

**REPORT OF THE 2007 ICCAT
ALBACORE STOCK ASSESSMENT SESSION**
(Madrid, Spain - July 5 to 12, 2007)

SUMMARY

The objective of the meeting was to conduct the stock assessment for Atlantic albacore following the request from the Commission contained in the [Rec. 03-06] and [Rec. 04-03] by ICCAT. Before this assessment, a number of data review meetings were held, focused on the improvement in the Task I and Task II data for the North and South Atlantic, the development of more robust methods for catch-at-size analyses, improvements in the catch rate analyses and the incorporation of a longer time-series of catch, effort and size information into the assessment. Several types of assessment models, including production models, VPA and a statistical integrated model (Multifan-CL) were applied to the improved data.

RÉSUMÉ

L'objectif de la réunion était d'évaluer les stocks de germon de l'Atlantique, comme suite à la demande de la Commission formulée dans la [Rec. 03-06] et [Rec. 04-03] de l'ICCAT. Cette évaluation avait été précédée par plusieurs réunions où les données avaient été examinées, l'accent étant mis sur l'amélioration des données de la Tâche I et de la Tâche II pour l'Atlantique Nord et Sud, le développement de méthodes plus solides pour les analyses de la prise par taille, les améliorations des analyses de taux de capture et l'incorporation dans l'évaluation d'une plus longue série temporelle de capture, d'effort et d'information sur les tailles. Plusieurs types de modèles d'évaluation, y compris les modèles de production, la VPA et un modèle statistique intégré (Multifan-CL) ont été appliqués aux données améliorées.

RESUMEN

El objetivo de la reunión era realizar la evaluación del stock de atún blanco del Atlántico en cumplimiento de la petición de la Comisión incluida en la [Rec. 03-06] y en la [Rec. 04-03] de ICCAT. Antes de esta evaluación, se celebraron varias reuniones de revisión de datos centradas en la mejora de los datos de Tarea I y Tarea II del Atlántico norte y sur, en el desarrollo de métodos más robustos para los análisis de captura por talla, en mejorar los análisis de tasas de captura y en incorporar a la evaluación series temporales más largas de información sobre captura, esfuerzo y tallas. A los datos mejorados se aplicaron varios tipos de modelos de evaluación, incluyendo modelos de producción, VPA y un modelo estadístico integrado (MULTIFAN-CL).

KEYWORDS

Stock assessment, albacore

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements

The meeting was held at the ICCAT Secretariat in Madrid July 5 to 12, 2007. Mr. Driss Meski, ICCAT Executive Secretary, opened the meeting and welcomed participants ("the Group").

Ms. Victoria Ortiz de Zárate (EC-Spain), meeting Chairperson, welcomed meeting participants and thanked the Secretariat for the efforts made to prepare the meeting. Ms. Ortiz de Zárate proceeded to review the Agenda which was adopted with minor changes (**Appendix 1**).

The List of Participants is included in **Appendix 2**. The List of Documents presented at the meeting is attached as **Appendix 3**. The following participants served as rapporteurs:

<i>Section</i>	<i>Rapporteurs</i>
Items 1, 10 and 11	P. Pallarés
Item 2	V. Ortiz de Zárate
Item 3	P. Kebe, G. Scott
Item 4	C. Palma, G. Scott
Item 5.1	J.M. Ortiz de Urbina, V. Ortiz de Zárate
Items, 5.2 and 5.3	V. Ortiz de Zárate, T. Frédou-K. Uosaki
Items 6.1, 7.1 and 8.1	G. Scott, G. Díaz
Items 6.2, 7.2 and 8.2	V. Restrepo, M. Ortiz
Items 6.3, 7.3 and 8.3	C. Kirchner, S. Yeh
Item 9	V. Ortiz de Zárate

2. Biological data, including tagging information

No new information was presented to the Group at this meeting. Therefore, the hypothesis of two separate stocks, a northern and a southern stock separated at 5°N latitude, has been maintained for the assessments purposes.

With regard to the biology of Atlantic albacore, no new studies were presented to the Group. All information concerning parameters used in both stocks area included in **Table 1**.

For the North Atlantic stock no changes have been presented. Therefore, the growth parameters estimated by Bard (1981) were applied.

New growth estimates were available for the South stock (Lee and Yeh, 2007) and were presented at the 2006 ICCAT Data Preparatory Meeting for Atlantic Albacore (Anon. 2007). This new estimates were based on revised reading of the South albacore sample. The new growth equation was adopted by the Group for the South stock and was used in the assessment of this stock.

As concerns conversion factors for length-weight relationships, no new information has been provided. Thus, the parameters applied in the assessment were those found in the Chapter 2 of the *ICCAT Manual* for Atlantic albacore. Natural mortality was assumed to be constant and equal to 0.3 for all age classes, for both the North and the South stocks (Anon. 2004). The maturity vector for North and South albacore was assumed as being 50% mature at age 5 and completely mature onwards.

A paper on preliminary results from an inter-laboratory exchange of ageing material was presented in document SCRS/2007/102. Age estimates were obtained using spines, scales and otoliths of Mediterranean and Atlantic albacore. Moderate levels of precision were observed in one pair of readers (experienced reader and inexperienced reader who they had trained). However, the wider comparison across laboratories yielded poor precision, particularly for otoliths. Bias was detected between readers for all structures. Inter-reader precision was higher for Mediterranean than for Atlantic albacore. Agreement of age estimates derived using different structures from the same fish was low and scales appeared to provide lower estimates of age than spines. The results need greater standardization of ageing methodologies across laboratories through further exchange of material and consultation between readers.

The available tagging information which has been revised by national scientist and updated by the Secretariat was not considered for assessment purposes at this time. Future analyses could incorporate this information on the modeling of North Atlantic albacore.

3. Catch data, including size frequencies and fisheries trends

3.1 Catch data

Task I data were reviewed in detail during the *Ad Hoc* Meeting to Prepare Multifan-CL Inputs for the 2007 Albacore Assessment, held in March 2007. At this meeting, the Secretariat again presented the total nominal catch by gear, year and flag for the period 1950 up to 2005. As only a few countries had reported catch information for 2006, the Group agreed to use catch information available up to 2005. The Group noticed the high increase (more than 300%) in the French reported catch in 2005. One possible explanation for this increase could be related to the strong management measures applied to the anchovy fishery in the Bay of Biscay and the

consequential shift in effort to albacore. In addition, the Group was informed that this high catch was reported as unclassified. During the meeting, a Japanese scientist presented revised catch information for Japanese longline for the period 2003-2005. The revisions mainly involved reassigning catch to the north or south stocks based on updated data. The Group accepted this new revision and decided to incorporate it in the catch table. As no information was reported for St. Vincent & Grenadines for 2005 for the northern stock, the Group decided to use the average catch during the latest five years (2000-2004) to fill the gap noted for 2005. All the above changes and the complete revision made during the Data Preparatory Meeting held in 2006 and the *Ad Hoc* Meeting to Prepare Multifan-CL Input (March 2007) were included in the Secretariat database and these data are shown in **Table 2** and **Figure 1**.

According to this latest revision and the reclassification of catch by main fleets and gear, the geographic distribution of the catch is plotted in **Figure 2**.

3.2 Size frequencies

The March 2007 *Ad Hoc* Meeting to Prepare Multifan-CL Inputs for the 2007 Albacore Assessment initiated a review of the Task II size samples available in the Secretariat database for use in analysis at the 2007 albacore assessment. Intersessionally, work continued on the screening of these data and the results of this work are summarized in Section 5 of this report.

4. Catch-at-size (CAS) and Catch-at-Age (CAA)

4.1 CAS estimates for the northern and southern stocks

Since the last albacore assessment (Anon. 2004), national scientists have invested significant efforts into the revision and updating of historical size data, especially aimed to fill the needs for the Multifan-CL modeling approach. A breakdown of samples by fleet (Portuguese baitboat from Madeira and Azores Islands, and Spanish baitboat from Canary Islands and Cantabrian Sea) allowed for separation of the catch-at-size series by fishery. Historical revisions of South African baitboats (1979-2001), Japanese longliners (1992-2005), Brazil home-based longliners (1978-1985, 1992-2005) with a more detailed and homogeneous structure, were also made. Several identified gaps on some time series (Canada longline, 1999; Spanish Cantabrian baitboat and troll, 1979, 1981, 1992), or doubtful datasets (Chinese Taipei 1986) were also corrected.

In order to incorporate all the size revisions made, the Secretariat recreated the entire albacore (**Tables 3** and **4**) estimates for the period 1975-2005, for both North and South stocks. Details about the methodology used are presented in document SCRS/2007/104. The substitution rules adopted were basically the same ones used in past CAS estimations.

The overall CAS matrix of both northern and southern stocks has no large differences when compared to those used in the last assessment (Anon. 2004). More important differences could appear when comparing CAS matrices of single fisheries. Nevertheless, the Group decided to adopt the new CAS estimations due to improvements made in size data and gains in detail (fisheries breakdown and/or gear breakdown). Another important feature of the new estimates is that CAS and Multifan-CL base datasets were built with the same source information.

The substitution ratios of total Task I catch for the North (around 10% in recent years) and South Atlantic (around 20% in recent years) stocks are shown in **Figures 3** and **4**, respectively. These substitution ratios do not include those made by national scientists who submitted catch-at-size data and are thus conservative estimates. The above figures also show that the CAS reported by national scientists is much higher for the northern stock (mainly Spanish baitboat and troll fisheries, and, Japanese longline) than for the southern stock (lack of the some of the major longline fisheries).

4.2 CAA estimates for the northern and southern stocks

The July 2006 Data Preparatory Meeting for the Albacore Assessment recommended to the Secretariat the responsibility to produce the catch-at-age (CAA) estimates for the northern stock, applying the Kimura-Chikuni algorithm (Kimura and Chikuni 1987). During this assessment, the Group decided to expand this methodology to the southern stock, by adopting the same coefficient of variation by age and quarter of used in the North, and, using new von Bertalanffy growth parameters estimates (Lee and Yeh, 2007) for the South to estimate the mean length at age. Normal probability matrices of length-at-age were calculated (one for each quarter), with November 15 as the birth date. The CAA estimates were made using as input the new CAS matrices.

4.2.1 Northern stock

The CAA matrices for the northern stock (total and by major fishery) are shown in **Table 5** and **Figure 5** shows bubble plots of relative number of fish by year and age (1 to 8) of the major fisheries. For the surface fisheries (Spain BB and TR, France TR) the first three age groups are those most represented in the catches. In the longline fisheries, Japan shows a predominance of ages 3, 4 and 5, the United States a predominance of ages 4 to 7. Chinese Taipei longline shows three distinct periods: before 1987 with large dispersion between ages 3 to 8; dominance of ages 3 and 4 between 1993 and 2001; dominance of age 6 from 2002 onwards. Overall there are few fish assigned age 7 in the catch at age, compared to age 6 and the plus group, indicating that the length data alone may be insufficient to resolve ages above 6.

4.2.2 Southern stock

The CAA matrices for the southern stock (total and by major fishery) are shown in **Table 5** and **Figure 6** shows bubble plots of relative number of fish by year and age (1 to 8) of the major fisheries. The major surface fisheries (South Africa BB and Namibia BB) show a predominance of ages 3 to 5, with the exception of Namibia in 2002-2003 with a majority of the fish in ages 7 and 8. The longline fisheries show, in general, a very heterogeneous dispersion, but with the domination of large ages. Japan has fish spread between ages 2 and 8 with an insignificant predominance of ages 3 to 5. Exception is shown in 2001 and 2002 where age 1 is prevalent. In the Chinese Taipei fishery, a large quantity of fish in age 8 (the plus group) in all series was noted.

5. Relative abundance indices

5.1 Indices by age for VPA-2BOX model fit

5.1.1 North Atlantic

Relative abundance indices by age group of albacore caught by the Spanish troll fleet in the northeastern Atlantic were estimated using catch rate data in number of fish by fishing day (CPUE) from 6,254 individual trips collected for the period 1981-2005 (SCRS/2007/099). Standardized CPUEs for age groups 1 to 4 were estimated through a general linear modeling (GLM) approach by assuming a log-normal error distribution model. Since this fleet does not target age 1 and the availability of age 4 varies on an annual basis, the Group decided, as in previous assessments, to use only the CPUE indices for ages 2 and 3 as relative abundance indices.

Nominal catch per unit effort (number of fish caught per thousand hooks) of north Atlantic albacore recorded from Chinese Taipei longliners from 1967 to 2005 was used to estimate standardized CPUEs by means of a generalized linear model (GLM) approach (SCRS/2007/093) assuming a log-normal error distribution. Three sub-areas were identified and used for the standardization. The standardized yearly CPUE series showed a continuous decline from mid-1980s up to 2002, with a pronounced increase in the last three years of the series, which is probably related to changes in the composition of the fleet (less efficient boats are being removed) or in the way catch rates are reported (only include records from efficient boats). The Group decided to adjust this series before using it in the VPA. The original standardized CPUE values for the last three years were divided by an index, which was defined as the ratio between the average for years 2003-2005 and the average for 2000-2002 (Chinese Taipei LL adjusted).

Japanese longline catch rates were standardized for three separate periods (1959-69, 1969-75 and 1975-2005) using two models: one with a log-normal (LN) error structure and the other with a negative binomial (NB) error structure (SCRS/2007/103). Both standardized series showed a notable decline during the 1960s and early 1970s, a moderate decline during the 1980s, and became near constant during the 1990s; finally, the series showed a slight upward trend during the late 1990s and the 2000s. It was attempted to clarify which model error assumption was more appropriate using information criteria. Results showed that the LN model was better than the NB for the periods 1959-69 and 1969-75 while the NB model was better for the period 1975-2005. However, since model selection by means of information criteria seems not appropriate to discriminate between models fitted to different data, the Group, based on the inherently better statistical properties of the negative binomial error model for this kind of data, decided to use the NB standardized CPUEs for the three periods as indices of relative abundance for the VPA.

The U.S. albacore non-target nominal catch per unit of effort, in number of fish caught per thousand hooks (CPUE) from the longline fleet, was used to obtain the relative catch rate indices estimated by a GLMM (Generalized Linear Mixed Model) approach assuming a delta-lognormal model distribution. Results were presented in Diaz and Ortiz (2007).

For the French troll earlier fishery from 1967 to 1986 years time series, the catch per unit of effort (CPUE) of age 2 and 3 was estimated with a GLM model with log-normal error structure to standardize daily CPUE (Goujon *et al.* 1996). Since then no updated information of the French fleet has been available to the Group.

Data used from final models for each given fishery are presented in **Table 6** and **Figure 7** shows the scaled time series of CPUE for surface and longline main fisheries used in the assessment.

5.2 Indices by age for Multifan-CL

5.2.1 North

As was required in preparation for Multifan-CL modeling of Atlantic albacore stocks, extensive work was carried out in preparation of several CPUE time series, which were analyzed for this modeling purpose by year and quarter. More detailed information on the methods and model assumption area are included as Appendix 4 of the Report of the *Ad Hoc* Meeting to Prepare Multifan-CL Inputs for the 2007 Albacore Assessment held in March 2007. A list of documents is included in this report as well as some CPUE analyses done by the Group at that meeting in Appendix 5 are presented in that report.

New nominal catch per unit effort (number of fish caught per thousand hooks) on quarterly *year strata of north Atlantic albacore recorded from Chinese Taipei longliners from 1967 to 2005 was used to estimate standardized CPUEs by means of a generalized linear model (GLM) approach assuming a log-normal error distribution was presented to the Group (SCRS/2007/093). As was done in the case of the annual standardized CPUEs, the quarterly*year standardized CPUEs were adjusted.

New model analyses were presented for the Japanese longline catch rates on year*quarter strata as required for the Multifan model fit. Those CPUEs were standardized for three separate periods (1959-69, 1969-75 and 1975-2005) using a negative binomial (NB) error structure (SCRS/2007/103).

5.2.2 South

As was required in preparation for Multifan-CL modeling of Atlantic albacore stocks, extensive work was carried out on in preparation of several CPUE time series, which were analyzed for this modeling purpose by year and quarter. More detail information about methods and model assumption area included as Appendix 4 to the Report of the *Ad Hoc* Meeting to Prepare Multifan-CL Inputs for the 2007 Albacore Assessment held in March 2007. A list of documents is included in that report as well as some CPUE analyses done by the Group at that meeting that were included in Appendix 5 of the March report.

New data on the Brazilian fleet were presented to the Group (SCRS/2007/105). The catch and effort data from 67,335 sets of the Brazilian tuna longline fleet in the southwestern Atlantic Ocean, from 1978 to 2006 (29 years), were standardized using GLM. The negative binomial error structure was selected as it was considered the most suitable for the Brazilian dataset (which has a high number of no catch sets). The factors considered in the final model were year, area, target specie (defined through K-means cluster analysis), quarter and year*quarter.

Nominal catch per unit effort (number of fish caught per thousand hooks) on quarterly*year strata of South Atlantic albacore recorded from Chinese Taipei longliners from 1967 to 2005 used to estimate standardized CPUEs by means of a generalized linear model (GLM) approach assuming a log-normal error distribution was presented to the Group (SCRS/2007/094). As was done in the case of the annual standardized CPUEs these quarterly*year standardized CPUEs were adjusted following the same procedure as described in the ASPM indices section (5.3 Indices of abundance).

Also, a new model analyses was presented for the Japanese longline catch rates on year*quarter strata as required for the Multifan-CL model fit. Those CPUEs were standardized for three separate periods (1959-69, 1969-75 and 1975-2005) using a negative binomial (NB) error structure (SCRS/2007/103).

5.3 Indices by age group for Age Structured Production models (ASPM) fit

The Japanese longline CPUE was separately standardized into three periods (1959-69, 1969-75 and 1975-2005) using two models; one with a log-normal (LN) error structure, while the other used a negative binomial (NB) error structure (SCRS/2007/103). Both standardized CPUEs declined during the 1960s and the early 1970s; after that the CPUEs fluctuated and showed no clear trend. An attempt was made to clarify which model was more

appropriate using information criteria. Results showed that the LN model was better than the NB model for the periods 1959-69 and 1969-75, while the NB model was better for the 1975-2005 period. However, the Group decided to use the standardized CPUEs for the NB model for three periods for the south stock as indices of abundance since the calculation of information criteria was not necessarily appropriate.

The Chinese Taipei longline catch and effort statistics of 1967-2005 South Atlantic albacore were standardized by using Generalized Liner Model with log normal residual assumption. Factors such as year, quarter, sub area, by-catch effects of bigeye tuna, yellowfin tuna, and swordfish were used to obtain the yearly standardized CPUE trend from 1967 to 2005. The annual CPUE trends indicated that the abundance in number of South Atlantic albacore declined from the late-1960s to 1990, leveled off up to 2003, and showed an upward trend in 2004 and 2005. The Group decided to adjust this series before using it in the age-structured production model ASPM. The original standardized CPUE values for the last three years were divided by an index, which was defined as the ratio between the average for years 2003-2005 and the average for years 2000-2002 (Chinese Taipei LL adjusted).

South Atlantic albacore catch rates (weight by fishing days) per quarter from the South African baitboat fishery were standardized (SCRS/2007/040) and split into two series, from 1985 to 1998 and from 1999 to 2005. The reason for the split series was that more detailed information was available in the latter time period to allow for more appropriate vessel classification and catch verification processes. The Generalized Liner Model with log normal residual distribution assumption was used. Factors such as year, area, quarter and year*quarter interaction effects were included in the first period time series (1985-1998) analysis adding to these factors the by-catch effect in the most recent period (1999-2005) to account for the targeting away from albacore in favor of other species. Analyses were performed on the positive observations. The Group decided to average the year quarterly standardized CPUE to obtain annual standardized CPUEs for this fleet.

New data on the Brazilian fleet (SCRS/2007/105) used to fit in Multifan-CL (see Section 5.2.2) were also used to fit ASPM.

Data used from final models for each given fishery is presented in **Table 7** and **Figure 8** show the scaled time series of CPUE for the baitboat surface fishery and main longline fisheries used in the assessment of the southern albacore stock.

6. Methods and other data relevant to the assessment

6.1 VPA-2BOX

The Group decided to apply a VPA-2BOX model repeating the Base Case scenario from the 2000 northern albacore stock assessment using the revised catch-at-age and catch per effort data. The Group was concerned about the quality of the new catch-at-age data for the reasons outlined in section 3.7, but wished to examine the potential implications of the changes on the assessment advice. The analysis was conducted using updated versions of the Spanish, U.S., Chinese Taipei, Japanese and French fisheries indices (same fisheries used in the 2000 and 2003 assessments) (**Table 6**). A lognormal error structure was assumed for all indices within the VPA model. The selectivity at age for each index was estimated from the partial catches using the method proposed by Butterworth and Geromont (equation 4, Geromont and Butterworth, 1997), except, of course, for the two Spanish troll indices, which reflect only one age class. The terminal (2005) fishing mortality rates for ages 2-7 were estimated and the 2005 fishing mortality rate on age 1 was set to 20% of that on age 2. Initially, the F-ratio (F on the oldest age divided by the F on the next younger age) was fixed to 1.0 for all years. The natural mortality rate was fixed at 0.3.

It was found that the weight-at-age matrix provided an average weight for the age 8+ group corresponding to a fish of age 7.7. Therefore, it was decided to use a constant annual weight-at-age estimated from the growth and L-W equations (mid-year weight in kg).

<i>Age 1</i>	<i>Age 2</i>	<i>Age 3</i>	<i>Age 4</i>	<i>Age 5</i>	<i>Age 6</i>	<i>Age 7</i>	<i>Age 8+</i>
3.30	6.90	11.07	15.47	19.08	23.59	27.02	36.13

6.2 Multifan-CL

Basic data

The data sets used for the Multifan-CL analyses were initially compiled during the March 2007 inter-sessional meeting. The fisheries included in the model are given in **Table 8**. For the July assessment, the data sets were modified as follows:

- The catch information was updated to reflect updates to the Task I data.
- The CPUE (fishing effort) data were changed to reflect updates presented by national scientists for the following indices: Japan (North and South), Chinese Taipei (North and South), and Brazil (South).
- The size data set was modified according to the following rules which were adopted as a result of inter-sessional discussions between interested scientists: (a) Delete records with fewer than 50 fish measured in all size bins; (b) delete records with measured fish in less than 10 bins (out of 61 bins); (c) delete records with a skewness parameter greater than 5.0; (d) within each fishery, downweight all of the size samples such that the (year/quarter/fishery) with largest sample size had 1000 measured fish. These changes resulted in the removal of 119 and 62 size records for the northern and southern stocks, respectively.

Table 9 shows the catch data by fishery and **Table 10** gives effort data by fishery. **Figure 9** summarizes the size distributions.

Model options

Table 11 shows the basic modeling options made by the Group for various fisheries. These were based on knowledge of the fisheries and a cursory examination of the data. The longline fisheries were assumed to have non-decreasing selectivity.

The Group then conducted eight preliminary runs for each stock (**Table 12**). These included various combinations of options that included fixing or estimating natural mortality, fixing or estimating some of the growth parameters, estimating or not random walks in catchability for some fisheries, and the number of years used for estimating initial stock size based on equilibrium total mortality.

The number of age groups was set at 15, and the growth equations used were those of Bard (1981) for the North and Lee and Yeh (2007) for the South. For MSY calculations, a stock-recruitment relationship was fitted with a very weak penalty so as to not affect the results, with a prior of 0.9 for the steepness parameter.

6.3 ASPM

6.3.1 ASPM

The age-structured production model described in Rademeyer *et al.* (2004) was used to assess the southern albacore tuna stock. This age-structured production model replaced the previously used production model (Punt *et al.* 1997) since this newer version uses catch-at-age data to estimate multiple selectivities. The model code was available in a back up of the 2003 assessment. However, the by-catch transitions that were previously estimated by the model have been removed and only different selectivity for the various CPUE indices (**Table 7**) have been estimated by using the updated catch-at-age matrix (**Table 5**). For the Chinese Taipei and the Brazilian CPUE index, a single logistic selectivity was estimated. It was further assumed that the first two time-series (1956-1968 and 1969-1974) of the Japanese CPUE index fished with the same selectivity as the Chinese Taipei fleet. Selectivity for the latest time-series (1975-2005) of the Japanese index was assumed to be logistic with a slight decrease in the older ages (domed-shaped). For South Africa and Namibia a dome-shaped selectivity was estimated over the whole time period.

Catches were split into five fleets mainly following Rademeyer *et al.* (2004) as described in **Table 13** and the catches by fleet are given in **Table 14**. Further additional model specifications are given in **Table 15**. Initial model runs were all made with a constant natural mortality of 0.3 and a constant steepness parameter of 0.7. Management quantities of sensitivity tests were compared in cases where either natural mortality or steepness parameters or both were estimated.

6.3.2 ASPM₂

The age-structured production model (ASPM), which was proposed by Punt *et al.* (1997) and modified by Legault and Restrepo (1999), was applied at this session mainly for the purpose of comparison because most of the assessment in the past decade for South Atlantic albacore relied on this model. Additionally, this model does not explicitly use the catch-at-age matrix in fitting, although the age-structure matrix is updated within the model, based on externally specified, fleet-specific selectivity. Not directly incorporating the catch-at-age matrix may not be a weak point for the model if: (1) the input catch-at-age matrix is not explanatory; or (2) the specified selectivity already has its good reasoning. The selectivity curve of most fleets used information available during the previous two assessments. Only the Chinese Taipei fleet changed from a dome shaped to a sigmoid curve, mainly due to the fact that most Chinese Taipei longline catch in size are around 100 cm fork length, which is about age 7 based on the Lee and Yeh (2007) von Bertalanffy (vB) growth equation. Therefore, a sigmoid selectivity curve setting age 7 as 100% was adopted by the Group.

Removal by fisheries of South Atlantic albacore can be categorized by two types of gears, i.e., the longline (LL) fleets and the surface (baitboat or BB) fleets (**Table 16**). Seven CPUE indices series (JapanLL 1959-1969, JapanLL 1969-1975, JapanLL 1975-2005, Chinese Taipei LL 1968-2005, BrazilLL 1978-2005, South AfricaBB 1985-1998, and South AfricaBB 1999-2005) from the two fleets were provided (**Tables 7 and 17**) for the modeling of this stock. Yearly total removals by the two fleets were also provided for the model (**Table 18**). Further specifications, such as selection of parental-recruitment pattern, vB growth equation, length-weight conversion pattern, natural mortality, and plus age number were also provided (**Table 19**).

7. Stock status results

7.1 VPA-2BOX

In an initial run, before defining the base case, the fits to the indices were poor (**Figure 10**). Improvements in the indices fit were attempted by making model runs using the combination of indices as follows:

- 1) Spain + France + Japan + Chinese Taipei
- 2) Spain + France + Japan + US
- 3) Spain + France + US + Chinese Taipei
- 4) Spain + France + Japan
- 5) Spain + France + US
- 6) Spain + France + Chinese Taipei

None of the runs with the different combinations of indices improved the fit to the indices. Another attempt was made to improve the fits to the indices by changing the F-ratio of the initial year (1975) to values of 0.25, 0.5 and 1.0, and for the period 1976-2004, F-ratios were modeled with a random walk, and for the final year 2005 it was kept fixed to a value of 1.0. In all cases, a lognormal prior with a mean of 1 and a log-scale standard error of 0.1 was used.

Changes to the F ratios resulted in some improvement of the fits to the indices (see **Figure 11** for case of F ratio=0.5). An additional comparison of the F₈/F₇ ratios with the ratio of the catch of the longline fisheries to the catch of the surface fisheries (**Figure 12**) guided the Group to choose the case of the F-ratio of the initial year=0.5 as the base case. Sensitivities were run for the following cases (F ratio for the initial year):

- 1) F-ratio=0.25,
- 2) F-ratio=1.0
- 3) F-ratio=0.5 without the last three years (2003-2005) of the Chinese Taipei index of abundance.

No substantial differences between the base case and the sensitivities were observed with respect to the estimated trajectories of relative F (F/F_{MSY}), relative SSB (SSB/SSB_{MSY}), and the current status of the stock. The VPA indicated that overfishing occurred during the entire period analyzed (1975-2005), but the stock did not become over fished until 1992 (**Figure 13**). By 2005, the stock remained over fished ($SSB_{2005}/SSB_{MSY} = 0.86$) and experiencing overfishing conditions ($F_{2005}/F_{MSY} = 4.6$). The stock trajectories with respect to relative F and relative SSB are presented in **Figure 13**. Fishing mortality rate at age and stock size at age for the base case are shown in **Tables 20 and 21**, respectively.

A retrospective analysis was conducted back to 1999. Estimated F for age 1, age 2-4, age 5-7 and age 8+ for each retrospective scenario are presented in **Figure 14**. There are retrospective patterns evident in the analysis which suggested that with new information, terminal year estimates of F on age 1 and on the age 8+ group increases, and tends to converge after several years of data accumulated. The same pattern can be seen for the older age groups (ages 5 to 7), but there is a less obvious pattern in the Ages 2 to 4 category. The Group decided not to apply any retrospective pattern adjustments to the estimates, following the procedures applied in the 2000 and 2003 assessments.

Given the patterns of fishing mortality at age from the base VPA run, an additional sensitivity analysis was run with an age-structure with a 6+ group instead of an 8+ group. Catch-at age and the age(s) index-coverage were properly adjusted, and the VPA was run for the same time period (1975-2005). Two runs were considered: (a) fixing the F ratios for age 5 and age 6+ to 1.0 for all years, and (b) allowing a random walk (estimated F ratios with a correlated process error) for all years except 1975 where it was freely estimated.

Figure 15 shows the trends of biomass, fishing mortality, recruits, and ratios of SSB against SSB_{msy} and SSB20%SPR. Fits to the indices of abundance of each run are shown in **Figure 16**. The VPA runs show a different historic trend of the northern albacore stock. Fixing the F ratios of the plus group resulted in a larger estimated biomass through the series and also implies a different trend, with a decrease in the first years up to 1985, followed by an increase of SSB reaching a peak in 1992, and follow for a decline since then. Instead, allowing estimation of F ratios for the plus group (age 6+) with a restricted random walk, estimated a smaller stock that declined more or less continuously since 1975. Estimates of recruits were comparable except for 1987 when a large recruitment entered the fishery, producing the increase of biomass most likely in response to the large value for the Chinese Taipei index of abundance value in 1988. In the case of random walk estimation for the plus-group, the VPA fit indicated a continuous increase in the ratio of F Age6+/5, reaching a value of 5 in the last year.

For purposes of characterizing stock status with the VPA, the Group decided to utilize the Base Case identified above and conducted bootstrap (500) analysis to characterize uncertainty and several sets of stochastic projections identified below. Estimated benchmarks are presented in **Table 22**, while **Figure 17** shows the stock trajectory as a plot of relative SSB versus relative F and the scatter plot of the 500 bootstrap estimated values for year 2005 together with the deterministic value.

7.2 Multifan-CL

The Group examined initially the results of the eight model runs made for the North and South. Since the relative effects of changing one of the modeling options were similar for the two stocks, a more detailed graphic summary is provided here for the North only.

North

Figures 18, 19 and 20 show the estimated trends in SSB relative to the MSY level, F relative to the MSY level and absolute recruitment. All of the runs gave similar results in terms of fit diagnostics and estimated trends.

The Group examined the runs in which M was estimated and considered that either the patterns or the magnitudes were not very reasonable. In addition, for comparison purposes since M was fixed in all of the other analyses, the Group decided that the runs with M=0.3 would be preferable. In addition, the Group considered that the Japanese longline fisheries in the transition and by catch periods could have dome-shaped selectivity and asked that a new run be conducted modifying this assumption. Also, in this new run ("Base Case"), the steepness prior was changed to a mode of 0.75.

The eight preliminary runs specified month 6 as the month of recruitment. This had an effect in the way the model keeps track of time, which resulted in the first time period corresponding to the first half of 1930, and the last time period corresponding to the second half of 2005. Therefore, the Group decided to change the month of recruitment to 1 which would result in annual time steps comparable to those in the VPA.

Figure 21 shows the results for the base case. They are similar to, but somewhat more optimistic, than those of Run 8. **Figure 22** shows the estimated selectivity patterns.

In terms of diagnostics, **Figure 23** shows the spread of estimated effort deviations for the different series. Some time series patterns are evident, especially for the longline fisheries. In addition, there is a noticeable change in the spread for fishery 2 (composite troll series), which is not unexpected since the data set was composed of different time series. Nevertheless, the fits seem reasonable.

The estimated MSY for the base case is 30,230 t (s.d. = 2,850). The 2005 spawning stock is estimated to be 0.814 times the corresponding MSY level and the fishing mortality is estimated to be at 1.491 times the MSY level¹. Therefore, the stock is estimated to be below the target level established by the ICCAT Convention.

The Group noted that the MSY levels can be affected by changes in selectivity, among other things. Since the MFCL application allowed for a long-term view of the resource starting in 1930, the Group calculated changes in MSY benchmarks over time. The estimated trend in MSY is shown in **Figure 24**. A gradual increase in MSY between the mid-1950s until the mid 1960s is evident, concurrent with the increase in fishing by longline fisheries which caught larger fish than the troll fisheries did.

Figure 25 shows the track of (Relative F, Relative SSB) pairs from 1930 to 2005. **Figure 26** shows the same tracks, divided by decade. The decade corresponding to the 1950s had the largest decline in SSB, due to increased fishing on mature (ages 5+) albacore. The most apparent incursions into the overfished (SSB ratio < 1) and overfishing (F ratio > 1) quadrant were in the 1960s and since the 1990s (**Figure 26**). **Figure 27** shows the scatter plot of SSB and recruitment estimates and the fitted relationship.

South

The results of the preliminary MFCL runs made for the southern stock (**Figure 28**) were viewed as unsatisfactory. The estimates of recruitment showed a strong increasing for most of the observed time period trend which is probably being driven by the combination of (a) increasing catch and (b) lack of catch-effort observations for small fish before the mid-1980s. The Group attempted to correct this problem by imposing different penalties on the model parameters being estimated, but the different trials did not improve the situation greatly. The Group recommended that the input dataset be analyzed more exhaustively in the future.

7.3 Other methods

7.3.1 ASPM

Considering that the CPUE index data are somewhat more reliable than the catch-at-age data the model was run by down-weighting the catch-at-age data in order to fit the high CPUE values in the early years of the Chinese Taipei and Japan CPUE series. Various weightings were considered and the management quantities for those are shown in **Table 23**. The lower the weighting the better the data is fitted as can be seen from the improvements of the negative log-likelihoods. For further evaluations of the model results the weighting of 0.125 was used. It was estimated that it is likely that the stock is currently below the maximum sustainable yield (MSY) level. The spawning biomass is estimated to be 74% of the MSY level, whereas the biomass of albacore tuna that are 2 years and older are estimated to be 86% of the MSY level. The MSY was estimated to be around 30,000 tons, whereas the replacement yield (RY), averaged over the last 10 years, is calculated to be approximately 27,000 tons. The model fits to the CPUE series are reasonable (**Figure 29**) with the exception of the very early years of the Chinese Taipei and Japanese CPUE series. The residuals of the catch-at-age matrix (**Figure 30**) are large in some instances and also some patterns are obvious. It is however generally accepted that the catch-at-age matrix for the southern albacore tuna stock has a high level of substitutions and therefore highly uncertain (**Figure 6**). No distinct pattern is shown in the recruitment residuals and a reasonable fit of the estimated stock-recruitment curve is illustrated in **Figure 31**. The selectivities estimated for the different fleets are sensible (**Figure 32**). A biomass trajectory relative to the maximum sustainable yield biomass is shown in **Figure 33**. Only the results of the base case are presented in this report. Detailed results for all the sensitivity tests are available in the ICCAT Secretariat.

In **Table 24**, the 95% percentiles of some of the benchmarks and management quantities are presented. It must be noted that these intervals are conservative as in the base case model the steepness parameter as well as natural mortality are fixed.

Past management strategies in terms of catch taken relative to replacement yield and resulting stock status in terms of current spawning biomass relative to the spawning biomass at MSY are shown in **Figure 34**. The snail track is the result of the base case and the individual circular points indicate the current position of all the sensitivity runs. It is clear that for all but one sensitivity run, the stock is estimated to be below the MSY level.

¹ For later work: The respective standard deviations for the SSB and F ratios are 0.112 and 0.137, and their correlation is -0.392.

7.3.2 ASPM_2 model

As compared to the results presented to the Group in document SCRS/2007/95, which also used ASPM_2 model, some specifications have been modified following new information obtained during the meeting, such as: (1) yearly total catch follows updated Task I data; (2) adopting revised Japanese and Chinese Taipei standardized CPUE trends; and (3) revised selectivity patterns (**Figure 35**) as discussed and agreed to modify selectivity from dome shape to sigmoid for the Chinese Taipei longline by the Group. Two cases of (1) constant steepness at 0.7 (deterministic) and (2) optimized steepness (stochastic) were implemented. **Figures 36 to 38** indicated the predicted CPUE trends by the model (**Figure 36**), parental recruitment pattern (**Figure 37**), and long-term recruitment trend (**Figure 38**) obtained from the stochastic case. **Figures 39-41**, indicated the predicted CPUE trends by the model (**Figure 39**), parental recruitment pattern (**Figure 40**), and long-term recruitment trend (**Figure 41**) obtained from the deterministic case. In general, these fittings are acceptable, although plots revealed by stochastic case are often better fitted than those from deterministic case. Benchmarks estimated by the model are shown in **Table 25**. The values obtained in both cases are quite similar, although the stochastic version appeared to be more comparable to those resultants obtained in previous assessments. The lower MSY estimation and poor stock conditions obtained in this assessment may have stemmed from huge yields of South Atlantic albacore in the early 2000s.

8. Projections

8.1 VPA-2BOX

Projections of the Base Case were conducted using 500 bootstraps. Projections were run by keeping the current catch level (36,000 t) for years 2006 and 2007 and projecting for years 2008-2020 for a constant catch of 38,000 t, 34,500 t (TAC), 36,000 t (2005 catch), 32,000 t, 30,000 t, 26,000 t, 25,000 t, 20,000 t, and also for F values of $F_{CURRENT}$, F_{MSY} , F_{MAX} , $F_{20\%SPR}$, $F_{30\%SPR}$, and $F_{40\%SPR}$. Future recruitment was assumed to follow a Beverton-Holt SRR estimated from the VPA bootstrap-specific outcomes, using the spawning stock and recruitment estimates from the VPA.

Two assumptions were used regarding the last three years of recruitment estimates from the VPA. Normally the estimates of year-class strength for the most recent period in the CAA data are considered too unreliable for use in future projections (see, for example, the retrospective patterning in **Figure 14**) and are replaced with values derived from the SRR used for projections. This was also done in this case. However, as the recent fishery catch rates of young (age 2) fish indicate a relatively strong year-class entering the fishery, the Group also decided to project all of the VPA estimated year class abundance estimates to compare and contrast implications resulting from an estimated strong year-class entering the fishery in the recent past.

Results of the projections which assumed the recent year class strengths were average (on the order of 9,000,000 age 1 fish) and future year classes followed the SRR indicated that catch levels corresponding to the present TAC (34,500 t) or higher catches will result in further decline in stock status (**Figures 42 and 43**). Constant catches on the order of 30,000 t or lower would promote improvement in stock status. Similarly, these projections indicate current F levels or higher would result in further decline in stock status. Other F scenarios tested, which are all lower than the current F are projected to result in improved stock status.

Results of the projections which assumed the 2003 year class (fish of age 1 in 2004) was strong (on the order of 12,000,000 age 1 fish) the recent year class strengths were above average and future year classes followed the SRR indicated that catch levels corresponding to the present TAC (34,500 t) or higher catches will result in some near-term increase in SSB, but a slow decline in stock status (**Figure 44**) after the year-class passes through the fisheries. Constant catches on the order of 32,000 t or lower would promote sustained improvement in stock status. Similarly, these projections indicate current F levels or higher would result in further decline in stock status. Other F scenarios tested, which are all lower than the current F are projected to result in improved stock status.

Estimates of yield-per-recruit (YPR) and spawner-per-recruit (S/R) for different values of F are shown in **Figure 45**.

8.2 ASPM

From ASPM_2 model, projections regarding the biomass of the southern albacore tuna were made under various constant catch assumptions (viz. 18, 21, 24, 27, 30, 33 thousand tons). The stock is estimated to be somewhat

below the maximum sustainable yield level. Previously, a TAC of 31,000 t was allowed. However, from **Figure 46** it is obvious the constant catch of this magnitude will further deplete the stock. The replacement yield was estimated to be around 27,000 t, so catches taken from the stock should be lower than this value in order to increase the stock. **Figure 47** shows the biomass trajectory with the 95 percentiles of a constant TAC of 25,000 t. Considering the lower percentile there remains a possibility of the stock remaining below the maximum sustainable yield (MSY) level over the next 10 years. Note that these percentiles are conservative, as both steepness parameter and natural mortality are fixed inputs in the base case scenario.

9. Recommendations

Greater standardization of ageing methodologies across laboratories and readers is needed and the Group proposed that an ageing activities network be created, as has been done in the case of bluefin.

The Group recommended that the revised vB growth equation for South Atlantic albacore, adopted by the Group, be incorporated into the *ICCAT Manual* and web page.

It is recommended to continue to investigate the conversion of catch-at-size (CAS) into catch-at-age (CAA) for the assessments for both North and South Atlantic albacore stocks (i.e. length slicing methods, age-length keys derived from aging methods).

Studies on fecundity and maturity for both North and South albacore are needed to better estimate the potential spawning stock biomass.

Tagging programs for Atlantic albacore stocks should be initiated and promoted.

It is recommended that Task I data reported for EC-France be disaggregated by species, gear, area and flag, as is the required standard format from ICCAT. Most of the analyses done on albacore required disaggregated catch.

The Group recommended finding ways to incorporate the historical catches of French troll catches into the ICCAT database.

The Group reemphasized the need for biological size sample data (Task II), especially from longline fisheries in the North and South stocks as a result of examination of size sample data available at Secretariat. The scarce sample size of adult albacore limits the precision of the analyses the Group can conduct. The Group recommended that biological size sampling data (Task II) from all fisheries be reported as stratified as possible, by 1x1 degrees squares for surface fisheries and by 5x5 degrees squares for longline fisheries.

The tagging data for albacore should be incorporated into the assessment model to the degree possible, with an aim to improve the scientific advice to the Commission on albacore productivity potentials.

The Group recommended the development of standardized CPUE series for all the main fleets exploiting the North and South Atlantic albacore stocks.

The Group recommended continuing the investigation of modeling of the North and South albacore stocks with statistical models for use in future assessments.

10. Other matters

No other matters were discussed.

11. Adoption of the report and closure

The report was adopted and the meeting adjourned.

Literature cited

- ANON. 2004. 2003 ICCAT Albacore Stock Assessment Session (Madrid, Spain, 15-20 September 2004). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(4): 1223-1311.
- ANON. 2007. Report of the 2006 ICCAT Data Preparatory Meeting for Atlantic Albacore (Madrid, Spain, July 2-7, 2006). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 351-403.
- BARD, F.X. 1981. Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. Ph.D. Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- DIAZ, G. and M. Ortiz. 2007. Standardized catch rates of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) from the United States pelagic longline fleet 1986-2005. Collect. Vol. Sci. Pap. 60(2): 507-517.
- GEROMONT, H.F. and D.S. Butterworth. 1997. Specifications for the Adapt VPA Code, September 1996 (Revised). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(2): 321-324.
- GOUJON, M., L. Antoine and D. Gascuel. 1996. Trends of abundance indices of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) obtained by GLM fitting of the French troll and baitboat catch per unit of effort data for the period 1967 to 1986. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 43: 295-300.
- KIMURA, D.K. and S. Chikuni. 1987. Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. *Biometrics* 43: 23-35.
- LEE, L.K. and S-Y. Yeh. 1993. Studies on the age and growth of south Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) specimens collected from Taiwanese longliners. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(2): 354-360.
- LEE, L.K. and S-Y. Yeh. 2007. Age and growth of South Atlantic albacore – a revision after the revelation of otolith daily ring counts. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 443-456.
- LEGAULT, C.M. and V.R. Restrepo. 1999. A flexible forward ae-structured assessment program. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(2): 246-253.
- PUNT, A.E., D.S. Butterworth, A.J. Penney and R.W. Leslie. 1997. Further development of stock assessment and risk analysis methods for the South Atlantic population of albacore (*Thunnus alalunga*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(3): 138-147.
- RADEMEYER, R.A., D.S. Butterworth and A.J. Penney. 2004. A Bayesian Assessment of the South Atlantic population of albacore which explicitly models changes in targeting. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(4): 1360-1390.

RAPPORT DE LA SESSION D'ÉVALUATION DE L'ICCAT DE 2007 DES STOCKS DE GERMON

(Madrid, Espagne - 5 – 12 juillet 2007)

1. Ouverture, adoption de l'ordre du jour et organisation des sessions

La réunion s'est tenue au Secrétariat de l'ICCAT, à Madrid, du 5 au 12 juillet 2007. M. Driss Meski, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a ouvert la réunion et souhaité la bienvenue aux participants (« le Groupe »).

Mme Victoria Ortiz de Zárate (CE-Espagne), Présidente de la réunion, a souhaité la bienvenue aux participants et a remercié le Secrétariat pour les efforts qu'il avait déployés afin de préparer la réunion. Mme Ortiz de Zárate a ensuite passé en revue l'ordre du jour qui a été adopté avec de légères modifications (**Appendice 1**).

La liste des participants figure à l'**Appendice 2**. La liste des documents présentés à la réunion se trouve à l'**Appendice 3**. Les participants suivants ont assumé les tâches de rapporteurs :

<i>Rapporteurs</i>	<i>Sections</i>
P. Pallarés	Points 1, 10 et 11
V. Ortiz de Zárate	Point 2
P. Kebe, G. Scott	Point 3
C. Palma, G. Scott	Point 4
J.M. Ortiz de Urbina, V. Ortiz de Zárate	Point 5.1
V. Ortiz de Zárate, T. Frédou-K. Uosaki	Points 5.2 et 5.3
G. Scott, G. Díaz	Points 6.1, 7.1 et 8.1
V. Restrepo, M. Ortiz	Points 6.2, 7.2 et 8.2
C. Kirchner, S. Yeh	Points 6.3, 7.3 et 8.3
V. Ortiz de Zárate	Point 9

2. Données biologiques, y compris information sur le marquage

Aucune nouvelle information n'a été présentée au Groupe à la présente réunion. C'est pourquoi l'hypothèse de deux stocks distincts, un stock Nord et un stock Sud séparés à 5°N de latitude, a été maintenue aux fins de l'évaluation.

En ce qui concerne la biologie du germon de l'Atlantique, aucune nouvelle étude n'a été présentée au Groupe. Toutes les informations relatives aux paramètres utilisés dans les deux stocks figurent au **Tableau 1**.

Pour le stock de l'Atlantique Nord, aucun changement n'a été présenté. Les paramètres de croissance estimés par Bard (1981) ont donc été appliqués.

De nouvelles estimations de croissance étaient disponibles pour le stock Sud (Lee et Yeh, 2007) et avaient été présentées à la réunion de l'ICCAT de 2006 de préparation des données sur le germon de l'Atlantique (Anon., 2007). Ces nouvelles estimations se fondaient sur la lecture révisée de l'échantillon de germon du Sud. Le Groupe a adopté la nouvelle équation de croissance pour le stock Sud et l'a utilisée dans l'évaluation de ce stock.

En ce qui concerne les coefficients de conversion pour les relations longueur-poids, aucune nouvelle information n'a été fournie. Par conséquent, les paramètres appliqués dans l'évaluation sont ceux qui figuraient au Chapitre 2 du *Manuel de l'ICCAT* pour le germon atlantique. On a postulé que la mortalité naturelle était constante et égale à 0,3 pour toutes les classes d'âge, à la fois pour le stock Nord et Sud (Anon., 2004). On a postulé que le vecteur de maturité pour le germon du Nord et du Sud était de 50% de spécimens matures à l'âge 5 et tous matures à des âges supérieurs.

Le document SCRS/2007/102 présentait les résultats préliminaires d'un échange entre laboratoires de matériel de détermination de l'âge. Les estimations de l'âge ont été estimées en utilisant les épines, les écailles et les otolithes du germon de la Méditerranée et de l'Atlantique. Des niveaux modérés de précision ont été observés chez une paire de lecteurs (un lecteur expérimenté et un lecteur inexpérimenté qui avaient été formés). Toutefois, une plus vaste comparaison entre laboratoires a fourni une faible précision, notamment pour les otolithes. Un biais a été détecté entre les lecteurs pour toutes les structures. La précision entre les lecteurs était plus élevée

pour le germon de la Méditerranée que celui de l'Atlantique. Il y a eu peu de cohérence dans les estimations de l'âge obtenues à l'aide de différentes structures provenant du même poisson et les écailles semblaient fournir des estimations de l'âge plus faibles que les épines. Les résultats ont montré qu'il est nécessaire de procéder à une plus grande standardisation des méthodologies de détermination de l'âge entre les laboratoires par le biais d'un plus grand échange de matériel et de consultation entre lecteurs.

Le Groupe n'a pas, à ce stade, examiné à des fins d'évaluation les informations disponibles sur le marquage qui avaient été révisées par les scientifiques nationaux et actualisées par le Secrétariat. Les analyses futures pourraient incorporer cette information sur la modélisation du germon de l'Atlantique Nord.

3. Données de capture, y compris fréquences de taille et tendances des pêcheries

3.1 Données de capture

Les données de la Tâche I ont été examinées dans le détail au cours de la réunion *ad hoc* visant à l'élaboration des entrées Multifan-CL pour l'évaluation de germon, qui s'est tenue au mois de mars 2007. A cette réunion, le Secrétariat a présenté, une fois de plus, la prise nominale totale par engin, année et pavillon pour la période 1950-2005. Comme seuls quelques pays avaient déclaré les données de capture au titre de 2006, le Groupe a décidé d'utiliser l'information sur les captures disponibles jusqu'en 2005. Le Groupe a constaté la forte hausse (plus de 300%) des prises françaises déclarées en 2005. Une explication possible à cette augmentation pourrait être liée aux fortes mesures de gestion appliquées à la pêcherie d'anchois dans le Golfe de Gascogne et le déplacement ultérieur de l'effort vers le germon. En outre, le Groupe a été informé que cette forte capture a été déclarée comme non-attribuée. Au cours de la réunion, un scientifique japonais a présenté les informations révisées sur les captures palangrières japonaises au titre de la période 2003-2005. Cela a consisté essentiellement à réassigner les prises aux stocks Nord ou Sud en se basant sur les données actualisées. Le Groupe a accepté cette nouvelle révision et a décidé de l'incorporer dans le tableau des captures. Comme St-Vincent-et-les-Grenadines n'a déclaré aucune information au titre de 2005 pour le stock Nord, le Groupe a décidé d'utiliser la prise moyenne correspondant aux cinq dernières années (2000-2004) afin de combler la lacune constatée pour 2005. La base de données du Secrétariat contient tous les changements susmentionnés et la révision complète effectuée lors de la réunion de préparation des données tenue en 2006 et de la réunion *ad hoc* visant à l'élaboration des entrées Multifan-CL pour l'évaluation de germon (mars 2007). Ces données sont illustrées au **Tableau 2** et à la **Figure 1**.

D'après cette dernière révision et la reclassification des captures par flottilles et engins principaux, la distribution géographique de la capture est représentée à la **Figure 2**.

3.2 Fréquences de taille

Au mois de mars 2007, la réunion *ad hoc* visant à l'élaboration des entrées Multifan-CL pour l'évaluation de germon de 2007 a initié une révision des échantillons de taille de la Tâche II disponibles dans la base de données du Secrétariat aux fins de leur utilisation dans l'analyse lors de l'évaluation du germon de 2007. Pendant la période intersession, les travaux se sont poursuivis sur le tri de ces données et les résultats de ces travaux sont récapitulés au chapitre 5 du présent rapport.

4. Prise par taille (CAS) et prise par âge (CAA)

4.1 Estimations de la prise par taille pour les stocks Nord et Sud

Depuis la dernière évaluation sur le germon (Anon., 2004), les scientifiques nationaux ont consacré des efforts considérables à la révision et l'actualisation des données de taille historiques, dans le but notamment de répondre aux nécessités de l'approche de modélisation de Multifan-CL. Une ventilation des échantillons par flottille (canneur portugais de Madère et des Açores et canneur espagnol des îles Canaries et de la mer de Cantabrie) a permis de séparer les séries de prise par taille par pêcherie. On a également procédé à des révisions historiques des pêcheries de canneurs sud-africains (1979-2001), de palangriers japonais (1992-2005), de palangriers ayant leur port d'attache au Brésil (1978-1985, 1992-2005), avec une structure plus détaillée et homogène. On a également corrigé les lacunes identifiées dans certaines séries temporelles (palangre canadienne, 1999 ; canneur et ligne traînante de Cantabrie-Espagne, 1979, 1981, 1992), ou bien les jeux de données douteuses (Taïpei chinois, 1986).

Afin d'incorporer toutes les révisions de taille réalisées, le Secrétariat a reconstruit la totalité des estimations sur

le germon (**Tableaux 3 et 4**) au titre de la période 1975-2005, à la fois pour les stocks Nord et Sud. Les détails sur la méthodologie utilisée sont présentés dans le document SCRS/2007/104. Les règles de substitution adoptées étaient fondamentalement les mêmes que celles utilisées dans les estimations antérieures de la prise par taille.

La matrice de prise par taille globale des stocks Nord et Sud ne présente pas de fortes différences si on la compare avec celles utilisées dans la dernière évaluation (Anon., 2004). De plus importantes différences pourraient apparaître si l'on compare les matrices de prise par taille des pêcheries séparément. Néanmoins, le Groupe a décidé d'adopter les nouvelles estimations de la prise par taille en raison des améliorations réalisées dans les données de taille et des gains en matière de détails (ventilation par pêcheries et/ou ventilation par engins). Une autre caractéristique importante des nouvelles estimations est que les jeux de données de la base Multifan-CL et de la prise par taille ont été construits avec la même information d'origine.

Les ratios de substitution de la prise totale de la Tâche I pour le stock de l'Atlantique Nord (environ 10% ces dernières années) et pour le stock de l'Atlantique Sud (environ 20% ces dernières années) sont illustrés aux **Figures 3 et 4**, respectivement. Ces ratios de substitution n'incluent pas ceux réalisés par les scientifiques nationaux qui ont soumis des données de prise par taille ; il s'agit donc d'estimations prudentes. Les figures ci-dessus indiquent aussi que la prise par taille déclarée par les scientifiques nationaux est bien plus élevée pour le stock Nord (exploité principalement par des pêcheries espagnoles de ligneurs et de canneurs et par des palangriers japonais) que pour le stock Sud (absence de quelques-unes des principales pêcheries palangrières).

4.2 Estimations de la prise par âge pour les stocks Nord et Sud

En juillet 2006, la réunion de préparation des données pour l'évaluation du germon a confié au Secrétariat la responsabilité de formuler des estimations de la prise par âge (CAA) pour le stock Nord, en appliquant l'algorithme de Kimura-Chikuni (Kimura et Chikuni, 1987). Lors de cette évaluation, le Groupe a décidé d'étendre cette méthodologie au stock Sud, en adoptant le même coefficient de variation par âge et trimestre que celui employé pour le Nord, et en ayant recours aux nouvelles estimations des paramètres de croissance von Bertalanffy (Lee et Yeh, 2007) pour le Sud, dans le but d'estimer la longueur moyenne par âge. Des matrices de probabilité normale de longueur par âge ont été calculées (une pour chaque trimestre), en établissant le 15 novembre comme date de naissance. Les estimations de prise par âge ont été réalisées en utilisant comme valeurs d'entrée les nouvelles matrices de prise par âge.

4.2.1 Stock Nord

Les matrices de prise par âge pour le stock Nord (totales et par pêcherie principale) se trouvent au **Tableau 5** et la **Figure 5** représente des diagrammes à bulles indiquant le nombre relatif de poissons par an et âge (1 à 8) des principales pêcheries. Pour les pêcheries de surface (Espagne : canneurs et ligneurs ; France : ligneurs), les trois premiers groupes d'âge sont les plus représentés dans les captures. Dans les pêcheries palangrières, le Japon dégage une prédominance des âges 3, 4 et 5 et les Etats-Unis une prédominance des âges 4 à 7. La pêcherie palangrière du Taïpei chinois montre trois périodes distinctes : avant 1987 avec une grande dispersion entre les âges 3 à 8 ; prédominance des âges 3 et 4 entre 1993 et 2001 ; prédominance de l'âge 6 à partir de 2002 et au-delà. Globalement, peu de poissons ont été assignés à l'âge 7 dans la prise par âge, par rapport à l'âge 6 et au groupe plus, ce qui indique que les données de longueur pourraient à elles seules ne pas suffire pour indiquer les âges supérieurs à 6.

4.2.2 Stock Sud

Les matrices de prise par âge pour le stock Sud (totales et par pêcherie principale) se trouvent au **Tableau 5** et la **Figure 6** représente des diagrammes à bulles indiquant le nombre relatif de poissons par an et âge (1 à 8) des principales pêcheries. Les principales pêcheries de surface (Afrique du Sud : canneurs ; Namibie : canneurs) montrent une prédominance des âges 3 à 5, à l'exception de la Namibie en 2002-2003 qui affichait une majorité de poissons d'âge 7 et 8. Les pêcheries palangrières dégagent, en règle générale, une dispersion très hétérogène, les âges les plus avancés dominant toutefois. Les poissons capturés par le Japon oscillent entre les âges 2 et 8, avec une prédominance négligeable des âges 3 à 5. Les années 2001 et 2002 font figure d'exception, l'âge 1 prévalant. Dans la pêcherie du Taïpei chinois, une grande quantité de poissons d'âge 8 (le groupe plus) a été observée dans toutes les séries.

5. Indices d'abondance relative

5.1 Indices par âge pour l'ajustement du modèle VPA-2BOX

5.1.1 Atlantique Nord

Les indices d'abondance relative par groupe d'âge du germon capturé par la flottille espagnole de ligneurs dans l'Atlantique Nord-Est ont été estimés à l'aide des données de taux de capture en nombre de poissons par jour de pêche (CPUE) de 6.254 sorties individuelles recueillies au titre de la période 1981-2005 (SCRS/2007/099). Les CPUE standardisées pour les groupes d'âge 1 à 4 ont été estimées par une approche de modèle linéaire généralisé (GLM) en postulant un modèle de distribution d'erreur log-normale. Comme la flottille ne cible pas les poissons d'âge 1 et que la disponibilité des poissons d'âge 4 varie sur une base annuelle, le Groupe a décidé, comme lors d'évaluations antérieures, d'utiliser uniquement les indices de CPUE pour les âges 2 et 3 comme indices d'abondance relative.

On a utilisé la capture nominale par unité d'effort (nombre de poissons capturés pour mille hameçons) du germon de l'Atlantique Nord enregistrée auprès de palangriers du Taïpei chinois de 1967 à 2005 pour estimer les CPUE standardisées par le biais d'une approche de modèle linéaire généralisé (GLM) (SCRS/2007/093) en postulant une distribution d'erreur log-normale. Trois sous-zones ont été identifiées et utilisées aux fins de standardisation. Les séries de CPUE annuelles standardisées ont dégagé une baisse continue du milieu des années 1980 jusqu'en 2002, avec une augmentation accusée au cours des trois dernières années de la série, qui est probablement liée aux changements dans la composition de la flottille (retrait des bateaux moins efficaces) ou aux changements dans la façon dont les taux de capture sont déclarés (ne sont inclus que les registres de navires efficaces). Le Groupe a décidé d'ajuster cette série avant de l'utiliser dans la VPA. Les valeurs originales de la CPUE standardisée pour les trois dernières années ont été divisées par un indice, qui a été défini comme le ratio entre la moyenne pour les années 2003-2005 et la moyenne pour 2000-2002 (palangre ajustée du Taïpei chinois).

Les taux de capture de la palangre japonaise ont été standardisés pour trois périodes distinctes (1959-69, 1969-75 et 1975-2005) à l'aide de deux modèles : un avec une structure d'erreur log-normale (LN) et l'autre avec une structure d'erreur négative binomiale (NB) (SCRS/2007/103). Les deux séries standardisées ont montré une chute considérable dans les années 1960 et au début des années 1970, une diminution modérée pendant les années 1980 et sont devenues presque constantes dans les années 1990 ; finalement les séries ont dégagé une légère tendance ascendante à la fin des années 1990 et pendant les années 2000. Les participants ont tenté d'établir quel postulat d'erreur de modèle était plus approprié en utilisant les critères d'information. Les résultats ont indiqué que le modèle LN était meilleur que le NB pour les périodes 1959-69 et 1969-75, tandis que le modèle NB était meilleur pour la période 1975-2005. Toutefois, étant donné que la sélection du modèle par le biais de critères d'information ne semble pas appropriée pour établir une discrimination entre les modèles ajustés aux différentes données, le Groupe, sur la base des propriétés statistiques par nature meilleures du modèle d'erreur binomial négatif pour ce type de données, a décidé d'utiliser les CPUE standardisées NB pour les trois périodes comme indices d'abondance relative pour la VPA.

La capture nominale par unité d'effort non-dirigée sur le germon des Etats-Unis, en nombre de poissons capturés pour mille hameçons (CPUE) de la flottille palangrière a été utilisée pour obtenir les indices de taux de capture relative estimés par un GLMM (modèle mixte linéaire généralisé) en postulant une distribution du modèle delta-lognormal. Les résultats ont été présentés dans Diaz et Ortiz (2007).

Pour la première phase de la série temporelle de 1967 à 1986 de la pêcherie de ligneurs français, la capture par unité d'effort (CPUE) d'âge 2 et 3 a été estimée avec un modèle GLM doté d'une structure d'erreur log-normale afin de standardiser la CPUE journalière (Goujon *et al.*, 1996). Depuis lors, le Groupe n'a disposé d'aucune information actualisée sur la flottille française.

Les données utilisées pour les modèles finaux pour chaque pêcherie donnée sont présentées au **Tableau 6** et la **Figure 7** illustre la série temporelle mise à l'échelle de la CPUE pour les principales pêcheries de surface et de palangre utilisées dans l'évaluation.

5.2 Indices par âge pour Multifan-CL

5.2.1 Nord

Comme les préparatifs pour la modélisation de Multifan-CL des stocks de germon de l'Atlantique l'avaient requis, des travaux intensifs ont été menés aux fins de l'élaboration de plusieurs séries temporelles de CPUE, qui

ont été analysées pour cette modélisation par année et par trimestre. Un complément d'information sur les méthodes et la zone de postulat du modèle figure à l'Appendice 4 du rapport de la réunion *ad hoc* visant à l'élaboration des entrées Multifan-CL pour l'évaluation de germon, qui s'est tenue au mois de mars 2007. L'Appendice 5 de ce rapport contient une liste de documents ainsi que quelques analyses de CPUE effectuées par le Groupe à cette réunion.

On a présenté au Groupe la nouvelle capture nominale par unité d'effort (nombre de poissons capturés pour mille hameçons) sur des strates trimestre *année du germon de l'Atlantique Nord consignée par les palangriers du Taïpei chinois de 1967 à 2005, qui a été utilisée afin d'estimer les CPUE standardisées par le biais d'une approche de modèle linéaire généralisé (GLM) postulant une distribution d'erreur log-normale (SCRS/2007/093). Comme cela a été fait dans le cas des CPUE annuelles standardisées, les CPUE standardisées trimestre *année ont été ajustées.

De nouvelles analyses de modèles ont été présentées pour les taux de capture palangrière japonaise sur des strates année*trimestre, comme cela est requis pour l'ajustement du modèle Multifan. Ces CPUE ont été standardisées pour trois périodes distinctes (1959-69, 1969-75 et 1975-2005) en utilisant une structure d'erreur binomiale négative (NB) (SCRS/2007/103).

5.2.2 Sud

Comme les préparatifs pour la modélisation de Multifan-CL des stocks de germon de l'Atlantique l'avaient requis, des travaux intensifs ont été menés aux fins de l'élaboration de plusieurs séries temporelles de CPUE, qui ont été analysées pour cette modélisation par année et par trimestre. Un complément d'information sur les méthodes et la zone de postulat du modèle figure à l'Appendice 4 du rapport de la réunion *ad hoc* visant à l'élaboration des entrées Multifan-CL pour l'évaluation de germon, qui s'est tenue au mois de mars 2007. L'Appendice 5 de ce rapport contient une liste de documents ainsi que quelques analyses de CPUE effectuées par le Groupe à cette réunion.

De nouvelles données sur la flottille brésilienne ont été présentées au Groupe (SCRS/2007/105). Les données de prise et d'effort de 67.335 opérations de la flottille palangrière thonière du Brésil opérant dans l'Atlantique Sud-Ouest, de 1978 à 2006 (29 ans) ont été standardisées à l'aide d'un GLM. La structure d'erreur binomiale négative a été sélectionnée du fait qu'elle a semblé la plus appropriée pour le jeu de données brésilien (qui représentait un nombre élevé d'opérations de capture nulle). Les facteurs pris en compte dans le modèle final étaient année, zone, espèce cible (définie à travers une analyse par grappes utilisant l'algorithme de K-moyens), trimestre et année*trimestre.

On a présenté au Groupe la capture nominale par unité d'effort (nombre de poissons capturés pour mille hameçons) sur des strates trimestre *année du germon de l'Atlantique Sud consignée par les palangriers du Taïpei chinois de 1967 à 2005, qui a été utilisée afin d'estimer les CPUE standardisées par le biais d'une approche de modèle linéaire généralisé (GLM) postulant une distribution d'erreur log-normale (SCRS/2007/094). Comme cela a été fait dans le cas des CPUE annuelles standardisées, ces CPUE standardisées trimestre *année ont été ajustées suivant la même procédure que celle décrite au chapitre sur les indices ASPM (5.3 Indices d'abondance).

En outre, une nouvelle analyse de modèle a été présentée pour les taux de capture palangrière japonaise sur des strates année*trimestre, comme le requiert l'ajustement du modèle Multifan-CL. Ces CPUE ont été standardisées pour trois périodes distinctes (1959-69, 1969-75 et 1975-2005) en utilisant une structure d'erreur binomiale négative (NB) (SCRS/2007/103).

5.3 Indices par groupe d'âge pour l'ajustement des modèles de production structurés par âge (ASPM)

La CPUE palangrière japonaise a été standardisée séparément en trois périodes (1959-69, 1969-75 et 1975-2005) à l'aide de deux modèles : un muni d'une structure d'erreur log-normale (LN), l'autre avec une structure d'erreur binomiale négative (NB) (SCRS/2007/103). Les deux CPUE standardisées ont chuté au cours des années 1960 et au début des années 1970 ; par la suite, les CPUE ont fluctué et n'ont pas dégagé de tendance claire. Les participants ont tenté d'établir quel modèle était plus approprié en utilisant les critères d'information. Les résultats ont indiqué que le modèle LN était meilleur que le modèle NB pour les périodes 1959-69 et 1969-75, tandis que le modèle NB était plus adéquat pour la période 1975-2005. Toutefois, étant donné que le calcul des critères d'information n'était pas nécessairement approprié, le Groupe a décidé d'utiliser les CPUE standardisées pour le modèle NB pour trois périodes pour le stock Sud comme indices d'abondance.

Les statistiques de prise et d'effort du germon sud-atlantique capturé par les palangriers du Taïpei chinois entre 1967 et 2005 ont été standardisées en utilisant un modèle linéaire généralisé avec un postulat résiduel log-normal. Les facteurs tels que année, trimestre, sous-zone, effets des prises accessoires de thon obèse, d'albacore et d'espadon, ont été employés pour obtenir la tendance annuelle de la CPUE standardisée de 1967 à 2005. Les tendances annuelles de la CPUE ont indiqué que l'abondance numérique des germons sud-atlantiques a chuté à partir de la fin des années 1960 jusqu'en 1990, s'est stabilisée jusqu'en 2003, puis a dégagé une tendance ascendante en 2004 et 2005. Le Groupe a décidé d'ajuster cette série avant de l'utiliser dans le modèle de production structuré par âge (ASPM). Les valeurs originales de la CPUE standardisée au titre des trois dernières années ont été divisées par un indice, qui a été défini comme le ratio entre la moyenne des années 2003-2005 et la moyenne des années 2000-2002 (palangre du Taïpei chinois ajustée).

Les taux de capture du germon sud-atlantique (poids par journée de pêche) par trimestre de la pêcherie de canneurs sud-africains ont été standardisés (SCRS/2007/040) et divisés en deux séries, de 1985 à 1998 et de 1999 à 2005. Les séries ont été divisées parce que des informations plus détaillées étaient disponibles dans la deuxième série temporelle, ce qui permettait de procéder à la classification plus appropriée des navires et aux processus de vérification des captures. On a eu recours au modèle linéaire généralisé avec un postulat de distribution résiduelle log-normale. Les facteurs, tels que année, zone, trimestre et les effets des interactions année*trimestre ont été inclus dans l'analyse de la première série temporelle (1985-1998), en ajoutant à ces facteurs l'effet des prises accessoires dans la période la plus récente (1999-2005) afin de tenir compte du changement de ciblage du germon en faveur d'autres espèces. Des analyses ont été réalisées sur les observations positives. Le Groupe a décidé d'établir la moyenne de la CPUE standardisée trimestre *année afin d'obtenir les CPUE annuelles standardisées pour cette flottille.

De nouvelles données sur la flottille brésilienne (SCRS/2007/105) utilisées dans Multifan-CL (*cf.* section 5.2.2) ont également été employées pour ajuster ASPM.

Les données utilisées d'après les modèles finaux pour chaque pêcherie donnée sont présentées au **Tableau 7** et la **Figure 8** montre la série temporelle mise à l'échelle de la CPUE pour la pêcherie de canneurs de surface et les principales pêcheries palangrières utilisée dans l'évaluation du stock de germon du Sud.

6. Méthodes et autres données pertinentes pour l'évaluation

6.1 VPA-2BOX

Le Groupe a décidé d'appliquer un modèle VPA-2BOX répétant le scénario du cas de base de l'évaluation du stock de germon du Nord de 2000, en utilisant les données révisées de prise par âge et de prise par effort. Le Groupe s'est inquiété de la qualité des nouvelles données de prise par âge pour les raisons décrites au chapitre 3.7, mais il a souhaité examiner les implications potentielles des changements sur l'avis d'évaluation. L'analyse a été réalisée à l'aide des versions actualisées des indices des pêcheries espagnoles, nord-américaines, du Taïpei chinois, du Japon et de la France (mêmes pêcheries que celles utilisées dans les évaluations de 2000 et 2003) (**Tableau 6**). On a postulé une structure d'erreur log-normale pour tous les indices dans le modèle VPA. La sélectivité à l'âge pour chaque indice a été estimée à partir des prises partielles en utilisant la méthode proposée par Butterworth et Geromont (équation 4, Geromont et Butterworth, 1997), à l'exception, bien entendu, des deux indices de ligne traînante espagnole, qui ne reflètent qu'une classe d'âge. Les taux de mortalité terminale (2005) par pêche pour les âges 2-7 ont été estimés et le taux de mortalité par pêche de 2005 à l'âge 1 a été établi à 20% de celui-ci à l'âge 2. Initialement, le F-ratio (F sur l'âge le plus vieux divisé par F sur l'âge suivant le plus jeune) a été fixé à 1,0 pour toutes les années. Le taux de mortalité naturelle a été fixé à 0,3.

On a découvert que la matrice de poids par âge fournissait un poids moyen pour le groupe d'âge 8+ correspondant à des poissons d'âge 7,7. C'est pourquoi il a été décidé d'utiliser un poids à l'âge annuel constant estimé à partir des équations de croissance et de longueur-poids (poids en milieu d'année en kg).

Age 1	Age 2	Age 3	Age 4	Age 5	Age 6	Age 7	Age 8+
3,30	6,90	11,07	15,47	19,08	23,59	27,02	36,13

6.2 Multifan-CL

Données de base

Les jeux de données utilisés pour les analyses Multifan-CL ont été initialement compilés pendant la réunion intersession de mars 2007. Le **Tableau 8** répertorie les pêcheries incluses dans le modèle. Pour l'évaluation de juillet, les jeux de données ont été modifiés comme suit:

- L'information de capture a été actualisée afin de refléter les actualisations des données de la Tâche I.
- Les données de CPUE (effort de pêche) ont été modifiées afin de refléter les actualisations présentées par les scientifiques nationaux pour les indices suivants : Japon (Nord et Sud), Taïpei chinois (Nord et Sud) et Brésil (Sud).
- Le jeu de données de taille a été modifié selon les règles suivantes qui ont été adoptées à la suite des discussions intersessions entre les scientifiques intéressés: (a) suppression des registres ayant moins de 50 poissons mesurés dans tous les intervalles de tailles ; (b) suppression des registres ayant des poissons mesurés dans moins de 10 intervalles (sur 61 intervalles) ; (c) suppression des registres ayant un paramètre d'asymétrie supérieur à 5,0 ; (d) au sein de chaque pêcherie, sous-pondération de tous les échantillons de taille tels que l'année/trimestre/pêcherie dont la taille de l'échantillon la plus large comptait 1.000 poissons mesurés. Ces changements ont donné lieu à la suppression de 119 enregistrements de tailles pour le stock du nord et de 62 enregistrements pour le stock du sud.

Le **Tableau 9** présente les données de capture par pêcherie et le **Tableau 10** fait état des données d'effort par pêcherie. La **Figure 9** résume les distributions de tailles.

Options du modèle

Le **Tableau 11** présente les options de modélisation de base réalisées par le Groupe pour diverses pêcheries. Celles-ci se basaient sur les connaissances sur les pêcheries et un rapide examen des données. Il a été postulé que les pêcheries palangrières avaient une sélectivité non décroissante.

Le Groupe a alors réalisé huit passages préliminaires pour chaque stock (**Tableau 12**). Ils incluaient diverses combinaisons d'options avec une mortalité naturelle définie ou estimée, des paramètres de croissance définis ou estimés, des marches aléatoires de la capturabilité pour certaines pêcheries estimées ou non ainsi que le nombre d'années utilisées pour l'estimation de la taille initiale du stock, en se basant sur la mortalité totale en conditions d'équilibre.

Le nombre de groupes d'âges a été établi à 15 et les équations de croissance utilisées étaient celles de Bard (1981) pour le nord et celles de Lee et Yeh (2007) pour le sud. Pour les calculs de la PME, un rapport de stock-recrutement a été ajusté avec une pénalisation très faible afin de ne pas affecter les résultats, avec une distribution a priori de 0,9 pour le paramètre d'inclinaison.

6.3 ASPM

6.3.1 ASPM

Le modèle de production structuré par âge décrit dans Rademeyer *et al.* (2004) a été utilisé pour évaluer le stock de germon du sud. Ce modèle de production structuré par âge remplaçait le modèle de production utilisé auparavant (Punt *et al.* 1997) étant donné que cette nouvelle version utilise les données de prise par âge pour estimer les multiples sélectivités. Le code du modèle provenait d'une sauvegarde de l'évaluation de 2003. Toutefois, les transitions des prises accessoires, estimées auparavant par le modèle, ont été supprimées et seule une sélectivité différente pour les divers indices de CPUE (**Tableau 7**) a été estimée en utilisant la matrice de prise par âge actualisée (**Tableau 5**). Pour l'indice de CPUE du Taïpei chinois et du Brésil, une sélectivité logistique simple a été estimée. Il a également été postulé que les activités de pêche des deux premières séries temporelles (1956-1968 et 1969-1974) de l'indice de CPUE du Japon avaient la même sélectivité que la flottille du Taïpei chinois. Il a été postulé que la sélectivité de la dernière série temporelle (1975-2005) de l'indice japonais était de type logistique avec une légère diminution pour les âges les plus avancés (en forme de dôme). Pour l'Afrique du sud et la Namibie, une sélectivité en forme de dôme a été estimée pour l'ensemble de la période temporelle.

Les prises ont été divisées principalement en cinq flottilles suivant Rademeyer *et al.* (2004), tel que cela est décrit au **Tableau 13**. Le **Tableau 14** représente les prises par flottille et le **Tableau 15** donne des spécifications supplémentaires du modèle. Tous les passages initiaux du modèle ont été réalisés avec une mortalité naturelle constante de 0,3 et un paramètre d'inclinaison constante de 0,7. Les points de référence de gestion des tests de sensibilité ont été comparés dans les cas où la mortalité naturelle ou les paramètres d'inclinaison, ou les deux à la fois, ont été estimés.

6.3.2 ASPM_2

Le modèle de production structuré par âge (ASPM), proposé par Punt *et al.* (1997) et modifié par Legault et Restrepo (1999), a été appliqué lors de cette session aux fins de comparaison essentiellement, étant donné qu'une grande partie de l'évaluation du germon de l'Atlantique sud de ces dix dernières années se basait sur ce modèle. En outre, ce modèle n'utilise pas explicitement la matrice de prise par âge pour l'ajustement, même si la matrice de structure par âge est actualisée dans ce modèle, sur la base d'une sélectivité spécifiée extérieurement, spécifique aux flottilles. En n'incluant pas directement la matrice de prise par âge, il est possible de ne pas affaiblir le modèle si : (1) la matrice de prise par âge d'entrée n'est pas explicative ; ou si (2) la sélectivité spécifiée a déjà un raisonnement satisfaisant. La courbe de sélectivité de la plupart des flottilles utilisait les informations mises à disposition lors des deux évaluations précédentes. Seule la flottille du Taïpei chinois passait d'une courbe en forme de dôme à une courbe sigmoïde, ce qui est dû principalement au fait que la plupart de la prise par taille de la palangre du Taïpei chinois se situe aux alentours de 100 cm de longueur à la fourche, ce qui correspond à peu près à l'âge 7 d'après l'équation de croissance de von Bertalanffy (vB) de Lee et Yeh (2007). Une courbe de sélectivité sigmoïde établissant l'âge 7 à 100% a donc été adoptée par le Groupe.

Les ponctions du germon de l'Atlantique sud par les pêcheries peuvent être classées en deux types d'engins : les flottilles palangrières (LL) et les flottilles de surface (canne ou BB) (**Tableau 16**). Sept séries d'indices de CPUE (LL Japon 1959-1969, LL Japon 1969-1975, LL Japon 1975-2005, LL Taïpei chinois 1968-2005, LL Brésil 1978-2005, BB Afrique du sud 1985-1998 et BB Afrique du sud 1999-2005) de ces deux flottilles ont été soumises (**Tableaux 7 et 17**) aux fins de la modélisation de ce stock. Les ponctions totales annuelles réalisées par les deux flottilles ont également été transmises pour le modèle (**Tableau 18**). D'autres spécifications, telles que la sélection du schéma de recrutement parental, l'équation de croissance de vB, le schéma de conversion taille-poids, la mortalité naturelle et le nombre d'âge plus ont également été fournies (**Tableau 19**).

7. Résultats de l'état des stocks

7.1 VPA-2BOX

Lors du passage initial, avant la définition du cas de base, les ajustements aux indices étaient peu satisfaisants (**Figure 10**). On a tenté d'améliorer les ajustements aux indices en permettant aux passages du modèle d'utiliser les combinaisons d'indices suivantes :

- 1) Espagne + France + Japon + Taïpei chinois
- 2) Espagne + France + Japon + Etats-Unis
- 3) Espagne + France + US + Taïpei chinois
- 4) Espagne + France + Japon
- 5) Espagne + France + Etats-Unis
- 6) Espagne + France + Taïpei chinois

Aucun des passages utilisant les diverses combinaisons d'indices n'améliorait l'ajustement aux indices. On a alors tenté d'améliorer les ajustements aux indices en modifiant le ratio de F de la première année (1975) avec les valeurs de 0,25, 0,5 et 1,0. Pour la période 1976-2004, les ratios de F ont été modélisés avec une marche aléatoire et, pour la dernière année (2005), il a été maintenu à la valeur définie de 1,0. Dans tous les cas, une distribution a priori lognormale avec une moyenne de 1 et une erreur standard d'échelle logarithmique de 0,1 ont été utilisés.

Les changements apportés aux ratios de F ont donné lieu à une amélioration des ajustements aux indices (voir la **Figure 11** pour le ratio de F =0,5). Une nouvelle comparaison des ratios de F8/F7 et du ratio de la capture des pêcheries palangrières par rapport à la prise des pêcheries de surface (**Figure 12**) a amené le Groupe à choisir le cas du ratio de F de la première année =0,5 comme cas de base. Des passages de sensibilité ont été exécutés pour les cas suivants (ratio de F de la première année):

- 1) ratio de $F = 0,25$
- 2) ratio de $F = 1,0$
- 3) ratio de $F = 0,5$ sans les trois dernières années (2003-2005) de l'indice d'abondance du Taïpei chinois.

Aucune grande différence n'a été observée entre le cas de base et les passages de sensibilité en ce qui concerne les trajectoires estimées de la F relative (F/F_{PME}), de la SSB relative (SSB/SSB_{PME}) et de l'état actuel du stock. La VPA a indiqué qu'une surpêche s'est produite au cours de toute la période analysée (1975-2005) mais que le stock n'était pas surpêché jusqu'en 1992 (**Figure 13**). En 2005, le stock était surpêché ($SSB_{2005}/SSB_{PME} = 0.86$) et faisait l'objet d'une situation de surpêche ($F_{2005}/F_{PME} = 4.6$). La **Figure 13** présente les trajectoires du stock en ce qui concerne la F relative et la SSB relative. Le taux de mortalité par pêche par âge et la taille du stock par âge du cas de base sont représentés aux **Tableaux 20** et **21**, respectivement.

Une analyse rétrospective remontant à 1999 a été réalisée. La **Figure 14** présente la F estimée pour l'âge 1, les âges 2-4, les âges 5-7 et l'âge 8+ pour chaque scénario rétrospectif. Des schémas rétrospectifs évidents dans l'analyse suggèrent qu'avec de nouvelles informations les estimations de la dernière année de F pour l'âge 1 et le groupe d'âge 8+ augmentent et tendent à converger après plusieurs années de données accumulées. Le même schéma peut être observé pour les groupes d'âge les plus avancés (âges 5 à 7) mais ce schéma est moins évident pour la catégorie d'âges 2 à 4. Le Groupe a décidé de ne pas appliquer d'ajustement des schémas rétrospectifs aux estimations, conformément aux procédures appliquées dans les évaluations de 2000 et de 2003.

Compte tenu des schémas de la mortalité par pêche par âge, d'après le passage du cas de base de la VPA, une nouvelle analyse de sensibilité a été exécutée avec une structure par âge en utilisant le groupe 6+ plutôt que le groupe 8+. La prise par âge et la couverture des indices des âges ont été ajustées de la façon pertinente et la VPA a été exécutée pour la même période temporelle (1975-2005). Deux passages ont été pris en considération: (a) en établissant les ratios de F pour l'âge 5 et l'âge 6+ à 1,0 pour toutes les années et (b) en permettant une marche aléatoire (ratios de F estimés avec une erreur de processus corrélée) pour toutes les années sauf pour 1975, année pour laquelle cela a été estimé librement.

La **Figure 15** présente les tendances de la biomasse, de la mortalité par pêche, des recrues et des ratios de SSB par rapport à SSB_{PME} et $SSB_{20\%SPR}$. La **Figure 16** illustre les ajustements aux indices d'abondance de chaque passage. Les passages de la VPA montrent une tendance historique différente du stock du germon du nord. L'établissement des ratios de F du groupe plus a donné lieu à une biomasse estimée plus élevée dans la série et implique aussi une tendance différente avec une diminution les premières années jusqu'en 1985, suivie d'une augmentation de la SSB atteignant son maximum en 1992 et d'un déclin depuis lors. En revanche, en permettant une estimation des ratios de F pour le groupe plus (âge 6+) avec une marche aléatoire limitée, un stock plus restreint, déclinant plus ou moins constamment depuis 1975 a été estimé. Les estimations des recrues étaient comparables sauf pour 1987, lorsqu'un recrutement important s'est produit dans la pêcherie, produisant l'augmentation de la biomasse, très probablement en réponse à la valeur élevée de l'indice d'abondance du Taïpei chinois en 1988. Dans le cas de l'estimation de la marche aléatoire pour le groupe plus, l'ajustement de la VPA indiquait un accroissement continu du ratio de F pour l'âge 6+/5, atteignant une valeur de 5 la dernière année.

Aux fins de la caractérisation de l'état du stock avec la VPA, le Groupe a décidé d'utiliser le cas de base identifié ci-dessus et a réalisé des analyses par bootstrap (500) pour caractériser l'incertitude et plusieurs jeux de projections stochastiques identifiés ci-dessous. Les points de référence estimés sont présentés au **Tableau 22**, et la **Figure 17** montre la trajectoire du stock sous la forme d'un graphique de la SSB relative par rapport à la F relative et le nuage de points des 500 valeurs estimées par bootstrap pour 2005 ainsi que la valeur déterministe.

7.2 Multifan-CL

Le Groupe a tout d'abord examiné les résultats des huit passages du modèle réalisés pour le Nord et le Sud. Les effets relatifs de la modification des options de modélisation étant similaires pour les deux stocks, un résumé graphique plus détaillé est présenté ci-après uniquement pour le Nord.

Nord

Les **Figures 18, 19** et **20** présentent les tendances estimées de la SSB par rapport au niveau de la PME, de la F par rapport au niveau de la PME et du recrutement absolu. Tous les passages ont donné des résultats similaires en termes de diagnostics d'ajustement et de tendances estimées.

Le Groupe a examiné les passages dans lesquels M a été estimé et il a considéré que tant les schémas que les ampleurs n'étaient pas très raisonnables. En outre, à des fins de comparaison, étant donné que M était déterminé dans toutes les autres analyses, le Groupe a décidé que des passages avec $M=0,3$ seraient préférables. Le Groupe a également estimé que les pêcheries palangrières japonaises des périodes de transition et de prises accessoires pourraient avoir une sélectivité en forme de dôme et il a demandé de réaliser un nouveau passage afin de modifier ce postulat. Dans ce nouveau passage ("Cas de base"), la distribution a priori d'inclinaison a également été modifiée pour un mode de 0,75.

Les huit passages préliminaires spécifiaient le mois 6 comme le mois de recrutement. Cela avait un effet sur la façon dont le modèle tient compte du temps : ainsi, la première période temporelle correspondait au premier semestre de 1930 et la dernière période temporelle correspondait au second semestre de 2005. Par conséquent, le Groupe a décidé de changer le mois de recrutement à 1 ce qui produirait des intervalles temporels comparables à ceux de la VPA.

La **Figure 21** présente les résultats du cas de base. Ils sont similaires, mais un peu plus optimistes, que ceux du Passage 8. La **Figure 22** présente les schémas de sélectivité estimés.

En termes de diagnostic, la **Figure 23** présente la dispersion des dérivations estimées de l'effort pour les différentes séries. Certains schémas de séries temporelles sont évidents, notamment pour les pêcheries palangrières. En outre, il se produit un changement notable dans la dispersion de la pêcherie 2 (série composée de ligne traînante), ce qui était prévisible étant donné que le jeu de données se composait de différentes séries temporelles. Les ajustements semblent toutefois raisonnables.

La PME estimée du cas de base s'élève à 30.230 t (s.d. = 2.850). Le stock reproducteur en 2005 est estimé se situer à 0,814 fois le niveau de la PME correspondante et la mortalité par pêche est estimée être de 1,491 fois le niveau de la PME². On estime donc que le stock se situe en dessous du niveau cible établi par la Convention ICCAT.

Le Groupe a noté que les niveaux de PME peuvent être affectés, entre autres, par des changements de la sélectivité. Étant donné que l'application de MFCL permettait d'obtenir une vision à long terme de la ressource depuis 1930, le Groupe a calculé les changements des points de référence de la PME dans le temps. La tendance estimée de la PME est présentée à la **Figure 24**. Une augmentation graduelle de la PME du milieu des années 1950 jusqu'au milieu des années 1960 est évidente, parallèlement à l'accroissement de la pêche par les pêcheries palangrières qui capturaient de plus grands poissons que les pêcheries de ligneurs.

La **Figure 25** présente le parcours des paires (F Relative, SSB Relative) de 1930 à 2005. La **Figure 26** présente les mêmes parcours, divisés en décennie. La décennie correspondant aux années 1950 enregistrait le plus fort déclin de la SSB, en raison de l'augmentation de la pêche de germons matures (âges 5+). Les incursions les plus apparentes dans le quadrant surpêché (ratio SSB < 1) et dans le quadrant de surpêche (ratio F > 1) ont eu lieu dans les années 1960 et depuis les années 1990 (**Figure 26**). La **Figure 27** présente le nuage de points des estimations de la SSB et du recrutement ainsi que du rapport ajusté.

Sud

Les résultats des passages préliminaires de MFCL réalisés pour le stock du sud (**Figure 28**) ont été considérés comme peu satisfaisants. Les estimations du recrutement montraient un fort accroissement pour la plupart de la tendance de la période temporelle observée, ce qui est probablement le fait de la combinaison (a) d'une augmentation des prises et (b) d'un manque d'observations de prise-effort pour les petits poissons avant le milieu des années 1980. Le Groupe a tenté de corriger ce problème en imposant différentes pénalisations aux paramètres du modèle estimés mais les différentes tentatives n'ont pas amélioré la situation dans une grande mesure. Le Groupe a recommandé d'analyser plus exhaustivement le jeu de données d'entrée à l'avenir.

7.3 Autres méthodes

7.3.1 ASPM

Étant donné que les données de l'indice de CPUE sont un peu plus fiables que les données de prise par âge, le modèle a été exécuté en sous-pondérant les données de prise par âge aux fins de l'ajustement des valeurs élevées de CPUE des premières années des séries de CPUE du Taïpei chinois et du Japon. Diverses pondérations ont été

² Pour les travaux futurs: Les dérivations standard respectives des ratios de SSB et de F sont 0,112 et 0,137 et leur corrélation est -0,392.

prises en considération et les points de référence de gestion de celles-ci sont présentés au **Tableau 23**. Plus la pondération était faible, plus l'ajustement des données s'améliorait, comme on peut le constater d'après l'amélioration des vraisemblances logarithmiques négatives. Pour les évaluations postérieures des résultats du modèle, la pondération de 0,125 a été utilisée. On a estimé qu'il est probable que le stock se situe actuellement en deçà du niveau de la PME. La biomasse du stock reproducteur est estimée s'élever à 74% du niveau de PME alors que la biomasse du germon de 2 ans ou plus est estimée être de 86% du niveau de la PME. La PME a été estimée s'élever à environ 30.000 tonnes alors que la production de remplacement (RY), établie à la moyenne de ces 10 dernières années, est calculée comme étant à peu près de 27.000 t. Les ajustements du modèle aux séries de CPUE sont raisonnables (**Figure 29**), à l'exception des toutes premières années des séries de CPUE du Taïpei chinois et du Japon. Les valeurs résiduelles de la matrice de prise par âge (**Figure 30**) sont importantes dans certains cas et certains schémas sont également évidents. Il est toutefois généralement accepté que la matrice de prise par âge du stock de germon du sud a un niveau élevé de substitutions et qu'elle est donc très incertaine (**Figure 6**). Aucun schéma défini n'est présenté dans les valeurs résiduelles du recrutement et la **Figure 31** illustre un ajustement raisonnable de la courbe estimée du stock-recrutement. Les sélectivités estimées pour les différentes flottilles sont raisonnables (**Figure 32**). La **Figure 33** présente la trajectoire de la biomasse par rapport à la biomasse de la Production Maximale équilibrée. Seuls les résultats du cas de base sont inclus dans ce rapport. Les résultats détaillés de tous les essais de sensibilité sont disponibles auprès du Secrétariat de l'ICCAT.

Le **Tableau 24** présente les centiles de 95% de certains points de référence et de points de référence de gestion. Il est à noter que ces intervalles sont prudents étant donné que dans le modèle du cas de base le paramètre d'inclinaison et la mortalité naturelle ont été fixés.

La **Figure 34** présente les stratégies de gestion passées, en termes de captures réalisées par rapport à la production de remplacement et l'état du stock résultant, en termes de biomasse reproductrice actuelle par rapport à la biomasse reproductrice au niveau de la PME. Le parcours de l'évolution (« *snail track* ») est le résultat du cas de base et les points circulaires individuels indiquent la position actuelle de tous les passages de sensibilité. Il est évident que pour tous les passages de sensibilité, sauf un, le stock est estimé se situer en dessous du niveau de PME.

7.3.2 Modèle ASPM_2

Par rapport aux résultats présentés au Groupe dans le document SCRS/2007/095, qui utilisaient également le modèle ASPM_2, certaines spécifications ont été modifiées d'après de nouvelles informations obtenues durant cette réunion comme par exemple : (1) la prise totale annuelle à la suite de l'actualisation des données de la Tâche I ; (2) l'adoption de tendances standardisées de la CPUE du Japon et du Taïpei chinois ; et (3) des schémas de sélectivité révisés (**Figure 35**), tels que discutés et convenus par le Groupe en vue de modifier la sélectivité d'une courbe en forme de dôme en une courbe sigmoïde pour la palangre du Taïpei chinois. Deux cas d'(1) inclinaison constante à 0,7 (déterministe) et d'(2) inclinaison optimisée (stochastique) ont été appliqués. Les **Figures 36 à 38** indiquent les tendances de la CPUE prévues par le modèle (**Figure 36**), le schéma de recrutement parental (**Figure 37**) et la tendance de recrutement à long terme (**Figure 38**) obtenus avec le cas stochastique. Les **Figures 39-41** indiquent les tendances de la CPUE prévues par le modèle (**Figure 39**), le schéma de recrutement parental (**Figure 40**) et la tendance de recrutement à long terme (**Figure 41**) obtenus avec le cas déterministe. En règle générale, ces ajustements sont acceptables, même si les diagrammes révélés par le cas stochastique s'ajustaient souvent mieux que ceux du cas déterministe. Les points de référence estimés par le modèle sont présentés au **Tableau 25**. Les valeurs obtenues dans les deux cas sont presque similaires bien que la version stochastique semble plus comparable aux résultats des évaluations précédentes. La faible estimation de la PME et les médiocres conditions du stock obtenues dans cette évaluation pourraient provenir d'énormes productions de germon de l'Atlantique Sud au début des années 2000.

8. Projections

8.1 VPA-2BOX

Des projections du cas de base ont été effectuées par 500 bootstraps. Les projections ont été réalisées en maintenant le niveau de capture actuel (36.000 t) pour 2006 et 2007 et en projetant, pour 2008-2020, une prise constante de 38.000 t, 34.500 t (TAC), 36.000 t (prise de 2005), 32.000 t, 30.000 t, 26.000 t, 25.000 t, 20.000 t, et les valeurs de F de $F_{ACTUELLE}$, F_{PME} , F_{MAX} , $F_{20\%SPR}$, $F_{30\%SPR}$ et $F_{40\%SPR}$. On a postulé que le recrutement futur suivait une SRR de Beverton-Holt estimée d'après les résultats spécifiques du bootstrap de la VPA, en utilisant les estimations du stock reproducteur et du recrutement de la VPA.

Deux postulats ont été utilisés en ce qui concerne les trois dernières années des estimations du recrutement de la VPA. Généralement, les estimations de la force de la classe annuelle de la période la plus récente des données CAA sont considérées trop peu fiables aux fins de leur utilisation dans les futures projections (voir, par exemple, le schéma rétrospectif de la **Figure 14**) et sont remplacées par des valeurs dérivées de la SRR utilisée pour les projections. Cela a également été le cas ici. Toutefois, étant donné que les récents taux de capture des jeunes poissons (âge 2) indiquent une classe annuelle relativement forte entrant dans la pêche, le Groupe a également décidé de projeter toutes les estimations de l'abondance de la classe annuelle estimées de la VPA en vue de comparer et opposer les implications découlant d'une classe annuelle forte estimée qui est récemment entrée dans la pêche.

Les résultats des projections, qui postulaient que les forces des classes annuelles récentes étaient moyennes (de l'ordre de 9.000.000 poissons d'âge 1) et que les futures classes annuelles suivaient la SRR, indiquaient que les niveaux de capture correspondant au TAC actuel (34.500 t), ou des prises plus élevées, donneraient lieu à un déclin ultérieur de l'état du stock (**Figures 42 et 43**). Des prises constantes de l'ordre de 30.000 t, ou inférieures, favoriseraient une amélioration de l'état du stock. De même, ces projections indiquent que les niveaux de F actuels, ou des niveaux plus élevés, engendreraient un déclin ultérieur de l'état du stock. Les autres scénarios de F testés, qui sont tous inférieurs à la F actuelle, devraient donner lieu à une amélioration de l'état du stock.

Les résultats des projections, qui postulaient que la classe annuelle de 2003 (poissons de l'âge 1 en 2004) était forte (de l'ordre de 12.000.000 poissons d'âge 1), que les récentes forces des classes annuelles étaient supérieures à la moyenne et que les futures classes annuelles suivaient la SRR, indiquaient que les niveaux de capture correspondant au TAC actuel (34.500 t), ou des prises supérieures, entraîneraient une certaine augmentation de la SSB à court terme mais aussi un lent déclin de l'état du stock (**Figure 44**) après que la classe annuelle soit passée dans les pêcheries. Des prises constantes de l'ordre de 32.000 t, ou des prises inférieures, favoriseraient une amélioration soutenue de l'état du stock. Ces projections indiquent également que les niveaux actuels de F, ou des niveaux supérieurs, engendreraient un nouveau déclin de l'état du stock. Les autres scénarios de F testés, qui sont tous inférieurs à la F actuelle, devraient donner lieu à une amélioration de l'état du stock.

Les estimations de la production par recrue (YPR) et des géniteurs par recrue (S/R) pour les différentes valeurs de F sont présentées à la **Figure 45**.

8.2 ASPM

Pour le modèle ASPM_2, des projections relatives à la biomasse du germon du sud ont été réalisées dans le cadre de divers postulats de prise constante (c'est-à-dire 18, 21, 24, 27, 30, 33 mille tonnes). Le stock est estimé se situer un peu en dessous du niveau de la Production Maximale Equilibrée. Un TAC de 31.000 tonnes avait été accordé auparavant. Toutefois, d'après la **Figure 46**, il est patent qu'une prise constante de cette importance donnera lieu à une raréfaction du stock. La production de remplacement a été estimée se situer aux alentours de 27.000 t, de telle sorte que les prises réalisées dans ce stock devraient donc être inférieures à cette valeur pour accroître le stock. La **Figure 47** présente la trajectoire de la biomasse avec les centiles de 95% d'un TAC constant de 25.000 tonnes. Compte tenu du centile plus faible, le stock pourrait se maintenir en deçà du niveau de la PME ces 10 prochaines années. Il est à noter que ces centiles sont prudents car le paramètre d'inclinaison et la mortalité naturelle sont des valeurs d'entrée fixées dans le scénario du cas de base.

9. Recommandations

Il est nécessaire de standardiser davantage les méthodologies de détermination de l'âge entre les laboratoires et les lecteurs ; le Groupe a proposé de mettre en place un réseau des activités de détermination de l'âge, comme cela a été le cas pour le thon rouge.

Le Groupe a recommandé d'inclure, dans le Manuel de l'ICCAT et dans le site web de l'ICCAT, l'équation de croissance de v_B révisée pour le germon de l'Atlantique sud, adoptée par le Groupe.

Il est recommandé de poursuivre les recherches visant à la conversion de la prise par taille (CAS) en prise par âge (CAA) pour les évaluations des stocks de germon de l'Atlantique Nord et Sud (c'est-à-dire les méthodes de découpage des tailles, les clefs âge-taille dérivées des méthodes de découpage de l'âge).

Il est indispensable de réaliser des études sur la fécondité et la maturité du germon du Nord et du Sud afin de mieux estimer la biomasse du stock reproducteur potentielle.

Des programmes de marquage pour les stocks du germon de l'Atlantique devraient être entrepris et encouragés.

Il est recommandé de ventiler par espèce, engin, zone et pavillon les données de la Tâche I communiquées par CE-France, ce qui est le format standard requis par l'ICCAT. La plupart des analyses réalisées sur le germon nécessitent la prise désagrégée.

Le Groupe a recommandé de trouver des moyens d'inclure les prises historiques des ligneurs français dans la base de données de l'ICCAT.

Le Groupe a une nouvelle fois souligné le besoin de données biologiques d'échantillons de tailles (Tâche II), notamment des pêcheries palangrières des stocks Nord et Sud à la suite de l'examen des données d'échantillons de tailles disponibles au Secrétariat. La faible taille de l'échantillon du germon adulte limite la précision des analyses pouvant être menées par le Groupe. Le Groupe a recommandé de soumettre les données biologiques d'échantillonnage de taille (Tâche II) de toutes les pêcheries, de la façon la plus stratifiée possible, en carrés de 1x1 degrés pour les pêcheries de surface et en carrés de 5x5 degrés pour les pêcheries palangrières.

Les données de marquage du germon devraient être incluses dans le modèle de l'évaluation dans la mesure du possible afin d'améliorer l'avis scientifique soumis à la Commission sur le potentiel de productivité du germon.

Le Groupe a recommandé de développer une série de CPUE standardisée pour les principales flottilles exploitant les stocks du germon de l'Atlantique Nord et Sud.

Le Groupe a recommandé de poursuivre les recherches sur la modélisation des stocks de germon du Nord et du Sud avec des modèles statistiques à utiliser dans les futures évaluations.

10. Autres questions

Aucune autre question n'a été discutée.

11. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté et la réunion a été levée.

Références

- ANON. 2004. 2003 ICCAT Albacore Stock Assessment Session (Madrid, Spain, 15-20 September 2004). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(4): 1223-1311.
- ANON. 2007. Report of the 2006 ICCAT Data Preparatory Meeting for Atlantic Albacore (Madrid, Spain, July 2-7, 2006). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 351-403.
- BARD, F.X. 1981. Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. Ph.D. Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- DIAZ, G. and M. Ortiz. 2007. Standardized catch rates of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) from the United States pelagic longline fleet 1986-2005. Collect. Vol. Sci. Pap. 60(2): 507-517.
- GEROMONT, H.F. and D.S. Butterworth. 1997. Specifications for the Adapt VPA Code, September 1996 (Revised). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(2): 321-324.
- GOUJON, M., L. Antoine and D. Gascuel. 1996. Trends of abundance indices of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) obtained by GLM fitting of the French troll and baitboat catch per unit of effort data for the period 1967 to 1986. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 43: 295-300.
- KIMURA, D.K. and S. Chikuni. 1987. Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. *Biometrics* 43: 23-35.
- LEE, L.K. and S-Y. Yeh. 1993. Studies on the age and growth of south Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) specimens collected from Taiwanese longliners. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(2): 354-360.

- LEE, L.K. and S-Y. Yeh. 2007. Age and growth of South Atlantic albacore – a revision after the revelation of otolith daily ring counts. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 443-456.
- LEGAULT, C.M. and V.R. Restrepo. 1999. A flexible forward age-structured assessment program. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(2): 246-253.
- PUNT, A.E., D.S. Butterworth, A.J. Penney and R.W. Leslie. 1997. Further development of stock assessment and risk analysis methods for the South Atlantic population of albacore (*Thunnus alalunga*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(3): 138-147.
- RADEMEYER, R.A., D.S. Butterworth and A.J. Penney. 2004. A Bayesian Assessment of the South Atlantic population of albacore which explicitly models changes in targeting. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(4): 1360-1390.

INFORME DE LA SESIÓN ICCAT DE 2007 DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE ATÚN BLANCO

(Madrid, España – 5 a 12 de julio de 2007)

1. Apertura, adopción del orden del día y disposiciones para la reunión

La reunión se celebró en la Secretaría de ICCAT, en Madrid, del 5 al 12 de julio de 2007. El Sr. Driss Meski, Secretario ejecutivo de ICCAT, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes (“El Grupo”).

La Sra. Victoria Ortiz de Zárate (CE-España), presidenta, dio la bienvenida a los participantes y agradeció a la Secretaría los esfuerzos realizados para preparar la reunión. La Sra. Ortiz de Zárate procedió a examinar el orden del día que fue adoptado con cambios menores (**Apéndice 1**).

La lista de participantes se incluye como **Apéndice 2**. La lista de documentos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 3**. Los siguientes participantes ejercieron la función de relatores:

<i>Relatores</i>	<i>Sección</i>
P. Pallarés	Puntos 1, 10 y 11
V. Ortiz de Zárate	Punto 2
P. Kebe, G. Scott	Punto 3
C. Palma, G. Scott	Punto 4
J.M. Ortiz de Urbina, V. Ortiz de Zárate	Punto 5.1
V. Ortiz de Zárate, T. Frédou-K. Uosaki	Puntos 5.2 y 5.3
G. Scott, G. Díaz	Puntos 6.1, 7.1 y 8.1
V. Restrepo, M. Ortiz	Puntos 6.2, 7.2 y 8.2
C. Kirchner, S. Yeh	Puntos 6.3, 7.3 y 8.3
V. Ortiz de Zárate	Punto 9

2. Datos biológicos, lo que incluye información sobre marcado

Durante esta reunión no se presentó nueva información al Grupo en este sentido. Por tanto, a efectos de evaluación, se mantuvo la hipótesis de dos stocks independientes, un stock septentrional y otro meridional, separados en 5° N de latitud.

En lo concerniente a la biología del atún blanco del Atlántico, no se presentaron nuevos estudios al Grupo. En la **Tabla 1** se incluye toda la información relacionada con los parámetros utilizados en ambos stocks.

No se han presentado cambios para el stock del Atlántico norte. Por tanto, se aplicaron los parámetros de crecimiento estimados por Bard (1981).

Se dispuso de nuevas estimaciones de crecimiento para el stock del Sur (Lee y Yeh, 2007) que se habían presentado a la Reunión ICCAT de 2006 de preparación de datos para el atún blanco del Atlántico (Anon. 2007). Esta nueva estimación se basó en lecturas revisadas de la muestra de atún blanco del Sur. El Grupo adoptó la nueva ecuación de crecimiento para el stock del Sur, y ésta se utilizó en la evaluación de dicho stock.

No se ha facilitado nueva información sobre factores de conversión para las relaciones talla-peso. Por tanto, los parámetros aplicados en la evaluación son los que se encuentran en el Capítulo 2 del *Manual de ICCAT* para el atún blanco del norte. Se asumió que la mortalidad natural era constante e igual a 0,3 para todas las clases de edad, tanto para el stock del Norte como para el del Sur (Anon. 2004). Se asumió que el vector de madurez para el atún blanco del Norte y Sur era 50% de ejemplares maduros en la edad 5 y la totalidad de los ejemplares maduros en edades posteriores.

Se presentó un documento con los resultados preliminares de un intercambio de material de determinación de la edad entre laboratorios (SCRS/2007/102). Se obtuvieron estimaciones de edad utilizando espinas, escamas y otolitos de atún blanco del Atlántico y Mediterráneo. Se observaron niveles de precisión moderados en una pareja de lectores (un lector experimentado y otro no experimentado que había sido formado). Sin embargo, una comparación más amplia entre los laboratorios produjo un bajo nivel de precisión, sobre todo en los otolitos. Se detectó un sesgo entre los lectores para todas las estructuras. La precisión entre lectores fue más elevada en el

atún blanco del Mediterráneo que en el del Atlántico. Hubo poca coherencia en las estimaciones de edad obtenidas utilizando diferentes estructuras del mismo pez y las escamas parecían proporcionar estimaciones de edades inferiores que las espinas. Los resultados mostraron que es necesario proceder a una mayor estandarización de las metodologías de determinación de la edad entre los diferentes laboratorios mediante intercambio de material y consultas entre los lectores.

En este momento no se consideró a efectos de evaluación la información disponible sobre mercado, que había sido revisada por los científicos nacionales y actualizada por la Secretaría. En futuros análisis se podría incorporar dicha información en la modelación del atún blanco del Atlántico norte.

3. Datos de captura, lo que incluye frecuencias de tallas y tendencias en la pesquería

3.1 Datos de captura

Los datos de la Tarea I se revisaron detalladamente durante la reunión *ad hoc* para preparar la entradas Multifan-CL para la evaluación de atún blanco de 2007, que se celebró en marzo de 2007. En dicha reunión, la Secretaría presentó de nuevo la captura total nominal por arte, año y pabellón para el periodo 1950 a 2005. Dado que sólo unos pocos países han comunicado información para 2006, el Grupo decidió utilizar la información de captura disponible hasta 2005. El Grupo observó el fuerte incremento (más del 300%) en la captura francesa comunicada en 2005. Una posible explicación de este incremento podría estar relacionada con las estrictas medidas de ordenación aplicadas a la pesquería de anchoas en el golfo de Vizcaya, y el cambio resultante en el esfuerzo para dirigirse al atún blanco. Además, se informó al Grupo que dichas elevadas capturas se comunicaron como capturas sin clasificar. Durante la reunión, un científico japonés presentó información de captura revisada para el palangre japonés para el periodo 2003-2005. Las revisiones eran sobre todo reasignaciones de captura a los stocks del Norte o del Sur basadas en los datos actualizados. El Grupo aceptó esta nueva revisión y decidió incorporarla a la Tabla de capturas. Dado que no se comunicaron capturas para San Vicente y las Granadinas para 2005 y para el stock del Norte, el Grupo decidió utilizar el promedio de captura de los últimos cinco años (2000-2004) para cubrir la laguna observada para 2005. Se incluyeron en la base de datos de la Secretaría los cambios mencionados y la revisión completa realizada durante la reunión de preparación de datos de 2006 y durante la Reunión *ad hoc* para preparar las entradas de Multifan-CL (marzo de 2007), y dichos datos se muestran en la **Tabla 2** y **Figura 1**.

Según esta última revisión y la reclasificación de la captura por flotas y artes principales, la distribución geográfica de la captura se ilustra en la **Figura 2**.

3.2 Frecuencias de talla

En la Reunión *ad hoc* para preparar las entradas de Multifan-CL de marzo de 2007 para la evaluación de atún blanco de 2007 se inició una revisión de las muestras de talla de la Tarea II disponibles en la base de datos de la Secretaría para su utilización en el análisis de la evaluación de atún blanco de 2007. Durante el periodo interesiones continuó el trabajo de exploración de estos datos y sus resultados se resumen en la sección 5 de este informe.

4. Captura por talla (CAS) y Captura por edad (CAA)

4.1 Las estimaciones de CAS para los stocks del Norte y del Sur

Desde la última evaluación de atún blanco (Anon. 2004), los científicos nacionales han realizado ingentes esfuerzos para revisar y actualizar los datos de talla históricos, encaminados sobre todo a cubrir las necesidades del enfoque de modelación Multifan-CL. Un desglose de muestras por flota (cebo vivo de Portugal de Madeira y Azores y cebo vivo de España de las Islas Canarias y el Cantábrico) permitió separar las series de captura por talla por pesquerías. También se procedió a realizar revisiones históricas de las pesquerías de cebo vivo de Sudáfrica (1979-2001), de palangreros japoneses (1992-2005), palangreros con puerto base en Brasil (1978-1985, 1992-2005), que cuentan con una estructura más homogénea y detallada. También se corrigieron varias lagunas identificadas en algunas series temporales (palangre de Canadá, 1999; cebo vivo y curricán cantábrico español, 1979, 1981, 1992) o conjuntos de datos dudosos (Taipei Chino 1986).

Con el fin de incorporar todas las revisiones de talla realizadas, la Secretaría recreó la totalidad de las estimaciones de atún blanco (**Tablas 3** y **4**) para el periodo 1975-2005, para los stocks del Norte y del Sur. En el

documento SCRS/2007/104 se presentan los detalles sobre la metodología utilizada. Las normas de sustitución adoptadas fueron básicamente las mismas utilizadas en pasadas estimaciones de CAS.

La matriz global de CAS para los stocks del Norte y del Sur no presentaba diferencias importantes con respecto a las utilizadas en la última evaluación (SCRS/2003/017). Podrían aparecer diferencias más importantes al comparar las matrices CAS de las pesquerías por separado. Sin embargo, el Grupo decidió adoptar las nuevas estimaciones de CAS debido a las mejoras realizadas en los datos de talla y a su mayor nivel de detalle (desglose por pesquerías y/o desglose por artes). Otro rasgo importante de las nuevas estimaciones es que los conjuntos de datos de la base Multifan-CL y de la captura por talla se crearon partiendo de la misma fuente de información.

En las **Figuras 3 y 4** se muestran, respectivamente, las ratios de sustitución de la captura total de la Tarea I para los stocks del Atlántico Norte (aproximadamente el 10% en los últimos años) y del Atlántico Sur (aproximadamente 20% en los últimos años). Estas ratios de sustitución no incluyen las realizadas por los científicos nacionales que presentaron los datos de captura por talla y son, por tanto, estimaciones conservadoras. Las figuras mencionadas también muestran que la CAS comunicada por los científicos nacionales es mucho más elevada para el stock del Norte (sobre todo pesquerías de cebo vivo y de curricán españolas y de palangre japonesas) que para el stock del Sur (ausencia de algunas de las pesquerías palangreras más importantes).

4.2 Estimaciones de CAA para los stocks del Norte y del Sur

En la reunión de preparación de datos de Julio de 2006 para la evaluación de atún blanco se encomendó a la Secretaría la responsabilidad de producir estimaciones de captura por edad (CAA) para el stock del norte, aplicando el algoritmo Kimura-Chikuni (Kimura *et al.* 1987). Durante esta evaluación, el Grupo decidió ampliar esta metodología al stock del Sur, adoptando el mismo coeficiente de variación por edad y trimestre utilizado en el Norte y con las nuevas estimaciones de parámetro de crecimiento von Bertalanffy (SCRS/2006/110) para el Sur para estimar la longitud media por edad. Se calcularon las matrices de probabilidad normal de longitud por edad (una para cada trimestre) estableciendo el 15 de noviembre como fecha de nacimiento. Se realizaron las estimaciones de CAA utilizando las nuevas matrices CAS como valores de entrada.

4.2.1 Stock del Norte

En la **Tabla 5** se muestran las matrices CAA para el stock del norte (totales y por pesquerías principales), y en la **Figura 5** se muestra un gráfico de burbujas con el número relativo de ejemplares por año y edad (1 a 8) de las principales pesquerías. Para las pesquerías (cebo vivo y curricán españoles y curricán francés) los tres primeros grupos de edad son los más representados en las capturas. En las pesquerías de palangre, Japón muestra una predominancia de las edades 3, 4 y 5, Estados Unidos de edades 4 a 7. En la pesquería de palangre de Taipei Chino pueden observarse tres periodos diferenciados: antes de 1987 con una amplia dispersión entre las edades 3 a 8; predominancia de las edades 3 y 4 entre 1993 y 2001; predominancia de la edad 6 de 2002 en adelante. En general, en la captura por edad hay pocos ejemplares a los que se haya asignado la edad 7 en la captura por edad, en comparación con la edad 6 y el grupo plus, lo que indica que los datos de talla por sí solos pueden resultar insuficientes para indicar edades superiores a 6.

4.2.2 Stock del Sur

En la **Tabla 5** se muestran las matrices CAA para el stock del sur (totales y por pesquerías principales), y en la **Figura 6** se muestra un gráfico de burbujas con el número relativo de ejemplares por año y edad (1 a 8) de las principales pesquerías. En las principales pesquerías de superficie (cebo vivo de Sudáfrica y Namibia) se observa una predominancia de las edades 3 a 5, con la excepción de Namibia en 2002-2003, en las que hubo una mayoría de ejemplares en edades 7 y 8. Las pesquerías de palangre muestran, en general, una dispersión muy heterogénea, pero con una predominancia de edades mayores. Para Japón, las edades de los ejemplares se extienden entre las edades 2 y 9, con una predominancia insignificante de edades 3 a 5. La excepción se produce en 2001 y 2002, años en los que prevalece la edad 1. En la pesquería de Taipei Chino, se constató una gran cantidad de ejemplares de edad 8 (el grupo plus) en todas las series.

5. Índices de abundancia relativa

5.1 Índices por edad para el ajuste del modelo VPA-2BOX

5.1.1 Atlántico norte

Se estimaron los índices de abundancia relativa por grupo de edad del atún blanco capturado por la flota de curricán española en el Atlántico nordeste, utilizando los datos de tasa de captura por edad en número de ejemplares por día de pesca (CPUE) de 6.254 mareas individuales, que se recopilaron para el periodo 1981-2005

(SCRS/2007/099). Se estimaron las CPUE estandarizadas para los grupos de edad 1 a 4 mediante un enfoque de modelo lineal generalizado (GLM), asumiendo un modelo de distribución de error lognormal. Dado que esta flota no dirige su actividad a la edad 1 y que la disponibilidad de edad 4 varía anualmente, el Grupo decidió, tal y como se hizo en evaluaciones anteriores, utilizar sólo los índices de CPUE para las edades 2 y 3 como índices de abundancia relativa.

Se utilizó la captura nominal por unidad de esfuerzo (número de ejemplares capturados por mil anzuelos) del atún blanco del Atlántico norte registrada para los palangreros de Taipei Chino desde 1967 hasta 2005 para estimar las CPUE estandarizadas mediante un enfoque de modelo lineal generalizado (GLM) (SCRS/2007/093), asumiendo una distribución de error lognormal. Se identificaron tres sub-áreas que se utilizaron para la estandarización. Las series de CPUE anuales estandarizadas exhibían un descenso continuo desde mediados de los ochenta hasta 2002, con un marcado incremento en los últimos tres años de la serie, probablemente relacionado con los cambios en la composición de la flota (eliminación de los buques menos eficaces) o cambios en el modo que se comunican las tasas de captura (incluyen sólo registros de barcos eficaces). El Grupo decidió ajustar esta serie antes de utilizarla en el VPA. Los valores originales de las CPUE estandarizadas de los tres últimos años se dividieron por un índice, que se definió como la ratio entre el promedio para los años 2003-2005 y el promedio para 2000-2002 (palangre de Taipei Chino ajustado).

Las tasas de captura de palangre de Japón se estandarizaron para tres periodos independientes (1959-69, 1969-75 y 1975-2005) utilizando dos modelos: uno con una estructura de error lognormal (LN) y otro con una estructura de error negativa binomial (NB) (SCRS/2007/103). Ambas series estandarizadas mostraban un notable descenso durante los sesenta y comienzos de los setenta, un moderado descenso durante los ochenta, y se hicieron casi constantes durante los noventa; finalmente, las series exhibieron una tendencia ligeramente ascendente durante finales de los noventa y la década de 2000. Se intentó aclarar que supuesto de error de modelo era más apropiado utilizando criterios de información. Los resultados mostraban que el modelo LN era mejor que el NB para los periodos 1959-69 y 1969-75, mientras que el modelo NB era más apropiado para el periodo 1975-2005. Sin embargo, dado que la selección del modelo mediante criterios de información no parece apropiada para discriminar entre los modelos ajustados a datos diferentes, el Grupo, basándose en las propiedades estadísticas inherentemente mejores del modelo de error binomial negativo para este tipo de datos, decidió utilizar CPUE estandarizadas NB para los tres periodos como índices de abundancia relativa para el VPA.

Se utilizó la captura nominal no objetivo de atún blanco de Estados Unidos por unidad de esfuerzo, en número de ejemplares capturados por mil anzuelos (CPUE) de la flota de palangre para obtener los índices de tasa de captura relativa estimados mediante un enfoque de modelo lineal mixto generalizado (GLMM), asumiendo una distribución de modelo delta-lognormal. Los resultados se presentaron en el documento SCRS/2007/151.

Para la primera fase de la serie temporal de la pesquería de curricán francesa, de 1967 a 1986, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de las edades 2 y 3 se estimó con un modelo GLM con una estructura de error lognormal para estandarizar la CPUE diaria (Goujon *et al.* 1996). Desde entonces, no se ha presentado al Grupo información actualizada de la flota francesa.

Los datos utilizados para los modelos finales para cada pesquería determinada se presentan en la **Tabla 6** y **Figura 7** y muestran las series de tiempo escaladas de la CPUE para las principales pesquerías de palangre y superficie utilizadas en la evaluación.

5.2 Índices por edad para Multifan-CL

5.2.1 Norte

Tal y como se requirió al preparar la modelación Multifan-CL de los stocks de atún blanco del Atlántico, se ha realizado un trabajo de envergadura para preparar varias series temporales de CPUE, que fueron analizadas a efectos de esta modelación por año y por trimestre. En el Apéndice 4 del Informe de la Reunión *ad hoc* para preparar las entradas de Multifan-CL para la evaluación de atún blanco de 2007, que se celebró en marzo de 2007, se incluye información más detallada sobre los métodos y zona de supuesto del modelo. En el Apéndice 5 de dicho informe se incluye una lista de documentos, así como algunos análisis de CPUE realizados por el Grupo en dicha reunión.

Se presentó al Grupo la nueva captura nominal por unidad de esfuerzo (número de ejemplares capturados por mil anzuelos) en estratos trimestre*año de atún blanco del Atlántico norte registrada por los palangreros de Taipei Chino, desde 1967 hasta 2005, que se utilizó para estimar las CPUE estandarizadas mediante un enfoque de modelo lineal generalizado (GLM) asumiendo una distribución de error lognormal (SCRS/2007/093). Tal y

como se hizo en el caso de las CPUE anuales estandarizadas, se ajustaron las CPUE estandarizadas trimestralmente*año.

Se presentaron nuevos análisis para las tasas de captura del palangre japonés sobre estratos año*trimestre, como se requiere para el ajuste de modelo Multifan. Estas CPUE se estandarizaron para tres periodos independientes (1959-1969, 1969-1975 y 1975-2005) utilizando una estructura de error binomial negativa (NB) (SCRS/2007/103).

5.2.2 Sur

Tal y como se requirió al preparar la modelación Multifan-CL de los stocks de atún blanco del Atlántico, se ha realizado un trabajo de envergadura para preparar varias series temporales de CPUE, que fueron analizadas a efectos de esta modelación por año y por trimestre. En el Apéndice 4 del Informe de la Reunión *ad hoc* para preparar las entradas de Multifan-CL para la evaluación de atún blanco de 2007, que se celebró en marzo de 2007, se incluye información más detallada sobre los métodos y zona de supuesto del modelo. En el Apéndice 5 de dicho informe se incluye una lista de documentos, así como algunos análisis de CPUE realizados por el Grupo en dicha reunión

Se presentaron al Grupo nuevos datos sobre la flota brasileña (SCRS/2007/105). Se estandarizaron los datos de captura y esfuerzo de 67.335 caladas de la flota palangrera atunera brasileña en el Atlántico suroccidental, desde 1978 hasta 2006 (29 años) utilizando un GLM. Se seleccionó una estructura de error binomial negativo ya que se consideró la más adecuada para el conjunto de datos de Brasil (que contaba con un elevado número de caladas sin captura). En el modelo final se consideraron los factores año, área, especie objetivo (definidas mediante análisis de conglomerados utilizando el algoritmo de K-medias), trimestre y año*trimestre.

Se presentó al Grupo la captura nominal por unidad de esfuerzo (número de ejemplares capturados por mil anzuelos) en estratos trimestralmente*año del atún blanco del Atlántico sur registrada por los palangreros de Taipei Chino desde 1967 hasta 2005 y que se utilizó para estimar las CPUE estandarizadas mediante un enfoque de modelo lineal generalizado (GLM) asumiendo una distribución de error lognormal (SCRS/2007/094). Tal y como se hizo en el caso de las CPUE estandarizadas anuales, estas CPUE estandarizadas trimestralmente*año se ajustaron siguiendo el mismo procedimiento descrito en la sección de índices ASPM (5.3 Índices de abundancia).

También se presentaron nuevos análisis de modelo para las tasas de captura del palangre japonés en estratos año*trimestre, como se requiere para el ajuste de modelo Multifan-CL. Estas CPUE se estandarizaron para tres periodos independientes (1959-1969, 1969-1975 y 1975-2005) utilizando una estructura de error binomial negativa (NB) (SCRS/2007/103).

5.3 Índices por grupo de edad para el ajuste de los modelos de producción estructurados por edad (ASPM)

Se estandarizó la CPUE del palangre japonés en tres periodos independientes (1959-69, 1969-75 y 1975-2005) utilizando dos modelos: uno con una estructura de error lognormal (LN) y la otra con una estructura de error negativa binomial (NB) (SCRS/2007/103). Ambas CPUE estandarizadas descendieron durante los sesenta y comienzos de los setenta, después las CPUE fluctuaron sin mostrar una tendencia clara. Se intentó aclarar que modelo era más apropiado utilizando criterios de información. Los resultados mostraban que el modelo LN era mejor que el NB para los periodos 1959-69 y 1969-75, mientras que el modelo NB era más apropiado para el periodo 1975-2005. Sin embargo, dado que la consideración de criterios de información no parece necesariamente apropiada, el Grupo, decidió utilizar CPUE estandarizadas con el modelo NB para el stock del Sur y para los tres periodos como índices de abundancia.

Se estandarizaron las estadísticas de captura y esfuerzo de la pesquería de palangre de Taipei Chino de 1967-2005 para el atún blanco del Sur, mediante un modelo lineal generalizado con un supuesto residual lognormal. Se utilizaron factores como año, trimestre, subárea y efectos de captura fortuita de patudo, rabil y pez espada para obtener la tendencia de la CPUE estandarizada anual desde 1965 hasta 2005. Las tendencias de la CPUE anual indicaban que la abundancia en número del atún blanco de Sudáfrica descendió desde finales de los sesenta hasta 1990, se estabilizó hasta 2003 y exhibió una tendencia ascendente en 2004 y 2005. El Grupo decidió ajustar esta serie antes de utilizarla en el modelo de producción estructurado por edad ASPM. Los valores originales de CPUE estandarizada para los tres últimos años se dividieron por un índice, que se definió como la ratio entre el promedio para los años 2003-2005 y el promedio para los años 2000-2002 (palangre de Taipei Chino ajustado)

Se estandarizaron las tasas de captura de atún blanco del Atlántico sur (peso por día de pesca) por trimestre para

la pesquería de cebo vivo sudafricana (SCRS/2007/040) y se separaron en dos series, desde 1985 hasta 1998 y desde 1999 hasta 2005. Se realizó esta separación en series por que se disponía de información más detallada sobre el periodo más tardío que permitía una mejor clasificación de los buques y a un proceso de verificación de la captura más apropiado. Se utilizó el modelo lineal generalizado con un supuesto de distribución residual lognormal. Se incluyeron factores como año, zona, trimestre y efectos de la interacción año*trimestre en el análisis la primera serie temporal del periodo (1985-1998), y para el periodo más reciente (1999-2005) se añadieron a estos factores el efecto de la captura fortuita para tener en cuenta el abandono del atún blanco como especie objetivo en favor de otras especies. Los análisis se realizaron en las observaciones positivas. Le Grupo decidió promediar la CPUE estandarizada trimestralmente por año para obtener las CPUE estandarizadas anuales para dicha flota.

Los nuevos datos sobre la flota brasileña (SCRS/2007/105) utilizados en Multifan-CL (ver sección 5.2.2) se utilizaron también para ajustar el ASPM.

En la **Tabla 7** se presentan los datos utilizados de los modelos finales para cada pesquería, y en la **Figura 8** se muestran las series temporales escaladas de CPUE para la pesquería de cebo vivo de superficie y para las principales pesquerías de palangre utilizadas en la evaluación del stock de atún blanco del Sur.

6. Métodos y otros datos pertinentes para la evaluación

6.1 VPA-2BOX

El Grupo decidió aplicar un modelo VPA-2BOX repitiendo el escenario de caso base de la evaluación de stock de atún blanco del Norte del 2000 y utilizando los datos revisados de captura por edad y captura por esfuerzo. El Grupo manifestó su preocupación en cuanto a la calidad de los nuevos datos de captura por edad debido a las razones esbozadas en la sección 3.7, pero manifestó que quería examinar las implicaciones potenciales de los cambios en el asesoramiento de ordenación. Se llevó a cabo el análisis utilizando versiones actualizadas de los índices de las pesquerías de Francia, Japón, Taipei Chino, Estados Unidos y España (las mismas pesquerías que se utilizaron en las evaluaciones de 2000 y 2003) (**Tabla 6**). Se asumió una estructura de error lognormal para todos los índices en el marco del modelo VPA. Se estimó la selectividad por edad para cada índice a partir de las capturas parciales utilizando el método propuesto por Butterworth y Geromont (ecuación 4, Geromont y Butterworth, 1997), exceptuando, por supuesto, los dos índices de curricán de España, que reflejan sólo una clase de edad. Se estimaron las tasas de mortalidad por pesca terminales (2005) para las edades 2-7 y la tasa de mortalidad por pesca de 2005 en la edad 1 se estableció en 20% de la de la edad 2. Inicialmente, la ratio de F (F en la edad superior dividida por F en la edad siguiente más joven) se fijó en 1,0 para todos los años. La tasa de mortalidad natural se fijó en 0,3.

Se halló que la matriz de peso por edad proporcionaba un peso medio para el grupo de edad 8+ que se correspondía con ejemplares de la edad 7,7. Por tanto, se decidió utilizar un peso por edad anual constante estimado a partir de las ecuaciones de crecimiento y L-W (peso a mediados de año en kg)

Edad 1	Edad 2	Edad 3	Edad 4	Edad 5	Edad 6	Edad 7	Edad 8+
3,30	6,90	11,07	15,47	19,08	23,59	27,02	36,13

6.2 Multifan-CL

Datos básicos

Los conjuntos de datos utilizados para el análisis de Multifan-CL fueron recopilados inicialmente durante la reunión intersesiones de marzo de 2007. Las pesquerías incluidas en el modelo se presentan en la **Tabla 8**. Para la evaluación de julio, los conjuntos de datos se modificaron de la siguiente manera:

- La información sobre captura fue actualizada para reflejar las actualizaciones de los datos de la Tarea I.
- Los datos de CPUE (esfuerzo pesquero) se cambiaron para reflejar las actualizaciones presentadas por los científicos nacionales para los siguientes índices: Japón (Norte y Sur), Taipei Chino (Norte y Sur) y Brasil (Sur).
- El conjunto de datos de talla fue modificado de acuerdo con las siguientes normas, que fueron adoptadas como resultado de las discusiones intersesiones entre los científicos interesados: (a) eliminar los registros inferiores a 50 peces medidos en todos los intervalos de talla, (b) eliminar los registros con

peces medidos en menos de 10 intervalos (de 61 intervalos); (c) eliminar los registros con un parámetro de asimetría superior a 5,0; (d) dentro de cada pesquería subponderar todas las muestras de talla de tal forma que el (año/trimestre/pesquería) con el mayor tamaño de muestra tenga 1.000 peces medidos. Estos cambios produjeron la eliminación de 119 y 62 registros de talla del stock septentrional y meridional, respectivamente.

La **Tabla 9** muestra los datos de captura por pesquería y la **Tabla 10** proporciona datos de esfuerzo por pesquería. La **Figura 9** resume las distribuciones de tallas.

Opciones de modelo

La **Tabla 11** muestra las opciones básicas de modelación realizadas por el Grupo para las diversas pesquerías. Estas opciones estaban basadas en el conocimiento de las pesquerías y en un examen superficial de los datos. Se asumió que las pesquerías de palangre tenían una selectividad no descendente.

El Grupo llevó a cabo posteriormente ocho ensayos preliminares para cada stock (**Tabla 12**). Estos incluían varias combinaciones de opciones que incluían fijar o estimar la mortalidad natural, fijar o estimar algunos de los parámetros de crecimiento, estimar o no desarrollos aleatorios en la capturabilidad para algunas pesquerías, y el número de años utilizado para estimar el tamaño inicial del stock basándose en la mortalidad total en equilibrio.

El número de grupos de edad se estableció en 15, y las ecuaciones de crecimiento utilizadas fueron las de Bard (1981) para el Norte y la de Lee y Yeh (2007) para el Sur. Para el cálculo del RMS, se ajustó una relación stock-reclutamiento con una penalización muy débil para que no afectara a los resultados, con una distribución previa de 0,9 para el parámetro inclinación.

6.3 ASPM

6.3.1 ASPM

El modelo de producción estructurado por edad descrito en Rademeyer *et al.* (2004) se utilizó para evaluar el stock de atún blanco del Sur. Este modelo de producción estructurado por edad sustituyó al modelo de producción utilizado previamente (Punt *et al.* 1997) ya que esta nueva versión utiliza datos de captura por edad para estimar múltiples selectividades. El código de modelo estaba disponible en una copia de seguridad de evaluación de 2003. Sin embargo, las transiciones de captura fortuita que fueron previamente estimadas por el modelo han sido eliminadas y solo se han estimado diferentes selectividades para los diversos índices de CPUE (**Tabla 7**) usando la matriz de captura por edad actualizada (**Tabla 5**). Para el índice de CPUE de Taipei Chino y Brasil, se estimó una selectividad logística única. Se asumió además que las dos primeras series temporales (1956-1968 y 1969-1974) del índice de CPUE japonés pescaban con la misma selectividad que la flota de Taipei Chino. Se asumió que la selectividad para la última serie temporal (1975-2005) del índice japonés era logística con un ligero descenso en las edades más viejas (con forma de campana). Para Sudáfrica y Namibia se estimó una selectividad con forma de campana para todo el periodo.

Las capturas se dividieron en cinco flotas siguiendo principalmente a Rademeyer *et al.* (2004) tal y como se describe en la **Tabla 13** y las capturas por flota se presentan en la **Tabla 14**. En la **Tabla 15** se facilitan más especificaciones adicionales del modelo. Los ensayos iniciales del modelo se hicieron todos con una mortalidad natural constante de 0,3 y un parámetro de inclinación constante de 0,7. Los valores de referencia para la ordenación de las pruebas de sensibilidad se compararon en casos en los que se habían estimado los parámetros de mortalidad natural o inclinación o ambos.

6.3.2 ASPM_2

El modelo de producción estructurado por edad (ASPM), que fue propuesto por Punt *et al.* (1997) y modificado por Legault y Restrepo (1999), se aplicó en esta sesión principalmente como comparación, porque la mayoría de las evaluaciones de atún blanco del Atlántico sur de la década pasada dependían de este modelo. Además, este modelo no utiliza explícitamente la matriz de captura por edad en el ajuste, aunque la matriz de estructura por edad está actualizada dentro del modelo, basada en una selectividad específica de la flota, externamente especificada. No incorporar directamente la matriz de captura por edad puede no ser un punto débil para el modelo si: (1) la entrada de la matriz de captura por edad no es explicativa; o (2) la selectividad especificada tiene ya su buen razonamiento. La curva de selectividad de la mayoría de las flotas utilizaba información disponible durante las dos evaluaciones previas. Sólo la flota de Taipei Chino ha cambiado de una forma de campana a una curva sigmoide, debido principalmente al hecho de que la mayoría de la captura por talla del

palangre de Taipei Chino es de aproximadamente 100 cm de longitud a la horquilla, lo que basándose en la ecuación de crecimiento von Bertalanffy (vB) de Lee y Yeh (2007) corresponde a la edad 7. Por lo tanto el Grupo adoptó una curva de selectividad sigmoide estableciendo la edad 7 como el 100%.

La extracción que realizan las pesquerías de atún blanco del Atlántico sur puede clasificarse en dos tipos de artes: las flotas de palangre (LL) y las flotas de superficie (cebo vivo o BB) (**Tabla 16**). Para la modelación de este stock se facilitaron siete series de índices de CPUE (Japón LL 1959-1969, Japón LL 1969-1975, Japón LL 1975-2005, Taipei Chino LL 1968-2005, Brasil LL 1978-2005, Sudáfrica BB 1985-1998, y Sudáfrica BB 1999-2005) de las dos flotas (**Tablas 7 y 17**). Para el modelo se facilitaron también las extracciones totales anuales por parte de las dos flotas (**Tabla 18**). Se facilitaron también más especificaciones como la selección de un patrón de reclutamiento parental, la ecuación de crecimiento vB , el patrón de conversión talla-peso, la mortalidad natural, y el número de la edad plus (**Tabla 19**).

7. Resultados de la situación del stock

7.1 VPA-2BOX

En un ensayo inicial, antes de definir el caso base, los ajustes a los índices eran pobres (**Figura 10**). Se intentó mejorar el ajuste de los índices haciendo ensayos del modelo utilizando la combinación de índices de la siguiente manera:

- 1) España+Francia+Japón+Taipei Chino
- 2) España+Francia+Japón+Estados Unidos
- 3) España+Francia+Estados Unidos+Taipei Chino
- 4) España+Francia+Japón
- 5) España+Francia+Estados Unidos
- 6) España+Francia+Taipei Chino

Ninguno de los ensayos con las diferentes combinaciones de índices mejoró el ajuste a los índices. Se hizo otro intento de mejorar los ajustes a los índices cambiando la ratio de F del año inicial (1975) a valores de 0,25, 0,5 y 1,0, y para el periodo 1976-2004, las ratios de F se modelaron con un desarrollo aleatorio, y para el año final 2005, se mantuvo fija en un valor de 1,0. En todos los casos, se usó una distribución previa lognormal con una media de 1 y un error estándar a escala logarítmica de 0,1.

Los cambios a las ratios de F produjeron alguna mejora de los ajustes a los índices (véase la **Figura 11** para el caso de ratio de $F=0,5$). Una comparación adicional de las ratios F_8/F_7 con la ratio de la captura de las pesquerías de palangre en relación con la captura de las pesquerías de superficie (**Figura 12**), condujo al Grupo a elegir el caso de la ratio de F del año inicial = 0,5 como caso base. Se hicieron análisis de sensibilidad para los siguientes casos (ratio de F para el año inicial):

- 1) Ratio de $F = 0,25$
- 2) Ratio de $F = 1,0$
- 3) Ratio de $F = 0,5$ sin los últimos tres años (2003-2005) del índice de abundancia de Taipei Chino.

No se observaron diferencias sustanciales entre el caso base y las sensibilidades respecto a las trayectorias estimadas de la F relativa (F/F_{RMS}), la SSB relativa (SSB/SSB_{RMS}) y la situación actual del stock. El VPA indicó que se había producido sobrepesca durante todo el periodo analizado (1975-2005), pero el stock no entró en situación de sobrepescado hasta 1992 (**Figura 13**). En 2005, el stock permaneció sobrepescado ($SSB_{2005}/SSB_{RMS} = 0,86$) y experimentando condiciones de sobrepesca ($F_{2005}/F_{RMS} = 4,6$). Las trayectorias del stock con respecto a la F relativa y la SSB relativa se presentan en la **Figura 13**. La tasa de mortalidad por pesca por edad y el tamaño del stock por edad para el caso base se muestran en las **Tablas 20 y 21** respectivamente.

Se llevó a cabo un análisis retrospectivo hasta 1999. La F estimada para la Edad 1, Edad 2-4, Edad 5-7 y Edad 8+ para cada escenario retrospectivo se presenta en la **Figura 14**. Hay patrones retrospectivos evidentes en el análisis que sugerían que con nueva información, las estimaciones del año Terminal de F aumentan en la Edad 1 y en la Edad 8+, y tienden a convergir después de varios años de datos acumulados. El mismo patrón puede observarse para los grupos de edad más viejos (Edades 5 a 7), pero hay un patrón menos obvio en la categoría de edades 2 a 4. El Grupo decidió no aplicar ningún ajuste retrospectivo del patrón a las estimaciones, siguiendo los procedimientos aplicados en las evaluaciones de 2000 y 2003.

Dados los patrones de mortalidad por pesca por edad a partir del ensayo del caso base del VPA, se realizó un análisis de sensibilidad adicional con una estructura de edad con un grupo 6+ en lugar de un grupo 8+. Se ajustaron adecuadamente la captura por edad y la cobertura del índices de edad(es), y se hizo un ensayo del VPA para el mismo periodo (1975-2005). Se consideraron dos ensayos: (a) fijar las ratios de F para la Edad 5 y la Edad 6+ en 1,0 para todos los años, y (b) permitir un desarrollo aleatorio (ratios de F estimadas con un error de proceso correlacionado) para todos los años excepto 1975, en el que fue estimado libremente.

La **Figura 15** muestra las tendencias de la biomasa, la mortalidad por pesca, los reclutas, y las ratios de SSB frente a SSB_{rms} y $SSB_{20\%SPR}$. Los ajustes a los índices de abundancia de cada ensayo se muestran en la **Figura 16**. Los ensayos del VPA muestran una tendencia histórica diferente del stock de atún blanco del Norte. Fijar las ratios de F del grupo plus produjo una biomasa estimada mayor en toda la serie e implica también una tendencia diferente, con un descenso en los primeros años hasta 1985, seguida de un incremento de la SSB hasta alcanzar un pico en 1992, y seguida de un descenso desde entonces. En su lugar, permitir la estimación de las ratios de F para el grupo plus (Edad 6+) con un desarrollo aleatorio restringido, estimaba un stock menor que descendía más o menos continuamente desde 1975. Las estimaciones de reclutas eran comparables excepto para 1987, año en el que un gran reclutamiento entró en la pesquería, produciendo el aumento de biomasa probablemente en respuesta al gran valor del índice de abundancia de Taipei Chino en 1988. En el caso de la estimación del desarrollo aleatorio para el grupo plus, el ajuste del VPA indicaba un aumento continuo en la ratio de F Edad 6+/5, llegando a alcanzar un valor de 5 en el último año.

A efectos de descripción de la situación del stock con el VPA, el Grupo decidió utilizar el caso base identificado anteriormente y llevó a cabo (500) análisis de bootstrap para describir la incertidumbre y varios grupos de proyecciones estocásticas identificadas más adelante. Los valores de referencia estimados se presentan en la **Tabla 22**, mientras que la **Figura 17** muestra la trayectoria del stock como un diagrama de la SSB relativa respecto a la F relativa y el diagrama disperso de los 500 bootstraps estimó valores para el año 2005 junto con el valor determinista.

7.2 Multifan-CL

El Grupo examinó inicialmente los resultados de ocho ensayos del modelo realizados para el Norte y para el Sur. Dado que los efectos relativos de cambiar una de las opciones de modelación eran similares para ambos stocks, aquí se facilita únicamente un resumen gráfico más detallado para el Norte.

Norte

Las **Figuras 18, 19 y 20** muestran las tendencias estimadas en la SSB en relación con el nivel del RMS, la F en relación con el nivel del RMS y el reclutamiento absoluto. Todos los ensayos produjeron resultados similares en términos de diagnósticos de ajuste y tendencias estimadas.

El Grupo examinó los ensayos en los que se estimaba M y consideró que bien los patrones o bien las magnitudes no eran muy razonables. Además, a efectos de comparación, ya que M estaba fijada en todos los demás análisis, el Grupo decidió que serían preferibles los ensayos con $M=0,3$. Asimismo, el Grupo consideró que las pesquerías de palangre japonés, en los periodos de transición y de captura fortuita, podrían tener una selectividad en forma de campana y solicitó realizar un nuevo ensayo modificando este supuesto. Además, en este nuevo ensayo (“Caso base”), la distribución previa de la inclinación se cambió a un modo de 0,75.

Los ocho ensayos preliminares especificaban el mes 6 como el mes de reclutamiento. Esto afectó a la forma en que el modelo tiene en cuenta el tiempo, lo que originó que el primer periodo correspondiera a la primera mitad de 1930, y el último periodo correspondiera a la segunda mitad de 2005. Por lo tanto, el Grupo decidió cambiar el mes de reclutamiento a 1, lo que daría como resultado periodos anuales comparables a los del VPA.

La **Figura 21** muestra los resultados para el caso base. Son similares, pero algo más optimistas, a los del Ensayo 8. La **Figura 22** muestra los patrones estimados de selectividad.

En términos de diagnóstico, la **Figura 23** muestra la extensión de las desviaciones de esfuerzo estimadas para las diferentes series. Algunos patrones de series temporales son evidentes, especialmente para las pesquerías de palangre. Además, hay un cambio perceptible en la extensión para la pesquería 2 (serie de curricán compuesta), que es esperado ya que el conjunto de datos estaba compuesto por diferentes series temporales. Sin embargo, los ajustes parecen razonables.

El RMS estimado para el caso base es 30.230 t (s.d. = 2.850). Se estima que el stock reproductor de 2005 es 0,814 veces el correspondiente nivel de RMS y se estima que la mortalidad por pesca es 1,491 veces el nivel de RMS³. Por lo tanto, se estima que el stock se encuentra por debajo del nivel objetivo establecido por el Convenio de ICCAT.

El Grupo indicó que los niveles del RMS pueden verse afectados por cambios en la selectividad, entre otras cosas. Dado que la aplicación de MFCL permitía una perspectiva a largo plazo del recurso desde 1930, el Grupo calculó cambios en los valores de referencia del RMS en el tiempo. La **Figura 24** muestra la tendencia estimada en el RMS. Es evidente un aumento gradual en el RMS entre mediados de los 50 y mediados de los 60, coincidiendo con el aumento de la pesca por parte de las pesquerías de palangre, que capturaban peces más grandes que la pesquería de curricán.

La **Figura 25** muestra el recorrido de los pares (F relativa, SSB relativa) desde 1930 hasta 2005. La **Figura 26** muestra los mismos recorridos, divididos por década. La década correspondiente a los 50 tuvo el descenso más grande en la SSB debido a una mayor pesca de atún blanco maduro (edades 5+). Las incursiones más claras en el cuadrante de sobrepescado (ratio de SSB <1) y sobrepesca (ratio de F >1) se produjeron en los 60 y desde los 90 (**Figura 26**). La **Figura 27** muestra el diagrama disperso de estimaciones de SSB y de reclutamiento y la relación ajustada.

Sur

Los resultados de los ensayos preliminares de MFCL realizados para el stock del Sur (**Figura 28**) fueron considerados insatisfactorios. Las estimaciones del reclutamiento mostraban un fuerte aumento para la mayoría de las tendencias temporales observadas, probablemente provocado por la combinación de una (a) mayor captura y (b) falta de observaciones de captura-esfuerzo para peces pequeños antes de mediados de los 80. El Grupo intentó corregir este problema imponiendo diferentes penalizaciones en los parámetros del modelo que se estaban estimando, pero las diferentes pruebas no mejoraron mucho la situación. El Grupo recomendó que los conjuntos de datos de entrada fueran analizados de forma más exhaustiva en un futuro.

7.3 Otros métodos

7.3.1 ASPM

Considerando que los datos del índice de CPUE son algo más fiables que los datos de captura por edad, el modelo fue pasado subponderando los datos de captura por edad para ajustar los valores altos de CPUE en los años iniciales de las series de CPUE de Japón y Taipei Chino. Se consideraron varias ponderaciones y los valores de referencia para la ordenación de las mismas se muestran en la **Tabla 23**. Cuanto menor es la ponderación mejor se ajustan los datos, tal y como se puede observar en las mejoras de las verosimilitudes logarítmicas negativas. Para posteriores evaluaciones de los resultados del modelo se utilizó una ponderación de 0,125. Se estimó que es probable que el stock se encuentre actualmente por debajo del nivel del rendimiento máximo sostenible (RMS). Se estimó que la biomasa reproductora es el 74% del nivel del RMS, mientras que la biomasa de atún blanco que es 2 años y mayor se estima que es el 86% del nivel del RMS. El RMS se estimó en aproximadamente 30.000 t, mientras que el rendimiento de sustitución (RY), promediado a lo largo de los 10 últimos años, se calcula que es aproximadamente de 27.000 t. Los ajustes del modelo a la serie de CPUE son razonables (**Figura 29**), a excepción de los primeros años de la serie de CPUE de Taipei Chino y de Japón. Los residuos de la matriz de captura por edad (**Figura 30**) son grandes en algunos casos y también algunos patrones son obvios. Sin embargo, está generalmente aceptado que la matriz de captura por edad del stock de atún blanco del Sur tiene un nivel elevado de sustituciones y por lo tanto es muy incierta (**Figura 6**). Los residuos del reclutamiento no muestran ningún patrón definido y en la **Figura 31** se muestra un ajuste razonable de la curva estimada de stock-reclutamiento. Las selectividades estimadas para las diferentes flotas son razonables (**Figura 32**). La **Figura 33** muestra una trayectoria de biomasa relativa a la biomasa del rendimiento máximo sostenible. En este informe se presentan sólo los resultados del caso base. Los resultados detallados de todas las pruebas de sensibilidad están disponibles en la Secretaría de ICCAT.

En la **Tabla 24** se presentan los percentiles del 95% de algunos de los valores de referencia y los valores de referencia para la ordenación. Cabe señalar que estos intervalos son conservadores ya que en el modelo del caso base el parámetro inclinación y la mortalidad natural están fijados.

³ Para trabajos futuros: Las desviaciones estándar respectivas para los ratios de la SSB y la F son de 0,112 y 0,137, y su correlación es -0,392.

La **Figura 34** muestra estrategias pasadas de ordenación en términos de la captura realizada en relación con el rendimiento de sustitución y la situación resultante del stock en términos de biomasa reproductora actual en relación con la biomasa reproductora en RMS. El recorrido, similar al rastro de un caracol (*snail track*), es el resultado del caso base y los puntos circulares individuales indican la posición actual de todos los ensayos de sensibilidad. Está claro que para todos los ensayos de sensibilidad menos uno, se estima que el stock está por debajo del nivel del RMS.

7.3.2 Modelo ASPM₂

En comparación con los resultados presentados al Grupo en el documento SCRS/2007/095, que utilizaba también el modelo ASPM₂, se han modificado algunas especificaciones a consecuencia de la nueva información obtenida durante la reunión, como por ejemplo: (1) la captura total anual sigue los datos actualizados de la Tarea I, (2) adopción de tendencias revisadas de CPUE estandarizada de Japón y Taipei Chino, y (3) patrones revisados de selectividad (**Figura 35**), ya que el Grupo discutió y acordó modificar la selectividad desde una forma de campana a una sigmoide para el palangre de Taipei Chino. Se implementaron dos casos de (1) inclinación constante en 0,7 (determinista) y (2) inclinación optimizada (estocástica). Las **Figuras 36 a 38** indican las tendencias de CPUE predichas por el modelo (**Figura 36**), el patrón de reclutamiento parental (**Figura 37**), y la tendencia del reclutamiento a largo plazo (**Figura 38**) obtenidos del caso estocástico. Las **Figuras 39-41** indican las tendencias de CPUE predichas por el modelo (**Figura 39**), el patrón de reclutamiento parental (**Figura 40**), y la tendencia del reclutamiento a largo plazo (**Figura 41**) obtenidos del caso determinista. En general, estos ajustes eran aceptables, aunque los diagramas revelados por el caso estocástico están a menudo mejor ajustados que los del caso determinista. Los valores de referencia estimados por el modelo se muestran en la **Tabla 25**. Los valores obtenidos en ambos casos son bastante similares, aunque la versión estocástica parecía ser más comparable a los resultados obtenidos en evaluaciones previas. La estimación inferior del RMS y las malas condiciones del stock obtenidas en esta evaluación podrían derivarse de enormes rendimientos del atún blanco del Atlántico sur a principios de la década de 2000.

8. Proyecciones

8.1 VPA-2BOX

Las proyecciones del Caso base se llevaron a cabo utilizando 500 bootstraps. Las proyecciones se realizaron manteniendo el nivel actual de capturas (36.000 t) para los años 2006 y 2007 y proyectando para los años 2008-2020 una captura constante de 38.000 t, 34.500 t (TAC), 36.000 t (captura de 2005), 32.000 t, 30.000 t, 26.000 t, 25.000 t, 20.000 t y también para valores de F de F_{actual} , F_{RMS} , F_{MAX} , $F_{20\% \text{SPR}}$, $F_{30\% \text{SPR}}$, y $F_{40\% \text{SPR}}$. Se asumió que el reclutamiento futuro seguía una SRR de Beverton-Holt estimada a partir de los resultados específicos del bootstrap del VPA, utilizando las estimaciones del reclutamiento y el stock reproductor del VPA.

Se utilizaron dos supuestos respecto a los tres últimos años de estimaciones de reclutamiento del VPA. Normalmente las estimaciones de la fuerza de la clase anual para el periodo más reciente en los datos de CAA se consideran demasiado poco fiables para usarlas en proyecciones de futuro (véase, por ejemplo, el patrón retrospectivo en la **Figura 14**) y se sustituyen con valores derivados de la SRR usada para las proyecciones. Esto se hizo también en este caso. Sin embargo, como las tasas recientes de capturas de la pesquería de peces jóvenes (edad 2) indican que una clase anual relativamente fuerte está entrando en la pesquería, el Grupo decidió también proyectar todas las estimaciones de abundancia de la clase anual estimadas mediante VPA para compararlas y contrastar las implicaciones resultantes de una clase anual estimada como fuerte entrando en la pesquería en el pasado reciente.

Los resultados de las proyecciones que asumían que la fuerza de las clases anuales recientes era media (del orden de 9.000.000 de peces de edad 1) y que las clases anuales futuras seguían la SRR, indicaron que los niveles de captura correspondientes al TAC actual (34.500 t) o capturas más elevadas producirían un mayor descenso en la situación del stock (**Figuras 42 y 43**). Capturas constantes del orden de 30.000 t o menos fomentarían la mejora de la situación del stock. Igualmente, estas proyecciones indicaban que los niveles actuales de F o superiores provocarían un mayor descenso en la situación del stock. Otros escenarios probados de F, que eran todos inferiores a la F actual, se proyectan para resultar en una situación del stock mejorada.

Los resultados de las proyecciones que asumían que la clase anual de 2003 (peces de Edad 1 en 2004) era fuerte (del orden de 12.000.000 de peces de Edad 1), que las fuerzas de la clase anual reciente estaban por encima de la media y que las futuras clases anuales seguían la SRR, indicaban que los niveles de captura correspondientes al TAC actual (34.500 t) o capturas más elevadas resultarían en algún incremento a corto plazo de la SSB, pero en

un lento descenso de la situación del stock (**Figura 44**) después de que la clase anual pasara por las pesquerías. Capturas constantes del orden de las 32.000 t o menos fomentarian una mejora mantenida de la situación del stock. Igualmente, estas proyecciones indicaban que los niveles actuales de F o superiores provocarían un mayor descenso en la situación del stock. Otros escenarios probados de F , que eran todos inferiores a la F actual, se proyectan para resultar en una situación del stock mejorada.

Las estimaciones de rendimiento por recluta (YPR) y de reproductor por recluta (S/R) para los diferentes valores de F se muestran en la **Figura 45**.

8.2 ASPM

A partir del modelo ASPM_2, las proyecciones respecto a la biomasa del atún blanco del Sur se hicieron bajo varios supuestos de captura constante (es decir 18, 21, 24, 27, 30 y 33 mil toneladas). Se estimó que el stock se encontraba un poco por debajo del nivel del rendimiento máximo sostenible. Previamente, se permitió un TAC de 31.000 t. Sin embargo, en la **Figura 46** se ve obviamente que una captura constante de esta magnitud mermaría aún más el stock. El rendimiento de sustitución se estimó en aproximadamente 27.000 t, por lo que las capturas realizadas en este stock deberían ser inferiores a este valor con el fin de que el stock aumente. La **Figura 47** muestra la trayectoria de la biomasa con los percentiles del 95% de un TAC constante de 25.000 t. Considerando el percentil inferior sigue habiendo una posibilidad de que el stock permanezca por debajo del nivel del rendimiento máximo sostenible (RMS) durante los próximos diez años. Cabe señalar que estos percentiles son conservadores, ya que tanto el parámetro inclinación como la mortalidad natural son entradas fijadas en el escenario del caso base.

9. Recomendaciones

Es necesaria una mayor estandarización de las metodologías de determinación de la edad entre los laboratorios y los lectores, y el Grupo propuso que se cree una red de actividades de determinación de la edad, como se ha hecho en el caso del atún rojo.

El Grupo recomendó que la ecuación de crecimiento revisada de vB para el atún blanco del Atlántico sur sea adoptada por el Grupo e incorporada al Manual de operaciones de ICCAT y a la página web.

Se recomienda continuar investigando la conversión de la captura por talla (CAS) en captura por edad (CAA) para las evaluaciones de los stocks de atún blanco del Atlántico norte y sur (es decir, métodos de separación de tallas (filo de cuchillo), claves edad-talla derivadas de métodos de determinación de la edad).

Son necesarios estudios de fecundidad y madurez tanto para el atún blanco del Norte como del Sur, con el fin de estimar mejor la biomasa potencial del stock reproductor.

Deben iniciarse y fomentarse programas de marcado para los stocks de atún blanco del Atlántico.

Se recomienda que los datos de Tarea I declarados por CE-Francia sean disgregados por especie, arte, área y pabellón, ya que es el formato estándar requerido por ICCAT. La mayoría de los análisis realizados para el atún blanco requieren una captura disgregada.

El Grupo recomendó descubrir formas de incorporar las capturas históricas de las capturas de curricán francés a la base de datos de ICCAT.

El Grupo volvió a resaltar la necesidad de datos biológicos de muestreo de tallas (Tarea II), especialmente de las pesquerías de palangre de los stocks del Norte y del Sur, como resultado del examen de los datos de muestras de tallas disponibles en la Secretaría. El escaso tamaño de la muestra del atún blanco adulto limita la precisión de los análisis que el Grupo puede llevar a cabo. El Grupo recomendó que los datos biológicos de muestreo de tallas (Tarea II) de todas las pesquerías se comuniquen lo más estratificados posible, por cuadrículas de 1x1 grados para las pesquerías de superficie y por cuadrículas de 5x5 para las pesquerías de palangre.

Los datos de marcado para el atún blanco deberían incorporarse en el modelo de evaluación en la medida de lo posible, con el objetivo de mejorar el asesoramiento científico a la Comisión sobre potenciales de productividad del atún blanco.

El Grupo recomendó el desarrollo de series de CPUE estandarizada para todas las flotas principales que explotan los stocks de atún blanco del Atlántico norte y sur.

El Grupo recomendó continuar la investigación de la modelación de los stocks de atún blanco del Norte y del Sur con modelos estadísticos para su uso en evaluaciones futuras.

10. Otros asuntos

No se discutieron otros asuntos

11. Adopción del informe y clausura

El Informe fue adoptado y la reunión fue clausurada.

Literatura citada

- ANON. 2004. 2003 ICCAT Albacore Stock Assessment Session (Madrid, Spain, 15-20 September 2004). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(4): 1223-1311.
- ANON. 2007. Report of the 2006 ICCAT Data Preparatory Meeting for Atlantic Albacore (Madrid, Spain, July 2-7, 2006). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 351-403.
- BARD, F.X. 1981. Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. Ph.D. Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- DIAZ, G. and M. Ortiz. 2007. Standardized catch rates of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) from the United States pelagic longline fleet 1986-2005. Collect. Vol. Sci. Pap. 60(2): 507-517.
- GEROMONT, H.F. and D.S. Butterworth. 1997. Specifications for the Adapt VPA Code, September 1996 (Revised). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(2): 321-324.
- GOUJON, M., L. Antoine and D. Gascuel. 1996. Trends of abundance indices of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) obtained by GLM fitting of the French troll and baitboat catch per unit of effort data for the period 1967 to 1986. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 43: 295-300.
- KIMURA, D.K. and S. Chikuni. 1987. Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. *Biometrics* 43: 23-35.
- LEE, L.K. and S-Y. Yeh. 1993. Studies on the age and growth of south Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) specimens collected from Taiwanese longliners. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 40(2): 354-360.
- LEE, L.K. and S-Y. Yeh. 2007. Age and growth of South Atlantic albacore – a revision after the revelation of otolith daily ring counts. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(2): 443-456.
- LEGAULT, C.M. and V.R. Restrepo. 1999. A flexible forward ae-structured assessment program. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(2): 246-253.
- PUNT, A.E., D.S. Butterworth, A.J. Penney and R.W. Leslie. 1997. Further development of stock assessment and risk analysis methods for the South Atlantic population of albacore (*Thunnus alalunga*). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 46(3): 138-147.
- RADEMEYER, R.A., D.S. Butterworth and A.J. Penney. 2004. A Bayesian Assessment of the South Atlantic population of albacore which explicitly models changes in targeting. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 56(4): 1360-1390.

TABLEAUX

- Tableau 1.** Paramètres biologiques et coefficients de conversion pour les stocks de germon Nord et Sud.
- Tableau 2.** Prises estimées (t) de germon (*Thunnus alalunga*) par zone, engin et pavillon principaux.
- Tableau 3.** Composition de la prise par taille totale de germon (longueur à la fourche inférieure de 2 cm à la limite) pour le stock de l'Atlantique Nord.
- Tableau 4.** Composition de la prise par taille totale de germon (longueur à la fourche inférieure de 2 cm à la limite) pour le stock de l'Atlantique Sud.
- Tableau 5.** Matrices de prise par âge du germon (totale et par pêcheurie) pour le stock de l'Atlantique Nord.
- Tableau 6.** CPUE annuelles standardisées pour le germon de l'Atlantique Nord utilisées pour ajuster le modèle VPA-ADPAT afin d'évaluer le stock Nord.
- Tableau 7.** CPUE annuelles standardisées pour le germon de l'Atlantique Sud utilisées pour ajuster les modèles ASPM dans l'évaluation.
- Tableau 8a.** Résumé des pêcheries pour les analyses de MFCL (Nord).
- Tableau 8b.** Résumé des pêcheries pour les analyses de MFCL (Sud).
- Tableau 9a.** Prise (t) par pêcheurie utilisée pour le MFCL.
- Tableau 9b.** Prise (t) par pêcheurie utilisée pour le MFCL (Sud).
- Tableau 10a.** Données d'effort utilisées dans le MFCL (Nord). (les valeurs négatives indiquent l'absence d'effort).
- Tableau 10b.** Données d'effort utilisées dans le MFCL (Sud). (les valeurs négatives indiquent l'absence d'effort).
- Tableau 11a.** Options des pêcheries pour le MFCL.
- Tableau 11ba.** Options des pêcheries pour le MFCL (germon du Sud).
- Tableau 12.** Options de modèle utilisées dans les passages initiaux du MFCL.
- Tableau 13.** Les prises ont été divisées par pays et engin en cinq flottilles.
- Tableau 14.** Prises pour les 5 flottilles.
- Tableau 15.** Spécifications du modèle.
- Tableau 16.** Catégorisation, basée sur le type d'engins, des deux flottilles de pêche (pêcheries palangrières et pêcheries de surface) utilisant la ressource de germon de l'Atlantique Sud.
- Tableau 17.** Périodes des sept séries d'indices de CPUE adoptées.
- Tableau 18.** Prise annuelle (en t) du germon de l'Atlantique Sud, par flottille.
- Tableau 19.** Spécifications sélectionnées et valeurs fournies au modèle ASPM_2.
- Tableau 20.** Estimations du taux de mortalité par pêche par âge pour le cas de base de la VPA.
- Tableau 21.** Estimations de la taille du stock par âge pour le cas de base de la VPA.
- Tableau 22.** Points de référence estimés par le modèle de la VPA et intervalles de confiance approximatifs de 80% (CL supérieur et CL inférieur) utilisant 500 bootstraps.
- Tableau 23.** Points de référence de gestion et autres quantités estimées par les diverses spécifications du modèle.
- Tableau 24.** Quantités et points de référence de gestion avec 95 centiles obtenus à l'aide de la procédure MCMC avec le cas de base.
- Tableau 25.** Quantités et points de référence de gestion obtenus des résultats de l'ASPM-2 stochastique et déterministe applicable au germon de l'Atlantique Sud.

TABLAS

- Tabla 1.** Parámetros biológicos y factores de conversión para los stocks de atún blanco del Norte y del Sur.
- Tabla 2.** Capturas estimadas (t) de atún blanco (*Thunnus alalunga*) por zonas, artes y pabellones principales.
- Tabla 3.** Composición de la captura por tallas total de atún blanco (límite inferior 2 cm de longitud a horquilla) para el stock del Atlántico norte.
- Tabla 4.** Composición de la captura por tallas total de atún blanco (límite inferior 2 cm de longitud a horquilla) para el stock del Atlántico sur.
- Tabla 5.** Matrices de captura por edad de atún blanco (total y por pesquería) para el stock del Atlántico norte.
- Tabla 6.** CPUE anuales estandarizadas para el atún blanco del Atlántico norte utilizadas para ajustar el modelo VPA-ADAPT para evaluar el stock del Norte.
- Tabla 7.** CPUE anuales estandarizadas para el atún blanco del Atlántico sur utilizadas para ajustar los modelos ASPM utilizados en la evaluación.
- Tabla 8a.** Resumen de las pesquerías para los análisis de MFCL (Norte).
- Tabla 8b.** Resumen de las pesquerías para los análisis de MFCL (Sur).
- Tabla 9a.** Captura (t) por pesquería utilizada para MFCL (Norte).
- Tabla 9b.** Captura (t) por pesquería utilizada para MFCL (Sur).
- Tabla 10a.** Datos de esfuerzo utilizados en MFCL (Norte) (los valores negativos indican esfuerzo faltante).
- Tabla 10b.** Datos de esfuerzo utilizados en MFCL (Sur) (los valores negativos indican esfuerzo faltante).
- Tabla 11a.** Opciones de pesquería para MFCL (atún blanco del Norte).
- Tabla 11b.** Opciones de pesquería para MFCL (atún blanco del Sur).
- Tabla 12.** Opciones de modelo utilizadas en los ensayos iniciales de MFCL.
- Tabla 13.** Capturas por país y arte divididas en cinco flotas.
- Tabla 14.** Capturas para las cinco flotas.
- Tabla 15.** Especificaciones del modelo.
- Tabla 16.** Categorización, basada en el tipo de arte, de dos flotas pesqueras (pesquerías de palangre y pesquerías de superficie) que utilizaron el recurso de atún blanco del Atlántico sur.
- Tabla 17.** Periodos de siete series de índices de CPUE adoptadas.
- Tabla 18.** Captura anual (en t) de atún blanco del Atlántico Sur, por flota.
- Tabla 19.** Especificaciones seleccionadas y valores proporcionados al modelo ASPM_2.
- Tabla 20.** Estimaciones de tasa de mortalidad por pesca por edad para el caso base del VPA.
- Tabla 21.** Estimaciones del tamaño del stock por edad para el caso base del VPA.
- Tabla 22.** Valores de referencia estimados por el modelo VPA e intervalos de confianza aproximados del 80% (CL superior y CL inferior), utilizando 500 bootstraps.
- Tabla 23.** Valores de referencia de ordenación y otras cantidades estimadas mediante las diferentes especificaciones del modelo.
- Tabla 24.** Cantidades y valores de referencia de ordenación con percentiles del 95% obtenidos mediante un procedimiento MCMC con el caso base.
- Tabla 25.** Cantidades y valores de referencia de ordenación derivados de los resultados de ASPM-2 estocástico y determinista aplicable al atún blanco del Sur.

FIGURES

Figure 1. Prises totales de germon déclarées à l'ICCAT (Tâche I) par engin pour les stocks Nord et Sud.

Figure 2. Distribution spatiale des prises moyennes de germon 2000-2005 par engin.

Figure 3. Niveau de substitutions en poids et % appliqué afin d'obtenir la prise par taille pour le germon de l'Atlantique Nord.

Figure 4. Niveau de substitutions en poids et % appliqué afin d'obtenir la prise par taille pour le germon de l'Atlantique Sud.

Figure 5. “Diagrammes à bulles” de la composition démographique des prises de germon (totales et par pêcheurie, en nombre) pour le stock de l'Atlantique Nord. Les tailles des bulles sont proportionnelles au nombre de poissons et indépendantes dans chaque figure.

Figure 6. . “Diagrammes à bulles” de la composition démographique des prises de germon (totales et par pêcheurie, en nombre) pour le stock de l'Atlantique Sud. Les tailles des bulles sont proportionnelles au nombre de poissons et indépendantes dans chaque figure.

Figure 7. Jeu d'indices d'abondance relative des CPUE standardisées provenant des pêcheries de surface (en haut) qui capturent essentiellement des poissons juvéniles, et des pêcheries palangrières (en bas), qui capturent principalement des poissons matures utilisé dans l'évaluation du stock de germon du Nord de 2007 afin d'ajuster le modèle VPA-ADAPT (années 1975-2005) et le modèle Multifan-CL (années 1930-2005 pêcheurie de surface et 1956-2005 pêcheurie palangrière).

Figure 8. Jeu d'indices d'abondance relative des CPUE standardisées utilisé dans l'évaluation du stock de germon du Sud de 2007 provenant des flottilles de surface (canneurs sud-africains) et des flottilles palangrières (LL).

Figure 9a. Résumé des données de taille utilisées pour le MFCL. Les barres qui débutent à l'origine indiquent la taille relative de l'échantillon (numérique) dans le temps. Les barres plus haut/plus bas/ de clôture illustrent les 10^{ème}, 90^{ème} et 50^{ème} centiles des distributions de taille.

Figure 9b. Résumé des données de taille utilisées pour le MFCL. Les barres qui débutent à l'origine indiquent la taille relative de l'échantillon (numérique) dans le temps. Les barres plus haut/plus bas/ de clôture illustrent les 10^{ème}, 90^{ème} et 50^{ème} centiles des distributions de taille.

Figure 10. Ajustements de la VPA aux indices d'abondance du passage préliminaire avant de définir le cas de base.

Figure 11. Ajustements du modèle de la VPA aux indices d'abondance pour le cas d'un ratio de F fixé à 0,5 pour l'année initiale 1975 (cas de base) (voir texte des détails du passage).

Figure 12. Ratio F estimé pour les âges 7 et 8+ (carrés noirs) et ratio de la prise des pêcheries palangrières par rapport à la capture des pêcheries de surface (losanges vides) pour trois cas du ratio de F fixé pour l'année initiale 1975.

Figure 13. Estimation de a) F relative et b) des trajectoires de la SSB relative pour le cas de base de la VPA et les passages de sensibilité (voir texte pour détails des passages).

Figure 14. Analyse rétrospective du cas de base de la VPA pour les groupes d'âge 1, 2-4, 5-7 et 8+.

Figure 15. Trajectoires estimées de la biomasse, mortalité par pêche, recrutements et ratios de la SSB par rapport à SSB_{PME} et SSB20%SPR pour le cas de sensibilité de la VPA en utilisant un groupe d'âge 6+ pour les cas du ratio de F fixé et estimation par marche aléatoire des ratios de F (voir texte pour détails).

Figure 16. Ajustements de la VPA aux indices pour le cas de sensibilité d'un groupe d'âge 6+. Les panneaux de gauche correspondent au cas de ratios de F fixés ; les panneaux de droite représentent l'estimation des ratios de F à l'aide d'une marche aléatoire (voir texte pour plus de détails).

Figure 17. Estimation de la trajectoire de stock de la SSB relative par rapport à la F relative (panneaux supérieurs) et aux valeurs estimées par 500 bootstraps pour la F relative et la SSB relative (losanges vides) et estimation déterministe (losange rouge) (panneaux centraux et inférieurs) à partir du modèle de la VPA du stock de l'Atlantique Nord.

Figure 18. Estimations de la biomasse reproductrice relative, obtenues dans 8 passages différents du modèle Multifan-CL pour le stock de germon de l'Atlantique Nord.

Figure 19. Estimations de la mortalité par pêche relative, obtenues avec différentes options de modélisation Multifan-CL du stock de germon de l'Atlantique Nord.

Figure 20. Estimations du recrutement, obtenues avec 8 passages différents du modèle Multifan-CL du stock de germon de l'Atlantique Nord.

Figure 21. Estimations de la biomasse relative, de la mortalité par pêche relative et du recrutement pour le stock de germon de l'Atlantique Nord, à partir des analyses du modèle Multifan-CL.

Figure 22. Schémas de sélectivité estimés pour les 10 pêcheries utilisées dans les analyses du modèle Multifan-CL pour le stock de germon de l'Atlantique Nord.

Figure 23. Déviations de l'effort pour les diverses pêcheries modélisées par Multifan-CL dans le stock de germon de l'Atlantique Nord.

Figure 24. Changements estimés dans la PME (mille tonnes) pour le germon du Nord, basés sur les changements de la sélectivité totale.

Figure 25. Trajectoire de la mortalité par pêche relative et de la SSB relative pour le germon du Nord, 1930-2005. La croix bleue marque le point de 2005.

Figure 26. Trajectoire de la mortalité par pêche relative et de la SSB relative, par décennie. La croix marque le dernier point de chaque décennie (1939, 1949, 1959 ... 2005) pour le stock de l'Atlantique Nord.

Figure 27. Rapport du stock-recrutement estimé pour le germon du Nord.

Figure 28. Estimations du recrutement, de la SSB relative et de la F relative pour le germon du Sud (Passage 8).

Figure 29. Ajustement du modèle ASPM des données de la CPUE observée des quatre flottilles différentes en utilisant le cas de base dans le stock de germon de l'Atlantique Sud.

Figure 30. Modèle ASPM. Diagrammes résiduels des données de prise par âge pour les cinq différentes flottilles en utilisant le cas de base dans le stock de l'Atlantique Sud.

Figure 31. Modèle ASPM. Valeurs résiduelles du recrutement et rapport du géniteur-recrutement estimé pour le cas de base dans le stock de germon de l'Atlantique Sud.

Figure 32. Modèle ASPM. Sélectivité estimée par flottille pour les différentes flottilles dans l'analyse du cas de base ASPM du stock de l'Atlantique Sud.

Figure 33. Modèle ASPM. Trajectoire de la biomasse par rapport au niveau de la production maximale équilibrée (PME) pour l'analyse du cas de base avec le modèle ASPM dans le stock de l'Atlantique Sud.

Figure 34. Modèle ASPM. Prise relative à la production de remplacement par rapport à la biomasse actuelle relative à la biomasse correspondant à la PME. Les cercles correspondent à l'état actuel du stock pour tous les passages de sensibilité pour le stock de l'Atlantique Sud.

Figure 35. Schémas de sélectivité des flottilles japonaises (haut), du Taïpei chinois (milieu) et sud-africaines (bas) utilisés pour les analyses du modèle ASPM_2 dans le stock de l'Atlantique Sud.

Figure 36. Diagrammes des CPUE observées par rapport à sa CPUE prévue respective pour les sept séries d'indices différentes, sur la base du modèle stochastique ASPM_2. (Note : deux séries d'indices des pêcheries de canneurs sud-africaines ont été portées sur un diagramme dans une figure).

Figure 37. Diagramme du schéma géniteur-recrutement obtenu à partir du modèle déterministe ASPM_2 appliqué au stock de germon du Sud.

Figure 38. Tendence estimée du recrutement, basée sur le modèle stochastique ASPM_2 appliqué au stock de germon du Sud.

Figure 39. Diagrammes de la CPUE observée par rapport à sa CPUE prévue respective pour les sept séries d'indices différentes, basés sur un ASPM_2 déterministe. (Note : deux séries d'indices de pêcheries de canneurs sud-africaines ont été portées sur un diagramme dans une figure).

Figure 40. Diagramme du schéma géniteur-recrutement, basé sur un ASPM_2 déterministe.

Figure 41. Tendence du recrutement estimé, basée sur un ASPM_2 déterministe.

Figure 42. Projections estimées par VPA de la F (F/F_{PME}) relative pour différents scénarios de prise constante et de F constante, en postulant des forces moyennes de classes annuelles récentes pour le stock de germon de l'Atlantique Nord.

Figure 43. Projections estimées par VPA de la SSB relative (SSB/SSB_{PME}) pour différents scénarios de prise constante et de F constante, en postulant des forces moyennes de classes annuelles récentes pour le stock de germon de l'Atlantique Nord.

Figure 44. Projections estimées par VPA de la SSB relative (SSB/SSB_{PME}) pour différents scénarios de prise constante, en postulant une forte classe annuelle nouvelle, comme cela a été estimé par la VPA pour le germon de l'Atlantique Nord.

Figure 45. Production par recrutement (YPR) et géniteur par recrutement (S/R) estimés par VPA pour différentes valeurs de F. Le losange indique l'estimation de $F_{2005} = 1.974$. Le cercle représente la moyenne géométrique estimée de F pour les années 2002-2004 ($F=0,952$). Stock de germon de l'Atlantique Nord.

Figure 46. Trajectoires de la biomasse par ASPM_2 pour diverses stratégies de prise constante en utilisant le cas de base dans le stock de germon de l'Atlantique Sud.

Figure 47. Trajectoire de la biomasse avec 95 centiles avec une prise constante de 25.000 t au cours des 10 prochaines années pour le scénario du cas de base dans le stock de germon de l'Atlantique Sud.

FIGURAS

Figura 1. Capturas totales de atún blanco comunicadas a ICCAT (Tarea I) por arte para los stocks del Norte y Sur.

Figura 2. Distribución espacial del promedio de capturas de atún blanco para 2000-2005 por arte.

Figura 3. Nivel de sustituciones en peso y % aplicado para obtener la captura por talla del atún blanco del Atlántico norte.

Figura 4. Nivel de sustituciones en peso y % aplicado para obtener la captura por talla del atún blanco del Atlántico sur.

Figura 5. Gráfico de burbujas de la composición de la captura por edad del atún blanco (total y por pesquerías, en número) para el stock del Atlántico norte. El tamaño de las burbujas es proporcional al número de ejemplares e independiente en cada figura.

Figura 6. Gráfico de burbujas de la composición de la captura por edad del atún blanco (total y por pesquerías, en número) para el stock del Atlántico sur. El tamaño de las burbujas es proporcional al número de ejemplares e independiente en cada figura.

Figura 7. Conjunto de índices de abundancia relativa de la CPUE estandarizada de las pesquerías de superficie (arriba) que capturan principalmente ejemplares juveniles, y de las pesquerías de palangre (abajo) que capturan sobre todo ejemplares maduros, utilizados en la evaluación de stock de atún blanco del norte de 2007 para ajustar el modelo VPA-ADAPT (1975-2005) y Multifan-CL (1930-2005 para la pesquería de superficie y 1956-2005 para la pesquería de palangre).

Figura 8. Conjunto de índices de abundancia relativa de la CPUE estandarizada utilizados en la evaluación de stock de atún blanco del Sur en 2007 a partir de los datos de las flotas de superficie (cebo vivo de Sudáfrica) y de palangre.

Figura 9a. Resumen de los datos de talla utilizados para el MFCL. Las barras que comienzan en el origen indican un tamaño de muestra relativo (en número) en el tiempo. Las barras de máximos-mínimos-cierre denotan los percentiles del 10, 90 y 50% de las distribuciones de talla.

Figura 9b. Resumen de los datos de talla utilizados para el MFCL. Las barras que comienzan en el origen indican un tamaño de muestra relativo (en número) en el tiempo. Las barras de máximos-mínimos-cierre denotan los percentiles del 10, 90 y 50% de las distribuciones de talla.

Figura 10. Ajustes del VPA a los índices de abundancia del ensayo preliminar previo a la definición del caso base.

Figura 11. Ajustes del modelo VPA a los índices de abundancia para el caso de una ratio de F fijada para el año inicial 1975 de 0,5 (caso base) (véase el texto para los detalles del ensayo).

Figura 12. Ratio de F estimada para las edades 7 y 8+ (cuadrados negros) y ratio de la captura de las pesquerías palangreras con respecto a las pesquerías de superficie (rombos abiertos) para tres casos de ratio de F fijada para el año inicial 1975.

Figura 13. Trayectorias estimadas de a) F relativa y b) SSB relativa para los ensayos de sensibilidad y el caso base del VPA. Véase el texto para los detalles de los ensayos.

Figura 14. Análisis retrospectivo del caso base del VPA para los grupos de edad 1, 2-4, 5-7 y 8+.

Figura 15. Trayectorias estimadas de biomasa, mortalidad por pesca, reclutas y ratios de SSB frente a SSB_{rms} y SSB20%SPR para el caso de sensibilidad del VPA utilizando un grupo de edad 6+ para los casos de ratio de F fijada y de estimación por desarrollo aleatorio de las ratios de F (Véase el texto para los detalles).

Figura 16. Ajustes del VPA a los índices para el caso de sensibilidad de un grupo de edad 6+. Los paneles de la izquierda corresponden al caso de ratios de F fijadas; los paneles de la derecha a la estimación de las ratios de F utilizando un desarrollo aleatorio (Véase el texto para los detalles completos).

Figura 17. Trayectoria estimada del stock de la SSB relativa vs. la F relativa (paneles de arriba) y valores estimados de 500 bootstraps para la F relativa y la SSB relativa (rombos abiertos) y estimación determinista (rombo rojo) (paneles medios e inferiores) a partir del modelo VPA del stock del Atlántico norte.

Figura 18. Estimaciones de la biomasa reproductora relativa obtenidas con 8 ensayos diferentes del modelo Multifan-CL para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 19. Estimaciones de la mortalidad por pesca relativa obtenida con diferentes opciones de modelación de Multifan-CL para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 20. Estimaciones del reclutamiento obtenidas con 8 ensayos diferentes del modelo Multifan-CL para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 21. Estimaciones de la biomasa relativa, la mortalidad por pesca relativa y el reclutamiento para el stock de atún blanco del Atlántico norte a partir de análisis del modelo Multifan-CL.

Figura 22. Patrones de selectividad estimados para las 10 pesquerías utilizadas en los análisis del modelo Multifan-CL para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 23. Desviaciones de esfuerzo para las diversas pesquerías modeladas por Multifan-CL en el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 24. Cambios estimados en RMS (mil toneladas) para el atún blanco del Norte, basados en cambios en la selectividad total.

Figura 25. Trayectoria de la mortalidad por pesca relativa y de la SSB relativa para el atún blanco del Norte, 1930-2005. La X azul marca el punto 2005.

Figura 26. Trayectoria de la mortalidad por pesca relativa y de la SSB relativa, por década. La X marca el último punto en cada década (1939, 1949, 1959,...2005) para el stock del Atlántico norte.

Figura 27. Relación estimada stock-reclutamiento para el atún blanco del Norte.

Figura 28. Estimaciones de reclutamiento, de SSB relativa y de F relativa para el atún blanco del Sur (Ensayo 8).

Figura 29. Ajuste del modelo ASPM a los datos de CPUE observados de las cuatro flotas diferentes utilizando el caso base en el stock de atún blanco del Atlántico sur.

Figura 30. Modelo ASPM. Diagramas residuales de los datos de captura por edad para las cinco flotas diferentes utilizando el caso base en el stock del Atlántico sur.

Figura 31. Modelo ASPM. Residuos de reclutamiento y una relación reproductor-recluta estimada para el caso base en el stock de atún blanco del Atlántico sur.

Figura 32. Modelo ASPM. Selectividad estimada por flota para las diferentes flotas en el análisis del caso base de ASPM del stock del Atlántico sur.

Figura 33. Modelo ASPM. Trayectoria de la biomasa relativa al nivel de rendimiento máximo sostenible (RMS) para el análisis del caso base con el modelo ASPM en el stock del Atlántico sur.

Figura 34. Modelo ASPM. Captura relativa al rendimiento de sustitución frente a la biomasa actual relativa a la biomasa en RMS. Los círculos son el estado actual del stock para todos los ensayos de sensibilidad del stock del Atlántico sur.

Figura 35. Patrones de selectividad de las flotas de Japón (superior), Taipei Chino (medio) y Sudáfrica (inferior) utilizados para los análisis del modelo ASPM_2 en el stock del Atlántico sur.

Figura 36. Diagramas de la CPUE observada frente a su respectiva CPUE predicha para las siete series de índices diferentes, basados en el modelo estocástico ASPM_2 (Nota: dos series de índices de la pesquería de cebo vivo de Sudáfrica fueron dibujados en una figura).

Figura 37. Diagrama del patrón reproductor-reclutamiento obtenido a partir del modelo determinista ASPM_2 aplicado en el stock del atún blanco del Sur.

Figura 38. Tendencia estimada del reclutamiento basada en el modelo estocástico ASPM_2 aplicado en el stock de atún blanco del Sur.

Figura 39. Diagramas de la CPUE observada frente a su respectiva CPUE predicha para las siete series de índices diferentes, basados en el ASPM_2 determinista (Nota: dos series de índices de la pesquería de cebo vivo de Sudáfrica fueron dibujados en una figura).

Figura 40. Diagrama del patrón reproductor-reclutamiento basado en el ASPM_2 determinista.

Figura 41. Tendencia estimada del reclutamiento basada en el ASPM_2 determinista.

Figura 42. Proyecciones estimadas de VPA de F relativa (F/F_{RMS}) para los diferentes escenarios de captura constante y de F constante asumiendo fuerzas medias de la clase anual reciente para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 43. Proyecciones estimadas de VPA de SSB relativa (SSB/SSB_{RMS}) para los diferentes escenarios de captura constante y de F constante asumiendo fuerzas medias de la clase anual reciente para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 44. Proyecciones estimadas de VPA de SSB relativa (SSB/SSB_{RMS}) para diferentes escenarios de captura constante asumiendo una clase anual entrante fuerte como fue estimada por el VPA para el atún blanco del Atlántico norte.

Figura 45. Rendimiento por recluta (YPR) y reproductor por recluta (S/R) estimados por VPA para los diferentes valores de F. El rombo indica F_{2005} estimada = 1,974. El círculo muestra la media geométrica estimada de F para los años 2002-2004 ($F = 0,952$). Stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 46. Trayectorias de biomasa de ASPM_2 para varias estrategias de captura constante utilizando el caso base en el stock de atún blanco del Atlántico sur.

Figura 47. Trayectoria de biomasa con percentiles del 95% con una captura constante de 25.000 t en los próximos 10 años para el escenario del caso base en el stock de atún blanco del Atlántico sur.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Liste des documents.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos.

Table 1. Biological parameters and conversion factors for North and South albacore stocks.

North Stock	Parameters	Source
Growth	$L_{\infty} = 124.74$ cm; $k = 0.23$ per year; and $t_0 = - 0.9$	Bard, 1981, ICCAT Manual
Length-weight relation	$a=1.339 \cdot 10^{-5}$ $b=3.107$	Santiago (1982)
Maturity	50% of mature fish at 90 cm (age5)	Bard (1981)
Assumed birth month	May	
Assumed month @ 30cm	November	

South Stock	Parameters	Source
Growth	$L_{\infty} = 147.5$ cm; $k = 0.126$ per year; and $t_0 = - 1.89$	new Lee and Yeh, SCRS/2006/110
Length-weight relation	$a=1.3718 \cdot 10^{-5}$ $b=3.0973$	Penney (1993)
Maturity	50% of mature fish at 90 cm (age5)	Bard (1981)
Assumed birth month	November	
Assumed month @ 30 cm	May	

Table 3. Total albacore catch-at-size composition (fork length 2cm lower limit) for the North Atlantic stock.

Li	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
40	1962	1712		19	13955	4461	1453	2875	12857	16018	3784	991	116	2005	323	38	4689	3004	1307	1420	621	16	10340	1490	605	1331	2009	2500	718	1695	2836
42	2820	8913		1542	5277	257	3575		33	310	124	991	13	189	108	3465	374	216	814	75	2520	1098	16878	1230	9849	3695	2075	3645	3675	2187	3703
44	10777	26691	1562	7813	28009	2893	7956	3724	10302	14036	5122	5001	64	3540	749	19438	9243	4927	4354	954	9262	6933	25841	2425	16439	4547	4920	7068	7057	8358	8776
46	24501	89033	18298	37038	19039	39488	25724	4602	12099	21859	11410	16683	650	6144	3225	20912	36791	13009	7802	3853	30003	22397	54204	17863	18042	6650	17406	31658	100596	33087	43672
48	20678	84377	33020	317929	56687	156630	84497	27255	50640	69461	53105	51504	1614	22867	12728	68732	136373	74004	23775	6194	69021	63032	147246	194902	203725	95046	96223	158382	395414	117962	144080
50	27101	87144	75846	691414	59515	322838	223801	25205	144448	73482	210861	187938	12720	245390	79318	235332	249929	248325	118451	50349	237641	169415	357054	558734	392834	210185	175294	279852	577039	171545	240585
52	78461	138136	105910	399413	119199	308367	195491	34632	241768	145106	254303	182873	46989	421252	187002	320893	309990	342847	282986	123503	338054	252280	374973	493421	416182	223751	113868	189773	390132	123700	263038
54	129251	243156	55963	230131	173392	269656	165789	46575	215768	133452	277114	147807	102584	392845	284972	244730	265991	236456	307347	160791	349057	339616	245431	224607	289902	195321	45230	87512	145955	70843	239503
56	94207	208094	85800	136811	122356	201411	215295	59155	191110	136329	192248	137174	94527	358656	325729	140201	140365	177752	188856	176812	145332	243228	235466	172868	217623	142968	30083	53215	44414	80033	155474
58	108587	294365	198306	293522	197344	316480	248295	77801	153423	80572	70506	130135	83627	124586	197574	105272	171050	162683	176679	240101	133735	307372	267683	251101	248559	125680	29479	69687	87288	184962	218371
60	140464	488136	441350	842569	514276	411705	276923	221338	148806	209331	179149	344732	251119	250652	230004	265671	437795	321687	265688	381566	285763	554142	462733	516084	289544	255548	53129	110512	201344	403383	405820
62	200762	596658	612245	849410	638942	257798	193378	266735	209937	281901	228244	380458	452449	427316	309267	498607	534882	447206	369400	527157	472457	670334	407299	528841	300251	316451	108092	111424	218928	411869	437567
64	262449	451849	415831	382693	468211	179578	188339	286230	287827	277107	273524	281142	432309	468316	357834	551804	498116	386344	450198	521915	557079	596130	320266	331808	230727	320738	172485	81394	139210	301988	316105
66	237382	224486	308415	198885	256681	152403	231043	237152	258344	149994	224666	190922	381253	376566	286031	424300	264852	266753	302065	331113	362469	260523	199751	163472	203247	262830	183379	48346	46702	113816	197001
68	200608	140019	205284	99825	171759	191179	265111	259424	293942	94155	195538	160470	387447	277576	237745	308333	156593	184257	209692	231098	208827	107164	130091	116210	205487	248957	163172	39355	25360	57284	142503
70	287782	101814	184830	138077	182480	306461	302041	330751	335979	127623	226659	152909	370131	241102	224519	243859	113869	185055	250311	212632	170200	83791	136450	114808	248052	223942	152450	20778	38801	86715	163785
72	416963	134996	272967	202473	241160	360366	237839	273130	276447	181868	198161	205091	327283	207978	233564	206377	109433	183212	288237	168425	214552	104480	166847	125504	213076	231308	148309	20564	55020	117850	202718
74	389921	173662	250769	274710	425769	325390	193778	308811	287685	195391	228124	236176	366120	191028	254948	182821	127204	168958	287353	165721	219293	81167	164033	84894	232607	213034	170316	29112	71717	145439	222397
76	280436	212967	290620	226397	454234	259959	160068	230401	304880	204212	200035	248590	307257	206712	267356	155195	110802	160862	246032	139956	239943	85184	155297	90195	176600	185983	158480	45789	79302	121626	241658
78	243107	220589	255065	125111	336734	189495	162832	251269	258115	198242	184434	267758	295549	237118	262118	128359	98293	151945	181845	144930	159066	61527	133292	73224	150456	176402	157757	63760	86177	109231	213402
80	171457	226858	217453	192066	232678	142307	153825	255253	270839	117544	141562	189465	111564	136028	193881	117941	79133	112758	194610	133142	107129	49538	95341	81509	136239	152349	184243	83364	98185	89485	186716
82	131470	211104	157356	131874	152647	102115	114773	223949	232952	108349	98833	166140	83073	93509	132320	103418	70017	87502	116363	88944	64609	46914	64035	70002	125917	91060	146719	94637	88008	61573	142579
84	113279	198688	109275	106228	118462	99941	103606	166923	192716	96250	82354	129208	119660	62808	77303	88409	51912	50234	99232	61384	51346	50706	56061	43045	108350	58302	149729	85535	74082	46777	87605
86	107736	184950	104965	60203	175280	75801	69708	109945	144448	63307	60522	81719	42599	26151	40625	67413	56336	24712	51988	48030	38826	31104	45820	47218	108849	51102	124947	68453	49277	36797	45751
88	95779	164702	69256	74024	135351	54838	48516	67613	111286	58784	55446	59750	37611	19600	24936	47149	33038	16272	45809	33449	34936	26278	27106	20756	63927	44034	87842	60627	42949	25006	29683
90	72642	154985	99637	83820	123669	74285	39351	55323	113829	90512	66908	84760	26744	21471	26837	49660	43161	23037	45369	20773	32993	19780	26122	22713	56307	59820	32266	54375	47836	32884	32120
92	52846	151483	118033	94852	70024	32362	34733	41750	94804	72981	75615	80604	16176	18632	23764	44528	62872	13884	33284	26221	34518	17350	19323	10800	32708	13148	30831	48159	40438	31102	33851
94	49824	133828	136418	60804	100188	57242	27405	40453	78972	87460	80571	74369	21042	14369	22464	51133	43290	12178	33097	34683	58535	18177	16799	11206	25868	15426	30826	57255	37441	30973	42561
96	40653	123920	120209	65889	44278	25513	31149	35571	76713	86009	76488	67802	20598	12356	20796	43631	30278	13142	16589	24845	47536	25587	17047	8515	21137	30164	26597	72934	51068	47677	66495
98	46036	118154	120184	95867	49539	22965	25819	36590	59392	74415	65839	62806	16943	13136	11322	30766	22275	16911	21745	20449	45414	17085	15849	9183	22728	38571	26447	64781	55426	32573	66717
100	44719	92659	97957	73295	39801	50429	29613	39518	71746	73339	61059	78426	15880	10348	7744	29310	9255	45109	61981	31044	38126	15996	25434	10790	24868	115949	27344	62829	65085	50343	51625
102	50733	85336	95833	61994	28783	35367	31743	37803	50297	84311	56000	76594	19861	10335	6013	22166	7236	34661	29224	17871	39523	13664	17048	9571	18069	78702	15504	46318	52846	46285	43050
104	38543	59490	68619	53676	28634	34885	31289	36484	39119	79022	50934	68911	24822	11444	5807	19269	3674	12046	33243	22158	40351	11831	21224	13207	21083	34438	17590	39373	33156	27735	12520
106	32104	46932	45281	29492	12997	7160	19871	31088	29243	53681	29884	37816	16780	8565	3958	17124	2890	16074	18433	14323	40165	10794	15536	9862	16423	10376	9075	28518	23376	20554	6249
108	29093	32197	22948	17238	11320	8364	17285	30731	37892	41307	26803	31111	10502	7113	4733	15798	3293	20052	16009	22616	31762	7783	13978	10184	15330	5523	7790	17190	14885	12155	5665
110	23461	24055	22542	10042	13731	6899	14796	16645	17428	23895	21879	37407	12826	5846	2654	10571	2861	27630	9367	17339	21496	7318	7811	6825	10784	3764	4002	8819	6549	3747	2782
112	10372	9183	938																												

Table 4. Total albacore catch-at-size composition (fork length 2cm lower limit) for the South Atlantic stock.

Li	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
40			206		2117	38284	1765	3319	1981	359	4750	5778	7240		2	55		604	402	300	89	411	469	4	7099		886	226	415	287	
42	6		206		1059	15444	272	953	283	52	3877	1781	1218	408					121	200	201	771	1140	26	442		1424	356	312	215	
44	10	2		340		12534	472	511	660	130	5554	3772	2351	407	75					367	205	4523	1378	27	424		2718	655			
46			412		423	14653	629	885	906	26	5816	3788	3483	205	487	1212			603	1125	659	5089	1959	27	689		4385	1096	597	376	
48	16	129	206	719	212	7443	1765	1794	711	470	7386	7657	3080	406	1460	3086	155	179	3781	983	2926	12850	2131	55	561	17	3318	844	103	116	
50	6	381	702	1362		17909	5331	1306	1100	202	7064	10168	4846	1	8650	3692	312	23	1922	8397	28330	11794	3998	929	1918		40	5195	1518	13	
52		254		1021	423	11211	6775	1896	1119	607	5361	6878	3579	203	8613	2645	936	179	4505	12665	12712	11411	3429	330	732	33	2600	658	9	38	
54	380	383	1030	1416	635	10839	11749	4375	2710	718	5378	12610	5941	204	4980	1819	626	90	2030	37615	47091	37831	4566	5036	5387	70	393	3695	1268	368	270
56	20	385	1854	3405	1270	10280	9762	4445	1377	1244	6636	11216	9163	206	6715	497	778	179	8296	50826	39300	48620	6390	7219	7012	168	56	3885	2557	2157	1245
58	515	1679	1442	3853	705	11211	7390	7820	1578	3763	11868	19287	13118	1160	3613	1874	1090	179	13347	65815	58622	43113	9322	10479	10105	789	2236	2155	9627	3321	3997
60	1211	4084	5562	12258	847	24056	8207	8175	1365	6646	22480	27900	30634	6045	11403	3751	2339	2114	25110	84716	85696	74155	15069	15661	17712	6065	5787	39263	12277	8801	3901
62	2314	7641	8034	14695	3176	22350	8162	9378	2195	10449	31451	28256	50277	7574	9700	5019	7460	3990	55212	91877	89756	61568	16574	10854	14339	2185	10691	36310	10370	14956	9886
64	1667	7521	14382	17079	4304	32723	11294	11103	5433	12714	47890	46766	51195	14022	16145	7721	16166	4291	42094	72657	39063	62532	13980	16433	20154	7823	13248	65569	7368	18835	13800
66	5530	8664	15450	18046	6346	25231	12607	14586	11189	10184	38587	35796	40275	20893	15384	9209	15278	5556	43365	43507	28253	49164	15374	11419	21835	13862	18567	46852	3565	33383	11812
68	4929	11008	14529	23208	11350	34562	22724	33957	20242	14325	48858	50995	50263	18244	28135	35887	68329	9856	55277	77139	44864	60973	33651	18213	30153	23680	22352	24616	3834	37089	14460
70	6928	12693	19036	51202	9308	49487	48463	75029	25888	26076	76308	70949	72165	19668	25758	31882	125861	22234	63371	109223	48733	64925	56647	33337	48013	38039	42822	27154	4255	35603	35485
72	18001	26788	33345	57331	22862	46768	53507	87386	30297	36820	89179	63434	64186	26736	37845	43514	91883	48307	73060	125482	60895	73297	60250	33262	46125	45753	62707	19230	6901	22123	52157
74	33229	37093	45862	63675	17748	41803	60526	103245	42276	37242	110384	110098	71396	46710	65696	93047	77423	66350	96624	132080	75792	96489	64732	57872	62529	47110	83343	26396	5082	22643	68545
76	34687	42900	61074	50853	63744	56514	47059	85085	45614	35979	108898	90553	72650	77653	54926	92857	49624	77258	106331	117938	72008	63355	58828	59067	61045	86240	93168	51158	11086	20425	78224
78	53167	47978	63598	60135	54372	76449	67054	130489	54016	40752	121754	122537	95689	101495	106322	126021	55682	85213	157276	142616	66205	88591	75289	89187	83941	77424	109898	51517	23031	32695	92717
80	55175	51189	71201	88501	88718	89741	82270	150848	68839	49606	158995	170749	170322	135532	144355	135692	86843	155158	180106	147922	90068	124816	102318	117419	93967	82781	141597	80197	63521	55588	89231
82	89439	71672	94968	102024	56914	67139	73861	126947	59996	61024	148880	143407	215143	134739	140982	153587	84618	177331	171563	137974	87712	110508	105686	135120	95669	80271	130218	124580	81023	85418	86748
84	117486	88709	118411	101381	70207	92517	91176	134491	74501	69905	171135	190006	228193	117619	141068	159462	101100	171025	185182	131022	116227	166688	104959	144769	80924	77855	112827	104086	82148	88599	66070
86	111231	81540	132035	75906	63802	104606	82487	118552	59110	52539	149845	149859	252746	162559	165388	138892	176066	226135	163609	155991	129124	138942	100634	109152	69573	62214	86453	109350	61212	85064	49355
88	75348	67486	100709	69414	126651	85165	65415	84257	46084	38043	114588	116477	176159	159685	101822	140871	69597	133096	101705	102483	103255	118246	104379	90287	61297	48534	55692	87240	55857	72993	40508
90	50030	61521	106376	58145	57691	71300	64149	68963	32420	32747	126639	123252	198613	126772	145189	194560	32529	117039	92973	85795	85506	104928	90788	77878	62686	66525	26589	77203	55479	59325	34904
92	40109	47396	72642	58704	46374	53792	53021	61754	29271	23448	94084	96945	141827	100235	106977	144433	25675	113871	108448	95940	62449	97193	65650	65388	55865	53935	21873	64774	64498	49146	37734
94	37729	40508	61873	45252	52620	44762	49068	53119	31177	28154	75845	93027	114398	67468	80825	80575	15492	85835	82237	62811	58256	76891	68385	61717	61225	39362	18077	57409	72251	45835	39631
96	33359	46066	59167	61496	45633	58242	42417	50125	30058	24402	57589	66190	80978	64419	52113	46645	7294	88131	68150	60347	42458	26487	53158	50830	51487	41932	69854	82363	99018	56213	49694
98	39988	41517	63487	75549	36043	53925	42795	47224	28747	26150	46341	61062	60716	50908	42725	41829	5077	82149	48370	46166	36055	15672	50624	61613	61502	44335	120530	101140	71288	37870	45499
100	32829	47739	52377	93571	58199	48149	63098	59370	33117	31920	53880	63309	63437	34241	43623	34033	8694	76651	49557	31740	47937	31640	34204	73825	71472	30708	146486	81851	57713	32426	34338
102	38344	50995	52412	87265	35371	50169	49244	66741	29596	27737	43556	47579	48737	37785	45632	39716	7274	89052	55577	48481	34722	31160	42003	97461	93975	43681	59988	49610	80014	38373	48457
104	35033	49619	39045	66760	50369	50772	51837	72479	28415	27508	45556	51924	54285	43444	68152	24329	7125	61029	63135	53260	52852	70645	47272	53001	54774	79442	68760	58203	114475	43529	43281
106	28826	45246	25910	26940	65454	35219	41848	57659	19187	20532	36626	42198	44298	42475	48889	12046	22987	57272	57817	72427	30255	38642	47464	51620	51095	66702	66848	57179	57662	47040	38990
108	26772	38020	22244	24744	54240	32716	36569	42894	19120	17138	33824	51965	43763	46123	43148	16046	83340	54841	45697	74491	39231	44977	62879	34506	32500	80102	69635	61968	43651	42903	30768
110	28976	35771	16062	25858	61535	20248	41723	33236	17374	15408	27734	54980	46669	20096	19574	7912	92913	56591	25554	64175	49092	36726	29757	47755	44786	61547	103139	51959	48823	30207	18188
112	20204	20331	8334	10826	24389	21042	34111	28407	15483	9646	16882	33945	33522	19224	10014	53442	61485	51794	18199	19754	39557	17170	36507	39809	37663	77469	97416	41858	39427	36756	16913
114	12009	18244	7574	5839	13282	12723	33267	21285	10158	9313	18442	33626	22076	28045	4226	29425	59527	31579	13733	17381	28961	10041	31117	30220	28664	82581	73391	35619	51983	73399	11378
116	9150	9126	2352	2473	13364	12867	15522	15554	12693	7058	14676	26766	20843	49138	1080	4737	72772	12018	10148	19736	17869	6839	22124	25556	25410	61897	46584	42055	17643	9798	
118	5584	4764	92																												

Table 5. Albacore catch-at-age matrices (total and by fishery) for the North Atlantic stock.

Fishery	Age	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
TOTAL	1	418825	929837	370992	2003685	676426	1556500	1027053	203573	1023260	640531	1093186	798850	305503	1627149	1040286	1100506	1240968	1213415	1057502	632876	1262490	1384544	1688278	1875835	1767071	934081	503659	890217	1806006	755765	1278885
	2	1443288	2316903	2477494	2809198	2467965	1673832	1690133	1740841	1606879	1252076	1424375	1689789	2510651	2134611	1820508	2478341	2176280	1915229	1971530	2458542	2244896	2404554	1785736	1906621	1569634	1788810	829850	413287	635757	1506361	1797126
	3	1598340	1013650	1328259	1025477	1722563	1302732	915648	1450687	1602264	961316	968611	1241157	1396941	950165	1297267	775498	564030	820638	1230372	718235	878391	335375	751169	476183	1073347	972922	936415	222915	418352	547655	1156457
	4	395975	842917	292725	362034	550008	239240	293101	420583	486761	247963	212352	315657	156353	116405	84805	232693	123184	89081	252558	177916	107572	115001	87871	86794	242214	213302	444387	372563	259427	136402	146334
	5	121206	382791	462393	174987	239202	147127	70720	108047	270508	282616	258572	185383	44557	42069	77088	129324	135928	19504	77060	56744	139997	47086	62350	33817	91255	16101	69124	118276	73042	106600	58587
	6	103280	252748	283588	275887	82277	75000	77395	94002	167176	159430	161342	217923	54305	28133	21430	107624	46330	111671	120509	75823	150462	47530	50836	18555	47930	148824	85813	234146	223368	111511	261638
	7	81202	123175	73310	54523	22750	61247	8791	21575	29837	113959	7448	17115	10595	7989	4507	7632	2902	14733	30792	9929	55891	18390	32401	20758	32101	163694	24524	61364	54177	72648	7059
	8	130365	98338	105537	67708	96675	49343	142117	204981	176329	247073	227194	302609	98575	44402	21187	68319	12042	95037	72226	153713	120653	77340	48528	40227	62916	14116	17315	46811	37049	31806	20291
BB_ESPct	1	142941	221221	88717	890148	299277	762271	542733	49132	788846	209617	557287	389840	97612	1081628	655016	749776	650899	534404	594866	359808	486290	523013	748028	1202826	905905	675955	153170	294362	1014384	295289	156685
	2	405706	378872	352917	251625	713031	336929	458156	681585	509348	118883	500358	507724	1340231	1003904	616367	935027	641958	486966	549187	677395	592880	951722	150591	377480	222796	449710	149601	19406	201215	606662	248954
	3	497970	428767	439073	321643	823727	917838	535449	886288	870886	418007	450869	772200	861553	498873	727294	385837	139445	385870	381499	307030	355731	111883	451380	114791	157941	520967	177937	88603	87934	237015	618149
	4	72896	308460	32062	157663	58914	104944	112405	102678	205629	45461	39916	97690	33484	13670	50772	130612	25405	46786	3167	13693	1023	9842	16319	5420	46821	32311	387	104490	62857	29950	70395
	5	25	28665	40828	9007	6412	37	656	4	7661	637	2287	5083	78	1098	11225	3935	0	101	38	2	0	8	3202	1156	9181	185	10977	6044	3043	63	2101
	6	1479	2384	31376	8618	3098	8	1	678	3467	1451	2510	989	0	1502	132	5346	0	4	260	0	0	64	9592	29	2186	1714	4131	6829	8542	1904	1090
	7	1	1	5840	0	661	3706	0	72	0	0	0	135	0	1996	856	437	3	282	1	0	0	1	8	7	0	0	1	2	0	562	0
	8	0	0	8048	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	1341	723	161	44	5	0	0	0	0	3341	64	77	0	909	232	9	258	0
TR_ESPct	1	101724	286692	136232	859078	273057	579607	332630	71760	33651	135610	396734	346814	139814	449327	317571	248148	436482	414509	281496	203586	699687	451595	516707	382115	428108	121462	115182	396699	597331	429451	672383
	2	300684	894078	1123107	1161164	1561933	803220	800257	944155	863008	790039	713708	999326	925937	815853	778649	1079445	1012944	622201	569511	663316	975008	792687	811134	463020	464849	284163	295745	310407	356823	803790	1127176
	3	213065	160972	327327	439813	450905	284671	241015	411972	480633	316064	308892	301334	349963	343109	449661	260155	177749	229336	181778	132859	230492	61973	159138	167292	226229	225758	192094	61074	83384	126303	158562
	4	22969	45952	23944	35107	8264	2610	5604	2188	19025	5744	4841	36913	59608	5215	21952	2629	4697	1424	1823	4433	2254	5686	18371	30347	38872	4696	20602	12261	12363	4543	
	5	1406	87	0	954	1991	1355	231	0	4	605	2464	933	3	5917	353	2668	1033	1057	59	2	5	131	252	139	6869	7433	4895	2652	7717	4477	3576
	6	0	671	0	2467	533	190	630	0	0	0	1468	2378	0	2738	269	722	215	138	3	87	13	70	227	0	2005	2373	242	3725	11614	1450	372
	7	0	4	0	0	1296	15	0	0	0	0	11	344	0	706	110	295	0	0	0	15	6	9	10	0	29	268	3787	440	349	872	460
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1670	166	647	0	0	0	196	75	0	26	0	0	477	792	367	289	176
TR_FRA	1	39611	300170	93990	200666	84501	193323	89286	32654	6961	45856	78508	37994	20127																		
	2	337894	814612	774858	1377587	120679	495479	328983	47785	178531	267149	141233	109479	133294																		
	3	299981	70955	225830	177574	351225	9319	30211	1021	99429	106876	61125	33012	50379																		
	4	948	2480	16520	0	252361	0	0	179148	3936	1942	1094	530	5314																		
	5	0	0	0	0	59022	0	0	0	1	205	488	102	1																		
	6	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	291	261	0																	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	38	0																		
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
LL_JPN	1	28	402	263	299	392	395	1574	597	753	1185	44	34	15	23	11	0	1291	1406	23954	14217	3316	0	204	249	269	431	948	0	63	2464	2178
	2	1572	1646	2145	2725	3721	2609	11435	651	3867	4060	479	479	364	1433	2749	1684	3386	4674	3244	56	46	38	1016	1401	3162	3648	4844	1503	1130	3219	9749
	3	9860	10353	12829	10245	19856	18580	24264	8430	30200	4647	6526	3544	4562	7792	10706	8197	11273	11318	1086	4250	3214	4119	3145	4132	8902	5282	18065	11157	6436	10902	18550
	4	23004	27451	15560	10341	31514	23645	36225	20041	20603	4476	14742	8213	4141	12511	8638	12267	15612	6462	14323	13449	9934	14308	5516	4815	10962	9237	21168	11781	9562	13042	6908
	5	24463	25642	14540	5597	10782	10289	12778	6171	11073	8942	7400	3378	7802	9382	13300	12041	3319	8380	837	1853	1381	829	823	1537	1406	4150	9618	3931	3989	5843	11292
	6	7526	9419	4597	3466	11680	9386	19397	8063	7956	4943	13642	6378	1823	5884	2939	5900	6780	1198	2641	3787	3158	2782	4438	4107	2278	8713	5670	5040	6583	7314	35085
	7	756	1590	194	312	500	36	252	676	871	112	771	10	4596	3146	715	1501	476	1421	780	1332	1280	895	197	255	781	1270	5567	3756	4841	5116	1102
	8	7887	2274	900	1445	831	2293	6699	2425	1311	4935	2520	3053	2228	1083	4602	899	1855	2050	2129	2008	2002	3450	5262	5803	1341	5196	3416	3338	3405	3259	846
LL_TAI	1	0	2378	1092	651	2316	2886	5807	4229	6016	17363	4214	4959	42497	13557	759	0	0	1220	3204	7249	94625	40	12	22	0	147	0	136	0	0	
	2	6788	22943	22220	1043	12267	21369	16639	49694	29638	43023	19707	35289	63286	20189	0	0	0	0	2667	22683	1864	7343	0	0	0	0	400	40	924	1032	0
	3	80720	93753	108555	44667	64780	30920	40222	103330	103146	102087	89694	122557	76587	24433	7045	5364	82568	0	89482	33015	66020	42031	82779	87236	162906	3093	146877	12344	5179	9196	0
	4	131295	220341	139315	75196	161212	75968	86690	70072	166300	130992	123487	189058	72525	23137	15716	21621	23243	2932	103718	22340	76484	41063	48932	30814	57539	2137	193938	12000	48119	31929	270
	5	55143	208035	193556	102006	101961	113489	28420	90335	173810	156590	18667																				

Table 6. Standardized annual CPUEs for North Atlantic albacore used to fit the VPA-ADAPT model to assess the North stock.

	<i>Japan NB</i>	<i>Japan NB</i>	<i>Japan NB</i>	<i>Spain TR Age</i> 2	<i>Spain TR Age</i> 3	<i>USA Numb</i>	<i>France TR</i>	<i>France TR</i>	<i>Taiwan LL</i> adjusted(WG)
Age Range	3-8+	3-8+	3-8+	2	3	3 - 8	2-3	2-3	2-8+
Catch Units	Number	Number	Number	Number	Number	Number	Number	Number	Number
Effort Units	1000 hooks	1000 hooks	1000 hooks	fishing days	fishing days	1000 hooks	fishing days	fishing days	1000 hooks
Selectivity	Partial cath	Partial cath	Partial cath	Partial cath	Partial cath	Partial cath	Partial catch	Partial catch	Partial Catch
Model	Neg. Binomial	Neg. Binomial	Neg. Binomial	LogNormal	LogNormal	Delta log-normal	LogNormal	LogNormal	LogNormal
Used in assess	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Year									
1959	27.46								
1960	23.33								
1961	19.19								
1962	28.38								
1963	14.99								
1964	14.92								
1965	11.04								
1966	10.36								
1967	10.92								9.79
1968	11.14						0.69		12.54
1969	9.14	10.66					1.11		11.92
1970		10.50					1.12		9.72
1971		5.95					0.63		6.14
1972		3.00					1.25		6.81
1973		4.14					1.33		8.51
1974		3.60					1.31		8.34
1975		3.08	2.56				1.36		6.45
1976			2.14				0.95		8.74
1977			1.41				1.23		7.74
1978			1.18				1.46		8.10
1979			1.40				1.27		7.96
1980			1.32					1.46	8.94
1981			1.44	23.63	9.32			1.57	8.23
1982			1.26	31.13	18.04			1.55	8.84
1983			1.14	22.09	18.70			0.86	9.14
1984			1.00	18.21	13.24			0.47	7.85
1985			1.10	13.79	9.76			1.70	6.91

1986	0.61	22.16	13.87	1.072	0.37	5.50
1987	0.47	24.13	11.86	0.635	0.62	5.28
1988	0.75	24.30	14.56	0.633		11.57
1989	0.71	12.98	10.16	0.743		8.62
1990	0.54	22.21	7.87	1.188		5.42
1991	0.64	32.61	8.59	0.98		7.24
1992	0.51	27.78	11.00	0.678		5.60
1993	0.50	24.58	11.90	1.044		6.72
1994	0.64	40.13	8.11	1.148		4.64
1995	0.43	29.66	9.16	1.176		4.70
1996	0.37	34.74	3.53	0.752		3.09
1997	0.50	21.36	6.28	0.986		3.61
1998	0.82	19.63	8.18	1.025		4.09
1999	0.48	15.87	7.91	1.014		2.63
2000	0.79	7.97	8.70	1.079		2.52
2001	1.07	12.04	9.65	1.461		2.49
2002	1.13	11.05	4.01	1.336		2.58
2003	0.82	12.25	4.84	0.894		3.10
2004	0.62	27.64	8.23	1.01		2.52
2005	0.84	37.79	8.29	1.145		1.96

Table 7. Standardized annual CPUE s for South Atlantic albacore used to fit ASPM models used in the assessment.

	<i>Taiwan LL</i>	<i>Brazil</i>	<i>Japan</i>	<i>Japan early</i>	<i>Japan Transicion</i>	<i>Japan Bycatch</i>	<i>South Africa 1</i>	<i>South Africa 2</i>
	Adjusted (WG)							
Age range	3-8+	3-8+	3-8+	3-8+	3-8+	3-8+	2-4	2-4
Catch Units	Number	Number	Number	Number	Number	Number	Number	Number
Effort Units	1000 hooks		1000 hooks	1000 hooks	1000 hooks	1000 hooks	fishing days	fishing days
Selectivity	Partial catch	Partial catch	Partial catch	Partial catch	Partial catch	Partial catch	Partial catch	Partial catch
Model Used in assess	Log Normal Model	NB model	NB model	NB model	NB model	NB model	LogNormal	LogNormal
	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Year								
1959			40.39	40.39				
1960			38.09	38.09				
1961			30.60	30.60				
1962			21.93	21.93				
1963			21.23	21.23				
1964			21.31	21.31				
1965			14.36	14.36				
1966			13.05	13.05				
1967	20.74		13.87	13.87				
1968	18.49		12.80	12.80				
1969	19.72		7.74	7.74	8.53			
1970	14.80		4.10		4.10			
1971	14.90		6.49		6.49			
1972	10.34		3.48		3.48			
1973	9.02		2.34		2.34			
1974	10.19		1.38		1.38			
1975	11.91		0.83		0.83	0.80		
1976	12.60		1.02			1.02		
1977	13.75		0.62			0.62		
1978	12.28	1.17	1.18			1.18		
1979	11.43	3.32	0.47			0.47		
1980	10.51	0.98	0.70			0.70		
1981	8.38	1.26	1.34			1.34		
1982	8.39	0.23	1.10			1.10		

1983	8.23	0.74	0.86	0.86		
1984	9.29	1.17	0.87	0.87		
1985	8.88	0.52	1.43	1.43	735.42	
1986	8.78	0.93	1.72	1.72	661.58	
1987	7.76	2.19	0.66	0.66	799.78	
1988	5.60	1.48	0.53	0.53	636.29	
1989	5.05	2.11	0.62	0.62	584.27	
1990	5.24	2.00	0.83	0.83	576.40	
1991	6.06	2.71	0.94	0.94	542.31	
1992	7.19	1.36	0.53	0.53	655.47	
1993	6.13	0.74	0.47	0.47	602.80	
1994	7.79	1.59	0.69	0.69	632.83	
1995	7.75	1.10	0.45	0.45	652.88	
1996	8.17	2.16	0.50	0.50	681.66	
1997	7.67	1.98	0.68	0.68	826.70	
1998	6.66	1.78	0.65	0.65	841.63	
1999	5.55	1.50	0.73	0.73		1332.21
2000	5.10	1.39	1.24	1.24		1202.45
2001	6.18	0.98	1.15	1.15		1484.22
2002	5.00	0.67	0.77	0.77		1400.92
2003	4.64	0.32	0.77	0.77		1356.71
2004	5.11	0.45	1.02	1.02		1185.47
2005	4.53	0.40	0.78	0.78		1207.26

Table 8a. Summary of fisheries for the MFCL analyses (North).

<i>NORTH ATLANTIC</i>			
<i>Fish.</i>	<i>Name</i>	<i>Years</i>	<i>Gears/Flags</i>
1	ESP BB Recent	1981-2005	a- ESP BB b- MWTD all flags c- FR BB 1981- 2004
2	ESP FR TR all	1930-2005	a- ESP and FR TR 1930- 1980 b- ESP TR 1981- 2005 b- GIL all flags 1989- 2002
3	FR+SP BB early	1948-1980	a- ESP+FR BB
4	PRT BB	1958-2005	a- PRT BB b- Canary Islands BB and BB Cadiz
5	JPN target LL	1956-1969	a- JPN LL
6	JPN Trans LL	1970-1975	a- JPN LL
7	JPN Byc LL	1976-2005	a- JPN LL
8	CHTAI LL	1962-2005	a- Chinese Taipei LL b- all other LL 1960- 2005
9	KOR+PAN+CUB LL	1964-1993	a- KOR+PAN+CUB LL
10	OTH SURF	1950-2005	a- BB from Cap Verde and Venezuela and Cadiz b- TR from Ireland, Portugal, Grenada, SVG, St Lucia, USA c- All other catches except those mentioned above 1972- 2005

Table 8b. Summary of fisheries for the MFCL analyses (South).

<i>SOUTH ATLANTIC</i>			
<i>Fish.</i>	<i>Name</i>	<i>Years</i>	<i>Gears/Flags</i>
1	JPN target LL	1956-1969	a- JPN LL
2	JPN Trans LL	1970-1975	a- JPN LL
3	JPN Byc LL	1976-2005	a- JPN LL
4	CHTAI LL	1962-2005	a- Chinese Taipei LL b- LL for all others
5	BRA LL	1971-2005	a- Brazil LL
6	SA-NA BB early	1964-1998	a- RSA-Namibia BB early b- BB for Brazil, France, Portugal, Japan, Korea, St Helena
7	SA-NA BB late	1999-2005	a- RSA-Namibia BB late b- BB for Brazil, France, Portugal, Japan, Korea, St Helena
8	Other Surf	1961-2005	a- Surface gears other than BB

Table 9a. Catch (tons) by fishery used for MFCL.

YEAR	MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
1930	5		2137.5									2138
	8		8437.5									8438
	11		675.0									675
1931	5		2964.0									2964
	8		11700.0									11700
	11		936.0									936
1932	5		2441.5									2442
	8		9637.5									9638
	11		771.0									771
1933	5		2175.5									2176
	8		8587.5									8588
	11		687.0									687
1934	5		3587.2									3587
	8		14160.0									14160
	11		1132.8									1133
1935	5		3942.5									3943
	8		15562.5									15563
	11		1245.0									1245
1936	5		3192.0									3192
	8		12600.0									12600
	11		1008.0									1008
1937	5		2565.0									2565
	8		10125.0									10125
	11		810.0									810
1938	5		2778.2									2778
	8		10966.5									10967
	11		877.3									877
1939	5		3244.8									3245
	8		12808.5									12809
	11		1024.7									1025
1940	5		2182.7									2183
	8		8616.0									8616
	11		689.3									689
1941	5		2516.4									2516
	8		9933.0									9933
	11		794.6									795
1942	5		3188.2									3188
	8		12585.0									12585
	11		1006.8									1007
1943	5		3185.2									3185
	8		12573.0									12573
	11		1005.8									1006
1944	5		3223.0									3223
	8		12722.3									12722
	11		1017.8									1018
1945	5		5241.3									5241
	8		20689.5									20690
	11		1655.2									1655
1946	5		4420.5									4421
	8		17449.5									17450
	11		1396.0									1396
1947	5		3850.9									3851
	8		15201.0									15201
	11		1216.1									1216
1948	5		4579.2									4579
	8		18075.8									18076
	11		1446.1									1446
1949	5		5294.4									5294
	8		20898.8									20899
	11		1671.9									1672
1950	5		15442.8									15443
	8		22739.1									22739
	11		1442.0									1442
1951	5		12598.2									12598
	8		20193.8									20194
	11		1357.5									1357
1952	5		11858.1									11858
	8		19236.9									19237
	11		1302.7									1303
1953	5		9025.1									9025
	8		16068.5	3423.6								19492
	11		1148.7	451.5								1600
1954	5		12231.9									12232
	8		19222.1	6405.6								25628
	11		1275.7	844.8								2120
1955	5		9596.0									9596
	8		17442.7	2761.0								20204
	11		1260.7	364.1								1625
1956	5		12536.1			0.8						12537
	8		21371.3	4859.4		0.9						26232
	11		1491.2	640.9		0.2						2132
1957	5		11016.7			4.7					11021	

	8	17808.4	10629.9		86.7					28525
	11	1203.3	1329.5		43.6					2576
1958	2				9.1					9
	5	14591.7			153.6					14745
	8	18338.5	15326.6	300.0	263.0					34228
	11	1015.7	1931.6		519.3					3467
1959	2				75.8					76
	5	13107.0			129.3					13236
	8	16747.3	15953.7	570.0	79.4					33350
	11	942.9	1993.1		314.8					3251
1960	2				57.7	232.6				290
	5	13607.1			170.5	294.1				14072
	8	18378.1	15582.0	600.0	349.5					34910
	11	1087.8	1957.1		553.2					3598
1961	2				54.8	142.4				197
	5	7656.4			55.9	181.0				7893
	8	12411.1	18201.9	600.0	130.5					31344
	11	840.3	2318.2		138.8					3297
1962	2				15.5	285.4				301
	5	11670.1			790.7	363.9				12825
	8	18084.8	18490.6	620.0	4738.4	5.3				41939
	11	1188.9	2358.7		170.7	4.2				3722
1963	2				34.4	147.3				182
	5	9361.9			8955.1	186.2				18503
	8	14329.8	17524.6	970.0	4890.2	5.5				37720
	11	934.2	2244.2		753.3	4.4				3936
1964	2				406.3	143.1	17.5			567
	5	10127.4			9480.5	183.2	13.5			19805
	8	16779.9	17668.6	500.0	3941.8	32.2	9.7			38932
	11	1151.4	2259.9		1883.8	24.5	10.7			5330
1965	2			83.6	2832.9	141.0	83.1			3141
	5	9296.9		123.3	7517.8	180.9	90.3			17209
	8	15212.0	16850.6	853.6	2272.7	35.8	79.6			35304
	11	1036.0	2178.7	22.6	1701.5	27.2	38.5			5004
1966	2			94.8	483.4	94.7	30.5			703
	5	8355.2		139.8	2436.3	125.4	85.4			11142
	8	13518.7	14280.0	366.7	886.4	64.3	111.6			29228
	11	913.8	1847.3	25.7	2053.6	48.8	1381.6			6271
1967	2			104.3	1177.0	254.6	1357.4			2893
	5	11855.4		154.1	1640.3	320.3	1050.0			15020
	8	17680.1	15312.6	714.8	1118.7	315.1	778.5			35920
	11	1131.5	1979.0	82.8	835.5	445.9	829.2			5304
1968	2			114.5	695.4	399.2	611.9			1821
	5	8609.4		168.7	1033.7	479.6	543.2			10835
	8	14391.5	11928.2	134.2	1171.5	854.0	438.0			28917
	11	992.8	1550.2	39.1	405.0	319.6	339.6			3646
1969	2			125.2	1524.8	619.8	2349.7			4619
	5	6627.7		184.7	1601.0	432.1	1800.3			10646
	8	10587.9	12113.4	498.4	1249.0	616.4	1331.0			26396
	11	710.2	1579.8	70.7	341.5	928.1	1443.8			5074
1970	2			82.6	987.7	967.1	1709.5			3747
	5	6592.9		121.8	1834.9	2005.6	1296.0			11851
	8	8616.8	12328.1	194.0	1409.3	1184.7	947.9			24681
	11	495.0	1608.1	51.6	1642.3	757.6	1056.9			5612
1971	2			132.0	2155.7	1120.9	2629.0			6038
	5	9772.5		194.7	1589.7	823.3	1993.6			14374
	8	13448.0	13246.4	87.9	1525.6	325.7	1458.7			30092
	11	808.9	1731.4	285.0	1201.5	665.8	1625.7			6318
1972	2			237.5	750.9	1981.8	2792.0			5762
	5	10806.1		353.9	149.4	301.3	2124.8	1.0		13737
	8	14953.6	6269.2	103.3	279.8	626.6	1558.7	9.0		23800
	11	903.5	821.6	458.4	138.7	1641.0	1722.0			5685
1973	2				525.2	4374.8	2442.1			7342
	5	7688.6		5.1	161.0	1219.8	1851.7			10926
	8	10403.5	6607.9	977.5	193.8	2278.4	1354.2			21815
	11	616.4	860.3	382.4	585.1	1627.9	1510.6			5583
1974	2				774.3	2690.1	431.5			3896
	5	3844.6	13.2	37.8	329.2	2551.1	488.5	1.3		7266
	8	16406.7	10356.4	2078.7	476.7	1363.8	1187.6	11.7		31882
	11	706.9	1337.4	162.5	478.9	2933.0	932.0			6551
1975	2			440.0	476.7	2902.9	812.4			4632
	5	1360.2		654.1	355.8	1218.5	929.3			4518
	8	7624.4	5409.4	4427.7	110.6	1022.0	450.5			19045
	11	511.7	4284.5	4471.2	387.5	3079.6	963.9			13698
1976	2			152.8		444.4	6165.8	1786.2		8549
	5	1288.7		238.4		154.0	1286.3	2240.8		5208
	8	11930.7	10292.4	4570.7		349.4	1851.5	1690.6		30685
	11	698.1	3168.3	1804.5		397.4	5666.4	973.2		12708
1977	2			429.9		384.7	4819.5	2456.1		8090
	5	3355.5		387.0		42.9	2045.5	2095.9		7927
	8	13446.0	6222.3	2861.4		28.9	1811.6	1048.5	2.0	25421
	11	590.3	3655.6	2002.8		368.3	5148.3	618.5		12384
1978	2			179.0		171.1	4713.6	1308.3		6372
	5	1694.6	5.5	967.3		14.1	1991.9	954.9	0.1	5628
	8	21441.2	8219.3	13.3		64.8	1183.5	978.9	0.9	31902

	11		793.6	2489.5	85.1		281.2	1832.0	662.1		6143
1979	2				43.8		326.4	2969.5	1397.1	2.6	4739
	5		1881.1		572.8		141.2	1474.1	1296.4		5366
	8		20993.3	12698.6	131.1		98.1	957.2	372.6	40.0	35291
	11		469.5	2302.5	2.3		653.8	2165.3	356.1	19.4	5969
1980	2				3.0		339.2	2451.0	538.9	10.5	3342
	5		1088.7		369.9		56.1	1505.9	140.5	4.8	3166
	8		11836.0	13205.7	63.7		138.5	1119.0	233.7	5.9	26603
	11		133.0	2374.2	153.0		501.6	2318.1	108.6	5.4	5594
1981	2				950.0		477.2	1532.5	247.5	2.0	3209
	5		881.3		193.8		157.2	1663.1	207.2	47.1	3150
	8		10154.5	9764.6	305.1		366.9	1940.3	401.0	424.0	23356
	11		1806.9	128.5			738.2	1780.0	307.3	51.0	4812
1982	2				309.8		115.6	2206.7	634.6	22.6	3289
	5		328.0		434.7		104.1	2870.9	594.2	130.4	4462
	8		14396.3	12345.1	73.5		93.8	2136.2	500.5	657.0	30202
	11		587.2	155.4	5.1		466.9	3309.1	172.0	18.7	4714
1983	2				91.2		867.6	3347.2	264.1	335.2	4905
	5		104.4	4.0	823.5		58.4	4167.6	248.6	90.2	5497
	8		12747.6	12534.7	1577.0		27.8	2979.8	220.0	375.5	30462
	11		5536.7	248.6	54.6		202.4	4339.8	140.6	103.0	10626
1984	2				849.1		198.0	5051.2	958.2	530.1	7587
	5		29.1	215.4	424.3		87.4	4034.8	1146.4	254.9	6192
	8		6027.4	10641.4	206.3		14.8	2882.0	866.9	2001.1	22640
	11		395.9	191.1	266.3		275.8	3576.8	615.4	92.4	5414
1985	2				450.2		506.7	4528.6	261.2	39.4	5786
	5		222.6		949.6		50.2	3662.3	333.0	44.0	5262
	8		8799.8	9122.5	511.3		73.9	2785.4	268.3	153.1	21714
	11		1596.8	1300.3	186.1		214.3	4582.6	148.8	12.2	8041
1986	2				304.0		145.4	7219.3	340.3	4.9	8014
	5		8.2	1280.6	124.7		10.5	5165.0	264.5	52.6	6906
	8		9127.1	8613.0	149.3		71.6	3604.9	189.4	226.1	21981
	11		5170.9	943.8	314.0		243.4	3843.6	135.4	1.5	10652
1987	2				75.0		188.0	4135.1	31.3	0.5	4430
	5		45.4	1327.9	113.5		7.8	1280.4	14.0	17.3	2806
	8		15186.0	8847.9	5.1		65.5	1016.0	19.1	242.0	25382
	11		3175.7	1362.3	417.1		233.1	293.8	12.6	2.3	5497
1988	2				212.7		292.1	462.7	0.8	13.0	981
	5		296.8	852.9	130.9		12.0	921.1	11.6	7.5	2233
	8		11628.3	9145.0	6.8		35.7	605.7	7.7	303.2	21732
	11		5244.7	2082.3	101.8		383.5	280.5		18.4	8111
1989	2				150.9		437.1	396.3	0.6	12.2	997
	5		388.9	994.1	4.4		48.9	383.8	38.0	10.8	1869
	8		11014.5	8483.4	15.2		29.9	298.1	13.5	176.9	20032
	11		5914.7	2510.7	136.8		248.5	332.7	0.9	29.0	9173
1990	2				114.4		405.7	655.9	12.7	1.0	1190
	5		328.0	1589.6	80.0		4.0	433.8	18.1	400.1	2854
	8		11401.3	9914.2	2246.3		20.8	382.0	4.2	158.1	24127
	11		3316.6	1154.9	2160.6		307.2	437.9	1.1	1008.8	8387
1991	2				158.1		299.7	1456.7		33.0	1948
	5		145.4	2418.2	65.8		10.3	1465.2	1.0	60.1	4166
	8		7060.9	9346.2	5.3		16.9	912.4		244.7	17586
	11		805.3	917.9	1177.8		363.9	829.9		191.3	4286
1992	2				52.7		179.5	486.9	29.4	20.9	769
	5		473.6	2100.2	317.0		11.2	749.1		139.9	3791
	8		9327.1	9059.7	422.5		14.0	1135.9		142.6	20102
	11		2014.0	1128.4	2322.0		261.3	300.1		189.4	6215
1993	2				109.2		186.6	104.0	67.7	26.7	494
	5		235.1	1760.5	39.1		11.7	2486.5		63.0	4596
	8		10348.6	10893.9	198.4		14.2	1771.0		323.9	23550
	11		281.2	477.7	6121.3		272.4	2179.8		151.4	9484
1994	2				325.7		211.0	989.5		210.5	1737
	5		372.0	2749.3	231.5		4.3	1076.6		209.4	4643
	8		9077.6	8972.6	276.0		26.4	3148.8		211.1	21712
	11		1125.9	1344.1	2510.8		263.4	1588.9		209.8	7043
1995	2				22.5		161.2	584.1		31.8	800
	5		554.5	1845.4	252.4		13.4	928.9		76.4	3671
	8		10416.9	10682.3	2847.6		26.4	1482.9		173.0	25629
	11		702.8	1193.3	4532.9		185.1	1473.6		184.2	8272
1996	2				342.2		79.4	2728.9		30.1	3181
	5		502.1	1341.4	188.0		41.2	501.3		158.7	2733
	8		10137.3	7692.2	397.9		27.5	404.6		270.8	18930
	11		364.1	568.4	1988.7		317.9	540.5		175.9	3955
1997	2				601.1		122.9	1529.4		81.5	2335
	5		552.1	1947.2	512.3		26.6	1490.3		81.1	4610
	8		8787.8	8491.2	184.1		7.6	508.2		464.1	18443
	11		1897.7	1070.3	147.9		256.9	110.3		96.9	3580
1998	2				174.9		253.2	1268.8		133.5	1830
	5		351.1	3204.3	73.8		35.9	873.6		52.6	4591
	8		7762.0	7489.8	9.9		13.8	919.3		648.5	16843
	11		269.3	1264.7	180.2		143.1	375.9		96.8	2330
1999	2				344.1		130.5	2176.6		79.0	2730
	5		990.2	4121.3	326.0		43.3	911.9		32.5	6425
	8		9537.3	8932.6	725.4		7.9	1259.7		134.7	20598
	11		543.2	1513.1	898.5		243.3	1860.7		40.0	5099

2000	2			112.1		138.7	2515.6	97.6	2864
	5	163.0	950.1	91.1		32.5	2160.9	38.9	3437
	8	13178.2	9408.2	209.1		72.8	1171.2	278.2	24318
	11	845.9	453.7	117.6		444.0	781.1	1239.7	3882
2001	2			355.3		392.2	1904.9	171.0	2823
	5	266.7	867.5	1162.4		99.3	1802.6	11.3	4210
	8	7628.7	6014.9	838.4		30.0	1379.4	168.5	16060
	11	986.3	309.1	289.3		604.5	1131.6	177.0	3498
2002	2			90.0		414.6	2541.8	102.5	3149
	5	124.6	395.0	1339.5		92.0	1862.3	45.8	3859
	8	6150.1	4531.7	1230.9		14.8	695.5	345.2	12968
	11	1235.3	494.6	374.0		189.7	353.0	62.4	2709
2003	2			538.0		362.7	1541.5	159.3	2602
	5	691.8	259.7	626.9		95.1	1818.7	88.4	3581
	8	9076.4	4561.3	389.4		26.1	2077.6	432.9	16564
	11	635.0	371.8	278.8		198.0	1141.6	109.4	2735
2004	2			399.4		422.7	209.2	110.5	1142
	5	563.1	450.7	172.3		62.8	1876.3	295.9	3421
	8	8493.2	6516.4	297.5		38.5	2061.7	508.8	17916
	11	701.3	509.6	100.4		343.7	1371.6	89.9	3116
2005	2			131.8		850.9	3287.1	48.5	4318
	5	1552.3	950.6	380.2		66.0	606.8	20.7	3577
	8	14795.3	8493.0	479.0		54.7	685.3	389.3	24897
	11	1405.9	726.0	141.7		751.7	299.2	82.4	3407

Table 9b. Catch (tons) by fishery used for MFCL (South).

YEAR	MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8	Grand Total
1956	5	5.7								5.7
	8	10.6								10.6
	11	4.6								4.6
1957	2	15.9								15.9
	5	194.5								194.5
	8	134.0								134.0
	11	380.7								380.7
1958	2	447.3								447.3
	5	368.0								368.0
	8	24.9								24.9
	11	206.9								206.9
1959	2	631.7			526.2					1157.9
	5	294.8			524.6					819.4
	8	15.2			548.9					564.1
	11	2073.0			100.3					2173.3
1960	2	2087.0			557.7					2644.7
	5	553.7			556.1					1109.8
	8	77.6			581.8					659.4
	11	5955.1			106.4					6061.5
1961	2	2670.5			761.8					3432.3
	5	1290.8			318.8					1609.6
	8	796.2			192.6			99.2		1088.0
	11	4135.9			198.8			300.8		4635.5
1962	2	4999.8			108.5					5108.3
	5	492.8			163.2					656.0
	8	1893.9			236.3			446.3		2576.4
	11	9035.2			241.1			1353.7		10630.0
1963	2	9120.6			298.9					9419.5
	5	577.0			1008.8					1585.8
	8	2231.6			562.6					2794.2
	11	3174.8			410.7					3585.5
1964	2	5383.5			462.5		5.5			5851.5
	5	704.4			879.5		5.5			1589.4
	8	7390.8			499.5		5.5			7895.8
	11	10258.8			398.1		5.5			10662.4
1965	2	5264.0			443.7					5707.7
	5	7541.8			288.6					7830.4
	8	9839.9			409.6					10249.5
	11	5663.3			394.6					6057.9
1966	2	4006.7			166.4					4173.1
	5	9413.6			1290.9					10704.5
	8	4960.4			1672.1					6632.5
	11	2642.6			3156.4					5799.0
1967	2	2037.2			611.1					2648.3
	5	1638.0			1626.8					3264.8
	8	2165.9			3540.9					5706.8
	11	1877.6			2387.1					4264.7
1968	2	1181.4			1243.8		9.5			2434.7
	5	5785.2			4734.4		9.5			10529.1
	8	3386.0			4326.0		9.5			7721.5
	11	1504.5			3489.1		9.5			5003.1
1969	2	1532.6			5061.8					6594.4
	5	2289.6			5030.3					7319.9
	8	1545.2			5212.6					6757.8

	11	963.8	6857.5				7821.3
1970	2	2045.9	2666.4				4712.3
	5	3434.5	4712.0				8146.5
	8	275.4	4791.5				5067.0
	11	143.0	5585.7				5728.7
1971	2	549.3	2309.0	20.1			2878.4
	5	1665.2	5972.4	16.9			7654.5
	8	785.1	8734.3	21.3			9540.7
	11	217.5	4588.2	4.7			4810.4
1972	2	387.7	5219.8	5.1			5612.6
	5	1346.0	10882.4	4.3			12232.7
	8	160.6	9673.3	5.4		24.8	9864.1
	11	193.1	5201.0	1.2		75.2	5470.5
1973	2	89.9	4157.1		0.5		4248.2
	5	120.5	9677.0	60.0			9858.3
	8	38.4	7810.0		0.1		7873.1
	11	29.3	6133.3		0.4		6235.8
1974	2	26.3	2782.9	1.5	48.8		2871.6
	5	48.1	5793.3	75.9	1.4		5919.9
	8	20.3	6746.1	88.6	12.8		6882.6
	11	14.2	3953.0	3.0	34.0		4029.2
1975	2	4.9	2614.5	7.3	31.3		2724.1
	5	30.0	6054.0	58.3	2.0		6151.1
	8	178.4	4616.9	91.8			4888.1
	11	93.2	3694.4	12.6	12.7		3844.0
1976	2		28.1	2127.0	6.0		2209.4
	5		15.6	5995.5	74.5		6210.0
	8		10.0	6283.8	83.8		6377.6
	11		19.6	4487.0	131.7		4662.6
1977	2		14.1	3246.5	88.6	2.3	3534.3
	5		45.5	8447.9	181.7	0.3	8786.5
	8		36.3	5174.5	148.8	20.6	5418.4
	11		9.1	3674.9	125.8	43.5	3926.4
1978	2		26.3	4224.7	37.1		4332.3
	5		18.7	9064.4	201.1		9331.4
	8		77.6	5952.3	191.7	13.7	6255.8
	11		12.1	2975.3	25.2	29.4	3250.2
1979	2		13.8	5493.7	16.9		5739.9
	5		14.6	8539.5	102.9	47.9	9023.1
	8		27.9	4163.5	228.4		4499.7
	11		48.2	3160.2	32.7	5.2	3366.1
1980	2		63.2	3990.2	12.9	415.4	4767.9
	5		171.5	7692.6	73.4	601.7	8921.0
	8		80.5	4308.8	282.9	36.7	4755.2
	11		18.5	3957.9	20.8	291.8	4490.4
1981	2		137.4	5033.9	0.9	749.0	6238.8
	5		293.8	6051.6	61.2	324.0	7780.6
	8		76.4	3701.7	164.2	2.0	3956.4
	11		50.9	4824.7	29.6	646.0	6068.3
1982	2		198.6	5613.7	7.2	1255.3	7465.4
	5		264.6	9111.5	259.2	636.1	11334.9
	8		45.2	5619.9	404.7	0.6	6106.2
	11		61.2	3612.7	57.9	683.0	4769.6
1983	2		67.9	3424.9	14.8	595.8	4434.0
	5		25.5	3530.3	185.7	405.9	4665.5
	8		21.1	2113.1	418.8	49.8	2615.9
	11		47.2	2032.5	58.7	742.5	3203.5
1984	2		56.8	1698.4	31.9	1885.4	3802.6
	5		55.0	2852.4	167.8	673.5	4046.4
	8		33.3	2000.5	246.5	937.7	3273.0
	11		78.8	2589.7	22.8	669.4	3477.9
1985	2		162.0	3851.6	18.6	2220.5	6374.5
	5		203.5	9021.7	169.0	3326.5	13006.5
	8		209.5	4798.8	81.7	1541.1	6668.4
	11		47.0	4083.3	23.7	820.5	5046.1
1986	2		126.1	7128.1	41.0	2730.3	10146.5
	5		259.4	11358.2	208.8	2567.0	14715.7
	8		284.3	6286.4	203.4	1083.7	7961.9
	11		68.5	3801.9	48.2	446.7	4462.0
1987	2		60.3	9060.2	17.7	1147.8	10536.0
	5		138.4	10344.7	172.6	3113.2	14562.9
	8		135.5	6356.6	112.3	1284.1	8021.3
	11		22.4	4524.0	19.4	2636.3	7512.0
1988	2		52.2	5876.0	16.1	2338.2	8378.7
	5		168.2	7685.5	212.4	2728.2	11091.1
	8		114.4	3884.7	144.9	1231.9	5463.1
	11		69.9	3581.7	22.1	1397.4	5174.2
1989	2		82.7	5818.6	28.6	2602.5	8620.5
	5		68.2	4767.7	211.1	2236.7	7482.0
	8		126.9	4060.2	173.5	611.3	5056.1
	11		171.8	3877.4	20.4	1943.4	6053.6
1990	2		76.8	4820.2	21.7	2916.4	8799.5
	5		172.2	7229.8	256.0	1834.3	9614.4
	8		265.4	5909.0	191.5	746.9	7149.9
	11		71.8	2559.0	15.7	483.4	3149.1

1991	2	108.2	4957.1	16.1	1115.7	122.6	6319.8
	5	175.0	5382.8	154.8	1138.1	314.3	7164.9
	8	235.4	4591.7	295.6	95.0	19.2	5236.9
	11	135.6	5286.2	628.5	1105.1	97.2	7252.6
1992	2	58.8	5329.5	626.5	2503.5	218.6	8737.0
	5	161.3	8248.4	571.0	2725.7	2286.2	13992.6
	8	228.7	6988.5	381.8	215.2	113.3	7927.5
	11	134.2	3258.2	1130.5	1045.6	292.5	5861.0
1993	2	46.9	3422.2	791.7	2647.4	220.0	7128.1
	5	128.8	4678.4	719.7	1601.1	1246.1	8374.0
	8	183.5	3954.7	599.6	515.8	9.4	5263.0
	11	107.9	7824.5	1488.7	2611.7	13.1	12045.9
1994	2	72.0	7358.3	168.1	2170.9	847.9	10617.2
	5	194.1	9172.9	113.8	980.4	257.0	10718.2
	8	236.7	4364.7	362.1	2231.4	213.4	7408.3
	11	148.3	2225.3	189.6	3562.3	241.3	6366.8
1995	2	42.4	1381.7	14.4	6128.2	105.5	7672.2
	5	85.6	5367.7	297.3	91.8	7.1	5849.5
	8	217.4	5519.7	322.7	734.5	245.3	7039.6
	11	43.6	6655.1	86.2	136.4	64.2	6985.5
1996	2	57.8	5931.3	32.5	1329.9	47.8	7399.3
	5	174.5	5537.2	323.4	1388.1		7423.2
	8	126.7	4391.9	398.1	788.2	224.3	5929.2
	11	76.0	3897.2	52.0	3451.2	194.5	7671.0
1997	2	83.1	3768.3	68.2	1709.8	92.0	5721.4
	5	132.0	7408.6	182.1	1533.2	30.0	9286.0
	8	175.6	4983.3	163.0	770.8	65.0	6157.7
	11	33.3	2374.0	175.6	4096.0	177.4	6856.4
1998	2	13.8	3208.5	469.4	2534.8	341.2	6567.6
	5	101.8	6314.6	762.1	2788.5	80.3	10047.2
	8	261.0	4542.7	802.9	2528.3	9.4	8144.4
	11	41.4	2302.1	978.6	2501.4	12.2	5835.7
1999	2	35.2	4696.3	257.5	1270.3	32.3	6291.5
	5	211.3	5745.7	445.9	1847.4	166.4	8416.8
	8	273.1	3766.0	378.7		101.6	4597.2
	11	81.4	4338.5	396.1		3489.7	8337.0
2000	2	18.6	4832.9	577.1	1977.5	47.8	7453.9
	5	185.2	6651.3	1081.4	3088.7	30.9	11037.5
	8	251.3	4226.3	894.2	459.6	12.2	5843.5
	11	99.0	4371.9	1205.5	1347.6	20.4	7044.5
2001	2	61.9	6136.2	1595.9	3058.4	112.0	10964.4
	5	76.4	4917.5	943.2	4702.3	173.8	10813.3
	8	146.1	6184.7	651.6	447.2	24.3	7453.9
	11	56.6	4216.6	3047.7	2152.0	91.8	9564.7
2002	2	69.4	5352.2	2429.7	4351.0	139.6	12341.9
	5	33.2	6061.0	171.0	1916.1	66.5	8247.8
	8	117.3	5503.2	204.4	271.1	0.1	6096.2
	11	11.1	1658.5	59.6	3173.8	155.7	5058.7
2003	2	50.1	6388.5	89.1	2197.6	19.0	8744.2
	5	59.1	5776.7	73.9	2619.9	186.9	8716.5
	8	158.9	3687.3	145.7	35.4	187.1	4214.4
	11	46.9	2648.6	1535.4	2120.5	9.1	6360.6
2004	2	35.1	2985.4	27.3	3488.3	60.3	6596.4
	5	82.3	3584.4	52.3	2312.4	73.8	6105.2
	8	272.5	3765.2	85.7	241.3	24.4	4389.2
	11	109.9	3605.5	120.2	1433.3	157.6	5426.6
2005	2	6.6	9054.1	67.6	1857.6	315.5	11301.3
	5	4.5	2232.3	97.6	1223.4	90.1	3647.9
	8	376.0	535.2	95.8	10.9	236.2	1254.0
	11		432.2	98.0	1992.0	177.7	2699.9

Table 10a. Effort data used in MFCL (North). (negative values indicate missing effort).

YEAR	MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1930	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1931	5		-1.0								
	8		8521.5								
	11		-1.0								
1932	5		-1.0								
	8		9012.9								
	11		-1.0								
1933	5		-1.0								
	8		9751.9								
	11		-1.0								
1934	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1935	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1936	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1937	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1938	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1939	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1940	5		-1.0								
	8		8202.8								
	11		-1.0								
1941	5		-1.0								
	8		6405.1								
	11		-1.0								
1942	5		-1.0								
	8		6755.7								
	11		-1.0								
1943	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1944	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1945	5		-1.0								
	8		13020.0								
	11		-1.0								
1946	5		-1.0								
	8		14359.8								
	11		-1.0								
1947	5		-1.0								
	8		16081.6								
	11		-1.0								
1948	5		-1.0								
	8		13033.5								
	11		-1.0								
1949	5		-1.0								
	8		21973.4								
	11		-1.0								
1950	5		-1.0								
	8		22430.2								
	11		-1.0								
1951	5		-1.0								
	8		19740.4								
	11		-1.0								
1952	5		-1.0								
	8		-1.0								
	11		-1.0								
1953	5		-1.0								
	8		-1.0	-1.0							
	11		-1.0	-1.0							
1954	5		-1.0								
	8		-1.0	-1.0							
	11		-1.0	-1.0							
1955	5		-1.0								
	8		-1.0	-1.0							
	11		-1.0	-1.0							
1956	5		-1.0			-1.0					
	8		-1.0	-1.0		-1.0					
	11		-1.0	-1.0		-1.0					
1957	5		-1.0			-1.0					

	8	12272.3	12233.8			-1.0		
	11	-1.0	1530.1			-1.0		
1958	2					-1.0		
	5	-1.0				-1.0		
	8	15218.6	18118.9	-1.0		-1.0		
	11	-1.0	2283.5			-1.0		
1959	2					45.9		
	5	-1.0				56.1		
	8	13962.6	13425.4	-1.0		160.8		
	11	-1.0	1677.2			196.7		
1960	2					40.8		-1.0
	5	-1.0				263.2		-1.0
	8	12531.3	13533.5	-1.0		527.6		
	11	-1.0	1699.8			214.6		
1961	2					14.8		-1.0
	5	-1.0				243.2		-1.0
	8	9598.5	17054.0	-1.0		274.6		
	11	-1.0	2172.0			78.3		
1962	2					2.1		-1.0
	5	-1.0				923.1		-1.0
	8	12805.4	15175.3	-1.0		6622.1		-1.0
	11	-1.0	1935.8			224.0		-1.0
1963	2					37.4		-1.0
	5	-1.0				14527.3		-1.0
	8	14637.9	14536.1	-1.0		9343.1		-1.0
	11	-1.0	1861.5			837.5		-1.0
1964	2					370.0		-1.0
	5	-1.0				20447.2		-1.0
	8	14274.0	14064.2	-1.0		8610.2		-1.0
	11	-1.0	1798.9			1677.7		-1.0
1965	2			-1.0		2408.0		-1.0
	5	-1.0		-1.0		20896.5		-1.0
	8	11094.2	18855.8	-1.0		7400.7		-1.0
	11	-1.0	2438.0	-1.0		2814.0		-1.0
1966	2			-1.0		545.4		-1.0
	5	-1.0		-1.0		7241.2		-1.0
	8	16426.8	14151.8	-1.0		2636.2		-1.0
	11	-1.0	1830.7	-1.0		3384.2		-1.0
1967	2			-1.0		2004.7		-1.0
	5	8103.3		-1.0		3709.8		-1.0
	8	16148.1	27778.5	-1.0		2589.0		344.3
	11	1035.2	3590.1	-1.0		1246.2		270.7
1968	2			-1.0		1134.2		200.0
	5	9858.9		-1.0		2441.6		274.3
	8	16113.5	14312.6	-1.0		2489.5		490.5
	11	992.7	1860.0	-1.0		607.0		180.4
1969	2			-1.0		2710.3		311.5
	5	9765.9		-1.0		4015.8		406.0
	8	10087.7	17250.1	-1.0		3396.9		351.3
	11	-1.0	2249.7	-1.0		764.8		393.0
1970	2			-1.0		412.8		516.7
	5	5150.3		715.6		778.7		1451.3
	8	8352.9	12687.1	603.5		1291.7		835.5
	11	434.2	1655.0	39.0		692.7		673.7
1971	2			-1.0		1310.4		807.1
	5	4980.3		2573.9		1269.0		905.6
	8	10444.0	17613.6	664.0		2127.8		532.4
	11	595.8	2302.2	486.1		1183.8		866.3
1972	2			-1.0		714.1		1297.7
	5	3866.6		1336.7		233.9		445.1
	8	11281.5	8205.7	195.1		845.0		876.8
	11	1355.9	1075.4	209.0		318.1		1142.0
1973	2					436.5		2396.8
	5	4438.3		13.5		182.5		1300.3
	8	8754.2	8797.0	1360.2		434.0		2056.7
	11	329.8	1145.3	125.6		790.6		1171.5
1974	2					633.1		1676.0
	5	3612.8	8.3	80.0		413.6		2247.2
	8	16548.5	6557.8	2338.7		1361.8		1504.5
	11	483.5	846.9	43.6		808.3		1935.9
1975	2			-1.0		521.3		2205.7
	5	3607.3		4941.3		508.6		1797.4
	8	8608.7	4915.3	16723.8		360.4		1284.6
	11	762.8	3893.2	3940.5		707.8		2081.3
1976	2			-1.0		132.2		2921.1
	5	877.4		3151.5		98.5		1089.5
	8	3548.3	-1.0	30211.6		180.1		2906.5
	11	284.9	-1.0	2891.6		215.9		3608.1
1977	2			-1.0		217.5		3530.5
	5	2924.1		20464.1		32.9		1446.4
	8	9067.1	-1.0	75652.9		28.9		1855.7
	11	1035.0	-1.0	11767.0		240.7		4947.8
1978	2			-1.0		130.3		2616.2
	5	3291.2	-1.0	-1.0		12.2		2257.7
	8	11997.4	-1.0	702.6		97.4		1179.8
								1327.6
								-1.0

	11		900.9	-1.0	1124.5		162.5	1419.3	586.7	
1979	2				-1.0		338.7	1403.0	1142.9	-1.0
	5		1197.7		3365.6		71.2	1518.9	1961.4	
	8		10111.2	-1.0	407.7		90.6	1407.8	851.4	-1.0
	11		453.6	-1.0	1.7		397.5	1477.3	594.4	-1.0
1980	2				-1.0		248.8	1013.6	654.4	-1.0
	5		975.6		19562.0		15.7	1506.0	202.4	-1.0
	8		7580.9	-1.0	3369.2		271.2	1255.2	372.1	-1.0
	11		-1.0	-1.0	1618.1		456.7	1644.5	125.4	-1.0
1981	2				-1.0		261.4	1011.3	392.0	-1.0
	5		688.4		539.4		110.0	1486.0	270.7	-1.0
	8	10467.9	10957.0		436.0		360.0	1866.4	601.2	-1.0
	11	2156.3	-1.0				511.8	1347.1	485.1	-1.0
1982	2				-1.0		64.1	1447.8	1355.2	-1.0
	5		569.3		1915.6		49.6	2181.3	290.9	-1.0
	8	14890.0	15456.4		162.0		141.4	2154.0	779.3	-1.0
	11	604.5	-1.0		2.7		519.6	2078.8	416.2	-1.0
1983	2				-1.0		390.5	2556.5	886.0	34.8
	5	122.0	9.5		531.0		46.3	3236.9	873.5	378.0
	8	12246.3	16527.2		531.1		62.4	2393.7	463.8	257.0
	11	5518.4	754.6		4.4		166.5	2118.0	110.7	133.9
1984	2				-1.0		184.8	2945.6	1001.3	-1.0
	5	-1.0	153.7		747.9		63.6	3634.0	404.6	217.6
	8	6524.4	12409.8		191.4		30.4	3080.8	1089.7	114.7
	11	-1.0	213.4		59.4		222.1	3313.3	454.8	23.4
1985	2				-1.0		298.5	3487.2	1162.9	11.4
	5		311.4		2642.9		48.8	3289.0	579.2	357.9
	8	8790.3	17802.2		751.1		88.8	4006.3	850.5	1255.9
	11	1578.2	1474.1		64.3		240.6	3805.3	281.9	18.1
1986	2				-1.0		182.4	6945.7	-1.0	2.4
	5	-1.0	907.5		824.4		26.2	6970.1	-1.0	5815.9
	8	9386.8	12442.4		526.3		99.3	4705.1	-1.0	2434.6
	11	5254.2	1337.5		272.2		442.3	5052.5	-1.0	1.5
1987	2				-1.0		142.0	4829.6	-1.0	-1.0
	5	-1.0	-1.0		428.6		27.7	1930.8	-1.0	463.8
	8	14062.5	17720.9		10.4		137.1	1103.6	-1.0	1598.1
	11	3249.6	1505.2		204.2		974.0	305.8	-1.0	-1.0
1988	2				-1.0		338.6	241.1	-1.0	45.2
	5	-1.0	1703.1		-1.0		10.7	556.1	-1.0	39.0
	8	11141.6	14663.4		359.5		108.1	336.5	-1.0	1584.4
	11	4966.5	2673.4		1793.9		432.5	167.0		-1.0
1989	2				-1.0		361.2	205.9	-1.0	3.6
	5	-1.0	2140.0		-1.0		87.0	348.2	-1.0	409.5
	8	10871.3	19739.0		803.8		74.4	221.3	-1.0	1630.5
	11	6083.7	5971.2		1808.5		306.0	288.1	-1.0	99.8
1990	2				-1.0		426.2	493.9	-1.0	-1.0
	5	-1.0	3657.4		128.2		13.4	496.9	-1.0	781.8
	8	9902.2	16355.5		1855.9		55.3	705.7	-1.0	1065.0
	11	3439.5	1868.1		427.9		425.1	579.4	-1.0	8552.0
1991	2				-1.0		322.7	1257.2		12.2
	5	-1.0	1401.3		-1.0		20.4	1217.0	-1.0	1637.4
	8	6518.0	9992.2		-1.0		44.7	1033.0		1839.3
	11	854.7	711.1		62279.9		427.2	771.7		400.4
1992	2				-1.0		313.4	553.3	-1.0	42.7
	5	-1.0	1383.2		838.2		24.3	767.7		488.0
	8	8707.5	11630.4		587.9		44.1	1858.9		3118.6
	11	2759.7	787.9		762.6		375.1	389.9		1350.7
1993	2				-1.0		315.1	178.5	-1.0	14.8
	5	-1.0	2775.2		76.6		34.8	2474.6		650.0
	8	9465.1	13305.7		201.7		34.7	1531.6		2087.2
	11	280.8	512.9		1484.8		390.4	2655.6		51.9
1994	2				-1.0		475.3	1526.8		700.8
	5	-1.0	6187.9		720.1		17.0	2121.5		734.2
	8	8210.0	9815.7		456.0		48.3	3743.0		1716.8
	11	1094.9	3261.9		998.3		109.3	2188.4		448.7
1995	2				-1.0		199.8	823.8		228.7
	5	-1.0	1815.8		230.1		138.0	1547.6		1130.6
	8	9559.9	11565.6		1344.5		56.5	1411.1		1858.7
	11	717.9	663.9		512.2		222.8	2580.9		601.6
1996	2				-1.0		190.3	4250.9		-1.0
	5	395.1	2692.8		1420.2		135.0	1162.3		3666.9
	8	9289.0	8287.8		1503.0		186.5	947.6		8501.3
	11	-1.0	501.5		1813.1		357.9	1560.6		-1.0
1997	2				-1.0		66.8	2104.0		-1.0
	5	-1.0	2576.9		6772.5		118.9	2675.6		-1.0
	8	7954.0	9035.5		1391.0		62.9	1311.7		8008.1
	11	2023.7	557.1		279.2		233.9	224.6		342.8
1998	2				-1.0		67.7	2169.1		51.2
	5	254.8	3818.3		1300.0		52.2	1528.4		1456.2
	8	6868.4	10498.2		87.7		30.9	1448.2		17697.4
	11	253.9	3415.9		381.2		419.8	603.1		249.0
1999	2				-1.0		141.8	3086.2		81346.0
	5	-1.0	4160.8		1014.1		77.7	2887.8		111.3
	8	8578.2	11727.6		1162.3		53.6	4542.7		1639.3
	11	787.2	4378.0		344.3		402.4	5230.7		212.4

2000	2			-1.0	164.3	4275.4	177.7
	5	-1.0	2813.1	803.1	83.6	5312.2	272.1
	8	11234.3	25126.2	921.3	161.9	4668.9	1985.6
	11	1191.0	3561.4	124.4	193.0	3485.5	1050.9
2001	2			-1.0	161.0	4264.7	204.4
	5	-1.0	1580.6	30733.6	140.3	5291.3	147.2
	8	7879.1	12724.3	11083.4	53.6	4277.2	1950.0
	11	1189.8	4808.5	805.2	504.8	2671.5	162.2
2002	2			-1.0	198.1	4492.9	21.1
	5	-1.0	1182.4	-1.0	47.5	6009.5	328.7
	8	6389.6	8567.4	65088.4	43.5	2149.9	1658.1
	11	1652.7	1437.9	4944.8	178.7	939.5	32.8
2003	2			-1.0	227.3	2950.0	96.6
	5	-1.0	1121.2	-1.0	86.0	4077.9	144.9
	8	8185.5	6284.1	-1.0	82.0	5391.2	1156.0
	11	755.3	1034.8	14740.6	278.8	2258.6	112.7
2004	2			-1.0	262.8	398.2	167888.8
	5	546.7	766.2	-1.0	178.7	4245.4	2452.7
	8	7780.1	8010.9	15730.6	136.1	9056.8	73662.1
	11	799.6	934.3	1769.7	419.5	4309.5	68.7
2005	2			-1.0	457.7	6176.0	-1.0
	5	-1.0	1059.7	5026.3	222.9	1855.8	121.6
	8	13513.2	7860.0	3165.9	94.0	6707.4	670.9
	11	1614.9	806.7	234.2	536.7	1224.3	35.5

Table 10b. Effort data used in MFCL (South). (negative values indicate missing effort).

YEAR	MONTH	1	2	3	4	5	6	7	8
1956	5	-1.0							
	8	-1.0							
	11	-1.0							
1957	2	-1.0							
	5	-1.0							
	8	-1.0							
	11	-1.0							
1958	2	-1.0							
	5	-1.0							
	8	-1.0							
	11	-1.0							
1959	2	259.4			-1.0				
	5	98.6			-1.0				
	8	14.8			-1.0				
	11	1356.2			-1.0				
1960	2	1355.0			-1.0				
	5	293.9			-1.0				
	8	39.6			-1.0				
	11	3743.5			-1.0				
1961	2	1643.2			-1.0				
	5	675.3			-1.0				
	8	796.7			-1.0			-1.0	
	11	3409.5			-1.0			-1.0	
1962	2	4815.2			-1.0				
	5	627.9			-1.0				
	8	1702.9			-1.0			-1.0	
	11	8249.9			-1.0			-1.0	
1963	2	9852.3			-1.0				
	5	665.3			-1.0				
	8	2079.4			-1.0				
	11	3137.8			-1.0				
1964	2	5981.2			-1.0		-1.0		
	5	860.4			-1.0		-1.0		
	8	6192.3			-1.0		-1.0		
	11	10191.1			-1.0		-1.0		
1965	2	7448.9			-1.0				
	5	13192.3			-1.0				
	8	15183.7			-1.0				
	11	8128.5			-1.0				
1966	2	6060.2			-1.0				
	5	22694.7			-1.0				
	8	7566.0			-1.0				
	11	3815.8			-1.0				
1967	2	3060.4			-1.0				
	5	3602.2			-1.0				
	8	2395.3			961.6				
	11	3232.9			1679.0				
1968	2	2169.0			963.3		-1.0		
	5	11744.4			1651.8		-1.0		
	8	4567.8			1083.9		-1.0		
	11	2599.8			2884.8		-1.0		
1969	2	2940.1			3038.2				
	5	6129.7			3021.3				

	8	5693.5		2184.3			
	11	3296.6		2642.7			
1970	2		986.6	1726.3			
	5		1813.5	3087.2			
	8		295.3	2287.3			
	11		312.6	4510.6			
1971	2		206.2	1713.4	-1.0		
	5		630.0	3317.3	-1.0		
	8		530.9	3572.0	-1.0		
	11		215.5	3749.3	-1.0		
1972	2		325.3	4312.6	-1.0		
	5		730.6	9220.8	-1.0		
	8		196.3	7910.1	-1.0		-1.0
	11		399.8	5902.3	-1.0		-1.0
1973	2		81.5	5607.4		-1.0	-1.0
	5		80.0	5973.0	-1.0		-1.0
	8		79.7	6437.3		-1.0	-1.0
	11		132.0	9172.9		-1.0	-1.0
1974	2		139.8	3379.8	-1.0	-1.0	-1.0
	5		61.2	4745.1	-1.0	-1.0	-1.0
	8		31.9	4816.9	-1.0	-1.0	-1.0
	11		61.4	4025.8	-1.0	-1.0	-1.0
1975	2		123.2	2152.7	-1.0	-1.0	-1.0
	5		111.5	3679.4	-1.0	-1.0	-1.0
	8		275.3	3208.5	-1.0		-1.0
	11		233.6	4047.6	-1.0	-1.0	-1.0
1976	2		44.8	1980.5	-1.0		-1.0
	5		7.3	3385.6	-1.0		-1.0
	8		8.7	3529.2	-1.0		
	11		21.8	4807.4	-1.0		-1.0
1977	2		46.5	2410.1	-1.0	-1.0	-1.0
	5		35.8	4480.2	-1.0	-1.0	-1.0
	8		20.9	3223.5	-1.0	-1.0	-1.0
	11		31.8	3079.1	-1.0	-1.0	-1.0
1978	2		36.9	3639.9	43.0		-1.0
	5		13.2	6115.4	192.8		32.2
	8		28.9	4512.8	171.4	-1.0	33.1
	11		13.4	2130.3	50.4	-1.0	-1.0
1979	2		46.9	4670.8	6.9		-1.0
	5		68.4	6785.1	83.8	-1.0	1851.5
	8		17.9	3350.5	214.7		464.7
	11		76.8	2578.0	56.0	-1.0	86.8
1980	2		182.4	3576.7	17.9	-1.0	492.1
	5		154.0	5423.2	152.5	-1.0	1497.2
	8		56.8	4097.1	317.0	-1.0	-1.0
	11		33.6	3801.2	44.4	-1.0	-1.0
1981	2		117.4	5918.4	1.0	-1.0	-1.0
	5		142.3	5159.0	178.2	-1.0	-1.0
	8		50.9	4072.3	438.5	-1.0	-1.0
	11		44.9	6646.1	25.1	-1.0	-1.0
1982	2		90.9	5134.0	43.3	-1.0	127.1
	5		138.2	8212.5	491.0	-1.0	22932.9
	8		58.6	6552.6	1038.6	-1.0	164.7
	11		104.8	6994.0	80.0	-1.0	-1.0
1983	2		30.8	4559.4	27.0	-1.0	681.3
	5		31.7	3425.7	300.2	-1.0	464.9
	8		23.8	2076.3	491.9	-1.0	48.5
	11		105.1	2303.5	93.9	-1.0	1870.7
1984	2		42.1	1675.2	37.1	-1.0	1109.1
	5		77.9	1857.3	178.3	-1.0	1102.4
	8		32.3	2194.5	379.1	-1.0	89.0
	11		107.5	3545.4	26.9	-1.0	111.8
1985	2		41.5	4326.4	49.2	2665.1	1799.2
	5		118.4	6828.0	221.1	3051.7	1629.2
	8		184.7	5045.1	153.3	-1.0	143.3
	11		66.5	5497.8	44.5	606.8	365.7
1986	2		84.6	7556.8	60.0	3446.8	156.1
	5		148.0	9982.3	225.7	2489.1	931.3
	8		116.5	6180.4	327.4	-1.0	1138.6
	11		39.1	5544.9	23.8	397.7	1176.3
1987	2		46.9	11105.3	11.0	1421.9	-1.0
	5		224.7	10405.4	119.8	2136.0	2178.3
	8		137.8	7961.7	94.5	-1.0	27.5
	11		72.4	6180.2	12.3	2032.0	480.9
1988	2		62.6	12370.1	14.8	2656.9	225.8
	5		615.1	9286.3	278.2	2479.6	4499.9
	8		213.8	6170.0	182.2	-1.0	-1.0
	11		88.0	4242.8	13.0	1636.9	-1.0
1989	2		105.3	11036.3	18.5	3520.2	-1.0
	5		136.7	9569.4	255.9	2525.1	5709.4
	8		138.6	5506.3	148.7	-1.0	-1.0
	11		332.7	8615.2	10.7	1988.8	111.8
1990	2		133.0	8528.9	14.7	4327.3	931.5
	5		257.9	10538.2	247.8	2501.0	479.6
	8		173.7	10553.4	127.1	-1.0	37.4

	11		71.3	7036.8	18.5	416.8		0.9
1991	2		132.9	7751.8	8.1	1838.7		365.0
	5		345.0	10242.6	170.9	1338.6		600.6
	8		228.9	6392.6	427.6	-1.0		164.8
	11		58.5	7282.2	632.5	1153.1		-1.0
1992	2		74.2	7823.8	627.5	2896.3		-1.0
	5		338.0	8426.0	516.5	2844.7		6584.4
	8		299.6	8128.6	322.9	-1.0		239.0
	11		384.8	6176.6	2424.4	953.3		667.6
1993	2		112.5	10741.7	1456.4	3033.6		145.2
	5		299.2	4743.8	307.6	2114.5		1859.2
	8		253.7	5297.7	522.2	-1.0		3.0
	11		227.8	13172.8	432.9	2475.7		-1.0
1994	2		147.8	8346.0	143.7	2619.5		1756.4
	5		237.0	10128.8	42.1	1106.2		1162.5
	8		241.0	5125.8	207.9	-1.0		228.2
	11		197.3	3242.6	159.6	3228.2		706.5
1995	2		56.4	1658.8	17.8	6585.9		549.6
	5		268.5	5390.0	339.0	102.4		18.6
	8		336.3	7320.6	341.8	-1.0		454.6
	11		133.3	8572.0	71.2	126.2		591.4
1996	2		127.3	6957.7	20.5	1294.8		37.1
	5		327.7	5999.7	152.4	1758.2		
	8		209.2	4998.1	357.8	-1.0		239.1
	11		137.7	4790.2	29.3	2830.3		176.0
1997	2		143.9	4512.3	46.9	1296.3		264.4
	5		166.2	8962.5	141.4	1421.7		67.1
	8		115.6	5879.6	98.2	-1.0		66.9
	11		86.4	3201.2	106.1	3188.5		3165.5
1998	2		28.6	4475.3	358.4	1875.3		329.8
	5		138.9	7986.3	599.9	2406.1		475.1
	8		290.5	6066.3	572.4	-1.0		38.8
	11		57.2	3966.7	769.5	2020.7		10.2
1999	2		79.2	8889.7	233.8	-1.0		-1.0
	5		211.6	10167.2	394.1	-1.0		358.9
	8		354.5	5760.9	484.8	-1.0		13.3
	11		77.0	7316.3	389.8	2948.7		-1.0
2000	2		12.9	9247.7	565.8	2528.3		481.8
	5		222.6	12294.7	997.8	3937.8		14.6
	8		173.4	7284.4	846.9	-1.0		4.9
	11		57.1	8320.8	1230.1	1134.9		5.9
2001	2		39.5	8373.3	2207.9	3139.6		156.5
	5		105.8	8392.2	1162.8	3835.5		214.6
	8		178.6	8847.1	670.5	-1.0		81.2
	11		23.7	7369.5	3843.8	1794.7		861.8
2002	2		40.6	8652.3	4962.6	5676.2		1147.1
	5		59.1	12304.7	287.0	2267.6		176.3
	8		226.1	10801.3	292.7	-1.0		0.3
	11		12.6	3137.8	277.4	1987.4		493.9
2003	2		23.3	11447.0	384.5	2740.7		13.4
	5		130.2	11261.7	117.4	2420.1		72.2
	8		220.3	7466.8	450.2	-1.0		95.4
	11		75.4	6810.9	2073.4	1734.1		8.7
2004	2		15.5	5104.7	83.3	3283.8		-1.0
	5		89.5	6781.2	140.0	2412.9		-1.0
	8		335.5	7158.3	181.1	-1.0		337.7
	11		133.7	6994.8	189.9	2064.0		-1.0
2005	2		5.2	18107.3	228.4	2336.5		1731.9
	5		11.1	4679.5	209.3	2002.2		2422.1
	8		187.0	1303.1	256.4	-1.0		5596.4
	11			771.3	250.0	1465.9		282.1

Table 11a. Fishery options for MFCL

<i>North Atlantic</i>			
<i>Fishery</i>	<i>CV effort deviations</i>	<i>sel. group</i>	<i>size sample reduced by</i>
1	0.22	1	10
2	0.22	2	10
3	0.22	1	10
4	0.22	3	10
5	0.22	4	10
6	0.22	5	10
7	0.22	5	10
8	0.22	6	20
9	0.32	6	20
10	0.32	3	30

Table 11b. Fishery options for MFCL (southern albacore)

<i>South Atlantic</i>			
<i>Fishery</i>	<i>CV effort deviations</i>	<i>sel. group</i>	<i>size sample reduced by</i>
1	0.22	1	10
2	0.22	2	10
3	0.22	2	10
4	0.22	3	10
5	0.22	4	10
6	0.22	5	10
7	0.22	5	10
8	0.32	5	30

Table 12. Model options used in the initial MFCL runs.

	<i>Run1</i>	<i>Run2</i>	<i>Run3</i>	<i>Run4</i>	<i>Run5</i>	<i>Run6</i>	<i>Run7</i>	<i>Run8</i>
$M = 0.3$	✓							✓
\hat{M} constant		✓					✓	
\hat{M} by age			✓	✓	✓	✓		
Init. Pop \bar{Z} short ¹					✓			
Initi Pop \bar{Z} long ²	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
$\hat{\sigma}$ growth						✓	✓	✓
\hat{l}_1 age 1						✓	✓	✓
\hat{q} Random walks ³				✓	✓	✓	✓	✓

¹ Five years for the North and 2 years for the South² Ten years for the North and 5 years for the South³ For the North: Fisheries 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10. For the South, fisheries 4, 5, 6, 7, 8.

Table 13. Catches were divided by country and gear into five fleets.

<i>Fleet 1</i>	<i>Fleet 2</i>	<i>Fleet 3</i>	<i>Fleet 4</i>	<i>Fleet 5</i>
Chinese Taipei (LL)	China LL	Brazil (LL, SU)	Brazil (BB, GN, HL, PS)	Namibia (BB)
Korea (LL)	E.C. Espana (LL)	Panama (LL)	E.C. Espana (PS)	
	E.C Portugal (LL)	South Africa (LL, UN)	E.C Portugal (BB, PS)	
	Japan (LL)	Argentina (LL, TW, UN)	Japan (BB, PS)	
	Philippines (LL)	Belize (LL)	Korea (BB)	
	St Vicent and Grenadier (LL)	Cambodia (LL)	Maroc (PS)	
	USA (LL)	Cuba (LL, UN)	Panama (PS)	
	USSR (LL, UN)		South Africa (BB, HL, PS, RR, SP)	
	Uruguay (LL)		USA (PS)	
	Vanuatu (LL)		USSR (PS)	
	Honduras (LL)		UK St Helena (BB, RR)	
	Nei (LL)		Chinese Taipei (GN)	
			Nei (PS)	
			Netherlands (PS)	

Table 14. Catches for the 5 fleets.

	<i>Fleet 1</i>	<i>Fleet 2</i>	<i>Fleet 3</i>	<i>Fleet 4</i>	<i>Fleet 5</i>
1956	0	21	0	0	0
1957	0	725	0	0	0
1958	0	1047	0	0	0
1959	0	3015	1700	0	0
1960	0	8673	1802	0	0
1961	0	9293	1472	0	0
1962	0	18222	749	0	0
1963	0	15838	1547	0	0
1964	115	24369	1493	22	0
1965	346	28318	1181	0	0
1966	5275	21115	906	0	0
1967	7412	7719	752	0	0
1968	12489	11857	1304	38	0
1969	21732	6331	430	0	0
1970	17255	5898	500	0	0
1971	21323	3218	344	0	0
1972	30640	2087	352	100	0
1973	25888	280	1945	100	0
1974	19079	109	365	150	0
1975	16614	306	536	151	0
1976	18060	73	1129	197	0
1977	20070	105	1162	328	0
1978	21843	135	867	324	0
1979	21218	119	640	651	0
1980	19400	683	674	2173	0
1981	18869	1117	460	3594	0
1982	23363	924	1046	4339	0
1983	10101	1126	822	2869	0

1984	8237	1061	1008	4293	0
1985	20154	2198	562	8183	0
1986	27913	1097	1180	7098	0
1987	29173	535	1798	9124	0
1988	20926	505	767	7909	0
1989	18440	533	790	7448	0
1990	20461	642	638	6973	0
1991	19914	838	1333	3930	0
1992	23068	1003	3374	9089	0
1993	19420	776	3753	8863	0
1994	22573	939	1489	9199	915
1995	18351	744	941	6563	950
1996	18974	860	1165	6444	982
1997	18169	736	762	7162	1192
1998	16113	615	3080	9365	1422
1999	17377	1763	1538	5893	1072
2000	17239	3398	3760	4743	2240
2001	15834	5965	6240	7793	2969
2002	17321	1485	2866	7216	2858
2003	17356	1419	1856	4932	2432
2004	13325	1107	305	4694	3079
2005	10772	1868	359	3873	2031

Table 15. Model specifications.

Age-at-50% maturity	5
Constant natural mortality	0.3
Steepness parameter	0.7
Plus-group	8
Minus-age-group	2 for all fleets
Age-at-which selectivity starts decline	SA and Nam = 3, Japan = 5, Taiwan and Brazil = 8
Phases of estimation:	K = 1, selectivity parameters = 2, recruitment residuals = 3.

Table 16. Categorization, based on type of gears, of the two fishing fleets (longline fisheries and surface fisheries) that utilized the South Atlantic albacore resource.

Fleet 1	Japan LL (1959 ~ 2005) ; Chinese Taipei LL (1968 ~ 2005) ; Brazil LL (1978 ~ 2005)
Fleet 2	South Africa BB (1985 ~ 2005)

Table 17. Periods of adopted seven CPUE Indices series.

Index series 1	Japan LL (1959 ~ 1969)
Index series 2	Japan LL (1969 ~ 1975)
Index series 3	Japan LL (1975 ~ 2005)
Index series 4	Chinese Taipei LL (1968 ~ 2005)
Index series 5	Brazil LL (1978 ~ 2005)
Index series 6	South Africa BB (1985 ~ 1998)
Index series 7	South Africa BB (1999 ~ 2005)

Table 18. Yearly catch (in t) of South Atlantic albacore, by fleet.

Year	Fleet 1	Fleet 2	Year	Fleet 1	Fleet 2
1959	4715		1982	25255	4417
1960	10475		1983	11941	2977
1961	10365	400	1984	9834	4765
1962	17171	1800	1985	22672	8425
1963	17385		1986	29815	7473
1964	25977	22	1987	30964	9666
1965	29845		1988	21828	8279
1966	27296		1989	19407	7804
1967	15883		1990	21590	7124
1968	25650	38	1991	22008	4007
1969	28493		1992	27133	9400
1970	23653		1993	23947	8866
1971	24885		1994	24607	10508
1972	33079	100	1995	20036	7513
1973	28113	100	1996	21000	7426
1974	19553	150	1997	19547	8474
1975	17456	151	1998	19799	10796
1976	19262	197	1999	20626	7017
1977	21194	471	2000	24398	6982
1978	22806	363	2001	28039	10762
1979	21843	785	2002	21672	10074
1980	20671	2259	2003	20619	7376
1981	20426	3614	2004	14717	7792
			2005	12999	5905

Table 19. Specifications selected and values provided to the ASPM_2 model.

<i>Specification</i>	<i>Stochastic</i>	<i>Deterministic</i>
Plus-group	13+	13+
Nature Mortality	0.3	0.3
Steepness parameter	>0.9	0.7
SRR type	Beverton-Holt	Beverton-Holt
Growth equation	Lee and Yeh (2006)	Lee and Yeh (2006)
Length/Weight conversion	Penney (1994)	Penney (1994)

Table 20. Fishing mortality rate at age estimates for the VPA base case.

	<i>Age 1</i>	<i>Age 2</i>	<i>Age 3</i>	<i>Age 4</i>	<i>Age 5</i>	<i>Age 6</i>	<i>Age 7</i>	<i>Age 8</i>
1975	0.039	0.079	0.454	0.135	0.048	0.054	0.122	0.061
1976	0.119	0.358	0.081	0.518	0.211	0.157	0.082	0.051
1977	0.043	0.599	0.417	0.036	0.672	0.281	0.058	0.046
1978	0.150	0.571	0.656	0.196	0.025	1.944	0.033	0.033
1979	0.101	0.297	1.078	0.948	0.244	0.018	0.039	0.049
1980	0.170	0.413	0.289	0.436	0.841	0.116	0.019	0.030
1981	0.105	0.300	0.491	0.107	0.223	3.305	0.020	0.040
1982	0.035	0.278	0.551	0.486	0.030	1.164	0.032	0.076
1983	0.155	0.459	0.500	0.450	0.565	0.162	0.034	0.098
1984	0.111	0.322	0.631	0.155	0.454	2.753	0.064	0.223
1985	0.165	0.423	0.519	0.278	0.268	0.647	0.046	0.179
1986	0.110	0.455	0.940	0.296	0.414	0.351	0.081	0.344
1987	0.036	0.650	1.000	0.298	0.086	0.257	0.042	0.194
1988	0.290	0.427	0.641	0.187	0.180	0.069	0.018	0.088
1989	0.146	0.689	0.587	0.094	0.256	0.130	0.009	0.045
1990	0.164	0.689	0.839	0.227	0.231	0.875	0.027	0.133
1991	0.171	0.630	0.360	0.364	0.221	0.162	0.006	0.027
1992	0.224	0.482	0.592	0.112	0.033	0.332	0.063	0.297
1993	0.171	0.773	0.796	0.404	0.106	2.033	0.059	0.254
1994	0.102	0.866	0.890	0.262	0.171	0.181	0.150	0.587
1995	0.181	0.696	1.137	0.256	0.477	0.789	0.341	1.192
1996	0.234	0.685	0.233	0.470	0.258	0.268	0.192	0.591
1997	0.222	0.592	0.520	0.103	0.468	0.744	0.207	0.563
1998	0.191	0.445	0.348	0.126	0.044	0.615	0.195	0.471
1999	0.273	0.258	0.575	0.342	0.185	0.148	0.806	1.727
2000	0.223	0.532	0.291	0.222	0.021	0.802	0.691	1.314
2001	0.174	0.334	0.741	0.228	0.059	0.384	0.145	0.253
2002	0.197	0.228	0.159	0.868	0.084	0.861	0.343	0.557
2003	0.262	0.228	0.445	0.328	0.267	0.343	0.264	0.409
2004	0.075	0.407	0.374	0.233	0.251	2.194	0.173	0.259
2005	0.028	0.284	0.742	0.189	0.123	1.477	0.065	0.065

Table 21. Stock size at age estimates for the VPA base case.

	<i>Age 1</i>	<i>Age 2</i>	<i>Age 3</i>	<i>Age 4</i>	<i>Age 5</i>	<i>Age 6</i>	<i>Age 7</i>
1975	12403791	21822577	5069760	3510231	2970951	2346955	661214
1976	9610969	8833684	14931850	2386138	2271269	2098147	1647667
1977	9973945	6323749	4572736	10196107	1053288	1362277	1329019
1978	17169888	7076165	2573792	2233270	7289421	398474	761754
1979	8308918	10943552	2962002	989264	1359321	5268165	42268
1980	11740652	5565540	6021927	746710	283959	788966	3831795
1981	12280740	7340520	2728681	3342922	357608	90702	520646
1982	6999957	8193139	4028548	1237010	2225828	212033	2467
1983	8162851	5008909	4597749	1720348	563672	1600140	49024
1984	7104451	5177083	2344803	2066772	812635	237264	1008191
1985	8320716	4707857	2778651	924340	1311296	382207	11203
1986	9032457	5228726	2285110	1224658	518568	743200	148262
1987	9778992	5996135	2456456	661332	674647	253834	387773
1988	7481880	6985331	2319713	669273	363564	458522	145418
1989	8846099	4146803	3375863	905571	411403	224906	317165
1990	8407551	5663827	1542208	1390744	610932	236031	146277
1991	9145148	5285811	2107544	493623	820945	359136	72905
1992	6991683	5709081	2086111	1089102	254095	487546	226167
1993	7674933	4138676	2611312	855153	721637	182124	259047
1994	7548929	4793072	1414895	872827	422918	480643	17660
1995	8891837	5050707	1493639	430643	497664	263982	297104
1996	7675338	5498755	1866420	355006	246975	228721	88883
1997	10019900	4499244	2053416	1095809	164376	141306	129663
1998	12727620	5944548	1844359	904220	732638	76244	49729
1999	8598678	7790732	2822143	964551	590705	519180	30544
2000	5588041	4846470	4458383	1176051	507530	363584	331871
2001	3643842	3313529	2108203	2469016	697544	368318	120737
2002	5797198	2268572	1757883	744599	1456007	487090	185772
2003	9047055	3528356	1337907	1111117	231658	992177	152619
2004	12016485	5156400	2081511	635083	592851	131461	521543
2005	52996850	8257613	2542474	1060499	372824	341643	10856

Table 22. Estimated benchmarks by the VPA model and approximate 80% condifent intervals (upper CL and lower CL) using 500 bootstras.

<i>Measure</i>	<i>Lower CL</i>	<i>Median</i>	<i>Upper CL</i>	<i>Average</i>	<i>Run 0</i>
F at MSY	3.76E-01	4.31E-01	5.33E-01	4.42E-01	4.15E-01
MSY	3.12E+04	3.22E+04	3.32E+04	3.21E+04	3.23E+04
Y/R at MSY	3.72E+00	3.81E+00	3.90E+00	3.81E+00	3.81E+00
S/R at MSY	3.98E+00	4.66E+00	5.25E+00	4.61E+00	4.88E+00
SPR AT MSY	1.37E-01	1.61E-01	1.81E-01	1.59E-01	1.68E-01
SSB AT MSY	3.37E+04	3.93E+04	4.40E+04	3.89E+04	4.14E+04
F at max. Y/R	5.40E-01	6.15E-01	7.58E-01	6.32E-01	6.23E-01
Y/R maximum	3.81E+00	3.91E+00	4.00E+00	3.91E+00	3.93E+00
S/R at Fmax	2.23E+00	2.43E+00	2.61E+00	2.43E+00	2.35E+00
SPR at Fmax	7.69E-02	8.37E-02	9.01E-02	8.36E-02	8.10E-02
SSB at Fmax	1.69E+04	1.88E+04	2.07E+04	1.88E+04	1.77E+04
F 0.1	2.77E-01	3.04E-01	3.43E-01	3.08E-01	3.18E-01
Y/R at F0.1	3.48E+00	3.55E+00	3.62E+00	3.55E+00	3.60E+00
S/R at F0.1	6.78E+00	7.42E+00	8.12E+00	7.43E+00	7.04E+00
SPR at F0.1	2.34E-01	2.56E-01	2.80E-01	2.56E-01	2.43E-01
SSB at F0.1	5.86E+04	6.46E+04	7.14E+04	6.46E+04	6.15E+04
F 20% SPR	3.21E-01	3.63E-01	4.54E-01	3.75E-01	3.67E-01
Y/R at F20	3.63E+00	3.71E+00	3.80E+00	3.71E+00	3.73E+00
S/R at F20	5.83E+00	5.84E+00	5.85E+00	5.84E+00	5.84E+00
SSB at F20	4.95E+04	5.01E+04	5.07E+04	5.01E+04	5.03E+04
F 30% SPR	2.32E-01	2.59E-01	3.17E-01	2.66E-01	2.63E-01
Y/R at F30	3.32E+00	3.39E+00	3.48E+00	3.40E+00	3.40E+00
S/R at F30	8.74E+00	8.75E+00	8.76E+00	8.75E+00	8.75E+00
SSB at F30	7.61E+04	7.68E+04	7.73E+04	7.67E+04	7.74E+04
F 40% SPR	1.71E-01	1.89E-01	2.29E-01	1.95E-01	1.93E-01
Y/R at F40	2.93E+00	3.01E+00	3.09E+00	3.01E+00	3.00E+00
S/R at F40	1.16E+01	1.17E+01	1.17E+01	1.17E+01	1.17E+01
SSB at F40	1.02E+05	1.03E+05	1.04E+05	1.03E+05	1.05E+05
F 90% max Y/R	2.61E-01	2.91E-01	3.46E-01	2.97E-01	2.98E-01
Y 90% max Y/R	2.97E+04	3.06E+04	3.16E+04	3.06E+04	3.11E+04
Y/R 90% max Y/R	3.43E+00	3.51E+00	3.60E+00	3.51E+00	3.54E+00
S/R 90% max Y/R	7.46E+00	7.76E+00	8.03E+00	7.75E+00	7.61E+00
SSB 90% max Y/R	6.49E+04	6.76E+04	7.03E+04	6.76E+04	6.68E+04
F 75% of Fmax	4.05E-01	4.61E-01	5.69E-01	4.74E-01	4.67E-01
Y 75% of Fmax	3.10E+04	3.20E+04	3.30E+04	3.20E+04	3.21E+04
Y/R at 75% Fmax	3.75E+00	3.85E+00	3.95E+00	3.85E+00	3.87E+00
S/R at 75% Fmax	3.90E+00	4.12E+00	4.34E+00	4.12E+00	4.04E+00
SSB at 75% Fmax	3.22E+04	3.43E+04	3.64E+04	3.43E+04	3.34E+04

Table 23. Management benchmarks and other quantities estimated by the various model specifications.

<i>Model specifications</i>	<i>Base case</i>				<i>h=est</i>	<i>M est</i>	<i>M & h est</i>
	0.5	0.125	0.05	0.025	0.125	0.125	0.125
Weighting of CAA data	0.5	0.125	0.05	0.025	0.125	0.125	0.125
-lnL:overall	101.95	-73.39	-110.16	-124.97	-74.99	-74.11	-75.61
No of parameters	78	78	78	78	79	79	80
Ksp	320307	267134	224479	237173	521287	307600	560044
K2+	498101	415411	349078	368819	810646	437219	973650
Bsp(2005)	88396	60290	49901	47451	122798	59072	139486
B2+(2005)	220917	163439	135413	128507	246254	142936	307222
Bsp(MSY)	87903	74497	67603	67373	218348	86676	246441
B2+(MSY)	207458	175948	157201	159578	164323	173059	475055
MSY	35547	30380	27594	27728	28869	27982.3	21917
aveRy	24298	27393	28607	28499	24138	26997	23717
Bsp(2005)/Ksp	0.28	0.23	0.22	0.20	0.24	0.19	0.25
B2+(2005)/K2+	0.44	0.39	0.39	0.35	0.30	0.33	0.32
Bsp(2005)/Bsp(msy)	1.01	0.81	0.74	0.70	0.56	0.68	0.57
B2+(2005)/B2+(msy)	1.06	0.93	0.86	0.81	0.64	0.83	0.65
MSYL/Ksp	0.27	0.28	0.30	0.28	0.42	0.28	0.44
MSYL/K2+	0.42	0.42	0.45	0.43	0.47	0.40	0.49
Fmsy	0.25	0.27	0.65	0.35	0.09	0.22	0.07
F(2005)/Fmsy	0.54	0.72	0.92	0.92	1.33	0.88	1.37
M	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.24	0.36
h	0.7	0.7	0.7	0.7	0.34	0.7	0.30

Table 24. Management quantities and benchmarks with 95 percentiles obtained using the MCMC procedure with the base case.

	<i>50 percentile</i>	<i>95 percentile</i>	<i>5 percentile</i>
Bsp(2005)/Ksp	0.26	0.35	0.18
B2+(2005)/K2+	0.41	0.52	0.34
Bsp(MSY)	81486	99178	70437
MSY	33265	40437	28882
Ry (average over last 10 years)	28042	30615	25196

Table 25. Management quantities and benchmarks derived from results of stochastic and deterministic ASPM-2 applicable to South Atlantic albacore.

Quantity	stochastic ASPM	deterministic ASPM
B_{2005}^{mat}	10777	58174
B_{MSY}^{mat}	12933	75205
$B_{2005}^{mat} / B_{MSY}^{mat}$	0.833	0.774
Virgin (K)	226260	341174
B_{2005}/K	0.152	0.257
MSY	27220	25233
F_{2005}	0.551	0.216
F_{MSY}	0.721	0.253
F_{2005}/F_{MSY}	0.764	0.854

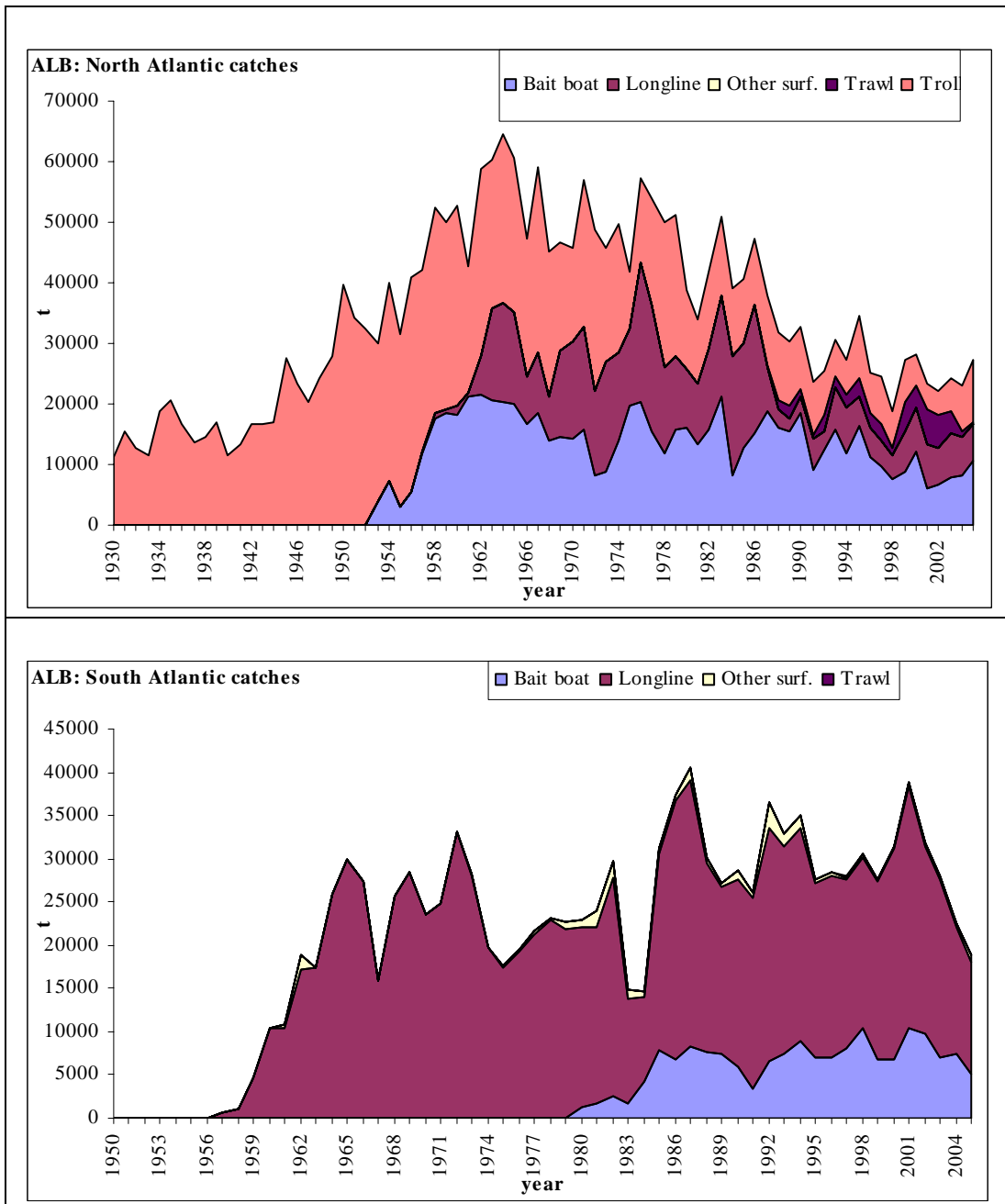


Figure 1. Total albacore catches reported to ICCAT (Task I) by gear for the northern and southern stocks.

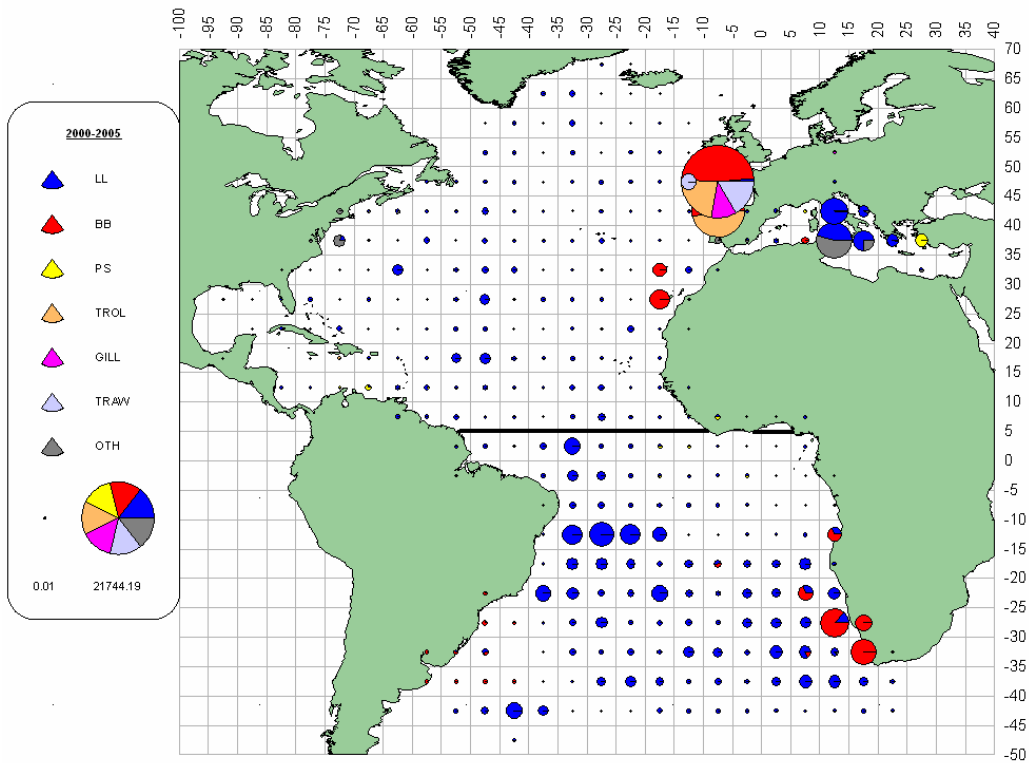


Figure 2. Spatial distribution of average 2000-2005 albacore catches by gear.

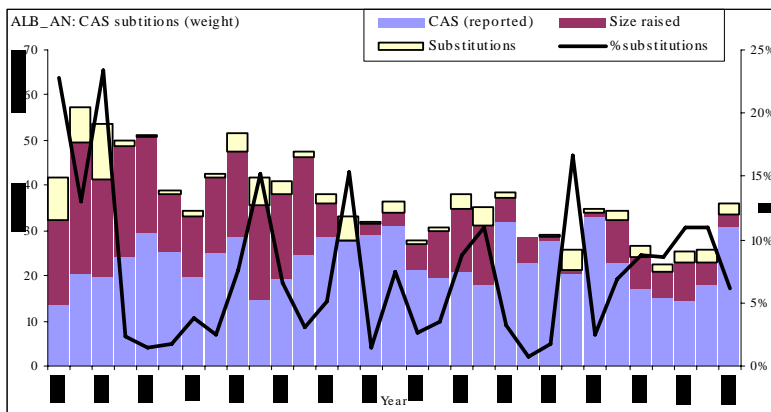


Figure 3. Level of substitutions in weight and % applied to obtain the catch at size for North Atlantic albacore.

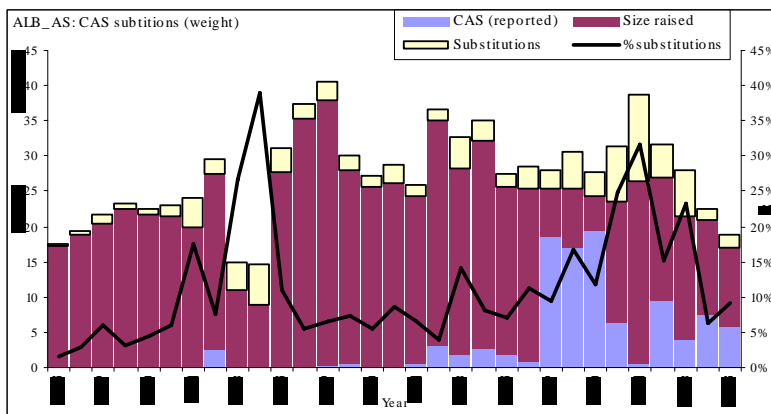


Figure 4. Level of substitutions in weight and % applied to obtain the catch at size for South Atlantic albacore.

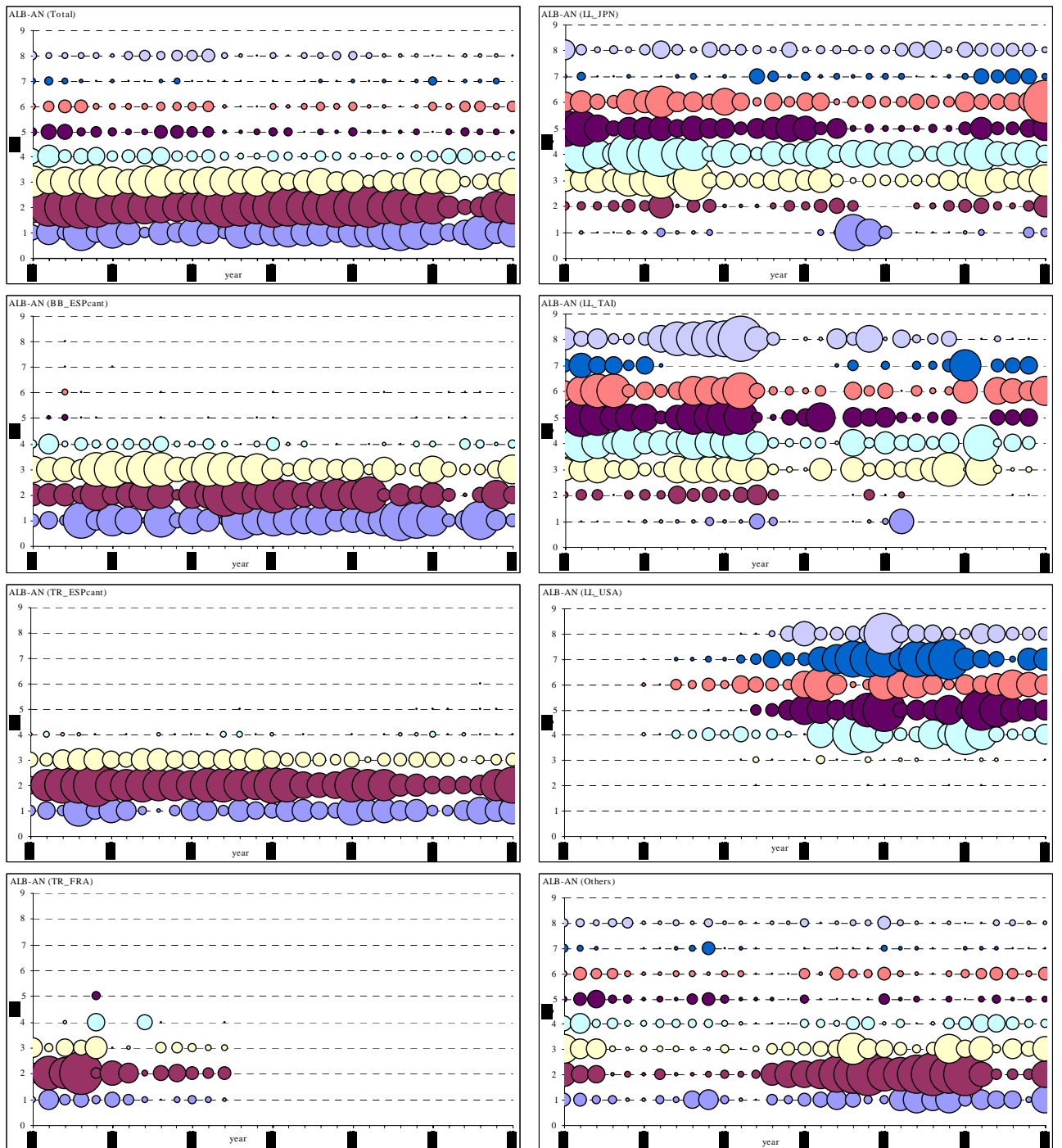


Figure 5. “Bubble plots” of Albacore catch-at-age composition of the catches (total and by fishery, in number) for the North Atlantic stock. Bubble sizes are proportional to number of fish, and independent in each figure.

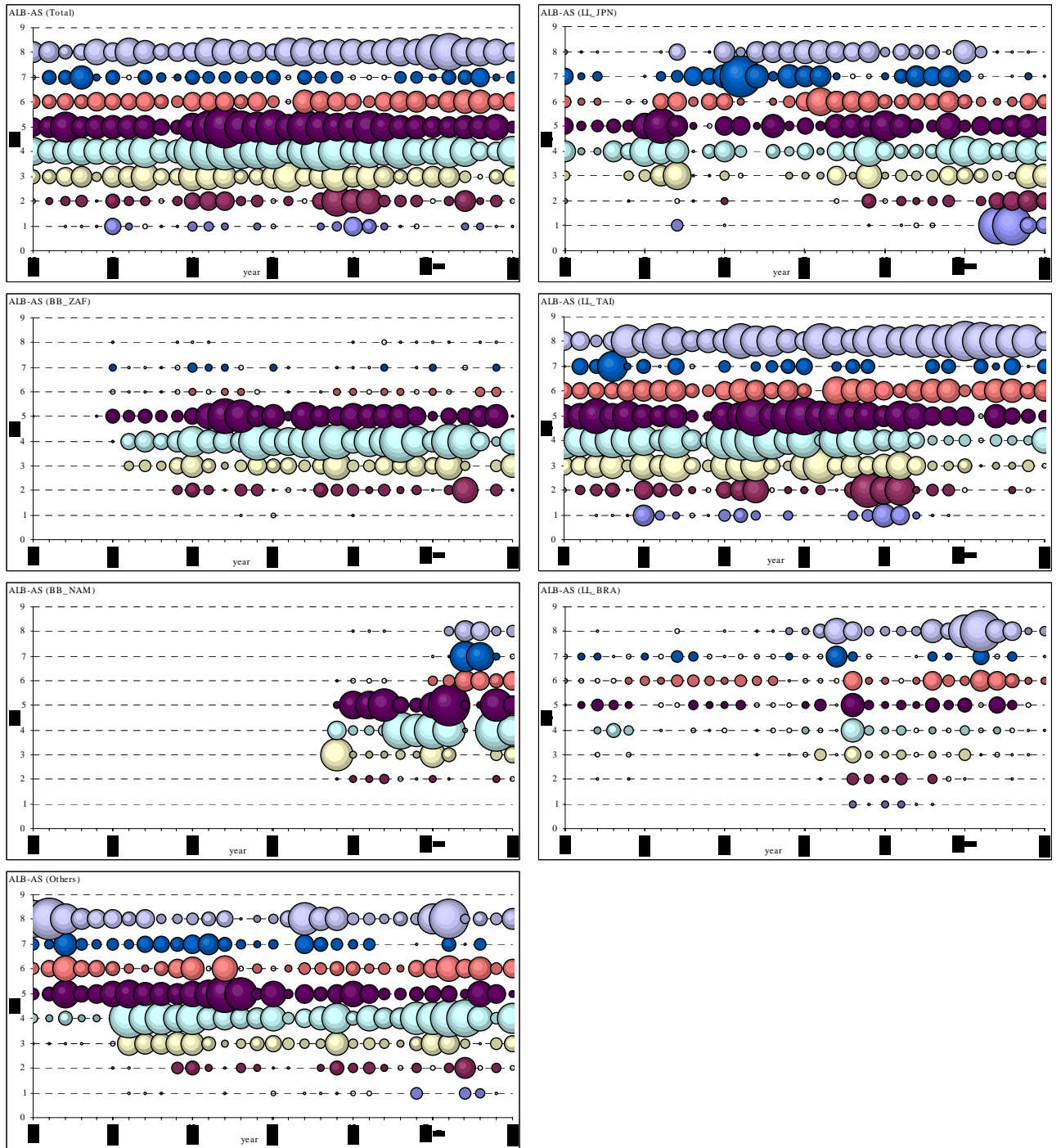


Figure 6. “Bubble plots” of Albacore catch-at-age composition of the catches (total and by fishery, in number) for the South Atlantic stock. Bubble sizes are proportional to number of fish, and independent in each figure.

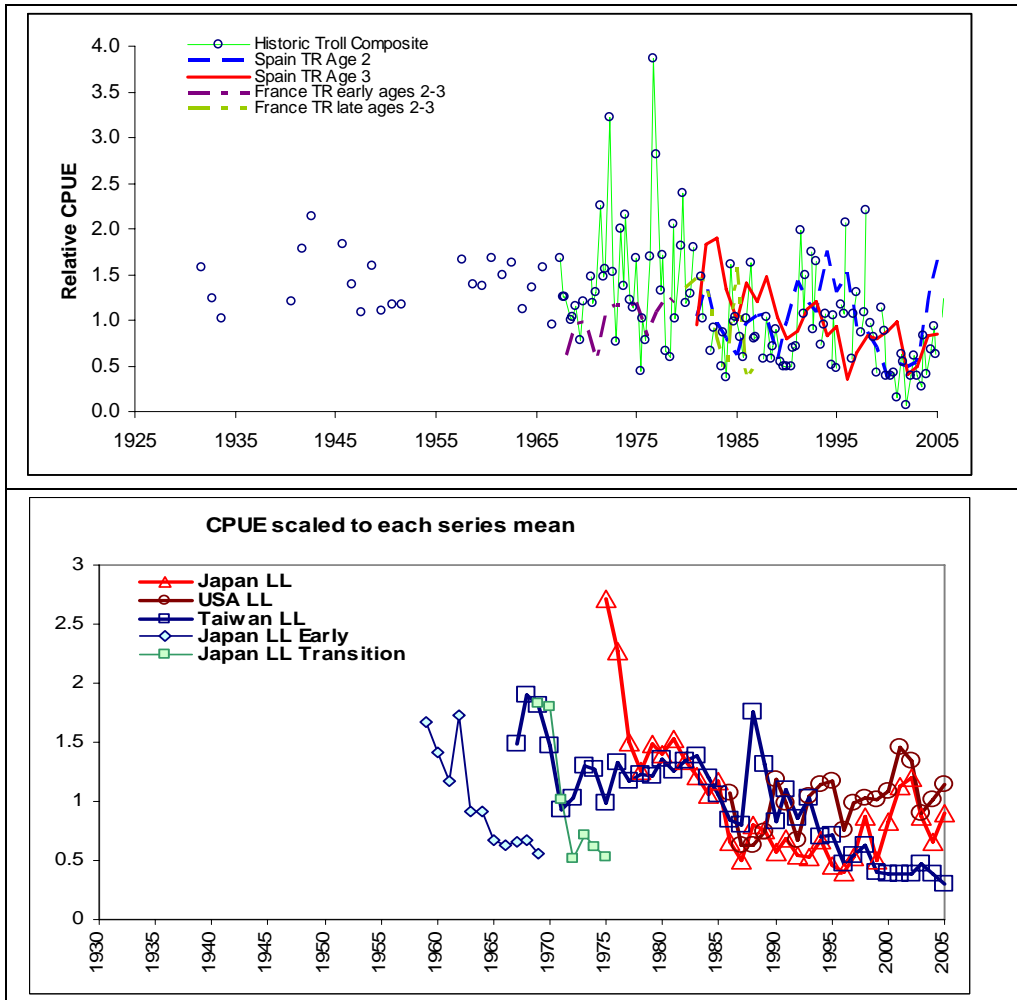


Figure 7. Set of standardized CPUE's relative abundance indices from the surface fisheries (upper), which take mostly juvenile fish, and from the longline fisheries (lower), which take mostly mature fish used in the 2007 northern albacore stock assessment to fit the VPA-ADAPT model (1975-2005 years) and Multifan-CL model (1930-2005 years surface fishery and 1956-2005 longline fishery).

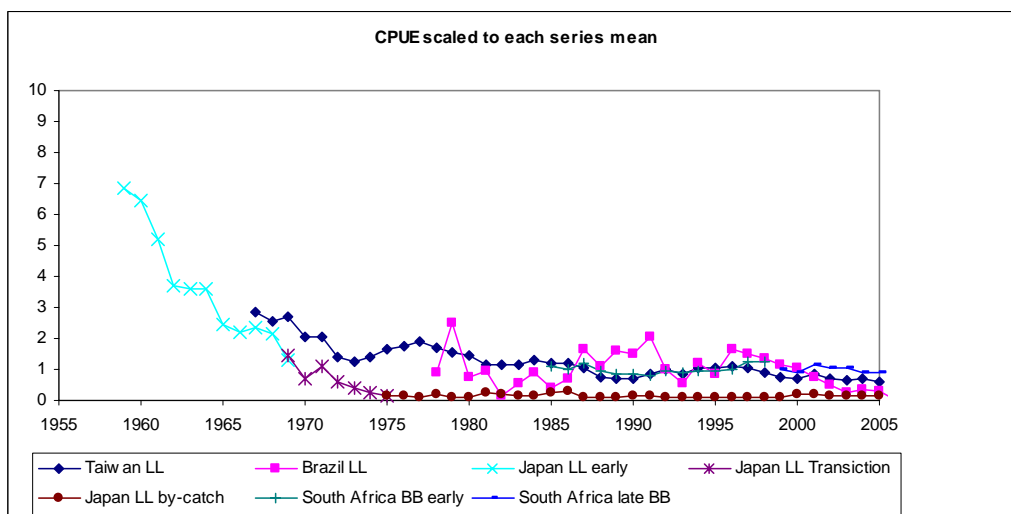


Figure 8. Set of standardized CPUE's relative abundance indices used in the 2007 southern albacore stock assessment from the surface (South Africa baitboat) and longline (LL) fleets.

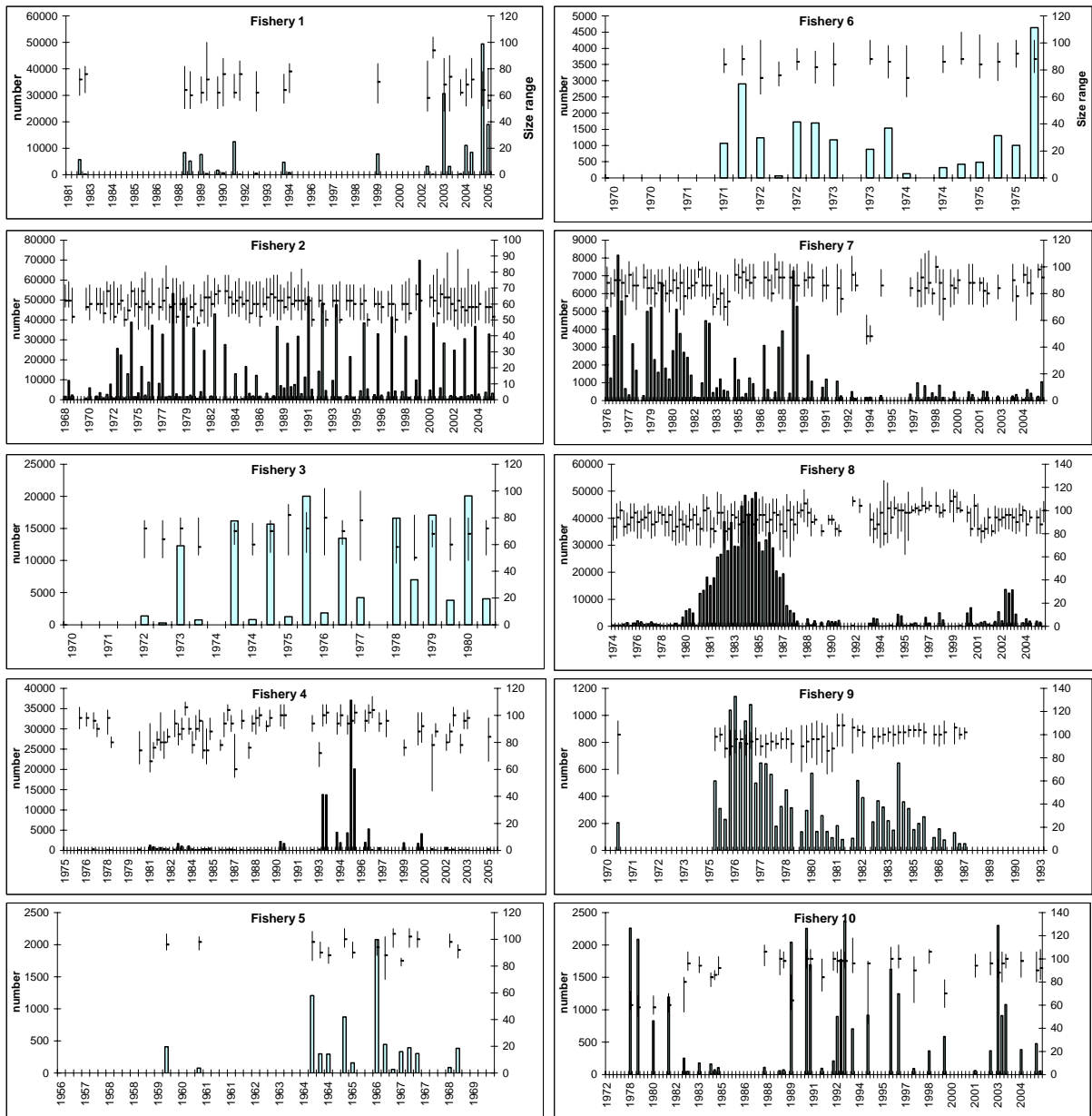


Figure 9a. Summary of the size data used for MFCL. The bars that start at the origin are indicative of relative sample size (number) over time. The high-low-close bars denote the 10th, 90th and 50th percentiles of the size distributions.

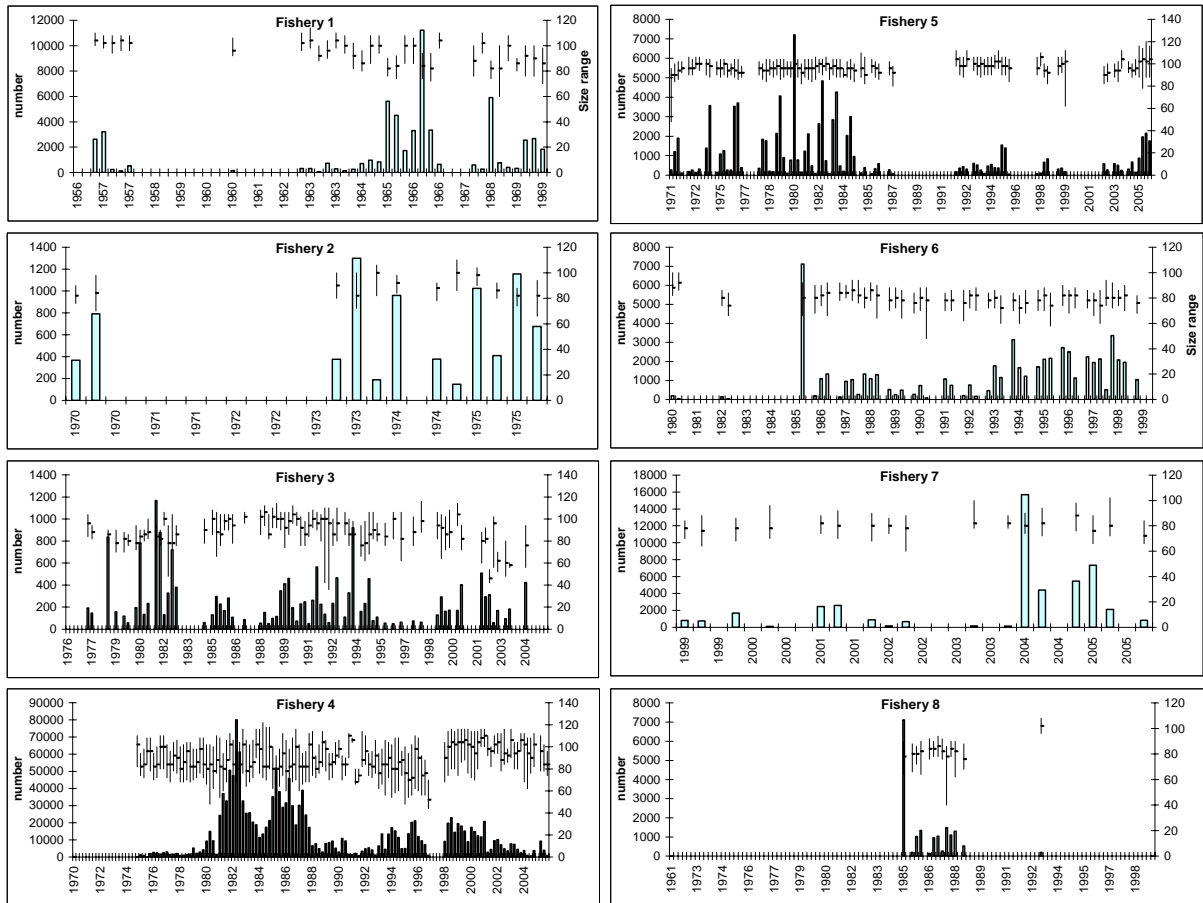


Figure 9b. Summary of the size data used for MFCL. The bars that start at the origin are indicative of relative sample size (number) over time. The high-low-close bars denote the 10th, 90th and 50th percentiles of the size distributions.

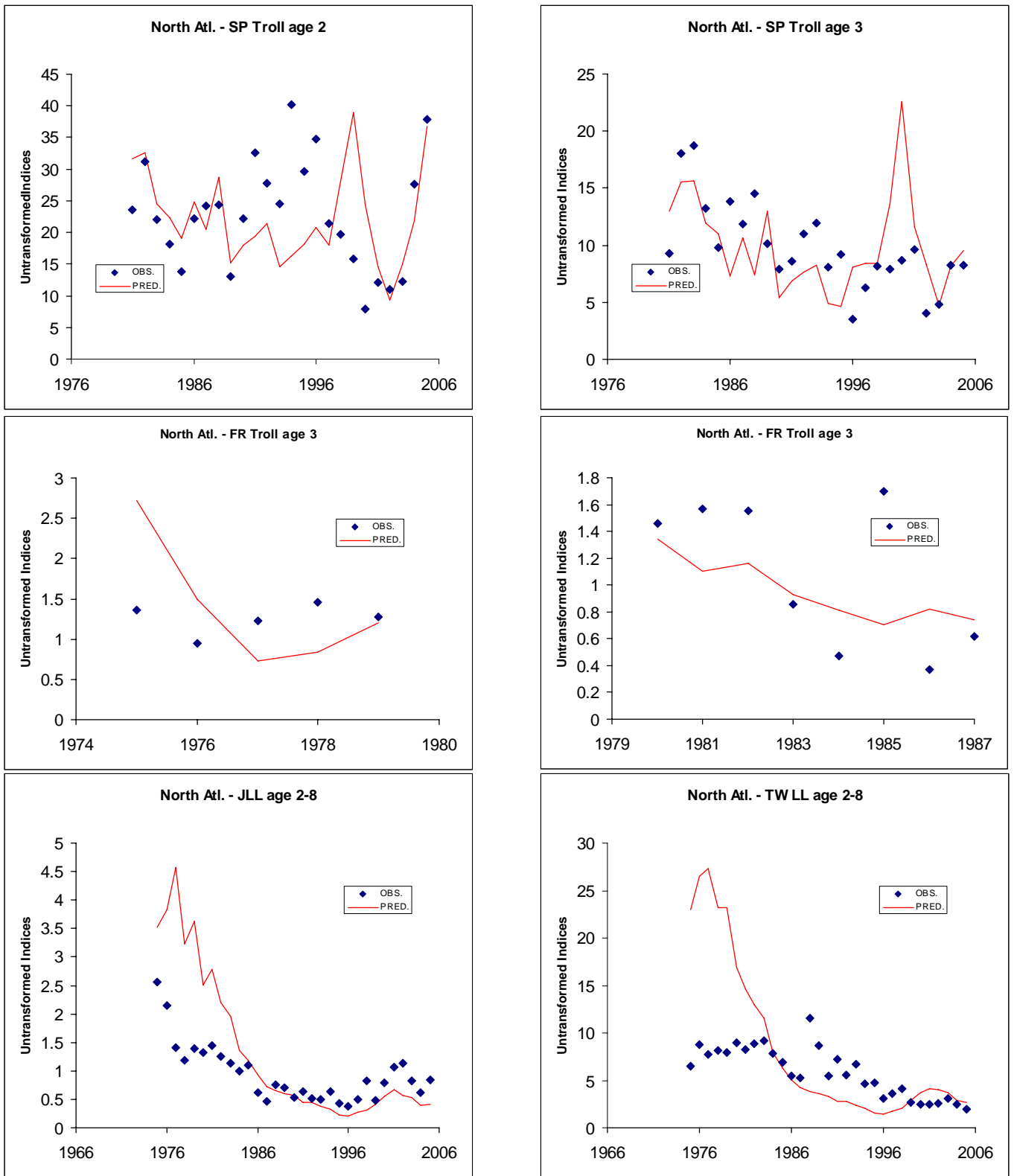
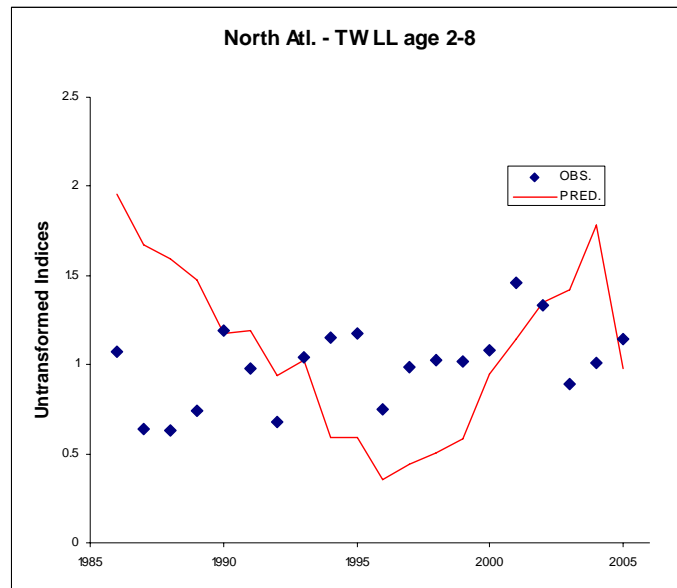


Figure 10. VPA fits to the indices of abundance of preliminary run before defining the base case.

Figure 10 (continued)



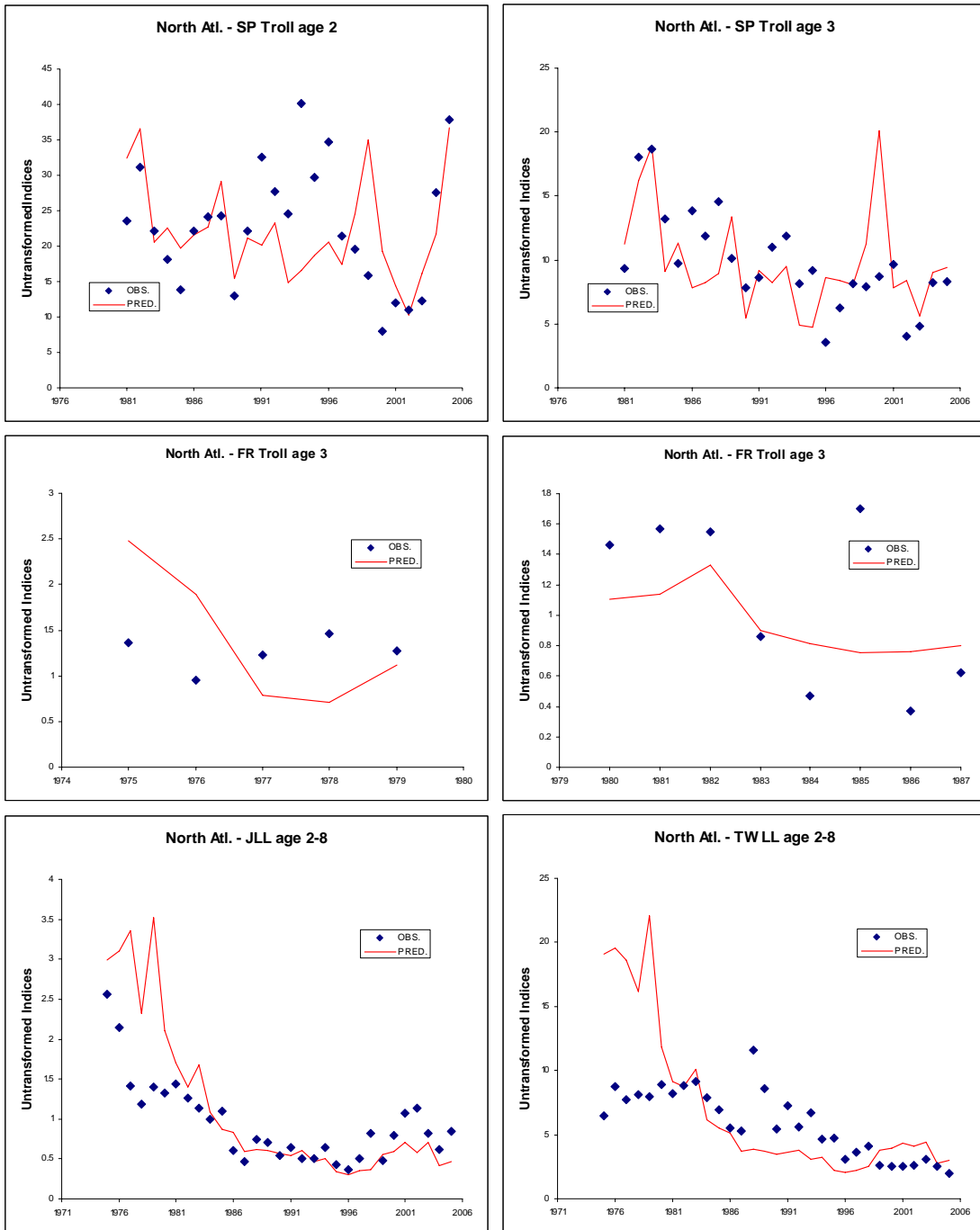
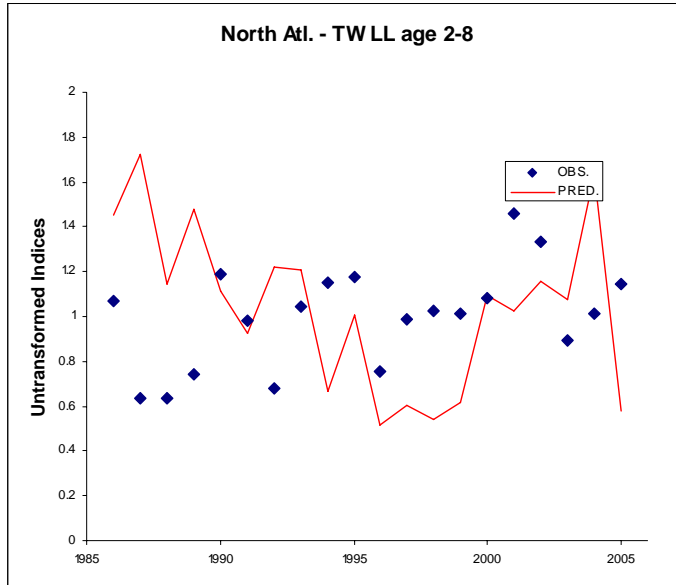


Figure 11. VPA model fits to the indices of abundance for the case of a fixed F ratio for the initial year 1975 of 0.5 (Base case) (see text of details of the run).

Figure 11 (continued)



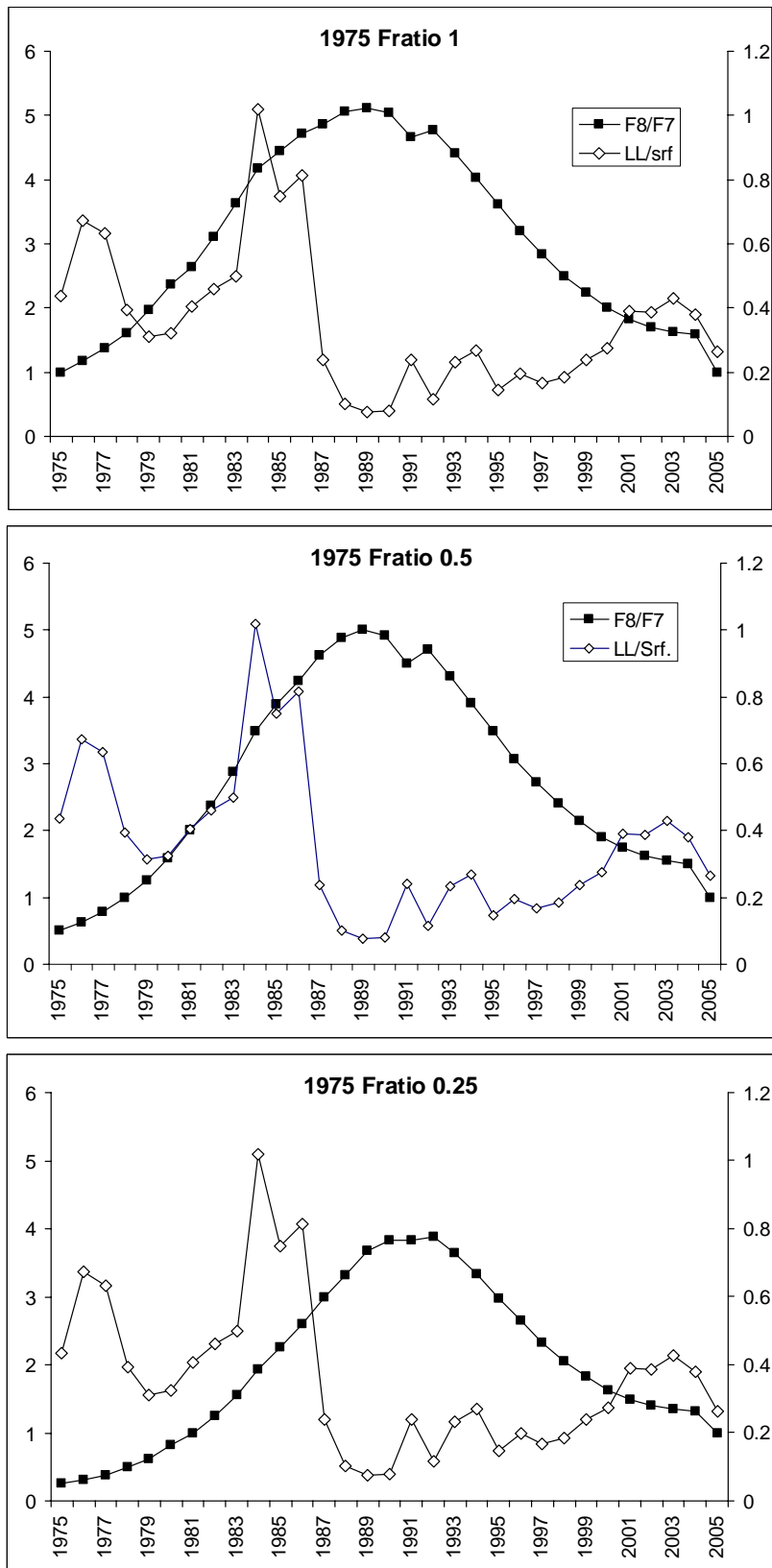


Figure 12. Estimated F ratio for ages 7 and 8+ (black squares) and ratio of the catch of the longline fisheries to the catch of the surface fisheries (open diamonds) for 3 cases of fixed F ratio for the initial year 1975.

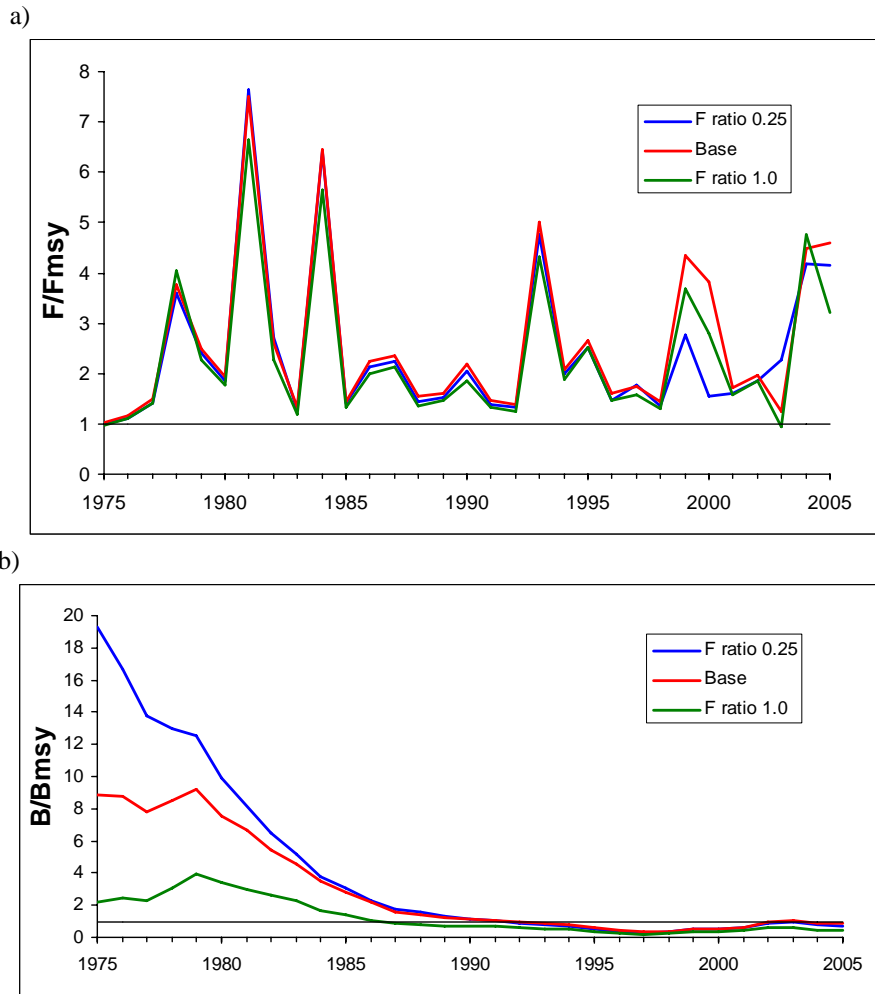


Figure 13. Estimated a) relative F and b) relative SSB trajectories for the VPA base case and sensitivity runs. See text for details of runs.

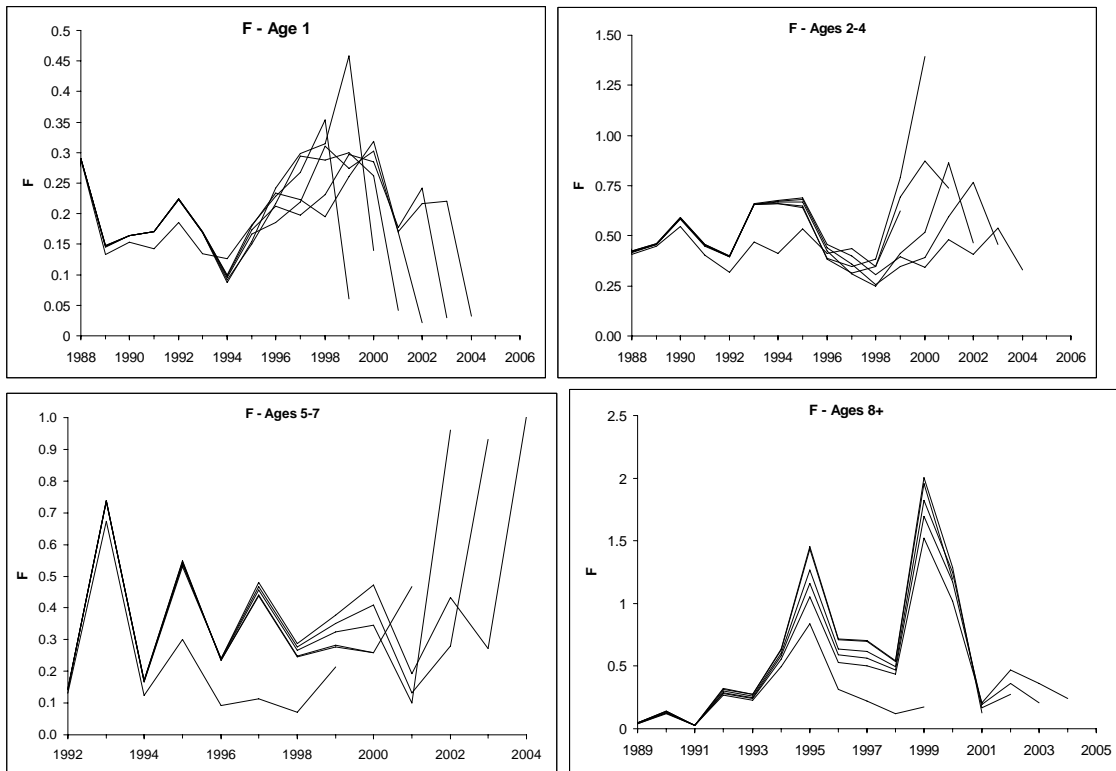


Figure 14. Retrospective analysis of VPA base case for age groups 1, 2-4, 5-7, and 8+.

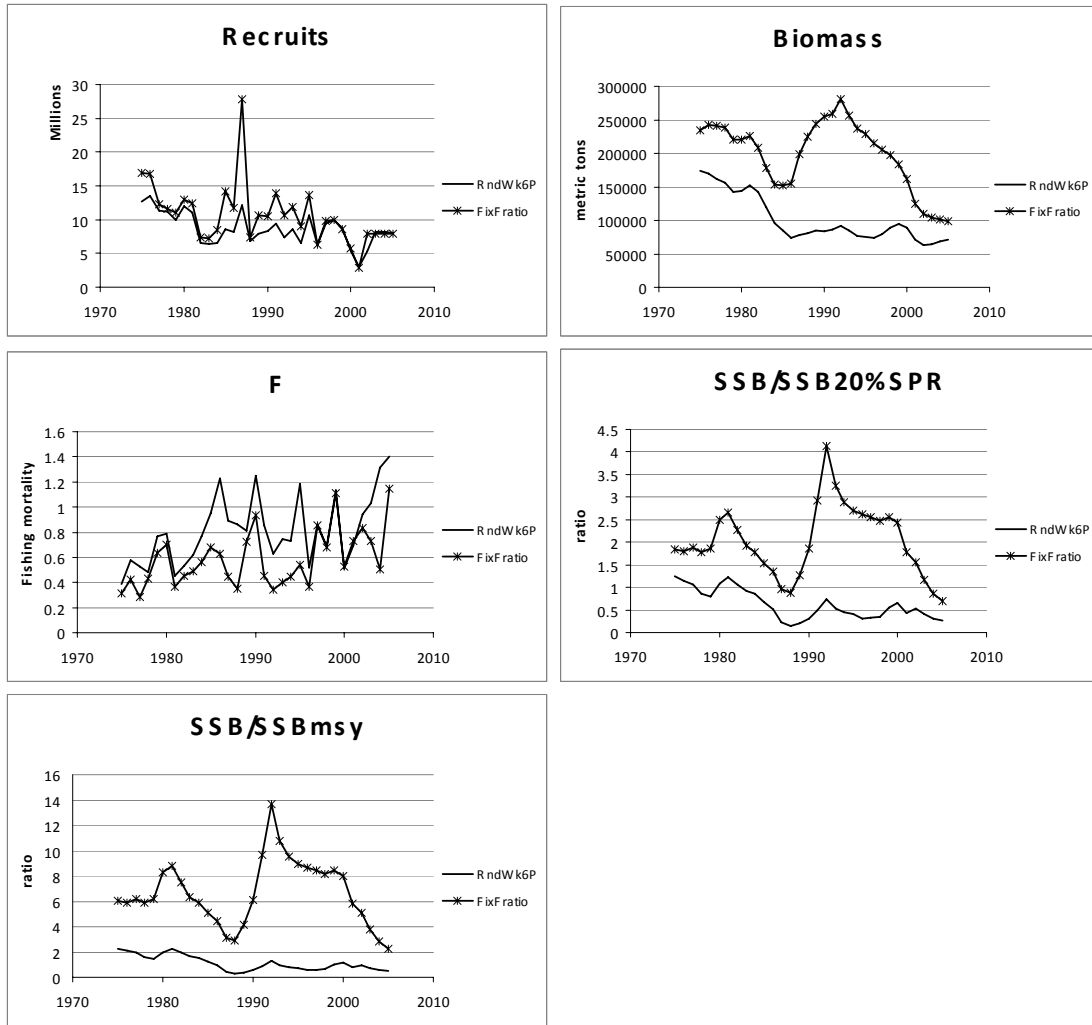


Figure 15. Estimated trajectories of biomass, fishing mortality, recruits, and ratios of SSB against SSBmsy and SSB20%SPR for the VPA sensitivity case using an Age 6+ group for the cases of fixed F ratio and random walk estimation of F ratios (see text for details).

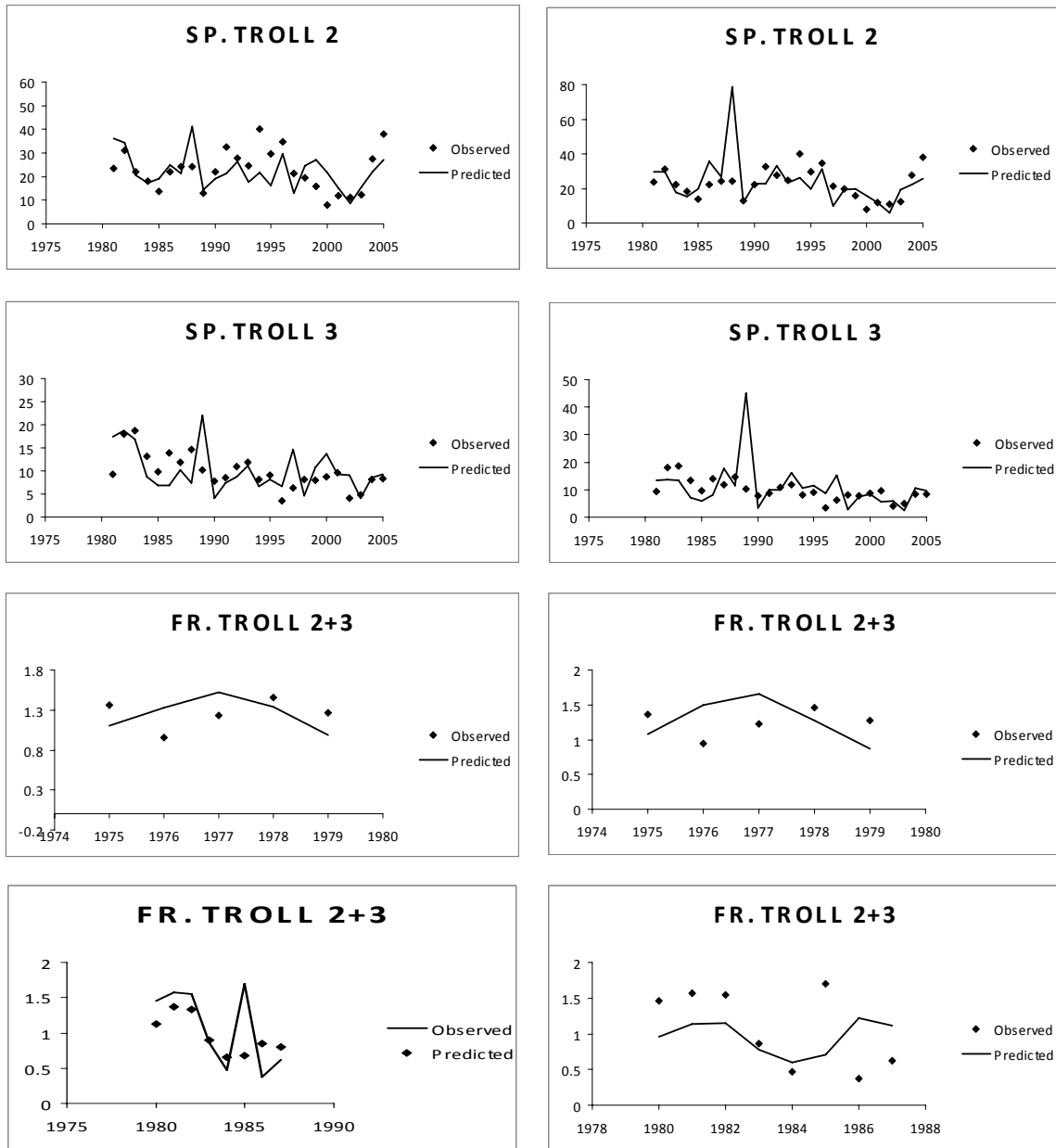
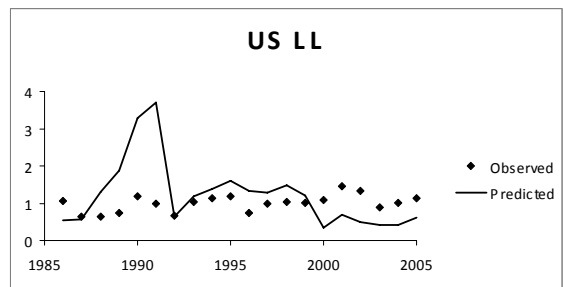
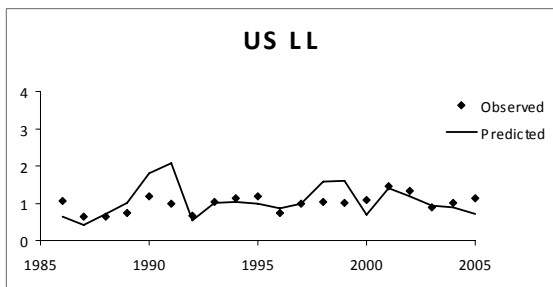
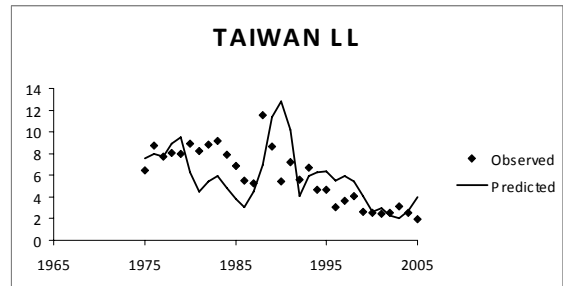
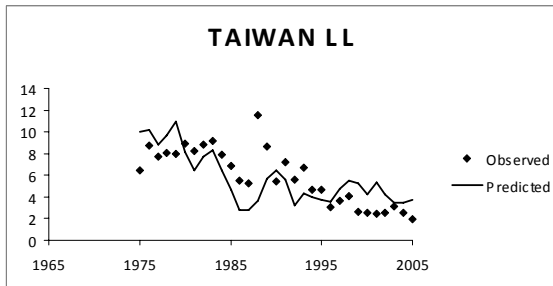
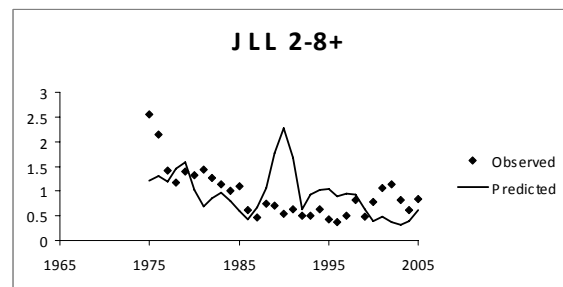
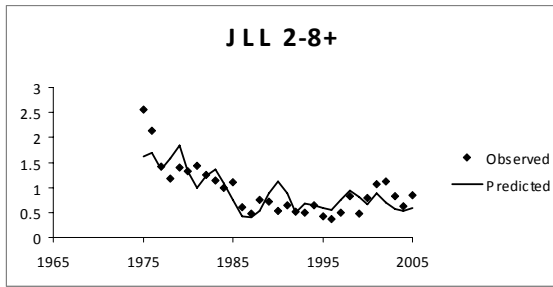


Figure 16. VPA fits to the indices for the sensitivity case of an Age 6+ group. Left panels correspond to the case of a fixed F ratios;L right panels for the estimation of F ratios using random walk (see text for full details).

Figure 16 (continued)



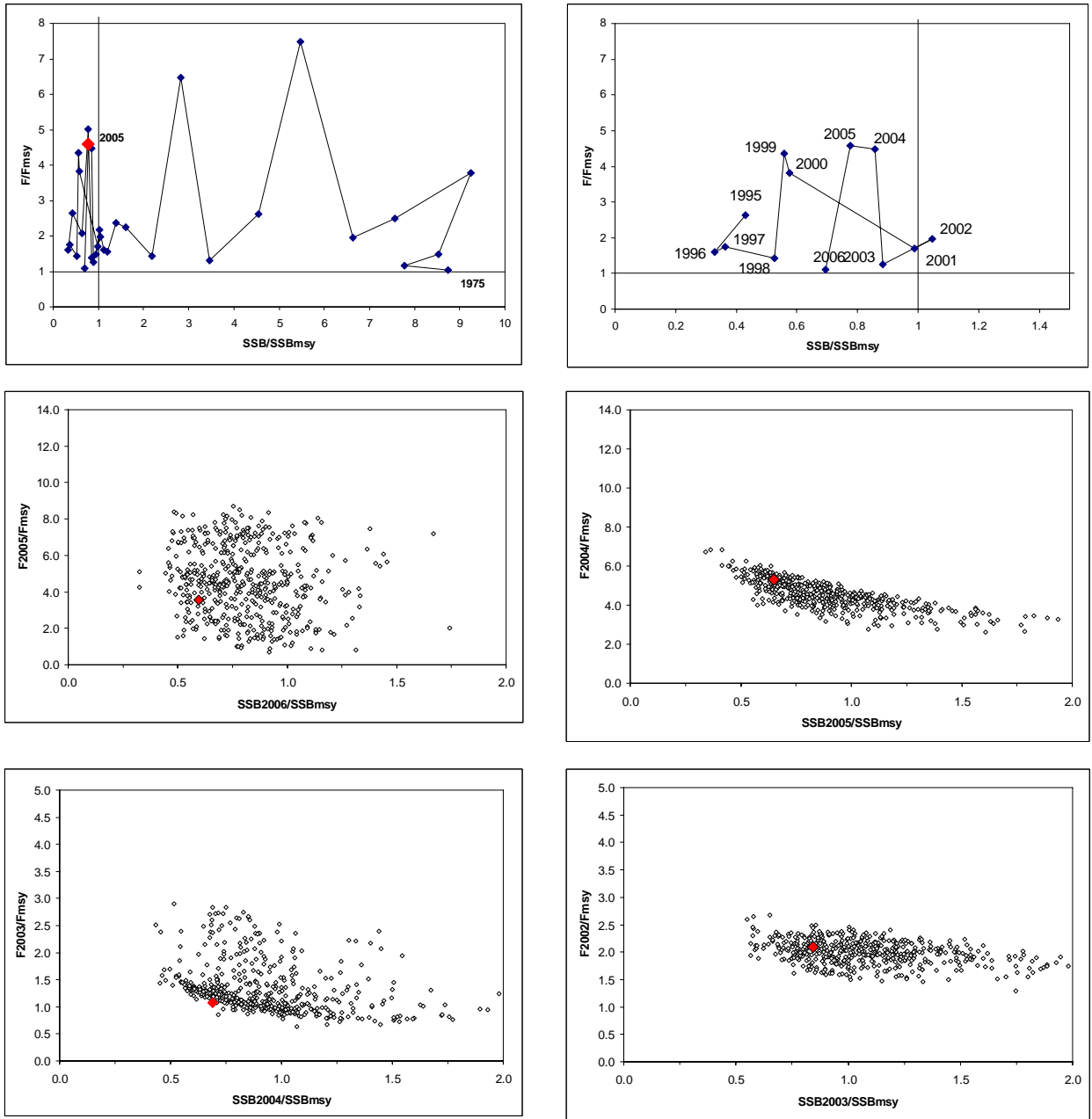


Figure 17. Estimated stock trajectory of relative SSB vs. relative F (top panels) and estimated 500 bootstrap values for relative F and relative SSB (open diamonds) and deterministic estimate (red diamond) (middle and lower panels) from VPA model of North Atlantic stock.

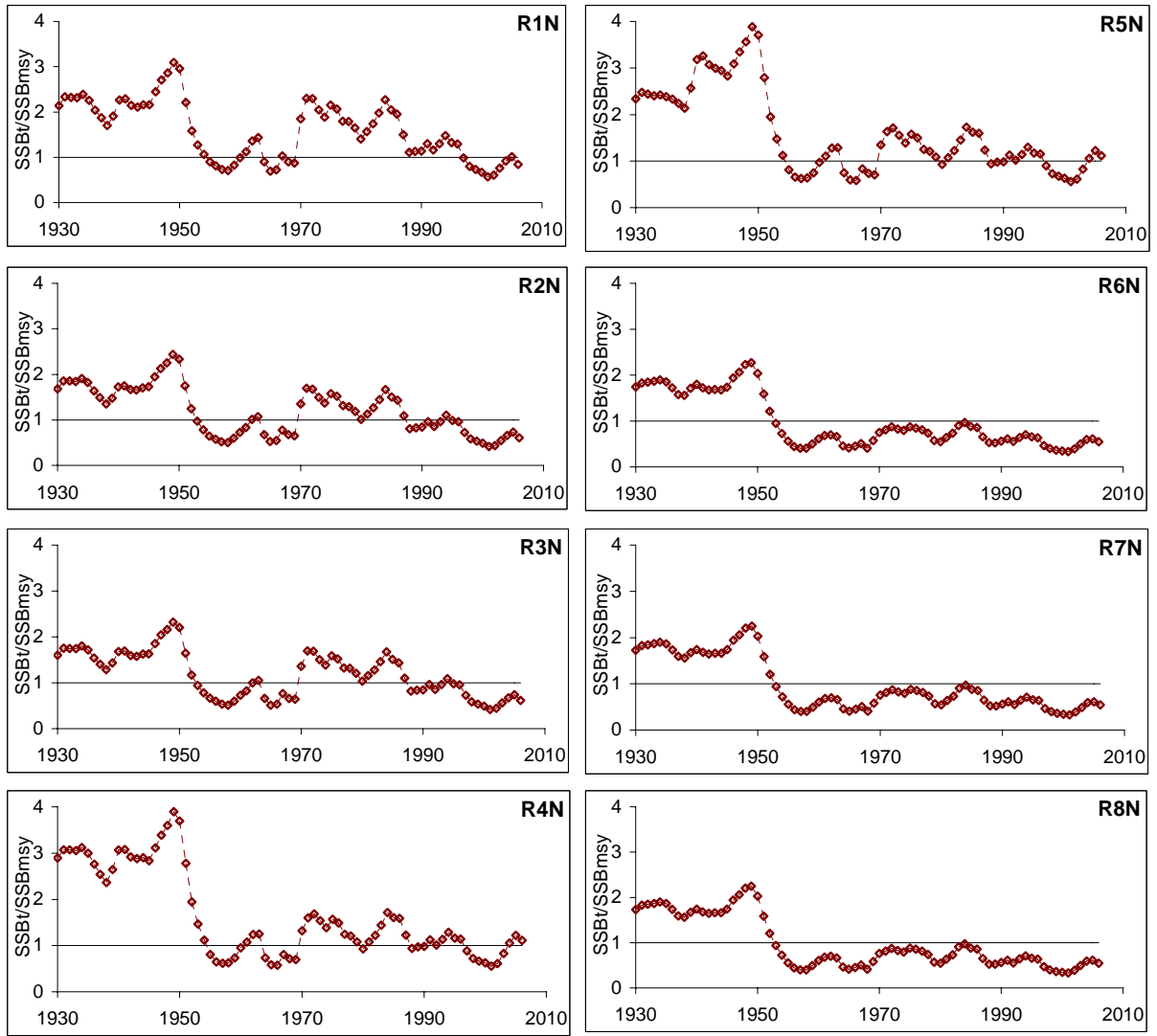


Figure 18. Estimates of relative spawning biomass obtained in 8 different runs of Multifan-CL model for the North Atlantic albacore stock.

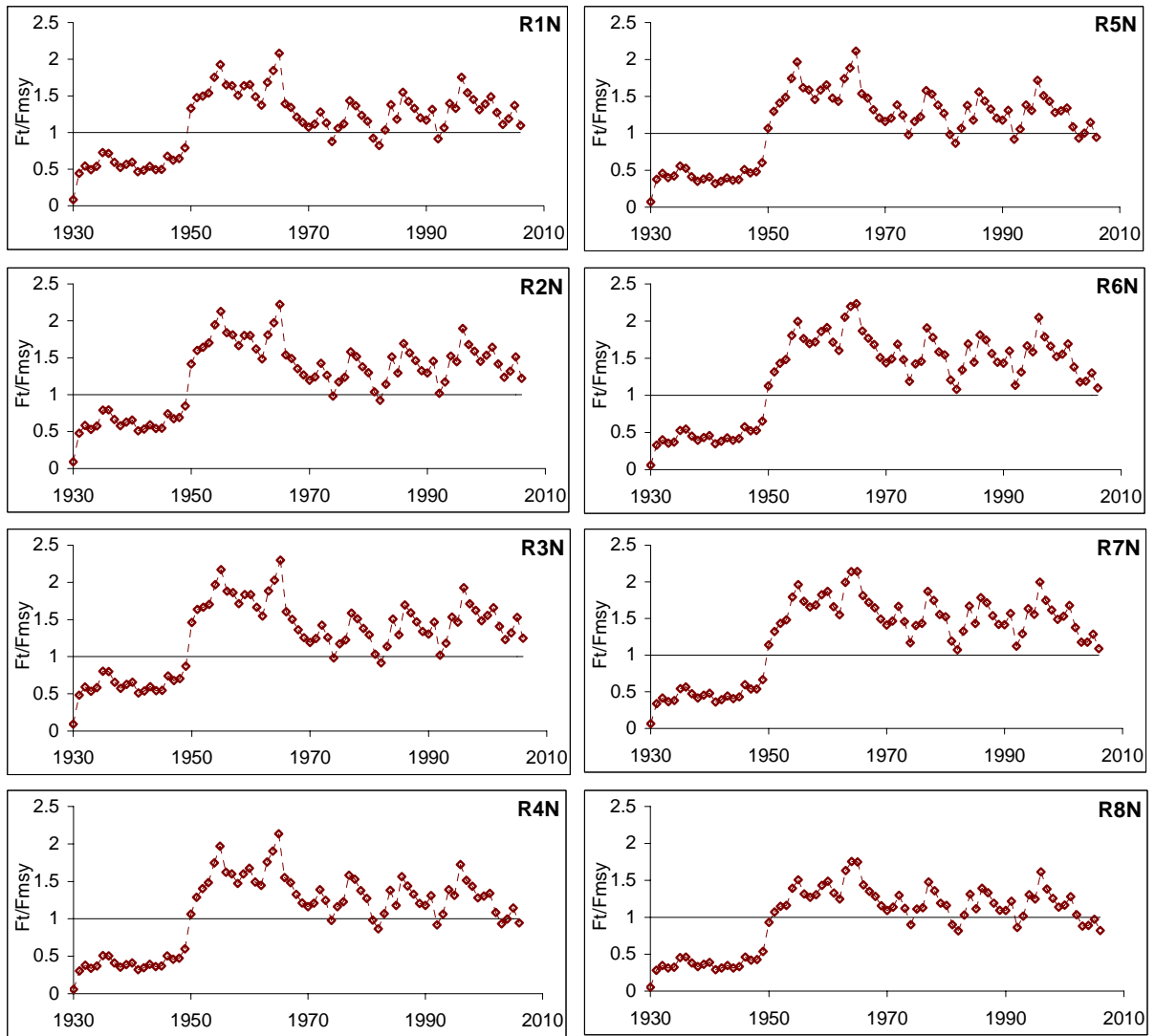


Figure 19. Estimates of relative fishing mortality obtained with different Multifan-CL modeling options of the North Atlantic albacore stock.

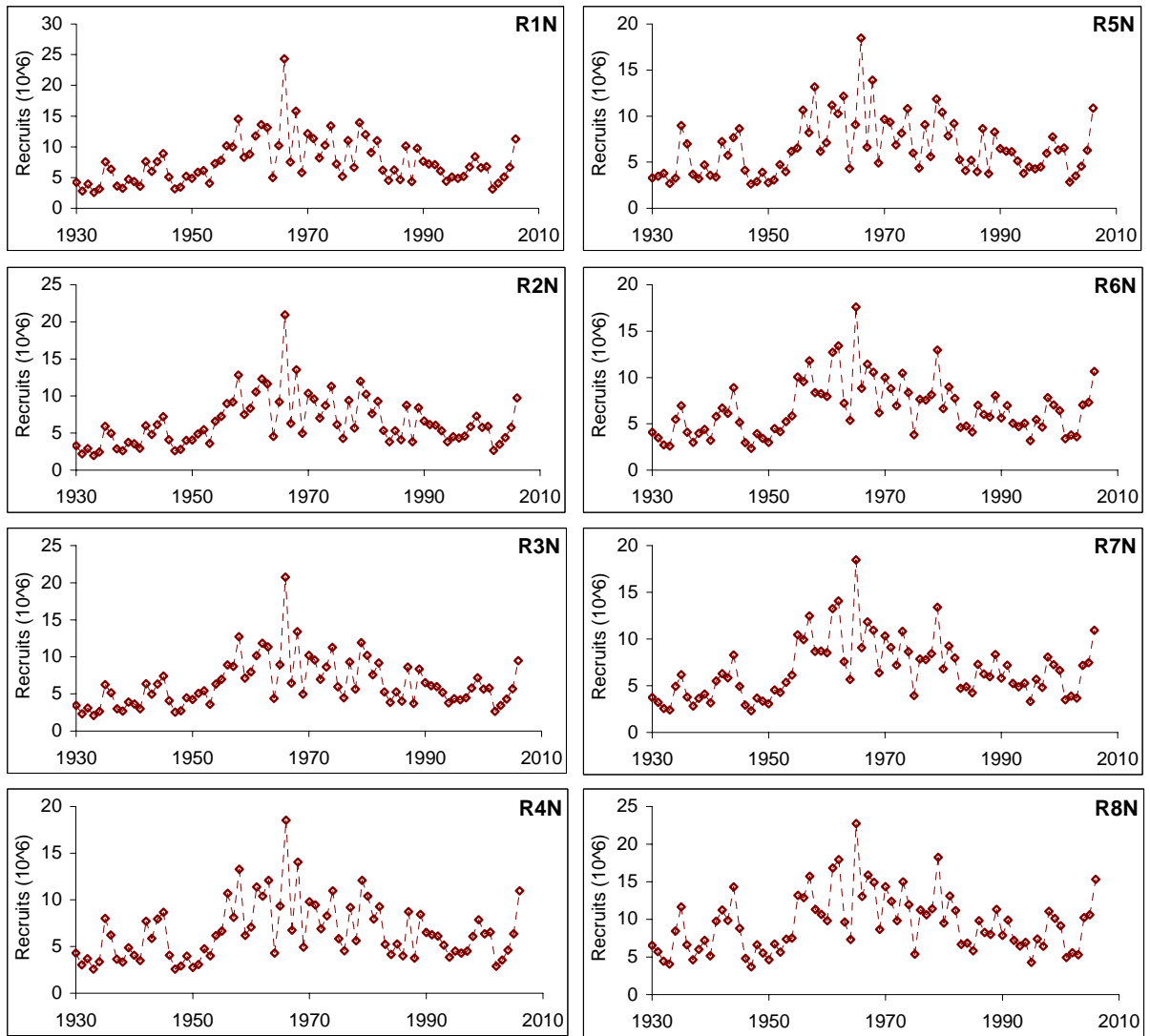


Figure 20. Estimates of recruitment obtained with 8 different model runs of Multifan-CL model of the North Atlantic albacore stock.

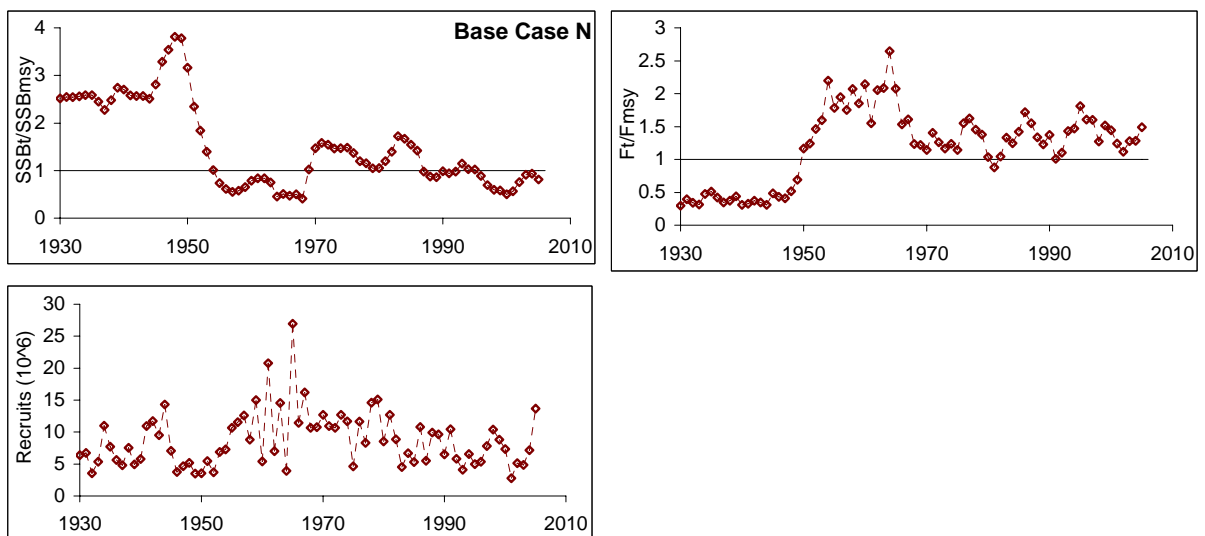


Figure 21. Estimates of relative biomass, relative fishing mortality and recruitment for the North Atlantic albacore stock from Multifan-CL model analyses.

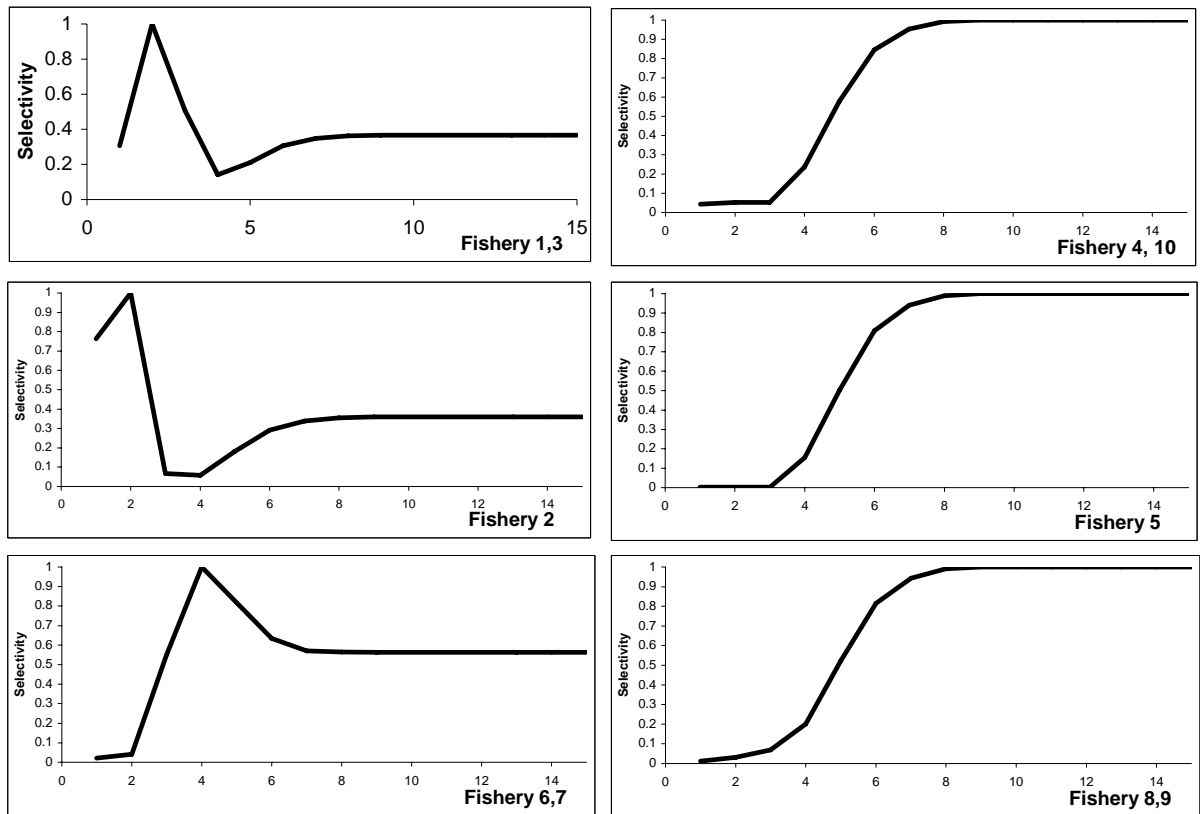
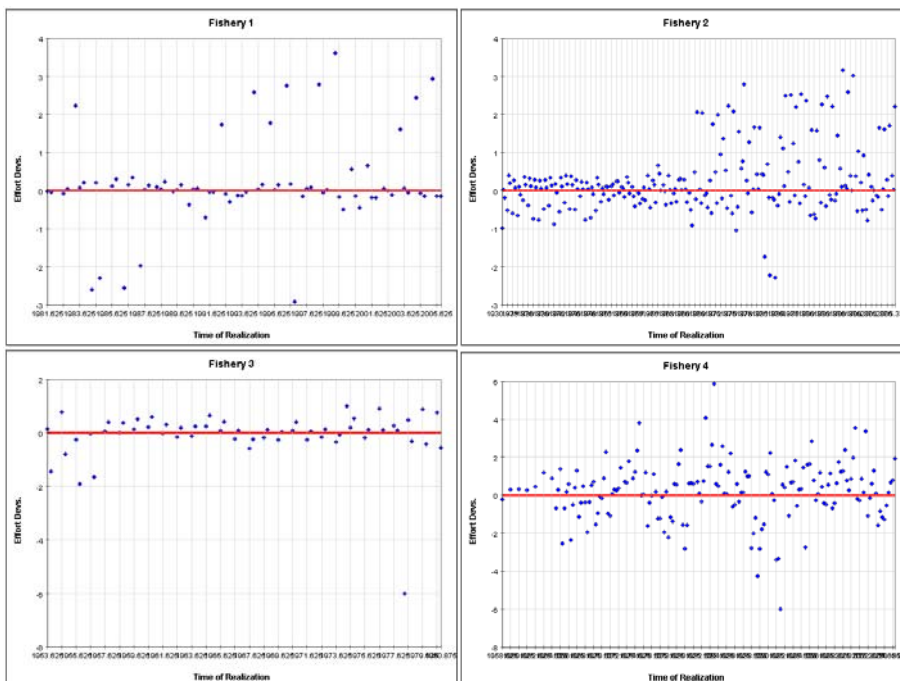


Figure 22. Estimated selectivity patterns for the 10 fisheries used in Multifan-CL model analyses for the North Atlantic albacore stock.



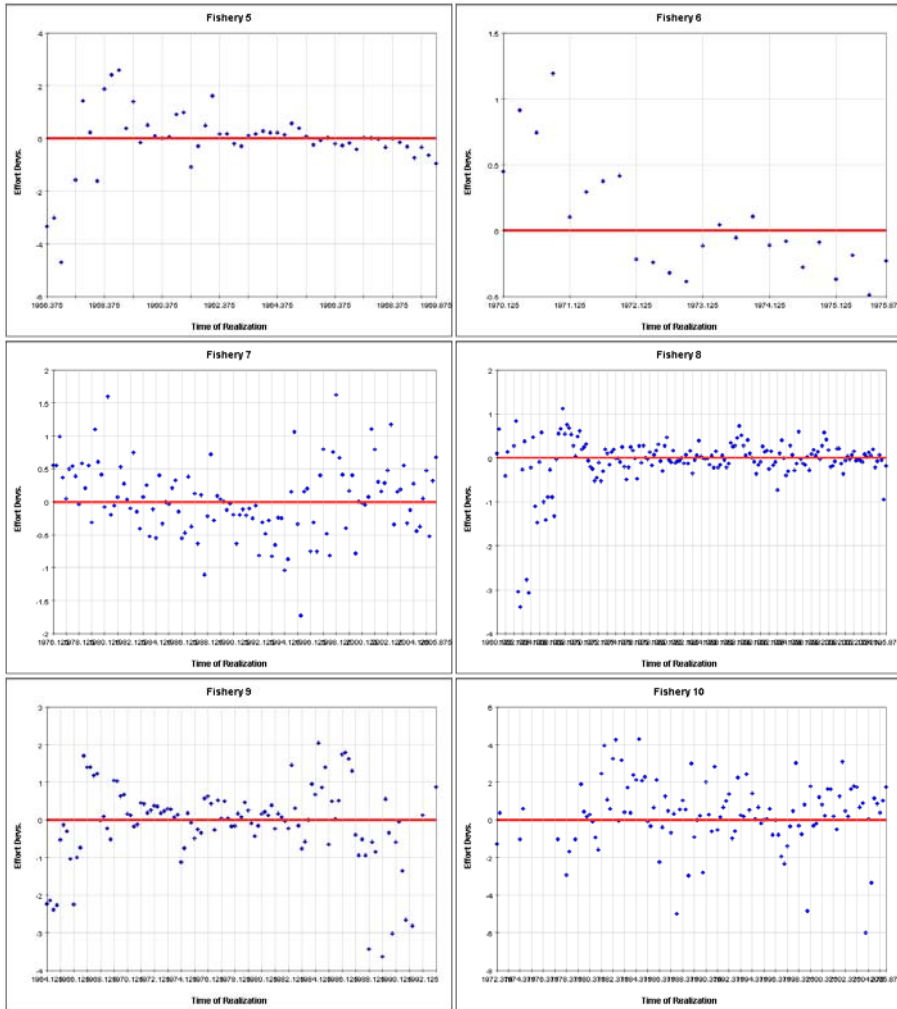


Figure 23. Effort deviations for the various fisheries modeled by Multifan-CL in the North Atlantic albacore stock.

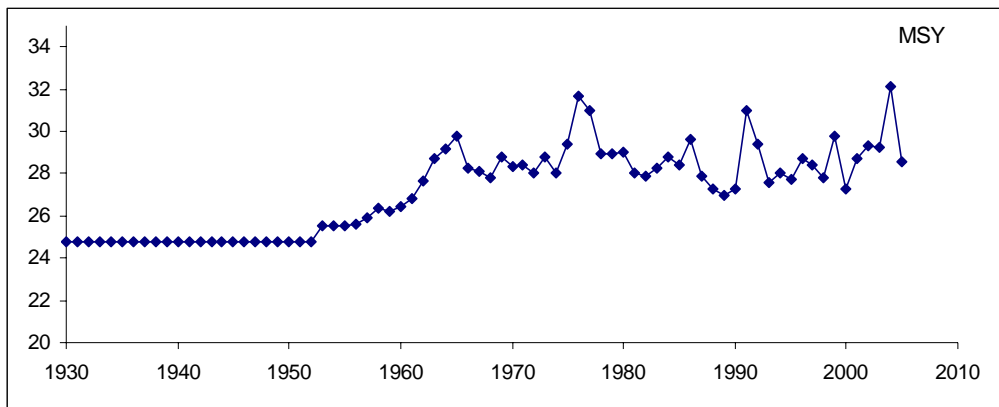


Figure 24. Estimated changes in MSY (thousand tons) for northern albacore, based on changes in total selectivity.

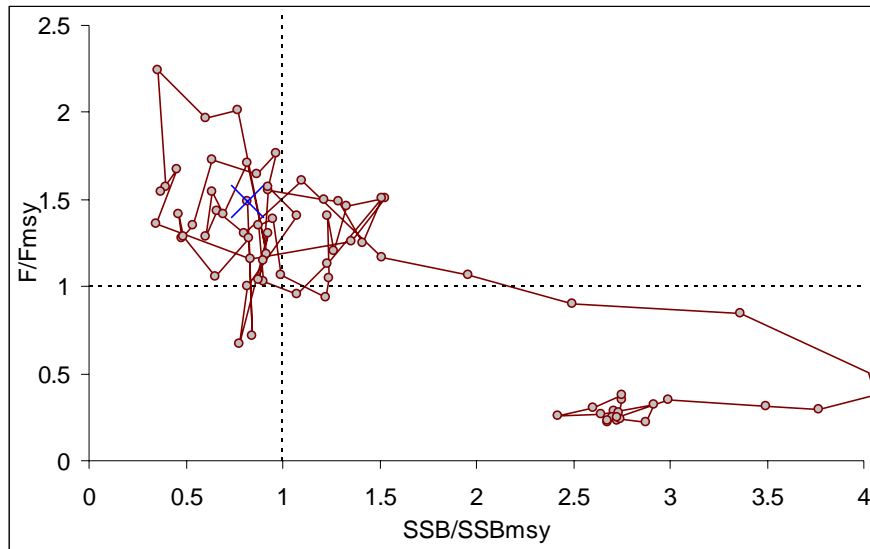


Figure 25. Trajectory of relative Fishing mortality and relative SSB for Northern albacore, 1930-2005. The blue X marks the 2005 point.

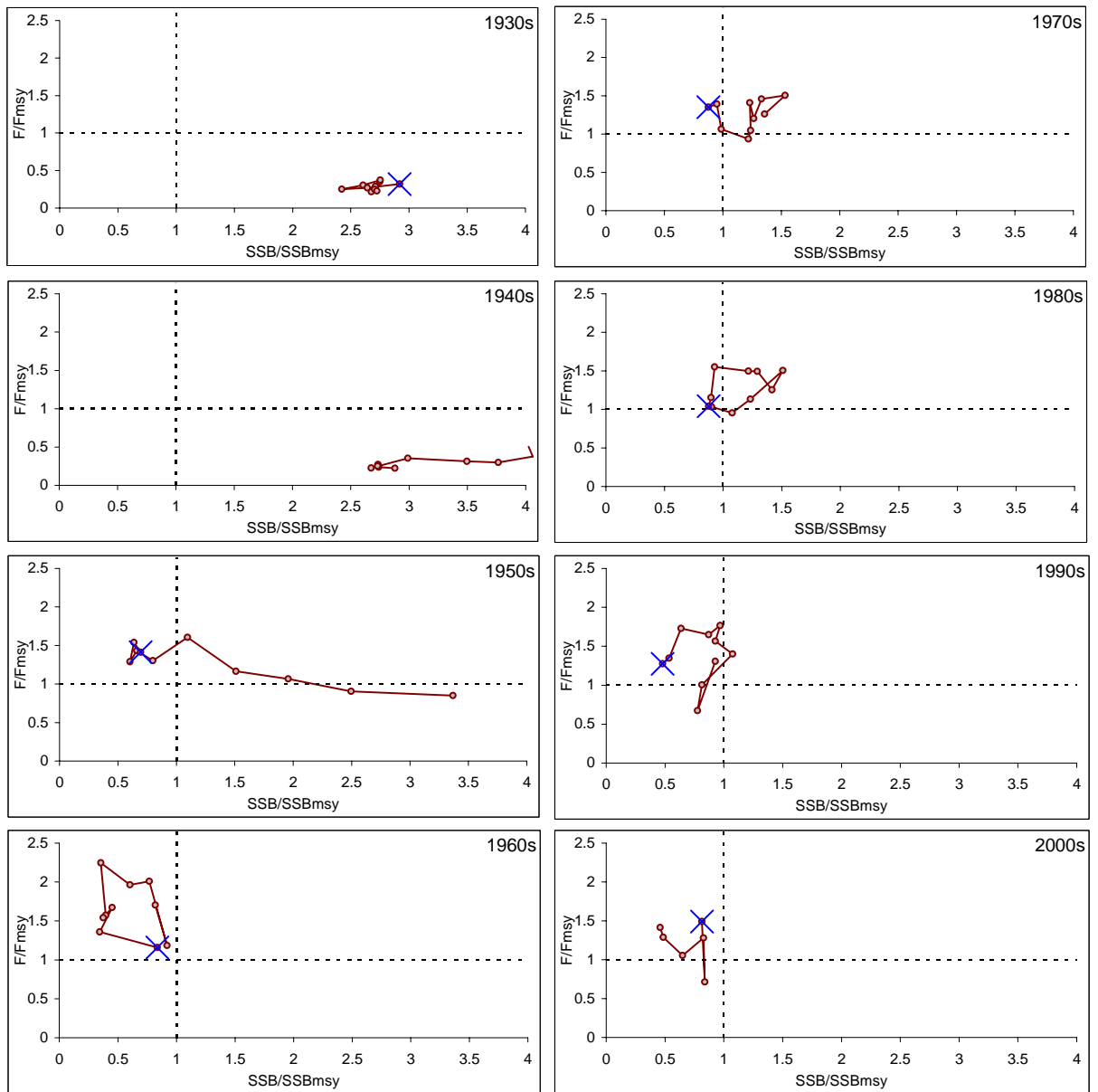


Figure 26. Trajectory of relative fishing mortality and relative SSB, by decade. The X marks the last point in each decade (1939, 1949, 1959 ... 2005) for the North Atlantic stock.

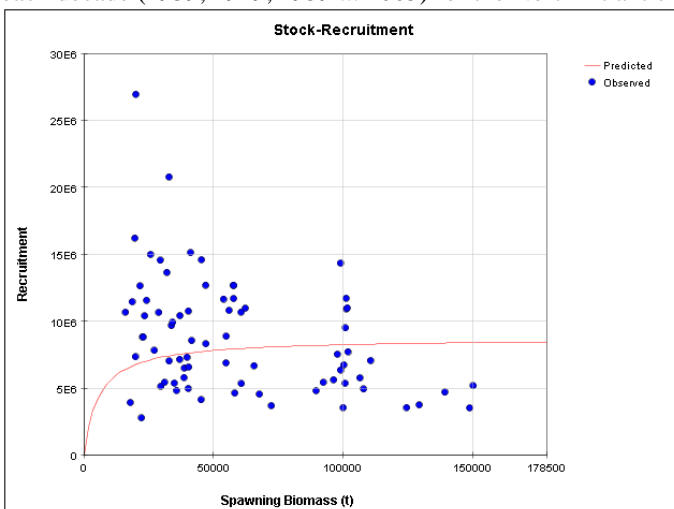


Figure 27. Estimated stock-recruitment relationship for northern albacore.

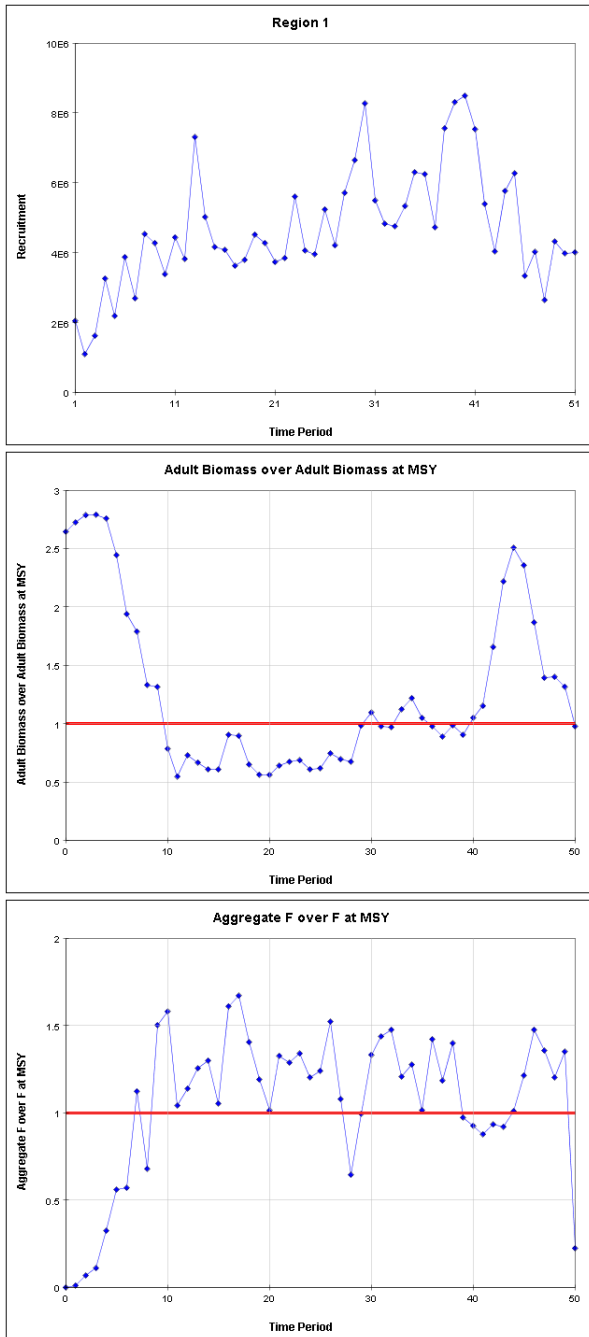


Figure 28. Estimates of recruitment, relative SSB and relative F for southern albacore (Run 8).

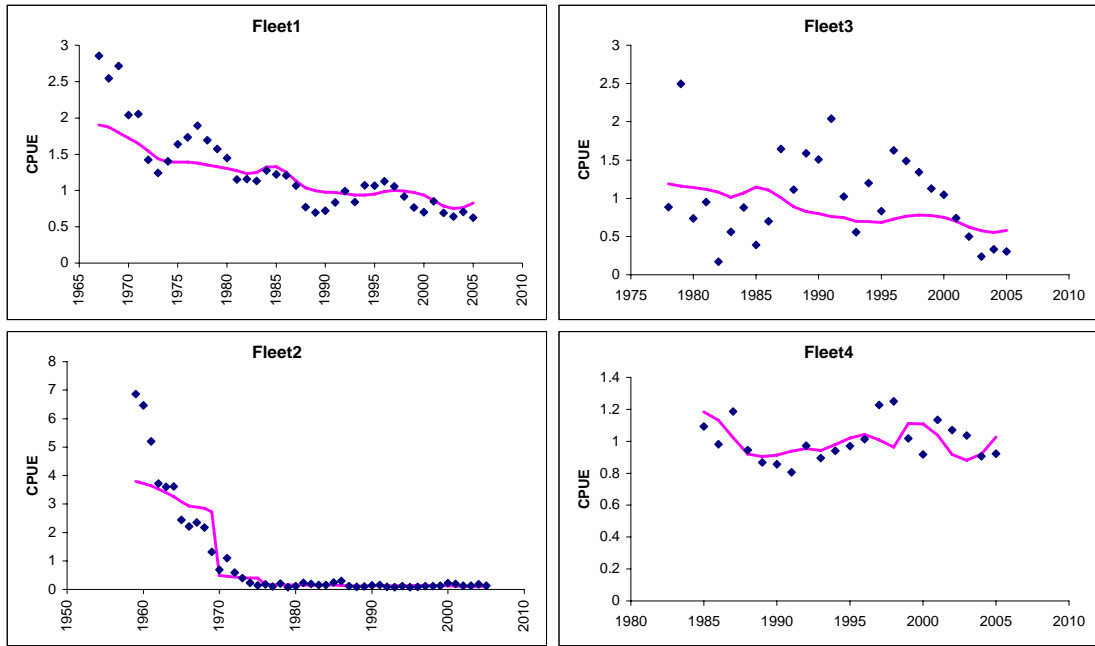


Figure 29. ASPM model fit of the observed CPUE data of the four different fleets using the base case in the South Atlantic stock.

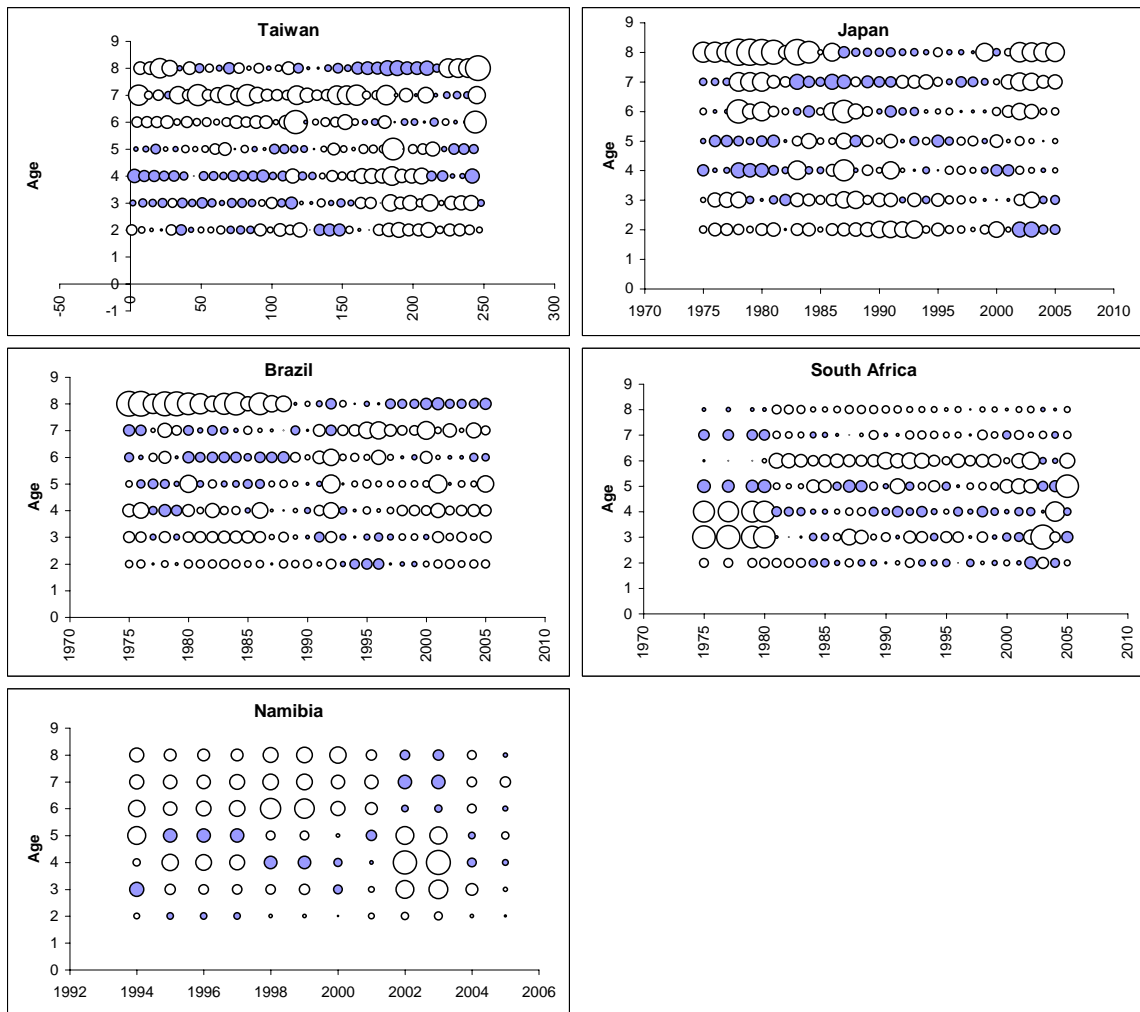


Figure 30. ASPM model. Residual plots of the catch-at-age data for the five different fleets using the base case in the South Atlantic stock.

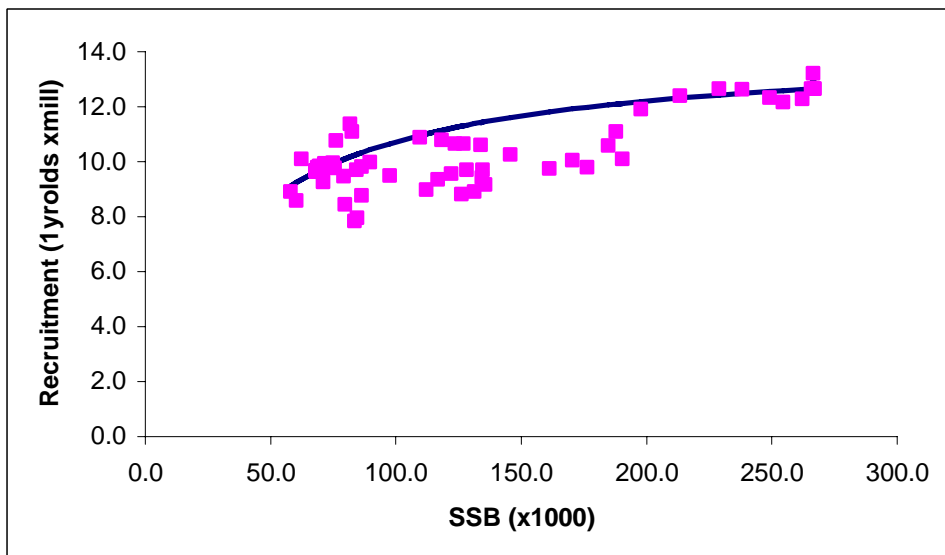
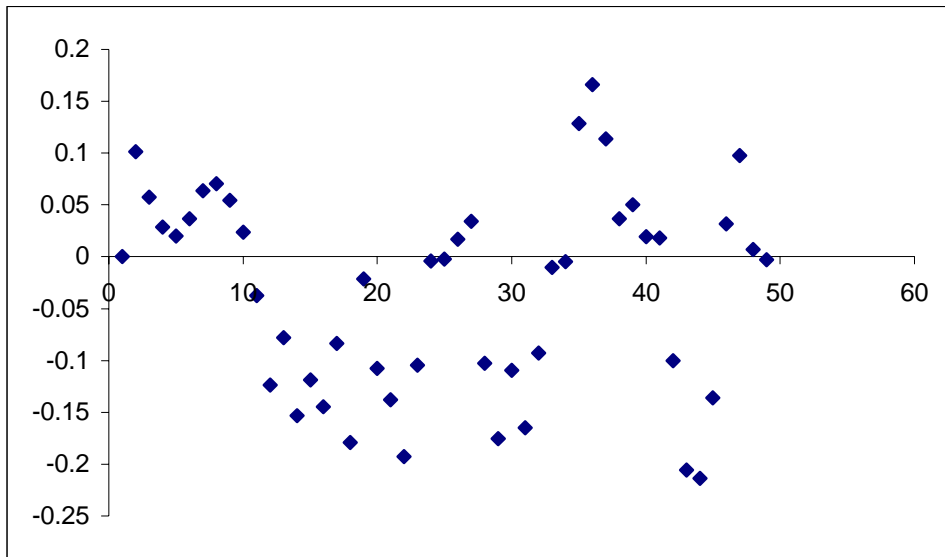


Figure 31. ASPM model. Recruitment residuals and an estimated Spawner-Recruit relationship for the base case in the South Atlantic albacore stock.

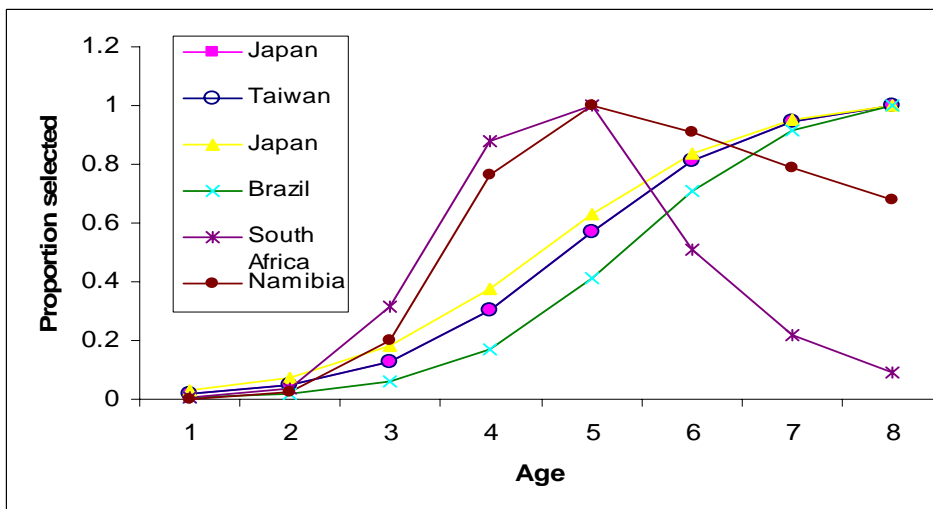


Figure 32. ASPM model. Estimated selectivity by fleet for the different fleets in the ASPM base case analysis of the South Atlantic stock.

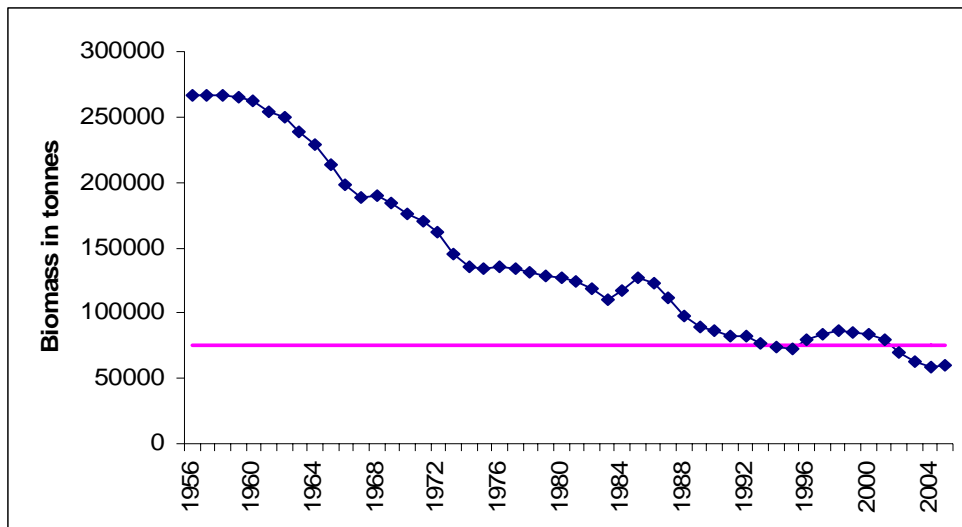


Figure 33. ASPM model. Biomass trajectory relative to the maximum sustainable yield (MSY) level for the base case analysis with ASPM model in the South Atlantic stock .

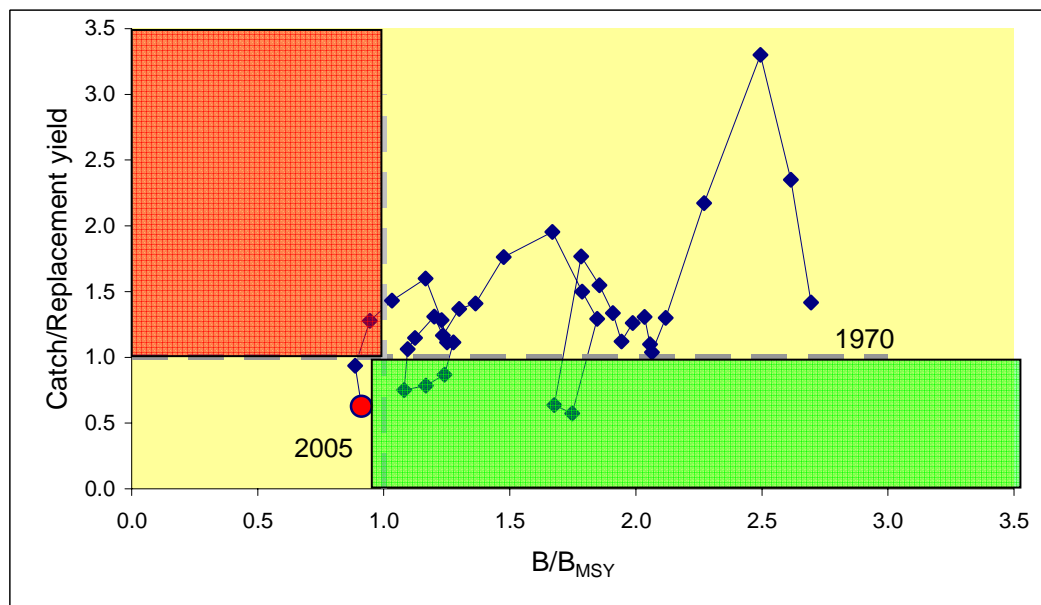


Figure 34. ASPM model. Catch relative to replacement yield versus current biomass relative to the biomass at MSY. The circles are the current state of the stock for all the sensitivity runs for the South Atlantic stock.

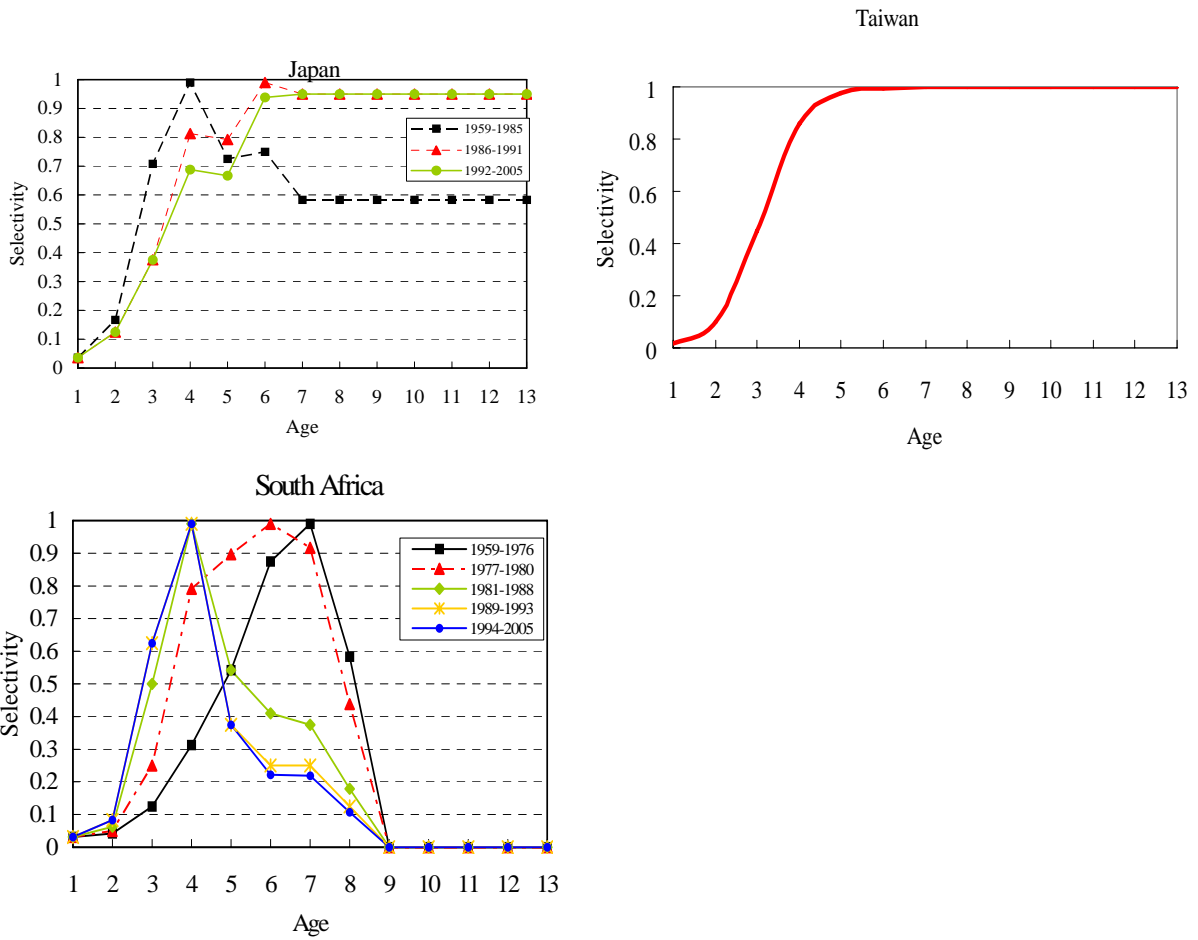


Figure 35. Selectivity patterns of Japanese (upper), Chinese Taipei (middle), and South African (below) fleets used for ASPM_2 model analyses in the South Atlantic stock.

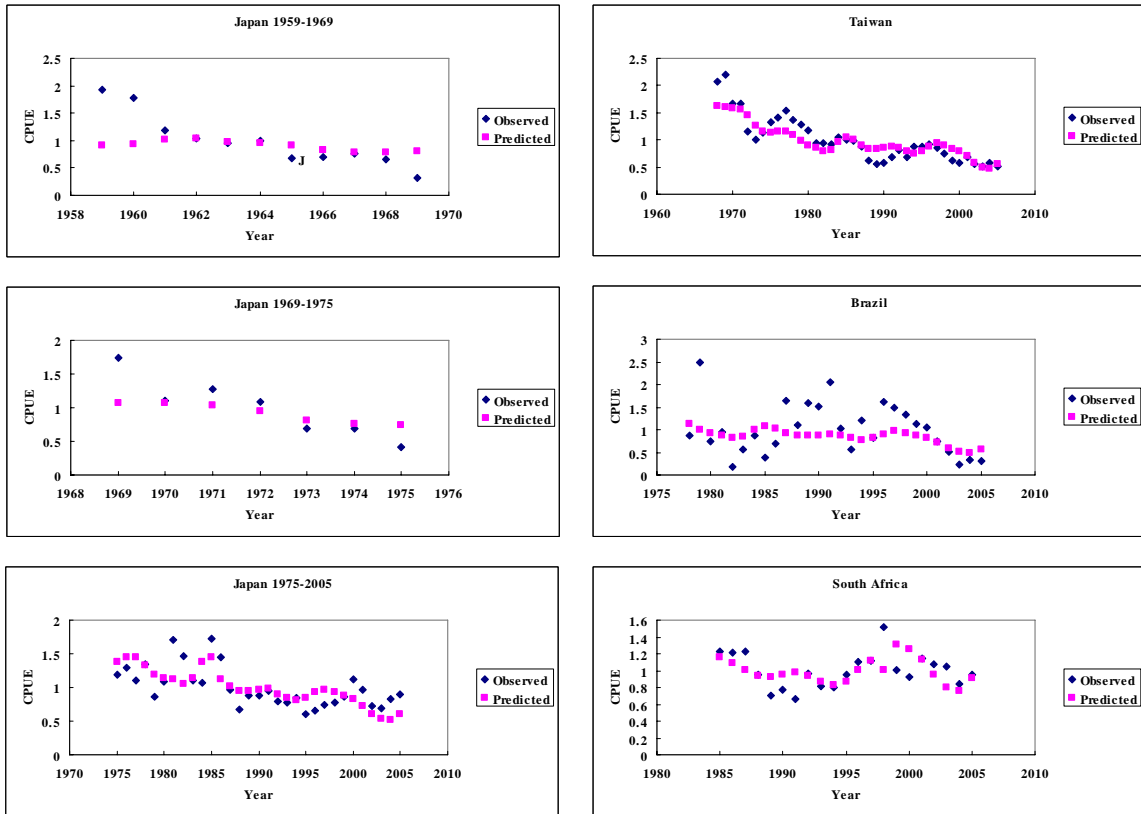


Figure 36. Plots of observed CPUE versus its respective predicted CPUE for the seven different indices series, based on stochastic model ASPM_2. (Note: two series of indices of South African baitboat fisheries were plotted in one figure).

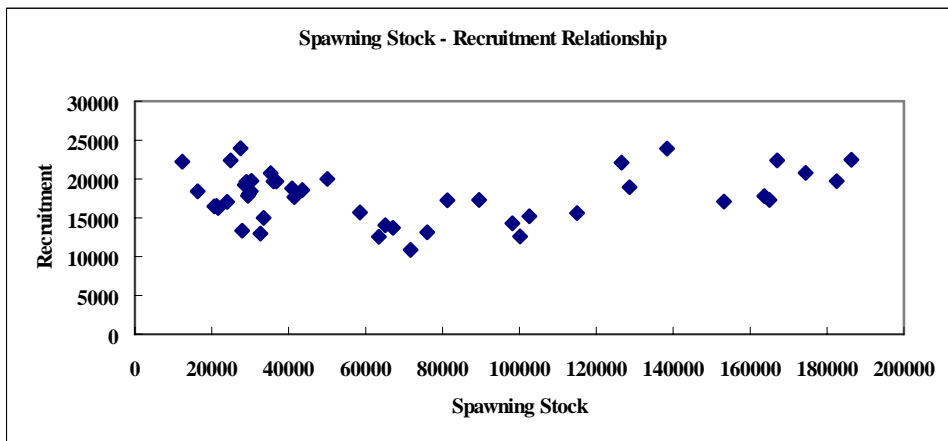


Figure 37. Plot of Spawner-recruitment pattern obtained from deterministic ASPM_2 model applied in the South albacore stock.

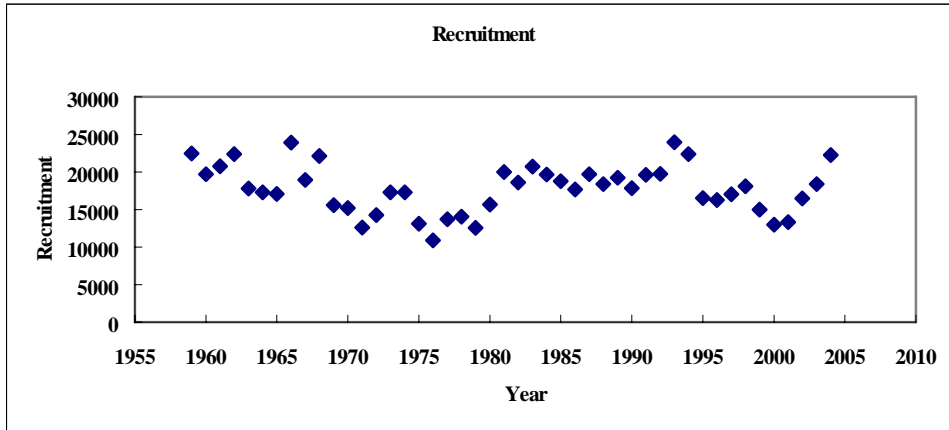


Figure 38. Estimated recruitment trend, based on stochastic ASPM_2 model applied in the South albacore stock.

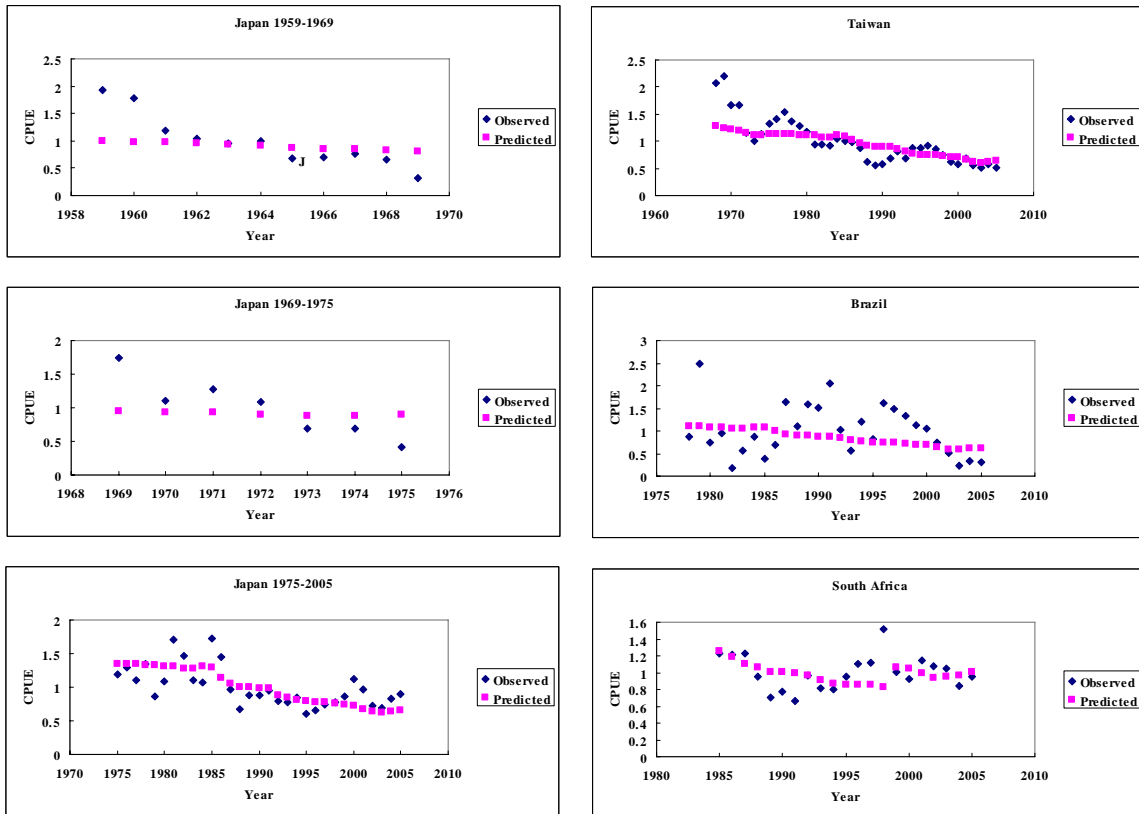


Figure 39. Plots of observed CPUE versus its respective predicted CPUE for the seven different indices series, based on deterministic ASPM_2. (Note: two series of indices of South African baitboat fisheries were plotted in one figure.)

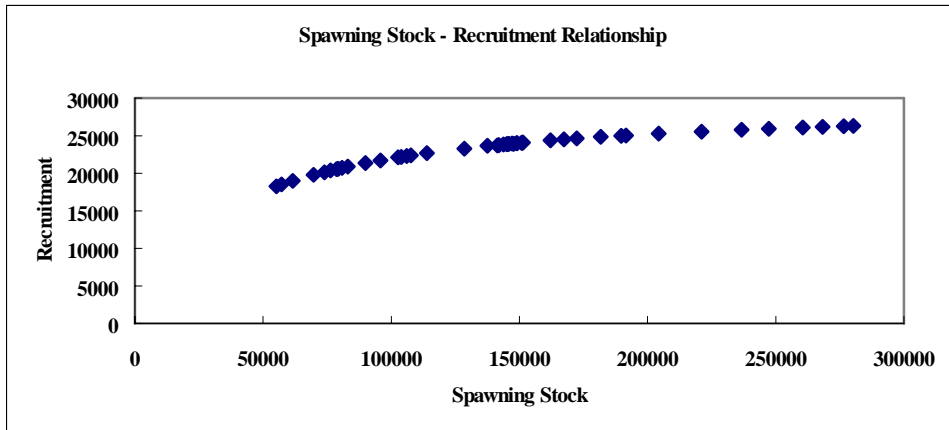


Figure 40. Plot of spawner-recruitment pattern, based on deterministic ASPM_2.

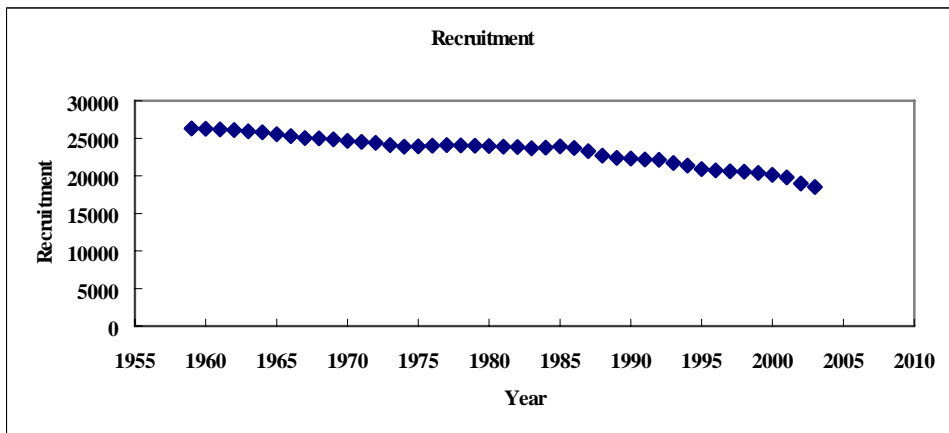


Figure 41. Estimated recruitment trend, based on deterministic ASPM_2.

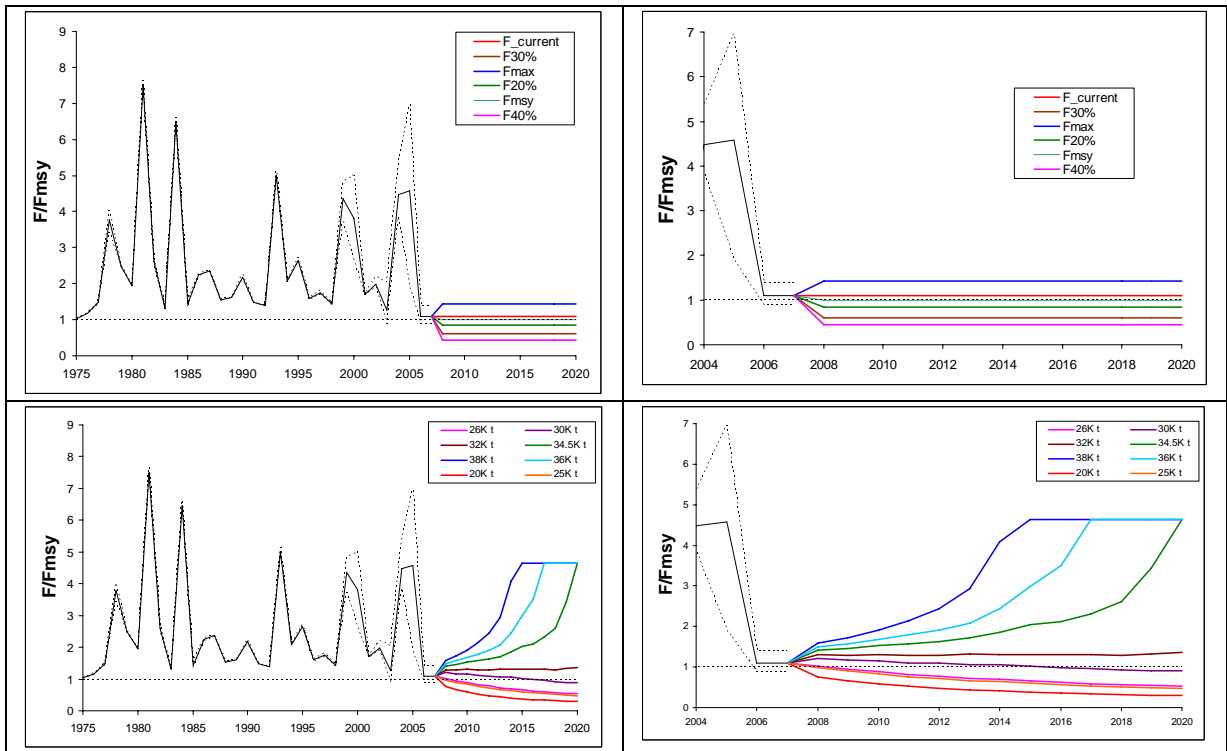


Figure 42. Estimated VPA projections of relative F (F/F_{MSY}) for different scenarios of constant catch and constant F assuming average recent year-class strengths for the North Atlantic albacore stock.

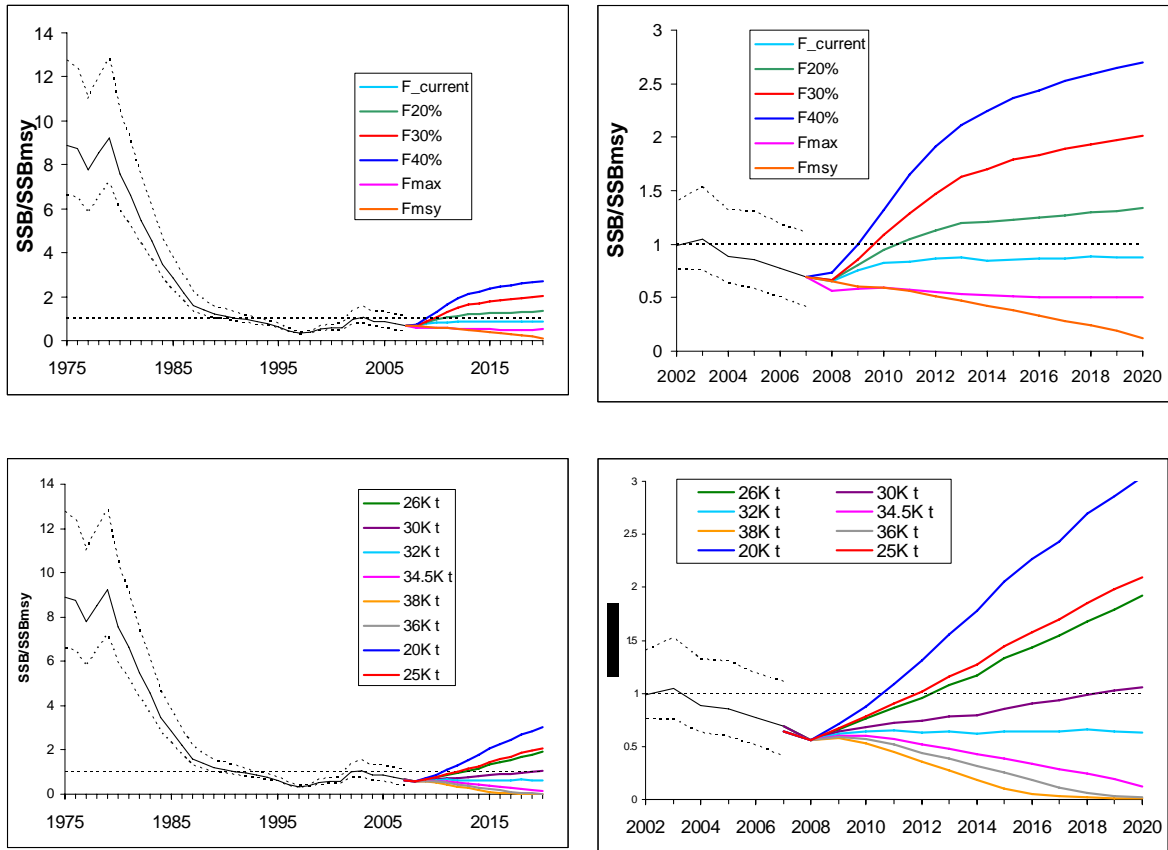


Figure 43. Estimated VPA projections of relative SSB (SSB/SSB_{MSY}) for different scenarios of constant catch and constant F assuming average recent year-class strengths for the North Atlantic albacore stock.

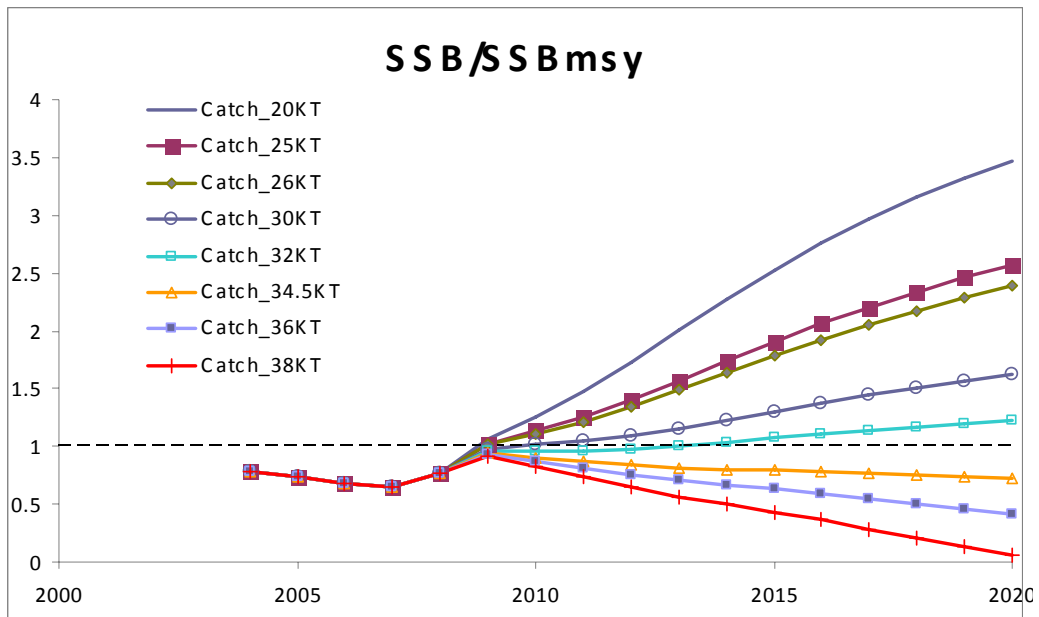


Figure 44. Estimated VPA projections of relative SSB (SSB/SSB_{MSY}) for different scenarios of constant catch under the assumption of a strong incoming year-class as estimated by the VPA for North Atlantic albacore.

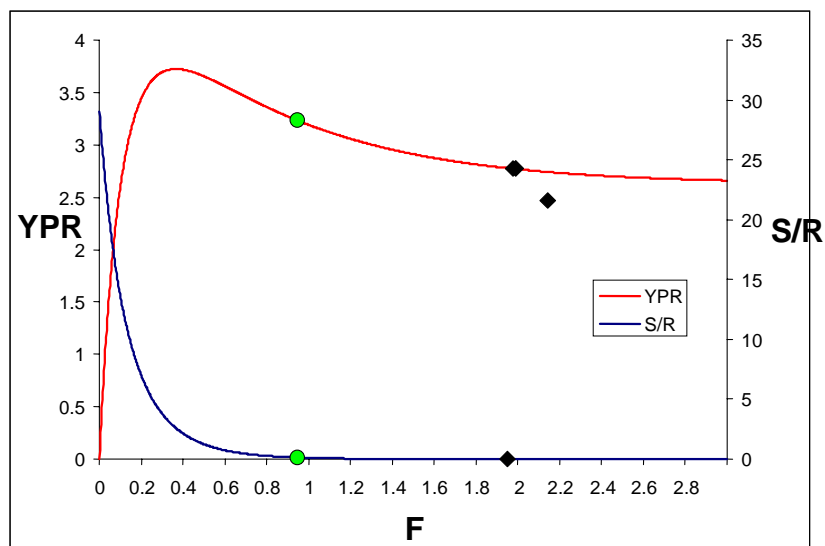


Figure 45. VPA estimated yield-per-recruit (YPR) and spawner-per-recruit (S/R) for different values of F. The diamond indicates estimated $F_{2005} = 1.974$. The circle shows estimated geometric mean of F for years 2002-2004 ($F=0.952$). North Atlantic albacore stock.

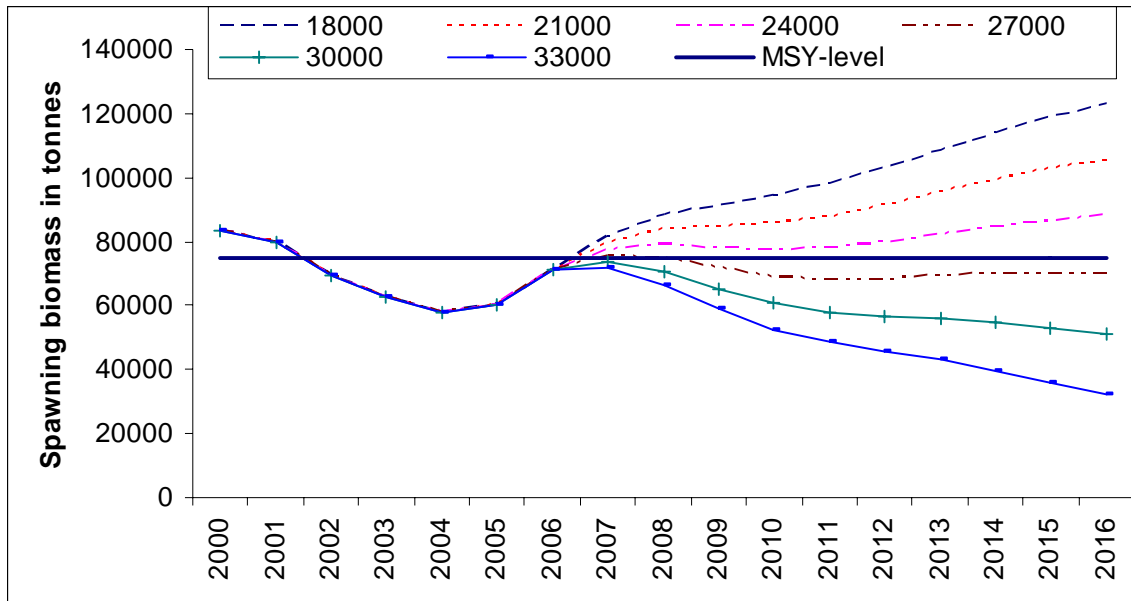


Figure 46. ASPM_2 biomass trajectories for various constant catch strategies using the base case in the South Atlantic albacore stock.

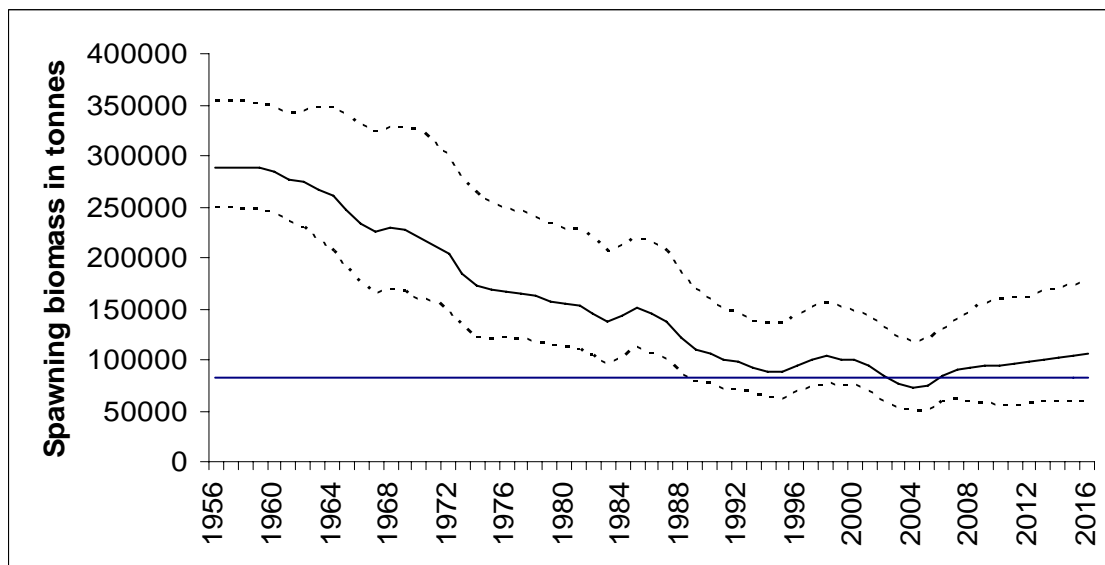


Figure 47. Biomass trajectory with 95 percentiles with a constant catch of 25,000 tones over the next 10 years for the base case scenario in the South Atlantic albacore stock.

Agenda

1. Opening, adoption of the Agenda and meeting arrangements.
2. Biological data, including tagging information
3. Catch data, including size frequencies and fisheries trends
4. Catch-at-size (CAS) and catch-at-age (CAA)
5. Relative abundance indices
 - 5.1 Indices by age for VPA-2BOX model fit
 - 5.2 Indices by fleet for MULTIFAN-CL model fit
 - 5.3 Indices for Age Structured Production Model fit
6. Methods and other data relevant to the assessment
7. Stock status results
 - 7.1 VPA-2BOX
 - 7.2 MULTIFAN-CL
 - 7.3 Other methods
8. Projections and yield per recruit analysis
9. Recommendations
 - 9.1 Research and statistics
 - 9.2 Management
10. Other matters
11. Adoption of the report and closure

List of Participants

CONTRACTING PARTIES

BRAZIL

Frédou, Thierry

Universidade Federal do Pará Campus do Guamá, Depto. de Oceanografia Centro de Geociências, C.P. 8617, CEP 66093-110, Belém, PA

Tel: +55 91 3201 7983, Fax: +55 91 3201 7109, E-Mail: tfredou@ufpa.br

Hazin, Humberto

UFRPE/DEPAq, , Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, , Dois Irmaos, Recife-PE

Tel: +55 81 3320 6500, Fax: +55 81 3320 6501, E-Mail: hghazin@hotmail.com

EUROPEAN COMMUNITY

Brophy, Deirdre

Commercial Fisheries Research Group, GMIT, Dublin Rd, Galway, Ireland

Tel: +353 91 742484, Fax: , E-Mail: deirdre.drophy@gmit.ie

Cosgrove, Ronan

An Bord Iascaigh Mhara (BIM), New Docks, Co. Galway, Ireland

Tel: +353 91 564 318, Fax: +353 91 568 569, E-Mail: cosgrove@bim.ie

Ortiz de Urbina, Jose Maria

Instituto Español de Oceanografía, C.O de Málaga, Apartado 285, Puerto Pesquero s/n, 29640 Fuengirola, Málaga, Spain

Tel: +34 952 476 955, Fax: +34 952 463 808, E-Mail: urbina@ma.ieo.es

Ortiz de Zárate Vidal, Victoria

Ministerio de Educación y Ciencia, Instituto Español de Oceanografía, Promontorio de San Martín s/n, 39012 Santander, Cantabria, Spain

Tel: +34 942 29 10 60, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: victoria.zarate@st.ieo.es

Pereira, Joao Gil

Universidade dos Açores, Departamento de Oceanografia e Pescas, 9900 Horta, Portugal

Tel: +351 292 200 431, Fax: +351 292 200 411, E-Mail: pereira@notes.horta.uac.pt

Taquet, Marc
IFREMER HMT, B.P. 171, Rue Jean Monet, 34203 Sète Cedex, France
Tel: , Fax: , E-Mail: marc.taquet@ifremer.fr

JAPAN

Uosaki, Koji
National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency of Japan, 7-1, 5 Chome Orido, Shizuoka-shi, Shimizu-ku 424-8633
Tel: +81 543 36 3036, Fax: +81 543 35 9642, E-Mail: uosaki@affrc.go.jp

NAMIBIA

Kirchner, Carola
Ministry of Fisheries and Marine Resources, Strand Str., Box 912, Swaropmund
Tel: +264 64 410 1133, Fax: , E-Mail: ckirchner@mfmr.gov.na

UNITED STATES

Díaz, Guillermo
NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149
Tel: +1 305 361 4466, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

Ortiz, Mauricio

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149-1099
Tel: +1 305 361 4288, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: mauricio.ortiz@noaa.gov

Scott, Gerald P.

SCRS Chairman, NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149-1099
Tel: +1 305 361 4220, Fax: +1 305 361 4219, E-Mail: gerry.scott@noaa.gov

OBSERVERS FROM COOPERATING NON-CONTRACTING PARTIES

CHINESE TAIPEI

Chang, Feng-Chen
Overseas Fisheries Development Council, , 19 Lane 113, Roosevelt Road Sect. 4, Taipei 106
Tel: +886 2 2738 1522, Fax: +886 2 2738 4329, E-Mail: fengchen@ofdc.org.tw; d93241008@ntu.edu.tw

Chen, Chiee-Young

National Kaohsiung Marine Universtiy, Department of Fishereis productor and Management, P.O. Box 23-13; N° 142, Hai-Chuan Rd, Kaohsiung, Narzih Districk, 811
Tel: +88 6 7 365 1481, Fax: +886 7 368 1210, E-Mail: chency@mail.nkmu.edu.tw

Lee, Liang-Kang

National Kaohsiung Marine Universtiy, Department of Fishereis productor and Management, P.O. Box 23-13; N° 142, Hai-Chuan Rd., Kaohsiung, Narzih Districk 811
Tel: +886 7 3617 141; ext 3515, Fax: +886 7 3644 190, E-Mail: Leelk@mail.nkmu.edu.tw

Yeh, Shean-Ya

Professor, Institute of Oceanography National Taiwan University, P.O. Box 23-13, Taipei
Tel: +886 2 2363 7753, Fax: +886 2 2366 1197, E-Mail: sheanya@ntu.edu.tw

ICCAT SECRETARIAT

C/ Corazón de María, 8 – 6th fl., 28002 Madrid, Spain
Tel: + 34 91 416 5600, Fax: +34 91 415 2612, E-Mail: info@iccat.int

Restrepo, Victor
Kebe, Papa
Pallarés, Pilar
Palma, Carlos

List of Documents

- SCRS/2007/093 Standardized northern Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) CPUE, from 1967 to 2005, based on Taiwanese longline catch and effort statistics. HSIEH, Chi-Heng, Feng-Chen Chang and Shean-Ya Yeh.
- SCRS/2007/094 Standardized CPUE of South Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) based on Taiwanese longline catch and effort statistics dating from 1967 to 2005. CHANG, Feng-Chen and Shean-Ya Yeh.
- SCRS/2007/095 Assessment of the South Atlantic albacore resource based on 1959-2005 catch and effort statistics from ICCAT. LEE, Liang-Kang and Shean-Ya Yeh.
- SCRS/2007/096 Factors, predicted by GAM procedures, dominating South Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) distribution revealed by 1982-2005 Taiwanese longline catch and effort data. CHANG, Feng-Chen and Shean-Ya Yeh.
- SCRS/2007/098 Spanish albacore (*Thunnus alalunga*) surface fishery statistics in the northeastern Atlantic in 2006. ORTIZ DE ZÁRATE, Victoria, Santiago Barreiro, Cristina Rodriguez-Cabello.
- SCRS/2007/099 Standardized age-specific catch rates of albacore, *Thunnus alalunga*, from the Spanish troll fishery in the northeast Atlantic, from 1981 to 2006. ORTIZ DE ZÁRATE, V. and J.M. Ortiz de Urbina.
- SCRS/2007/102 Age estimation in albacore tuna, *Thunnus alalunga* (Bonn. 1788) using three different calcareous structures; preliminary findings of an inter-laboratory comparison. DAVIES, C.A., D. Brophy, P. Megalofonou, E. Gosling, N. Griffin, B. Leroy and N. Clear.
- SCRS/2007/103 Standardized cpue for albacore using log-normal and negative binominal models for the Japanese longline in the Atlantic Ocean. UOSAKI, Koji and Hiroshi Shono.
- SCRS/2007/104 Integral revision of the albacore (*Thunnus alalunga*) catch-at-size composition for the northern and southern stocks, between 1975 and 2005. PALMA, C., P. Kebe.
- SCRS/2007/105 Standardization CPUE series of albacore, *Thunnus alalunga*, caught by Brazilian longliners in the Atlantic Ocean. HAZIN, H., T. Frédou, P. Travassos, F. Hazin, and F. Carvalho.