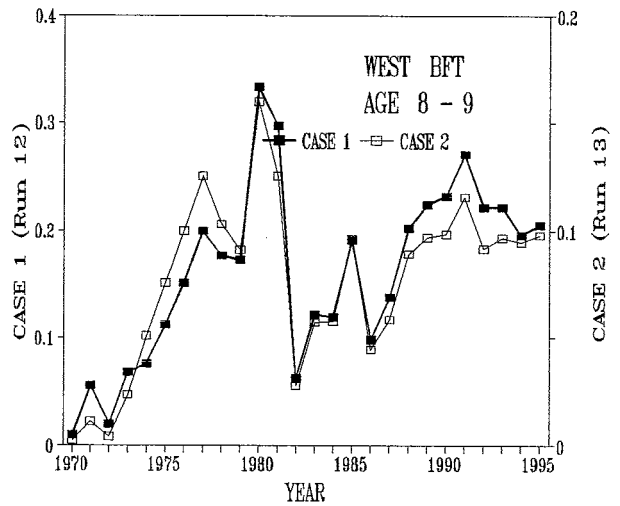
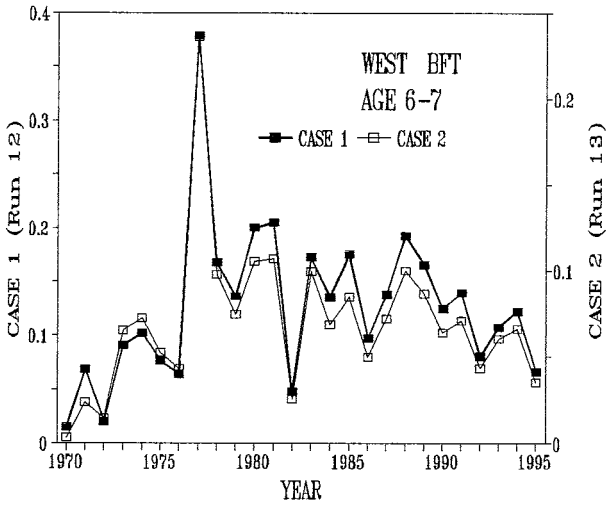
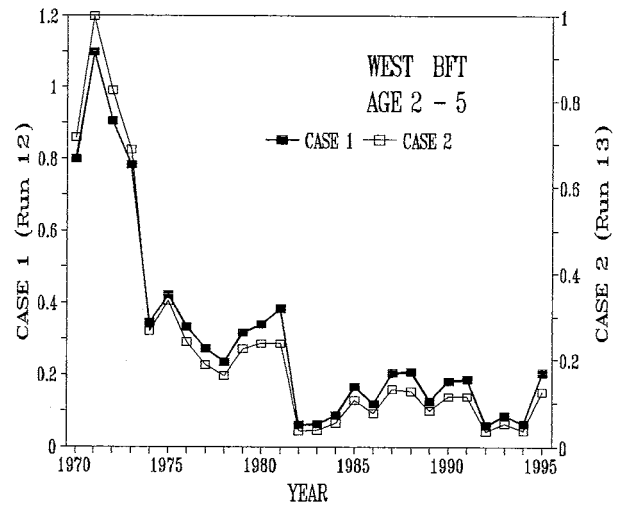
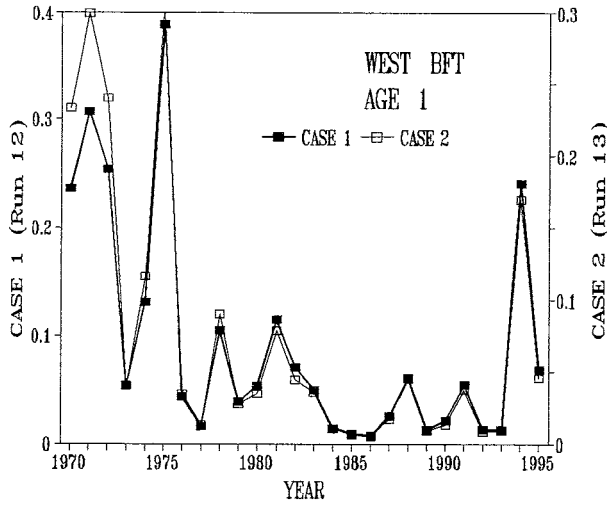
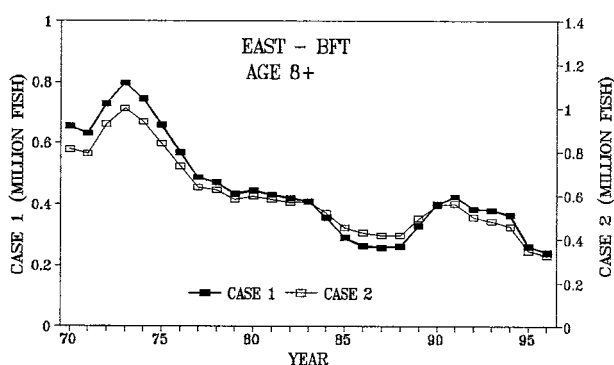
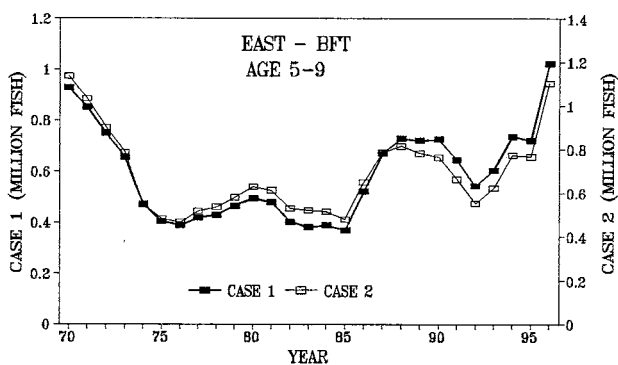
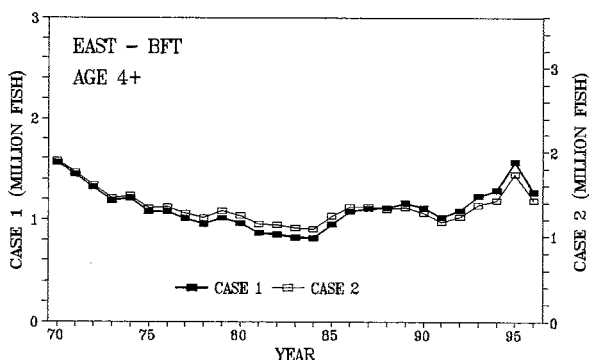
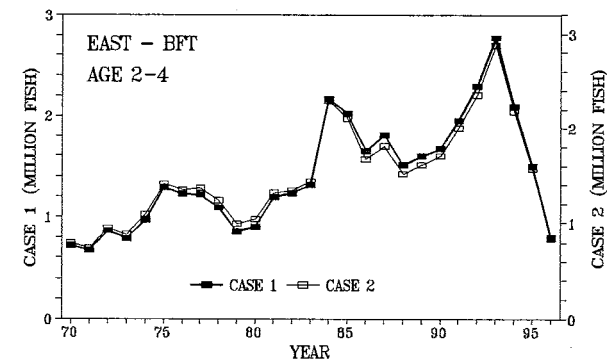


Fig. 11. Continued.

Stock size (in number of fish) at the beginning of years



Fishing mortality rate

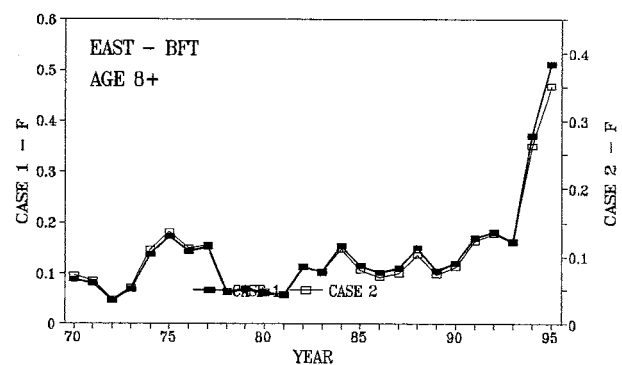
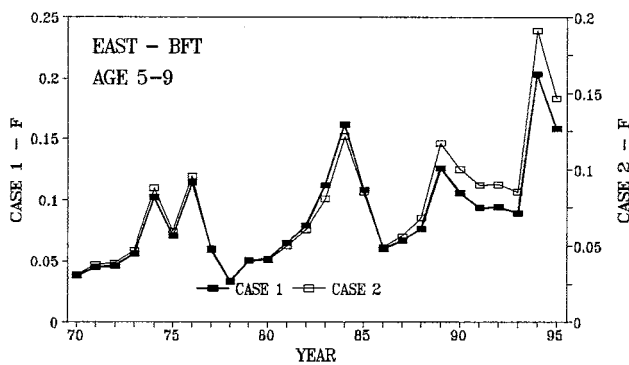
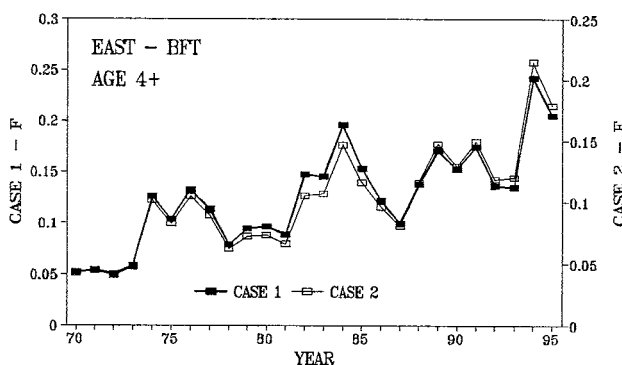
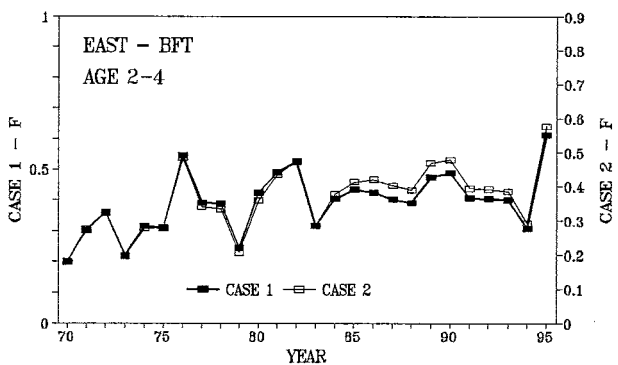
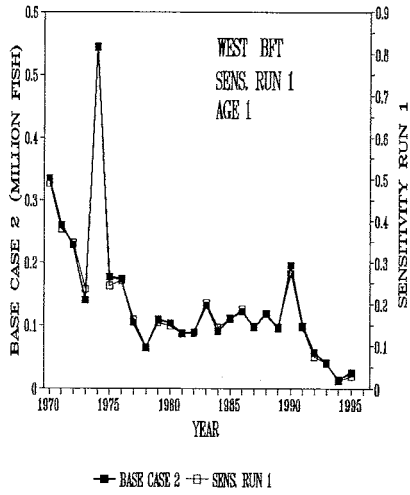
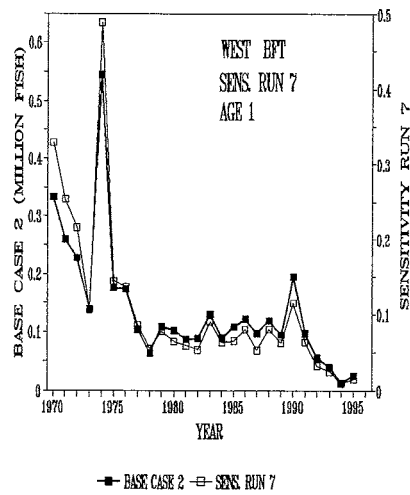


Fig. 12. Stock size (in number of fish) and fishing mortality rate for east bluefin tuna stock, estimated by ADAPT two basic cases (see text for specifications of cases)

Sensitivity run 1



Sensitivity run 7



Sensitivity run 8

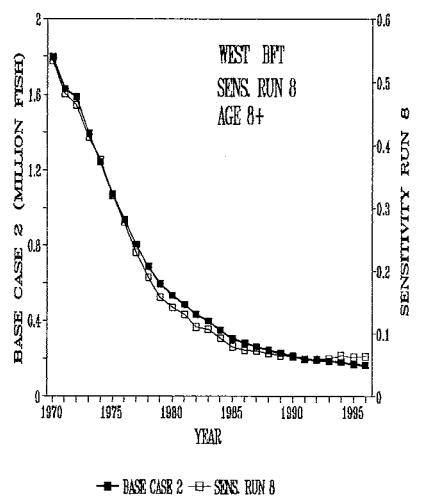
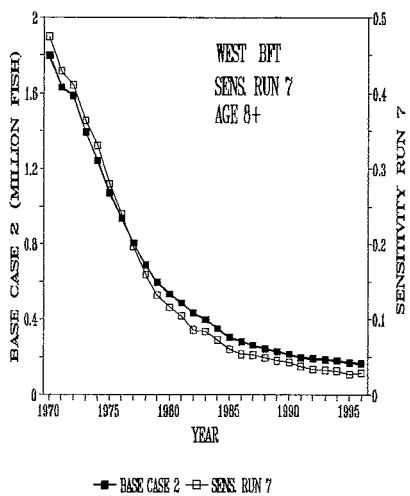
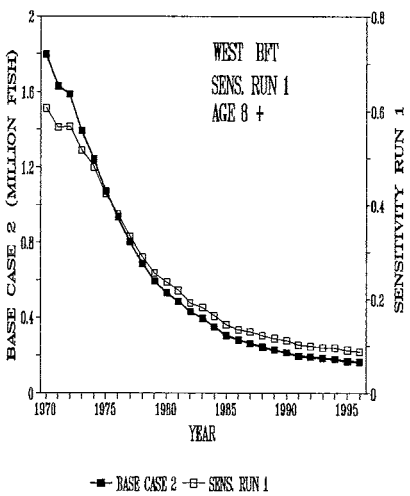
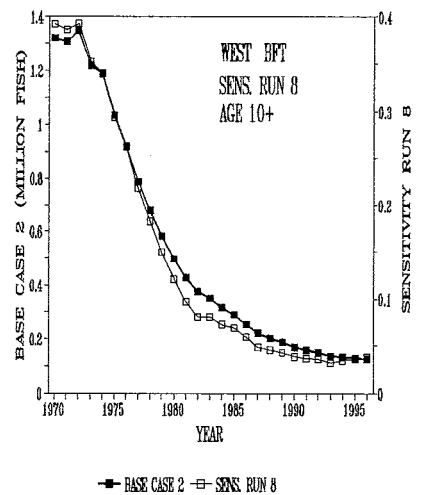
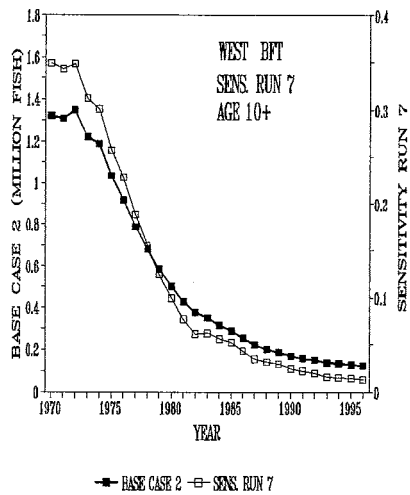
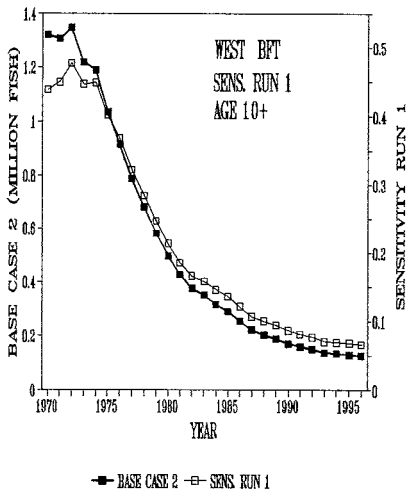
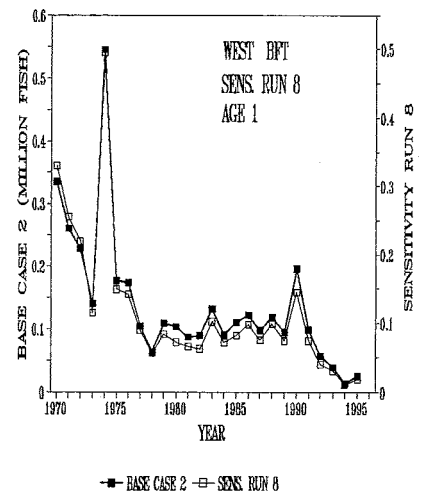
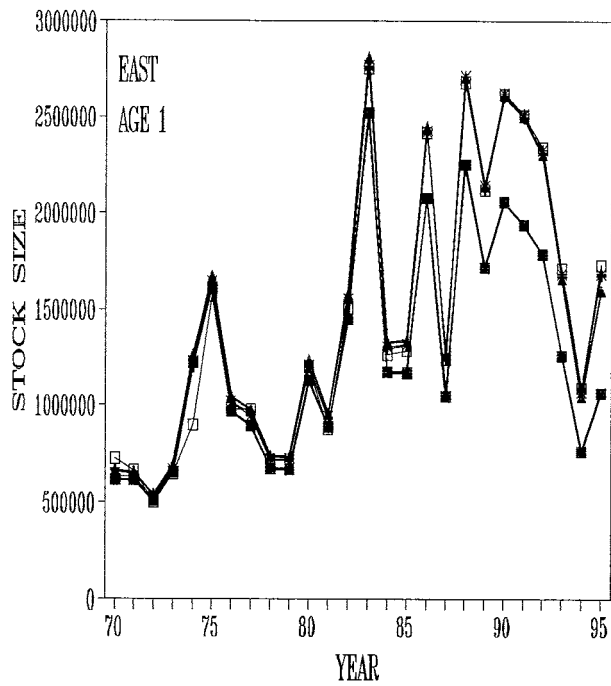
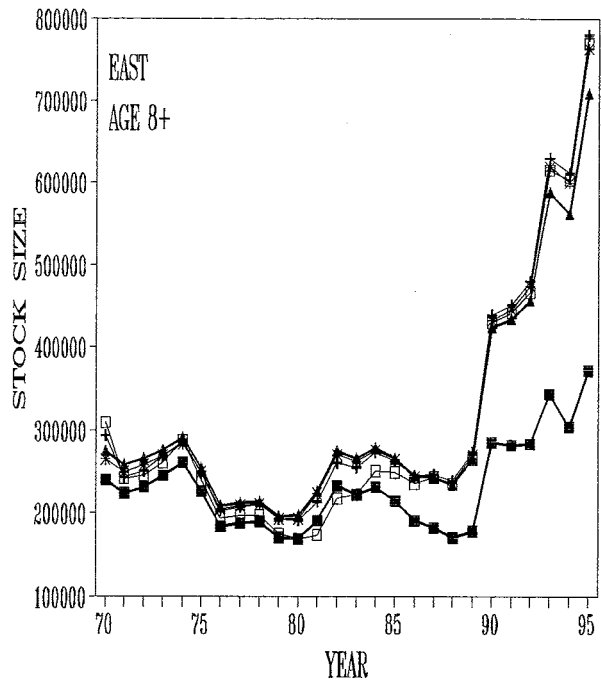


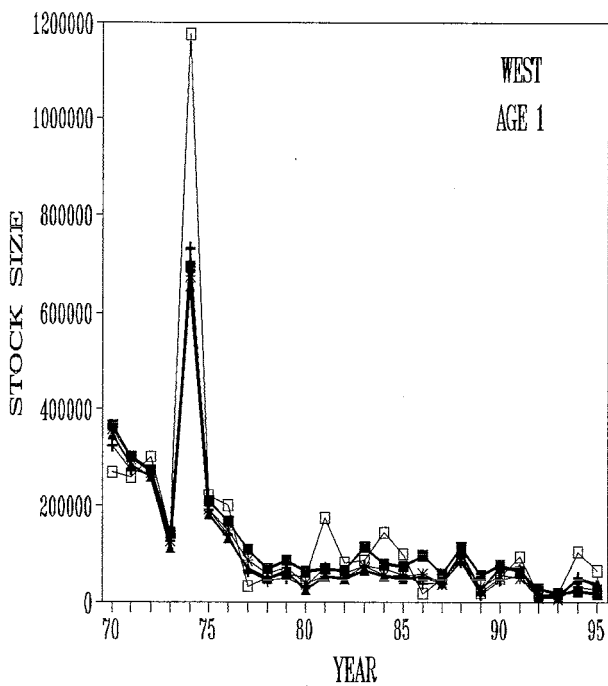
Fig. 13. Comparison of stock sizes (million of fish) estimated by base case 2 and those by sensitivity runs 1, 8 and 9. (Specifications for runs should be referred to text)



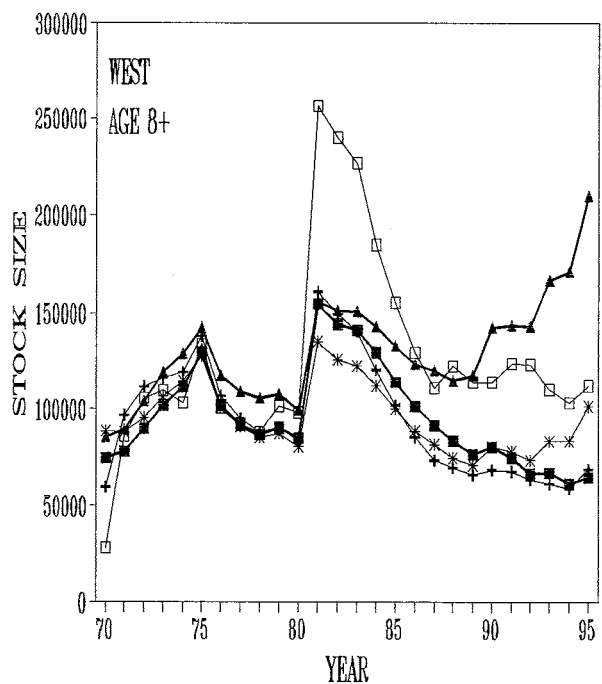
■ NON MIX   □ 2020MEM   + 0707MEM  
 \* 0201NON   ▲ 0202NON



■ NON MIX   □ 2020MEM   + 0707MEM  
 \* 0201NON   ▲ 0202NON



■ NON MIX   □ 2020MEM   + 0707MEM  
 \* 0201NON   ▲ 0202NON



■ NON MIX   □ 2020MEM   + 0707MEM  
 \* 0201NON   ▲ 0202NON

**Fig. 14.** Estimated abundances from the ADAPT IPA with and without mixing. The legend text 'NON' refers to the 'no memory' mixing model and the text 'MEM' refers to the 'with memory' model. The numbers refer to the percentage mixing rates from west to east and east to west, respectively.

Stock size (1000 fish) in the beginning of years

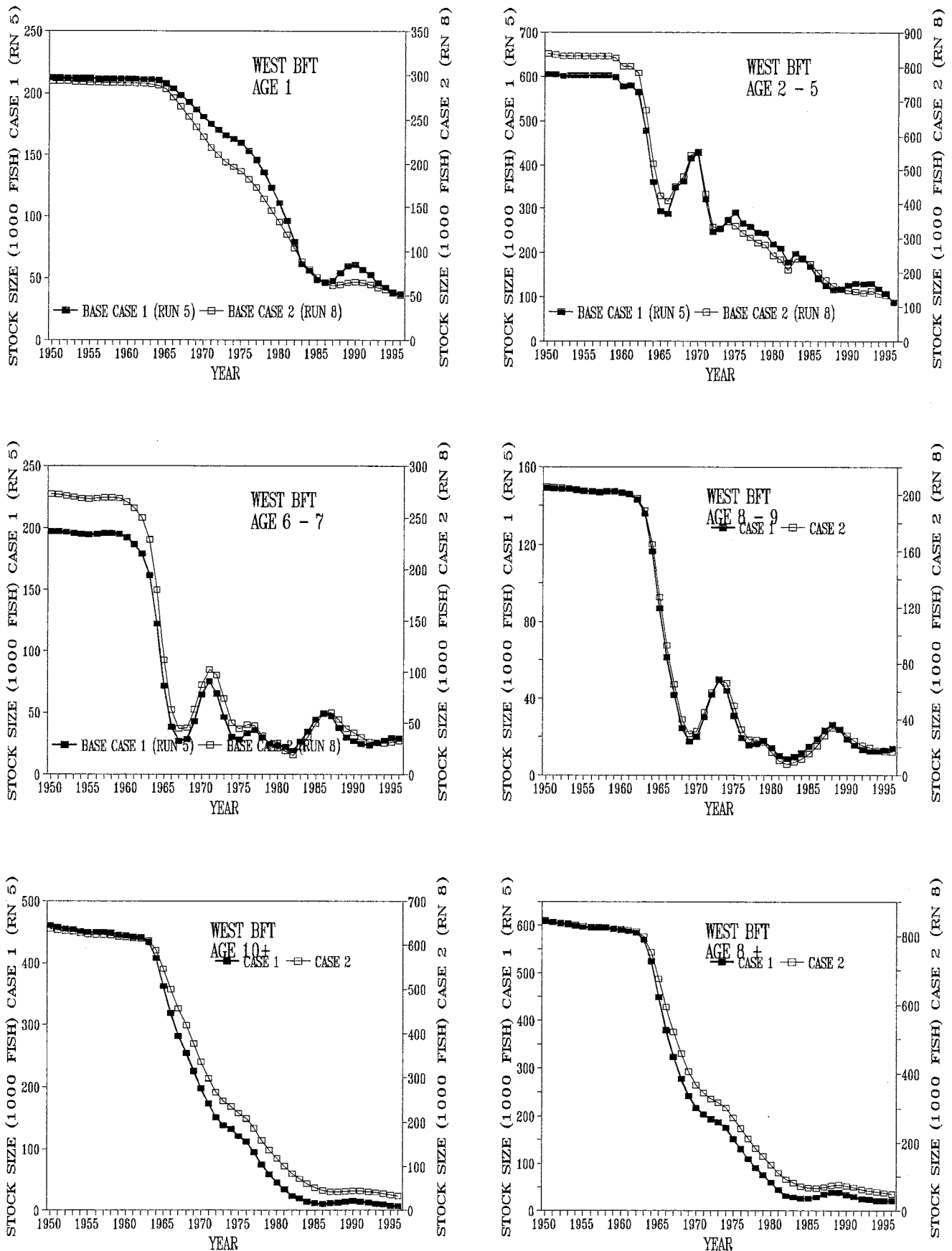


Fig. 15. Stock size (1000 fish), fishing mortality rate (F) and mid-year biomass (in 1000 MT) estimated by age structured production model (ASPM) analysis on west Atlantic bluefin tuna. Two base cases (runs 5 and 7) are given in the figures (see text for input parameters).



Fishing mortality rate

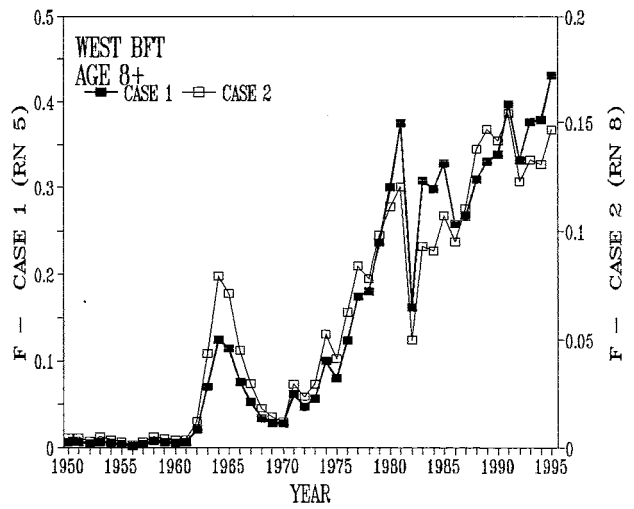
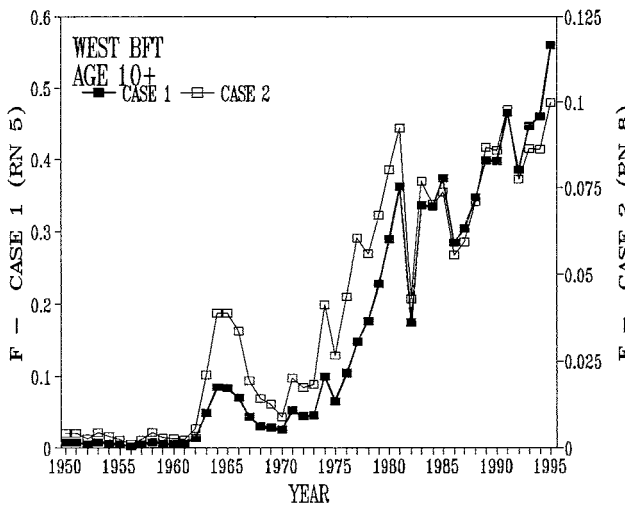
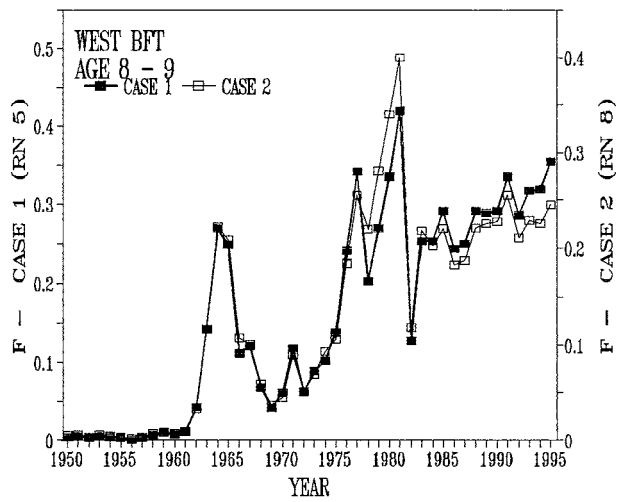
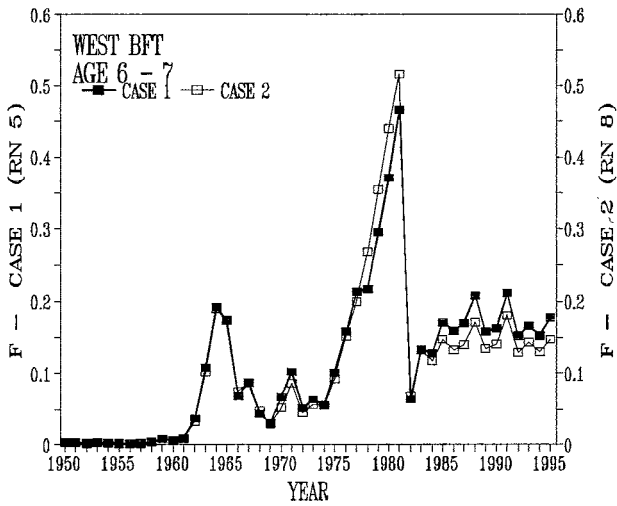
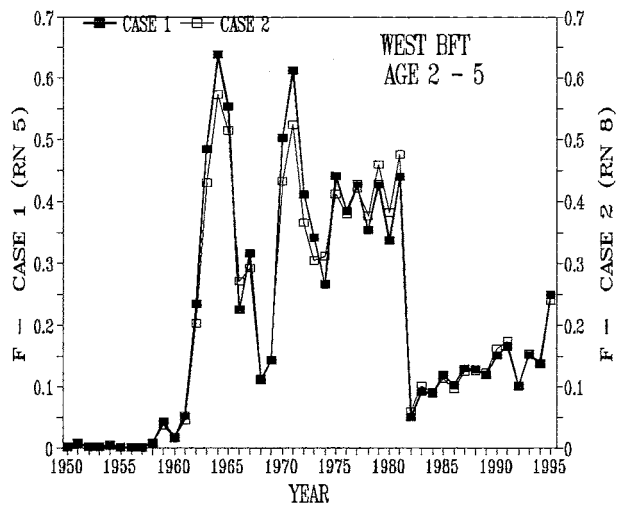
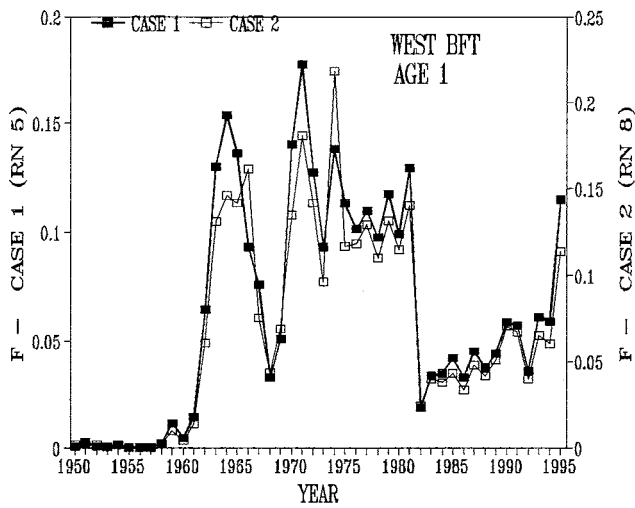


Fig. 15. Continued.

Mid-year biomass (in 1000 MT)

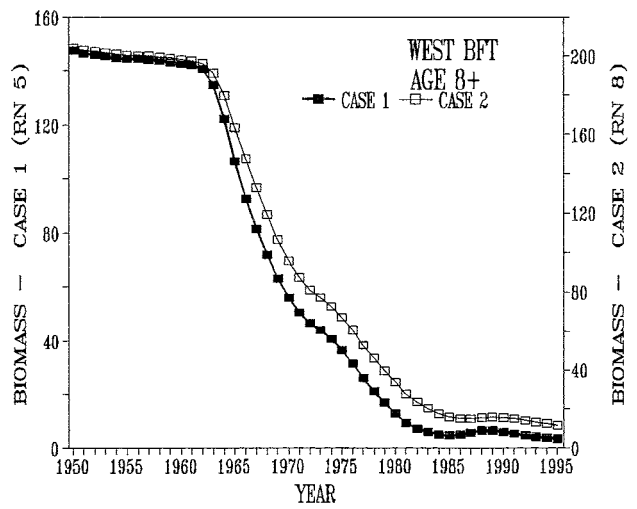
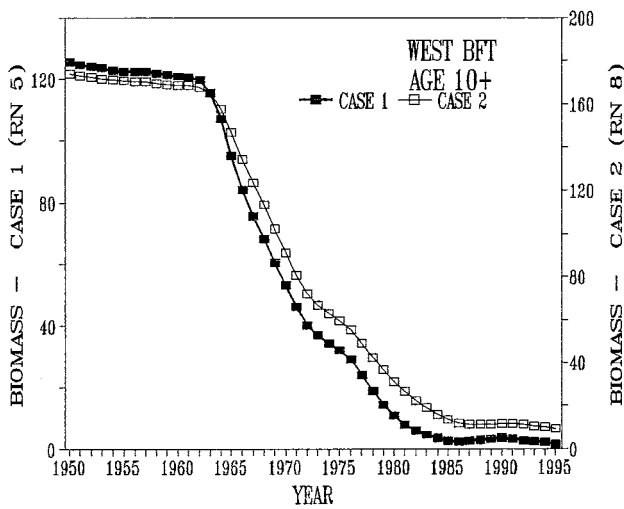
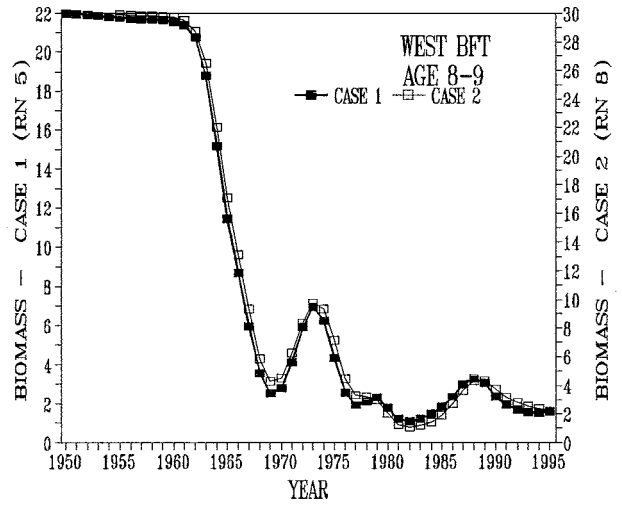
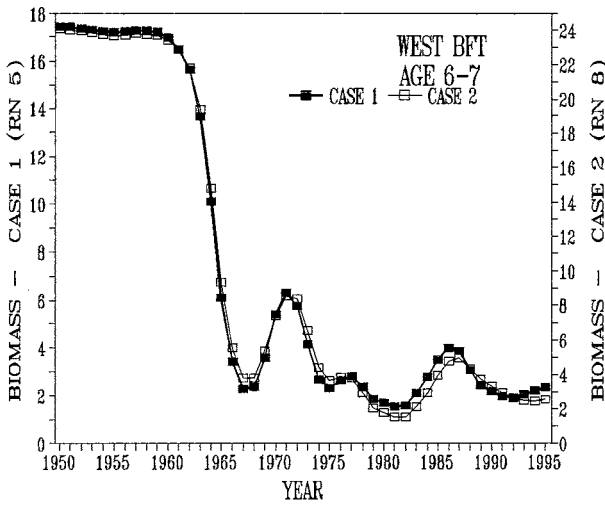
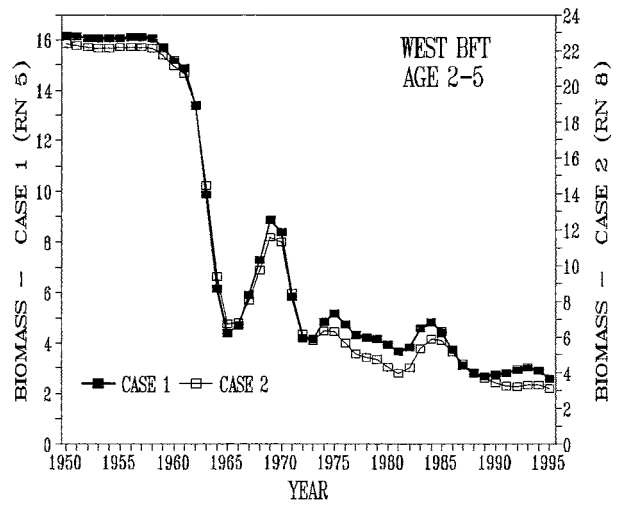
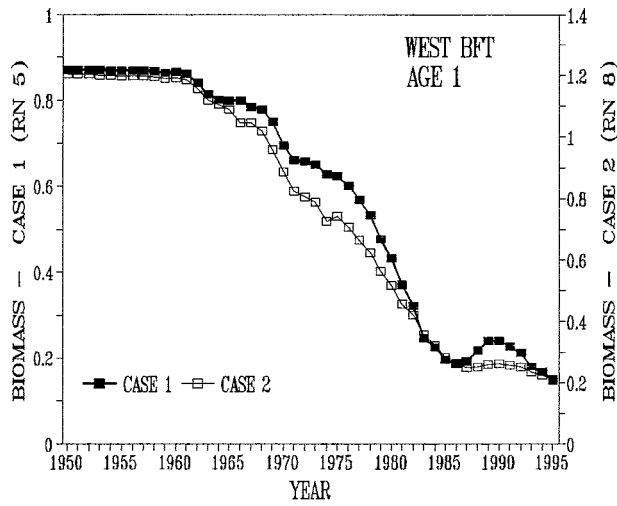


Fig. 15. Continued.

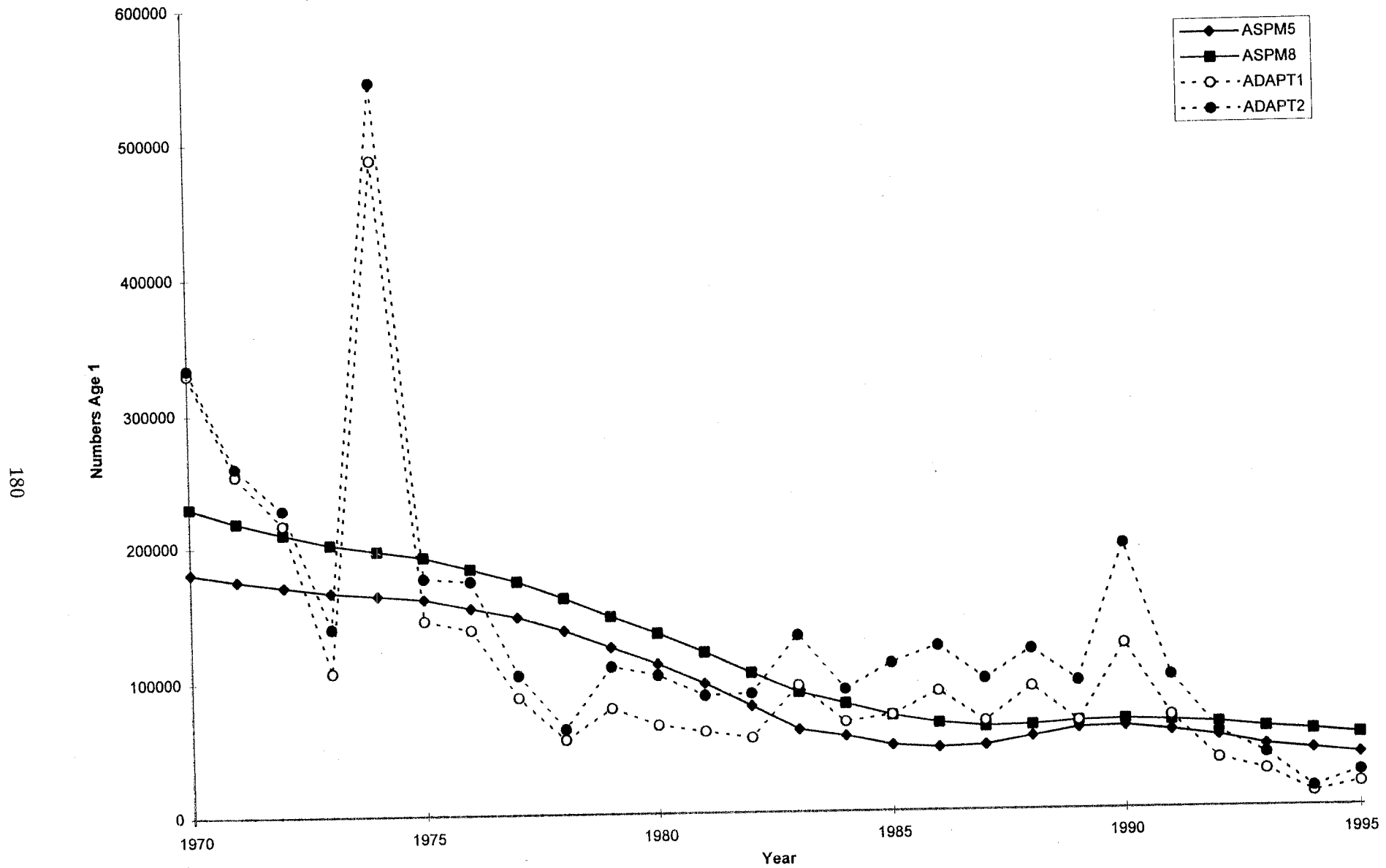


Fig. 15 bis. Comparison of ADAPT and ASPM annual recruitment estimates. The ASPM estimates are based on a Beverton-Holt stock recruitment relationship based on data from the period 1950-1995.

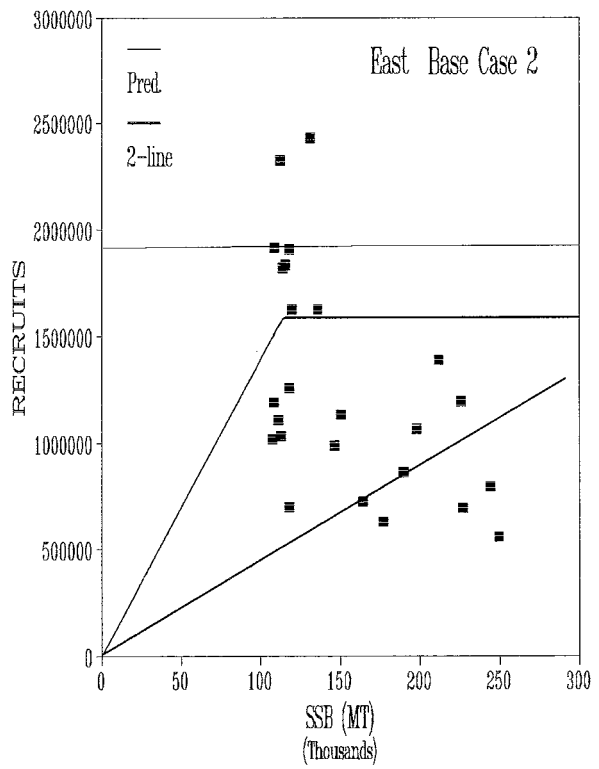
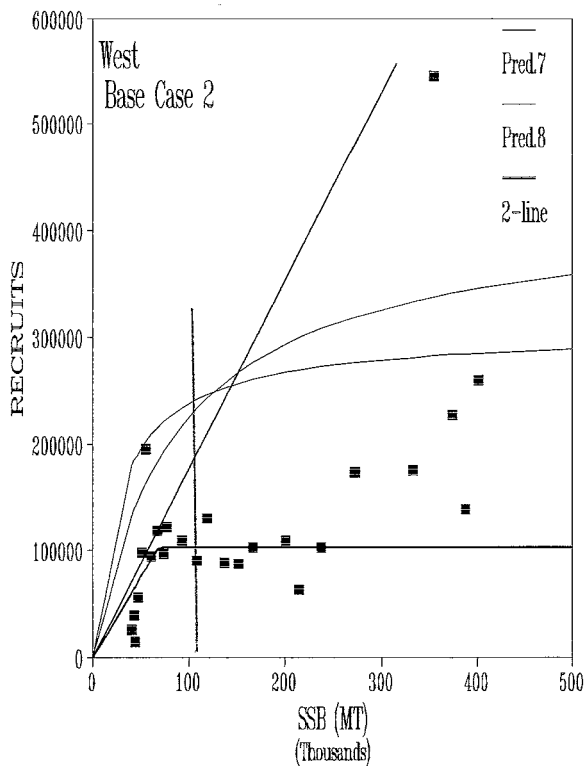
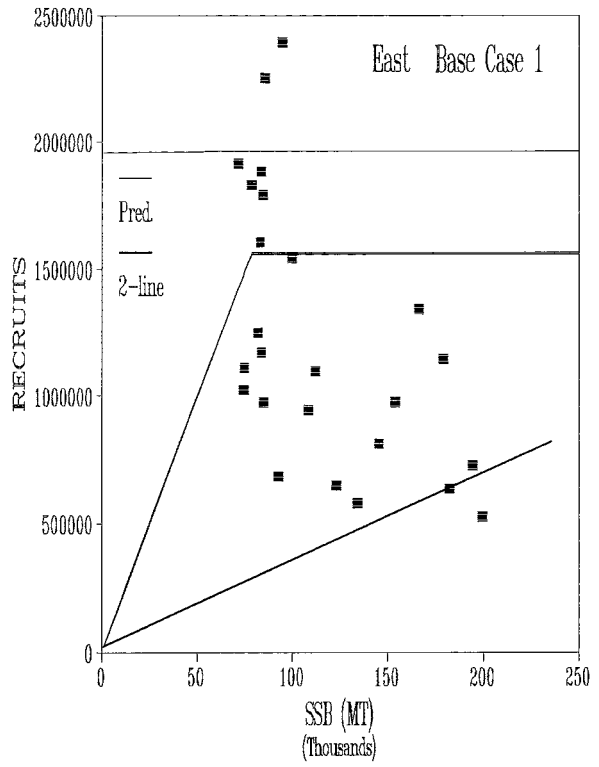
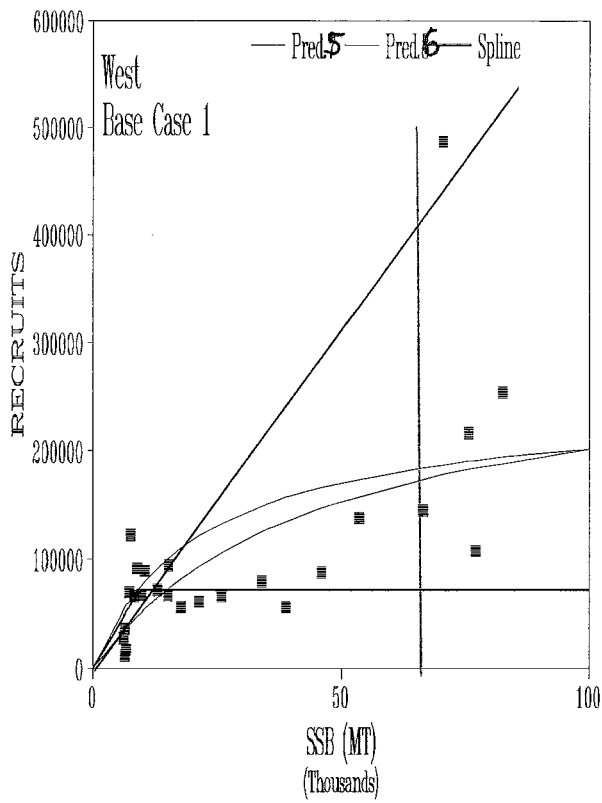
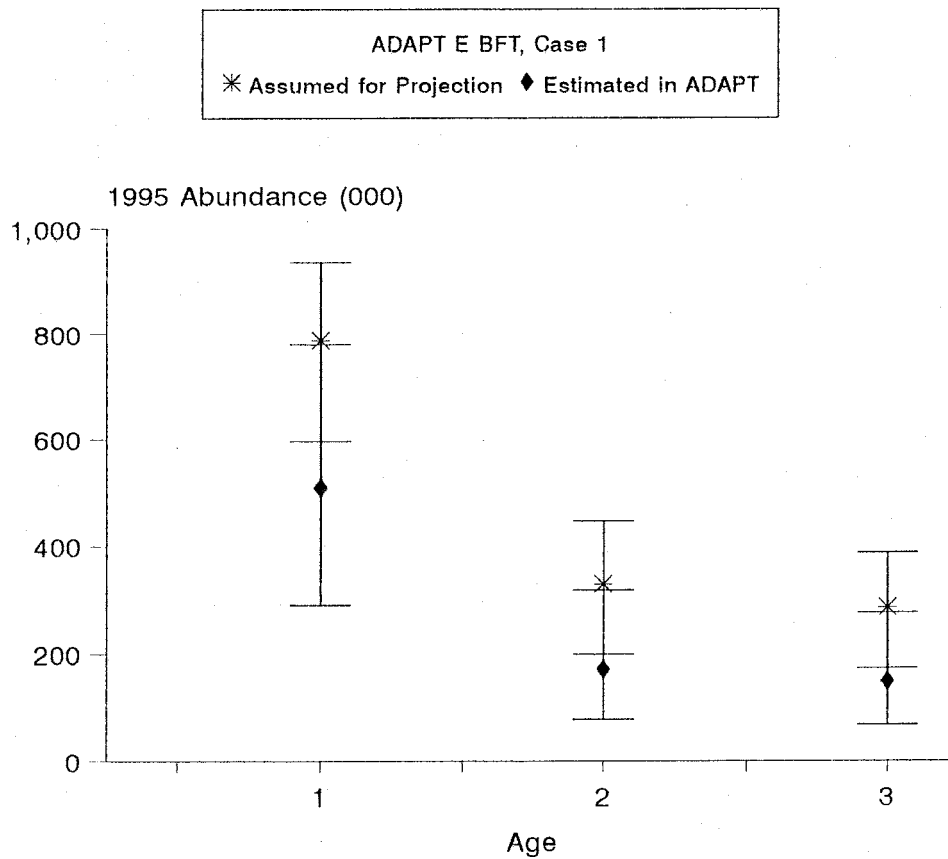
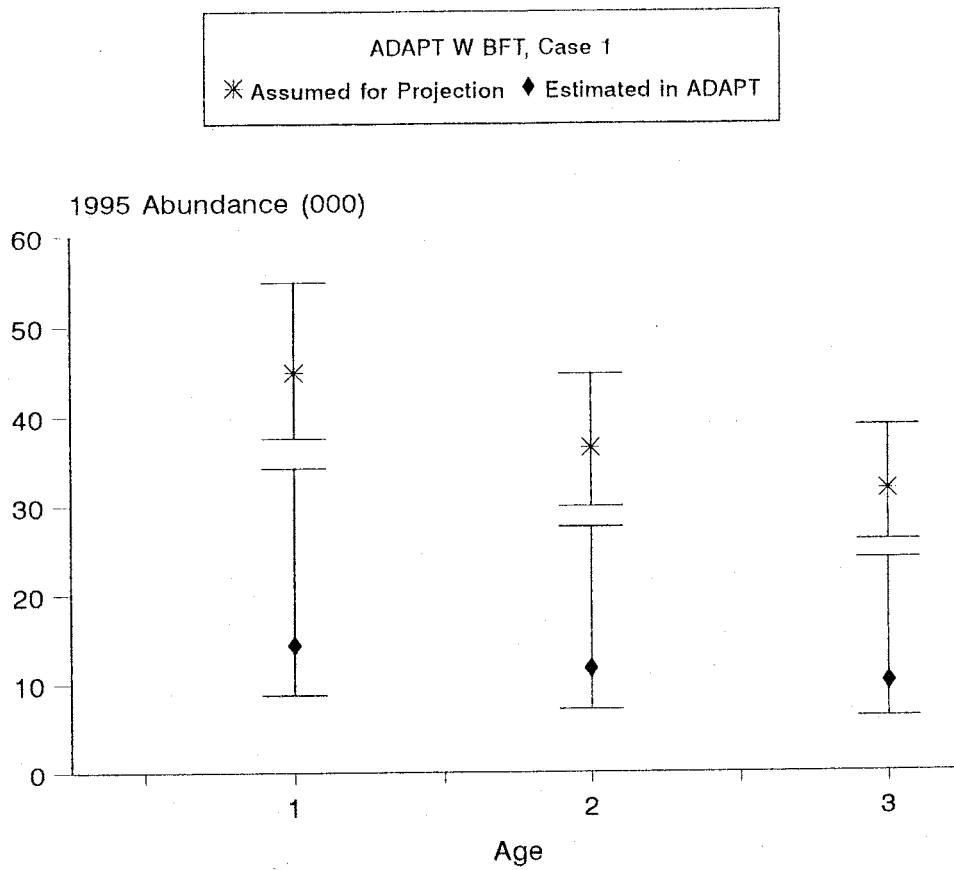
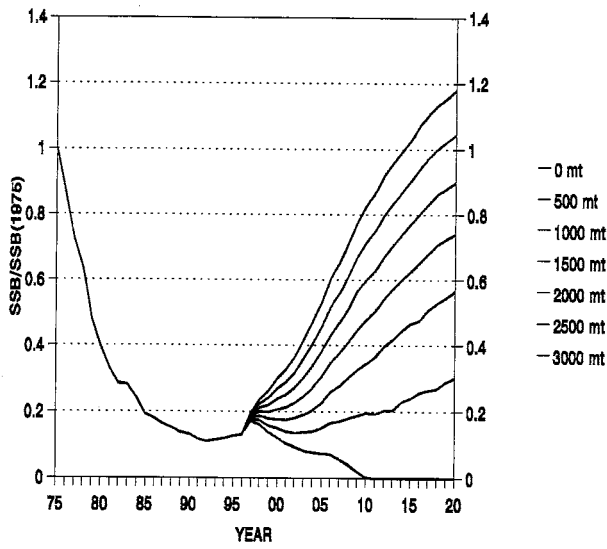


Fig. 16. Relationship between spawning stock biomass (in MT) and resulting recruits estimated by two base case runs of ASPM models, for west and east bluefin stocks (see text for specifications of runs).

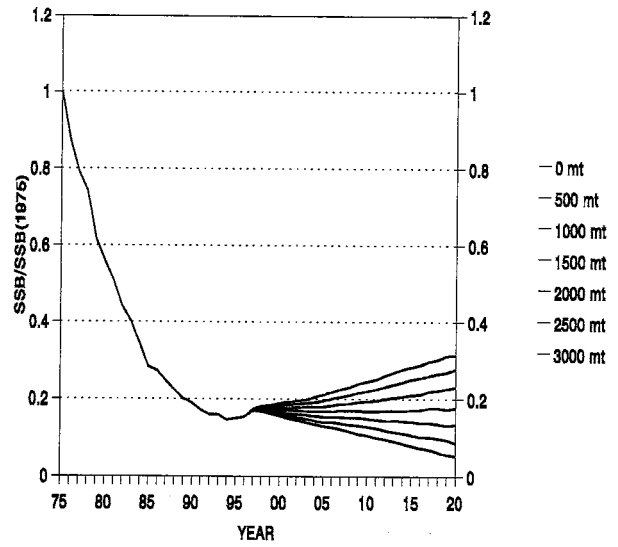


**Fig. 17a & 17b.** Comparison of stock size estimates from bootstrap results for west Atlantic bluefin (upper panel) and east Atlantic bluefin (lower panel), case 1. The asterisks (\*) represent median values assumed for projection purposes by the substitution method used. Diamonds (♦) represent median values estimated in ADAPT case 1. Error bars represent approximate 80% confidence intervals from 200 bootstrap replicates.

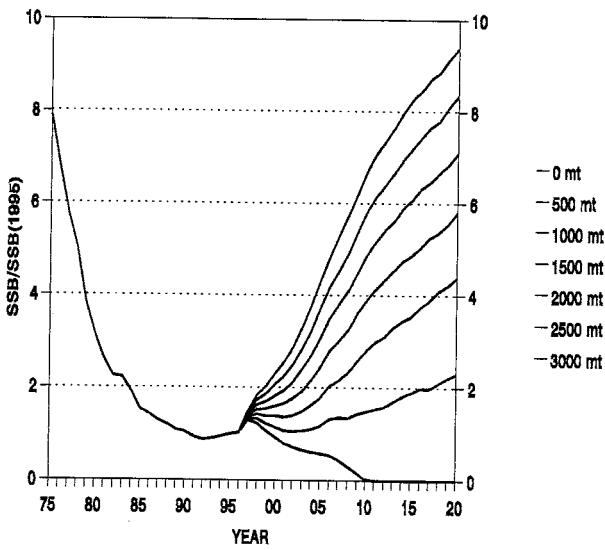
SSB relative to SSB in 1975



SSB relative to SSB in 1975



SSB relative to SSB in 1995



SSB relative to SSB in 1995

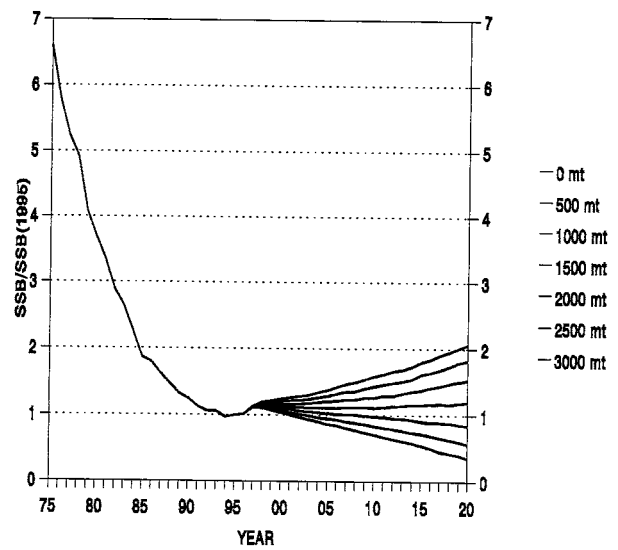
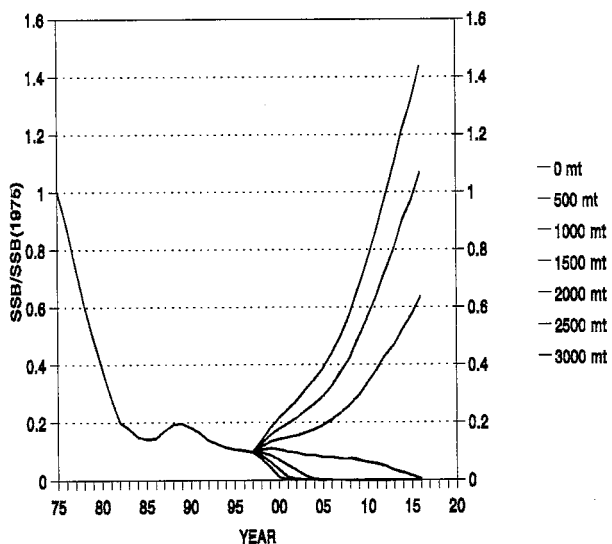


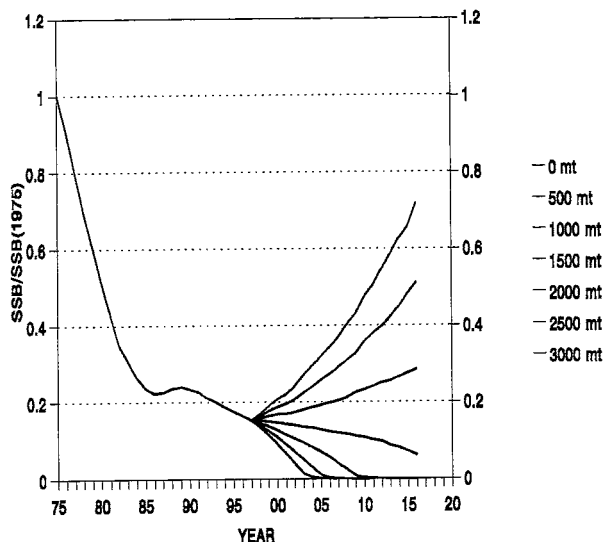
Fig. 18a. Spawning stock biomass (SSB) relative to SSB in 1975, SSB proxy at MSY and SSB in 1995, estimated and projected by ADAPT-Case 1, for west bluefin tuna, assuming alternative catches of 0 to 3000 mt per year for 1997 to 2020.

Fig. 18b. Spawning stock biomass (SSB) relative to SSB in 1975, SSB proxy at MSY and SSB in 1995, estimated and projected by ADAPT-Case 2, for west bluefin tuna, assuming alternative catches of 0 to 3000 mt per year for 1997 to 2020.

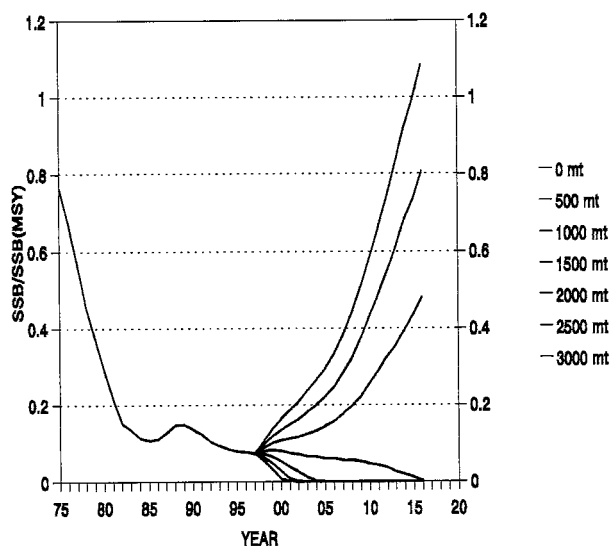
SSB relative to SSB in 1975



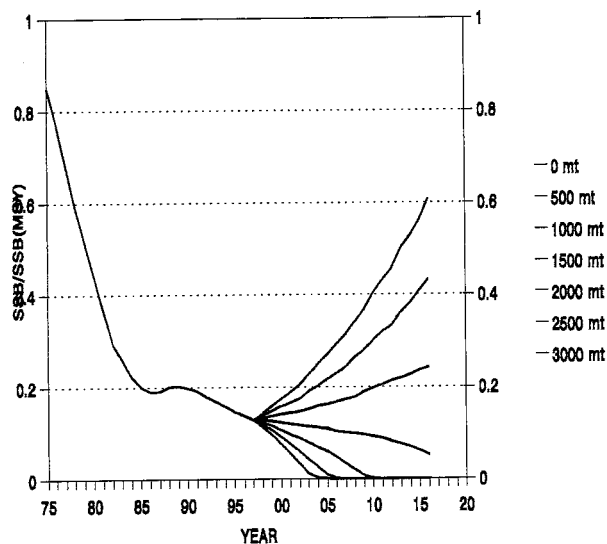
SSB relative to SSB in 1975



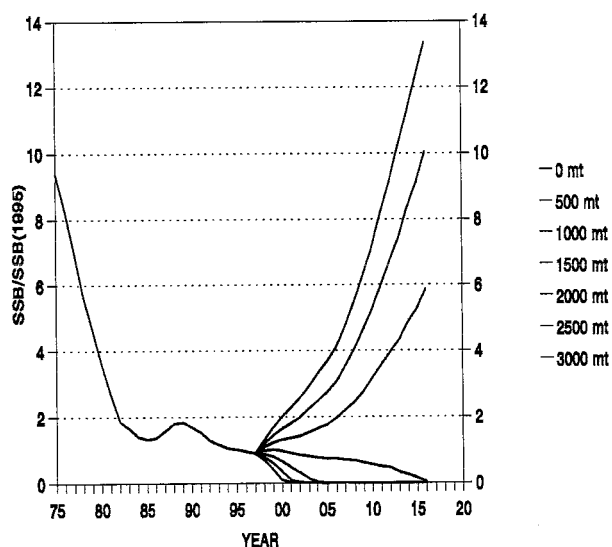
SSB relative to SSB ASPM MSY



SSB relative to SSB ASPM MSX



SSB relative to SSB in 1995



SSB relative to SSB in 1995

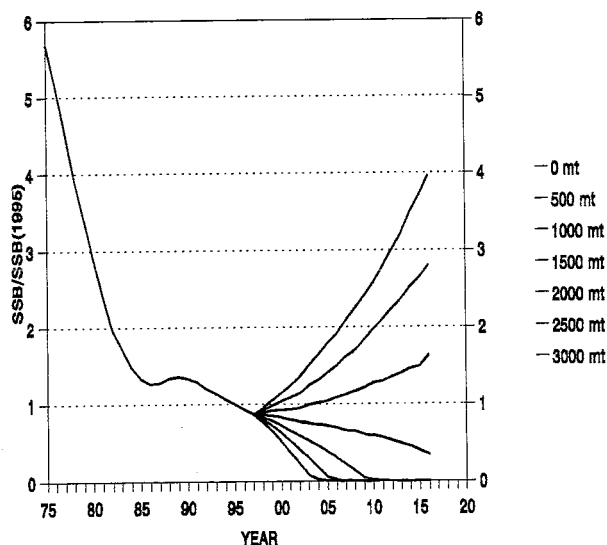
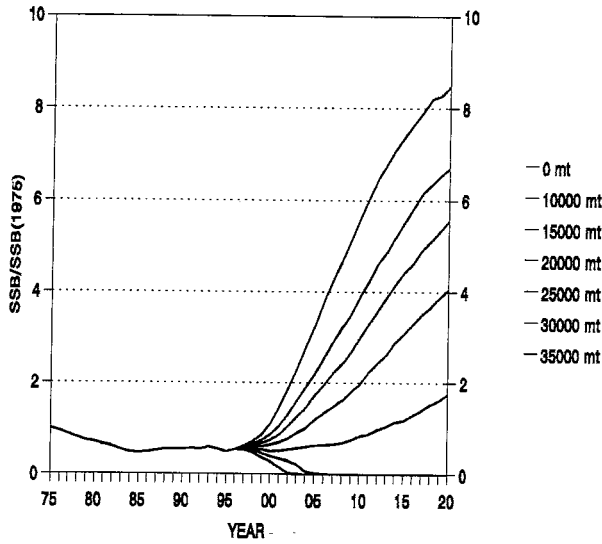


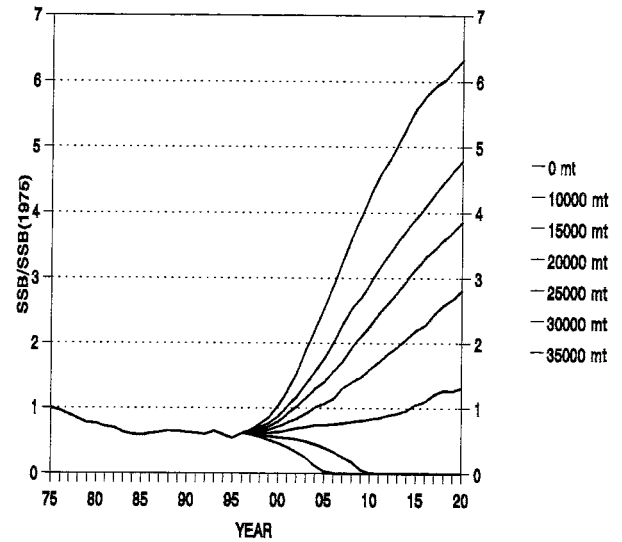
Fig. 19. Spawning stock biomass (SSB) relative to SSB in 1975, SSB ASPM MSY and SSB in 1975, estimated and projected by ASPM-case 1, for west bluefin tuna, assuming alternative catches of 0 to 3000 MT per year for 1997 to 2020.

Fig. 20. Spawning stock biomass (SSB) relative to SSB in 1975, SSB ASPM MSX and SSB in 1975, estimated and projected by ASPM-case 2, for west bluefin tuna, assuming alternative catches of 0 to 3000 MT per year for 1997 to 2020.

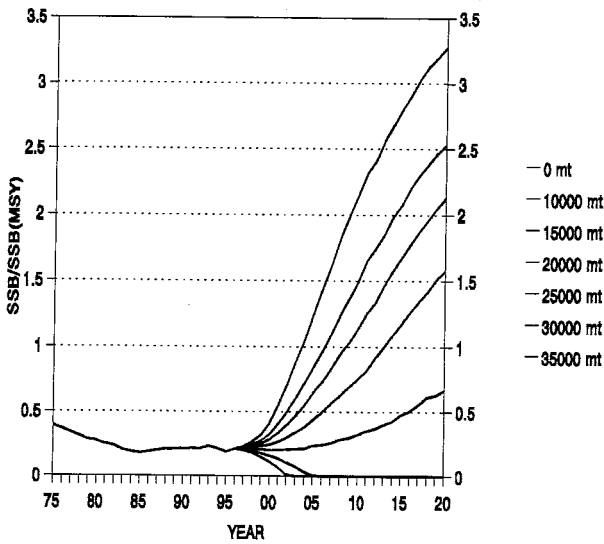
SSB relative to SSB in 1975



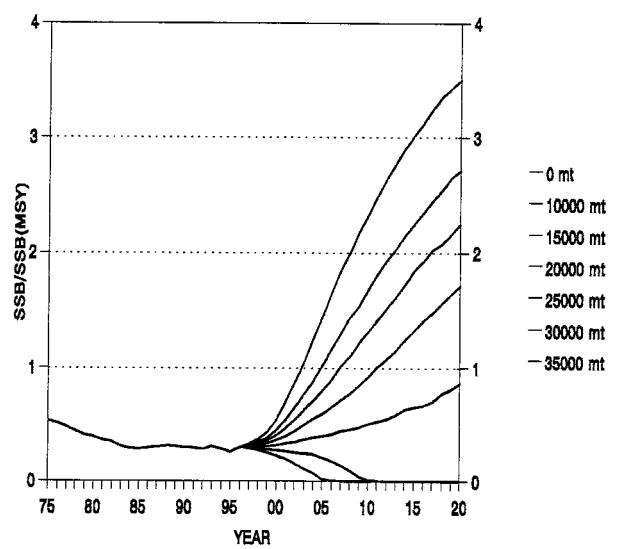
SSB relative to SSB in 1975



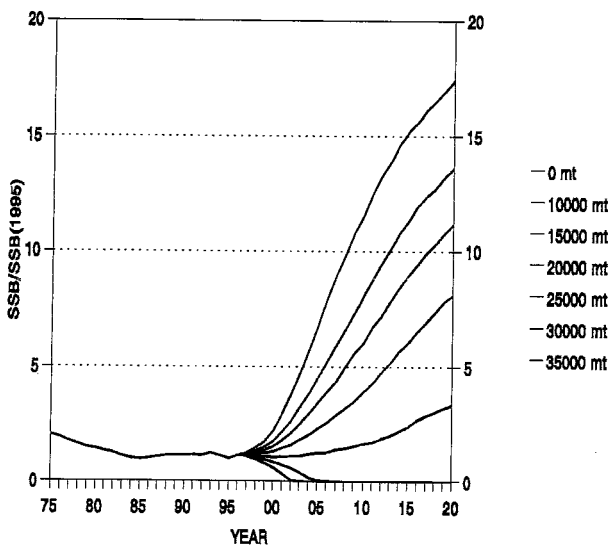
SSB relative to SSB ASPM MSY



SSB relative to SSB ASPM MSY



SSB relative to SSB in 1995



SSB relative to SSB in 1995

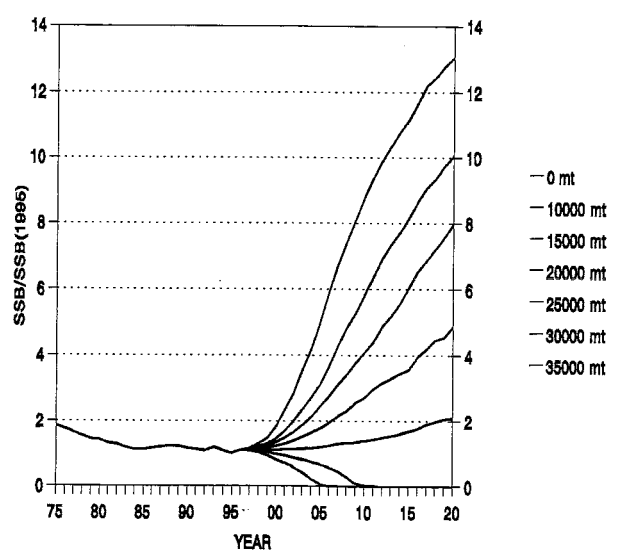


Fig. 21. Spawning stock biomass (SSB) relative to SSB in 1975, SSB ASPM MSY and SSB in 1975, estimated and projected by ASPM-case 1, for east bluefin tuna, assuming alternative catches of 0 to 35,000 MT per year for 1997 to 2020.

Fig. 22. Spawning stock biomass (SSB) relative to SSB in 1975, SSB ASPM MSY and SSB in 1975, estimated and projected by ASPM-case 2, for east bluefin tuna, assuming alternative catches of 0 to 35,000 MT per year for 1997 to 2020.



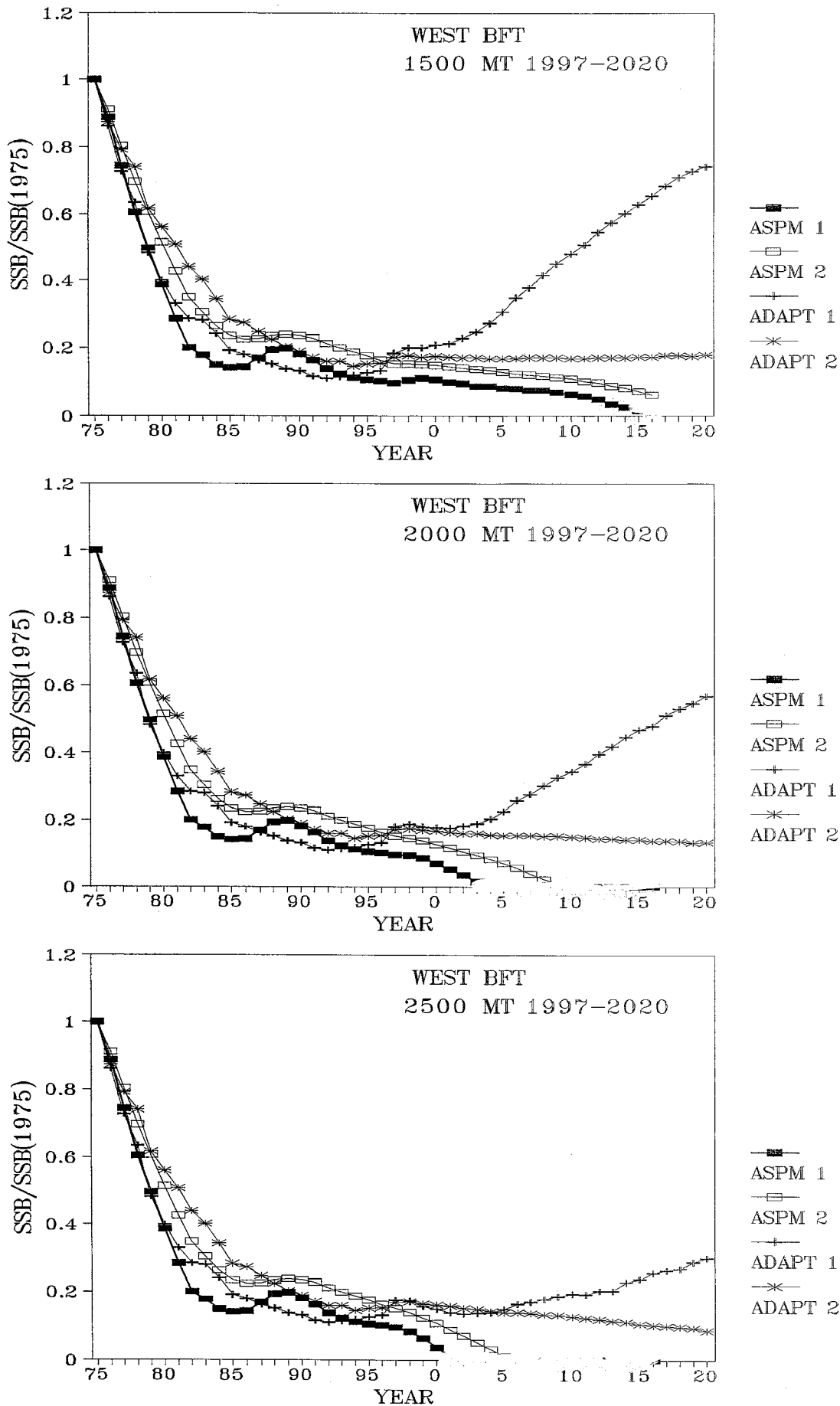


Fig. 23. Comparison of projections made for west bluefin tuna among two cases each of ADAPT and ASPM models, under the constant catch of 1500, 2000 and 2500 mt for 1997 to 2020.