

REPORT OF THE 2009 ICCAT ALBACORE STOCK ASSESSMENT SESSION

(Madrid, Spain - July 13 to 18, 2009)

SUMMARY

The Meeting was held in Madrid, Spain from July 13 to 18, 2009. This meeting responds to the request from the Commission contained in the Recommendation by ICCAT on North Atlantic Albacore Catch Limits for the Period 2008-2009 [Rec. 07-02], for the SCRS “to assess the North Atlantic stock”.

RÉSUMÉ

La réunion a eu lieu à Madrid (Espagne) du 13 au 18 juillet 2009. Cette réunion répondait à la requête de la Commission, contenue dans la Recommandation de l'ICCAT sur des limites de capture du germon de l'Atlantique nord pour la période 2008-2009 [Rec. 07-02], selon laquelle le SCRS devrait évaluer le stock de l'Atlantique Nord.

RESUMEN

La reunión se celebró en Madrid, España, del 13 al 18 de julio de 2009. Esta reunión es la respuesta a la petición de la Comisión incluida en la Recomendación de ICCAT sobre límites de captura para el atún blanco del Norte para el periodo 2008-2009 [Rec. 07-02] de que el SCRS “evalúe el stock del Atlántico norte”.

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements

The meeting was held at the ICCAT Secretariat in Madrid July 13 to 18, 2009. 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>Items</i>	<i>Rapporteurs</i>
Items 1, 9 and 10	P. Pallarés
Item 2	V. Ortiz de Zárate and G. Scott
Item 3	P. Kebe
Item 4	C. Palma, H. Arrizabalaga, L. Kell and V. Restrepo
Item 5.1	J.M. Ortiz de Urbina and S. Yeh
Item 5.2	L. Kell and B. Linton
Items 6.1 and 7.1	G. Díaz, G. Scott and H. Arrizabalaga
Items 6.2 and 7.2	P. De Bruyn, V. Restrepo and L. Kell
Items 6.3 and 7.3	M. Schirripa
Item 8	V. Ortiz de Zárate and G. Scott

2. Biological data, including tagging and environmental information

No new information was presented to the Working 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 (**Figure 1**).

Regarding the biology of Atlantic albacore, no new studies were presented to the working group. To address the modeling of growth for North Atlantic albacore stock, the estimated growth parameters by Bard (1981) were applied ($L_{inf} = 124.74$, $k = 0.23$, $t_0 = -0.9892$).

As concerns conversion factors for length-weight relationships not new information has been provided, thus parameters applied in the assessment were those estimated by Santiago (1993) included in the Chapter 2 of ICCAT Manual for Atlantic albacore. <http://www.iccat.int/en/ICCATManual.htm>

The maturity vector for North albacore was assumed as been 50 % mature at age 5 and complete mature onwards (Anon. 2008b).

The natural mortality was assumed to be constant and equal to 0.3 for all age classes for the North Atlantic albacore stock. Nevertheless, the group reviewed the mortalities by age estimated for Pacific albacore stock (SPC, 2003) and estimated by Santiago (2004) using the Chen and Watanabe method (1989).

The Working Group decided to evaluate the sensitivity of the stock assessment to an age-varying natural mortality rate pattern. The Group used the approach of Chen and Watanabe (1989), which is based on life history characteristics, for ages 1 to 15 according to the growth parameters derived from Bard's model. However this approach resulted in some extreme values for older ages and the Group decided to fix the value of M at that predicted at age 11 for ages 11-15. Results are included in **Table 1 and Figure 2**. It was noted, however, that a preferred approach would be to use tag-recapture data to estimate a natural mortality rate pattern rather than relying upon patterns based on life history assumptions, alone.

The available tagging information (**Figure 3**), which has been revised by national scientists and updated by Secretariat, was considered for this assessment. Nevertheless, further effort needs to be done to incorporate recoveries not available yet in the Secretariat and to take steps to assure that historical releases are fully incorporated into the data base. For this assessment, the available data were organized into tagging events which were defined as release of 50 or more tagged fish in a calendar quarter. All recaptured fish which were released during a "release event" were included in the data compilation for the MFCL. **Table 2** provides a summary of the provisional tagging events, the number of fish released and the subsequent number of fish recaptured from these events.

3. Catch data, including size frequencies and fisheries trends

3.1 Catch data (Task-I nominal catches and CATDIS)

The Secretariat presented the nominal catches (Task I) for the period 1950-2007, published in the ICCAT webpage prior to the meeting according to the work plan adopted. The Group reviewed in detail the albacore Northern stock catch distribution by country, gear and year and noted an important decline of the catch reported by Spain, France, Ireland and Chinese Taipei in 2007. The high drop of total catches in 2007 (22,215 t) compared to year 2006 (37,017 t) could be the result of high fuel costs relative to the value of the catch, a change in stock abundance or other causes.

It was also noted that no information was reported by Cuba in 2007 and the group decided to carry over the 2006 catch (527 t) for 2007. Task I catch trends, is shown in **Table 3** and **Figure 4** and geographical distribution of the catch for the entire Atlantic (CATDIS) by main gears and decade is show in **Figure 5**.

Albacore CATDIS dataset (Task I nominal catches estimations that uses Task II catch and effort information to split catches by quarter and 5 by 5 degree squares) was also revised to be synchronized (relative differences less than 1%) with Task I.

Aiming the use of Task I and CATDIS datasets by Multifan-CL, the corresponding Northern Atlantic albacore stock information, have been classified into the 10 predefined fisheries (**Table 4**). The final the yearly nominal catches by fishery and year are presented in **Table 5** and the accumulated catches by fishery and year (either for Task I or CATDIS) in **Figure 6**.

3.2 Size frequencies and catch & effort data

3.2.1 Task-II (Size frequencies)

The catalog and the data of albacore size frequencies available in the Secretariat and published in ICCAT Webpage were presented by the Secretariat at the beginning of the meeting. In order to be used by the Multifan-CL, all the size frequencies information was also classified by the 10 predefined fisheries for the albacore Northern stock. During the first day of the meeting Chinese Taipei submitted revised size data for years 1996, 2000 and 2001, once it was identified that those datasets available at the Secretariat were incomplete (covered only the first two trimesters). Those revisions were included in the Secretariat database and the corresponding size frequencies data used in Multifan-CL updated accordingly.

Later on, new size data was submitted by Chinese Taipei, but the group decided not to use it due the time constraint and the group asked the Secretariat to work closely with Chinese Taipei in order to clarify all the revised size information time series before the 2009 meeting of SCRS.

In the preparation of Multifan-CL data set, the Secretariat conducted some analyses to clean the basic data file. The screening criteria for dropping size frequencies series was the same than the one used in last albacore assessment (Anon. 2008): discard from the analysis size frequency series (stratified by fishery, year and quarter) with less than 50 fish in total, or with less than 10 size class (1 cm) bins, or with large asymmetry in the frequency distribution (skewness > 5). **Table 6** summarizes the results of the size frequency screening. Globally, from a total of 749 size frequency series, 17% were discarded (7% by one of the 3 criteria, 7% by two of the 3 criteria and 3% by all 3 criteria). By fishery the rejection was more heterogeneous. Only fisheries 2, 3 and 8 had more than 90% positive cases (acceptable size frequency series). Fisheries 1, 4, 6 and 9 had at least 80% acceptable cases. With larger discarded cases (more than 25% of the size frequency series) were identified fisheries 5, 7 and 10.

Figures 7 and 8 shows (before and after screening cases, respectively) indicators of centrality and dispersion (means of number of fish, and size class bin percentiles: 10%, median, 90%) in size frequency series across years for each fishery. The same statistical output is shown for each fishery in **Figure 9**, where dropped size frequencies series (right panel – after screening) are plotted with negative numbers for easy identification. The final size frequency time series used in Multifan-CL are presented in **Figure 10** (histograms in 2 cm classes by fishery and trimester).

3.2.2 Task II (Catch and effort)

The Task II catch and effort data in ICCAT data base were also presented. The Secretariat prepared a specific dataset where catch and effort data by fishery were standardized using General Linear Models to provide indices of abundance for the 2009 Atlantic MFCL stock assessment, in cases where no official standardized CPUE's arrived in time for the meeting.

The catch and effort information corresponding to the albacore North Atlantic stock was previously selected and then classified into the corresponding 10 albacore fisheries. After a cleaning process (mainly elimination of effort duplication: “double” reporting the same effort in different datasets with partial species catch composition) permitted improve somehow the quality of the information.

Afterwards, the catch and effort data information submitted to ICCAT in number of fish was converted to weight by using the mean weight calculated from size samples available by fleet and major gear. This number to weight conversion was made to the nine major tuna and tuna like species (albacore included) with the main goal of obtaining a dataset to be used in CPUE standardization (through GLM's) using the ratio of albacore in the total catch of each strata (Fishery/Fleet/Gear/Year/Trimester/Month). This additional potential explanatory variable (never included in previous studies) was drawn to be used as an additional factor for explaining partial variability in GLM models (targeting effect). The results of this study are presented in SCRS/2009/101, which also includes a detailed exploratory analysis. Many results show incoherencies in the base data (error in effort units, etc.) and at the same time the inadequacy of much of the Task II catch and effort information reported to the ICCAT Secretariat.

3.3 Data recovery

Following the 2005 SCRS recommendation on data recovery, the group noticed the effort made by IRD scientist Alain Fonteneau to recover the French Task II albacore data from 1967 to 1993. As the data was submitted just

one week before the meeting, the Group has no time to conduct a deeper analysis of the files. The SCRS/2009/104 document summarized the information received before the meeting. It was noted that supplementary work will be required before using this useful information.

During the meeting, an analysis was conducted to compare the original data spreadsheets and the database into which the spreadsheet data had been collected. There were a small number of records that differed between the two sources, and additional information on the processing of the records in the databases will be needed. For most of the records, effort was reported as a categorical variable representing the percentage of the day fished with categories for 40%, 60%, and 100% of the day. The percentage of records in each effort category is presented in **Figure 11**. After 1976, all of the records were assigned to the 100% effort category. In addition, a preliminary nominal CPUE series was constructed assuming 10 hours of fishing for the 40% effort category, 14 hours of fishing for the 60% effort category, and 24 hours for the 100% effort category (**Figure 12**). Additional work is needed to investigate and prepare the effort data so that an abundance index for the recovered French data can be constructed.

Document SCRS/2009/080 describes also the detailed information for the period 1987-2006 recovered for the Basque fleet (Spain). The aggregated data in one degree square by month was submitted to ICCAT Secretariat but further work is needed to attempt to get the effort information for this data set.

These datasets might be helpful in the future to further distribute surface Task I into time and space.

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

4.1 CAS estimates for the northern and southern stocks

The Secretariat presented at the beginning of the meeting an update of albacore catch-at-size (CAS) for the Northern Atlantic stock, from 1975 to 2007. The previous catch-at-size dataset (1975 to 2005) was slightly adjusted to match Task I figures. Provisional 2004 and 2005 estimations obtained in 2007 assessment were completely rebuilt to take into account size updates and new size information received. Years 2006 and 2007 were estimated for the first time. Details of the estimations and also the substitution rules used are presented in SCRS/2009/103.

During the meeting, Chinese Taipei proposed the revision of size frequencies of 1996, 2000 and 2001 because it was found that the datasets used to produce CAS were incomplete (only first semester samples available). The Group also noted that the reported USA commercial CAS for years 2004 to 2007 had a substantially increase on the mean weight (from an average of 22 kg to more than 40 kg per year). This increase was considered unrealistic, and, the Group decided to replace them by the size frequency series converted weight frequencies estimated by the Secretariat.

The CAS was then updated to reflect Chinese Taipei and USA changes, and, all the associated substitutions previously made with the above size frequency series were also redrawn. The Cuba 2007 catches (2006 carry over) was also included in the revision. When comparing CAS with Task I the differences in weight are residual.

Table 7 and **Figure 13** shows final estimations of the global albacore CAS matrix for the northern stock, by Year and 2 cm (lower limit) size classes. **Figure 14** shows the CAS mean weights (overall and by major fishery).

Catch at size is plotted to evaluate changes in the ICCAT database between the 2007 and 2009 assessments and within fisheries over time. Gross changes in the database are shown in **Figure 15** which illustrates differences between the 2007 and 2009 data bases, all years combined, for the long line, surface (GN, BB, TR and TW) and all other gears. Higher resolution comparisons are made in **Figures 16 to 18** which compare the Japanese long line catch at size length distributions for 1992 to 2005; **Figures 19 and 20** Chinese Taipei long line from 1996 to 2005 and **Figure 21** US longline for 2004 and 2005.

Figure 22 show the change in catch at size for BB, TR and TW in 1975, 1985, 1990, 2000 and 2005. **Figure 23** compares 2007 and 1975, using the 2009 data base, for the long line, surface (GN, BB, TR and TW) and all other gears. **Figure 24** shows a comparison between long lines, using the 2009 data base, surface and all other gears for 1975 and 2007.

4.2 CAA estimates for the northern and southern stocks

The July 2006 Data Preparatory Meeting for the Albacore Assessment recommended to produce the catch-at-age (CAA) estimates for the northern stock, applying the Kimura-Chikuni algorithm (Kimura and Chikuni, 1987). In the 2007 assessment, this algorithm was used. The quarterly age-length keys were derived from normal length at age distributions for ages 1 to 8. The group noted significant differences between the catch at age estimated in 2007 and the one used in previous assessments that had important impacts on assessment results. Among other things, it was noticeable the relatively low proportion of age 7 fish in most of the years.

Paper SCRS/2009/102 addressed this issue and suggested the use of alternative age length keys derived from normal length distributions for ages 0 to 15. In the paper, length at age distributions for ages 0 and 1 combined, and 8-15 combined (8+ plus group) were provided, and the new catch at age showed larger proportions of age 7 fish than in 2007.

The Group considered a third way to compute CAA, following essentially the 2007 Kimura Chikuni methodology but considering 0 to 15 ages, and then summing the numbers at age 0 and 1, on one hand, and age 8 and older on the other hand.

The catch at age estimated with the three Kimura Chikuni alternatives (using length at age for ages 1 to 8, ages 0-1 to 8+, and ages 0 to 15, respectively) are shown in **Figures 25** (total) and **26** (by fishery). The effect of the three alternative CAA matrices on the VPA was inspected using the 2007 run with $F_{ratio}=0.5$ in the first year and shrinking the vulnerabilities of the last 4 years with a standard deviation of 0.5 (see SCRS/2008/089). Computing CAA in the same way as in 2007 showed a steep declining trend in SSB (**Figure 27**), suggesting that the steep decline observed in 2007 was due to the way Kimura Chikuni was computed (i.e. considering length at age distributions for ages 1 to 8). However, considering length at age distributions for ages 0-1 to 8+ (as suggested in SCRS/2009/102) gave extremely high F values, specially for age 7 (**Figure 28**), that allowed to explain the relatively high numbers at age 7 caught. Selectivity estimates were also considered unrealistic, given that selectivity at ages 7 and 8 were highest. On the other hand, CAA based on 0 to 15 length at age distributions gave maximum selectivity values at ages 3 and 4, followed by age 6 (**Figure 29**).

Given that in the 2007 assessment a 6+ age group was considered in the VPA, the group analyzed the effect of Kimura Chikuni with 0-1 to 8+ versus 0 to 15 age classes on a VPA run with a 6+ plus group. Results showed minor differences in SSB and recruitment (**Figure 30**), fishing mortality rates (**Figure 31**) and selectivity vectors (**Figure 32**). This result is not unexpected since the different Kimura Chikuni algorithms mostly affect ages 7 and 8, and both are absorbed into the 6+ plus group category. These results suggest that it is irrelevant which CAA (either 0 to 15 or 0-1 to 8+ groups) to use in a 6+ plus group VPA. However, when considering a higher plus group, it might be safer to use length at age distributions for ages 0 to 15 (**Table 8**). In any case, the group felt that more research is needed before next assessment, to solve the issues related to catch at age estimation. This research should more thoroughly analyze the effects of the alternative lengths at age within Kimura Chikuni, and might also consider other alternative methods.

The estimates using this latest method (**Table 9**, **Figures 25** and **26**) show dominance of ages 1 to 4. 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.

Catch curves are used to extract total mortality (Z) signals from the catch-at-age data. The slope of a catch curve is an estimator of total mortality for a year class if the catchability is constant over ages. Although this is generally not the case, but if the change in catchability is constant then changes in slope over time is an estimator of changes in total mortality over time. Averaging over an age range can reveal if the overall impression of mortality is similar to other estimates of mortality. Averaging over a year range and comparing with other year ranges have the potential of revealing possible changes in exploitation pattern (or potential changes in natural mortality for the younger age groups). A comparison of the catch curves based on the Adapt input data and that estimated by Multifan-CL is made in **Figures 36** and **37**.

A comparison of the catch at age data used in Adapt and that estimated by Multifan-CL are compared in **Figures 33**, **34** and **35**. These show the relative catch proportions at age within a year (**Figure 33**), the relative catch proportions within an age across years (**Figure 34**) and the standardized catch proportions at age (**Figure 35**).

5. Relative abundance indices

5.1 Indices by age for VPA-2BOX model fit

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 6,932 individual trips collected for the period 1981-2007 (Ortiz de Zárate and Ortiz de Urbina, 2009). Standardized CPUEs for age groups 1 to 4 were estimated 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 standardized CPUE for ages 2 and 3 as relative abundance indices for North stock. However, CPUE for age 1 might be considered as an indicator of recruitment to the fishery

Nominal catch per unit effort (number of fish caught per thousand hooks) of north Atlantic albacore recorded from Chinese Taipei longliners from 1967 to 2008 was used to estimate standardized CPUEs by means of a generalized linear model (GLM) approach assuming a log-normal error distribution (SCRS/2009/105). Factors year, quarter, subarea and by-catch effects of bigeye tuna, yellowfin tuna and swordfish were implemented in the model for obtaining standardized yearly abundance trend. The results show that the standardized CPUE highly fluctuated before mid-1980s and then continuously declined up to mid-1990s; thereafter, it remained relative stable till present.

Standardized Japanese longline catch rates in the North Atlantic were updated up to 2007 by means of a generalized linear model (GLM) approach assuming a negative binomial error distribution (SCRS/2007/103).

An index of relative abundance of albacore tuna was generated by standardizing catch and effort data from the United States pelagic longline fishery in the North Atlantic from 1986 to 2008 (SCRS/2009/100). This fleet has also an observer program with an average annual coverage of 5% of the trips (PLOP) since 1992. The standardization procedure evaluated the following factors: year, area, season, gear characteristics (light sticks, main line length, hook density, etc.) and fishing operation characteristics (bait type, fleet type and target species). Standard indices were estimated using Generalized Linear Mixed Models under a delta-lognormal modeling approach.

Regarding the French troll earlier fishery from 1967 to 1986 years, the catch per unit of effort (CPUE) for ages 2 and 3 was analyzed 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.

Standardized CPUE series used for final VPA models: Spanish troll indices for ages 2 and 3, Chinese Taipei longline index for ages 3-8+, American longline index for ages 3-8, Japanese longline index for ages 3- 8+ and French troll earlier fishery index for ages 2-3 are presented in **Table 10**. **Figure 38** shows the scaled time series of CPUE for surface and longline main fisheries used in the assessment.

5.2 CPUE indices used in Multifan-CL

Nominal catch per unit effort (CPUE) in number of fish per fishing day of North Atlantic albacore caught by the Spanish bait boat fleet in the northeastern Atlantic had been collected by individual trip for the period 1981-2007 and analyzed by generalized linear model (GLM). A year*quarter interaction factor was included to obtain a standardized year-quarterly CPUE series for use in Multifan-CL (SRCS/2009/096). The GLM had a log-normal error distribution with constant variance. Relative indices of abundance of albacore tuna from the Irish mid water pair trawl fishery were presented for the years 1998-2007 (Cosgrove, 2009). National landings log book data and onboard observer data were combined to estimate catch rates in biomass (kg) and number of fish. Standardized indices were estimated using GLM assuming a log-normal error distribution with constant variance. A combined index was generated using GLM to take the weighted (by catch) average of the Spanish bait boat index and the Irish mid water trawl index.

Nominal CPUEs in number of fish per fishing day of North Atlantic albacore caught by the Spanish troll fleet in the North Eastern Atlantic had been collected by individual trip for the period 1981-2007 and analyzed by GLM. A year*quarter interaction factor was included to obtain a standardized year-quarterly CPUE series for use in Multifan-CL (SRCS/2009/097). The GLM had a log-normal error distribution with constant variance. The 1981-2007 Spanish troll index was averaged with the 1931-1975 Spanish troll index (Bard, 1977) and the 1967-1986 French troll index (Anon. 2008b) using GLM to generate a combined index.

The standardized CPUE series for French and Spanish troll fleets for the years 1957-1976 was used without change from the 2007 albacore assessment (Anon. 2008b).

The standardized CPUE series for the Azores and Portuguese baitboat fleets for the years 1970-2005 was used without change from the 2007 albacore assessment (Anon. 2008b).

The standardized catch rates (in number of fish per thousand hooks) on year*quarter strata of North Atlantic albacore for the Japanese longline fleet were updated to 2007 using GLM and provided to the Secretariat. Those CPUEs were standardized for three separate periods (1959-1969, 1969-1975 and 1975-2007) using a negative binominal (NB) error structure as previously done in the 2007 assessment session (Uosaki and Shono, 2008).

Nominal CPUEs (number of fish caught per thousand hooks) on year*quarter strata of North Atlantic albacore recorded from Chinese Taipei longliners from 1967 to 2007 were used to estimate standardized CPUEs by means of a GLM approach assuming a log-normal error distribution (SCRS/2009/105). Factors of quarter-series, subarea, and by-catch effects of bigeye tuna, yellowfin tuna and swordfish were included in the GLM.

Nominal catch rates of North Atlantic albacore from the longline fisheries of Korea, Panama, and Cuba were collected for the years 1966-2007. A standardized CPUE series on year*quarter strata was estimated using GLM with a delta-poisson modeling approach (SCRS/2009/101).

Nominal catch rates of North Atlantic albacore from minor surface fisheries (baitboat and troll) not included in the previous indices were collected for the years 1976-2007. A standardized CPUE series on year*quarter strata was estimated using GLM with a delta-lognormal modeling approach (SCRS/2009/101).

All indices reported in units of numbers per unit effort were converted to biomass (kg) per unit effort using fleet-specific annual mean weights of captured fish to estimate the fishing effort within each fleet. Each standardized index was scaled to a mean of one. The standardized indices used in Multifan-CL are presented in **Table 11** and **Figure 39**.

While for some series detailed log book data are available for others CPUE series have to be standardized using catch and effort data from the ICCAT database. Therefore standardized CPUE time series using general linear models (GLMs) by year and quarter were prepared for all fisheries (SCRS/2009/101). Standardization was performed in advance of the meeting using a systematic approach based upon inspection of diagnostics (Ortiz and Arocha, 2004) using the open source R statistical environment (cran.r-project.org). The data, R code and analyses are all available as part of a Google project at <http://code.google.com/p/glmscrs/>. The project can be accessed by project members to allow committing changes and by non members who may only check out read-only working copies see <http://code.google.com/p/glmscrs/source/checkout> for more details. The project is managed using subversion and under windows TortoiseSVN provides an easy to use user interface; see <http://code.google.com/p/mseflr/wiki/UsingTortoiseSVN> for a guide on how to use tortoise.

The standardized indices are available at:
<http://code.google.com/p/glmscrs/source/browse/trunk/Results/cpueStd2009.txt>

All the results presented in document (SCRS/2009/101) were examined and discussed by the Group. It was decided to use the standardized CPUE's from fleets being analyzed by the national scientists and presented to the Group. On the other hand for fisheries ALBN09 and ALBN10 the results from these analyses were used to fit the MFCL model. As it was evidence of over dispersion for these two fisheries the delta poisson error distribution GLMs were rerun using a quasi Poison family to allow the dispersion parameter to be estimated.

6. Methods and stock status results

6.1 VPA-2BOX

The Group decided to apply a VPA-2BOX model repeating the Base Case scenario from the 2007 northern albacore stock assessment using the revised catch-at-age data. The analysis was conducted using updated versions of the Spanish troll, U.S. LL, Chinese Taipei LL, and Japanese LL fisheries indices and the historical index of French troll fishery (same fisheries used in the 2007 assessments) (**Table 10**). A lognormal error structure was assumed for all indices within the VPA model. The total and partial catch-at-age matrices used in the VPA were the ones presented in document SCSS/2009/102 which were different from the matrices used in the 2007 assessment. The selectivity at age for each index was estimated from the partial catches using the method proposed by Butterworth and Geromont (equation 4, Butterworth and Geromont, 1999), except for the two Spanish troll indices, which reflect only one age class. The terminal (2007) fishing mortality rates for ages 2-7 were estimated and the 2007 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 0.5 for the first year of the time

series (1975) and F-ratios for all other years were estimated with a random walk. The natural mortality rate was fixed at 0.3 for all ages. The VPA model was set to run with an 8-plus age group and for the period 1975-2007.

Following the setting of the VPA model in the 2007 stock assessment, the weight-at-age matrix was estimated as constant annual weight-at-age estimated from the growth and L-W equations (mid-year weight in kg).

The initial run showed a relatively good fit to the indexes (**Figure 40**). However, the estimated SSB showed great differences with the 2007 assessment (**Figure 41**) and very high terminal apical F ($F=5$). The Group decided to perform alternative runs using an F-ratio of 1.0 and 2.0 for the first year and one run with a fixed F-ratio of 1.0 for all years. These runs provided similar results with respect to the original run and were quite different from the SSB estimated in the 2007 assessment. Estimated deterministic terminal relative SSB (SSB/SSB_{MSY}) were very low (range 0.22-0.28) and terminal relative fishing mortality (F/F_{MSY}) ranged from 8.7 to 10.2 (**Figure 42**).

To assess if the observed differences in the estimated SSB between the 2007 and the present assessment were due to the settings of the VPA model, a run was performed using the 2007 VPA with the 2009 catch-at-age and partial catch-at-age matrices (without including the data for years 2006 and 2007). The estimated SSB was very similar to those estimated with the 2009 VPA, therefore confirming that the observed differences between the 2007 and 2009 VPA results was due to the different catch-at-age matrix used for the 2009 assessment and not to the settings/assumptions in the 2009 VPA model.

The group decided to perform a series of new runs using a 6-plus age group instead of the original 8-plus age group. The rationale for this decision was that the high terminal F associated to the sharp increase of age 7 catches in the revised catch-at-age could be better handled by the model with an 6-plus age group. The runs with the 6-plus age group showed a better fit to the observed indexes, particularly for the longline fleets (**Figure 43**). In addition, deterministic terminal F ranged from 0.67 to 0.88 and deterministic relative SSB from 0.58 to 1.10 (**Figure 44**).

A decision was made to run 500 bootstraps for the VPA model using a 6-plus age group and the three different F-ratios for the initial year (F-ratios 0.5, 1.0, and 2.0). The output of these runs showed some dissimilar results. For instance, SSB_{1975} was as high as 171,550 t for an initial year F-ratio of 0.5 and as low as 41,345 t for the F-ratio of 2.0. However, terminal SSB_{2007} ranged from about 25,000 t to 44,000 t (**Figure 45**). In contrast, estimated apical F and number of recruits were similar among the three F-ratio scenarios (**Figure 45**). Estimated median benchmarks for these 3 runs are presented in **Table 12**. Although the estimated MSY levels were similar (in the range of 35,200-37,300 t), other estimated benchmarks were not. For instance, B_{MSY} was as high as 51,100 t for the F-ratio 0.5 case and as low as 16,900 t for the F-ratio 2.0 case. Estimated benchmarks also showed that for the cases of F-ratio of 1.0 and 2.0 B_{MSY} was lower than MSY, suggesting a higher contribution of immature fish to the total catch. In fact, recruits per spawner at MSY (the inverse of SPR at MSY) for F-ratios of 0.5, 1.0, and 2.0 were 5.38, 7.83, and 15.7, respectively; while the SPR at MSY for the same F-ratios were 0.186, 0.128, and 0.064, respectively.

Regarding the status of the stock, **Figure 46** shows the phase-plot of the terminal year (2007) using 500 bootstraps. Generally, an F-ratio of 2.0 showed the most optimistic outcome with the median indicating that the stock was not overfished and overfishing is occurring with a relative $F=1.11$. In contrast, the F-ratio of 0.5 showed the most pessimistic result in indicating that the stock was overfished (median relative $SSB=0.93$) and undergoing overfishing (median relative $F=1.52$). Model output showed that the model rapidly estimated lower F-ratios for years subsequent to the initial year when F-ratio was assumed to be 2.0. The Group interpreted this result as an indication that the assumed F-ratio was too high. Because the Group had not enough information to decide which run (F-ratio 0.5 and 1.0) was more appropriate, the status of the stock was also estimated joining the result of the bootstraps of the two runs mentioned. More specifically, a 'phase-plot' using the 500 bootstraps from each of the 2 runs was made for relative SSB vs. relative F (**Figure 46**). This approach indicated that the stock was not overfished but fully exploited with relative $SSB=1$, but overfishing was occurring with a relative $F=1.5$.

The uncertainty associated the estimated median results shown in **Figure 46** was characterized as the percentage of bootstrap results indicating a particular stock status. In **Figure 47**, the percentage shown in the 'red zone' correspond to the results that indicated that the stock was both overfished and undergoing overfishing, the 'green zone' indicates that the stock was not overfished and overfishing was not occurring, and the 'yellow zone' corresponds to results that indicated that the stock was either overfished or overfishing was occurring (but, not both conditions at the same time). As indicated before, the run with an F-ratio of 2.0 showed the most optimistic status of the stock, with 22% of the bootstraps in the 'green zone' and 75% in the 'yellow zone'. In contrast, the run with an F-ratio=0.5 showed 62% of the results in the 'red zone' and 37% in the 'yellow zone'.

Stock status trajectories (“snail-tracks”) for the period 1975-2007 are shown in **Figure 48**. Relative F for the terminal year (2007) was estimated as the geometric mean of years 2004, 2005, and 2006. In all cases, the stock was not overfished in 1975. Only the most optimistic case corresponding to the F-ratio of 2.0 showed a significant number of years when the stock was not overfished and not undergoing overfishing. The other 3 cases indicated that the stock was under overfishing conditions during the entire time series with several year also showing overfished conditions.

The Group was unsure of the proper average weight to assign to the age 6+ group and it decided to further investigate the issue and to assess the potential impact of any changes in the used weight might have on the VPA results presented in this report.

6.2 Multifan-CL

Basic data

The data sets used for the Multifan-CL analyses were compiled during the July 2009 stock assessment meeting. The data was separated into 10 fisheries using the same definitions as those used in the 2007 stock assessment. The basic input data (catch, effort and catch-at-size) was, however, revised due to updates in the ICCAT database. All input and output files are stored by the ICCAT secretariat. A summary of catch and effort data are presented in **Tables 13 and 14** and **Figures 49 and 50**

The model runs

Model specification for the initial runs 4A and 4B were identical to those used in the past base case assessment, and described in detail in document SCRS/2009/108. In total 14 model runs were carried out during the 2009 stock assessment meeting (**Table 15**). Run 4A, was conducted using the same MFCL executable file (mfcl32.exe) as the 2007 assessment, while run 4B was conducted using the latest MFCL release (mfcl32.exe). Run 4C was changed to include effort variability priors suggested by a Stock Synthesis 3 assessment fit to the same basic input data and constrained to have the same model assumptions as run 4B. Run 4D was the same as run 4B, however, all selectivities for ages 5 and older were constrained to be equal. 4E used both the variabilities included in 4C as well as the age constraints included in 4D. 4F was a variation of 4B where the growth function was fitted internally instead of fixing the growth curve according to the equation of Bard (1981). 4G was another variation on 4B where catchability was constrained to be constant over time (although still allowing for seasonal variability). Run 4H varied from 4B as it included an age-specific vector of natural mortality. The vector was calculated using the method of Chen and Watanabe (1988) and the Von Bertalanffy parameters of Bard (1981). The vector was modified slightly to ensure all natural mortalities for ages 11 and older were equal. Run 4I included tagging data to the basic 4B model run. Run 4K was the same as run 4I in that it also utilised tagging data, but also calculated an age specific vector of natural mortality internally. Run 4L used Z averaged over the first 5 time periods of the model to calculate the initial population. This was a change from the 10 years used in the previous model runs. As in previous runs, several fisheries had been grouped by selectivity, run 4N allowed selectivity to be calculated independently for each fishery (1-10). Run 4O was a major deviation from the other runs in terms of input data. Instead of the catch and effort being stratified by quarter, it was collated by year. Lastly run 4P forced a dome-shaped selectivity pattern onto the surface fisheries (1-3).

Model selection

Output parameters and diagnostics for each model run were used to screen out model runs that were unrealistic or which fitted the data badly. Run 4A was discarded as it utilised an outdated version of the MFCL software. Runs 4C, 4F, 4L, 4O and 4P were discarded as they produced unrealistically high selectivity values for age 15 fish in fishery 1 (a baitboat fishery targeting small fish). 4D and 4E were discarded as they produced unrealistically high values of MSY and SSB_{MSY} and thus exceptionally optimistic reference points. Lastly 4I, 4K and 4L were discarded as they produced unrealistically high values of mean annual F. This resulted in 4 model runs (4B, 4G, 4H and 4N) remaining. Of these, the continuity run 4B was considered the most appropriate model run for the 2009 albacore stock assessment based on the AIC model selection criteria. Although run 4G had a lower AIC value, it included different variabilities and penalties rendering a direct comparison between this and other models impossible.

Model results

Figure 51 shows the key SSB (adult biomass) reference points generated by the four models that were not discarded. Although the models differ in overall scale, they all indicate that the current SSB to SSB at MSY ratio is less than 1, indicating that the current SSB is lower than the SSB that would produce MSY. This is level of

depletion is supported by the F_{MSY} reference points indicated in **Figure 52** where except for model 4H, recent and current F values are above that of F_{MSY} indicating the exploitation of the stock is high. **Figure 53** shows the absolute estimates of recruitment from the three models. All the models display a similar trend in recruitment even though absolute values differ. In all cases, a very large recruitment event was calculated for year 25 of the model (1955/6).

Selectivity estimates by fleet are provided in **Figure 54** for the continuity run 4B. As expected, the longline fisheries display asymptotic selectivity with age (although several were constrained to do so by the model). Surface fisheries generally display dome-shaped selectivity and this appears to be the case here, although there is an increase in selectivity with age for age classes 6 and over. The reason for this increase is not clear as few large fish are recorded for these fisheries. Selectivity was constrained to be equal for age classes 10 and over, resulting in an asymptotic selectivity shape.

The effort deviations by fishery are presented in **Figure 55**. If the model is coherent with the effort data, an even scatter of effort deviations about zero would be expected although some outliers would also be expected. This is not the case for several of the fisheries, indicating that the model may not be extracting most of the information present in the data regarding catchability variation. This was addressed by varying the model specification during the model runs (eg. 4C) however none of these runs significantly altered this situation.

Figure 56 shows the reference point trajectory from model 4B. As the majority of the time series is in the top left quadrant ($F/F_{MSY} > 1$, $SSB/SSB_{MSY} > 1$) this could indicate the northern albacore stock is being over-exploited. The most recent value is in fact still within this region (see **Figure 57**¹). **Figure 58** splits these trajectories into decadal time steps. These clearly show that model 4B is predicting an increasing level of exploitation and depletion of the stock as the trajectories have moved steadily from the bottom right quadrant into the top left over time. **Figure 59** shows the scatter plot of SSB and recruitment estimates and the fitted relationship.

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 60**. 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. This trend is similar to the one calculated during the 2007 assessment although the absolute values have increased.

Figures 62 to 64 are a comparison of model outputs between the 2007 stock assessment and runs 4A and 4B in the current assessment. These were investigated as the version of MFCL used to carry out the assessments has changed between assessments. As the results from this assessment are more pessimistic than the last assessment, this was thus done to ascertain whether differences in the status of the stock between these assessments were due to changes in the model or changes in the input data. It would appear that a combination of both the model and data changes have resulted in the difference in assessment results. It is clear that a large biomass increase in the late 1950s was not predicted using the 2007 dataset, and although present using the 2009 data, was predicted to be lower using the old MFCL model version. It is thus likely that no one factor is responsible for the differences in the assessment results.

Notes on MSY benchmarks

The Group recalled that the MSY levels can be affected by changes in selectivity, among other things. The F/F_{MSY} and B/B_{MSY} trends mentioned above refer to equilibrium yield calculations using the 2005-2006 overall selectivity. 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, based on data from Run 4B and standard equilibrium yield computations using a spreadsheet. The selectivity vector used by MFCL is based on the average aggregate F for 2005 and 2006. For the year-by-year calculations, the same concept was used: For any given year, the selectivity was calculated from the average F of the preceding two years.

¹ It was assumed that the estimates of current F/F_{MSY} and B/B_{msy} had the same coefficients of variation and the same correlation as estimated in the 2007 base case assessment. Uncertainty in the current ratios was depicted by generating 1,000 random numbers from a bi-variate normal distribution with means [0.622, 1.04] and covariance matrix:

$$\begin{array}{cc} 0.00732 & -0.00321 \\ -0.00321 & 0.009132 \end{array}$$

The estimated trend in MSY over time is shown in **Figure 60**. A gradual increase in MSY between the mid-1950s until the early 1970s is evident, concurrent with the increase in fishing by longline fisheries which caught larger fish than the troll fisheries did.

The estimates of MSY (29000 t) and SSB/SSB_{MSY} (0.62) for the last year of the time series (2007) were very close to those estimated by Multifan Run 4B. However, F/F_{MSY} values were slightly lower than those estimated by Multifan-CL Run 4B, showing slightly more optimistic state of the stock (**Figure 61**). For the year 2007, these spreadsheet computations showed F/F_{MSY} value of 0.81, versus F/F_{MSY} value of 1.045 in Multifan Run 4B. The Group was very unsure about exactly how MFCL finds the F that maximizes yield-per-recruit, and therefore reason for these differences is not well understood. The Group expressed grave concern about the lack of documentation on some MFCL calculations.

6.3 Stock synthesis model

As a means to further evaluate model uncertainty in the 2007 North Atlantic albacore assessment, SCRS/2009/099 constructed an alternative to the MFCL population assessment using the same data sets and assumptions but within a different modeling platform. Stock Synthesis 3 (SS3), an integrated assessment model, was fit to the same input streams as those used in the MFCL assessment. Three configurations were presented: In Configuration 1 SS3 was configured as closely as possible to the MFCL base case from the 2007 assessment. Growth, natural mortality, life history parameters, and selectivity values were fixed at the MFCL values. Catchability for each fleet was allowed to vary in a manner similar to that of MFCL (i.e. random walk). Weightings, effective sample sizes, and informative priors were matched as closely as possible. Estimated parameters included virgin recruitment, steepness, initial fishing mortality in 1930, and base catchability for each design block. Configuration 2 was identical to previous configuration except that the selectivity parameters modeled as a functional form (double normal) and were allowed to be estimated, but with the same stipulations as the MFCL configuration. Configuration 3 used (and estimated) length-based selectivity with no stipulations, utilized all observations of size-at-age, and assumed a constant catchability within a fishery. The resulting spawning stock biomass trends from configuration 1 matched reasonably well with the MFCL estimates. However, the models differed considerably in the estimates of starting biomass in 1930. Configuration 2 resulted in considerably lower selectivities for the older (age-5+) fish in the surface fisheries. This resulted in the SS3 model estimating higher overall biomass for the time series, as a larger proportion of the population was estimated as unavailable to be caught in this case. Configuration 3 resulted in the overall best fit to the data, however was also the most different of the configurations tested, from the MFCL base case model.

Several additional SS configurations were presented during the assessment group meeting for the group's consideration. Generally speaking, except for a few relatively minor details, each of the SS results was in very reasonable agreement with the MFCL results. The models demonstrated the most disagreement from 1930 to 1960, where data was sparse. This was especially true for the initial conditions in 1930. The exact reason for the lack of agreement in 1930 was not fully resolved, however, it was noted that MFCL and SS use different methods for calculating the starting point of the model. Because of the importance of the sharp decline in SSB during the period 1930-1960, and because the only data to inform the model during this time was information from fleet 2, a sensitivity analysis was run excluding the CPUE data from fleet 2. While removing this data from the model changed the annual variation in SSB during that time, it did not have any meaningful effect on the overall trend in the biomass, suggesting that it was not the only source of influence on this observed trend.

The MFCL 4A and 4B model used a fixed growth function from the ICCAT manual (Bard, 1981) while SS attempted to use direct observations of age-at-length to estimate the function within the integration process of the model. A total of 2254 age estimates from spines were made available from various age reading investigations. Most of the age samples were sampled from the Spanish bait boat fishery (fleet 1) with a small portion coming from the Spanish/French trawl fleet (fleet 2). Because of the nature of these fisheries, 90 percent of the spine samples were estimated to be between the ages 1 and 5, and 99 percent between ages 1 and 8. While initial results indicated a lack of agreement between the two different growth functions, further investigation found this to be an unreliable conclusion, mostly due to the lack of older fish in the age sample. In essence, it is believed that the lack of older fish provided the model with a means to create unrealistic estimates of growth to improve fits to other data. The lack of data on older fish allowed the model to do this without significant penalty. The age data was still useful however for estimating the standard deviation of size-at-age for the younger fish, which was estimated to be 21 percent. It was concluded that future research should seek to increase the number of age samples from older fish, presumably from the longline fleets.

Several runs were attempted to estimate fleet specific selectivity. The basis for these runs was that the current grouping may be too restrictive and that it may be resulting in poor fits to the length compositions. This issue

was addressed via the SS model by estimating a separate length-based selectivity for each of the ten fleets. The result of this exploration was a most unreasonable stock size that showed virtually no variation for the entire time series. It was obvious that allowing all selectivity parameters to be estimated was not reasonable at this time. Time did not allow for the further exploration as to which parameters might be reasonable to fix or constrain for this to provide reliable estimates. However, it was agreed that this remains a viable route to continue to explore in the future.

The last SS configuration considered was one that collapsed all seasonal data into years. The basis of this run was that, not only were the seasonal assignments of catch perhaps unreliable in the early years, but also that the seasonal partitioning of the data resulted in increased sparseness. Results of this SS model run were more optimistic than previous runs; however, time did not permit close scrutiny of any of the model fit diagnostics. Based on the convergence criteria, lack of correlations between variables, and fitting diagnostics that were examined, this SS configuration (which used annual data, fixed growth, constant catchability and length-based selectivity) was deemed the most parsimonious model with the best fit to the given data. Thus, it was considered the SS base case. As the objective of this work was to further evaluate the uncertainty in the albacore assessment, as well as provide guidance in the selection of the base case, further comparisons will focus on the comparisons between: (1) the runs that included the 2009 data sets and the old MFCL executable (MFCL run 4A); (2) the 2009 data sets and the new MFCL executable (MFCL run 4B); and (3) and the base case SS configuration.

Estimates of the time series SSB from the SS base case were similar to those from the MFCL base case (4B, **Figure 65**). Furthermore, estimates of SSB from the new MFCL executable were more similar to the SS estimates than those from the older MFCL executable in the manner in which it attempted to account for an alleged increase in SSB event in the early 1960s. This suggests those data signals that were found in the new data sets by both SS and the new MFCL models were not being interpreted in the same manner by the previous version of MFCL. This increase in SSB was due to a potentially strong recruitment event as perceived by the new MFCL model, the SS model, but not the previous version of MFCL (**Figure 66**). Because the constraints and assumptions on the new MFCL were exactly the same as those of the previous version, this pattern essentially shows the “version effect” of the new MFCL model. Estimates of fishing mortality were also quite similar between the three model configurations (**Figure 67**). All three models show very similar year-to-year variability as well as overall magnitude. Also interesting to note is the strong agreement between all three models with regard to the estimate of fishing mortality in 2009.

One of the more significant differences between the MFCL and SS model structures is the manner in which selectivity at age is derived from the models estimates of selectivity at length. MFCL does length selectivity by calculating age selectivity as a function of mean size-at-age. This makes it hard to deselect the very large or very small fish. SS does length based selectivity more directly, but still calculates average age selectivity from the length selectivity in order to do the age fishing mortalities. The length conditioned age-based selectivities estimated by SS are shown in **Figure 68**. In essence, these are derived by multiplying the estimated selectivity for a given length by the probability of a fish at that length of being a given age. In this way it is possible to have a length conditioned age-based selectivity at a given age be less than 1.0, as is seen in **Figure 68**.

While estimates of stock size between the MFCL 4B and SS models were very similar, and the estimates of steepness of the stock recruitment curve were virtually identical ($h = 0.87$), the resulting estimates of yield at MSY for MFCL 4B (MSY = 29,000 t) and SS (MSY = 39,220) were quite different. The difference in the yield at MSY was thus a function of the differences in the estimates of overall, fleet-wide gear selectivity (as derived from the aggregated fishing mortalities for all fleets, **Figure 69**).

Difference in estimates of MSY between MFCL and SS resulted in differences in the perceived status of the stock. While estimates in B/B_{MSY} were slightly more optimistic than those from MFCL (**Figure 70**), the SS estimated population started out at a higher level and so thus end up more depleted. Likewise, estimates of F/F_{MSY} were more optimistic from the SS model (**Figure 71**). As noted above, this is mainly due to the differences in estimated selectivities. However, without reliable estimates of growth and further sampling of older fish, the selectivity on these fish will remain highly uncertain, regardless of the modeling platform used.

Overall, the evaluation of the same data set using the two different modeling platforms (MFCL and SS), coupled with the fact that both platforms arrived at some similar results, provided some evidence that the changes made in the new version of MFCL may in fact be an improvement as opposed to merely a change. This conclusion adds support to the choice of the continuation of MFCL model 4B as the base case model for northern albacore. The differences that were observed seem to be explained mostly by the differences in gear selectivity, with the differences most pronounced for age 5 and older. These differences are most likely a result of (1) the manner in which the two platforms calculate age-based selectivity from the estimated length-based selectivity; (2) the fact

that MFCL forced selectivities for ages 10-15 to all be equal; and (3) MFCL forced fleet 4 and longline fleets to have asymptotic selectivity patterns. The SS base case model applied none of these constraints. There is insufficient data to objectively determine with certainty which of the selectivities estimates may in fact be more correct. As with the growth model, sample of age from older fish may be helpful in providing improved estimates of selectivity on the older ages as well as improved estimates of growth.

7. Projections

7.1 VPA-2BOX

Projections were conducted using 500 bootstraps. Projections were run by keeping the current catch level of 30,200 t for years 2008 and 2009 and projecting for years 2010-2050 for a constant catch of 36,000 t, 34,000 t, 32,000 t, 30,000 t, 28,000 t, 26,000 t, 24,000 t, 22,000 t, and 20,000 t. 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. An assumption was used regarding the last three years of recruitment estimates from the VPA. Because the estimates of year-class strength for the most recent period in the CAA data are considered too unreliable for use in future projections, they were replaced with values derived from the SRR used for the projections.

The results of the VPA projections showed inconsistencies when compared to the projections made with MFCL. The Group was unable to identify the source of such differences and it decided that more work is needed on this issue.

7.2 Multifan-CL

Time did not allow for making projections with the Multifan-CL software. Instead, the group made projections based on the estimates obtained with the base case (Run 4B). Two sets of projections were made: One, predicting future recruitment (2008-2020) deterministically from the estimated Beverton-Holt relationship; the other one was assuming constant recruitment at the same level predicted for 2008 (8,689,423 recruits). Projections assumed a catch of 30,200 t in 2008 and 2009. Thereafter, catches ranging from 20,000 t to 36,000 t were projected.

Results from the two sets of projections are shown in **Figure 72**. The results are qualitatively similar, although the set using a stock-recruitment relationship covers a broader range of results (top panel in the figure): Low catch scenarios allow for somewhat faster rebuilding, and high catch scenarios result in faster depletion, than the constant-recruitment projections.

Both sets of projections suggest that catches of 24,000 t or lower would allow the stock to reach SSB_{MSY} on or before the year 2020. Because of recent changes in estimated stock size, SSB is expected to increase initially and then decline until 2012, to different degrees depending on the level of catch. Thereafter, TACs in excess of 28,000 t would be expected to make the spawning stock biomass decline even further.

8. Recommendations

8.1 Research and statistics

- Noting that direct ageing data can provide a substantially improved basis for assessing stock status, based on using the available aging data for North Atlantic albacore in this assessment, the Group recommends validation of the aging methods applied to read dorsal spines across laboratories and readers. Aging cross-validation through a network between different laboratories is proposed.
- Based on the differences between the MFCL and SS results being mostly attributable to the uncertainty on the selectivity of older fish, it is recommended to obtain random samples from the fishery with special focus on the longline fisheries (adult fish, > 90 cm FL) to be used on the determination of age composition of the albacore catches.
- The group has moved in recent years towards conducting stock assessments with Multifan-CL, an integrated statistical model. However, the software is not sufficiently documented, as it is an on-going project that is not fully updated. Thus, it is difficult for common users to extract key pieces of

information. In addition, the group found that different software releases gave somewhat different results. It is recommended that the Secretariat contact the software keepers to see if this situation can be remedied. Alternatively, the group could consider moving to different platforms.

- Several issues have been encountered in the construction of catch-at-age from catch-at-size data using different methodologies, especially considering the number of ages estimated from size composition. The Group recommends investigating and solving these issues before the next assessment of North Atlantic albacore stock.
- Studies on fecundity and maturity for North albacore are needed to better estimate the spawning stock biomass.
- The tagging data obtained from the albacore tagging programs in the North Atlantic have been used tentatively in the assessment. More effort is needed to carry out quality controls on the tagging data and contrast the information stored in ICCAT data base against that held by national scientists.
- Tagging programs for Atlantic albacore stocks should be initiated and promoted to improve estimates of exploitation rate of North albacore. Both conventional and electronic tags.
- The Group reemphasized the need for better size data (Task II), for longline fisheries, in 5x5° squares. The scarcity of samples for adult albacore limits the precision of the analyses that the Group can conduct. As well, improved size data is needed from surface fisheries (in 1x1° squares).
- The Group recommended the development of standardized CPUE series for all the main fleets exploiting the North Atlantic albacore stocks. Furthermore, it is recommended that the high resolution catch effort data used for standardization be recorded in the ICCAT Task II data record.
- The Group recommended continuing the investigation of modelling of the North albacore stocks with statistical models for use in future assessments.

8.2 Management

North Atlantic

The total allowable catch (TAC) for the northern albacore stock through 2007 was 34,500 t, since then it was 30,200 t. The Working Group noted that the reported catches for 2005 and 2006 were over the TAC and that the 2007 catch (22,000 t) was well below TAC.

Projections indicated that the northern stock would not rebuild to the Convention Objective if future catch levels were at 28,000 t or more. If strong year classes enter the fishery, which is uncertain, the stock might rebuild with catches of 28,000 t, but weak year classes enter in the fishery would require lower catches to promote rebuilding. In 2007, the Commission implemented [Rec. 07-02], which reduced TAC to 30,200 t in 2008 and 2009. The current assessment indicates TAC in the future should be less than 28,000 t to promote stock rebuilding. Lower catch levels would promote more rapid rebuilding.

9. Other matters

No other matters were discussed.

10. Adoption of the report and closure

The report was adopted and the meeting adjourned.

Literature cited

- Anon. 2008a, Report of the *Ad Hoc* Meeting to Prepare Multifan-CL Inputs for the 2008 Albacore Assessment (Madrid, Spain, March 12 to 14, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 597-696.
- Anon, 2008b, Report of the 2007 ICCAT Albacore Stock Assessment Session (Madrid, Spain, July 5 to 12, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 607-815.
- Bard, F.X. 1977. Commentaires sur l'état du stock de germon (*Thunnus Alalunga*) nord Atlantique. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 6(2): 215-232.
- Bard, F.X. 1981, Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. Ph.D. Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- Butterworth, D.S., Gormont, H.F. 1999, Some aspects of Adapt VPA as applied to North Atlantic bluefin tuna. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(2): 233-241.
- Chen, S. and Watanabe, S. 1989, Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 55(2): 205-208.
- Cosgrove, R., 2009, Standardised catch rates of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) from the Irish mid-water paired trawl fleet 1998-2007. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64(3): 1337-1342.
- ICCAT Manual. Chapter 2. Albacore. <http://www.iccat.int/en/ICCATManual.htm>
- Kimura, D.K. and Chikuni, S. 1987, Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. Biometrics 43: 23-35.
- Ortiz de Zárate, V. and Ortiz de Urbina, J.M. 2009, Updated standardized age-specific catch rates for albacore, *Thunnus alalunga*, from the Spanish troll fishery in the northeast Atlantic: 1981 to 2007. Collect. Vol. Sci. Pap. 64(4): 1306-1316.
- Punt A.E., Butterworth D.S., Penney, A.J. and Leslie, R.W. 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.
- Santiago, J. 1993, A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 40(2): 316-319.
- Santiago, J. 2004, Dinámica de la población de atún blanco (*Thunnus alalunga*, Bonaterre 1788) del Atlántico Norte. Tesis Doctoral, Univ. País Vasco, 354 pp.
- Uosaki, K. and Shono, H. 2008, Standardized CPUE for albacore using lognormal and negative binomial models for the Japanese longline in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 911-933.

RAPPORT DE LA SESSION D'ÉVALUATION DU STOCK DE GERMON DE 2009

(Madrid, Espagne - 13-18 juillet 2009)

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

La réunion s'est tenue aux bureaux du Secrétariat de l'ICCAT à Madrid du 13 au 18 juillet 2009. M. Driss Meski, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a ouvert la réunion et a 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 déployés aux fins de la préparation de la réunion. Mme Ortiz de Zárate a procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté avec des changements mineurs (**Appendice 1**).

La liste des participants est jointe en tant qu'**Appendice 2**. La liste des documents présentés à la réunion est jointe en tant qu'**Appendice 3**.

Les participants suivants ont assumé la tâche de rapporteurs :

<i>Section</i>	<i>Rapporteurs</i>
Points 1, 9 et 10	P. Pallarés
Point 2	V. Ortiz de Zárate et G. Scott
Point 3	P. Kebe
Point 4	C. Palma, H. Arrizabalaga, L. Kell et V. Restrepo
Point 5.1	J.M. Ortiz de Urbina et S. Yeh
Point 5.2	L. Kell et B. Linton
Points 6.1 et 7.1	G. Díaz, G. Scott et H. Arrizabalaga
Points 6.2 et 7.2	P. De Bruyn, V. Restrepo et L. Kell
Points 6.3 et 7.3	M. Schirripa
Point 8	V. Ortiz de Zárate et G. Scott

2. Données biologiques, y compris informations de marquage et sur l'environnement

Aucune nouvelle information n'a été présentée au Groupe de travail à cette réunion, et l'hypothèse de l'existence de deux stocks distincts, un stock du nord et un stock du sud séparés à la latitude 5°N, a donc été maintenue aux fins de l'évaluation (**Figure 1**).

En ce qui concerne la biologie du germon de l'Atlantique, aucune nouvelle étude n'a été présentée au Groupe de travail. Pour traiter de la modélisation de la croissance du stock du germon de l'Atlantique Nord, les paramètres de croissance estimés par Bard (1981) ont été appliqués ($L_{inf} = 124,74$, $k = 0,23$, $t_0 = -0,9892$).

En ce qui concerne les coefficients de conversion pour les relations taille-poids, aucune nouvelle information n'a été présentée, et les paramètres appliqués dans l'évaluation étaient donc ceux estimés par Santiago (1993) et inclus dans le Chapitre 2 du Manuel de l'ICCAT pour le germon de l'Atlantique : <http://www.iccat.int/en/ICCATManual.htm>.

Le vecteur de maturité pour le germon du Nord a été postulé comme étant 50 % mature à l'âge 5 et complètement mature par la suite. (Anon., 2008).

La mortalité naturelle a été postulée être constante et égale à 0,3 pour toutes les classes d'âge pour le stock de germon de l'Atlantique Nord. Cependant, le Groupe a examiné les mortalités par âge estimées pour le stock de germon du Pacifique (SPC, 2003) et estimées par Santiago (2004) en utilisant la méthode de Chen et Watanabe (1989).

Le Groupe de travail a décidé d'évaluer la sensibilité de l'évaluation du stock à un schéma de taux de mortalité naturelle variant avec l'âge. Le Groupe de travail a utilisé l'approche de Chen et Watanabe (1989), qui se base sur les caractéristiques du cycle vital, pour les âges 1 à 15 d'après les paramètres de croissance dérivés du modèle de

Bard. Cette approche a toutefois donné lieu à des valeurs extrêmes pour les âges plus avancés et le Groupe de travail a décidé d'établir la valeur de la mortalité naturelle à celle prévue à l'âge 11 pour les âges 11-15. Les résultats sont inclus au **Tableau 1** et à la **Figure 2**. Il a été noté, toutefois, qu'il serait préférable d'utiliser une approche utilisant les données de marquage-recapture afin d'estimer un schéma de taux de mortalité naturelle plutôt qu'une approche reposant uniquement sur des schémas basés sur des postulats sur le cycle vital.

Les données de marquage disponibles (**Figure 3**), qui ont été révisées par les scientifiques nationaux et actualisées par le Secrétariat, ont été prises en compte pour cette évaluation. Néanmoins, des efforts supplémentaires doivent être réalisés en vue d'inclure les données de récupération de marques qui ne sont pas encore disponibles au Secrétariat et de prendre des dispositions pour s'assurer que les données de marquage historiques sont complètement incluses dans la base de données. Pour cette évaluation, les données disponibles ont été organisées en événements de marquage, définis comme le marquage de 50 poissons, ou plus, dans une année civile. Tous les poissons recapturés qui ont été remis à l'eau après « marquage » ont été inclus dans la compilation de données pour MFCL. Le **Tableau 2** donne un résumé des événements de marquage provisoires, du nombre de poissons marqués et du nombre de poissons recapturés à la suite de ces événements.

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

3.1 Données de capture (prises nominales de la Tâche I et de CATDIS)

Le Secrétariat a présenté les prises nominales (Tâche I) pour la période 1950-2007, publiées sur la page Web de l'ICCAT avant la réunion, conformément au plan de travail adopté. Le Groupe a examiné en détail la distribution des prises du stock du germon du Nord par pays, engin et année et il a noté l'important déclin des prises déclarées par l'Espagne, la France, l'Irlande et le Taïpei chinois en 2007. La forte réduction des prises totales en 2007 (22,215 t) par rapport à 2006 (37,017 t) pourrait résulter des frais élevés de combustibles par rapport à la valeur des prises, d'un changement de l'abondance du stock ou d'autres causes.

Il a également été noté qu'aucune information n'avait été déclarée par Cuba en 2007 et le Groupe a décidé de reporter la prise de 2006 (527 t) à 2007. Les tendances de capture de la Tâche I sont présentées au **Tableau 3** et à la **Figure 4**. La **Figure 5** illustre la répartition géographique des prises pour tout l'Atlantique (CATDIS) par décennies et engins principaux.

Le jeu de données sur le germon de CATDIS (estimations des prises nominales de la Tâche I utilisant les données de prise et d'effort de la Tâche II pour séparer les prises par trimestre et carrés de 5x5°) a aussi été révisé aux fins de synchronisation (différences relatives inférieures à 1%) avec la Tâche I.

Pour utiliser les jeux de données de la Tâche I et de CATDIS avec MULTIFAN-CL, les données sur le stock du germon de l'Atlantique nord ont été classées en 10 pêcheries prédéfinies (**Tableau 4**). Les prises nominales annuelles finales par pêcherie et par année sont présentées au **Tableau 5** et les prises cumulées par pêcherie et par année (Tâche I ou CATDIS) à la **Figure 6**.

3.2 Fréquences de tailles et données de prise et d'effort

3.2.1 Tâche II (Fréquences de tailles)

Au début de la réunion, le Secrétariat a présenté le catalogue et les données de fréquences de tailles sur le germon, qui étaient disponibles au Secrétariat et qui ont été publiés sur la page Web de l'ICCAT. Aux fins d'utilisation avec MULTIFAN-CL, toutes les données de fréquences de tailles ont également été classées en fonction des 10 pêcheries prédéfinies pour le stock du germon du Nord. Le premier jour de la réunion, le Taïpei chinois a soumis des données de tailles révisées pour les années 1996, 2000 et 2001, après avoir identifié que les jeux de données disponibles au Secrétariat étaient incomplets (couvrant uniquement les deux premiers trimestres). Ces révisions ont été incluses dans la base de données du Secrétariat et les données de fréquences de tailles correspondantes utilisées dans MULTIFAN-CL ont été actualisées en conséquence.

De nouvelles données de tailles ont été soumises, par la suite, par le Taïpei chinois, mais le Groupe a décidé de ne pas les utiliser en raison du temps limité disponible et il a demandé au Secrétariat de travailler en étroite collaboration avec le Taïpei chinois afin de clarifier toutes les séries temporelles de données de tailles révisées avant la réunion de 2009 du SCRS.

Lors de la préparation du jeu de données de MULTIFAN-CL, le Secrétariat a procédé à des analyses visant à nettoyer le fichier de données de base. Les critères de sélection des rejets des séries de fréquences de tailles étaient les mêmes que ceux utilisés à la dernière évaluation de germon (Anon. 2008a) d'après l'analyse des séries de fréquences de tailles (stratifiées par pêcherie, année et trimestre) avec moins de 50 poissons au total, ou moins de 10 intervalles de classes de tailles (1 cm), ou avec une forte asymétrie dans la distribution des fréquences (asymétrie > 5). Le **Tableau 6** récapitule les résultats de la sélection des fréquences de tailles. De façon générale, sur un total de 749 séries de fréquences de tailles, 17% ont été rejetés (7% par l'un des 3 critères, 7% par deux des 3 critères et 3% par les 3 critères). Les rejets étaient plus hétérogènes par pêcherie. Seules les pêcheries 2, 3 et 8 avaient plus de 90% cas positifs (séries de fréquences de tailles acceptables). Les pêcheries 1, 4, 6 et 9 comptaient au moins 80% de cas acceptables. Les cas rejetés plus importants (plus de 25% des séries de fréquences de tailles) ont été identifiés comme correspondant aux pêcheries 5, 7 et 10.

Les **Figures 7 et 8** présentent (avant et après sélection, respectivement) les indicateurs de la tendance centrale et de la dispersion (moyennes du nombre de poissons et centiles d'intervalles de classes de tailles: 10%, médiane, 90%) des séries de fréquences de tailles au cours des années pour chaque pêcherie. Les mêmes résultats statistiques sont affichés pour chaque pêcherie à la **Figure 9**, dans laquelle les fréquences de tailles des séries rejetées (panneau de droite, après sélection) sont représentées avec des nombres négatifs pour une facile identification. Les séries temporelles de fréquences de tailles finales utilisées dans MULTIFAN-CL sont présentées à la **Figure 10** (histogrammes en classes de 2 cm par pêcherie et trimestre).

3.2.2 Tâche II (prise et effort)

Les données de prise et d'effort de la Tâche II de la base de données de l'ICCAT ont également été présentées. Le Secrétariat a élaboré un jeu de données spécifique dans lequel les données de prise et d'effort par pêcherie ont été standardisées en utilisant des Modèles Linéaires Généralisés en vue de fournir des indices d'abondance pour l'évaluation des stocks MFCL de l'Atlantique de 2009, au cas où aucune CPUE officielle standardisée ne serait soumise à temps pour la réunion.

Les données de prise et d'effort correspondant au germon du stock de l'Atlantique Nord ont tout d'abord été sélectionnées, puis classées dans les 10 pêcheries de germon correspondantes. Un processus de nettoyage (consistant essentiellement en l'élimination de la duplication de l'effort, la « double » déclaration du même effort dans différents jeux de données avec une composition spécifique de capture partielle) a permis d'améliorer quelque peu la qualité des informations.

Les données de prise et d'effort soumises à l'ICCAT en nombre de poissons ont par la suite été converties en poids en utilisant le poids moyen calculé d'après les échantillons de tailles disponibles par flottille et engins principaux. Cette conversion de nombre en poids a été réalisée pour les neuf espèces principales de thonidés et d'espèces apparentées (y compris le germon) afin d'obtenir un jeu de données à employer dans la standardisation de la CPUE (au moyen de GLM), utilisant le ratio de germon dans la prise totale de chaque strate (Pêcherie/Flottille/Engin/Année/Trimestre/Mois). Cette nouvelle variable explicative potentielle (jamais incluse dans les études antérieures) a été conçue en vue d'être utilisée comme facteur supplémentaire à même d'expliquer la variabilité partielle des modèles de GLM (effet du ciblage). Les résultats de cette étude sont présentés dans le SCRS/2009/101, qui inclut aussi une analyse exploratoire détaillée. De nombreux résultats présentent des incohérences dans la base de données (erreur dans les unités d'effort, etc.) et indiquent également que de nombreuses données de prise et d'effort de la Tâche II communiquées au Secrétariat de l'ICCAT ne sont pas pertinentes.

3.3 Récupération des données

Faisant suite à la recommandation sur la récupération des données, formulée par le SCRS en 2005, le Groupe a pris note des efforts réalisés par Alain Fonteneau, chercheur à l'IRD, en vue de récupérer les données sur le germon de la Tâche II de la France, de 1967 à 1993. Etant donné que les données ont été soumises une semaine seulement avant la réunion, le Groupe n'a pas eu le temps de procéder à une analyse plus approfondie de ces fichiers. Le document SCRS/2009/104 récapitulait l'information reçue avant la réunion. Il a été noté que des travaux supplémentaires seront requis avant d'utiliser cette information utile.

Durant la réunion, une analyse a été conduite afin de comparer les feuilles de calcul de données originales et la base de données dans laquelle les données des feuilles de calcul avaient été collectées. Un petit nombre de registres différaient entre les deux sources et il sera nécessaire de disposer d'informations complémentaires sur le traitement des registres dans les bases de données. Pour la plupart des registres, l'effort a été déclaré en tant que variable nominale représentant le pourcentage de jours pêchés avec des catégories de 40%, 60%, et 100% de la

journée. Le pourcentage de registres dans chaque catégorie d'effort est présenté à la **Figure 11**. Après 1976, tous les registres ont été assignés à la catégorie d'effort de 100%. En outre, une série préliminaire de CPUE nominale a été élaborée en postulant 10 heures de pêche pour la catégorie d'effort de 40%, 14 heures de pêche pour la catégorie d'effort de 60% et 24 heures de pêche pour la catégorie d'effort de 100% (**Figure 12**). Des travaux supplémentaires sont indispensables pour chercher à déterminer et préparer les données d'effort afin de pouvoir élaborer un indice d'abondance pour les données récupérées de la France.

Le document SCRS/2009/80 décrit également les informations détaillées pour la période 1987-2006 récupérées pour la flottille basque (Espagne). Les données regroupées en carré de 1 degré par mois ont été soumises au Secrétariat de l'ICCAT mais des travaux supplémentaires doivent être réalisés en vue d'obtenir les données d'effort pour ce jeu de données.

Ces jeux de données pourraient s'avérer utiles à l'avenir afin de mieux distribuer la Tâche I de surface en temps et espace.

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

4.1 Estimations de la CAS pour les stocks du Nord et du Sud

Au début de la réunion, le Secrétariat a présenté une actualisation de la prise par taille (CAS) pour le stock de germon de l'Atlantique Nord, de 1975 à 2007. Le jeu de données précédent de prise par taille (1975 à 2005) a été légèrement ajusté afin de correspondre aux chiffres de la Tâche I. Les estimations provisoires pour 2004 et 2005, obtenues lors de l'évaluation de 2007, ont été complètement reformulées afin de tenir compte des actualisations de tailles et des nouvelles informations de taille reçues. Les années 2006 et 2007 ont été estimées pour la première fois. Le SCRS/2009/103 inclut des informations détaillées sur les estimations et les règles de substitution appliquées.

Durant la réunion, le Taïpei chinois a proposé une révision des fréquences de tailles de 1996, 2000 et 2001 car il s'est avéré que les jeux de données utilisés pour élaborer la CAS étaient incomplets (seuls les échantillons du premier semestre étaient disponibles). Le Groupe a également noté que le poids moyen de la CAS déclarée pour la pêcherie commerciale des Etats-Unis pour les années 2004 à 2007 augmentait considérablement (d'une moyenne de 22 kg à plus de 40 kg par an). Cette augmentation a été considérée comme peu réaliste et le Groupe a décidé de remplacer ces valeurs par la série de fréquences de tailles convertie à partir des fréquences de poids, estimée par le Secrétariat.

La CAS a ensuite été actualisée pour refléter les changements apportés aux données du Taïpei chinois et des Etats-Unis, et toutes les substitutions associées, réalisées auparavant avec la série de fréquences de tailles susmentionnée, ont aussi été réélaborées. Les prises de Cuba au titre de 2007 (report de 2006) ont aussi été incluses dans la révision. Si on compare la CAS et la Tâche I, les différences en poids sont des valeurs résiduelles.

Le **Tableau 7** et la **Figure 13** présentent les estimations finales de la matrice globale de la CAS pour le germon du stock Nord, par années et classes de tailles de 2 cm (limite inférieure). La **Figure 14** présente les poids moyens de la CAS (dans leur ensemble et par pêcherie principale).

La CAS est représentée sur un diagramme pour évaluer les changements dans la base de données de l'ICCAT entre les évaluations de 2007 et de 2009 et au sein des pêcheries dans le temps. Les changements bruts dans la base de données sont affichés à la **Figure 15** qui illustre les différences entre les bases de données de 2007 et 2009, toutes années combinées, pour la palangre, les engins de surface (GN, BB, TR et TW) et tous les autres engins. Des comparaisons à une plus grande résolution sont réalisées aux **Figures 16 à 18** qui comparent les distributions des tailles de la prise par taille de la palangre japonaise pour 1992 à 2005. Les **Figures 19 et 20** se rapportent à la palangre du Taïpei chinois de 1996 à 2005 et la **Figure 21** à la palangre des Etats-Unis de 2004 et 2005.

La **Figure 22** représente les changements dans la CAS pour BB, TR et TW en 1975, 1985, 1990, 2000 et 2005. La **Figure 23** compare 2007 et 1975, en utilisant la base de données de 2009, pour la palangre, les engins de surface (GN, BB, TR et TW) et tous les autres engins. La **Figure 24** établit une comparaison entre les palangres, en utilisant la base de données de 2009, les engins de surface et tous les autres engins pour 1975 et 2007.

4.2 Estimations de la CAA pour les stocks du Nord et du Sud

La réunion de préparation des données pour l'évaluation de germon, tenue au mois de juillet 2006, a recommandé de réaliser des estimations de prise par âge (CAA) pour le stock du nord, en appliquant l'algorithme de Kimura-Chikuni (Kimura et Chikuni, 1987). Cet algorithme a été utilisé dans l'évaluation de 2007. Les clefs d'identification âge-longueur trimestrielles ont été dérivées des distributions normales des tailles par âge pour les âges 1 à 8. Le Groupe a constaté d'importantes différences entre la prise par âge estimée en 2007 et celle utilisée dans les évaluations antérieures, avec des impacts importants sur les résultats de l'évaluation. On a remarqué, entre autres, une proportion relativement faible de poissons d'âge 7 la plupart des années.

Le document SCRS/2009/102 traitait de cette question et suggérait d'utiliser des clefs âge-longueur alternatives dérivées des distributions normales de tailles pour les âges 0 à 15. Ce document incluait des distributions de taille par âge pour les âges 0 et 1 combinés et les âges 8-15 combinés (groupe 8+); la nouvelle prise par âge affichait des proportions plus importantes de poissons d'âge 7 qu'en 2007.

Le Groupe a étudié une troisième façon de calculer la CAA, en suivant essentiellement la méthodologie de Kimura Chikuni de 2007 mais en considérant les âges 0 à 15, puis en additionnant les nombres aux âges 0 et 1, d'une part, et à l'âge 8 et plus d'autre part.

La CAA estimée avec les trois alternatives de Kimura Chikuni (en utilisant la taille par âge pour les âges 1 à 8, les âges 0-1 à 8+ et les âges 0 à 15, respectivement) est représentée aux **Figures 25** (total) et **26** (par pêcherie). L'impact des trois matrices alternatives de la CAA sur la VPA a été examinée en utilisant le scénario de 2007 avec $F_{ratio}=0,5$ la première année et en réduisant les vulnérabilités des quatre dernières années avec un écart type de 0,5 (cf. SCRS/2008/89). Le calcul de la CAA de la même façon qu'en 2007 indiquait une rapide tendance à la baisse de la SSB (**Figure 27**), ce qui donnait à penser que le rapide déclin observé en 2007 était dû à la façon de calculer la méthodologie de Kimura Chikuni (c'est-à-dire en prenant en considération les distributions de taille par âge pour les âges 1 à 8). Toutefois, étant donné que les distributions de taille par âge pour les âges 0-1 à 8+ (tel que suggéré dans le SCRS/2009/102) donnaient des valeurs de F extrêmement élevées, en particulier pour l'âge 7 (**Figure 28**), le nombre relativement élevé d'âges 7 capturés pouvait s'expliquer. Les estimations de sélectivité ont aussi été considérées comme peu réalistes, étant donné que la sélectivité aux âges 7 et 8 était la plus élevée. Par ailleurs, la CAA basée sur les distributions de taille par âge pour les âges de 0 à 15 donnait les valeurs de sélectivité maximales aux âges 3 et 4, suivis de l'âge 6 (**Figure 29**).

Compte tenu du fait que dans l'évaluation de 2007 un groupe d'âge 6+ a été pris en compte dans la VPA, le Groupe a analysé l'impact de Kimura Chikuni avec des classes d'âges 0-1 à 8+ par rapport à 0 à 15 sur un scénario de VPA avec un groupe 6+ plus. Les résultats présentaient des différences mineures en termes de SSB, de recrutement (**Figure 30**), de taux de mortalité par pêche (**Figure 31**) et de vecteurs de sélectivité (**Figure 32**). Ce résultat était prévisible étant donné que les différents algorithmes de Kimura Chikuni affectent principalement les âges 7 et 8, et que ceux-ci étaient absorbés dans la catégorie du groupe 6+. Ces résultats donnent à penser que le choix de la CAA (groupe 0 à 15 ou 0-1 à 8+) à utiliser dans une VPA du groupe plus 6+ n'a pas d'importance. Cependant, en étudiant un groupe + plus avancé, il pourrait être plus sûr d'utiliser les distributions de taille par âge pour les âges 0 à 15 (**Tableau 8**). Dans tous les cas, le Groupe a estimé que des travaux de recherche complémentaires doivent être réalisés avant la prochaine évaluation pour résoudre les questions liées à l'estimation de la prise par âge. Cette recherche devrait se pencher plus exhaustivement sur l'analyse des impacts des tailles par âge alternatives de l'approche de Kimura Chikuni, et pourraient également envisager d'autres méthodes alternatives.

Les estimations qui utilisent cette dernière méthode (**Tableau 9**, **Figure 25** et **26**) montrent une prédominance des âges 1 à 4. Pour les pêcheries de surface (BB et TR de l'Espagne, TR de la France) les trois premiers groupes d'âges sont les plus représentés dans les captures. Dans les pêcheries palangrières, le Japon montre une prédominance des âges 3, 4 et 5 et les Etats-Unis une prédominance des âges 4 à 7. La palangre du Taipei chinois montre trois périodes distinctes: avant 1987 avec une forte dispersion entre les âges 3 à 8; une prédominance des âges 3 et 4 entre 1993 et 2001 et une prédominance de l'âge 6 à partir de 2002.

Les courbes des captures sont utilisées pour extraire des indications de la mortalité totale (Z) d'après les données de prise par âge. La pente d'une courbe des captures est un estimateur de la mortalité totale pour une classe d'âge si la capturabilité est constante au cours des âges. Bien que cela ne soit généralement pas le cas, mais si le changement de capturabilité est constant, alors les changements de la pente dans le temps sont un estimateur des changements de la mortalité totale dans le temps. Etablir la moyenne d'une gamme d'âges peut révéler si l'impression générale de la mortalité est similaire aux autres estimations de la mortalité. Etablir la moyenne

d'une gamme d'années et la comparer avec d'autres gammes d'années peut révéler de possibles changements du schéma d'exploitation (ou de potentiels changements de la mortalité naturelle pour les groupes d'âges plus jeunes). Une comparaison des courbes de captures, basée sur les données d'entrée d'Adapt et celles estimées par MULTIFAN-CL, est établie aux **Figures 36** et **37**.

Une comparaison des données de prise par âge utilisées dans Adapt et celles estimées par Multifan-CL est présentée aux **Figures 33, 34** et **35**. Ceci montre les proportions de captures relatives par âge au sein d'une année (**Figure 33**), les proportions de captures relatives au sein d'un âge sur plusieurs années (**Figure 34**) et les proportions de captures standardisées par âge (**Figure 35**).

5. Indices d'abondance relative

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

Les indices d'abondance relative, par groupes d'âges du germon capturé par la flottille de ligne traînante espagnole dans l'Atlantique Nord-Est ont été estimés en utilisant les données des taux de capture en nombre de poissons par jour de pêche (CPUE), d'après 6.932 sorties individuelles collectées pour la période 1981-2007 (Ortiz de Zárate et Ortiz de Urbina, 2009). Les CPUE standardisées pour les groupes d'âge 1 à 4 ont été estimées par une approche de modèle linéaire généralisé (GLM) en postulant une distribution d'erreur lognormale. Etant donné que cette flottille ne cible pas l'âge 1 et que la disponibilité de l'âge 4 varie chaque année, le Groupe a décidé, comme dans les évaluations précédentes, d'utiliser uniquement la CPUE standardisée pour les âges 2 et 3 en tant qu'indices d'abondance relative pour le stock du Nord. Cependant, la CPUE de l'âge 1 pourrait être considérée comme un indicateur du recrutement dans la pêcherie.

La capture par unité d'effort nominale (nombre de poissons capturés par mille hameçons) du germon de l'Atlantique Nord, enregistrée d'après les palangriers du Taïpei chinois de 1967 à 2008, a été utilisée pour estimer les CPUE standardisées par une approche de modèle linéaire généralisé (GLM) en postulant une distribution d'erreur lognormale (SCRS/2009/105). Les facteurs année, trimestre, sous-zone et effets des prises accessoires de thon obèse, d'albacore et d'espardon ont été appliqués dans le modèle pour obtenir une tendance de l'abondance annuelle standardisée. Les résultats montrent que la CPUE standardisée a fortement fluctué avant le milieu des années 1980 puis a continuellement diminué jusqu'au milieu des années 1990 pour rester relativement stable jusqu'à présent.

Les taux de capture standardisés de la palangre japonaise dans l'Atlantique Nord ont été actualisés jusqu'en 2007 par une approche de modèle linéaire généralisé (GLM) en postulant une distribution d'erreur binomiale négative (SCRS/2007/103).

Un indice d'abondance relative du germon a été généré en standardisant les données de prise et d'effort de la pêcherie palangrière pélagique des Etats-Unis dans l'Atlantique Nord de 1986 à 2008 (SCRS/2009/100). Cette flottille fait aussi l'objet d'un programme d'observateurs avec une couverture annuelle moyenne de 5% des sorties en mer (PLOP) depuis 1992. La procédure de standardisation a évalué les facteurs ci-après : année, zone, saison, caractéristiques des engins (baguettes lumineuses, longueur de la ligne principale, densité des hameçons, etc.) et les caractéristiques des opérations de pêche (type d'appât, type de flottille et espèce cible). Des indices standards ont été estimés en utilisant des modèles linéaires généralisés mixtes dans le cadre d'une approche de modélisation delta-lognormale.

En ce qui concerne la pêcherie de ligne traînante de la France de la première partie de la période, de 1967 à 1986, la capture par unité d'effort (CPUE) pour les âges 2 et 3 a été analysée par un modèle GLM avec une structure d'erreur lognormale afin de standardiser la CPUE par jour (Goujon *et al.* 1996). Aucune information actualisée sur la flottille française n'a été soumise, depuis lors, au Groupe.

Séries de CPUE standardisées utilisées pour les modèles finaux de la VPA: les indices de la ligne traînante espagnole pour les âges 2 et 3, les indices de la palangre du Taïpei chinois pour les âges 3- 8+, l'indice de la palangre américaine pour les âges 3-8, l'indice de la palangre japonaise pour les âges 3- 8+ et l'indice de la pêcherie de ligne traînante de la première partie de la période de la France pour les âges 2- 3 sont présentés au **Tableau 10**. La **Figure 38** présente la série temporelle mise à l'échelle de la CPUE pour les pêcheries de surface et de palangre principalement utilisées dans l'évaluation.

5.2 Indices de CPUE utilisés dans MULTIFAN-CL

La capture par unité d'effort nominale (CPUE) en nombre de poissons par jour de pêche de germon de l'Atlantique Nord, capturé par la flottille espagnole de canneurs dans l'Atlantique Nord-Est, a été collectée par sortie individuelle pour la période 1981-2007 et analysée par un modèle linéaire généralisé (GLM). Un facteur d'interaction année*trimestre a été inclus pour obtenir une série de CPUE standardisée par année trimestrielle aux fins d'utilisation dans MULTIFAN-CL (SRCS/2009/096). Le GLM avait une distribution d'erreur lognormale avec une variance constante. Les indices de l'abondance relative du germon de la pêcherie irlandaise de chaluts pélagiques en paire ont été présentés pour les années 1998 – 2007 (Cosgrove, 2009). Les données des livres de bord sur les débarquements nationaux et les données des observateurs présents à bord ont été combinées pour estimer les taux de capture en biomasse (kg) et nombre de poissons. Les indices standardisés ont été estimés en utilisant un GLM en postulant une distribution d'erreur lognormale avec une variance constante. Un indice combiné a été généré à l'aide d'un GLM pour prendre la moyenne pondérée (par capture) de l'indice des canneurs espagnols et de l'indice des chaluts pélagiques irlandais.

Les CPUE nominales en nombre de poissons par jour de pêche de germon de l'Atlantique Nord, capturé par la flottille espagnole de ligne traînante dans l'Atlantique Nord-Est, ont été collectées par sortie individuelle pour la période 1981-2007 et analysées par un modèle linéaire généralisé (GLM). Un facteur d'interaction année*trimestre a été inclus pour obtenir une série de CPUE standardisée par année trimestrielle aux fins d'utilisation dans MULTIFAN-CL (SRCS/2009/097). Le GLM avait une distribution d'erreur lognormale avec une variance constante. On a calculé la moyenne de l'indice de ligne traînante espagnole de 1981-2007 avec l'indice de ligne traînante espagnole de 1931-1975 (SCRS/1976/059) et l'indice de ligne traînante française de 1967-1986 (Anon. 2008a) en utilisant un GLM afin de générer un indice combiné.

La série de CPUE standardisée pour les flottilles de ligne traînante française et espagnole pour les années 1957-1976 a été utilisée sans changement par rapport à l'évaluation du germon de 2007 (Anon. 2008b).

La série de CPUE standardisée pour les flottilles de canneurs des Açores et du Portugal pour les années 1970-2005 a été utilisée sans changement par rapport à l'évaluation du germon de 2007 (Anon. 2008b).

Les taux de capture standardisés (en nombre de poissons par mille hameçons) en strates année*trimestre du germon de l'Atlantique Nord pour la flottille palangrière japonaise ont été actualisés jusqu'en 2007 en utilisant un GLM et ils ont été soumis au Secrétariat. Ces CPUE ont été standardisées pour trois périodes distinctes (1959-69, 1969-75 et 1975-2007) en utilisant une structure d'erreur binominale négative (NB) comme cela a précédemment été réalisé dans la session d'évaluation de 2007 (Uosaki et Shono, 2008).

Les CPUE nominales (nombre de poissons capturés par mille hameçons) en strates année*trimestre du germon de l'Atlantique Nord pour la flottille palangrière du Taïpei chinois de 1967 à 2007 ont été utilisées pour estimer les CPUE standardisées dans le cadre d'une approche de GLM en postulant une distribution d'erreur lognormale (SCRS/2009/105). Les facteurs trimestre-séries, sous-zone et les effets des prises accessoires de thon obèse, d'albacore et d'espadon ont été inclus dans le GLM.

Les taux de capture nominale de germon de l'Atlantique Nord des pêcheries palangrières de la Corée, du Panama et de Cuba ont été collectés pour les années 1966-2007. Une série de CPUE standardisée en strates année*trimestre a été estimée en utilisant un GLM avec une approche de modélisation delta-poisson (SCRS/2009/101).

Les taux de capture nominale de germon de l'Atlantique Nord des pêcheries mineures de surface (canne et ligne traînante) non inclus dans les indices précédents ont été collectés pour les années 1976-2007. Une série de CPUE standardisée en strates année*trimestre a été estimée en utilisant un GLM avec une approche de modélisation delta-lognormale (SCRS/2009/101).

Tous les indices soumis en unités de nombres par unité d'effort ont été convertis en biomasse (kg) par unité d'effort en utilisant les poids moyens annuels spécifiques aux flottilles des poissons capturés pour estimer l'effort de pêche de chaque flottille. Chaque indice standardisé a été mis à l'échelle à une moyenne de un. Le **Tableau 11** et le **Figure 39** présentent les indices standardisés utilisés dans MULTIFAN-CL.

Alors que des données détaillées des livres de bord sont disponibles pour certaines séries, des séries de CPUE ont dû être standardisées pour d'autres en utilisant les données de prise et d'effort provenant de la base de données de l'ICCAT. Par conséquent, des séries temporelles de CPUE standardisée ont été préparées en utilisant des GLM par année et trimestre pour toutes les pêcheries (SCRS/09/101). La standardisation a été réalisée avant

la réunion avec une approche systématique basée sur l'inspection des diagnostics (Ortiz et Arocha, 2004) en utilisant l'environnement statistique R de source libre (cran.r-project.org). Ces données, le code R et les analyses sont disponibles dans le cadre d'un projet de Google à l'adresse <http://code.google.com/p/glmscrs/>. Le projet est accessible aux membres du projet aux fins de modifications ainsi qu'aux non-membres aux fins de consultation des documents de travail en mode lecture uniquement (<http://code.google.com/p/glmscrs/source/checkout>). Ce projet est géré en utilisant Subversion et Windows TortoiseSVN qui constitue une interface utilisateur facile à utiliser. Veuillez consulter <http://code.google.com/p/mseflr/wiki/UsingTortoiseSVN> pour obtenir un guide d'utilisation de Tortoise.

Les indices standardisés sont disponibles à l'adresse:

<http://code.google.com/p/glmscrs/source/browse/trunk/Results/cpueStd2009.txt>

Le Groupe a examiné et discuté de tous les résultats inclus dans le document SCRS/2009/101. Il a été décidé d'utiliser la CPUE standardisée des flottilles qui sont analysées actuellement par les scientifiques nationaux et présentées au Groupe. Par ailleurs, pour les pêcheries ALBN09 et ALBN10 les résultats de ces analyses ont été utilisés aux fins d'ajustement au modèle MFCL. Des éléments indiquant une surdispersion pour ces deux pêcheries, les GLM avec une distribution d'erreur delta poisson ont été réexécutés en utilisant une famille quasi Poisson pour permettre d'estimer le paramètre de dispersion.

6. Méthodes et résultats de l'état des stocks

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 du germon du nord de 2007 en utilisant les données révisées de prise par âge. L'analyse a été réalisée en utilisant les versions actualisées des indices des pêcheries de ligne traînante espagnole, de palangre américaine, de palangre du Taïpei chinois et de palangre japonaise ainsi que l'indice historique de la pêcherie de ligne traînante française (les mêmes pêcheries que celles utilisées dans l'évaluation de 2007) (**Tableau 10**). On a postulé une structure d'erreur lognormale pour tous les indices dans le modèle VPA. Les matrices de prise par âge totale et partielle utilisées dans la VPA étaient celles présentées dans le document SCRS/2009/102 qui étaient différentes des matrices utilisées dans l'évaluation de 2007. La sélectivité par 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, 1999), à l'exception des deux indices de ligne traînante espagnole qui ne reflètent qu'une seule classe d'âge. Les taux de mortalité par pêche de l'année terminale (2007) pour les âges 2-7 ont été estimés et le taux de mortalité par pêche de 2007 à l'âge 1 a été établi à 20% de celui-ci à l'âge 2. Initialement, le ratio de F (F à l'âge le plus vieux divisé par F à l'âge suivant le plus jeune) a été fixé à 0,5 pour la première année de la série temporelle (1975) et les ratios de F pour toutes les autres années ont été estimés avec une marche aléatoire. Le taux de mortalité naturelle a été fixé à 0,3 pour tous les âges. Le modèle de VPA a été configuré afin de fonctionner avec un groupe d'âge 8+ et pour la période 1975-2007.

Conformément à la configuration du modèle de VPA de l'évaluation du stock de 2007, la matrice de poids par âge a été estimée comme le poids par âge annuel constant estimé d'après les équations de croissance et de taille-poids (poids au milieu de l'année en kg).

Le scénario initial présentait un ajustement relativement satisfaisant aux indices (**Figure 40**). Toutefois, la SSB estimée montrait de grandes différences par rapport à l'évaluation de 2007 (**Figure 41**) et une F apicale terminale très élevée ($F=5$). Le Groupe a décidé de réaliser des scénarios alternatifs en utilisant un ratio de F de 1,0 et 2,0 pour la première année ainsi qu'un scénario avec un ratio de F fixe de 1,0 pour toutes les années. Ces scénarios donnaient des résultats similaires au scénario original et étaient assez différents de la SSB estimée lors de l'évaluation de 2007. Les SSB relatives terminales déterministes estimées (SSB/SSB_{PME}) étaient très faibles (gamme 0,22-0,28) et la mortalité relative par pêche de l'année terminale (F/F_{PME}) se situait entre 8,7 et 10,2 (**Figure 42**).

Dans l'objectif d'évaluer si les différences observées dans la SSB estimée entre l'évaluation de 2007 et l'évaluation actuelle étaient dues à la configuration du modèle de la VPA, un scénario a été réalisé en utilisant la VPA de 2007 et les matrices de prise par âge et de prise par âge partielle de 2009 (sans inclure les données des années 2006 et 2007). La SSB estimée était très similaire à celles estimées avec la VPA de 2009, ce qui confirme donc que les différences observées entre les résultats de la VPA de 2007 et de 2009 étaient dues à la matrice de prise par âge différente utilisée pour l'évaluation de 2009 et non à la configuration/aux postulats du modèle de VPA de 2009.

Le Groupe a décidé de réaliser une série de nouveaux scénarios utilisant un groupe d'âge 6+ au lieu du groupe d'âge 8+ original. La raison de cette décision était que la F terminale élevée, associée au fort accroissement des prises d'âge 7 dans la prise par âge révisée, pourraient être mieux traitée par le modèle avec un groupe d'âge 6+. Les scénarios avec le groupe d'âge 6+ présentaient un meilleur ajustement aux indices observés, notamment pour les flottilles palangrières (**Figure 43**). En outre, la F terminale déterministe se situait entre 0,67 et 0,88 et la SSB relative déterministe oscillait entre 0,58 et 1,10 (**Figure 44**).

Il a été décidé de lancer 500 bootstraps pour le modèle VPA en utilisant un groupe d'âge 6-plus et les trois F-ratios différents pour l'année initiale (F-ratios 0,5 ; 1,0 et 2,0). Ces scénarios ont fourni des résultats dissemblables. A titre d'exemple, SSB 1975 s'élevait à hauteur de 171.550 t pour un F-ratio de 0,5 pour l'année initiale et descendait jusqu'à 41.345 t pour le F-ratio de 2,0. Toutefois, la SSB 2007 terminale a oscillé entre environ 25.000 t et 44.000 t (**Figure 45**). En revanche, la F apicale estimée et le nombre de recrutements étaient similaires entre les trois scénarios de F-ratio (**Figure 45**). Le **Tableau 12** présente les points de référence estimés de la médiane pour ces trois scénarios. Même si les niveaux de PME estimés étaient similaires (dans la gamme de 35.200-37.300 t), les autres points de référence estimés ne l'étaient pas. Par exemple, B_{PME} s'élevait à 51.000 t pour le F-ratio de 0,5 et était ramené à 16.900 t pour le F-ratio de 2,0. Les points de référence estimés ont également montré que pour les cas de F-ratio de 1,0 et 2,0, B_{PME} était inférieur à la PME, ce qui suggère une plus forte contribution de poissons immatures à la prise totale. En fait, les recrutements par reproducteur à la PME (l'inverse de SPR à la PME) pour les F-ratios de 0,5, 1,0 et 2,0 s'élevaient à 5,38 ; 7,83 et 15,7 respectivement, alors que SPR à la PME pour les mêmes F-ratios se situaient à 0,186 ; 0,128 et 0,064 respectivement.

En ce qui concerne l'état du stock, la **Figure 46** montre le diagramme de phase de l'année terminale (2007) utilisant 500 bootstraps. Généralement, un F-ratio de 2,0 montrait le résultat le plus optimiste, la médiane indiquant que le stock n'était pas surpêché et que la surpêche survient avec une valeur relative de $F=1,11$. En revanche, le F-ratio de 0,5 a dégagé le résultat le plus pessimiste en indiquant que le stock était surpêché (médiane de SSB relative = 0,93) et faisait l'objet d'une surpêche (médiane de F relative = 1,52). Les sorties du modèle ont montré que le modèle estimait rapidement des F-ratios plus faibles pour les années consécutives à l'année initiale lorsque F-ratio était postulé à 2,0. Le Groupe a interprété ce résultat comme une indication que le F-ratio postulé était trop élevé. Etant donné que le Groupe ne disposait pas de suffisamment d'informations pour décider quel scénario (F-ratio 0,5 et 1,0) était plus approprié, on a également estimé l'état du stock en rassemblant le résultat des bootstraps des deux scénarios mentionnés. Plus spécifiquement, on a élaboré un diagramme de phase utilisant les 500 bootstraps de chacun des deux scénarios pour la SSB relative par opposition à la F relative (**Figure 46**). Cette approche a indiqué que le stock n'était pas surpêché mais complètement exploité avec la SSB relative = 1, mais que la surpêche survenait avec F relative = 1,5.

L'incertitude associée aux résultats estimés de la médiane signalée à la **Figure 46** a été décrite comme le pourcentage des résultats de bootstrap indiquant l'état d'un stock particulier. A la **Figure 47**, le pourcentage montré dans la « zone rouge » correspond aux résultats qui indiquaient que le stock était à la fois surpêché et qu'il faisait l'objet d'une surpêche, la « zone verte » indique que le stock n'était pas surpêché et qu'il ne se produisait pas de surpêche, et la « zone jaune » correspond aux résultats qui indiquaient que le stock était soit surpêché ou qu'une surpêche se produisait (mais pas les deux conditions en même temps). Comme indiqué auparavant, le scénario avec un F-ratio de 2,0 a dégagé l'état du stock le plus optimiste, avec 22% des bootstraps dans la « zone verte » et 75% dans la « zone jaune ». En revanche, le scénario avec un F-ratio de 0,5 a montré que 62% des résultats se situaient dans la « zone rouge » et 37% dans la « zone jaune ».

La **Figure 48** illustre les trajectoires de l'état des stocks (parcours d'évolution « *snail tracks* ») pour la période 1975-2007. La F relative pour l'année terminale (2007) a été estimée comme étant la moyenne géométrique des années 2004, 2005 et 2006. Dans tous les cas, le stock n'était pas surpêché en 1975. Seul le cas le plus optimiste correspondant à F-ratio de 2,0 a montré un nombre considérable d'années pendant lesquelles le stock n'était pas surpêché et ne faisait pas l'objet d'une surpêche. Les trois autres cas ont indiqué que le stock était soumis à des conditions de surpêche pendant toute la durée de la série temporelle, plusieurs années dégageant aussi des conditions d'état de surpêche.

Le Groupe n'était pas sûr du poids moyen adéquat qu'il convenait d'assigner au groupe d'âge 6+ et il a décidé de poursuivre les recherches sur cette question et d'évaluer l'impact potentiel que tout changement dans le poids utilisé pourrait avoir sur les résultats de la VPA présentés dans ce rapport.

6.2 Multifan-CL

Données de base

Les jeux de données utilisés pour les analyses de Multifan-CL ont été compilés au cours de la réunion d'évaluation des stocks tenue en juillet 2009. Les données ont été séparées en 10 pêcheries en utilisant les mêmes définitions que celles employées dans l'évaluation des stocks de 2007. Les données d'entrée de base (prise, effort et prise par taille) ont toutefois été révisées en raison des actualisations réalisées dans la base de données de l'ICCAT. Tous les fichiers d'entrée et de sortie sont stockés par le Secrétariat de l'ICCAT. Un résumé des données de prise et d'effort est présenté aux **Tableaux 13** et **14** et aux **Figures 49** et **50**.

Sorties du modèle

Les spécifications du modèle pour les scénarios initiaux 4A et 4B étaient identiques à celles utilisées dans l'évaluation antérieure du cas de base et sont décrites en détail dans le document SCRS/2009/108. Au total, 14 sorties du modèle ont été réalisées pendant la session d'évaluation des stocks de 2009 (**Tableau 15**). Le scénario 4A a été effectué à l'aide du même fichier exécutable de MFCL (mfcl32.exe) que pour l'évaluation de 2007, tandis que le scénario 4B a été réalisé à l'aide de la plus récente version de MFCL (mfcl32.exe). Le scénario 4C a été modifié afin d'inclure les priors de variabilité de l'effort suggérés par un ajustement du Stock Synthèse 3 aux mêmes données d'entrée de base et, contraint d'avoir les mêmes postulats de modèle que le scénario 4B. Le scénario 4D était le même que le scénario 4B, mais toutes les sélectivités pour les âges 5 et plus ont été contraintes d'être égales. 4E a utilisé à la fois les variabilités incluses dans 4C ainsi que les contraintes d'âge incluses dans 4D. 4F était une variation de 4B où la fonction de croissance était ajustée internement au lieu de fixer la courbe de croissance selon l'équation de Bard (1981). 4G était une autre variation de 4B où la capturabilité était contrainte d'être constante dans le temps (tout en permettant encore une variabilité saisonnière). Le scénario 4H variait par rapport au 4B en ce sens qu'il incluait un vecteur de mortalité naturelle spécifique de l'âge. Le vecteur a été calculé à l'aide de la méthode de Chen et Watanabe (1988) et les paramètres Von Bertalanffy de Bard (1981). Le vecteur a été légèrement modifié pour s'assurer que toutes les mortalités naturelles pour les âges 11 et plus étaient égales. Le scénario 4I a inclus des données de marquage dans le modèle de base du scénario 4B. Le scénario 4K était le même que le scénario 4I en ce sens qu'il utilisait également des données de marquage mais qu'il calculait aussi de façon interne un vecteur de mortalité naturelle spécifique de l'âge. Le scénario 4L utilisait la moyenne de Z sur les cinq premières périodes temporelles du modèle afin de calculer la population initiale. Ceci constituait un changement par rapport aux 10 ans utilisés dans les précédentes sorties du modèle. Comme dans les scénarios antérieurs, plusieurs pêcheries ont été regroupées par sélectivité, le scénario 4N permettait à la sélectivité d'être calculée de forme indépendante pour chaque pêcherie (1-10). Le scénario 4O représentait une déviation majeure par rapport aux autres scénarios en termes de données d'entrée. Au lieu de stratifier la prise et l'effort par trimestre, elle était assemblée par année. Finalement, le scénario 4P a imposé un schéma de sélectivité en cloche aux pêcheries de surface (1 - 3).

Sélection du modèle

Les paramètres de sorties et les diagnostics pour chaque sortie de modèle ont été utilisés pour éliminer les sorties du modèle qui n'étaient pas réalistes ou qui ne s'ajustaient pas bien aux données. Le scénario 4A a été rejeté car il utilisait une version périmée du logiciel MFCL. Les scénarios 4C, 4F, 4L, 4O et 4P ont été rejetés car ils produisaient des valeurs de sélectivité excessivement élevées pour les poissons d'âge 15 dans la pêcherie 1 (pêcherie de canneurs ciblant les petits poissons). Les scénarios 4D et 4E ont été rejetés car ils produisaient des valeurs excessivement élevées de PME et SSB_{PME} et donc des points de référence exceptionnellement optimistes. Finalement, 4I, 4K et 4L ont été rejetés car ils produisaient des valeurs excessivement élevées de la moyenne annuelle de F. Il restait donc quatre sorties du modèle (4B, 4G, 4H et 4N). Sur ceux-ci, le scénario de continuité 4B a été considéré comme étant le plus approprié pour l'évaluation du stock de germon de 2009, sur la base des critères de sélection du modèle AIC. Bien que le scénario 4G ait une valeur AIC plus faible, il incluait différentes variabilités et pénalisations, ce qui rendait impossible une comparaison directe entre ce modèle et d'autres modèles.

Résultats du modèle

La **Figure 51** montre les points de référence clefs de la SSB (biomasse adulte) créés par les quatre modèles qui n'avaient pas été rejetés. Même si les modèles diffèrent dans leur ampleur générale, ils indiquent tous que le ratio entre la SSB actuelle et la SSB à la PME est inférieur à 1, ce qui indique que la SSB actuelle est inférieure à la SSB qui produirait la PME. Ce niveau de raréfaction est appuyé par les points de référence de F_{PME} indiqués à la **Figure 52** où, à l'exception du modèle 4H, les valeurs récentes et actuelles de F sont en-dessus de celles de

F_{PME} , ce qui signale une forte exploitation du stock. La **Figure 53** illustre les estimations absolues de recrutement des trois modèles. Tous les modèles dégagent une tendance similaire dans le recrutement même si les valeurs absolues diffèrent. Dans tous les cas, pour l'année 25 du modèle (1955/6) un cas de très fort recrutement a été calculé.

Les estimations de sélectivité par flottille sont fournies à la **Figure 54** pour le scénario de continuité 4B. Comme prévu, les pêcheries palangrières dégagent une sélectivité asymptotique avec l'âge (même si le modèle avait contraint certaines d'entre elles à le faire). Les pêcheries de surface dégagent en général une sélectivité en forme de cloche et cela semble être le cas ici, même s'il y a une hausse de la sélectivité avec l'âge pour les classes d'âge 6 et plus. La raison de cette augmentation n'est pas claire étant donné que peu de gros poissons sont enregistrés pour ces pêcheries. La sélectivité a été contrainte à être égale pour les classes d'âge 10 et plus, ce qui a donné lieu à une forme de sélectivité asymptotique.

Les déviations de l'effort par pêcherie sont présentées à la **Figure 55**. Si le modèle est cohérent avec les données d'effort, on pourrait s'attendre à une dispersion uniforme des déviations d'effort au-dessus et en-dessous de zéro, même si l'on peut s'attendre à quelques données atypiques. Ceci n'est pas le cas pour plusieurs pêcheries, ce qui indique que le modèle pourrait ne pas extraire la plupart des informations présentes dans les données en ce qui concerne la variation de la capturabilité. Cette question a été solutionnée en variant les spécifications du modèle pendant les sorties du modèle (p.ex. 4C). Toutefois, aucun de ces scénarios n'a modifié cette situation de façon considérable.

La **Figure 56** montre la trajectoire du point de référence du modèle 4B. Comme la majorité des séries temporelles se trouvent dans le quadrant supérieur gauche ($F/F_{PME} > 1$, $SSB/SSB_{PME} > 1$), ceci pourrait indiquer que le stock de germon du nord est surexploité. La valeur la plus récente se situe en fait dans cette région (cf. **Figure 57**²). La **Figure 58** divise ces trajectoires en étapes temporelles de décennies. Celles-ci montrent clairement que le modèle 4B prédit un niveau accru d'exploitation et de raréfaction du stock, étant donné que les trajectoires se sont régulièrement déplacées dans le temps du quadrant inférieur droit au quadrant supérieur gauche. La **Figure 59** illustre le nuage de points des estimations de recrutement et SSB et la relation ajustée.

Le Groupe a noté que les niveaux de PME peuvent être affectés par les changements de sélectivité, entre autres choses. Comme l'application du MFCL permettait une perspective à long-terme de la ressource à partir de 1930, le Groupe a calculé les changements dans les paramètres de la PME survenus dans le temps. La tendance estimée dans la PME est illustrée à la **Figure 60**. Il se dégage nettement une augmentation graduelle de la PME entre la moitié des années 1950 et la moitié des années 1960, coïncidant avec l'augmentation de la pêche des pêcheries palangrières qui capturaient de plus grands poissons que les pêcheries de ligneurs. Cette tendance est similaire à celle calculée pendant l'évaluation de 2007 bien que les valeurs absolues se soient accrues.

Les **Figures 62 à 64** sont une comparaison des sorties du modèle entre l'évaluation de stock de 2007 et les scénarios 4A et 4B dans l'évaluation actuelle. Ceux-ci ont été examinés étant donné que la version de MFCL utilisée pour réaliser les évaluations a changé entre les évaluations. Comme les résultats de cette évaluation sont plus pessimistes que ceux de la dernière évaluation, on a cherché à déterminer si les différences dans l'état du stock entre ces évaluations étaient dues à des changements dans le modèle ou à des changements dans les données d'entrée. Il semblerait que des changements à la fois dans le modèle et dans les données aient donné lieu aux différences apparues dans les résultats de l'évaluation. Il est manifeste que la forte augmentation de la biomasse à la fin des années 1950 n'a pas été prédite à l'aide du jeu de données de 2007, et bien que présente en utilisant les données de 2009, on a prédit qu'elle serait inférieure en utilisant l'ancienne version du modèle MFCL. Il est donc probable que plus d'un facteur soit responsable des différences dans les résultats de l'évaluation.

Notes sur les paramètres de la PME

Le Groupe a rappelé que les niveaux de la PME peuvent être affectés par des changements de sélectivité, entre autres choses. Les tendances de F/F_{PME} et B/B_{PME} susmentionnées se réfèrent à des calculs de la production en conditions d'équilibre utilisant la sélectivité globale de 2005-2006. Étant donné que l'application MFCL

² On a postulé que les estimations de F/F_{PME} et B/B_{PME} actuelles avaient les mêmes coefficients de variation et la même corrélation que ce qui fut estimé dans l'évaluation de cas de base de 2007. L'incertitude dans les ratios actuels a été décrite en créant 1.000 numéros aléatoires à partir d'une distribution normale de deux variables avec des moyennes [0,622 ; 1,04] et une matrice de covariance :

0.00732	-0.00321
-0.00321	0.009132

permettait une perspective à long terme de la ressource à compter de 1930, le Groupe a calculé les changements dans les paramètres de la PME dans le temps, sur la base des données du Scénario 4B et des calculs de la production en conditions d'équilibre standard à l'aide d'un tableur. Le vecteur de sélectivité utilisé par MFCL est basé sur la moyenne de F agrégée au titre de 2005 et 2006. Pour les calculs année par année, le même concept a été employé : pour une année donnée, la sélectivité a été calculée à partir de la moyenne de F des deux années antérieures.

La tendance estimée de la PME dans le temps est illustrée à la **Figure 60**. Une hausse graduelle de la PME entre la moitié des années 1950 et le début des années 1970 se dégage clairement, simultanément avec l'augmentation de la pêche des pêcheries palangrières qui capturaient de plus gros poissons que les pêcheries de ligneurs. Les estimations de la PME (29.000 t) et de SSB/SSB_{PME} (0,62) pour la dernière année de la série temporelle (2007) étaient très proches de celles estimées par Multifan dans le Scénario 4B. Toutefois, les valeurs de F/F_{PME} étaient légèrement inférieures à celles estimées par Multifan-CL dans le Scénario 4B, indiquant un état légèrement plus optimiste du stock (**Figure 61**). Pour l'année 2007, ces calculs sur tableurs ont donné une valeur de F/F_{PME} de 0,81, par opposition à la valeur de F/F_{PME} de 1,045 obtenue par Multifan dans le Scénario 4B. Le Groupe n'était pas sûr de la façon exacte dont MFCL trouve la F qui maximise la production par recrutement et c'est pourquoi les raisons de ces différences ne sont pas bien appréhendées. Le Groupe s'est dit très préoccupé par le manque de documentation sur certains calculs du MFCL.

6.3 Modèle de synthèse des stocks

Afin d'évaluer plus avant l'incertitude entourant le modèle dans l'évaluation du germon de l'Atlantique Nord en 2007, le document SCRS/2009/099 a bâti une alternative à l'évaluation de la population du MFCL en ayant recours aux mêmes jeux de données et postulats, mais au sein d'une plateforme de modélisation différente. Le Stock Synthèse 3 (SS3), un modèle d'évaluation intégré, a été ajusté aux mêmes flots de données d'entrée que ceux utilisés dans l'évaluation du MFCL. Trois configurations ont été présentées : dans la configuration 1, SS3 a été configuré pour se rapprocher le plus possible du cas de base de MFCL de l'évaluation de 2007. La croissance, la mortalité naturelle, les paramètres du cycle vital et les valeurs de sélectivité ont été fixés aux valeurs de MFCL. On a permis à la capturabilité de chaque flottille de varier d'une façon similaire à celle de MFCL (c.à.d. marche aléatoire). Les pondérations, les tailles des échantillons effectifs et les priors informatifs ont été assortis aussi étroitement que possible. Les paramètres estimés incluaient le recrutement vierge, l'inclinaison, la mortalité par pêche initiale en 1930, et la capturabilité de base pour chaque scénario. La Configuration 2 était identique à la configuration antérieure, sauf en ce que les paramètres de sélectivité étaient modélisés comme une forme de la fonction (double normal) et qu'on pouvait les estimer, mais avec les mêmes stipulations que la configuration du MFCL. La Configuration 3 utilisait (et estimait) la sélectivité basée sur la taille, sans stipulation, employait toutes les observations de la taille par âge et postulait une capturabilité constante au sein d'une pêcherie. Les tendances résultantes de la biomasse du stock reproducteur issues de la configuration 1 ont raisonnablement concordé avec les estimations de MFCL. Toutefois, les modèles ont considérablement différé dans les estimations de la biomasse initiale en 1930. La configuration 2 a donné lieu à des sélectivités considérablement plus faibles pour les poissons plus âgés (âge 5+) dans les pêcheries de surface. De ce fait, le modèle SS3 a estimé une biomasse globale supérieure pour la série temporelle, étant donné qu'il a été estimé qu'une plus forte proportion de la population n'était pas disponible pour être capturée dans ce cas. La configuration 3 a fourni le meilleur ajustement global aux données. Elle s'est toutefois avérée être la plus différente des configurations testées, par rapport au cas de base du modèle MFCL.

Plusieurs configurations additionnelles du modèle SS ont été présentées pendant la session d'évaluation à des fins d'examen par le Groupe. De façon générale, sauf pour quelques détails relativement mineurs, chacun des résultats du modèle SS concordait de façon très raisonnable avec les résultats de MFCL. Les modèles ont montré le plus grand désaccord de 1930 à 1960, période pour laquelle les données étaient rares. Ceci était spécialement vrai pour les conditions initiales en 1930. La raison exacte du manque d'accord en 1930 n'a pas été entièrement résolue ; on a toutefois noté que MFCL et SS emploient des méthodes différentes pour calculer le point de départ du modèle. En raison de l'importance de la brusque baisse de la SSB au cours de la période 1930-1960, et sachant que les seules données susceptibles d'être introduites dans le modèle pendant cette période étaient l'information provenant de la flottille 2, une analyse de sensibilité a été menée excluant les données de CPUE de la flottille 2. Même si le fait de supprimer ces données du modèle a modifié la variation annuelle de la SSB au cours de cette période, cela n'a pas eu d'effet significatif sur la tendance globale de la biomasse, ce qui suggère qu'il ne s'agissait pas de la seule source d'influence sur cette tendance observée.

Dans les scénarios 4A et 4B le modèle MFCL a utilisé une fonction de croissance fixe du Manuel de l'ICCAT (Bard, 1981), tandis que le modèle SS tentait de recourir aux observations directes de l'âge par taille afin d'estimer la fonction au sein du processus d'intégration du modèle. Au total, 2.254 estimations de l'âge à partir

des épines ont été rendues disponibles grâce à diverses recherches sur la lecture de l'âge. La plupart des échantillons d'âge provenaient de la pêcherie de canneurs espagnols (flottille 1), une faible proportion étant originaire de la flottille de chalutiers franco-espagnols (flottille 2). En raison de la nature de ces pêcheries, 90 pourcent des échantillons épineux ont été estimés se situer entre les âges 1 et 5, et 99 pourcent entre les âges 1 et 8. Tandis que les résultats initiaux indiquaient une absence de concordance entre les deux fonctions de croissance différentes, une recherche plus poussée a permis de découvrir qu'il s'agissait d'une conclusion peu fiable, en raison essentiellement de l'absence de poissons plus âgés dans l'échantillon d'âge. Essentiellement, il semblerait que l'absence de poissons plus âgés a fourni au modèle le moyen de créer des estimations de croissance irréalistes afin d'améliorer les ajustements aux autres données. Le manque de données sur les poissons plus âgés a permis au modèle de faire cela sans pénalisation considérable. Les données démographiques ont toutefois été utiles pour estimer la déviation standard de la taille par âge pour les poissons plus jeunes, qui était estimée à 21 pourcent. Il a été conclu que la recherche future devrait tenter d'accroître le nombre d'échantillons d'âge des poissons plus âgés, vraisemblablement originaires des flottilles palangrières.

Plusieurs scénarios ont été tentés afin d'estimer la sélectivité spécifique aux flottilles. La base de ces scénarios était que le groupement actuel pourrait être trop restrictif et qu'il pourrait donner lieu à de mauvais ajustements aux compositions de taille. Cette question a été solutionnée à travers le modèle SS en estimant une sélectivité distincte basée sur la taille pour chacune des 10 flottilles. Cette exploration a donné pour résultat une taille de stock excessive qui n'a montré pratiquement aucune variation pour toute la durée de la série temporelle. Il était manifeste qu'il n'était pas raisonnable à cette époque de permettre à tous les paramètres de sélectivité d'être estimés. Faute de temps, il n'a pas été possible d'explorer plus avant les paramètres qu'il serait raisonnable de fixer ou de forcer pour qu'ils fournissent des estimations fiables. Or, il a été décidé que ceci demeure un parcours viable qu'il conviendra de continuer à explorer à l'avenir.

La dernière configuration de SS qui a été examinée était celle qui a intégré toutes les données saisonnières en années. Ce scénario avait pour base le fait que, non seulement les attributions saisonnières des captures étaient peut-être peu fiables au cours des premières années, mais aussi que le cloisonnement saisonnier des données entraînait une raréfaction accrue de données. Les résultats de ce scénario avec le modèle SS étaient plus optimistes que les scénarios antérieurs. Toutefois, faute de temps, il n'a été possible d'examiner de près aucun des diagnostics d'ajustement du modèle. Sur la base des critères de convergence, du manque de corrélation entre les variables, et des diagnostics d'ajustement qui ont été examinés, cette configuration du SS (qui a utilisé des données annuelles, la croissance fixe, la capturabilité constante et la sélectivité basée sur la longueur) a été jugée constituer le modèle le plus parcimonieux doté du meilleur ajustement aux données fournies. C'est pourquoi elle a été considérée comme le cas de base du SS. Comme l'objectif de ces travaux était d'évaluer plus avant l'incertitude planant sur l'évaluation de l'albacore, et de fournir des orientations dans la sélection du cas de base, les nouvelles comparaisons seront essentiellement réalisées entre : (1) les scénarios qui incluaient les jeux de données de 2009 et l'exécutable de l'ancien modèle MFCL (scénario 4A du MFCL) ; (2) les jeux de données de 2009 et l'exécutable du nouveau modèle MFCL (scénario 4B du MFCL) ; et (3) la configuration du cas de base du modèle SS.

Les estimations de la série temporelle de la SSB obtenues du cas de base du modèle SS étaient similaires à celles du cas de base du modèle MFCL (4B, **Figure 65**). En outre, les estimations de la SSB à partir du nouveau modèle exécutable MFCL étaient plus similaires aux estimations du modèle SS que celles obtenues de l'autre modèle exécutable MFCL plus ancien, en ce sens qu'elles tentaient de tenir compte d'une hausse alléguée dans l'événement de SSB au début des années 1960. Ceci suggère que ces indications de données qui ont été découvertes dans les nouveaux jeux de données à la fois par le modèle SS et le nouveau modèle MFCL n'étaient pas interprétées de la même manière par la version antérieure du MFCL. Cette augmentation de la SSB était due à un cas de recrutement potentiellement fort, tel que perçu par le nouveau modèle MFCL et le modèle SS, mais non la version antérieure du MFCL (**Figure 66**). Etant donné que les contraintes et les postulats du nouveau MFCL étaient exactement les mêmes que ceux de la version antérieure, ce schéma montre essentiellement « l'effet version » du nouveau modèle MFCL. Les estimations de la mortalité par pêche étaient également assez semblables entre les trois configurations du modèle (**Figure 67**). Les trois modèles montrent tous une variabilité année après année très similaire ainsi qu'une importance globale. Il est également intéressant de noter le fort accord qui existe entre les trois modèles en ce qui concerne l'estimation de la mortalité par pêche en 2009.

L'une des différences les plus significatives entre la structure du modèle MFCL et celle du modèle SS réside dans la manière dont la sélectivité par âge est obtenue à partir des estimations de la sélectivité par taille réalisée par le modèle. MFCL déduit la sélectivité par taille en calculant la sélectivité par âge comme une fonction de la taille par âge moyenne. De cette manière, il est difficile de désélectionner les très petits ou les très gros poissons. Le modèle SS réalise plus directement la sélectivité basée sur la taille, mais il calcule encore la sélectivité moyenne par âge à partir de la sélectivité par taille afin de disposer de mortalités par pêche de l'âge. Les

sélectivités basées sur l'âge et conditionnées par la taille qui ont été estimées par le modèle SS sont illustrées à la **Figure 68**. Essentiellement, celles-ci sont obtenues en multipliant la sélectivité estimée pour une taille donnée par la probabilité qu'un poisson de cette taille soit d'un âge donné. De cette façon, il est possible qu'une sélectivité basée sur l'âge conditionnée par la taille à un âge donné soit inférieure à 1,0, comme il apparaît à la **Figure 68**.

Alors que les estimations de la taille du stock entre les modèles MFCL (scénario 4B) et SS étaient très similaires, et que les estimations de l'inclinaison de la courbe de recrutement du stock étaient pratiquement identiques ($h = 0,87$), les estimations résultantes de la production correspondant à la PME pour le scénario 4B de MFCL (PME = 29.000 t) et SS (PME = 39.220) étaient sensiblement différentes. La différence dans la production correspondant à la PME était donc une fonction des différences dans les estimations de la sélectivité totale à l'engin de l'ensemble de la flottille (comme obtenue à partir des mortalités par pêche agrégées pour toutes les flottilles, SSM-5, **Figure 69**).

La différence des estimations de la PME entre MFCL et SS a donné lieu à des différences dans la perception de l'état du stock. Tandis que les estimations de B/B_{PME} étaient légèrement plus optimistes que celles de MFCL (**Figure 70**), la population estimée par SS a démarré à un niveau plus élevé et finit donc par devenir plus décimée. Pareillement, les estimations de F/F_{PME} obtenues du modèle SS étaient plus optimistes (**Figure 71**). Comme il a été noté précédemment, ceci est principalement dû aux différences dans les sélectivités estimées. Toutefois, sans estimations fiables de la croissance et un nouvel échantillonnage des poissons plus âgés, la sélectivité sur ces poissons demeurera très incertaine, quelle que soit la plateforme de modélisation utilisée.

Globalement, l'évaluation du même jeu de données utilisant les deux différentes plateformes de modélisation (MFCL et SS), conjuguée au fait que les deux plateformes sont parvenues à quelques résultats similaires, a fourni quelques indices à l'effet que les changements introduits dans la nouvelle version de MFCL pourraient en fait représenter une amélioration au lieu d'un simple changement. Cette conclusion étaye le choix en faveur de la poursuite avec le modèle MFCL (scénario 4B) comme cas de base du modèle pour le germon du nord. Les différences qui ont été observées semblent s'expliquer principalement par les différences de sélectivité à l'engin, les différences les plus prononcées étant pour l'âge 5 et plus. Ces différences proviennent plus vraisemblablement de (1) la manière dont les deux plateformes calculent la sélectivité basée sur l'âge à partir de la sélectivité estimée basée sur la taille ; (2) du fait que MFCL obligeait les sélectivités pour les âges 10-15 à être égales ; et (3) MFCL obligeait la flottille 4 et les flottilles palangrières à avoir des schémas de sélectivité asymptotes. Le cas de base du modèle SS n'a appliqué aucune de ces contraintes. On ne dispose pas de suffisamment de données pour déterminer de façon objective et avec certitude laquelle des estimations de sélectivités pourrait en fait s'avérer plus correcte. Comme pour le modèle de croissance, un échantillon d'âge de poissons plus âgés pourrait contribuer à fournir des estimations améliorées de la sélectivité sur les âges plus avancés, ainsi que des estimations améliorées de la croissance.

7. Projections

7.1 VPA-2BOX

Des projections ont été lancées avec 500 bootstraps. Les projections ont été réalisées en gardant le niveau actuel des captures de 30.200 t pour les années 2008 et 2009 et en projetant pour les années 2010 à 2050 une prise constante de 36.000 t, 34.000 t, 32.000 t, 30.000 t, 28.000 t, 26.000 t, 24.000 t, 22.000 t et 20.000 t. On a postulé que le recrutement futur suivait une SRR de Beverton-Holt estimé à partir des résultats spécifiques au bootstrap de la VPA en utilisant les estimations du stock reproducteur et du recrutement à partir de la VPA. Un postulat a été utilisé en ce qui concerne les trois dernières années d'estimations du recrutement de la VPA. Etant donné que les estimations de la force de la classe d'âge pour la période la plus récente dans les données de prise par âge sont jugées trop sujettes à caution pour être utilisées dans de futures projections, celles-ci ont été remplacées par des valeurs obtenues à partir de la SRR utilisée pour les projections.

Les résultats des projections de la VPA ont montré des incohérences lorsqu'on les a comparés avec les projections réalisées avec MFCL. Le Groupe n'a pas été en mesure d'identifier la source des telles différences et a décidé que des travaux supplémentaires s'imposaient sur cette question.

7.2 Multifan-CL

Faute de temps, il n'a pas été possible de réaliser des projections avec le logiciel Multifan-CL. Au lieu de cela, le Groupe a lancé des projections basées sur les estimations obtenues avec le cas de base (Scénario 4B). Deux jeux

de projections ont été réalisés : l'une prédisait le recrutement futur (2008-2020) de façon déterministe à partir de la relation estimée Beverton-Holt ; l'autre postulait un recrutement constant au même niveau que celui prédit pour 2008 (8.689.423 recrutements). Les projections ont postulé une prise de 30.200 t en 2008 et 2009. Par la suite, des prises oscillant entre 20.000 t et 36.000 t ont été projetées.

Les résultats des deux jeux de projections sont illustrés à la **Figure 72**. Les résultats sont qualitativement similaires, même si le jeu utilisant une relation stock-recrutement couvre une plus vaste gamme de résultats (panneau supérieur de la figure) : les scénarios de faibles prises permettent un rétablissement quelque peu plus rapide, et les scénarios de fortes prises entraînent un épuisement des stocks plus rapide, que les projections de recrutement constant.

Les deux jeux de projections suggèrent que des prises de 24.000 t ou moins permettraient au stock d'atteindre SSB_{PME} d'ici ou avant l'année 2020. En raison des récents changements dans la taille estimée du stock, le SSB devrait augmenter initialement et ensuite chuter jusqu'à 2012, à divers degrés en fonction du niveau des captures. Par la suite, les TAC supérieurs à 28.000 t devraient faire encore plus chuter la biomasse du stock reproducteur.

8. Recommandations

8.1 Recherche et statistiques

- Constatant que les données de détermination directe de l'âge peuvent fournir une base considérablement améliorée aux fins de l'évaluation de l'état du stock, si l'on utilise les données disponibles de détermination de l'âge pour le germon de l'Atlantique Nord dans cette évaluation, le Groupe recommande la validation des méthodes de détermination de l'âge appliquées à la lecture des épines dorsales parmi les laboratoires et les lecteurs. Il est proposé de procéder à la validation croisée de la détermination de l'âge à travers un réseau établi entre différents laboratoires.
- Sur la base des différences entre les résultats du MFCL et du SS qui sont principalement dues à l'incertitude planant sur la sélectivité des poissons plus âgés, il est recommandé d'obtenir des échantillons aléatoires de la pêcherie, notamment des pêcheries palangrières (poissons adultes > 90 cm FL), lesquels devraient être utilisés aux fins de la détermination de la composition de l'âge des prises de germon.
- Ces dernières années, le Groupe s'est orienté vers la réalisation d'évaluations de stocks avec Multifan-CL, un modèle statistique intégré. Toutefois, le logiciel n'est pas suffisamment documenté, car il s'agit d'un projet en cours qui n'est pas entièrement actualisé. Il est donc difficile pour les utilisateurs courants d'extraire les éléments clés d'information. En outre, le Groupe a découvert que différentes versions de logiciel donnaient des résultats quelque peu différents. Il est recommandé que le Secrétariat contacte les responsables des logiciels afin de déterminer si l'on peut remédier à cette situation. Alternativement, le Groupe pourrait envisager de se tourner vers des plateformes différentes.
- Plusieurs problèmes ont été rencontrés dans la construction de la prise par âge à partir des données de prise par taille en utilisant différentes méthodologies, notamment compte tenu du nombre d'âges estimés à partir de la composition des tailles. Le Groupe recommande de procéder à des recherches et de solutionner ces questions avant la prochaine évaluation du stock de germon de l'Atlantique Nord.
- Des études sur la fécondité et la maturité du germon du Nord sont requises afin de mieux estimer la biomasse du stock reproducteur.
- Les données de marquage obtenues des programmes de marquage réalisés sur le germon dans l'Atlantique Nord ont été utilisées à titre provisoire dans l'évaluation. Davantage d'efforts sont requis pour mener à bien des contrôles de qualité sur les données de marquage et comparer les informations stockées dans les bases de données de l'ICCAT avec celles des scientifiques nationaux.
- Des programmes de marquage pour les stocks de germon de l'Atlantique devraient être lancés et encouragés afin d'améliorer les estimations du taux d'exploitation du germon du Nord. A la fois marques conventionnelles et électroniques.

- Le Groupe a souligné, à nouveau, la nécessité de disposer de meilleures données de taille (Tâche II) pour les pêcheries palangrières, dans des carrés de 5°x5°. La rareté des échantillons pour le germon adulte limite la précision des analyses que le Groupe peut réaliser. En outre, des données de taille améliorées sont requises des pêcheries de surface (carrés de 1°x1°).
- Le Groupe a recommandé le développement de séries de CPUE standardisées pour toutes les principales flottilles qui exploitent le stock de germon de l'Atlantique Nord. En outre, il est recommandé que les données de prise et d'effort de haute résolution utilisées pour la standardisation soient enregistrées dans le registre des données de la Tâche II de l'ICCAT.
- Le Groupe a recommandé de poursuivre la recherche sur la modélisation des stocks de germon du Nord avec des modèles statistiques aux fins de leur utilisation dans de futures évaluations.

8.2 Gestion

Atlantique Nord

Le Total des prises admissibles (TAC) pour le stock de germon du Nord tout au long de 2007 s'est élevé à 34.500 t. Depuis lors, il s'est établi à 30.200 t. Le Groupe de travail a constaté que les prises déclarées au titre de 2005 et 2006 étaient supérieures au TAC et que les prises de 2007 (22.000 t) se situaient bien en-dessous du TAC.

Les projections ont indiqué que le stock du Nord ne se rétablirait pas à hauteur de l'objectif de la Convention si, à l'avenir, les niveaux de capture s'établissaient à 28.000 t ou plus. Si de fortes classes d'âge entrent dans la pêcherie, ce qui est incertain, le stock pourra se rétablir avec des prises de 28.000 t, mais si de faibles classes d'âge entrent dans la pêcherie, des prises inférieures seront nécessaires pour favoriser le rétablissement. En 2007, la Commission a mis en œuvre la [Rec. 07-02], qui ramenait le TAC à 30.200 t en 2008 et 2009. L'évaluation actuelle indique qu'à l'avenir, le TAC devrait être inférieur à 28.000 t pour favoriser le rétablissement du stock. Des niveaux de capture plus faibles favoriseraient un plus rapide rétablissement.

9. Autres questions

Aucune autre question n'a été discutée.

10. Adoption du rapport et clôture

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

Références

- Anon. 2008a, Report of the *Ad Hoc* Meeting to Prepare Multifan-CL Inputs for the 2008 Albacore Assessment (Madrid, Spain, March 12 to 14, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 597-696.
- Anon, 2008b, Report of the 2007 ICCAT Albacore Stock Assessment Session (Madrid, Spain, July 5 to 12, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 607-815.
- Bard, F.X. 1977. Commentaires sur l'état du stock de germon (*Thunnus Alalunga*) nord Atlantique. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 6(2): 215-232.
- Bard, F.X. 1981, Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. Ph.D. Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- Butterworth, D.S., Germont, H.F. 1999, Some aspects of Adapt VPA as applied to North Atlantic bluefin tuna. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(2): 233-241.

- Chen, S. and Watanabe, S. 1989, Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 55(2): 205-208.
- Cosgrove, R., 2009, Standardised catch rates of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) from the Irish mid-water paired trawl fleet 1998-2007. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64(3): 1337-1342.
- ICCAT Manual. Chapter 2. Albacore. <http://www.iccat.int/en/ICCATManual.htm>
- Kimura, D.K. and Chikuni, S. 1987, Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. Biometrics 43: 23-35.
- Ortiz de Zárate, V. and Ortiz de Urbina, J.M. 2009, Updated standardized age-specific catch rates for albacore, *Thunnus alalunga*, from the Spanish troll fishery in the northeast Atlantic: 1981 to 2007. Collect. Vol. Sci. Pap. 64(4): 1306-1316.
- Punt A.E., Butterworth D.S., Penney, A.J. and Leslie, R.W. 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.
- Santiago, J. 1993, A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 40(2): 316-319.
- Santiago, J. 2004, Dinámica de la población de atún blanco (*Thunnus alalunga*, Bonaterre 1788) del Atlántico Norte. Tesis Doctoral, Univ. País Vasco, 354 pp.
- Uosaki, K. and Shono, H. 2008, Standardized CPUE for albacore using lognormal and negative binomial models for the Japanese longline in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 911-933.

INFORME DE LA SESIÓN DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE ATÚN BLANCO DE ICCAT DE 2009 (Madrid, España -13 a 18 de julio de 2009)

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

La reunión se celebró en la Secretaría de ICCAT, en Madrid, del 13 al 18 de julio de 2009. D. Driss Meski, Secretario Ejecutivo de ICCAT, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes (“el Grupo”).

Dña. Victoria Ortiz de Zárate (CE-España), Presidenta de la reunión, dio la bienvenida a los participantes y agradeció a la Secretaría los esfuerzos realizados en la preparación de la reunión. La Sra. Ortiz de Zárate procedió entonces a examinar el Orden del día que fue adoptado con pequeños cambios (**Apéndice 1**).

La Lista de participantes se incluye en el **Apéndice 2**. La lista de documentos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 3**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

<i>Sección</i>	<i>Relator</i>
Puntos 1, 9 y 10	P. Pallarés
Punto 2	V. Ortiz de Zárate y G. Scott
Punto 3	P. Kebe
Punto 4	C. Palma, H. Arrizabalaga, L. Kell y V. Restrepo
Punto 5.1	J.M. Ortiz de Urbina y S. Yeh
Punto 5.2	L. Kell y B. Linton
Puntos 6.1 y 7.1	G. Díaz, G. Scott y H. Arrizabalaga
Puntos 6.2 y 7.2	P. De Bruyn, V. Restrepo y L. Kell
Puntos 6.3 y 7.3	M. Schirripa
Punto 8	V. Ortiz de Zárate y G. Scott

2. Datos biológicos, incluyendo información sobre marcado y medio ambiente

En esta reunión no se presentó nueva información al Grupo de trabajo, por lo tanto la hipótesis de dos stocks separados, uno septentrional y otro meridional separados en 5°N ha sido mantenida a efectos de evaluación (**Figura 1**).

Respecto a la biología del atún blanco del Atlántico, no se presentaron nuevos estudios al Grupo de trabajo. Para abordar la modelación del crecimiento del stock de atún blanco del Atlántico norte, se aplicaron los parámetros estimados de crecimiento de Bard (1981) ($L_{inf} = 124.74$, $k = 0.23$, $t_0 = -0.9892$).

En lo que se refiere a los factores de conversión para las relaciones talla-peso, no se ha facilitado nueva información, por lo tanto los parámetros aplicados en la evaluación fueron los estimados por Santiago (1993) incluidos para el atún blanco en el Capítulo 2 del Manual de ICCAT, <http://www.iccat.int/es/ICCATManual.htm>.

Se asumió que el vector de madurez para el atún blanco del Norte era del 50% de madurez a la edad 5 y completamente maduro en adelante (Anón. 2008b).

Se asumió que la mortalidad natural era constante e igual a 0,3 para todas las clases de edad, para el stock de atún blanco del Atlántico norte. No obstante, el grupo revisó las mortalidades por edad estimadas para el stock de atún blanco del Pacífico (SPC, 2003) y estimadas por Santiago (2004) utilizando el método de Chen y Watanabe (1989).

El Grupo de trabajo decidió evaluar la sensibilidad de la evaluación de stock a un patrón de tasas de mortalidad natural variables según la edad. El GT utilizó el enfoque de Chen y Watanabe (1989), que se basa en las características del ciclo vital, para las edades 1 a 15 de acuerdo con los parámetros de crecimiento derivados del modelo de Bard. Sin embargo, este enfoque produjo algunos valores extremos para las edades mayores y el GT decidió fijar el valor de M en el predicho en la edad 11 para las edades 11-15. Los resultados se incluyen en la **Tabla 1** y la **Figura 2**. Se indicó sin embargo, que un enfoque mejor sería utilizar datos de marcado-recaptura para estimar un patrón de tasas de mortalidad natural en lugar de depender de patrones basados solo en supuestos sobre el ciclo vital.

La información disponible sobre marcado (**Figura 3**), que había sido revisada por los científicos nacionales y actualizada por la Secretaría, fue considerada para esta evaluación. No obstante, deben realizarse más esfuerzos para incorporar las recuperaciones que no están aún disponibles en la Secretaría y dar los pasos necesarios para asegurar que las liberaciones históricas están plenamente incorporadas en la base de datos. Para esta evaluación, los datos disponibles fueron organizados en eventos de marcado que fueron definidos como la liberación de 50 o más peces marcados en un trimestre civil. Todos los peces recapturados que fueron liberados durante un “evento de marcado” fueron incluidos en la recopilación de datos para el MFCL. La **Tabla 2** facilita un resumen de los eventos de marcado provisionales, el número de peces liberados y el número posterior de peces recapturados de estos eventos.

3. Datos de captura, incluyendo frecuencia de tallas y tendencias de la pesquería

3.1 Datos de captura (capturas nominales de Tarea I y CATDIS)

La Secretaría presentó las capturas nominales (Tarea I) para el periodo 1950-2007, publicadas en la página web de ICCAT antes de la reunión de acuerdo con el plan de trabajo adoptado. El Grupo revisó detalladamente la distribución de captura del stock septentrional de atún blanco por país, arte y año y observó un importante descenso de la captura declarada por CE-España, CE-Francia, CE-Irlanda y Taipei Chino en 2007. El importante descenso de las capturas totales en 2007 (22.215 t) en comparación con el año 2006 (37.017 t) podría ser el resultado de los elevados precios del gasóleo en relación con el valor de la captura, un cambio en la abundancia del stock u otras causas.

Se observó también que Cuba no había facilitado información en 2007 y el Grupo decidió hacer un traspaso de la captura de 2006 (527 t) para 2007. Las tendencias de la captura de Tarea I, tal y como se muestran en la **Tabla 3** y la **Figura 4** así como la distribución geográfica de la captura para todo el Atlántico (CATDIS) por artes principales y décadas se muestra en la **Figura 5**.

Se revisó también el conjunto de datos de CATDIS para atún blanco (estimaciones de las capturas nominales de Tarea I que utilizan información sobre captura y esfuerzo de Tarea II para separar las capturas por trimestre y por cuadrículas de 5x5) para sincronizarlo (diferencias relativas inferiores al 1%) con la Tarea I.

Con el objetivo de que Multifan-CL utilice los conjuntos de datos de Tarea I y de CATDIS, la información correspondiente sobre el stock de atún blanco del Atlántico norte ha sido clasificada en 10 pesquerías predefinidas (**Tabla 4**). Las capturas finales nominales anuales por pesquería y año se presentan en la **Tabla 5** y las capturas acumuladas por pesquería y año (bien para Tarea I o para CATDIS) en la **Figura 6**.

3.2 Frecuencia de tallas y datos de captura y esfuerzo

3.2.1 Tarea II (Frecuencia de tallas)

El catálogo y los datos de frecuencia de tallas de atún blanco disponibles en la Secretaría y publicados en la página web de ICCAT fueron presentados por la Secretaría al principio de la reunión. Para ser utilizada por Multifan-CL, toda la información sobre frecuencia de tallas fue también clasificada por las 10 pesquerías predefinidas para el stock de atún blanco del Norte. Durante el primer día de la reunión, Taipei Chino presentó datos de talla revisados para los años 1996, 2000 y 2001, una vez que se identificó que los conjuntos de datos que estaban en la Secretaría eran incompletos (cubrían solo los dos primeros trimestres). Estas revisiones se incluyeron en la base de datos de la Secretaría y los correspondientes datos de frecuencia de tallas utilizados en Multifan-CL se actualizaron convenientemente.

Posteriormente, Taipei Chino presentó nuevos datos de talla, pero el Grupo decidió no utilizarlos debido a las limitaciones de tiempo y solicitó a la Secretaría que trabajara en estrecha colaboración con Taipei Chino para aclarar la información de toda la serie temporal revisada de información sobre talla antes de la reunión de 2009 del SCRS.

En la preparación del conjunto de datos de Multifan-CL, la Secretaría llevó a cabo algunos análisis para limpiar el archivo de datos básicos. Los criterios de selección para descartar las series de frecuencia de tallas eran los mismos que los utilizados en la última evaluación de atún blanco (Anón. 2008b): descartar del análisis las series de frecuencia de tallas (estratificadas por pesquería, año y trimestre) con menos de 50 peces en total, o con menos de 10 intervalos de clases de talla (1 cm) o con una gran asimetría en la distribución de frecuencias (asimetría > 5). La **Tabla 6** resume los resultados de la selección de frecuencia de tallas. Globalmente, de un

total de 749 series de frecuencia de tallas, el 17% fueron descartadas (7% por uno de los tres criterios, el 7% por dos de los tres criterios y el 3% por todos los criterios). Por pesquería, el rechazo fue más homogéneo. Sólo las pesquerías 2, 3 y 8 tenían más del 90% de casos positivos (series de frecuencia de tallas aceptables). Las pesquerías 1, 4, 6 y 9 tenían al menos el 80% de casos aceptables. Con casos mayores descartados (más del 25% de la serie de frecuencia de tallas) se identificaron las pesquerías 5, 7 y 10.

Las **Figuras 7 y 8** muestran (antes y después de seleccionar los casos, respectivamente) indicadores de centralidad y dispersión (medias del número de peces y percentiles de intervalos de clases de talla (10%, mediana, 90%) en series de frecuencia de tallas a lo largo de los años para cada pesquería. En la **Figura 9** se muestra el mismo resultado estadístico para cada pesquería, y las series de frecuencia de tallas descartadas (panel derecho – tras la selección) están dibujadas con números negativos para una identificación fácil. Las series temporales finales de frecuencia de tallas utilizadas en Multifan –CL se presentan en la **Figura 10** (histogramas en clases de 2 cm por pesquería y trimestre).

3.2.2 Tarea II (captura y esfuerzo)

También se presentaron los datos de Tarea II de captura y esfuerzo de la base de datos de ICCAT. La Secretaría preparó un conjunto de datos específico en el que los datos de captura y esfuerzo por pesquería fueron estandarizados utilizando modelos lineales generales para proporcionar índices de abundancia para la evaluación de MFCL del stock del Atlántico de 2009, en casos en los que las CPUE estandarizadas oficiales no habían llegado a tiempo para la reunión.

La información sobre captura y esfuerzo correspondiente al stock de atún blanco del Atlántico norte fue previamente seleccionada y posteriormente clasificada en las 10 pesquerías de atún blanco correspondientes. Tras un proceso de limpieza (principalmente eliminación de la duplicación de esfuerzo: la “doble” comunicación del mismo esfuerzo en diferentes conjuntos de datos con composición parcial de la captura por especies) permitió mejorar de alguna manera la calidad de la información.

Posteriormente, la información de los datos de captura y esfuerzo enviada a ICCAT en número de peces fue convertida a peso utilizando el peso medio calculado a partir de las muestras de talla disponibles por flota y arte principales. Esta conversión de números a peso se hizo en las nueve especies principales de túnidos y especies afines (incluido el atún blanco) con el objetivo principal de obtener un conjunto de datos para utilizarlo en la estandarización de la CPUE (mediante GLM) utilizando la ratio de atún blanco en la captura total de cada estrato (Pesquería/Flota/Arte/Año/Trimestre/Mes). Esta variable explicativa potencial adicional (nunca incluida en estudios anteriores) fue extraída para utilizarla como un factor adicional para explicar la variabilidad parcial en los modelos GLM (efecto de direccionamiento). Los resultados de este estudio se presentan en el SCRS/2009/101, que también incluye un análisis exploratorio detallado. Muchos resultados muestran incoherencias en los datos de base (error en unidades de esfuerzo, etc.) y al mismo tiempo la insuficiencia de mucha de la información sobre captura y esfuerzo de Tarea II declarada a la Secretaría de ICCAT.

3.3 Recuperación de datos

Tras la recomendación del SCRS de 2005 sobre la recuperación de datos, el Grupo advirtió el esfuerzo realizado por el científico del IRD, Alain Fonteneau, para recuperar los datos franceses de atún blanco de la Tarea II desde 1967 a 1993. Dado que los datos fueron enviados justo una semana antes de la reunión, el Grupo no tuvo tiempo de llevar a cabo un análisis más profundo de los archivos. El documento SCRS/2009/104 resumía la información recibida antes de la reunión. Se indicó que sería necesario realizar trabajos complementarios antes de utilizar esta útil información.

Durante la reunión, se llevó a cabo un análisis para comparar las hojas de cálculo originales de datos y la base de datos en la que los datos de la hoja de cálculo habían sido recopilados. Había un pequeño número de registros que eran diferentes en las dos fuentes, y será necesaria información adicional sobre el procesamiento de los registros en las bases de datos. Para la mayoría de los registros el esfuerzo se declaró como una variable categórica que representaba el porcentaje del día que se pesca con categorías para el 40%, el 60% y el 100% del día. El porcentaje de registros en cada categoría de esfuerzo se presenta en la **Figura 11**. Después de 1976, todos los registros fueron asignados a la categoría del 100% de esfuerzo. Además, se construyó una serie preliminar de CPUE nominal asumiendo 10 horas de pesca para la categoría del 40% de esfuerzo, 14 horas de pesca para la categoría del 60% de esfuerzo y 24 horas para la categoría del 100% de esfuerzo (**Figura 12**). Es necesario llevar a cabo más trabajo para investigar y preparar los datos de esfuerzo para poder construir un índice de abundancia para los datos franceses recuperados.

El documento SCRS/2009/080 describe también la información detallada para el periodo 1987-2006 recuperada para la flota vasca (CE-España). Los datos agregados en cuadrículas de 1 grado por mes fueron enviados a la Secretaría de ICCAT pero es necesario realizar más trabajo para intentar obtener la información sobre esfuerzo para este conjunto de datos.

Estos conjuntos de datos podrían ser útiles en el futuro para distribuir mejor la Tarea I de superficie en el tiempo y en el espacio.

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

4.1 Estimaciones de CAS para los stocks del Norte y del Sur

La Secretaría presentó al inicio de la reunión una actualización de la captura por talla (CAS) del atún blanco para el stock del Atlántico norte, desde 1975 hasta 2007. El conjunto previo de datos de captura por talla (1975 a 2005) estaba ligeramente ajustado para que correspondiera a las cifras de Tarea I. Las estimaciones provisionales para 2004 y 2005 obtenidas en la evaluación de 2007 fueron completamente reconstruidas para tener en cuenta las actualizaciones de tallas y la nueva información sobre tallas recibida. Los años 2006 y 2007 fueron estimados por primera vez. Los detalles de la estimación y también las normas de sustitución utilizadas se presentan en el documento SCRS/2009/103.

Durante la reunión, Taipei Chino propuso la revisión de las frecuencias de tallas de 1996, 2000 y 2001 porque se descubrió que los conjuntos de datos utilizados para hacer la CAS eran incompletos (sólo se disponía de muestras del primer trimestre). El Grupo indicó también que la CAS comercial de Estados Unidos declarada para los años 2004 a 2007 tenía un importante incremento en el peso medio (desde una media de 22 kg a más de 40 kg por año). Este aumento se consideró poco realista y el Grupo decidió sustituirlo por la serie de frecuencias de talla convertida a partir de las frecuencias de peso estimadas por la Secretaría.

La CAS fue entonces actualizada para reflejar los cambios de Taipei Chino y Estados Unidos y todas las sustituciones asociadas previamente realizadas con la serie de frecuencia de tallas anterior fueron reextraídas. Las capturas de 2007 de Cuba (traspaso de 2006) fueron también incluidas en la revisión. Al comparar la CAS con la Tarea I, las diferencias en peso son residuales.

La **Tabla 7** y la **Figura 13** muestran las estimaciones finales de la matriz global de la CAS del atún blanco para el stock del Norte, por año y clases de talla de 2 cm (límite inferior). La **Figura 14** muestra los pesos medios de la CAS (globales y por pesquería principal).

La captura por talla está diseñada para evaluar cambios en la base de datos de ICCAT entre las evaluaciones de 2007 y 2009 y dentro de las pesquerías en el tiempo. Los cambios grandes en la base de datos se muestran en la **Figura 15** que ilustra las diferencias entre las bases de datos de 2007 y 2009, todos los años combinados, para el palangre, superficie (GN, BB, TR y TW) y todos los demás artes. En las **Figuras 16 a 18** se hacen comparaciones de mejor resolución y se comparan las distribuciones de tallas de la captura por talla del palangre japonés para 1992-2005; las **Figuras 19 y 20** el palangre de Taipei Chino desde 1996 hasta 2005 y la **Figura 21** el palangre estadounidense para 2004 y 2005.

La **Figura 22** muestra el cambio en la captura por talla para BB, TR y TW en 1975, 1985, 1990, 2000 y 2005. La **Figura 23** compara 2007 y 1975 utilizando la base de datos de 2009 para el palangre, superficie (GN, BB, TR y TW) y todos los demás artes. La **Figura 24** muestra una comparación entre palangres, utilizando la base de datos de 2009, superficie y todos los demás artes para 1975 y 2007.

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

La reunión de preparación de datos para la evaluación de atún blanco de julio de 2006 recomendó realizar las estimaciones de captura por edad (CAA) para el stock septentrional, aplicando el algoritmo de Kimura-Chikuni (Kimura y Chikuni, 1987). En la evaluación de 2007 se utilizó este algoritmo. Las claves trimestrales de edad-talla fueron derivadas de las distribuciones normales de longitud por edad para las edades 1 a 8. El grupo observó diferencias significativas entre la captura por edad estimada en 2007 y la utilizada en evaluaciones anteriores, que tuvieron impactos importantes en los resultados de la evaluación. Entre otras cosas, era reseñable la relativamente baja proporción de peces de edad 7 en la mayoría de los años.

El documento SCRS/2009/102 abordaba este tema y sugería el uso de claves alternativas de edad-talla derivadas de las distribuciones normales de talla para las edades 0 a 15. En el documento se facilitaban las distribuciones de longitud por edad para las edades 0 y 1 combinadas y 8-15 combinadas (grupo plus 8+), y la nueva captura por edad presentaba mayores proporciones de peces de edad 7 que en 2007.

El Grupo consideró una tercera forma de calcular la CAA, siguiendo esencialmente la metodología de Kimura-Chikuni de 2007 pero considerando las edades 0 a 15 y posteriormente sumando los números de edad 0 y 1, por una parte, y de edad 8 y mayores por otra.

La captura por edad estimada con las tres alternativas de Kimura-Chikuni (utilizando la talla por edad para las edades 1 a 8, edades 0-1 a 8+ y edades 0 a 15 respectivamente) se muestra en las **Figuras 25** (total) y **26** (por pesquería). El efecto de las tres matrices alternativas de CAA sobre el VPA fue inspeccionado utilizando el ensayo de 2007 con $F_{ratio}=0,5$ en el primer año y reduciendo las vulnerabilidades de los últimos 4 años con una desviación estándar de 0,5 (véase el SCRS/2008/089). Al calcular la CAA de la misma forma que en 2007 la SSB mostraba una brusca tendencia descendente (**Figura 27**), lo que sugiere que el brusco descenso observado en 2007 se debía a la forma en que se calculó el Kimura-Chikuni (es decir, considerando las distribuciones de longitud por edad para las edades 1 a 8). Sin embargo, considerar las distribuciones de longitud por edad para las edades 0-1 a 8+ (tal y como sugiere el SCRS/2009/102) producía valores de F extremadamente elevados, especialmente para la edad 7 (**Figura 28**), que permitían explicar los relativamente elevados números de edad 7 capturados. Las estimaciones de selectividad también se consideraron poco realistas, dado que la selectividad en las edades 7 y 8 era la mayor. Por otra parte, la CAA basada en las distribuciones de longitud por edad de 0 a 15 producía valores de selectividad máximos en las edades 3 y 4, seguidas por la edad 6 (**Figura 29**).

Dado que en la evaluación de 2007 en el VPA se consideró un grupo de edad 6+, el Grupo analizó el efecto del Kimura-Chikuni con las clases de edad 0-1 a 8+ frente a 0 a 15 sobre el ensayo del VPA con un grupo plus 6+. Los resultados demostraron pequeñas diferencias en la SSB y el reclutamiento (**Figura 30**), en las tasas de mortalidad por pesca (**Figura 31**) y en los vectores de selectividad (**Figura 32**). Este resultado no es inesperado ya que los diferentes algoritmos de Kimura-Chikuni afectan principalmente a las edades 7 y 8 y ambas están incluidas en la categoría del grupo plus 6+. Estos resultados sugieren que es irrelevante qué CAA (bien 0 a 15 o bien grupos 0-1 a 8+) utilizar en un VPA del grupo plus 6+. Sin embargo, al considerar un grupo plus mayor, podría ser más seguro utilizar las distribuciones de longitud por edad para las edades 0 a 15 (**Tabla 8**). En cualquier caso, el grupo consideró que es necesario realizar más investigaciones antes de la próxima evaluación para resolver los remas relacionados con la estimación de la captura por edad. Estas investigaciones deberían analizar más en profundidad los efectos de longitudes por edad alternativas en Kimura-Chikuni y podrían también considerar otros métodos alternativos.

Las estimaciones utilizando este último método (**Tabla 9, Figura 25 y 26**) muestran una predominancia de las edades 1 a 4. Para las pesquerías de superficie (BB y TR de CE-España y TR de CE-Francia) los primeros tres 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, y Estados Unidos una predominancia de las edades 4 a 7. El palangre de Taipei Chino muestra tres periodos diferentes: antes de 1987 con una gran dispersión entre las edades 3 a 8; predominancia de las edades 3 y 4 entre 1993 y 2001; y predominancia de la edad 6 desde 2002 en adelante.

Las curvas de captura se utilizan para extraer señales de la mortalidad total (Z) de los datos de captura por edad. La inclinación de una curva de captura es un estimador de la mortalidad total para una clase anual si la capturabilidad es constante entre las edades. Aunque este no es generalmente el caso, si el cambio en la capturabilidad es constante entonces los cambios en la inclinación a lo largo del tiempo son estimadores de cambios en la mortalidad total a lo largo del tiempo. Hacer un promedio en un rango de edad puede revelar si la impresión global de mortalidad es similar a otras estimaciones de mortalidad. Hacer un promedio en un rango anual y compararlo con otros rangos anuales tiene el potencial de revelar posibles cambios en el patrón de explotación (o cambios potenciales en la mortalidad natural para los grupos de edad más jóvenes).

En las **Figuras 36 y 37** se presenta una comparación de los datos de captura por edad utilizados en Adapt y los estimados por Multifan-CL. Estas muestran las proporciones relativas de captura por edad en un año (**Figura 33**), las proporciones relativas de captura en una edad a lo largo de los años (**Figura 34**) y las proporciones de captura por edad estandarizadas (**Figura 35**).

5. Índices de abundancia relativa

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

Los índices de abundancia relativa por grupo de edad del atún blanco capturado por la flota de curricán española en el Atlántico nororiental fueron estimados utilizando datos de tasas de captura en número de peces por día de pesca (CPUE) a partir de 6.932 mareas individuales recopiladas para el periodo 1981-2007 (Ortiz de Zárate y Ortiz de Urbina, 2009). Las CPUE estandarizadas para los grupos de edad 1 a 4 fueron estimadas mediante un modelo lineal generalizado asumiendo un modelo de distribución de error lognormal. Dado que esta flota no se dirige a la edad 1 y la disponibilidad de la edad 4 varía anualmente, el Grupo decidió, al igual que en evaluaciones previas, utilizar sólo la CPUE estandarizada para las edades 2 y 3 como índices de abundancia relativa para el stock del Norte. Sin embargo, la CPUE para la edad 1 podría ser considerada un indicador del reclutamiento a la pesquería.

La captura por unidad de esfuerzo nominal (número de peces capturados por mil anzuelos) del atún blanco del Atlántico norte registrada en los palangreros de Taipei Chino desde 1967 a 2008 fue utilizada para estimar las CPUE estandarizadas por medio de un modelo lineal generalizado asumiendo una distribución de error lognormal (SCRS/2009/105). Los factores año, trimestre, subárea y efectos de la captura fortuita de patudo, rabil y pez espada, fueron implementados en el modelo para obtener una tendencia de abundancia anual estandarizada. Los resultados muestran que la CPUE estandarizada fluctuó mucho antes de mediados de los 80, y posteriormente descendió de forma continua hasta mediados de los 90; a partir de entonces permaneció relativamente estable hasta el presente.

Las tasas de captura estandarizadas del palangre japonés en el Atlántico norte fueron actualizadas hasta 2007 por medio de un modelo lineal generalizado (GLM) asumiendo una distribución de error binomial negativa. (Uosaki y Shono, 2008).

Se generó un índice de abundancia relativa del atún blanco estandarizando los datos de captura y esfuerzo de la pesquería de palangre pelágico de Estados Unidos en el Atlántico norte desde 1986 hasta 2008 (SCRS/2009/100). Esta flota cuenta también con un programa de observadores con una cobertura media anual del 5% de las mareas (PLOP) desde 1992. El procedimiento de estandarización evaluaba los siguientes factores: año, área, temporada, características del arte (bastones de luz, longitud de la línea madre, densidad de anzuelos, etc.) y las características de las operaciones de pesca (tipo de cebo, tipo de flota y especie objetivo). Los índices estándar fueron estimados utilizando modelos lineales generalizados mixtos bajo un enfoque de modelación delta-lognormal.

Respecto a la pesquería de curricán francesa de los primeros años, de 1967 a 1986, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para las edades 2 y 3 fue analizada con un modelo GLM con una estructura de error lognormal para estandarizar la CPUE diaria (Goujon *et al.* 1996). Desde entonces el Grupo no ha dispuesto de información actualizada de la flota francesa.

La serie de CPUE estandarizada utilizada para los modelos finales de VPA: los índices de curricán español para las edades 2 y 3, el índice de palangre de Taipei Chino para las edades 3-8+, el índice del palangre americano para las edades 3-8, el índice del palangre japonés para las edades 3-8+, y el índice de la pesquería de curricán francesa de los primeros años para las edades 2-3 se presentan en la **Tabla 10**. La **Figura 38** muestra la serie temporal escalada de CPUE para las principales pesquerías de palangre y superficie utilizadas en la evaluación.

5.2 Índices de CPUE usados en Multifan-CL

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) nominal en número de peces por día de pesca del atún blanco del Atlántico norte capturado por la flota de cebo vivo española en el Atlántico nororiental ha sido recopilada por marea individual para el periodo 1981-2007 y analizada mediante un modelo lineal generalizado (GLM). Se incluyó un factor de interacción año*trimestre para obtener una serie de CPUE anual-trimestral estandarizada para usarla en Multifan-CL (SCRS/2009/096). El GLM tenía una distribución de error log-normal con una varianza constante. Se presentaron los índices de abundancia relativa del atún blanco de la pesquería de arrastre epipelágico en parejas irlandesa para los años 1998-2007 (Cosgrove, 2009). Los datos de los desembarques nacionales de los cuadernos de pesca y los datos de los observadores a bordo fueron combinados para estimar las tasas de captura en biomasa (kg) y en número de peces. Los índices estandarizados fueron estimados mediante GLM asumiendo una distribución de error log-normal con una varianza constante. Se generó un índice combinado utilizando el GLM para incluir la media ponderada (por captura) del índice de cebo vivo español y del índice del arrastre epipelágico irlandés.

Las CPUE nominales en número de peces por día de pesca del atún blanco del Atlántico norte capturado por la flota española de curricán en el Atlántico nororiental habían sido recopiladas por marea individual para el periodo 1981-2007 y analizadas mediante un modelo lineal generalizado (GLM). Se incluyó un factor de interacción año*trimestre para obtener una serie de CPUE anual-trimestral estandarizada para usarla en Multifan-CL (SCRS/2009/097). El GLM tenía una distribución de error log-normal con una varianza constante. El índice de curricán español para 1981-2007 fue promediado con el índice de curricán español para 1931-1975 (Bard, 1977) y el índice de curricán francés para 1967-1986 (Anón. 2008a) utilizando un GLM para generar un índice combinado.

La serie de CPUE estandarizada para las flotas de curricán española y francesa para los años 1957-1976 fue utilizada sin cambios respecto a la evaluación de atún blanco de 2007 (Anón. 2008b).

La serie de CPUE estandarizada para las flotas de cebo vivo de las Azores y portuguesa para los años 1970-2005 fue utilizada sin cambios respecto a la evaluación de atún blanco de 2007 (Anón. 2008b).

Las tasas de captura estandarizadas (en número de peces por mil anzuelos) en estratos año*trimestre del atún blanco del Atlántico norte para la flota de palangre japonesa fueron actualizadas hasta 2007 utilizando un GLM y fueron facilitadas a la Secretaría. Estas CPUE fueron estandarizadas para tres periodos separados (1959-69, 1969-75 y 1975-2007) utilizando una estructura de error binomial negativo (NB) como se hizo previamente durante la sesión de evaluación de 2007 (Uosaki y Shono, 2008).

Las CPUE nominales (número de peces capturados por mil anzuelos) en estratos año*trimestre del atún blanco del Atlántico norte consignadas en los palangreros de Taipei Chino desde 1967 a 2007 fueron utilizadas para estimar las CPUE estandarizadas por medio de un GLM asumiendo una distribución de error log-normal (SCRS/2009/105). Los siguientes factores: series trimestrales, subárea, y efectos de la captura fortuita de patudo, rabil y pez espada, fueron incluidos en el GLM.

Las tasas de captura nominal del atún blanco del Atlántico norte de las pesquerías de palangre de Corea, Panamá y Cuba fueron recopiladas para los años 1966-2007. Una serie de CPUE estandarizada en estratos año*trimestre fue estimada utilizando un GLM con un enfoque de modelación delta-poisson (SCRS/2009/101).

Las tasas de captura nominal del atún blanco del Atlántico norte de las pesquerías de superficie menores (cebo vivo y curricán) no incluidas en los índices anteriores fueron recopiladas para los años 1976-2007. Una serie de CPUE estandarizada en estratos año*trimestre fue estimada utilizando un GLM con un enfoque de modelación delta-lognormal (SCRS/2009/101).

Todos los índices declarados en unidades de números por unidad de esfuerzo fueron convertidos a biomasa (kg) por unidad de esfuerzo utilizando pesos medios anuales, específicos de la flota, de los peces capturados para estimar el esfuerzo pesquero en cada flota. Cada índice estandarizado fue escalado a una media de uno. Los índices estandarizados utilizados en Multifan-CL se presentan en la **Tabla 11** y en la **Figura 39**.

Aunque para algunas de las series se dispone de datos detallados de los cuadernos de pesca, para otras, las series de CPUE tuvieron que ser estandarizadas utilizando datos de captura y esfuerzo de la base de datos de ICCAT. Por tanto, se prepararon para todas las pesquerías series temporales de CPUE estandarizada utilizando modelos lineales generalizados (GLM) por año y trimestre (SCRS/2009/101). La estandarización se llevó a cabo antes de la reunión utilizando un enfoque sistemático basado en la inspección de diagnósticos (Ortiz y Arocha, 2004) utilizando el entorno estadístico R de código abierto (cran.r-project.org). Los datos, el código R y los análisis están todos disponibles como parte de un proyecto de google en <http://code.google.com/p/glmscrs/>. Al proyecto pueden acceder los miembros del proyecto para realizar cambios y los no miembros que solo pueden comprobar las copias de trabajo sólo de lectura, ver <http://code.google.com/p/glmscrs/source/checkout> para más detalles. El proyecto está gestionado usando una subversión y bajo Windows TortoiseSVN proporciona una interfaz fácil de usar; consultar <http://code.google.com/p/mseflr/wiki/UsingTortoiseSVN> para una guía de cómo utilizar Tortoise.

Los índices estandarizados están disponibles en:

<http://code.google.com/p/glmscrs/source/browse/trunk/Results/cpueStd2009.txt>

Todos los resultados presentes en el documento (SCRS/2009/101) fueron examinados y discutidos por el Grupo. Se decidió usar la CPUE estandarizada de las flotas que estaban siendo analizadas por los científicos nacionales y que se habían presentado al grupo. Por otra parte, para las pesquerías ALBN09 y ALBN010, los resultados de estos análisis se utilizaron para ajustar el modelo MFCL. Dado que existían evidencias de sobre dispersión para

estas dos pesquerías, se reensayaron los GLM con distribución de error delta-poisson utilizando una familia quasi Poisson para permitir que el parámetro de dispersión fuera estimado.

6. Métodos y resultados de la situación del stock

6.1 VPA-2BOX

El grupo decidió aplicar un modelo VPA-2BOX repitiendo el escenario del caso base de la evaluación del stock de atún blanco del Norte de 2007 utilizando los datos revisados de captura por edad. El análisis se llevó a cabo utilizando versiones actualizadas de los índices de las pesquerías de curricán español, palangre estadounidense, palangre de Taipei Chino, y palangre japonés así como el índice histórico de la pesquería de curricán francesa (las mismas pesquerías que se utilizaron en la evaluación de 2007) (**Tabla 10**). Se asumió una estructura de error lognormal para todos los índices dentro del modelo VPA. Las matrices totales y parciales de captura por edad utilizadas en el VPA eran las presentadas en el documento SCRS/2009/102, que eran diferentes de las matrices usadas en la evaluación de 2007. La selectividad por edad para cada índice fue estimada a partir de capturas parciales utilizando el método propuesto por Butterworth y Geromont (ecuación 4, Butterworth y Geromont, 1999), excepto para los dos índices españoles de curricán que reflejan sólo una clase de edad. Se estimaron las tasas de mortalidad por pesca terminales (2007) para las edades 2-7 y la tasa de mortalidad por pesca de 2007 de la edad 1 se estableció en el 20% de la de la edad 2. Inicialmente, la ratio de F (F en la edad mayor dividida entre F en la siguiente edad más joven) se fijó en 0,5 para el primer año de la serie temporal (1975) y las ratios de F para los demás años se estimaron con un desarrollo aleatorio. La tasa de mortalidad natural se fijó en 0,3 para todas las edades. El modelo VPA se estableció con un grupo de edad 8 plus y para el periodo 1975-2007.

Tras establecer el modelo VPA en la evaluación de stock de 2007, se estimó la matriz de peso por edad como el peso por edad anual constante estimado a partir de las ecuaciones de crecimiento y L-W (peso a mitad de año en kg).

El ensayo inicial mostraba un ajuste relativamente bueno a los índices (**Figura 40**). Sin embargo, la SSB estimada mostraba grandes diferencias respecto a la evaluación de 2007 (**Figura 41**) y una F apical terminal muy alta ($F=5$). El Grupo decidió llevar a cabo ensayos alternativos usando una ratio de F de 1,0 y 2,0 para el primer año y un ensayo con una ratio de F fija de 1,0 para todos los años. Estos ensayos produjeron resultados similares en relación con el ensayo original y eran muy diferentes respecto a la SSB estimada en la evaluación de 2007. La SSB relativa terminal determinista estimada (SSB/SSB_{RMS}) era muy baja (rango 0,22-0,28) y la mortalidad por pesca relativa terminal (F/F_{RMS}) oscilaba entre 8,7 y 10,2 (**Figura 42**).

Para evaluar si las diferencias observadas en la SSB estimada entre la evaluación de 2007 y la actual se debían a las especificaciones del modelo VPA, se llevó a cabo un ensayo utilizando el VPA de 2007 con las matrices de la captura por edad de 2009 y la captura por edad parcial (sin incluir los datos para los años 2006 y 2007). La SSB estimada era muy similar a las estimadas con el VPA de 2009, confirmando así que las diferencias observadas entre los resultados del VPA de 2007 y el de 2009 se debían a la diferente matriz de captura por edad utilizada para la evaluación de 2009 y no a las especificaciones/supuestos del modelo VPA de 2009.

El grupo decidió llevar a cabo una serie de nuevos ensayos utilizando un grupo de edad 6 plus en lugar del grupo de edad original 8 plus. La razón de esta decisión era que la elevada F terminal asociada con el agudo incremento de capturas de la edad 7 en la captura por edad revisada podría ser mejor manejada por el modelo con un grupo de edad 6 plus. Los ensayos con el grupo de edad 6 plus mostraban un mejor ajuste a los índices observados, especialmente para las flotas de palangre (**Figura 43**). Además, la F terminal determinista oscilaba entre 0,67 y 0,88 y la SSB relativa determinista entre 0,58 y 1,10 (**Figura 44**).

Se tomó la decisión de ensayar 500 bootstraps para el modelo VPA utilizando el grupo de edad 6 plus y las tres ratios de F diferentes para el año inicial (ratios de F 0,5, 1,0 y 2,0). El resultado de estos ensayos mostró algunos resultados diferentes. Por ejemplo, la SSB 1975 era tan elevada como 171.550 t para una ratio de F del año inicial de 0,5 y tan baja como 41.345 t para la ratio de F de 2,0. Sin embargo, la SSB2007 terminal oscilaba entre aproximadamente 25.000 t y 44.000 t (**Figura 45**). Por el contrario, la F apical estimada y el número de reclutas eran similares entre los tres escenarios de ratio de F (**Figura 45**). Los elementos de referencia estimados de la mediana para estos tres ensayos se presentan en la **Tabla 12**. Aunque los niveles de RMS estimados eran similares (en el rango de 35.200-37.300 t), otros elementos de referencia estimados no lo eran. Por ejemplo, BRMS era tan elevada como 51.100 t para la ratio de F de 0,5 y tan baja como 16.900 t para la ratio de F de 2,0. Los elementos de referencia estimados mostraban también que para los casos de ratio de F de 1,0 y 2,0, la BRMS era menor que RMS, lo que sugiere una mayor contribución de peces inmaduros a la captura total. De hecho, los

reclutas por reproductor en RMS (el inverso de SPR en RMS) para las ratios de F de 0,5, 1,0 y 2,0 eran 5,38, 7,83 y 15,7 respectivamente; mientras que SPR en RMS para las mismas ratios de F era 0,186, 0,128 y 0,064, respectivamente.

Respecto a la situación del stock, la **Figura 46** muestra el diagrama de fase del año terminal (2007) utilizando 500 bootstraps. Por lo general, una ratio de F de 2,0 mostraba el resultado más optimista con la mediana indicando que el stock no está sobrepescado y que se está produciendo sobrepesca con una F relativa = 1,11. Por el contrario, la ratio de F de 0,5 mostraba el resultado más pesimista al indicar que el stock está sobrepescado (mediana de la SSB relativa = 0,93) y que estaba sufriendo sobrepesca (mediana de la F relativa = 1,52). El resultado del modelo mostró que el modelo estimaba rápidamente ratios de F menores para los años posteriores al año inicial cuando se asumía que la ratio de F era 0,2. El Grupo interpretó este resultado como una indicación de que la ratio de F asumida era demasiado elevada. Dado que el grupo no contaba con información suficiente para decidir qué ensayo (ratio de F 0,5 y 1,0) era el más adecuado, la situación del stock se estimó también uniendo el resultado de los bootstraps de los dos ensayos mencionados. Más específicamente, se hizo un “diagrama de fase” utilizando los 500 bootstraps de cada uno de los 2 ensayos para la SSB relativa frente a F relativa (**Figura 46**). Este enfoque indicaba que el stock no estaba sobrepescado pero sí plenamente explotado con la SSB relativa = 1, pero que se estaba produciendo sobrepesca con una F relativa = 1,5.

La incertidumbre asociada a los resultados estimados de la mediana que aparece en la **Figura 46** fue descrita como el porcentaje de los resultados de bootstrap que indican una situación particular del stock. En la **Figura 47** el porcentaje mostrado en la “zona roja” corresponde a los resultados que indicaban que el stock estaba sobrepescado y sufriendo sobrepesca, la “zona verde” indica que el stock no está sobrepescado ni se está produciendo sobrepesca y la “zona amarilla” corresponde a resultados que indicaban que o bien el stock está sobrepescado o se estaba produciendo sobrepesca (pero no ambas al mismo tiempo). Como se ha indicado antes, el ensayo con una ratio de F de 2,0 mostraba la situación más optimista del stock, con el 22% de los bootstraps en la “zona verde”, y el 75% en la “zona amarilla”. Por el contrario, el ensayo con una ratio de F de 0,5 presentaba el 62% de los resultados en la “zona roja” y el 37% en la “zona amarilla”.

Las trayectorias de la situación del stock (“*snail-tracks*”) para el periodo 1975-2007 se muestran en la **Figura 48**. La F relativa para el año terminal (2007) fue estimada como la media geométrica de los años 2004, 2005 y 2006. En todos los casos, el stock no estaba sobrepescado en 1975. Sólo el caso más optimista, correspondiente a la ratio de F de 2,0 mostraba un número significativo de años en los que el stock no estaba sobrepescado ni se estaba produciendo sobrepesca. Los otros 3 casos indicaban que el stock estaba sufriendo sobrepesca durante toda la serie temporal y durante varios años también en condición de sobrepescado.

El Grupo no estaba seguro del peso medio adecuado a asignar al grupo de edad 6+ y decidió investigar más el tema y evaluar el impacto potencial que tendría cualquier cambio en el peso utilizado sobre los resultados del VPA presentados en este informe.

6.2 Multifan-CL

Datos básicos

Los conjuntos de datos utilizados para los análisis de Multifan-CL fueron recopilados durante la reunión de evaluación de stock de julio de 2009. Los datos se separaron en 10 pesquerías utilizando las mismas definiciones que las utilizadas en la evaluación de stock de 2007. Los datos básicos de entrada (captura, esfuerzo y captura por talla) fueron sin embargo revisados debido a las actualizaciones de la base de datos de ICCAT. Todos los archivos de entrada y salida se encuentran en la Secretaría de ICCAT. En las **Tablas 13 y 14** y en las **Figuras 49 y 50** se presenta un resumen de los datos de captura y esfuerzo.

Los ensayos del modelo

Las especificaciones del modelo para los ensayos iniciales 4A y 4B eran idénticas a las utilizadas en la pasada evaluación del caso base y se describen con detalle en el documento SCRS/2009/108. En total, durante la reunión de evaluación de stock de 2009 se llevaron a cabo 14 ensayos del modelo (**Tabla 15**). El ensayo 4A fue realizado utilizando el mismo archivo ejecutable de MFCL (mfcl32.exe) que en la evaluación de 2007, mientras que el ensayo 4B se llevó a cabo con la última versión de MFCL (mfcl32.exe). El ensayo 4C se cambió para incluir las distribuciones previas de variabilidad de esfuerzo sugeridas por un ajuste del Stock Synthesis 3 a los mismos datos básicos de entrada y forzado para que tuviera los mismos supuestos de modelo que el ensayo 4B. El ensayo 4D era el mismo que el ensayo 4B, sin embargo, todas las selectividades para las edades 5 y mayores se forzaron para que fueran iguales. El 4E usaba tanto las variabilidades incluidas en el 4C como las limitaciones

de edad incluidas en el 4D. El 4F era una variación del 4B en el que la función de crecimiento se ajustó internamente en lugar de ajustar la curva de crecimiento de acuerdo con la ecuación de Bard (1981). El 4G era otra variación sobre el 4B en el que la capturabilidad se forzó para que fuera constante en el tiempo (aunque permitiendo la variabilidad estacional). El ensayo 4H variaba respecto al 4B en que incluía un vector de mortalidad natural específico de la edad. El vector se calculó utilizando el método de Chen y Watanabe (1988) y los parámetros Von Bertalanffy de Bard (1981). El vector se modificó ligeramente para asegurar que todas las mortalidades naturales para las edades 11 y mayores eran iguales. El ensayo 4I incluía datos de marcado en el ensayo básico del modelo 4B. El 4K era el mismo que el 4I en que también utilizaba datos de marcado, pero también calculaba internamente un vector de la mortalidad natural específico de la edad. El ensayo 4L utilizaba la Z promediada en los primeros 5 periodos del modelo para calcular la población inicial. Esto era un cambio respecto a los 10 años utilizados en los ensayos previos del modelo. Como en los ensayos anteriores, varias pesquerías habían sido agrupadas por selectividad y el 4N permitía que la selectividad fuera calculada de forma independiente para cada pesquería (1-10). El ensayo 4O era una desviación importante respecto a los demás ensayos en términos de los datos de entrada. En lugar de estratificar la captura y el esfuerzo por trimestre, se agrupó por año. Por último, el ensayo 4P forzó un patrón de selectividad cóncavo en las pesquerías de superficie (1-3).

Selección del modelo

Los parámetros de salida y los diagnósticos para cada ensayo del modelo se utilizaron para descartar los ensayos del modelo que no eran realistas o que ajustaban mal los datos. El ensayo 4A fue descartado ya que utilizaba una versión desfasada del software de MFCL. Los ensayos 4C, 4F, 4L, 4O y 4P fueron descartados porque producían valores de selectividad elevados poco realistas para los peces de edad 15 en la pesquería 1 (una pesquería de cebo vivo que se dirige a peces pequeños). El 4D y 4E fueron descartados ya que producían valores elevados poco realistas de RMS y SSB_{RMS} y por tanto puntos de referencia excepcionalmente optimistas. Por último, el 4I, 4K y 4L fueron descartados ya que producían valores elevados poco realistas de la F anual media. Por tanto, sólo quedaron 4 ensayos del modelo (4B, 4G, 4H y 4N). De estos, el ensayo de continuidad 4B fue considerado el ensayo del modelo más adecuado para la evaluación del stock de atún blanco de 2009 basándose en los criterios de selección de modelo AIC. Aunque el ensayo 4G tenía un valor AIC menor, incluía variabilidades y penalizaciones diferentes que hacían que fuera imposible una comparación directa entre este y otros modelos.

Resultados del modelo

La **Figura 51** muestra los puntos de referencia clave de la SSB (biomasa adulta) generados por los cuatro modelos que no fueron descartados. Aunque los modelos difieren en la escala global, todos indican que la ratio entre la SSB actual y la SSB en RMS es inferior a 1, lo que indica que la SSB actual es inferior a la SSB que produciría el RMS . Este nivel de merma es respaldado por los puntos de referencia de F_{rms} indicados en la **Figura 52** en la que, excepto para el modelo 4H, los valores recientes y actuales de F están por encima de los de F_{rms} , lo que indica que la explotación del stock es alta. La **Figura 53** muestra las estimaciones absolutas de reclutamiento de los tres modelos. Todos los modelos presentan una tendencia similar en el reclutamiento aunque los valores absolutos son diferentes. En todos los casos, para el año 25 del modelo (1955/6) se ha calculado un evento de reclutamiento muy grande.

La **Figura 54** muestra las estimaciones de selectividad por flota para el ensayo de continuidad 4B. Como se esperaba, las pesquerías de palangre muestran una selectividad asintótica con la edad (aunque varias fueron forzadas a hacerlo así por el modelo). Las pesquerías de superficie por lo general muestran una selectividad cóncava y este parece ser el caso aquí, aunque hay un aumento en la selectividad con la edad para las clases de edad 6 y superiores. La razón de este aumento no está clara ya que en estas pesquerías se han registrado pocos peces grandes. La selectividad se forzó para que fuera igual para las clases de edad 10 y superiores, lo que resulta en una forma de selectividad asintótica.

La **Figura 55** presenta las desviaciones de esfuerzo por pesquería. Si el modelo es coherente con los datos de esfuerzo, sería de esperar una dispersión uniforme de las desviaciones de esfuerzo por encima y por debajo de cero aunque también se esperarían algunos datos atípicos. Este no es el caso para varias de las pesquerías, lo que indica que el modelo podría no estar extrayendo la mayoría de la información presente en los datos sobre variación de la capturabilidad. Esto se solucionó variando las especificaciones del modelo durante los ensayos del modelo (por ejemplo, el 4C), sin embargo, ninguno de estos ensayos alteró significativamente esta situación.

La **Figura 56** muestra la trayectoria del punto de referencia del modelo 4B. Como la mayoría de las series temporales está en el cuadrante superior izquierdo ($F/F_{rms} > 1$, $SSB/SSB_{rms} > 1$) esto podría indicar que el stock de atún blanco del Norte está siendo sobreexplotado. El valor más reciente se encuentra de hecho en esta zona

(véase la **Figura 57**³). La **Figura 58** separa estas trayectorias en lapsos temporales de décadas. Estas muestran claramente que el modelo 4B predice un nivel mayor de explotación y merma del stock ya que las trayectorias se han movido de forma constante desde el cuadrante inferior derecho al superior izquierdo a lo largo del tiempo. La **Figura 59** muestra el diagrama de dispersión de las estimaciones de reclutamiento y SSB y la relación ajustada.

El Grupo observó que los niveles de RMS pueden verse afectados por cambios en la selectividad, entre otras cosas. Dado que la aplicación del MFCL permitía una perspectiva a largo plazo del recurso, comenzando en 1930, el Grupo calculó los cambios en los puntos de referencia del RMS a lo largo del tiempo. La tendencia estimada en el RMS se muestra en la **Figura 60**. Es evidente un aumento gradual en el RMS entre mediados de los 50 hasta mediados de los 60, que coincide con el aumento en la pesca de las pesquerías de palangre que capturan peces más grandes que los que capturaban las pesquerías de curricán. Esta tendencia es similar a la calculada durante la evaluación de 2007 aunque los valores absolutos han aumentado.

Las **Figuras 62 a 64** son una comparación de los resultados del modelo entre la evaluación de stock de 2007 y los ensayos 4A y 4B de la evaluación actual. Estos fueron investigados ya que la versión de MFCL utilizada para llevar a cabo las evaluaciones había cambiado entre una y otra. Dado que los resultados de esta evaluación son más pesimistas que los de la última evaluación, esto se hizo para determinar si las diferencias en la situación del stock entre estas evaluaciones se debían a cambios en el modelo o a cambios en los datos de entrada. Parece que una combinación de cambios, tanto en el modelo como en los datos, ha provocado la diferencia en los resultados de la evaluación. Está claro que un gran aumento en la biomasa a finales de los años 50 no estaba previsto utilizando el conjunto de datos de 2007, y aunque está presente utilizando los datos de 2009, se predijo que era menor utilizando la versión antigua del modelo MFCL. Por lo tanto, es probable que el responsable de las diferencias en los resultados de la evaluación no sea un solo factor.

Notas sobre los elementos de referencia del RMS

El Grupo recordó que los niveles del RMS pueden verse afectados por cambios en la selectividad, entre otras cosas. Las tendencias de F/Frms y SSB/SSBrms mencionadas anteriormente se refieren a cálculos del rendimiento en equilibrio utilizando la selectividad global de 2005-2006. Dado que la aplicación MFCL permitía una perspectiva a largo plazo del recurso comenzando en 1930, el Grupo calculó los cambios en los elementos de referencia del RMS a lo largo del tiempo basándose en datos del ensayo 4B y en cálculos del rendimiento en equilibrio estándar utilizando una hoja de cálculo. El vector de selectividad utilizado por MFCL se basa en la F agregada media para 2005 y 2006. Para los cálculos año por año, se utilizó el mismo concepto: para cualquier año determinado, la selectividad se calculó a partir de la F media de los dos años precedentes.

La tendencia estimada en RMS a lo largo del tiempo se muestra en la **Figura 60**. Es evidente un incremento gradual en RMS entre mediados de los 50 y principios de los 70, que coincide con el aumento en la pesca de las pesquerías de palangre que capturan peces más grandes que los que capturaban las pesquerías de curricán.

Las estimaciones de RMS (29.000 t) y SSB/SSBrms (0,62) para el último año de la serie temporal (2007) eran muy cercanas a las estimadas por el ensayo 4B de Multifan. Sin embargo, los valores de F/Frms eran ligeramente menores que los estimados por el ensayo 4B de Multifan CL, mostrando una situación ligeramente más optimista del stock (**Figura 61**). Para el año 2007, estos cálculos de la hoja de cálculo mostraron un valor de F/Frms de 0,81, frente al valor de F/Frms de 1,045 del ensayo 4B de Multifan CL. El Grupo estaba muy inseguro respecto a cómo encuentra exactamente MFCL la F que maximiza el rendimiento por recluta y por lo tanto la razón para estas diferencias no se comprende bien. El Grupo expresó una gran inquietud acerca de la falta de documentación sobre algunos cálculos de MFCL.

6.3 Modelo de síntesis de stock (Stock Synthesis model)

Como medio de evaluar aún más la incertidumbre en la evaluación de atún blanco del Atlántico norte de 2007, el SCRS/2009/099 construyó una alternativa a la evaluación de población de MFCL utilizando los mismos conjuntos de datos y supuestos pero con una plataforma de modelación diferente. El Stock Synthesis 3 (SS3), un modelo de evaluación integrado, fue ajustado a los mismos datos de entrada utilizados en la evaluación de

³ Se asumió que las estimaciones de F/Frms y SSB/SSBrms actuales tenían los mismos coeficientes de variación y la misma correlación que los estimados en el caso base de la evaluación de 2007. La incertidumbre en las ratios actuales se describió generando 1.000 números aleatorios a partir de una distribución normal de dos variables con medias [0,622, 1,041] y una matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} 0.00732 & -0.00321 \\ -0.00321 & 0.009132 \end{bmatrix}$$

MFCL. Se presentaban tres configuraciones: en la configuración 1, el SS3 estaba configurado lo más cerca posible del caso base de MFCL de la evaluación de 2007. El crecimiento, la mortalidad natural, los parámetros del ciclo vital y los valores de selectividad se fijaron en los valores de MFCL. Se permitió que la capturabilidad para cada flota variara de una forma similar a la de MFCL (es decir, desarrollo aleatorio). Las ponderaciones, el tamaño de las muestras efectivas y las distribuciones previas informativas se igualaron de la forma más cercana posible. Los parámetros estimados incluían el reclutamiento virgen, la inclinación, la mortalidad por pesca inicial en 1930, y la capturabilidad base para cada ensayo. La configuración 2 era idéntica a la configuración previa excepto en que los parámetros de selectividad fueron modelados como una forma de la función (normal doble) y se permitió que se estimaran, pero con las mismas estipulaciones que la configuración de MFCL. La configuración 3 utilizaba (y estimaba) la selectividad basada en la talla sin estipulaciones, utilizaba todas las observaciones de talla por edad y asumía una capturabilidad constante dentro de una pesquería. Las tendencias de la biomasa del stock reproductor resultantes de la configuración 1 se correspondían razonablemente bien con las estimaciones de MFCL. Sin embargo, los modelos diferían considerablemente en las estimaciones de la biomasa inicial en 1930. La configuración 2 produjo selectividades considerablemente menores para los peces mayores (edad 5+) en las pesquerías de superficie. Esto provocó que el modelo SS3 estimara una biomasa global más elevada para la serie temporal, ya que una gran proporción de la población se estimó como no disponible para su captura en este caso. La configuración 3 produjo el mejor ajuste global a los datos, sin embargo, de las configuraciones probadas también era la más diferente al caso base del modelo MFCL.

Durante la reunión del grupo de evaluación se presentaron a la consideración del Grupo varias configuraciones adicionales de SS. De forma general, excepto por unos detalles relativamente menores, cada uno de los resultados de SS estaba razonablemente de acuerdo con los resultados del MFCL. Los modelos mostraron la mayor diferencia desde 1930 a 1960, cuando los datos eran escasos. Esto resultó especialmente cierto para las condiciones iniciales en 1930. La razón exacta para el desacuerdo en 1930 no fue totalmente resuelta, sin embargo, se observó que MFCL y SS usan diferentes métodos para calcular el punto de inicio del modelo. Debido a la importancia del agudo descenso en la SSB durante el periodo 1930-1960, y debido a que los únicos datos para introducir en el modelo durante ese periodo era información de la flota 2, se realizó un análisis de sensibilidad excluyendo los datos de CPUE de la flota 2. Aunque eliminar estos datos del modelo cambió la variación anual en la SSB durante ese periodo, no tuvo ningún efecto significativo sobre la tendencia global de la biomasa, lo que sugiere que no era la única fuente de influencia sobre esta tendencia observada.

El ensayo 4A y 4B del MFCL utilizaba una función de crecimiento fija del Manual de ICCAT (Bard, 1981) mientras que el SS intentaba utilizar observaciones directas de edad por talla para estimar la función dentro del proceso de integración del modelo. Se dispuso de un total de 2254 estimaciones de edad a partir de espinas procedentes de varias investigaciones de lectura de la edad. La mayoría de las muestras de edad procedían de la pesquería de cebo vivo española (flota 1) y una pequeña parte de de la flota de arrastre española/francesa (flota 2). A causa de la naturaleza de estas pesquerías, se estimó que el 90 por ciento de las muestras de espinas se encontraba entre las edades 1 y 5, y el 99 por ciento entre las edades 1 y 8. Aunque los resultados iniciales indicaban una falta de acuerdo entre las dos funciones de crecimiento diferentes, una investigación más en profundidad descubrió que esta era una conclusión poco fiable, debido principalmente a la falta de peces mayores en la muestra de edad. En esencia, se considera que la falta de peces mayores proporcionaba al modelo un medio de crear estimaciones no realistas de crecimiento para mejorar los ajustes a otros datos. La falta de datos sobre peces mayores permitió al modelo hacer esto sin una penalización significativa. Sin embargo, los datos sobre edad seguían siendo útiles para estimar la desviación estándar de la talla por edad para los peces más jóvenes, que se estimó en el 21%. Se concluyó que las investigaciones futuras deberían tratar de incrementar el número de muestras de edad de los peces mayores, supuestamente de las flotas de palangre.

Se intentaron varios ensayos para estimar la selectividad específica de la flota. La base para estos ensayos era que la agrupación actual podría ser demasiado restrictiva y que podría estar produciendo ajustes pobres a las composiciones de talla. Este tema se solucionó a través del modelo SS estimando una selectividad separada basada en la talla para cada una de las diez flotas. El resultado de esta exploración fue un tamaño del stock poco razonable que no mostraba virtualmente ninguna variación para toda la serie temporal. Era obvio que en ese momento no era razonable permitir que todos los parámetros de selectividad fueran estimados. El tiempo no permitió una exploración más en profundidad respecto a qué parámetros pudiera ser razonable fijar o forzar para que proporcionaran estimaciones fiables. Sin embargo, se acordó que esta sigue siendo una ruta viable para continuar la exploración en el futuro.

La última configuración de SS considerada era una que integraba todos los datos estacionales en años. La base para este ensayo era que no sólo las asignaciones estacionales de captura eran quizá poco fiables en los primeros años, sino también que la división estacional de los datos producía una mayor escasez de datos. Los resultados del ensayo del modelo SS eran más optimistas que los ensayos previos; sin embargo, el tiempo disponible no

permitió un mayor escrutinio de cualquiera de los diagnósticos de ajuste del modelo. Basándose en los criterios de convergencia, la falta de correlaciones entre variables y los diagnósticos de ajuste que fueron examinados, esta configuración del SS (que utilizaba datos anuales, crecimiento fijado, capturabilidad constante y selectividad basada en la talla) se consideró el modelo más parco con el mejor ajuste a los datos disponibles. Por lo tanto, se consideró como caso base del SS. Como el objetivo de este trabajo era continuar evaluando la incertidumbre en la evaluación de atún blanco, así como proporcionar una orientación en la selección del caso base, las posteriores comparaciones se centrarán en las comparaciones entre: (1) los ensayos que incluían los conjuntos de datos de 2009 y el antiguo ejecutable de MFCL (Ensayo 4A del MFCL); (2) los conjuntos de datos de 2009 y el nuevo ejecutable de MFCL (ensayo 4B del MFCL); y (3) y la configuración del caso base del SS.

Las estimaciones de la serie temporal de SSB a partir del caso base de SS fueron similares a las del caso base de MFCL (4B, **Figura 65**). Además, las estimaciones de SSB procedentes del nuevo ejecutable de MFCL eran más similares a las estimaciones de SS que las del antiguo ejecutable de MFCL en la forma en que intentaban representar un supuesto incremento en el evento de SSB a principios de los 60. Esto sugiere que las señales de los datos que fueron descubiertas en los nuevos conjuntos de datos tanto por el SS como por el nuevo MFCL no estaban siendo interpretadas de la misma manera por la versión anterior de MFCL. Tal y como lo percibía el nuevo modelo MFCL, y el modelo SS, pero no la versión antigua de MFCL, este aumento en la SSB se debía un evento de reclutamiento potencialmente fuerte (**Figura 66**). Dado que las limitaciones y supuestos del nuevo MFCL eran exactamente las mismas que las de la versión anterior, este patrón muestra esencialmente el “efecto versión” del nuevo modelo MFCL. Las estimaciones de la mortalidad por pesca eran también bastante similares entre las tres configuraciones del modelo (**Figura 67**). Los tres modelos muestran una variabilidad de año en año y una magnitud global muy similares. Asimismo, es interesante señalar el gran acuerdo entre los tres modelos respecto a la estimación de la mortalidad por pesca en 2009.

Una de las diferencias más significativas entre las estructuras de los modelos MFCL y SS es la forma en que la selectividad por edad se deriva a partir de las estimaciones del modelo de la selectividad por talla. El MFCL realiza la selectividad por talla calculando la selectividad por edad como una función de la talla por edad media. Esto hace que sea difícil deseleccionar a los peces muy grandes o muy pequeños. El SS realiza la selectividad basada en la talla más directamente, pero calcula la selectividad media de la edad a partir de la selectividad por talla con el fin de hacer las mortalidades por pesca de la edad. La **Figura 68** muestra las selectividades basadas en la edad condicionadas por la talla estimadas por SS. En esencia, estas se derivan multiplicando la selectividad estimada para una talla determinada por la probabilidad de que un pez de esa talla sea de una determinada edad. De esta forma, es posible disponer de una selectividad basada en la edad condicionada por la talla en una determinada edad que sea inferior a 1,0, tal y como muestra la **Figura 68**.

Aunque las estimaciones del tamaño del stock entre los modelos 4B del MFCL y el SS eran muy similares, y las estimaciones de la inclinación de la curva de reclutamiento del stock era virtualmente idénticas ($h = 0,87$), las estimaciones resultantes del rendimiento en RMS para el 4B de MFCL (RMS = 29.000 t) y SS (RMS = 39.220 t) eran bastante diferentes. La diferencia en el rendimiento en RMS era por tanto una función de las diferencias en las estimaciones de la selectividad del arte de toda la flota y total (tal y como se derivaba de las mortalidades por pesca agregadas para todas las flotas, **Figura 69**).

La diferencia en las estimaciones de RMS entre MFCL y SS produjo diferencias en la situación percibida del stock. Aunque las estimaciones de B/Brms eran ligeramente más optimistas que las de MFCL (**Figura 70**), la población estimada por SS empezaba en nivel más alto y por tanto terminaba más mermada. Asimismo, las estimaciones de F/Frms eran más optimistas a partir del modelo SS (**Figura 71**). Como se ha indicado anteriormente, esto se debe principalmente a las diferencias en las selectividades estimadas. Sin embargo, sin estimaciones fiables de crecimiento y un mayor muestreo de los peces mayores, la selectividad sobre estos peces seguirá siendo muy incierta, independientemente de la plataforma de modelación utilizada.

En conjunto, la evaluación del mismo conjunto de datos utilizando las dos plataformas diferentes de modelación (MFCL y SS), junto con el hecho de que ambas lleguen a algunos resultados similares, proporciona algunas pruebas de que los cambios hechos a la nueva versión de MFCL pueden ser, de hecho, una mejora en lugar de únicamente un cambio. Esta conclusión respalda aún más la opción de continuar con el modelo 4B de MFCL como caso base del modelo para el atún blanco del Norte. Las diferencias observadas parecen explicarse principalmente por las diferencias en la selectividad del arte, que son más pronunciadas para la edad 5 y mayores. Estas diferencias, probablemente, sean resultado de (1) la forma en que las dos plataformas calculan la selectividad basada en la edad a partir de la selectividad estimada basada en la talla; (2) el hecho de que el MFCL forzó las selectividades para las edades 10-15 para que todas fueran iguales.; y (3) el MFCL forzó a la flota 4 y a las flotas de palangre a tener patrones de selectividad asintóticos. El caso base del modelo SS no aplicó ninguna de estas limitaciones. No hay datos suficientes para determinar objetivamente con certeza cuál de

las estimaciones de selectividad podría ser de hecho más correcta. Al igual que con el modelo de crecimiento, la muestra de edad de los peces mayores podría ser útil para facilitar mejores estimaciones de selectividad sobre las edades mayores así como mejores estimaciones de crecimiento.

7. Proyecciones

7.1 VPA-2BOX

Las proyecciones se llevaron a cabo utilizando 500 bootstraps. Las proyecciones se realizaron manteniendo el nivel de captura actual de 30.200 t para los años 2008 y 2009 y proyectando para los años 2010-2050 una captura constante de 36.000 t, 34.000 t, 32.000 t, 30.000 t, 28.000 t, 26.000 t, 24.000 t, 22.000 t, y 20.000 t. Se asumió que el reclutamiento futuro seguía una SRR de Beverton-Holt estimada a partir de los resultados específicos del bootstrap del VPA utilizando el stock reproductor y las estimaciones de reclutamiento del VPA. Se utilizó un supuesto respecto a los tres últimos años de estimaciones de reclutamiento del VPA. Dado a que las estimaciones de la fuerza de la clase anual para el periodo más reciente de los datos de CAA son consideradas demasiado poco fiables para utilizarlas en proyecciones futuras, fueron sustituidas por valores derivados de la SRR utilizada para las proyecciones.

Los resultados de las proyecciones del VPA mostraban incoherencias al compararlos con las proyecciones hechas por MFCL. El Grupo no pudo identificar la fuente de dichas diferencias y decidió que era necesario trabajar más en este tema.

7.2 Multifan-CL

El tiempo disponible no permitió realizar proyecciones con el software de MULTIFAN-CL. En su lugar, el grupo hizo proyecciones basadas en las estimaciones obtenidas con el caso bases (ensayo 4B). Se hicieron dos grupos de proyecciones: una prediciendo determinísticamente el reclutamiento futuro (2008-2020) a partir de la relación estimada Beverton-Holt; la otra asumiendo un reclutamiento constante al mismo nivel predicho para 2008 (8689423 reclutas). Las proyecciones asumían una captura de 30.200 t en 2008 y 2009. A partir de entonces, se proyectaron capturas en un rango entre 20.000 t y 36.000 t.

Los resultados de los dos conjuntos de proyecciones se muestran en la **Figura 72**. Los resultados son cualitativamente similares, aunque el conjunto que utilizaba una relación stock-reclutamiento cubre un rango más amplio de resultados (panel superior de la figura): los escenarios de captura baja permiten una recuperación algo más rápida y los escenarios de captura elevada producen una merma más rápida que las proyecciones de reclutamiento constante.

Ambos grupos de proyecciones sugieren que capturas del orden de 24.000 t o menores permitirían que el stock alcanzara SSB_{ms} en o antes de 2020. Debido a los cambios recientes en el tamaño estimado del stock, se espera que la SSB aumente inicialmente y luego disminuya hasta 2012 en distinto grado dependiendo del nivel de captura. A partir de ahí, se espera que un TAC que supere las 28.000 t provocará que la biomasa del stock reproductor descienda aún más.

8. Recomendaciones

8.1 Investigación y estadísticas

- Observando que los datos de determinación directa de la edad pueden facilitar una base mejor para evaluar la situación del stock, basándose en la utilización de los datos disponibles de determinación de la edad para el atún blanco del Atlántico norte en esta evaluación, el Grupo recomienda la validación de los métodos de determinación de la edad aplicados a la lectura de espinas dorsales entre los laboratorios y los lectores. Se propone la verificación cruzada de la determinación de la edad a través de una red entre los diferentes laboratorios.
- Basándose en las diferencias entre los resultados del MFCL y el SS, que son en su mayoría atribuibles a la incertidumbre en la selectividad de los peces mayores, se recomienda obtener muestras aleatorias de la pesquería centrándose especialmente en las pesquerías de palangre (peces adultos > 90 cm FL) para usarlas en la determinación de la composición por edades de las capturas de atún blanco.

- El grupo ha avanzado en años recientes hacia la realización de las evaluaciones de stock con Multifan-CL, un modelo estadístico integrado. Sin embargo, el software no está lo suficientemente documentado ya que es un proyecto en marcha que no está plenamente actualizado. Por lo tanto, es difícil para los usuarios comunes extraer piezas clave de información. Además, el Grupo descubrió que las diferentes versiones del software producen resultados algo diferentes. Se recomienda que la Secretaría se ponga en contacto con los responsables del software para ver si esta situación puede remediarse. Si no es así, el Grupo podría considerar cambiar a diferentes plataformas.
- En la construcción de la captura por edad a partir de los datos de captura por talla utilizando diferentes metodologías se han descubierto varios problemas, especialmente teniendo en cuenta el número de edades estimado a partir de la composición por tallas. El grupo recomienda investigar y resolver estos problemas antes de la próxima evaluación del stock de atún blanco del Atlántico norte.
- Son necesarios estudios sobre fecundidad y madurez del atún blanco del Norte para estimar mejor la biomasa del stock reproductor.
- Los datos de marcado obtenidos en los programas de marcado de atún blanco en el Atlántico norte se han utilizado provisionalmente en esta evaluación. Son necesarios más esfuerzos para realizar controles de calidad de los datos de marcado y contrastar la información almacenada en la base de datos de ICCAT con la de los científicos nacionales.
- Deberían iniciarse y fomentarse programas de marcado para los stocks de atún blanco del Atlántico para mejorar las estimaciones de la tasa de explotación del atún blanco del Norte. Tanto de marcas convencionales como electrónicas.
- El Grupo volvió a resaltar la necesidad de contar con mejores datos de talla (Tarea II) para las pesquerías de palangre, en cuadrículas de 5x5°. La escasez de muestras de atún blanco adulto limita la precisión de los análisis que el Grupo puede llevar a cabo. Asimismo, son necesarios mejores datos de talla de las pesquerías de superficie (en cuadrículas de 1x1°).
- El Grupo recomendó el desarrollo de series de CPUE estandarizada para todas las grandes flotas que explotan el stock de atún blanco del Atlántico norte. Además, se recomienda consignar en el registro de datos de Tarea II de ICCAT los datos de captura y esfuerzo de alta resolución utilizados para la estandarización.
- El Grupo recomendó continuar la investigación sobre la modelación de los stocks de atún blanco del Norte con modelos estadísticas para utilizarlos en futuras evaluaciones.

8.2 Ordenación

Atlántico norte

El total admisible de captura (TAC) para el stock de atún blanco del Norte durante 2007 era de 34.500 t, y desde entonces ha sido de 30.200 t. El Grupo de trabajo indicó que las capturas declaradas para 2005 y 2006 eran superiores al TAC y que la captura de 2007 (22.000 t) estaba muy por debajo del TAC.

Las proyecciones indicaban que el stock del Norte no se recuperaría hasta el objetivo del Convenio si los niveles de captura futuros eran de 28.000 t o más. Si una clase anual fuerte entra en la pesquería, algo incierto, el stock podría recuperarse con capturas de 28.000 t, pero si entran en la pesquería clases anuales débiles se requerirían capturas menores para fomentar la recuperación. En 2007, la Comisión implementó la [Rec. 07-02] que reducía el TAC hasta 30.200 t en 2008 y 2009. La evaluación actual indica que el TAC futuro debería ser inferior a 28.000 t para fomentar la recuperación del stock. Niveles menores de captura propiciarían una recuperación más rápida.

9. Otros asuntos

No se discutieron otros asuntos.

10. Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado y la reunión clausurada.

Bibliografía

- Anon. 2008a, Report of the *Ad Hoc* Meeting to Prepare Multifan-CL Inputs for the 2008 Albacore Assessment (Madrid, Spain, March 12 to 14, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 597-696.
- Anon, 2008b, Report of the 2007 ICCAT Albacore Stock Assessment Session (Madrid, Spain, July 5 to 12, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 607-815.
- Bard, F.X. 1977. Commentaires sur l'état du stock de germon (*Thunnus Alalunga*) nord Atlantique. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 6(2): 215-232.
- Bard, F.X. 1981, Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. Ph.D. Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- Butterworth, D.S., Gormont, H.F. 1999, Some aspects of Adapt VPA as applied to North Atlantic bluefin tuna. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(2): 233-241.
- Chen, S. and Watanabe, S. 1989, Age dependence of natural mortality coefficient in fish population dynamics. Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, 55(2): 205-208.
- Cosgrove, R., 2009, Standardised catch rates of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) from the Irish mid-water paired trawl fleet 1998-2007. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 64(3): 1337-1342.
- ICCAT Manual*. Chapter 2. Albacore. <http://www.iccat.int/en/ICCATManual.htm>
- Kimura, D.K. and Chikuni, S. 1987, Mixtures of empirical distributions: an iterative application of the age-length key. Biometrics 43: 23-35.
- Ortiz de Zárate, V. and Ortiz de Urbina, J.M. 2009, Updated standardized age-specific catch rates for albacore, *Thunnus alalunga*, from the Spanish troll fishery in the northeast Atlantic: 1981 to 2007. Collect. Vol. Sci. Pap. 64(4): 1306-1316.
- Punt A.E., Butterworth D.S., Penney, A.J. and Leslie, R.W. 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.
- Santiago, J. 1993, A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 40(2): 316-319.
- Santiago, J. 2004, Dinámica de la población de atún blanco (*Thunnus alalunga*, Bonaterre 1788) del Atlántico Norte. Tesis Doctoral, Univ. País Vasco, 354 pp.
- Uosaki, K. and Shono, H. 2008, Standardized CPUE for albacore using lognormal and negative binomial models for the Japanese longline in the Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(3): 911-933.

TABLEAUX

Tableau 1. Mortalité naturelle par âge estimée en utilisant l'approche de Chen et Watanabe (1988) pour les âges 1 à 15 d'après les paramètres de croissance dérivés du modèle de Bard. Les valeurs des âges 11 à 15 ont été établies à la valeur prévue au groupe plus âgé que 11.

Tableau 2. Evénements de marquage provisoires et données de marquage-recapture associées du germon, prises en compte dans l'évaluation.

Tableau 3. Prises de germon du stock Nord de la Tâche I par pavillon et année (1930 to 2007).

Tableau 4. Pêcheries de germon de l'Atlantique Nord définies aux fins d'utilisation dans MULTIFAN-CL.

Tableau 5. Stock du germon de l'Atlantique Nord: Prises de la Tâche I et de CATDIS (t) par pêcheurie et année.

Tableau 6. Nombres de séries de fréquences de tailles utilisées dans MULTIFAN-CL après sélection.

Tableau 7. Prise par taille du germon du Nord.

Tableau 8. Tailles par âge moyennes trimestrielles et écarts types utilisés pour générer des distributions des tailles par âge pour Kimura Chikuni (âges 0 à 15).

Tableau 9. Prise par âge totale estimée en utilisant Kimura Chikuni avec des distributions des tailles par âge pour les âges 0 à 15.

Tableau 10. CPUE annuelles standardisées pour le germon de l'Atlantique Nord utilisées aux fins d'ajustement au modèle VPA-ADAPT pour évaluer le stock Nord.

Tableau 11. Séries de CPUE standardisées par pêcheurie pour le germon de l'Atlantique Nord aux fins d'utilisation dans le modèle MULTIFAN-CL.

Tableau 12. Points de référence estimés en utilisant le modèle de VPA pour trois ratios de F différents.

Tableau 13. Séries de captures (t) par pêcheurie, année et trimestre utilisées dans MULTIFAN-CL.

Tableau 14. Séries d'effort standardisées par pêcheurie, année et trimestre utilisées dans MULTIFAN-CL.

Tableau 15. Scénarios de MFCL pour l'évaluation du germon de l'Atlantique Nord de 2007 (le texte surligné en jaune indique les modèles rejetés).

TABLAS

Tabla 1. Mortalidad natural por edad estimada utilizando el enfoque de Chen y Watanabe (1988) para las edades 1 a 15 de acuerdo con los parámetros de crecimiento derivados del modelo de Bard. Los valores de las edades 11 a 15 se fijaron en el valor predicho para el grupo de más edad que 11.

Tabla 2. Eventos provisionales de marcado y liberaciones y recapturas asociadas de atún blanco consideradas en el análisis.

Tabla 3. Capturas del stock de atún blanco del Norte de Tarea I por pabellón y año (1930 a 2007).

Tabla 4. Pesquerías de atún blanco del Atlántico norte definidas para su utilización en Multifan-CL.

Tabla 5. Stock de atún blanco del Atlántico norte: capturas (t) de CATDIS y Tarea I por pesquería y año.

Tabla 6. Números de la serie de frecuencia de tallas utilizada en Multifan-CL tras la selección.

Tabla 7. Captura por talla de atún blanco del Norte.

Tabla 8. Tallas por edad medias trimestrales y desviaciones estándar utilizadas para generar las distribuciones de talla por edad para Kimura Chikuni (edades 0 a 15).

Tabla 9. Captura por edad total estimada utilizando el método Kimura Chikuni con distribuciones de talla por edad para las edades 0 a 15.

Tabla 10. CPUE anual estandarizada para el atún blanco del Atlántico norte utilizada para ajustar el modelo VPA-ADAPT para evaluar el stock septentrional.

Tabla 11. Serie de CPUE estandarizada por pesquería para el atún blanco del Atlántico norte para utilizar en el modelo Multifan-CL.

Tabla 12. Elementos de referencia estimados utilizando el modelo VPA para tres ratios de F diferentes.

Tabla 13. Series de captura (t) por pesquería, año y trimestre utilizadas en Multifan CL.

Tabla 14. Series de esfuerzo estandarizado por pesquería, año y trimestre utilizadas en Multifan-CL.

Tabla 15. Ensayos de MFCL para la evaluación de atún blanco del Atlántico norte de 2007 (el texto resaltado en amarillo indica modelos que fueron descartados).

FIGURES

Figure 1. Définition des limites des stocks de germon de l'Atlantique.

Figure 2. Mortalité naturelle par âge estimée en utilisant l'approche de Chen et Watanabe (1988) pour les âges 1 à 15, conformément aux paramètres de croissance dérivés du modèle de Bard. Les valeurs des âges 11 à 15 ont été établies à la valeur prévue au groupe plus âgé que 11.

Figure 3. Cartes montrant le marquage (en haut) et les recaptures (en bas) de germon.

Figure 4. Prises du germon du nord de la Tâche I, par années et engins principaux.

Figure 5. Distribution géographique des prises de germon, par décennies et engins principaux.

Figure 6. Stock du germon du nord: prises cumulées de la Tâche I /CATDIS, par pêcheries et années.

Figure 7. Moyennes des séries de fréquences de tailles du germon (axe de gauche: nombre de poissons ; axe de droite: 10%, 50%, 90% centiles d'intervalles de classes de tailles) dans chaque pêcherie avant sélection.

Figure 8. Moyennes des séries de fréquences de tailles du germon (axe de gauche: nombre de poissons ; axe de droite: 10%, 50%, 90% centiles d'intervalles de classes de tailles) dans chaque pêcherie après sélection.

Figure 9. Moyennes des séries de fréquences de tailles du germon du stock du Nord (axe de gauche: nombre de poissons ; axe de droite: 10%, 50%, 90% centiles d'intervalles de classes de tailles) par pêcherie, avant (panneau de gauche) et après (panneau de droite) sélection dans chaque pêcherie. Les séries rejetées dans chaque pêcherie sont montrées comme nombre négatif (-1000) dans le panneau de droite.

Figure 10. Histogrammes des distributions de fréquences de tailles, par pêcheries et années, utilisés par MULTIFAN-CL (après sélection).

Figure 11. Pourcentage de registres de captures attribués à chaque catégorie d'effort (40%, 60%, ou 100% pêché par jour) par an pour les données du germon de la Tâche II de la France, de 1967 à 1993.

Figure 12. Série préliminaire de CPUE nominale pour les données du germon de la Tâche II de la France, de 1967 à 1993.

Figure 13. Prise par taille globale du germon de l'Atlantique Nord, par année et en classes de tailles de 2 cm (limite inférieure). Les premières et dernières classes sont les groupes moins/ plus.

Figure 14. Poids moyens estimés de la CAS du germon du Nord (totalité et par pêcherie principale).

Figure 15. Comparaison entre la prise par taille du germon de la base de données de l'ICCAT de 2007 et de 2009 pour la palangre, les engins de surface (GN, BB, TR et TW) et les autres pêcheries toutes les années combinées dans les bases de données.

Figure 16. Comparaison entre la prise par taille du germon de la base de données de l'ICCAT de 2007 et de 2009 pour les distributions des tailles de la prise par taille de la palangre japonaise de 1992 à 1996.

Figure 17. Comparaison entre la prise par taille du germon de la base de données de l'ICCAT de 2007 et de 2009 pour les distributions des tailles de la prise par taille de la palangre japonaise de 1997 à 2001.

Figure 18. Comparaison entre la prise par taille du germon de la base de données de l'ICCAT de 2007 et de 2009 pour les distributions des tailles de la prise par taille de la palangre japonaise de 2002 à 2005.

Figure 19. Comparaison entre la prise par taille du germon de la base de données de l'ICCAT de 2007 et de 2009 pour la palangre du Taïpei chinois de 1996 à 2000.

Figure 20. Comparaison entre la prise par taille du germon de la base de données de l'ICCAT de 2007 et de 2009 pour la palangre du Taïpei chinois de 2001 à 2005

Figure 21. Comparaison entre la prise par taille du germon de la base de données de l'ICCAT de 2007 et de 2009 pour la palangre des Etats-Unis de 2004 et 2005.

Figure 22. Comparaison entre la prise par taille du germon de la base de données de l'ICCAT de 2007 et de 2009 pour des changements de la prise par taille pour BB, TR et TW en 1975, 1985, 1990, 2000 et 2005.

Figure 23. Comparaison entre la prise par taille du germon de 2007 et 1975, en utilisant la base de données de 2009, pour la palangre, les engins de surface (GN, BB, TR et TW) et tous les autres engins.

Figure 24. Comparaison entre les palangres, en utilisant la base de données de 2009, les engins de surface et tous les autres engins pour 1975 et 2007.

Figure 25. Prise par âge en utilisant la dernière prise par taille et Kimura Chikuni (tailles par âge pour les âges 1 à 8 (en haut), 0-1 à 8+ (au milieu) et 0 à 15 (en bas)).

Figure 26. Comparaison des proportions de prise par âge par flottille, en utilisant la dernière prise par taille et Kimura Chikuni (tailles par âge pour les âges 1 à 8, 0-1 à 8+ et 0 à 15). Première rangée = ligne traînante française; seconde rangée = palangre japonaise ; troisième rangée = palangre du Taïpei chinois ; quatrième rangée = palangre des Etats-Unis.

Figure 27. Effet des matrices alternatives de CAA sur la SSB (en haut) et le recrutement (en bas), dans le cadre d'un scénario de VPA en considérant un groupe d'âge 8+.

Figure 28. Effet des matrices alternatives de CAA sur les taux de mortalité par pêche.

Figure 29. Effet des matrices alternatives de CAA sur le vecteur de sélectivité mis à la moyenne de ces trois dernières années (en haut) et le taux de mortalité par pêche apicale (en bas).

Figure 30. Effet des matrices alternatives de CAA sur la SSB (en haut) et le recrutement (en bas), dans le cadre d'un scénario de VPA en considérant un groupe d'âge 6+.

Figure 31. Effet des matrices alternatives de CAA sur les taux de mortalité par pêche, dans le cadre d'une VPA avec un groupe d'âge 6+.

Figure 32. Effet des matrices alternatives de CAA sur le vecteur de sélectivité mis à la moyenne de ces trois dernières années (en haut) et le taux de mortalité par pêche apicale (en bas) dans le cadre d'une VPA avec un groupe d'âge 6+.

Figure 33. Proportions de captures relatives dans une année pour la prise par âge utilisée dans les scénarios de Adapt-VPA et celle estimée par MULTIFAN-CL dans le scénario 4B.

Figure 34. Proportions de captures relatives dans un âge pour la prise par âge utilisée dans les scénarios de Adapt-VPA et celle estimée par MULTIFAN-CL dans le scénario 4B.

Figure 35. Proportions de captures standardisées dans une année pour la prise par âge utilisée dans les scénarios de Adapt-VPA et celle estimée par MULTIFAN-CL dans le scénario 4B.

Figure 36. Courbes logarithmiques des captures par âge pour la prise par âge utilisée dans les scénarios de Adapt-VPA et celle estimée par MULTIFAN-CL dans le scénario 4B.

Figure 37. Courbes logarithmiques des captures par année pour la prise par âge utilisée dans les scénarios de Adapt-VPA et celle estimée par MULTIFAN-CL dans le scénario 4B.

Figure 38. CPUE annuelles standardisées pour le germon de l'Atlantique Nord utilisées aux fins d'ajustement au modèle VPA-ADAPT pour évaluer le stock Nord.

Figure 39. CPUE standardisées par pêcherie pour le germon de l'Atlantique Nord utilisées aux fins d'ajustement au modèle MULTIFAN CL.

Figure 40. Ajustements du modèle de VPA (lignes) aux indices d'abondance observés (carrés bleus). Les trois lignes de chaque graphique correspondent aux 4 ratios de F différents utilisés (voir texte pour plus de détails). Les scénarios de la VPA ont été configurés avec un groupe d'âge 8+.

Figure 41. SSB estimée par un modèle de VPA durant l'évaluation du stock de 2007 (ligne bleue) et scénario initial de la VPA de l'évaluation de 2009 (ligne rouge).

Figure 42. F relative (F/F_{PME}) et SSB relative (SSB/SSB_{PME}) estimées par le modèle de VPA en utilisant un groupe d'âge 8-plus et pour 4 ratios de F différents (voir texte pour plus de détails).

Figure 43. Ajustements du modèle de VPA (lignes) aux indices d'abondance observés (carrés bleus). Les trois lignes de chaque graphique correspondent aux 3 ratios de F différents utilisés (voir texte pour plus de détails). Les scénarios de la VPA ont été configurés avec un groupe d'âge 6+.

Figure 44. F relative (F/F_{PME}) et SSB relative (SSB/SSB_{PME}) estimées par le modèle de VPA en utilisant un groupe d'âge 6-plus et pour 3 ratios de F différents (voir texte pour plus de détails).

Figure 45. SSB, recrues, et F apicale estimées d'après 500 bootstraps de VPA pour 3 ratios de F différents (voir texte pour plus de détails sur les ratios de F). La F apicale de l'année terminale (2007) a été estimée comme étant la moyenne géométrique de F pour les années 2004, 2005 et 2006.

Figure 46. Diagrammes de phases estimés en utilisant 500 bootstraps pour les ratios de F de 0,5 ; 1,0 et 2,0 et diagramme combiné avec les résultats des scénarios des ratios de F de 0,5 et 1,0. Le point rouge correspond à la valeur de la médiane estimée. $F_{actuelle}$ a été estimée comme la moyenne géométrique de la F apicale des années 2004, 2005 et 2006. « 6+ » dans chaque graphique indique le groupe d'âge-plus utilisé dans la modèle de VPA.

Figure 47. Pourcentage des résultats de 500 bootstraps indiquant que l'état actuel du stock était surpêché et faisait l'objet d'une surpêche (zone rouge), non surpêché et ne faisait pas l'objet de surpêche (zone verte), et soit surpêché soit faisant l'objet de surpêche (zone jaune).

Figure 48. Trajectoires de l'état du stock pour la période 1975-2007, estimées en utilisant 500 pour les ratios de F de 0,5 ; 1,0 et 2,0 et diagramme combiné avec les résultats des scénarios des ratios de F de 0,5 et 1,0. Les points jaunes indiquent le début et la fin de la série temporelle. La F relative de l'année terminale a été estimée comme la moyenne géométrique des années 2004, 2005, et 2006.

Figures 49. Données de capture par pêcherie utilisées dans MULTIFAN-CL (ceCatch.jpeg).

Figures 50. Données d'effort par pêcherie utilisées dans MULTIFAN-CL (ceEffort.jpeg).

Figure 51. Estimations de la biomasse reproductrice relative obtenues dans 4 scénarios différents du modèle MULTIFAN-CL pour le stock du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 52. Estimations de la mortalité par pêche relative obtenues dans 4 options de modélisation différentes de MULTIFAN-CL pour le stock du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 53. Estimations du recrutement obtenues avec 4 scénarios de modèles différents du modèle MULTIFAN-CL pour le stock du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 54. Schémas de sélectivité estimés pour les 10 pêcheries utilisées dans le modèle 4B de MULTIFAN-CL pour le stock du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 55. Déviations de l'effort pour les diverses pêcheries modélisées par MULTIFAN-CL dans le modèle 4B pour le stock du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 56. Trajectoire de la mortalité par pêche relative et de la SSB relative pour le germon du Nord, 1930-2007, en utilisant le modèle 4B. Le X rouge marque le point de 2007.

Figure 57. Incertitude liée à l'état actuel du stock du germon du Nord, comme estimé d'après le modèle du cas de base de MULTIFAN. Le X représente les estimations actuelles (2007) des ratios de mortalité par pêche et de biomasse reproductrice, et le nuage de points représente l'incertitude dans cette estimation.

Figure 58. Trajectoire de la mortalité par pêche relative et de la SSB relative, par décennie, en utilisant le modèle 4B pour le stock du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 59. Relation stock-recrutement estimée pour le germon de l'Atlantique Nord en utilisant le modèle 4B.

Figure 60. Changements estimés de la PME (mille tonnes) pour le germon de l'Atlantique Nord, sur la base des changements de la sélectivité totale en utilisant une feuille de calcul.

Figure 61. Comparaison entre les diagrammes de SSB/SSB_{PME} , F/F_{PME} et de Kobe entre les calculs du scénario 4B de MFCL et en conditions d'équilibre, réalisés par le Groupe de travail (voir texte pour plus de détails).

Figure 62. SSB/SSB_{PME} estimée par an pour le cas de base de 2005 (76), le scénario de continuité de 2007 (4B) et le scénario de continuité de 2007 utilisant l'ancien MFCL exécutable (4A).

Figure 63. F/F_{PME} estimée par an pour le cas de base de 2005 (76), le scénario de continuité de 2007 (4B) et le scénario de continuité de 2007 utilisant l'ancien MFCL exécutable (4A).

Figure 64. Biomasse estimée par an pour le cas de base de 2005 (76), le scénario de continuité de 2007 (4B) et le scénario de continuité de 2007 utilisant l'ancien MFCL exécutable (4A).

Figure 65. Série temporelle des estimations de la SSB d'après l'ancienne version de MFCL et la nouvelle version, utilisant toutes deux les nouvelles données, et d'après SS, 1930-2009.

Figure 66. Série temporelle des estimations du recrutement d'après l'ancienne version de MFCL et la nouvelle version, utilisant toutes deux les nouvelles données, et d'après SS, 1930-2009.

Figure 67. Série temporelle des estimations de la mortalité par pêche d'après l'ancienne version de MFCL et la nouvelle version, utilisant toutes deux les nouvelles données, et d'après SS, 1930-2009.

Figure 68. Sélectivité basée sur l'âge conditionnée par la taille, pour toutes les flottilles, estimée par le modèle du cas de base de SS. Les valeurs sont exprimées par rapport au maximum global.

Figure 69. Estimations standardisées des mortalités par pêche partielles mises à la moyenne de 2005-2009, estimées par les scénarios 4A, 4B de MFCL et de SS.

Figure 70. Estimations de B/B_{PME} d'après les scénarios 4A, 4B de MFCL et de SS.

Figure 11. Estimations of F/F_{PME} d'après les scénarios 4A, 4B de MFCL et de SS.

Figure 72. Projections déterministes pour le germon de l'Atlantique Nord basées sur le scénario du cas de base de MFCL. Le niveau projeté de SSB/SSB_{PME} est présenté pour les différents scénarios de prises constantes de 20.000 t à 36.000 t. En haut: en postulant une relation stock-recrutement. En bas: en postulant un recrutement constant futur.

FIGURAS

Figura 1. Definición de los límites del stock de atún blanco del Atlántico.

Figura 2. Mortalidad natural por edad estimada utilizando el enfoque de Chen y Watanabe (1988) para las edades 1 a 15 de acuerdo con los parámetros de crecimiento derivados del modelo de Bard. Los valores de las edades 11 a 15 fueron fijados en el valor predicho para el grupo de más edad que 11.

Figura 3. Mapas que muestran las liberaciones (superior) y recuperaciones (inferior) de atún blanco.

Figura 4. Capturas de Tarea I de atún blanco del Norte por arte principal y año.

Figura 5. Distribución geográfica de la captura de atún blanco por artes principales y década.

Figura 6. Stock de atún blanco del Norte: capturas acumulativas de Tarea I/CATDIS por pesquería y año.

Figura 7. Medias de las series de frecuencia de tallas de atún blanco (eje izquierdo: número de peces a la izquierda, eje derecho: percentiles de intervalos de clases de talla del 10%, 50% y 90%) en cada pesquería antes de la selección.

Figura 8. Medias de las series de frecuencia de tallas de atún blanco (eje izquierdo: número de peces a la izquierda, eje derecho: percentiles de intervalos de clases de talla del 10%, 50% y 90%) en cada pesquería después de la selección.

Figura 9. Medias de las series de frecuencia de tallas del stock de atún blanco del Norte (eje izquierdo: número de peces a la izquierda, eje derecho: percentiles de intervalos de clases de talla del 10%, 50% y 90%) por pesquería, antes (panel izquierdo) y después (panel derecho) de la selección en cada pesquería. Las series descartadas en cada pesquería se muestran como número negativo (-1000) en el panel derecho.

Figura 10. Histogramas de distribuciones de frecuencias de tallas por pesquería y año utilizados en Multifan CL (después de la selección).

Figura 11. Porcentaje de registros de captura asignados a cada categoría de esfuerzo (pescando el 40%, 60% o 100% del día) por año para los datos franceses de atún blanco de Tarea II desde 1967 a 1993.

Figura 12. Serie de CPUE nominal preliminar para los datos franceses de atún blanco de Tarea II desde 1967 a 1993.

Figura 13. Captura por talla global de atún blanco del Atlántico norte, por año y en clases de talla de 2 cm (límite inferior). La primera y última clase son los grupos minus y plus.

Figura 14. Pesos medios estimados de la CAS del atún blanco del Norte (totales y por pesquería principal).

Figura 15. Comparación entre la captura por talla del atún blanco de la base de datos de ICCAT en 2007 y 2009 para el palangre, superficie (GN, BB, TR y TW) y otras pesquerías, todos los años de la base de datos combinados.

Figura 16. Comparación entre la captura por talla del atún blanco de la base de datos de ICCAT en 2007 y 2009 para las distribuciones de talla de la captura por talla del palangre japonés para 1992-1996.

Figura 17. Comparación entre la captura por talla del atún blanco de la base de datos de ICCAT en 2007 y 2009 para las distribuciones de talla de la captura por talla del palangre japonés para 1997-2001.

Figura 18. Comparación entre la captura por talla del atún blanco de la base de datos de ICCAT en 2007 y 2009 para las distribuciones de talla de la captura por talla del palangre japonés para 2002-2005.

Figura 19. Comparación entre la captura por talla del atún blanco de la base de datos de ICCAT en 2007 y 2009 para el palangre de Taipei Chino entre 1996 y 2000.

Figura 20. Comparación entre la captura por talla del atún blanco de la base de datos de ICCAT en 2007 y 2009 para el palangre de Taipei Chino entre 2001 y 2005.

Figura 21. Comparación entre la captura por talla del atún blanco de la base de datos de ICCAT en 2007 y 2009 para el palangre de Estados Unidos para 2004 y 2005.

Figura 22. Comparación entre la captura por talla del atún blanco de la base de datos de ICCAT en 2007 y 2009 para un cambio en la captura por talla para BB, TR y TW en 1975, 1985, 1990, 2000 y 2005.

Figura 23. Comparación entre la captura por talla de atún blanco de 2007 y 1975, utilizando la base de datos de 2009, para el palangre, superficie (GN, BB, TR y TW) y todos los demás artes.

Figura 24. Comparación entre palangre, utilizando la base de datos de 2009, superficie, y todos los demás artes para 1975 y 2007.

Figura 25. Captura por edad utilizando la última captura por edad y Kimura y Chikuni (tallas por edad para las edades 1 a 8 (arriba), edades 0-1 a 8+ (medio) y 0 a 15 (abajo)).

Figura 26. Comparación de las proporciones de captura por edad por flota, utilizando la última captura por edad y Kimura y Chikuni (tallas por edad para las edades 1 a 8, edades 0-1 a 8+ y edades 0 a 15). Primera fila = curricán francés; segunda fila = palangre japonés; tercera fila = palangre de Taipei Chino; cuarta fila = palangre estadounidense).

Figura 27. Efecto de las matrices alternativas de CAA sobre la SSB (arriba) y el reclutamiento (abajo), dentro de un ensayo de VPA que considera un grupo de edad 8+.

Figura 28. Efecto de las matrices alternativas de CAA sobre las tasas de mortalidad por pesca.

Figura 29. Efecto de las matrices alternativas de CAA sobre el vector de selectividad promediado de los 3 últimos años (arriba) y la tasa de mortalidad por pesca apical (abajo).

Figura 30. Efecto de las matrices alternativas de CAA sobre la SSB (arriba) y el reclutamiento (abajo), dentro de un VPA que considera un grupo de edad 6+.

Figura 31. Efecto de las matrices alternativas de CAA sobre las tasas de mortalidad por pesca, en un VPA con un grupo plus 6+.

Figura 32. Efecto de las matrices alternativas de CAA sobre el vector de selectividad promediado de los 3 últimos años (arriba) y la tasa de mortalidad por pesca apical (abajo) en un VPA con un grupo de edad 6+.

Figura 33. Proporciones de captura relativa en un año para la captura por edad utilizada en los ensayos de ADAPT-VPA y la estimada por Multifan-CL en el ensayo 4B.

Figura 34. Proporciones de captura relativa en una edad para la captura por edad utilizada en los ensayos de ADAPT-VPA y la estimada por Multifan-CL en el ensayo 4B.

Figura 35. Proporciones de captura estandarizada en una edad para la captura por edad utilizada en los ensayos de ADAPT-VPA y la estimada por Multifan-CL en el ensayo 4B.

Figura 36. Curvas de captura logarítmicas por edad para la captura por edad utilizada en los ensayos de ADAPT-VPA y la estimada por Multifan-CL en el ensayo 4B.

Figura 37. Curvas de captura logarítmicas por año para la captura por edad utilizada en los ensayos de ADAPT-VPA y la estimada por Multifan-CL en el ensayo 4B.

Figura 38. CPUE anuales estandarizadas para el atún blanco del Atlántico norte utilizadas para ajustar el modelo VPA-ADAPT para evaluar el stock del Norte.

Figura 39. CPUE estandarizadas por pesquería para el atún blanco del Atlántico norte utilizadas para ajustar el modelo Multifan-CL.

Figura 40. Ajustes del modelo VPA (líneas) a los índices de abundancia observados (cuadrados azules). Las tres líneas de cada gráfica corresponden a las 4 ratios de F diferentes utilizadas (véase el texto para más detalles). Los ensayos de VPA se realizaron con un grupo de edad 8+.

Figura 41. SSB estimada por el modelo de VPA durante la evaluación de stock de 2007 (línea azul) y ensayo inicial del VPA de la evaluación de 2009 (línea roja).

Figura 42. F relativa (F/F_{RMS}) y SSB relativa (SSB/SSB_{RMS}) estimadas por el modelo VPA utilizando un grupo de edad 8 plus y para 4 ratios de F diferentes (véase el texto para más detalles).

Figura 43. Ajustes del modelo VPA (líneas) a los índices de abundancia observados (cuadrados azules). Las tres líneas de cada gráfica corresponden a las 3 ratios de F diferentes utilizadas (véase el texto para más detalles). Los ensayos de VPA se realizaron con un grupo de edad 6+.

Figura 44. F relativa (F/F_{RMS}) y SSB relativa (SSB/SSB_{RMS}) estimadas por el modelo VPA utilizando un grupo de edad 6 plus y para 3 ratios de F diferentes (véase el texto para más detalles).

Figura 45. SSB, reclutas y F apical estimados a partir de 500 bootstraps de VPA para tres ratios de F diferentes (véase el texto para más detalles sobre las ratios de F). La F apical terminal (año 2007) fue estimada como la media geométrica de F para los años 2004, 2005 y 2006.

Figura 46. Diagramas de fase estimados utilizando 500 bootstraps para ratios de F de 0,5, 1,0 y 2,0 y un diagrama combinado con resultados de los ensayos de ratios de F 0,5 y 1,0. El punto rojo corresponde al valor estimado de la mediana. F_{actual} fue estimada como la media geométrica de la F apical para los años 2004, 2005 y 2006. El “6+” en cada gráfica indica el grupo de edad plus utilizado en el modelo de VPA.

Figura 47. Porcentaje de los resultados de los 500 bootstraps que indican que el estado actual del stock era de sobrepescado y sufriendo sobrepesca (zona roja), ni sobrepescado ni sufriendo sobrepesca (zona verde) y, o bien sobrepescado o sufriendo sobrepesca (zona amarilla).

Figura 48. Trayectorias de la situación del stock para el periodo 1975-2007 estimadas utilizando 500 bootstraps para ratios de F de 0,5, 1,0 y 2,0 y un diagrama combinado con los resultados de los ensayos de la ratio de F 0,5, y 1,0. Los puntos amarillos indican el inicio y final de la serie temporal. La F relativa para el año terminal se estimó como la media geométrica de los años 2004, 2005 y 2006.

Figura 49. Datos de captura por pesquería utilizados en Multifan CL (ceCatch.jpeg).

Figura 50. Datos de esfuerzo por pesquería utilizados en Multifan CL (ceEffort.jpeg).

Figura 51. Estimaciones de la biomasa reproductora relativa obtenida en 4 ensayos diferentes del modelo Multifan CL para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 52. Estimaciones de mortalidad por pesca relativa obtenida en 4 opciones diferentes de modelación de Multifan CL para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 53. Estimaciones de reclutamiento obtenidas con 4 ensayos diferentes del modelo Multifan CL del stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 54. Patrones de selectividad estimados para las 10 pesquerías utilizadas en el modelo 4B de Multifan CL para el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 55. Desviaciones de esfuerzo para las diversas pesquerías modeladas por Multifan CL en el modelo 4B en el stock de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 56. Trayectoria de la mortalidad por pesca relativa y la SSB relativa para el atún blanco del Norte, 1930-2007, utilizando el modelo 4B. La X roja marca el punto 2007.

Figura 57. Incertidumbre en la situación actual del stock para el atún blanco del Norte, estimada a partir del caso base del modelo Multifan. La X representa las estimaciones actuales (2007) de ratios de mortalidad por pesca y biomasa reproductora y los puntos dispersos representan la incertidumbre en esta estimación.

Figura 58. Trayectoria de la mortalidad por pesca relativa y la SSB relativa, por década, utilizando el modelo 4B para el stock del Atlántico norte.

Figura 59. Relación estimada stock-reclutamiento para el atún blanco del Norte utilizando el modelo 4B.

Figura 60. Cambios estimados en el RMS (mil toneladas) para el atún blanco del Norte, basados en cambios en la selectividad total, utilizando una hoja de cálculo.

Figura 61. Comparación entre SSB/SSB_{rms} , F/F_{rms} y el diagrama de Kobe entre el ensayo 4B de Multifan y los cálculos en equilibrio llevados a cabo en el Grupo de trabajo (véase el texto para más detalles).

Figura 62. SSB/SSB_{rms} estimada por año para el caso base de 2005 (76), el ensayo de continuidad de 2007 (4B) y el ensayo de continuidad de 2007 utilizando el ejecutable del antiguo MFCL (4A).

Figura 63. F/F_{rms} estimada por año para el caso base de 2005 (76), el ensayo de continuidad de 2007 (4B) y el ensayo de continuidad de 2007 utilizando el ejecutable del antiguo MFCL (4A).

Figura 64. Biomasa estimada por año para el caso base de 2005 (76), el ensayo de continuidad de 2007 (4B) y el ensayo de continuidad de 2007 utilizando el ejecutable del antiguo MFCL (4A).

Figura 65. Serie temporal de estimaciones de SSB a partir de la antigua versión de MFCL y de la nueva versión, utilizando ambos los datos nuevos, y de SS, 1930-2009.

Figura 66. Serie temporal de estimaciones de reclutamiento a partir de la antigua versión de MFCL y de la nueva versión, utilizando ambos los datos nuevos, y de SS, 1930-2009.

Figura 67. Serie temporal de estimaciones de mortalidad por pesca a partir de la antigua versión de MFCL y de la nueva versión, utilizando ambos los datos nuevos, y de SS, 1930-2009.

Figura 68. Selectividad basada en la edad condicionada por la talla para todas las flotas estimadas por el caso base del modelo SS. Los valores se expresan en relación con el máximo global.

Figura 69. Estimaciones estandarizadas de mortalidades por pesca parciales promediadas a partir de 2005-2009 estimadas por los ensayos 4A y 4B de Multifan y SS.

Figura 70. Estimaciones de B/B_{rms} a partir de los ensayos 4A y 4B de Multifan y SS.

Figura 71. Estimaciones de F/F_{rms} a partir de los ensayos 4A y 4B de Multifan y SS.

Figura 72. Proyecciones deterministas para el atún blanco del Atlántico norte basadas en el ensayo del caso base de MFCL. Se muestra el nivel proyectado SSB/SSB_{rms} para diferentes escenarios de captura constante que oscilan entre 20.000 y 36.000 t. Arriba: asumiendo una relación stock-reclutamiento. Abajo: asumiendo un reclutamiento constante en el futuro.

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. Natural mortality by age estimated using the approach of Chen and Watanabe (1988) for ages 1 to 15 according to the growth parameters derived from Bard's model. Values from ages 11 to 15 were fixed to the value predicted at group older than 11.

<i>Age</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
Mortality	0.63	0.46	0.38	0.34	0.31	0.29	0.31	0.34	0.38	0.44	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55

Table 2. Provisional tagging events and associated releases and recaptures of albacore considered in the analysis.

<i>Year</i>	<i>Quarter</i>	<i>Releases</i>	<i>Recaptures</i>
1976	3	214	2
1978	3	142	7
1980	3	223	3
1982	3	53	0
1983	3	287	18
1984	2	198	1
1985	3	146	0
1986	3	71	2
1986	4	142	2
1988	3	497	23
1989	3	2798	60
1989	4	301	5
1990	3	4636	60
1991	3	4349	94
1991	4	89	0
1993	3	120	0
1994	3	75	0
1998	3	74	0
2002	3	83	1
2003	3	542	11
2004	3	119	1
2005	3	468	11
2005	4	80	0
2006	3	1625	1
2006	4	1089	1
2007	3	135	0

Table 4. Northern Atlantic albacore fisheries defined to be used in Multifan-CL.

<i>Fishery</i>	<i>Name</i>	<i>Years</i>	<i>Gears/Flags</i>	<i>Notes</i>
1	ESP BB Recent	1981-2007	a- ESP BB	a- CPUE in SCRS/2007/040 (Ortiz de Zárate & O. de Urbina)
			b- MWTD all flags	a-Only Cantabrian sea-North east Atlantic
			c- FR BB 1981- 2007	
2	ESP FR TR all	1930-2007	a- MIX.FR+ES TR 1930-1949	a1- CPUE in 1931-1975 from Bard (SCRS/1976/059); allocate yearly catch in trimester 3
			b- ESP-TR, FRA-TR 1950-2007	a2- France TR CPUE in Goujon et al. 1967-1981 (SCRS/1996/) re-analyzed by Year*quarter by Arrizabalaga using the extended France TR time series to 1986 done by Santiago (2005) during ALB WG.
			c- GN (ESP, FRA, UK, IRL) 1987- 2007	b- CPUE ESP TR 1981-2005 in SCRS/2006/056 (Ortiz de Zárate & O. de Urbina)
				c- ICCAT analysis at WG , source: catdis
3	FR+SP BB early	1948-1980	a- ESP+FR BB	a- CPUE from SCRS/76/59 (Bard); split by quarters with fixed proportions based on recent data BB ESP
4	PRT BB	1958-2007	a- PRT BB (Madeira, Azores)	a- CPUE obtained at meeting
			b- ESP BB (Canary Islands, Cadiz)	
5	JPN target LL	1956-1969	a- JPN LL	a- CPUE sent by Koji
6	JPN Trans LL	1970-1975	a- JPN LL	a- CPUE sent by Koji
7	JPN Byc LL	1976-2007	a- JPN LL	a- CPUE sent by Koji
8	CHTAI LL	1962-2007	a- Chinese Taipei LL	a- CPUE presented by Yeh
			b- all other LL 1960- 2007	
			(except Fishery 9)	
9	KOR+PAN+CUB LL	1964-2007	a- LL (KOR, PAN) 1964-2007	a- CPUE obtained at meeting
			b- LL (CUBA) 1964-1993	
10	OTH SURF	1950-2007	a- BB (CPV, VEN, others not above)	a- CPUE
			b- TR (IRL, PRT, Grenada, SVG, St Lucia,USA)	Source: catdis
			c- All the remainder surf catches	

Table 5. Albacore North Atlantic stock: Task I and CATDIS catches (t) by fishery and year.

Year	ALBN01	ALBN02	ALBN03	ALBN04	ALBN05	ALBN06	ALBN07	ALBN08	ALBN09	ALBN10	TOTAL
1930		11250									11250
1931		15600									15600
1932		12850									12850
1933		11450									11450
1934		18880									18880
1935		20750									20750
1936		16800									16800
1937		13500									13500
1938		14622									14622
1939		17078									17078
1940		11488									11488
1941		13244									13244
1942		16780									16780
1943		16764									16764
1944		16963									16963
1945		27586									27586
1946		23266									23266
1947		20268									20268
1948		24101									24101
1949		27865									27865
1950		39623									39623
1951		34149									34149
1952		32397									32397
1953		26242	3875								30117
1954		32729	7250								39979
1955		28299	3125								31424
1956		35398	5500			2					40900
1957		30028	11959			135					42122
1958		33945	17258	300	945						52448
1959		30796	17947	570	599						49912
1960		33072	17539	600	1131			527			52869
1961		20907	20520	600	380			323			42730
1962		30943	20849	620	5716			659			58787
1963		24625	19769	970	14633			343			60340
1964		28058	19928	500	15713			383	52		64634
1965		25544	19029	1083	14325			385	292		60658
1966		22791	16130	627	5860			333	1622		47363
1967		30669	17293	1056	4771			1336	4017		59142
1968		23993	13478	458	3306			2052	1933		45220
1969		17923	13690	879	4717			2596	6925		46730
1970		15706	13938	450		5875		4915	5011		45895
1971		24029	14977	700		6472		2936	7707		56821
1972		26517	7037	1159		1319		4551	8198		48781
1973		18712	7468	1365		1467		9515	7172		45700
1974		20958	11707	2279		2059		9563	3040		49606
1975		9491	9694	9993		1331		8223	3156		41888
1976		13918	13461	6766			1345	15054	6691		57235
1977		17391	9878	5681			825	14037	6219		54031
1978		23931	10713	1245			531	9727	3905	69	50121
1979		23332	15014	750			1219	7566	3429	62	51372
1980		13059	15580	597			1036	7394	1021	4	38691
1981	11962	10778		1451			1740	6916	1163	521	34531
1982	14983	12831		824			781	10523	1902	828	42673
1983	18389	12788		2546			1156	14834	873	904	51490
1984	6438	11029		1747			576	15546	3587	2877	41800
1985	10409	10654		2102			844	15558	1011	247	40826
1986	14307	10837		893			470	19833	929	300	47568
1987	18407	11539		611			494	6725	77	300	38153
1988	17175	12078		451			723	2270	20	342	33059
1989	17307	11999		307			764	1421	54	219	32071
1990	15056	12975		4601			737	1910	36	1567	36882
1991	8029	12675		1407			691	4623	1	523	27949
1992	11925	12275		3114			466	2656	30	397	30863
1993	10957	13126		6468			485	6540	68	491	38135
1994	10754	13066		3344			505	6700	104	691	35163
1995	11811	13739		7649			386	4398	75	320	38377
1996	10991	9620		2918			466	4163	13	632	28803
1997	11252	11527		1446			414	3632	6	746	29023
1998	8441	11902		439			446	3589		929	25746
1999	11829	13117		2294			425	6285		601	34551
2000	14088	10265		530			688	6633		1996	34200
2001	8800	6826		2645			1126	6246		611	26254
2002	8980	3989		3034			711	5468		558	22741
2003	9854	5202		1833			680	7017		1055	25641
2004	9527	7491		970			893	6016		1061	25958
2005	16326	10179		1133			1336	5505	59	767	35305
2006	20312	10277		347			781	4301	141	831	36989
2007	11564	6093		336			294	3166	179	762	22394

Table 6. Numbers of size frequency series used in Multifan-CL after screening.

Dropped ?	Criteria			Fishery										
	N<50	cnt<10	skew>5	ALBN01	ALBN02	ALBN03	ALBN04	ALBN05	ALBN06	ALBN07	ALBN08	ALBN09	ALBN10	
NO				58	113	18	90	15	16	88	132	46	44	
YES (1 bad)			X	1										
		X					3				1	3	5	
YES (2 bad)	X			6	2	1	7				9	2	11	
		X	X	4										
YES (3 bad)	X		X	1										
		X		1				11	6	1	12	3	17	
	X	X	X				1	1	1	10			2	7
TOTAL				66	116	19	112	22	18	120	132	56	88	
% Good cases				88%	97%	95%	80%	68%	89%	73%	100%	82%	50%	
% Bad cases				12%	3%	5%	20%	32%	11%	27%	0%	18%	50%	

Table 7. North albacore catch at size.

	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	2006	2007	
	-30	293	341	2626	2595	650	520	77	25				56	521	2	2	24	9	15									
32		11		5	25		13	7									188											
34					12									521			90								314			
36	11				19								491	79	17		1246			4			4	6	185			
38		5	11	56	31	10	13	12					326	159	150		1741	181	35	19	340	175	6	90	623	290	444	
40	1149	2518	10220	13363	3048	461	13	1962	323	38	4689	3004	438	159	448	14	7047	1300	555	1307	1669	2325	708	1666	1905	1380	1966	
42	3575		33	310	124	991	13	189	108	3465	374	216	818	79	2516	1098	16878	1229	9849	3695	2075	3645	3739	3226	6246	6788	3005	
44	7956	3724	10302	14036	5122	5001	64	3540	749	19455	9243	4927	4381	988	9262	3969	25840	2425	16439	4547	4920	7072	7148	10784	14774	14350	2646	
46	25724	4602	12099	21859	11410	16683	650	6144	3225	20912	36791	13009	7837	3988	30004	19642	54199	17864	18042	6646	17398	31664	100611	34143	46238	21193	5620	
48	84497	27255	50640	69461	53105	51413	1614	22867	12728	68889	136373	74443	23795	6298	69021	44277	147242	194902	203723	95023	96152	158431	394878	117352	143424	57782	19845	
50	223801	25205	144448	73482	210861	187938	12720	245390	79318	236856	249929	248323	118463	50445	237638	135012	357049	558733	393004	209918	175247	280197	573556	170397	237106	160341	47247	
52	195491	34632	241768	145106	254303	182781	46989	421252	187002	324464	309990	342844	282997	123644	338056	249084	374971	493422	422309	223166	113650	190140	387794	125259	254504	239831	66513	
54	165789	46575	215768	133452	277114	147807	102584	392845	284972	247271	265991	236455	307360	160847	349059	320583	245428	224607	297444	192905	44232	87816	145226	72549	222094	235367	58642	
56	215295	59155	191110	136329	192248	137174	94527	358656	325729	141655	140365	177748	188872	176855	145330	241189	235465	172868	228238	139017	28830	53488	44242	82014	146296	183945	51170	
58	248295	77801	153423	80572	70506	130135	83627	124554	197553	106831	171050	162682	176683	240142	133734	305655	267680	251101	250281	121724	27587	69995	87107	183758	211199	328737	67656	
60	276923	221338	148806	209331	179149	344732	251119	250557	229943	268264	437795	321689	265686	381578	285763	546520	462721	516083	267598	249187	51657	110694	200803	400734	400955	512742	129958	
62	193378	266735	209937	281901	228244	380366	452449	427189	309184	502076	534880	447206	369400	527193	472457	670543	407296	528840	282016	309536	104343	111602	218245	408342	430092	505902	184131	
64	188339	286230	287827	277107	273524	280683	432279	468253	357793	555238	498116	386348	450208	521922	557073	596269	320260	331809	222000	315329	165949	81547	138368	298948	308097	398691	206119	
66	231043	237152	258344	149994	224666	190922	381253	376502	285990	427100	264847	266748	302067	331113	362466	260870	199746	163471	199934	258740	175801	48398	46175	112457	188257	257297	151441	
68	265111	259424	293942	94155	195538	160378	387447	277544	237725	310082	156590	184259	209689	231098	208827	106027	130082	116106	196018	244439	158539	39390	25106	57670	135070	138132	137970	
70	302041	330751	335979	127623	226659	152818	370131	241102	224519	246329	113868	185049	250306	212594	170203	83879	136438	114700	239081	220689	147566	20782	38545	87796	162240	119243	190851	
72	237839	273130	276447	181868	198161	205091	327283	207978	233564	209072	109431	183210	288237	168425	214555	105300	166847	125192	204408	228549	145106	20564	54594	120849	201369	173847	220752	
74	193778	308811	287685	195391	228124	236176	366120	190996	254927	184451	127201	168959	287352	165709	219299	73894	164035	84894	232126	211212	165343	29141	71081	148630	221101	209595	234740	
76	160068	230401	304880	204212	200035	248590	307197	206712	267356	156509	110802	160853	246030	140017	239948	85246	155290	90090	180638	185076	150208	45881	77940	122453	232194	221108	198219	
78	162832	251269	258115	198242	184434	267758	295549	237118	262118	130070	98293	151946	181844	145188	159073	56246	133287	73225	154520	174367	123025	63903	84743	108656	207938	264813	153725	
80	153825	255253	270839	117544	141562	189465	111504	136028	193883	119430	79130	112756	194605	133368	107131	44752	95331	81300	136845	152237	115007	83529	96571	83389	186568	249086	101311	
82	114773	223949	232952	108349	98833	166140	83043	93509	132322	105432	70004	87497	116355	89232	64613	42918	64040	69902	125835	91909	87249	94865	87548	66082	148565	200769	61048	
84	103606	166923	192716	96250	82354	129210	119637	62808	77304	89846	51893	50232	99233	61612	51356	37766	56062	43050	108016	58291	83229	85714	74478	49436	94527	120263	41160	
86	69708	109945	144448	63307	60522	81719	42569	26151	40627	68622	56271	24706	51984	48362	38840	29728	45826	47121	108716	51070	69795	68662	49672	38448	53361	60788	24411	
88	48516	67613	111286	58784	55446	59750	37611	19600	24938	47937	33010	16278	45802	34018	34956	22260	27151	20762	63893	44002	57429	60840	43998	30455	36566	33258	24189	
90	39351	55323	113829	90512	66908	84762	26749	21471	26840	50052	43144	23036	45342	21047	33005	23974	26081	22618	56298	59740	37259	54524	48662	31492	38780	24640	19815	
92	34733	41749	94804	72981	75615	80614	16201	18632	23769	44700	62867	13890	33248	26559	34523	26373	19329	10800	32638	11829	30679	48271	41590	47912	40524	27739	17477	
94	27405	40453	78972	87460	80571	74394	21106	14369	22468	51326	43282	12178	33088	34768	58543	28396	16878	11432	25838	13521	31907	57382	38451	40305	47001	29019	20071	
96	31149	35571	76713	86009	76488	67835	20684	12356	20800	43765	30271	13139	16592	24927	47540	37471	17133	9225	21126	23946	30675	73041	52461	37404	52467	28354	22186	
98	25819	36589	59392	74415	65839	62879	17129	13136	11324	30827	22270	16914	21739	20499	45423	34781	15982	9930	22726	36526	39525	64933	56870	29930	39424	23045	22646	
100	29613	39517	71746	73339	61059	78557	16213	10348	7745	29366	9239	45135	61972	30877	38124	29831	25487	12296	24864	70322	69932	62957	66545	36753	31626	23749	20347	
102	31743	37803	50297	84311	56000	76701	20134	10335	6013	22280	7225	34675	29221	17717	39529	20677	17160	10791	18065	95969	81682	46441	54227	39012	35857	21838	21185	
104	31289	36483	39119	79022	50934	69001	25052	11444	5807	19354	3667	12038	33236	21864	40355	24606	21285	14193	21079	57371	50969	39469	33884	23015	20754	17966	18401	

106	19871	31088	29243	53681	29884	37881	16915	8565	3958	17157	2886	16067	18425	14135	40168	17993	15587	10395	16420	17455	15192	28596	23884	19805	16931	16232	15167
108	17285	30731	37892	41307	26803	31154	10612	7081	4713	15880	3288	20047	16002	22418	31762	16486	14007	10682	15329	6336	8049	17239	15159	16230	13419	12068	11907
110	14796	16645	17428	23895	21879	37430	12855	5846	2654	10635	2859	27627	9364	17353	21490	10950	7888	6826	10780	4346	3782	8846	6530	8302	4269	5287	3755
112	8746	14919	14581	19791	24547	56057	9429	5725	3327	7938	1718	21220	6701	6182	16069	6292	5000	4905	7923	1823	1395	5019	5954	6930	4025	5471	5191
114	13564	12305	10000	17888	26813	33343	15342	6020	2034	3261	516	10818	5467	3182	6479	1873	3161	2612	5178	800	1344	2200	3189	4613	1988	2108	1949
116	4146	10773	8963	10770	14769	10022	7594	3054	999	1119	365	767	5126	3124	2808	2292	1021	428	498	385	785	1313	917	3768	1385	1850	975
118	3896	9690	5738	7221	7980	5104	4611	1555	326	1379	591	107	1578	1560	731	1032	776	400	445	432	810	1012	657	2313	742	1011	589
120	9969	8966	4109	8354	6534	5694	1720	589	68	1968	307	40	2435	8714	1298	1362	678	518	320	601	199	899	371	488	180	478	582
122	1104	5632	1253	3980	1288	141	125	56	11	779		8	105	17503	37	757	191	136	47	66	109	300	216	419	322	310	260
124	3179	3641	1174	5287	1833	484	573	207	16	779			399	14999	4	282	69	226	35	470	43	294	122	335	245	152	118
126	441	2303	346	3864	739	185	26	13	5	100		98	565	8857	1	6	142	76	38	100	90	269	110	91	19	77	201
128	175	640	72	1316	105	104	13	13		68		50	7	4170	2	76	70	4	25	50	51	94	47	62	22	48	26
130	1812	1135	55	819	149	250	15	10				8	198	2083	140	132	110	55	28	59	49	186	51	46	22	28	59
132	182	230	24	75	26	13	13	10				2	112	1611		76	191	3	8	8	7	1	21	7	12		
134	300	48	8	106	81	10		8				18	63	1	52	116	178	333	25	9	7	137	20	122	15		59
136	24	101	1	60	19	10		4					2	50		69				1	19	90	0	11			18
138	6	5	1	23	13	31		4					2	1043	2	5	6	4	8	4	27	136	10	11	140		4
140	53	80	41	28	186	707		3						1042		212	1	2	4	5	3	91	2	5		3	10
142	10	11	1	5	6			3						521	116					1	4		1	101	9		15
144		5	8	23	0			3						521							1		16				3
146			1	5	0			3							19	2	4	3	4	3	3		0				1
148			1	14	0			3						1042								45	8	10	1		4
150	643	1100	552	3718	182	104	39	60					220	1562	423	4	7	7	8	12		45	0	11	7	3	
tot (10*3)	4225	4244	5363	3905	4353	4768	4551	4950	4367	4943	4301	4279	4813	4286	4960	4369	4508	4464	4841	4195	2717	2364	3503	3285	4642	4957	2588

Table 8. Quarterly mean lengths at age and standard deviations used to generate length at age distributions for Kimura Chikuni (ages 0 to 15).

		<i>Age:</i>															
		<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>	<i>14</i>	<i>15</i>
Quarter 1	mean	44.46	59.75	72.06	81.96	89.93	96.35	101.52	105.68	109.03	111.72	113.89	115.63	117.04	118.17	119.08	119.81
	sigma	2.73	3.05	3.31	3.54	3.73	3.89	4.03	4.14	4.24	4.32	4.39	4.45	4.5	4.54	4.58	4.61
Quarter 2	mean	30.61	48.60	63.08	74.74	84.12	91.67	97.75	102.65	106.58	109.75	112.31	114.36	116.01	117.35	118.42	119.28
	sigma	2.73	3.05	3.31	3.54	3.73	3.89	4.03	4.14	4.24	4.32	4.39	4.45	4.5	4.54	4.58	4.61
Quarter 3	mean	35.48	52.52	66.24	77.28	86.16	93.32	99.08	103.71	107.44	110.45	112.86	114.81	116.37	117.64	118.65	119.47
	sigma	2.73	3.05	3.31	3.54	3.73	3.89	4.03	4.14	4.24	4.32	4.39	4.45	4.5	4.54	4.58	4.61
Quarter 4	mean	40.09	56.23	69.22	79.68	88.10	94.88	100.33	104.72	108.26	111.10	113.39	115.23	116.72	117.91	118.87	119.64
	sigma	2.73	3.05	3.31	3.54	3.73	3.89	4.03	4.14	4.24	4.32	4.39	4.45	4.5	4.54	4.58	4.61

Table 9. Total catch at age estimated using Kimura Chikuni with length at age distributions for ages 0 to 15.

Year	Age							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1975	292345	1163522	1844283	534353	151521	55391	199247	51820
1976	1190861	1908720	790777	1067678	459212	246985	269582	30731
1977	632195	1898591	1429102	545561	371735	324306	228875	29226
1978	1666968	2833461	1142180	497738	251045	228631	137734	19379
1979	440734	2347225	1768273	742220	363692	68474	81445	46237
1980	1149872	1616488	1624984	399302	112608	88972	90105	22018
1981	788230	1485684	1213967	422650	76984	55152	113045	69246
1982	146163	1257544	1647637	791546	60593	109764	125246	105791
1983	761729	1305896	1798482	860273	265860	148174	155847	66753
1984	456035	1236185	980959	419078	242428	200220	254227	115832
1985	790008	1384891	1178399	311626	262974	158753	148659	117770
1986	686065	1562783	1235525	532119	235149	104963	287246	124330
1987	233394	1944372	1853880	300988	51863	26936	87688	52123
1988	1181255	2196951	1215292	222773	45127	22896	41633	24489
1989	683049	1796248	1484432	284379	60690	28493	18797	10691
1990	918359	2300507	1011250	379929	139094	66163	101846	25884
1991	1148459	2105783	582501	260494	142982	38531	17542	5127
1992	1046090	1932780	817455	242720	4912	69497	102053	63759
1993	704347	2202092	1268916	321403	88094	44971	155408	27294
1994	431563	2366446	893422	275815	75326	45197	94795	103515
1995	1058200	2153038	1124792	172861	115796	92097	201162	42493
1996	673211	2893125	367482	162133	36221	99931	116841	19926
1997	1319701	1950226	827128	238554	22538	45457	91524	12795
1998	1549165	2070210	503785	221300	28971	9562	67433	13660
1999	1374942	1665602	1099548	439550	111224	16081	115921	18468
2000	702451	1634592	1136614	378881	9536	179760	146975	5982
2001	491035	675345	878510	284507	62569	201212	119458	4302
2002	782901	502764	194268	384743	112264	261621	110185	15544
2003	1632370	776719	327237	369328	35407	244549	104923	12325
2004	551944	1546583	644790	202622	131951	75549	109590	22062
2005	1006381	1754172	1096817	470597	122596	100359	80627	10448
2006	775533	2316851	977102	670629	69530	55714	76731	14922
2007	209856	883456	1148147	150669	51162	54470	78741	11302

Table 10. Standardized annual CPUE's for North Atlantic Albacore used to fit the VPA- ADAPT model to assess the North stock.

	<i>Japan NB</i>	<i>Spain TR</i> <i>Age 2</i>	<i>Spain TR</i> <i>Age 3</i>	<i>USA</i>	<i>France TR</i>	<i>Taiwan LL</i>
Age range	3-8+	2	3	3- 8	2- 3	2- 8+
Catch units	Number	Number	Number	Number	Number	Number
Effort units	1000 hooks	fishing days	fishing days	1000 hooks	fishing days	1000 hooks
Selectivity	Partial catch negative	Partial catch	Partial catch	Partial catch delta log-	Partial catch	Partial catch
Model	binomial	log- normal	log- normal	normal	log- normal	log- normal
Used in Ass.	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year						
1975	2.55				1.36	6.65
1976	2.14				0.95	9.00
1977	1.41				1.23	9.20
1978	1.19				1.46	8.19
1979	1.41				1.27	7.96
1980	1.32				1.46	8.93
1981	1.43	23.08	9.09		1.57	8.02
1982	1.26	29.36	17.57		1.55	8.66
1983	1.15	21.38	18.20		0.86	8.78
1984	1.00	17.78	12.96		0.47	7.50
1985	1.10	13.66	9.58		1.70	6.60
1986	0.62	21.75	13.68	0.79	0.37	5.28
1987	0.46	24.04	11.73	0.82	0.62	5.21
1988	0.75	23.65	14.29	0.80		10.95
1989	0.71	12.88	10.03	0.93		8.53
1990	0.55	22.20	7.78	1.16		5.72
1991	0.64	32.82	8.48	1.05		7.55
1992	0.51	27.70	10.84	0.84		5.95
1993	0.50	24.69	11.69	0.93		7.08
1994	0.65	39.38	7.96	1.08		4.86
1995	0.43	29.63	9.00	0.97		4.81
1996	0.38	34.61	3.48	0.76		3.25
1997	0.52	21.42	6.18	1.04		3.92
1998	0.81	19.40	8.02	1.03		4.17
1999	0.48	15.59	7.77	0.93		2.74
2000	0.79	7.91	8.56	1.12		2.75
2001	1.08	12.00	9.50	1.84		2.86
2002	1.15	10.88	3.95	1.30		2.98
2003	0.81	12.30	4.77	0.92		5.39
2004	0.62	27.40	8.09	0.84		4.09
2005	0.84	37.12	8.13	1.28		4.65
2006	0.70	33.25	9.21	0.81		4.84
2007	0.42	26.41	9.99	0.98		3.69

Table 11. Standardized CPUE series by fishery for North Atlantic albacore to be used in Multifan-CL model.

Fishery		F 01	F 02	F 03	F 04	F 05	F 06	F 07	F 08	F 09	F 10
Year	Quarter	ESP BB Recent	ESP+FR TR All	ESP+FR BB Early	PRT BB	JPN Target LL	JPN Trans LL	JPN Byc LL	CHTAI LL	KOR+PAN+CUB LL	OTH SURF
1931	1										
1931	2										
1931	3		1.368								
1931	4										
1932	1										
1932	2										
1932	3		1.066								
1932	4										
1933	1										
1933	2										
1933	3		0.878								
1933	4										
1934	1										
1934	2										
1934	3										
1934	4										
1935	1										
1935	2										
1935	3										
1935	4										
1936	1										
1936	2										
1936	3										
1936	4										
1937	1										
1937	2										
1937	3										
1937	4										
1938	1										
1938	2										
1938	3										
1938	4										
1939	1										
1939	2										
1939	3										
1939	4										
1940	1										
1940	2										
1940	3		1.047								
1940	4										
1941	1										
1941	2										
1941	3		1.546								
1941	4										
1942	1										
1942	2										
1942	3		1.857								
1942	4										
1943	1										
1943	2										
1943	3										

1943	4		
1944	1		
1944	2		
1944	3		
1944	4		
1945	1		
1945	2		
1945	3	1.584	
1945	4		
1946	1		
1946	2		
1946	3	1.211	
1946	4		
1947	1		
1947	2		
1947	3	0.942	
1947	4		
1948	1		
1948	2		
1948	3	1.382	
1948	4		
1949	1		
1949	2		
1949	3	0.948	
1949	4		
1950	1		
1950	2		
1950	3	1.010	
1950	4		
1951	1		
1951	2		
1951	3	1.020	
1951	4		
1952	1		
1952	2		
1952	3		
1952	4		
1953	1		
1953	2		
1953	3		
1953	4		
1954	1		
1954	2		
1954	3		
1954	4		
1955	1		
1955	2		
1955	3		
1955	4		
1956	1		
1956	2		
1956	3		
1956	4		
1957	1		
1957	2		
1957	3	1.446	0.869
1957	4		0.869
1958	1		

1958	2						
1958	3	1.201	0.846				
1958	4		0.846				
1959	1				6.216		
1959	2				8.673		
1959	3	1.195	1.188		1.860		
1959	4		1.188		6.027		
1960	1				5.389		
1960	2				2.468		
1960	3	1.462	1.151		2.523		
1960	4		1.151		9.820		
1961	1				13.147		
1961	2				0.817		
1961	3	1.289	1.067		1.688		
1961	4		1.067		6.296		
1962	1				26.078		
1962	2				3.043		
1962	3	1.408	1.218		2.542		
1962	4		1.218		2.707		
1963	1				3.267		
1963	2				2.190		
1963	3	0.976	1.206		1.859		
1963	4		1.206		3.196		
1964	1				3.829		
1964	2				1.617		
1964	3	1.172	1.256		1.596		
1964	4		1.256		3.915		
1965	1				4.741		
1965	2				1.450		
1965	3	1.367	0.894		1.238		
1965	4		0.894		2.437		
1966	1				2.933		
1966	2				1.113		5.043
1966	3	0.820	1.009		1.113		
1966	4		1.009		2.008		3.613
1967	1				2.133		
1967	2	1.483			1.606		
1967	3	1.064	0.551		1.569	0.953	
1967	4	1.108	0.551		2.435	1.599	
1968	1				2.027	1.993	
1968	2	0.885			1.400	1.805	
1968	3	0.884	0.833		1.556	1.767	
1968	4	1.013	0.833		2.206	1.832	
1969	1				1.692	1.979	
1969	2	0.688			1.199	1.125	
1969	3	0.953	0.702		1.106	1.796	1.301
1969	4		0.702		1.343	2.440	
1970	1				2.054	1.910	
1970	2	1.297		0.149	2.023	1.417	
1970	3	1.033	0.972	0.125	0.937	1.466	
1970	4	1.156	0.972	0.008	2.035	1.141	
1971	1				1.254	1.407	
1971	2	1.989		0.535	0.955	0.951	
1971	3	1.263	0.752	0.138	0.547	0.639	
1971	4	1.376	0.752	0.101	0.774	0.813	
1972	1				0.696	1.552	
1972	2	2.832		0.278	0.423	0.675	
1972	3	1.404	0.764	0.041	0.219	0.732	

1972	4		0.675	0.764	0.043		0.289	1.469		
1973	1						0.906	1.789		0.157
1973	2		1.756		0.003		0.664	0.951		0.073
1973	3		1.141	0.751	0.283		0.336	1.148		0.002
1973	4		1.894	0.751	0.026		0.557	1.410		
1974	1						1.024	1.614		3.568
1974	2		1.078	1.579	0.017		0.667	1.103		0.670
1974	3		1.213	1.579	0.486		0.293	0.917		0.445
1974	4		1.482	1.579	0.009		0.496	1.502		5.043
1975	1						0.755	1.347		1.050
1975	2		0.433		1.026		0.577	0.712		0.351
1975	3		1.060	1.101	3.474		0.253	0.788		0.183
1975	4		0.770	1.101	0.818		0.452	1.476		1.695
1976	1						0.509	2.058		2.881
1976	2		1.412		0.655		0.239	1.176		1.270
1976	3		3.233		6.275		0.298	0.658		0.438
1976	4		2.356		0.601		0.279	1.606		4.071
1977	1						0.265	1.367		3.666
1977	2		1.189		4.250		0.184	1.671		1.236
1977	3		1.536		15.713		0.145	1.205		0.285
1977	4		0.591		2.444		0.221	1.406		0.917
1978	1						0.187	1.914		2.994
1978	2		0.472				0.158	0.912		0.336
1978	3		1.639		0.146		0.093	1.095		0.276
1978	4		0.808		0.234		0.237	1.344		
1979	1						0.135	1.901		4.360
1979	2		1.577		0.699		0.277	0.876		2.894
1979	3		2.085		0.085		0.150	0.615		
1979	4		1.039		0.000		0.223	1.279		1.101
1980	1						0.195	2.349		2.961
1980	2		1.024		4.063		0.481	0.976		0.281
1980	3		1.432		0.700		0.071	0.876		0.125
1980	4				0.336		0.149	1.454		
1981	1						0.253	1.574		1.033
1981	2		1.172		0.112		0.191	1.157		0.261
1981	3	0.122	0.857		0.091		0.143	1.090		0.087
1981	4	0.075					0.199	1.428		1.177
1982	1						0.271	1.563		1.435 13.578
1982	2		0.662		0.398		0.310	1.344		0.874 13.578
1982	3	0.143	0.914		0.034		0.100	1.025		0.445 13.578
1982	4	0.173			0.001		0.132	1.597		0.590 13.578
1983	1						0.305	1.271		0.233 0.110
1983	2	0.104	0.520		0.110		0.166	1.257		0.012
1983	3	0.178	0.937		0.110		0.061	1.185		0.038
1983	4	0.151	0.384		0.001		0.164	1.935		1.847 0.750
1984	1						0.168	1.712		1.545 0.052
1984	2		1.501		0.155		0.209	1.093		0.796 0.001
1984	3	0.124	0.883		0.040		0.076	0.926		0.501 0.032
1984	4		0.958		0.012		0.192	1.050		1.161 1.485
1985	1						0.288	1.345		0.040
1985	2		0.735		0.549		0.166	1.166		2.505 0.007
1985	3	0.137	0.519		0.156		0.138	0.707		0.761 0.071
1985	4	0.150	0.899		0.013		0.145	1.239		2.214 0.426
1986	1						0.136	1.081		5.043 0.012
1986	2		1.353		0.171		0.065	0.766		2.664 0.001
1986	3	0.136	0.676		0.109		0.125	0.789		0.003
1986	4	0.146	0.705		0.057		0.091	0.797		1.563 0.015
1987	1						0.222	0.731		2.793 0.016

1987	2			0.089	0.049	0.564	2.236	
1987	3	0.218	0.582	0.002	0.082	0.778	0.443	0.004
1987	4	0.135	1.048	0.042	0.041	0.826	0.095	0.004
1988	1				0.139	1.578		0.001
1988	2		0.566		0.170	1.353		0.001
1988	3	0.143	0.693	0.075	0.053	1.450		0.001
1988	4	0.153	0.864	0.373	0.137	1.400	0.007	
1989	1				0.193	1.673		0.005
1989	2		0.539		0.086	0.955	0.213	0.001
1989	3	0.148	0.493	0.167	0.064	1.169	0.085	0.010
1989	4	0.122	0.480	0.376	0.127	1.077	0.057	0.001
1990	1				0.150	1.300		
1990	2		0.482	0.027	0.046	0.840		0.004
1990	3	0.261	0.663	0.385	0.060	0.565	0.064	0.006
1990	4	0.107	0.674	0.089	0.111	0.760	0.013	0.258
1991	1				0.133	1.055		0.001
1991	2		1.643		0.071	1.095	0.017	0.000
1991	3	0.168	0.874		0.054	0.820		0.008
1991	4	0.087	1.235	12.935	0.119	1.001		0.025
1992	1				0.084	1.513		
1992	2		1.510	0.174	0.066	1.562		0.001
1992	3	0.189	0.762	0.122	0.046	0.991		0.005
1992	4	0.037	1.433	0.158	0.100	1.279		0.015
1993	1				0.054	0.621	0.709	
1993	2		0.648	0.016	0.028	0.957		
1993	3	0.198	0.827	0.042	0.036	1.122		0.000
1993	4	0.138	0.938	0.308	0.061	0.772		
1994	1				0.049	0.629	0.083	0.028
1994	2		0.454		0.027	0.523		0.007
1994	3	0.221	0.916	0.095	0.058	0.766		0.026
1994	4	0.157	0.422	0.207	0.257	0.664		0.009
1995	1				0.115	0.645	0.345	0.006
1995	2		1.036	0.048	0.014	0.611	0.065	0.009
1995	3	0.198	0.926	0.279	0.067	0.942	0.015	0.005
1995	4	0.124	1.840	0.106	0.118	0.531		0.145
1996	1				0.069	0.602		
1996	2		0.508	0.295	0.050	0.412		
1996	3	0.171	0.935	0.312	0.023	0.412		
1996	4		1.156	0.377	0.140	0.331		
1997	1				0.344	0.722		
1997	2		0.757	1.407	0.043	0.545		
1997	3	0.213	0.941	0.289	0.022	0.402	0.159	0.000
1997	4	0.095	1.905	0.058	0.203	0.458		0.198
1998	1				0.688	0.533		0.024
1998	2		0.852	0.270	0.117	0.542		
1998	3	0.116	0.717	0.018	0.082	0.596		0.004
1998	4	0.120	0.362	0.079	0.061	0.572		0.000
1999	1				0.121	0.629		0.050
1999	2		0.992	0.211	0.075	0.290		0.111
1999	3	0.124	0.763	0.241	0.019	0.279		0.296
1999	4	0.039	0.355	0.072	0.079	0.350		0.001
2000	1				0.140	0.553		0.100
2000	2		0.342	0.167	0.064	0.386		0.029
2000	3	0.294	0.375	0.191	0.072	0.248		0.168
2000	4	0.032	0.127	0.026	0.375	0.248		0.663
2001	1				0.360	0.439		0.173
2001	2		0.550	6.383	0.106	0.340		0.000
2001	3	0.160	0.473	2.302	0.081	0.366		0.116

2001	4	0.117	0.064	0.167	0.175	0.454		3.388
2002	1				0.335	0.623		0.977
2002	2		0.341		0.323	0.325		0.020
2002	3	0.118	0.530	13.519	0.054	0.316		0.098
2002	4	0.035	0.349	1.027	0.168	0.370		3.399
2003	1				0.269	0.837		0.527
2003	2		0.242		0.186	0.698		0.100
2003	3	0.143	0.728		0.053	0.604		0.236
2003	4	0.076	0.344	3.062	0.113	0.846		7.116
2004	1				0.228	0.511		0.415
2004	2	0.173	0.611		0.052	0.436		0.123
2004	3	0.190	0.817	3.267	0.041	0.520		0.118
2004	4	0.073	0.540	0.368	0.122	0.778		0.004
2005	1				0.247	1.011		0.407
2005	2		0.929	1.044	0.041	0.554	3.338	0.051
2005	3	0.251	0.961	0.658	0.075	0.384	5.043	0.310
2005	4	0.119	0.994	0.049	0.190	0.728		2.272
2006	1				0.201	0.957	0.064	0.753
2006	2	0.234	0.591		0.093	0.453		0.033
2006	3	0.355	1.198		0.053	0.638	0.038	0.239
2006	4	0.095	1.204		0.168	0.625	0.019	4.057
2007	1				0.125	0.520	0.043	0.334
2007	2		0.661		0.067	0.541	0.011	0.120
2007	3	0.175	0.730		0.029	0.518	0.026	0.100
2007	4	0.088	0.318		0.087	0.333		6.149

Table 12. Estimated benchmarks using the VPA model for three different F-ratios.

MEASURE	<i>F-ratio</i> 0.5			<i>F-ratio</i> 1.0			<i>F-ratio</i> 2.0		
	LOWER	MEDIAN	UPPER	LOWER	MEDIAN	UPPER	LOWER	MEDIAN	UPPER
	CL		CL	CL		CL	CL		CL
F at MSY	3.10E-01	3.54E-01	4.18E-01	3.79E-01	4.49E-01	6.02E-01	6.96E-01	8.46E-01	1.02E+00
MSY	3.41E+04	3.52E+04	3.64E+04	3.56E+04	3.65E+04	3.78E+04	3.66E+04	3.73E+04	3.81E+04
Y/R at MSY	3.57E+00	3.76E+00	3.93E+00	3.87E+00	4.00E+00	4.12E+00	4.10E+00	4.17E+00	4.24E+00
S/R at MSY	4.30E+00	5.48E+00	6.77E+00	2.51E+00	3.77E+00	4.78E+00	1.72E+00	1.88E+00	2.49E+00
SPR AT MSY	1.46E-01	1.86E-01	2.29E-01	8.49E-02	1.28E-01	1.62E-01	5.83E-02	6.37E-02	8.43E-02
SSB AT MSY	3.95E+04	5.11E+04	6.43E+04	2.28E+04	3.43E+04	4.38E+04	1.55E+04	1.69E+04	2.20E+04
F at max. Y/R	5.94E-01	6.53E-01	7.36E-01	6.00E-01	6.52E-01	7.71E-01	7.18E-01	8.75E-01	1.05E+00
Y/R maximum	3.92E+00	4.01E+00	4.09E+00	4.02E+00	4.09E+00	4.17E+00	4.10E+00	4.18E+00	4.25E+00
S/R at Fmax	1.59E+00	1.70E+00	1.83E+00	1.64E+00	1.76E+00	1.91E+00	1.72E+00	1.84E+00	1.99E+00
SPR at Fmax	5.38E-02	5.78E-02	6.19E-02	5.57E-02	5.97E-02	6.47E-02	5.82E-02	6.25E-02	6.73E-02
SSB at Fmax	5.81E+03	1.07E+04	1.38E+04	1.29E+04	1.48E+04	1.65E+04	1.53E+04	1.64E+04	1.77E+04
F 0.1	2.70E-01	3.09E-01	3.66E-01	2.67E-01	2.84E-01	3.08E-01	2.94E-01	3.21E-01	3.46E-01
Y/R at F0.1	3.59E+00	3.64E+00	3.70E+00	3.62E+00	3.66E+00	3.71E+00	3.60E+00	3.65E+00	3.69E+00
S/R at F0.1	6.15E+00	6.56E+00	6.98E+00	6.74E+00	7.20E+00	7.70E+00	7.51E+00	8.04E+00	8.64E+00
SPR at F0.1	2.09E-01	2.22E-01	2.36E-01	2.28E-01	2.44E-01	2.61E-01	2.54E-01	2.72E-01	2.93E-01
SSB at F0.1	5.87E+04	6.26E+04	6.70E+04	6.37E+04	6.76E+04	7.21E+04	6.77E+04	7.20E+04	7.70E+04
F 20% SPR	3.00E-01	3.33E-01	3.77E-01	3.01E-01	3.29E-01	3.78E-01	3.57E-01	4.18E-01	4.95E-01
Y/R at F20	3.64E+00	3.71E+00	3.79E+00	3.73E+00	3.80E+00	3.87E+00	3.82E+00	3.90E+00	3.96E+00
S/R at F20	5.93E+00	5.94E+00	5.95E+00	5.93E+00	5.94E+00	5.95E+00	5.93E+00	5.94E+00	5.95E+00
SSB at F20	5.48E+04	5.60E+04	5.73E+04	5.47E+04	5.55E+04	5.65E+04	5.25E+04	5.32E+04	5.41E+04
F 30% SPR	2.15E-01	2.39E-01	2.74E-01	2.15E-01	2.33E-01	2.64E-01	2.51E-01	2.89E-01	3.35E-01
Y/R at F30	3.29E+00	3.36E+00	3.43E+00	3.38E+00	3.45E+00	3.51E+00	3.48E+00	3.54E+00	3.60E+00
S/R at F30	8.88E+00	8.90E+00	8.92E+00	8.89E+00	8.90E+00	8.92E+00	8.88E+00	8.90E+00	8.91E+00
SSB at F30	8.59E+04	8.80E+04	9.00E+04	8.26E+04	8.43E+04	8.64E+04	7.87E+04	7.98E+04	8.11E+04
F 40% SPR	1.58E-01	1.76E-01	2.03E-01	1.57E-01	1.70E-01	1.91E-01	1.81E-01	2.07E-01	2.36E-01
Y/R at F40	2.89E+00	2.96E+00	3.02E+00	2.98E+00	3.04E+00	3.10E+00	3.07E+00	3.13E+00	3.18E+00
S/R at F40	1.18E+01	1.19E+01	1.19E+01	1.18E+01	1.19E+01	1.19E+01	1.18E+01	1.19E+01	1.19E+01
SSB at F40	1.16E+05	1.20E+05	1.24E+05	1.10E+05	1.13E+05	1.17E+05	1.05E+05	1.06E+05	1.08E+05
F 75% of Fmax	4.46E-01	4.90E-01	5.52E-01	4.50E-01	4.89E-01	5.78E-01	5.38E-01	6.56E-01	7.87E-01
Y 75% of Fmax	2.84E+04	3.30E+04	3.58E+04	3.48E+04	3.63E+04	3.77E+04	3.63E+04	3.69E+04	3.78E+04
Y/R at 75% Fmax	3.87E+00	3.95E+00	4.04E+00	3.96E+00	4.04E+00	4.12E+00	4.05E+00	4.13E+00	4.21E+00
S/R at 75% Fmax	3.01E+00	3.16E+00	3.32E+00	2.99E+00	3.16E+00	3.32E+00	2.99E+00	3.14E+00	3.31E+00
SSB at 75% Fmax	2.27E+04	2.62E+04	2.88E+04	2.64E+04	2.83E+04	3.01E+04	2.66E+04	2.81E+04	2.98E+04

Table 13. Catch (t) series by fishery, year and quarter used in Multifan-CL.

YY	QQ	ALBN01	ALBN02	ALBN03	ALBN04	ALBN05	ALBN06	ALBN07	ALBN08	ALBN09	ALBN10
1930	3		11250								
1931	3		15600								
1932	3		12850								
1933	3		11450								
1934	3		18880								
1935	3		20750								
1936	3		16800								
1937	3		13500								
1938	3		14622								
1939	3		17078								
1940	3		11488								
1941	3		13244								
1942	3		16780								
1943	3		16764								
1944	3		16963								
1945	3		27586								
1946	3		23266								
1947	3		20268								
1948	3		24101								
1949	3		27865								
1950	2		20530.558								
	3		18470.545								
	4		621.89665								
1951	2		17694.219								
	3		15918.801								
	4		535.98033								
1952	2		16786.425								
	3		15102.093								
	4		508.48208								
1953	2		13597.227								
	3		12232.896	3679.4411							
	4		411.87724	195.55894							
1954	2		16958.45								
	3		15256.858	6884.1155							
	4		513.69294	365.88446							
1955	2		14663.056								
	3		13191.781	2967.2912							
	4		444.16256	157.70882							
1956	2		18341.385			0.8461538					
	3		16501.031	5222.4325		0.9807692					
	4		555.58381	277.56752		0.1730769					
1957	2		15558.933			4.5190563					
	3		13997.767	11355.467		87.032668					
	4		471.29981	603.53272		43.448276					
1958	1					9.0013335					
	2		17588.517			153.70277					
	3		15823.705	16387.044	300	263.11898					
	4		532.77848	870.95641		519.17692					

1959	1				75.658998			
	2	15956.87			129.19886			
	3	14355.776	17041.272	570	79.418137			
	4	483.35384	905.72805		314.72401			
1960	1				57.211624		26.991848	
	2	17136.174			177.76699		177.49185	
	3	15416.749	16653.862	600	346.88447		21.266304	
	4	519.07644	885.13759		549.13692		301	
1961	1				54.460444		16.571739	
	2	10832.91			56.134169		108.97174	
	3	9745.9476	19484.421	600	130.40036		13.056522	
	4	328.14257	1035.5792		139.00503		184.8	
1962	1				15.511727		32.888804	
	2	16033.038			790.38465		216.2688	
	3	14424.301	19796.817	620	4738.8427		32.948293	
	4	485.66105	1052.1828		171.26088		376.7241	
1963	1				34.335323		16.678323	
	2	12759.382			8954.2385		109.67261	
	3	11479.12	18771.321	970	4890.9835		20.590275	
	4	386.49787	997.6786		753.44272		196.53879	
1964	1				406.54894		14.343112	
	2	14538.183			9480.2521		94.316826	26.575703
	3	13079.437	18922.297	500	3942.066		53.92992	1.9916218
	4	440.37998	1005.7028		1884.1329		220.31814	23.432675
1965	1			83.573574	2833.7392		13.882444	
	2	13235.56		123.27102	7517.8697		91.287587	88.926391
	3	11907.518	18068.667	853.55255	2271.4277		58.119611	55.501707
	4	400.92189	960.33316	22.602853	1701.9633		221.62836	147.5719
1966	1			94.804805	483.6052		6.6157826	
	2	11809.1		139.83709	2436.4413		43.503783	751.78576
	3	10624.188	15315.97	366.71772	886.25656		89.643254	118.83528
	4	357.7126	814.02984	25.64039	2053.6969		193.34518	751.37897
1967	1			104.38438	1176.7578		29.458957	
	2	15891.066		153.96697	1640.1459		193.71496	2006.4656
	3	14296.574	16420.277	769.41742	1118.8533		338.17015	188.03021
	4	481.36053	872.72275	28.231231	835.24294		774.55194	1822.5042
1968	1			114.95495	695.53721		342.56853	60.626846
	2	12431.913		169.55856	1034.103		447.64877	72.120721
	3	11184.509	12797.808	134.26832	1171.4183		859.40824	1742.4155
	4	376.57841	680.19183	39.218169	404.94141		402.79047	57.836909
1969	1			125.1952	1525.2577		524.74213	17.640263
	2	9286.7577		184.66291	1601.3279		377.92257	10.17964
	3	8354.9347	12999.109	498.33647	1249.2158		626.20832	6865.2261
	4	281.30766	690.89079	70.805422	341.19864		1067.479	31.953992
1970	1			82.582583	988.02215		873.42551	
	2	8138.0246		121.80931	1834.7078		1952.4918	
	3	7321.4643	13137.987	193.97391	1410.1548		1194.5901	5011
	4	246.51108	800.01293	51.634198	1642.1153		894.50459	
1971	1			132.13213	2156.0971		1104.5231	
	2	12450.566		194.89489	1589.5575		793.49418	
	3	11201.29	14137.229	87.926892	1525.4392		335.53815	7707
	4	377.14344	839.77085	285.04608	1200.9062		702.06858	

1972	1			239.48949	751.04148	1983.1682	1048.1417	
	2	13739.717		356.65013	149.21741	296.44186	1252.2566	
	3	12361.089	6654.9827	103.92607	279.72516	625.40664	3321.6402	
	4	416.19346	382.01729	458.93431	139.01594	1645.7513	2575.9615	
1973	1				525.89225	4373.2549	907.94241	
	2	9695.576		5.1231294	160.97676	1223.3155	1104.9332	
	3	8722.7327	7030.3316	555.16093	194.30104	2286.4789	2911.3837	
	4	293.69129	437.66844	804.71594	585.82996	1632.4107	2247.9407	
1974	1				773.28637	2696.2968	384.56103	
	2	3995.1963	14.399484	36.6	328.60824	2558.5908	465.73702	
	3	16733.719	11284.829	1150.2	479.43755	1367.0398	1235.269	
	4	229.0842	407.77108	1092.2	477.66784	2940.9965	954.43291	
1975	1			440	477.23563	2862.2005	762.82188	
	2	1360.5241		654.11585	355.85899	1225.445	952.30126	
	3	7618.5382	9296.3114	307.08933	110.88414	1049.5194	475.44447	
	4	511.93766	397.68859	8591.7948	387.02124	3085.8351	965.43238	
1976	1			152.79794		444.69903	6107.8062	1779.5144
	2	1287.9278		238.42192		153.84023	1302.8846	2289.0298
	3	11932.238	10293.039	428.51736		348.83119	1914.6412	1635.4814
	4	697.83386	3167.9612	5946.2628		397.62956	5728.668	987.00011
1977	1			429.86979		384.56413	4774.6352	2483.0101
	2	3355.0702		387		43.231582	2055.9953	2071.9343
	3	13446.036	6222.4383	46.958333		29.106252	1871.7972	1061.616
	4	589.89366	3655.5617	4817.1719		368.09803	5334.5722	602.43959
1978	1			179		170.72602	4599.5845	1327.3694
	2	1694.4633	5.5	967.28571		14.164481	1997.977	960.43503
	3	21442.939	8218.0963	13.314286		65.060584	1288.5947	961.55659
	4	793.5975	2489.4037	85.4		281.04892	1840.8438	655.63899
1979	1			43.836066		326.12928	2971.9113	1486.1501
	2	1880.3989		572.85246		141.03011	1500.0978	1303.3102
	3	20982.426	12432.664	131.08197		98.210598	962.48562	342.13418
	4	469.17463	2581.3363	2.2295082		653.63001	2131.5053	297.70953
1980	1			8.9594595		339.51279	2452.0454	559.1383
	2	1088.993		370.07243		55.910916	1518.9463	113.52336
	3	11837.014	13158.02	64.022161		138.66582	1121.7859	231.62155
	4	132.99334	2421.9796	153.94595		501.91047	2301.2224	116.71679
1981	1			952		477.21637	1533.6906	251.32421
	2	0.0071429	881.4215	193.86121		157.28682	1677.4576	208.81841
	3	11753.507	9767.9699	305.13879		367.23478	1943.5831	416.68075
	4	208.48622	128.60856			738.26203	1761.2687	286.17663
1982	1			309.8024		115.85993	2206.7579	494.72111
	2	0.0035	327.99353	435.32695		104.68262	2866.976	651.36506
	3	14392.95	12347.494	73.770573		93.7351	2134.3155	619.98715
	4	590.53604	155.51201	5.1000855		466.72234	3314.9506	135.92668
1983	1			91.20339		867.5061	3300.7797	169.165
	2	105.54511	3.9998868	823.46405		58.375691	4202.016	249.60322
	3	12690.317	12535.403	1576.7299		27.946314	3023.7094	273.62826
	4	5593.228	248.59705	54.602682		202.17189	4307.4949	180.60351
1984	1	1.1017455		849.20123		197.93644	5026.5376	503.2158
	2	27.94463	214.90522	424.74849		87.493063	4036.5213	1858.9822
	3	6013.5332	10623.163	206.58145		15.358932	2883.9853	901.15043
	4	395.47042	190.9317	266.46884		275.21157	3598.9558	323.65152

1985	1			451.24402		506.49336	4551.3033	186.61486	45.512625
	2		222.81253	951.96698		49.965212	3642.0094	380.57171	18.840439
	3	8796.2314	9129.7513	512.25885		73.660055	2805.599	368.98001	153.00423
	4	1613.0486	1301.4362	186.53014		213.88137	4559.1283	74.833411	29.962709
1986	1	0.1009191		304.35437		145.18869	7219.5602	454.83864	26.133333
	2	8.1744482	1095.6776	124.85774		10.268452	5164.848	359.36485	22.029709
	3	9083.1239	8784.554	149.46465		71.382304	3604.8424	90.0048	228.3832
	4	5215.6007	956.76844	314.32324		243.16056	3843.4894	24.791704	23.173761
1987	1			47.46737		187.65047	4127.0645	43.934351	29.14552
	2		1531.3005	79.519423		7.7146113	1293.0521	13.492324	16.663452
	3	15124.905	8630.6745	125.82158		65.458311	1010.6184	16.463568	247.53545
	4	3282.1253	1377.025	358.19162		233.17661	294.62497	3.1097561	6.2555739
1988	1			212.12738		292.04669	489.15285	0.8181818	72.247858
	2	5.0999671	897.67531	130.55918		11.990233	915.9182	11.69697	32.452019
	3	11366.649	9094.3474	6.7855339		35.559967	580.49756	7.3939394	222.24976
	4	5803.3111	2085.9773	101.5279		383.40311	284.4314	0.0909091	15.180364
1989	1			150.62715		436.76919	396.12724	0.6390418	14.334201
	2		995.58571	4.4066884		48.754447	383.9549	38.061495	6.5899474
	3	10545.454	8492.4071	15.182347		30.169201	297.25743	13.801065	162.13484
	4	6761.6063	2511.0071	136.78381		248.30716	343.66043	1.0083979	35.881008
1990	1			114.63021		405.05481	564.9069	12.668732	452.54393
	2		1664.134	80.043566		4.0378533	430.57401	18.03111	349.56875
	3	12289.89	10149.486	1267.4787		20.969306	379.21486	4.3346411	441.2906
	4	2766.1101	1161.5217	3138.8475		306.93803	535.30423	0.9655172	323.65672
1991	1			158.13802		299.98272	1371.3109		3.3971312
	2		2487.1487	65.758786		10.172716	1449.1621	1	193.89132
	3	7028.457	9289.8822	5.2961733		16.95921	903.48179		222.82012
	4	1000.543	897.9691	1177.807		363.88536	898.60619		103.03442
1992	1			52.747305		186.05313	367.50442	0.2	140.17896
	2	0.0250871	1886.0018	316.91614		5.682411	683.96208	29.37	72.806673
	3	10588.107	9647.803	422.41286		12.29544	1073.3279		97.772094
	4	1336.9177	741.19519	2321.9237		261.96902	531.36162		85.987271
1993	1			109.19135		186.713	94.556469	67.773	230.96203
	2		1306.5325	13.786616		11.710733	2486.4159		3.0191094
	3	10209.392	11447.292	965.95247		14.374925	1770.6106		240.83548
	4	748.07816	372.17517	5379.0696		272.20135	2188.174		16.213377
1994	1	0.4981648		98.942455		211.12947	853.26003	103.601	102.47326
	2	0.039375	1323.7881			4.2344458	1036.052		162.84128
	3	8444.0014	11142.034	585.54684		26.592319	3168.7245		368.17997
	4	2309.5311	600.17761	2659.5107		263.04377	1642.0576		57.23949
1995	1			21.39349		74.746349	562.53923	0.166	32.172352
	2		1453.1908	246.45473		5.8104471	955.37676	0.013	77.911711
	3	9427.3775	11314.764	2859.4883		15.678734	1485.3745	73.253	25.036106
	4	2383.6225	971.04507	4521.6634		289.76447	1394.6435	1.438	184.48203
1996	1			342.28673		79.254369	2702.6644		31.160016
	2	10.898239	940.76878	188.0506		41.336299	495.45936		110.76518
	3	9214.0343	8348.4094	397.97717		28.298461	406.40278	12.8	315.74886
	4	1766.0675	330.82185	1989.6855		317.11087	558.01049		174.50994
1997	1	2.3763455		601.18889		131.83123	1538.4368	2.4017106	82.294947
	2	2.7150167	926.34999	512.49722		30.151766	696.45519		81.775113
	3	9210.2226	10104.563	177.98013		8.6814217	312.1017	2.4097863	458.94016
	4	2036.686	496.08713	154.33375		243.33559	1084.6983	0.7365031	123.25978

1998	1	0.9740205		174.85415	253.15257	1419.8667		121.36683
	2	94.824278	1243.6279	73.752738	35.884047	853.65063		39.303421
	3	8067.9987	10461.884	9.9493684	13.837639	894.61433		684.22297
	4	277.20296	196.48808	180.44374	143.12575	420.69668		84.473777
1999	1	3.9049593		344.11584	109.09685	2192.0333		74.479151
	2	348.78005	1397.0807	326.00615	44.412172	927.61591		89.617291
	3	10753.382	11594.368	725.37215	7.8012342	1269.4374		404.08813
	4	722.71924	125.54768	898.50586	263.68975	1896.0113		32.838695
2000	1	1.0233544		112.14612	139.47736	2424.6557		97.711745
	2	45.275355	954.64192	91.162687	33.418478	2381.2817		88.616032
	3	13082.283	9258.5263	208.91395	72.796196	1022.8636		569.51454
	4	959.90239	51.67178	117.77724	442.30797	804.02191		1240.465
2001	1	0.2426656		355.32846	391.35114	1817.8902		165.77272
	2	1.6379925	953.99591	1162.4185	99.098108	2411.4082		7.8556248
	3	8252.6322	5813.763	838.39844	29.951198	1120.2961		254.38486
	4	545.00384	57.982675	289.32461	605.59955	896.58541		183.16246
2002	1	0.0712344		89.959885	422.63883	2157.0902		125.29453
	2	3.9085049	331.07053	1339.5444	97.584712	1194.4742		32.499222
	3	6798.6146	3413.1909	1230.8973	14.263278	906.50842		355.87198
	4	2177.0127	245.03397	374.04542	176.91418	1210.1359		44.495252
2003	1	0.0074245		536.71563	364.06431	1864.0639		159.31874
	2	17.64672	259.68745	625.55093	117.64271	1833.2424		96.885647
	3	8866.8755	4570.5284	388.12768	20.323059	2149.9186		623.11764
	4	968.99345	371.75921	282.66177	178.25091	1170.0802		175.64856
2004	1	0.4716017		399.51839	428.92878	1621.9635		116.27835
	2	122.03131	450.725	171.44276	63.994026	2132.3189		302.83345
	3	8408.1831	6530.7617	237.70549	42.287552	1457.52		552.37297
	4	996.55619	509.558	161.09936	357.60264	804.41402		89.309903
2005	1			131.85433	802.79494	1285.7848		48.775372
	2	13.256079	948.06481	380.23206	47.640376	1655.0708	13.472952	26.474071
	3	13956.032	8505.6593	468.97303	55.067905	1635.9732	45.527048	598.31848
	4	2357.0756	724.8162	151.77658	430.27577	928.17931		93.527502
2006	1	1.261551		128.94211	507.70692	690.73511	1.8047144	115.30664
	2	1031.3177	684.9672	43.106357	38.062302	1128.046	8.6405304	28.610302
	3	17081.153	8972.0666	56.841935	15.513786	1560.9337	30.135047	585.47849
	4	2197.8159	620.24618	117.6496	219.38499	920.93585	100.75171	101.87465
2007	1	0.0378223		23.646056	124.48045	613.40205	99.41585	128.00131
	2	8.0727663	413.19885	256.9151	10.447658	836.7342	77.751637	103.88388
	3	9613.7125	4817.6757	9.353202	17.454363	1074.8457	2.2345133	420.03749
	4	1941.8466	861.95899	45.966937	141.75653	640.54684		110.16149

Table 14. Standardized effort series by fishery, year and quarter used in Multifan-CL.

YY	QQ	ALBN01	ALBN02	ALBN03	ALBN04	ALBN05	ALBN06	ALBN07	ALBN08	ALBN09	ALBN10
1930	3		-1								
1931	3		11400.113								
1932	3		12057.558								
1933	3		13046.125								
1934	3		-1								
1935	3		-1								
1936	3		-1								
1937	3		-1								
1938	3		-1								
1939	3		-1								
1940	3		10973.813								
1941	3		8568.7801								
1942	3		9037.8695								
1943	3		-1								
1944	3		-1								
1945	3		17418.294								
1946	3		19210.672								
1947	3		21514.129								
1948	3		17436.29								
1949	3		29396.27								
1950	2		-1								
	3		18280.798								
	4		-1								
1951	2		-1								
	3		15613.596								
	4		-1								
1952	2		-1								
	3		-1								
	4		-1								
1953	2		-1								
	3		-1	-1							
	4		-1	-1							
1954	2		-1								
	3		-1	-1							
	4		-1	-1							
1955	2		-1								
	3		-1	-1							
	4		-1	-1							
1956	2		-1								-1
	3		-1	-1							-1
	4		-1	-1							-1
1957	2		-1								-1
	3		9678.6837	13068.801							-1
	4		-1	694.59485							-1
1958	1										-1
	2		-1								-1
	3		13175.716	19372.641	-1						-1
	4		-1	1029.6382							-1
1959	1									12.172365	
	2		-1							14.897369	
	3		12008.92	14340.538	-1					42.706821	
	4		-1	762.18652						52.218036	

1960	1				10.616324			-1	
	2		-1		72.03913			-1	
	3	10547.396	14464.506	-1	137.473			-1	
	4		-1	768.77528	55.917846			-1	
1961	1				4.1423778			-1	
	2		-1		68.747476			-1	
	3	7562.6427	18255.611	-1	77.246743			-1	
	4		-1	970.26905	22.078525			-1	
1962	1				0.5948129			-1	
	2		-1		259.72284			-1	
	3	10247.821	16247.311	-1	1864.1185			-1	
	4		-1	863.52973	63.261905			-1	
1963	1				10.51045			-1	
	2		-1		4088.6806			-1	
	3	11765.271	15570.258	-1	2630.2759			-1	
	4		-1	827.54502	235.76801			-1	
1964	1				106.17869			-1	
	2		-1		5863.9886			-1	-1
	3	11163.51	15062.181	-1	2469.5207			-1	-1
	4		-1	800.54117	481.22845			-1	-1
1965	1				-1	597.69933		-1	
	2		-1		-1	5185.251		-1	-1
	3	8713.4066	20218.847	-1	1835.3662			-1	-1
	4		-1	1074.6133	-1	698.45671		-1	-1
1966	1				-1	164.89671		-1	
	2		-1		-1	2188.6588		-1	149.07106
	3	12952.946	15178.507	-1	796.60337			-1	-1
	4		-1	806.72378	-1	1022.8491		-1	207.99264
1967	1				-1	551.8106		-1	
	2				10717.864			-1	-1
	3	13434.816	29787.935	-1	712.90357		355.01171	-1	-1
	4	434.56555	1583.2016	-1	342.9927		484.2884	-1	-1
1968	1				-1	343.1556		171.85817	-1
	2				14047.612			247.98273	-1
	3	12645.604	15356.095	-1	753.00362			486.38196	-1
	4	371.58159	816.16242	-1	183.57841			219.90928	-1
1969	1				-1	901.61997		265.20596	-1
	2				13502.825			336.06541	-1
	3	8764.1655	18511.413	-1	1129.8563			348.60214	5275.2889
	4		-1	983.8647	-1	254.12831		437.45528	-1
1970	1				-1	481.01118		457.40313	
	2	6273.1306		819.58884		907.07568		1377.8267	
	3	7088.6216	13520.611	1547.5689		1505.7406		815.09111	-1
	4	213.32695	823.31209	6374.918		806.84042		784.15745	
1971	1				-1	1719.0652		785.1367	
	2				6261.0923			834.2993	
	3	8871.2923	18798.144	637.55092		2790.6188		524.72899	-1
	4	274.10142	1116.6356	2823.0326		1551.865		863.6481	
1972	1				-1	1078.9809		1277.5504	-1
	2				4851.1945			439.34861	-1
	3	8804.8017	8710.7122	2564.875		1276.1704		854.31014	-1
	4	616.28462	500.02274	10574.209		481.68966		1120.6787	-1
1973	1					580.14051		2444.5371	5797.0583
	2	5522.7662		1829.2756		242.33813		1286.224	15081.273
	3	7644.6845	9359.2855	1965.017		577.60063		1991.5838	1174646.5
	4	155.04451	582.65587	30849.156		1050.9014		1157.9591	-1

1974	1					754.92026	1670.505	107.78848	
	2	3704.5475	9.1179897	2202.4577		492.81259	2320.716	694.95003	
	3	13797.851	7145.7394	2367.9421		1635.1279	1490.3182	2775.742	
	4	154.61158	258.20735	120551.3		962.54256	1957.6094	189.25382	
1975	1					632.22442	2124.3995	726.50512	
	2	3141.7604		637.3555		616.32144	1720.5788	2710.4795	
	3	7188.1122	8447.1103	88.40879		437.91288	1332.042	2600.622	
	4	664.51057	361.36046	10497.834		856.37952	2090.1218	569.53462	
1976	1						872.81862	2967.3993	617.7605
	2	911.99246		364.24282		642.74279	1107.5351	1801.9223	
	3	3691.0562	-1	68.290457		1169.4843	2910.7716	3737.1859	
	4	296.22553	-1	9900.8725		1424.3215	3567.8794	242.47011	
1977	1					1452.6378	3491.7662	677.36877	
	2	2822.0382		91.050846		235.35549	1230.6898	1676.989	
	3	8751.9843	-1	2.9884945		200.65335	1552.8544	3719.8035	
	4	998.28928	-1	1971.0221		1664.6582	3794.0343	657.30296	
1978	1					915.22732	2402.822	443.36744	
	2	3588.7046	-1	-1		89.662263	2190.2374	2862.426	-1
	3	13084.197	-1	91.231578		703.05235	1176.822	3479.1843	-1
	4	982.42098	-1	365.63338		1188.2551	1369.7685	-1	-1
1979	1					2411.0113	1563.663	340.83189	-1
	2	1192.2621		819.48482		508.40641	1712.5037	450.35103	-1
	3	10063.753	-1	1547.8469		654.66381	1565.5656	-1	-1
	4	451.35012	-1	6315.5122		2925.8759	1666.375	270.40802	-1
1980	1					1741.7416	1043.9082	188.86277	
	2	1063.7298		91.083441		116.12751	1555.9038	404.71086	-1
	3	8263.5454	-1	91.488353		1951.3877	1281.0691	1851.585	-1
	4	-1	-1	458.06891		3361.5281	1582.6663	-1	-1
1981	1					1883.4506	974.65841	243.30558	
	2	-1	751.8175	1730.2624		824.81724	1449.9083	800.65993	-1
	3	95976.204	11398.479	3369.641		2567.2541	1783.6941	4796.698	-1
	4	2796.0838	-1			3712.9783	1233.5992	243.14931	-1
1982	1					426.85525	1412.1507	344.81185	1.6292489
	2	-1	495.33635	1094.1356		337.37536	2133.0049	745.44399	6.4295493
	3	100612.18	13504.009	2191.8333		941.18122	2082.7831	1393.901	45.904377
	4	3408.3759	-1	9014.185		3539.347	2075.997	230.23977	7.0308825
1983	1					2844.4103	2597.9214	725.66445	2971.7699
	2	1018.8024	7.6870636	7465.9038		350.93044	3342.6017	-1	9044.2884
	3	71452.788	13381.674	14292.613		454.5345	2550.6953	-1	9691.5323
	4	36955.445	647.31278	59906.719		1230.7842	2226.1724	97.759417	126.49934
1984	1	-1				1179.3264	2936.6964	325.8081	10168.303
	2	-1	143.20327	2734.2325		418.47295	3691.6705	2336.5329	231977.16
	3	48400.937	12030.204	5196.3728		202.19852	3115.1706	1797.6988	64088.839
	4	-1	199.20216	21595.839		1436.9713	3426.4239	278.66178	66.279997
1985	1					1761.4419	3384.8554	-1	1150.5693
	2		303.28103	1734.2508		300.27653	3122.7286	151.91725	2574.5303
	3	64430.033	17600.5	3283.682		532.95525	3969.1977	484.56463	2154.5016
	4	10754.028	1447.4071	13962.903		1480.0014	3680.9273	33.804142	70.388113
1986	1	-1				1067.1362	6679.7482	90.189631	2194.5974
	2	-1	809.91312	729.15847		156.92626	6742.2303	134.90022	30112.171
	3	66706.223	12998.72	1367.3027		572.00612	4571.6104	-1	76919.164
	4	35840.219	1356.2373	5560.4773		2657.7141	4825.1235	15.863329	1568.3276
1987	1					847.03843	5643.7436	15.732538	1774.1116
	2		-1	893.19258		158.06102	2291.4164	6.0345044	-1
	3	69312.556	14836.589	58409.103		793.7579	1299.2335	37.19552	58703.472
	4	24241.537	1313.8656	8444.2283		5707.6416	356.79877	32.811387	1553.6151

1988	1			-1		2095.0135	310.0383	-1	60301.112
	2	-1	1586.9765	-1		70.597446	677.19675	-1	55100.045
	3	79406.935	13127.607	90.870511		674.60142	400.45788	-1	338897.89
	4	37843.092	2413.8791	272.48401		2808.1705	203.10693	12.992307	-1
1989	1			-1		2264.0058	236.74392	-1	2980.2893
	2		1846.1898	-1		563.84677	401.89515	178.52098	7149.904
	3	71363.059	17215.885	90.945101		475.09162	254.37864	163.22368	16697.43
	4	55626.403	5235.2268	364.16029		1954.8185	319.14824	17.730387	30433.05
1990	1			-1		2692.8529	434.42243	-1	-1
	2		3449.5762	3006.2766		87.099164	512.53773	-1	95110.902
	3	47011.747	15311.959	3288.0766		351.88129	671.46031	68.08042	70414.784
	4	25879.433	1722.1272	35318.163		2767.999	704.7148	75.777612	1255.2644
1991	1			-1		2260.0636	1300.2881		2649.7017
	2		1513.946	-1		144.01718	1322.8469	57.961805	423321.71
	3	41850.38	10624.432	-1		315.83958	1101.8505		27329.204
	4	11497.971	727.33102	91.0524		3048.3698	898.09291		4173.8253
1992	1			-1		2225.4781	242.87845	-1	-1
	2	-1	1249.1693	1820.3088		86.122469	437.91617	-1	140869.81
	3	56117.087	12662.831	3459.4723		270.02734	1083.1249		21489.903
	4	36244.165	517.38398	14658.636		2626.7982	415.53978		5658.2086
1993	1			-1		3461.7907	152.34837	95.576982	-1
	2		2015.7796	866.81863		417.37053	2598.8494		-1
	3	51630.881	13837.023	23055.467		395.18498	1577.9918		488230.68
	4	5432.4652	396.61825	17442.19		4490.9101	2832.8203		-1
1994	1	-1		-1		4345.3961	1356.9863	1243.5174	3610.5173
	2	-1	2916.1975			158.00918	1980.6433		22429.757
	3	38181.177	12161.025	6182.3906		456.83538	4138.5486		14354.768
	4	14699.688	1421.7352	12826.866		1024.5627	2472.8873		6470.1498
1995	1			-1		652.12374	872.08314	0.4814884	5554.4055
	2		1402.9884	5157.5784		427.04589	1563.1842	0.1993395	8774.4212
	3	47704.086	12214.086	10240.186		233.98083	1577.1144	4823.1004	5551.2592
	4	19184.593	527.80633	42505.819		2455.541	2625.3618	-1	1276.6385
1996	1			-1		1153.3892	4491.8079		-1
	2	-1	1851.9346	637.52748		821.66969	1202.67		-1
	3	53846.388	8927.5382	1274.8565		1215.0067	986.49553	-1	-1
	4	-1	286.20726	5283.6989		2258.2578	1687.5808		-1
1997	1	-1		-1		382.86419	2129.9258	-1	-1
	2	-1	1223.6486	364.34182		697.98758	1278.4365		-1
	3	43204.646	10737.12	616.03555		397.87708	775.44628	15.171151	1643616
	4	21392.101	260.47995	2661.087		1200.7472	2368.1233	-1	621.1525
1998	1	-1		-1		368.0445	2666.0424		5039.7264
	2	-1	1460.1116	273.15157		306.67984	1574.8246		-1
	3	69417.183	14594.634	546.32531		168.73068	1500.3591		182625.96
	4	2312.5261	543.49756	2278.7684		2356.7413	735.64563		414818.9
1999	1	-1		-1		904.80417	3486.1109		1481.4404
	2	-1	1408.3723	1547.8603		588.33476	3198.648		808.20344
	3	86386.838	15188.867	3004.6785		409.59321	4547.3262		1364.5455
	4	18722.523	354.13705	12565.029		3355.4989	5422.9205		44041.218
2000	1	-1		-1		995.23445	4385.3267		980.79555
	2	-1	2788.5717	546.50976		520.49749	6165.6368		3007.4952
	3	44542.586	24717.243	1091.7489		1004.0929	4124.57		3398.4826
	4	29876.352	407.08107	4557.6109		1180.3691	3242.118		1870.6408
2001	1	-1		-1		1086.4084	4140.3272		960.83436
	2	-1	1735.2396	182.10169		937.51954	7089.3929		25137.741
	3	51464.531	12292.49	364.2034		370.47892	3061.83		2186.5983
	4	4656.5534	909.20692	1729.9661		3469.4321	1974.9627		54.062311

2002	1	-1		-1	1262.9623	3460.3698		128.19417
	2	-1	970.0574	-1	302.51113	3672.6332		1646.6312
	3	57548.377	6437.0335	91.050843	266.02372	2870.9654		3644.7815
	4	62194.237	702.10622	364.20341	1053.4881	3271.0225		13.090562
2003	1	-1		-1	1353.1982	2225.7909		302.59942
	2	-1	1072.9165	-1	632.41621	2626.786		971.14895
	3	62207.236	6277.8219	-1	380.41079	3557.1255		2645.5457
	4	12772.563	1081.7809	92.324648	1573.862	1383.7036		24.684096
2004	1	-1		-1	1881.8176	3174.7662		280.51067
	2	706.35669	738.20117	-1	1227.0795	4886.6172		2470.5135
	3	44141.776	7988.863	72.754357	1030.0836	2800.8853		4679.26
	4	13575.829	943.8377	438.27808	2929.318	1034.141		22265.506
2005	1			-1	3252.1173	1271.8664		119.79634
	2	-1	1020.1392	364.22366	1171.2688	2986.1066	4.0362029	520.45439
	3	55577.061	8851.0995	713.21397	737.0305	4265.8127	9.027526	1928.7048
	4	19771.866	729.19335	3119.9962	2265.1325	1275.4682		41.156439
2006	1	-1		-1	2528.2602	721.96952	28.138967	153.11476
	2	4403.7213	1158.9239	-1	409.32385	2492.2543	-1	870.60977
	3	48111.664	7489.6413	-1	294.06811	2445.5445	792.75151	2445.5621
	4	23099.044	515.31553	-1	1302.3303	1474.146	5216.6773	25.11281
2007	1	-1		-1	996.85999	1178.7617	2302.1374	383.44587
	2	-1	625.16653	-1	156.748	1547.4857	6977.5616	866.22282
	3	54929.281	6596.6528	-1	609.75137	2076.3223	84.817876	4190.3033
	4	22188.85	2713.6552	-1	1628.9202	1921.4444		17.915063

Table 15. MFCL runs for the 2007 North Atlantic albacore assessment (yellow highlighted text indicates models that were discarded).

Run	Definition	ObjFun	#Param	AIC	MeanF year	MSY	S15,1	S15,2	S15,3	F _{MSY}	SSB _{MSY}	SSB ₀ / SSB _{MSY}	SSB _{cur} / SSB _{MSY}	F _{cur} / F _{MSY}
4A	Continuity 1: new data, 2007 Executable	93933.7	1527	96988	0.245	28560	0.42	0.19	0.42	0.166	58170	2.57	0.66	1.06
4B	Continuity 2: new data, 2009 Executable	95632.8	1436	98505	0.274	29000	0.49	0.21	0.49	0.175	53660	2.64	0.62	1.04
4C	Run4B + Change input variances as suggested by SS3 runs	89031.1	1436	91903	0.284	29950	0.63	0.31	0.63	0.173	56050	2.96	0.60	1.11
4D	Run4B + Assume ages 5+ have same selectivity	94284.0	1406	97096	0.035	61490	0.21	0.07	0.21	0.192	96150	4.77	3.37	0.02
4E	Runs 4C and 4D together	87921.6	1406	90734	0.015	128800	0.23	0.11	0.23	0.019	202700	5.26	3.95	0.001
4F	Run4B + Estimate growth curve internally	96221.4	1437	99095	0.107	43920	0.86	0.36	0.86	0.15	77880	3.89	2.54	0.32
4G	Run4B+Constant q for all fisheries	95052.9	1324	97701	0.249	28630	0.41	0.20	0.41	0.18	52810	2.35	0.51	1.25
4H	Run 4B+ Include M at age vector	95595.5	1436	98468	0.252	30450	0.50	0.24	0.50	0.18	38640	3.44	0.94	0.81
4I	Run 4B + Include tagging data	95214.7	1438	98091	0.359	29520	0.45	0.28	0.45	0.17	55280	2.34	0.47	1.06
4K	Run 4I, estimating M	95238.1	1449	98136	0.381	30620	0.40	0.26	0.40	0.18	63720	2.17	0.38	1.21
4L	Run 4B, change initial condition for Z from 10 to 5 years	95488.3	1436	98360	0.566	30970	0.84	0.41	0.84	0.17	60240	1.71	0.21	1.85
4N	Run 4B, ungroup fisheries for selectivity estimation	95788.9	1476	98741	0.254	28090	0.45	0.19	0.53	0.18	53220	2.65	0.76	1.00
4O	Run using annual catch rather than quarterly catch. Same specifications as 4B	36931.9	637	38206	0.528	33580	0.79	0.22	0.79	0.17	53110	2.31	0.22	1.43
4P	Run 4B, enforcing dome shaped selectivity for surface fleets	94481.6	1425	97332	0.365	30490	0.00	0.00	1.00	0.17	49560	2.70	0.55	0.74

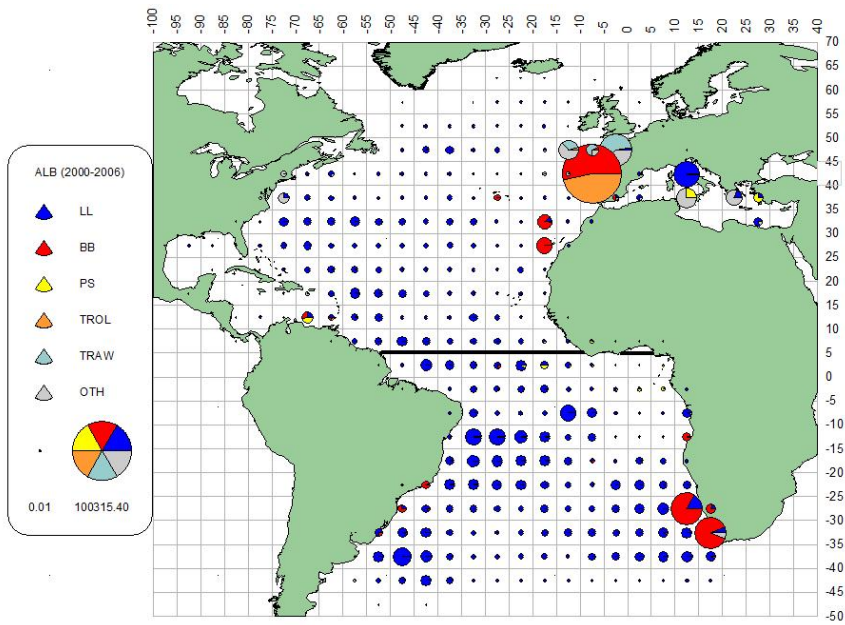


Figure 1. Definition of the Atlantic albacore stock limits.

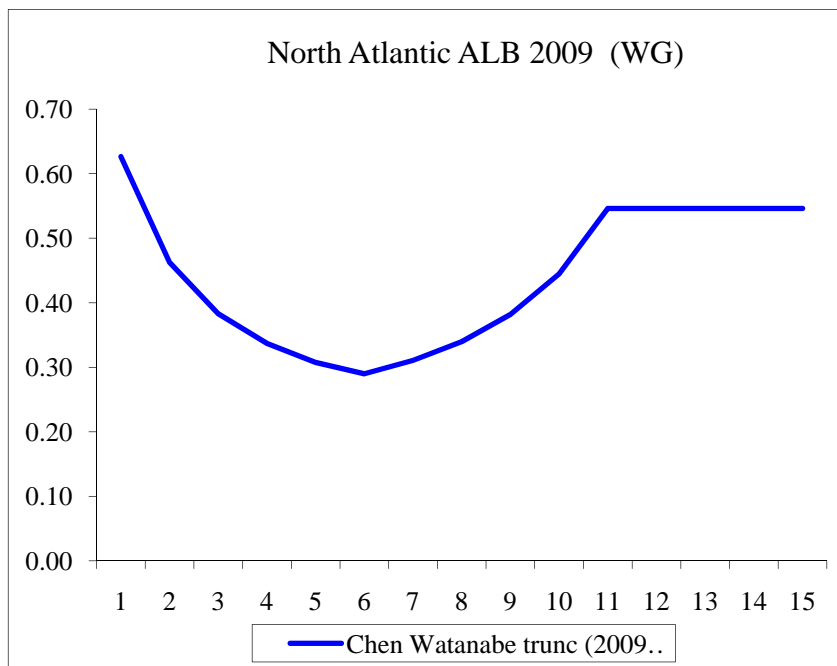


Figure 2. Natural mortality by age estimated using the approach of Chen and Watanabe (1989) for ages 1 to 15 according to the growth parameters derived from Bard's model. Values from ages 11 to 15 were fixed to the value predicted at group older than 11.

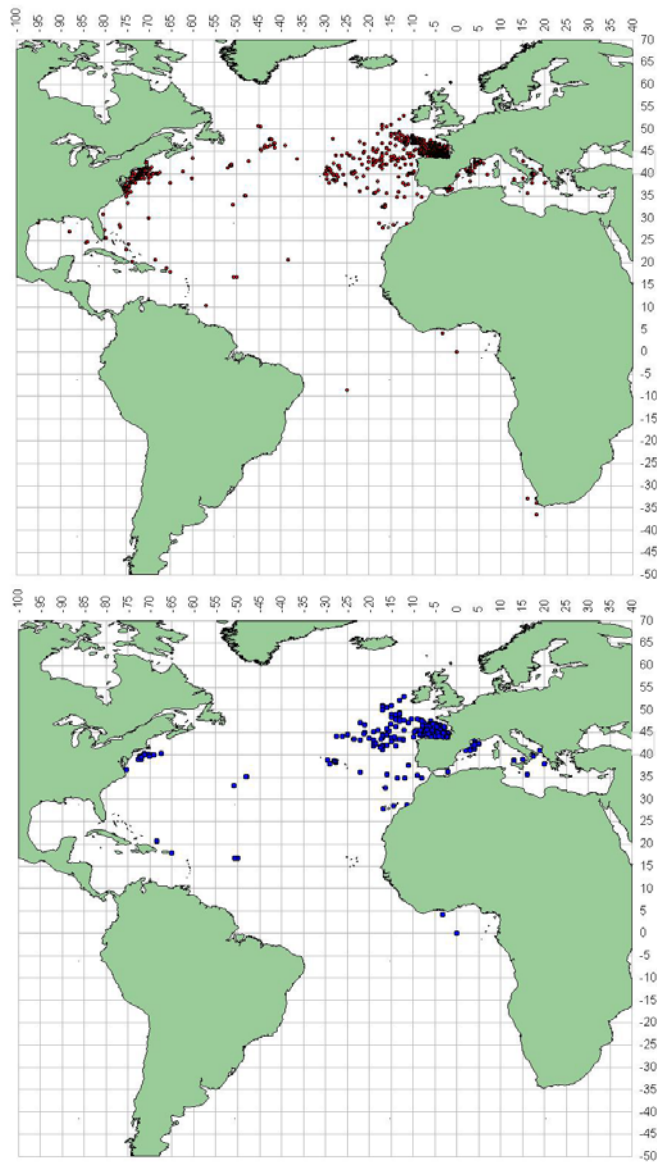


Figure 3. Maps showing the albacore releases (upper) and recoveries (lower).

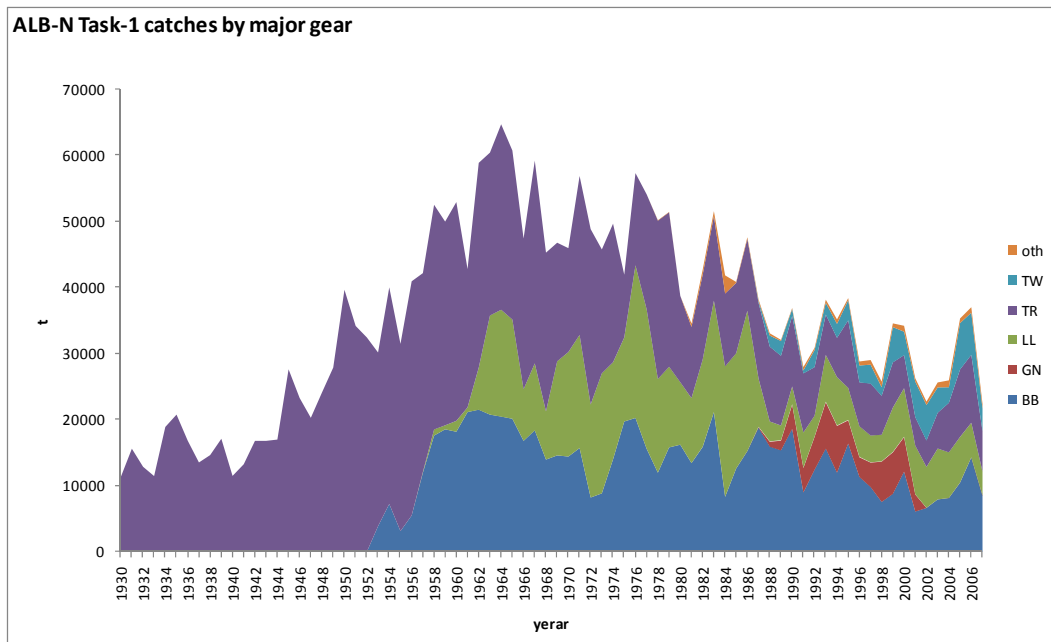


Figure 4. Northern albacore Task I catches by major gear and year.

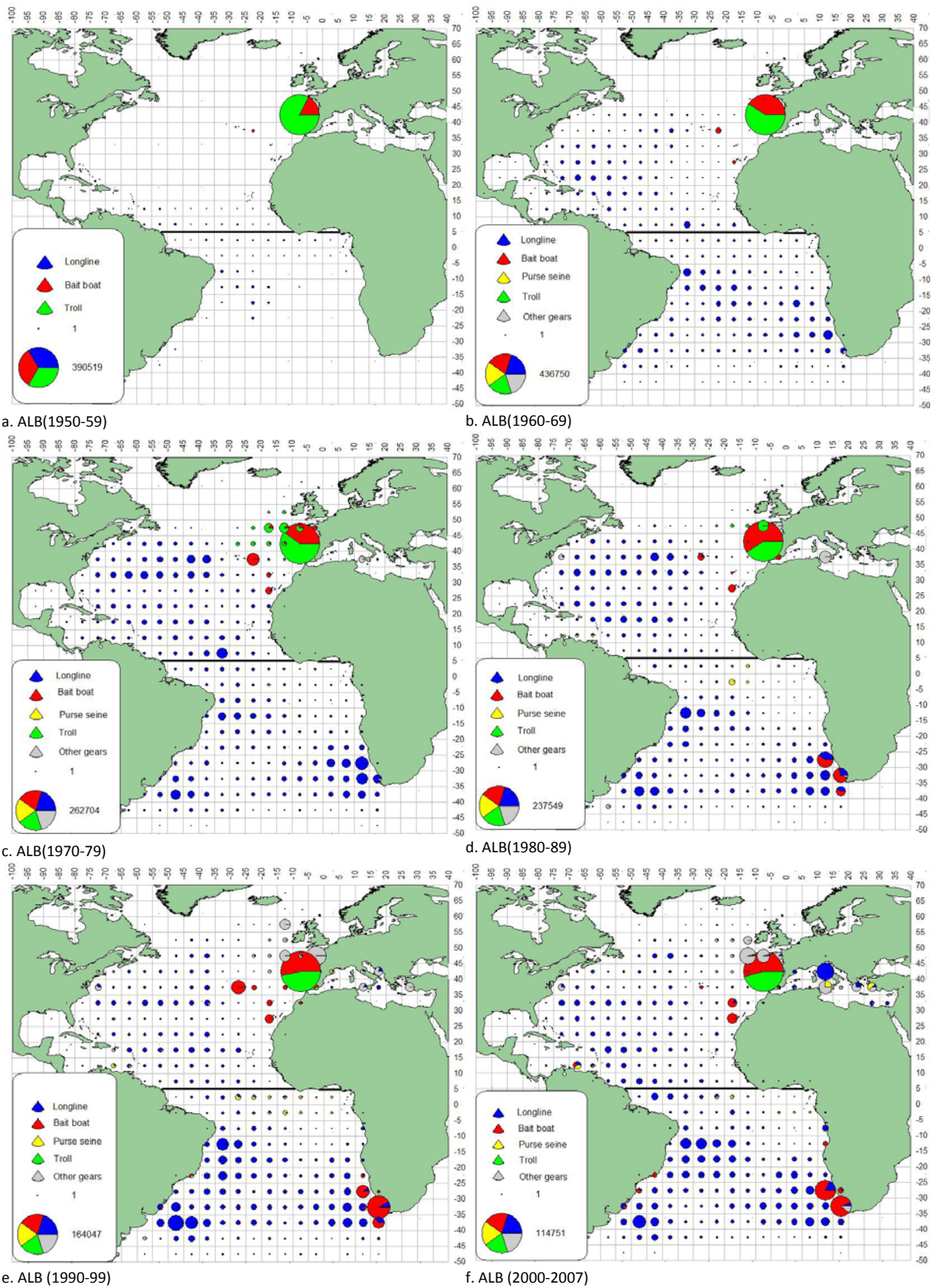


Figure 5. Geographic distribution of ALB catch by major gears and decade.

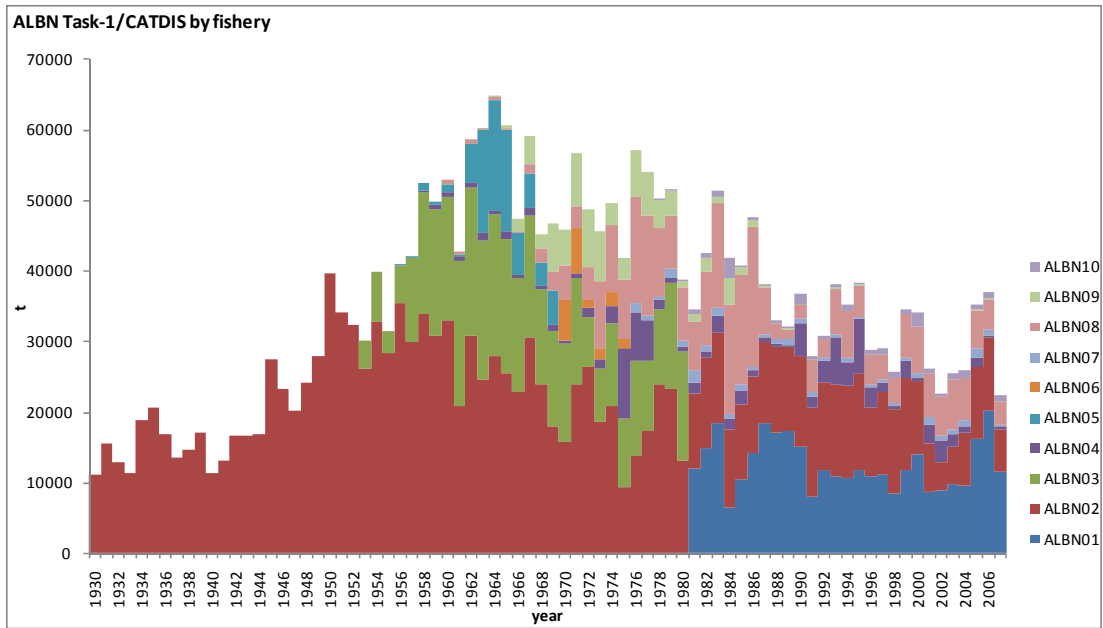


Figure 6. Albacore northern stock: Task I/CATDIS cumulative catches by fishery and year.

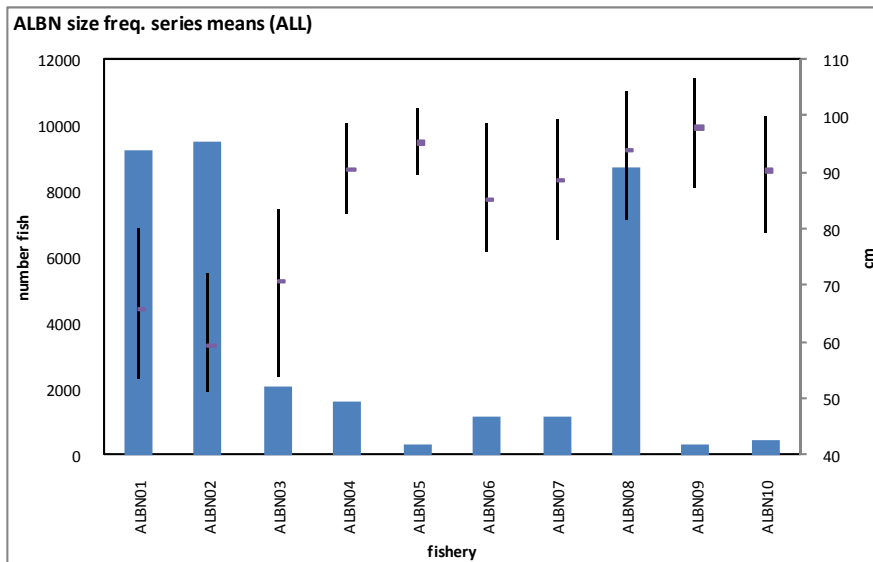


Figure 7. Albacore size frequency series means (left axis: number of fish in left; right axis: size class bin percentiles 10%, 50%, 90%) in each fishery before screening.

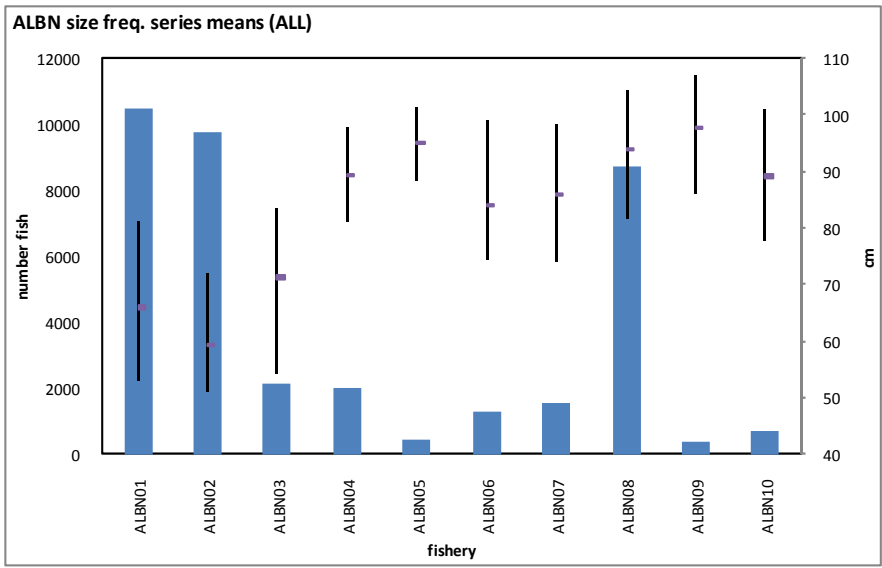
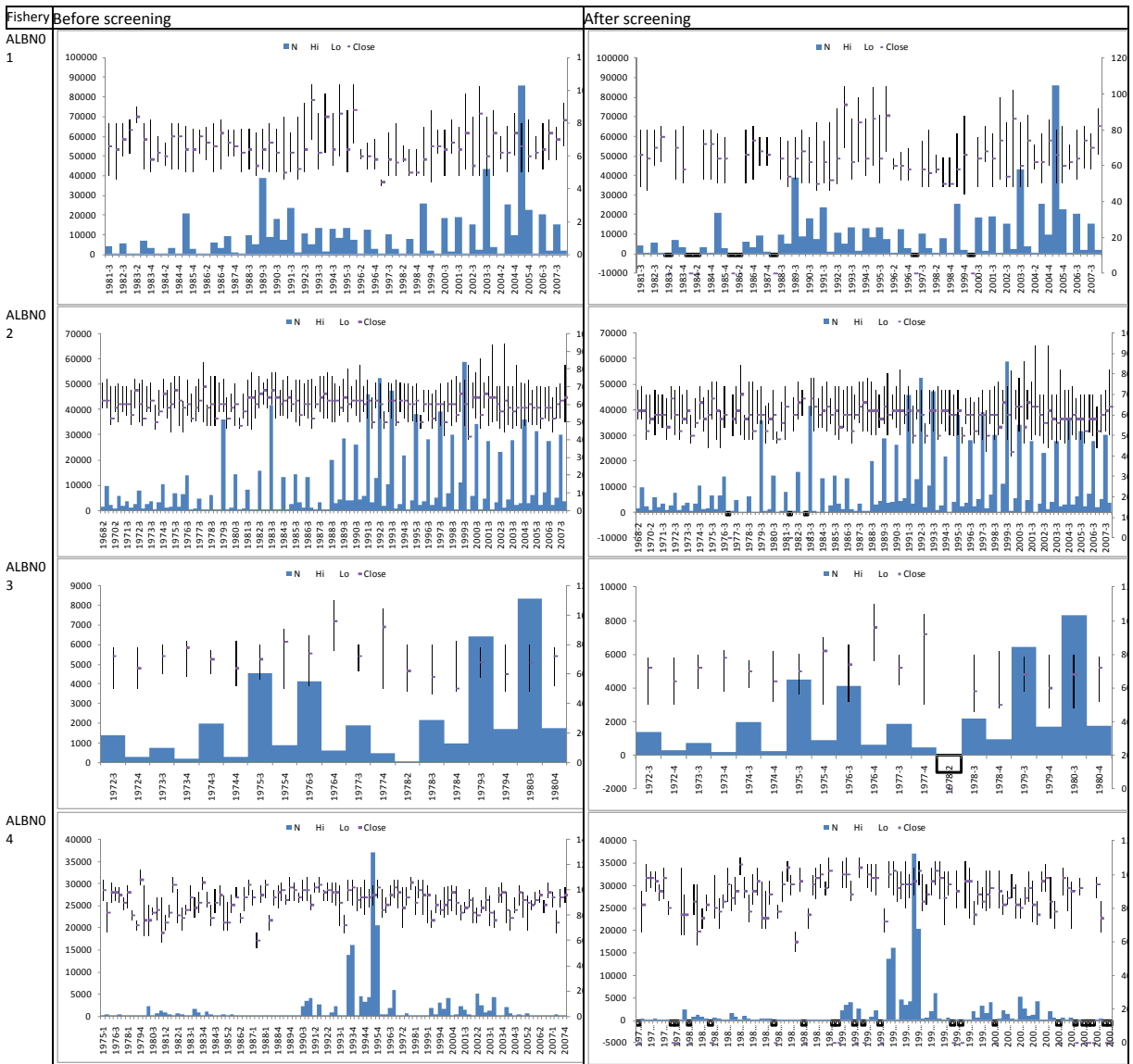


Figure 8. Albacore size frequency series means (left axis: number of fish in left; right axis: size class bin percentiles 10%, 50%, 90%) in each fishery after screening.



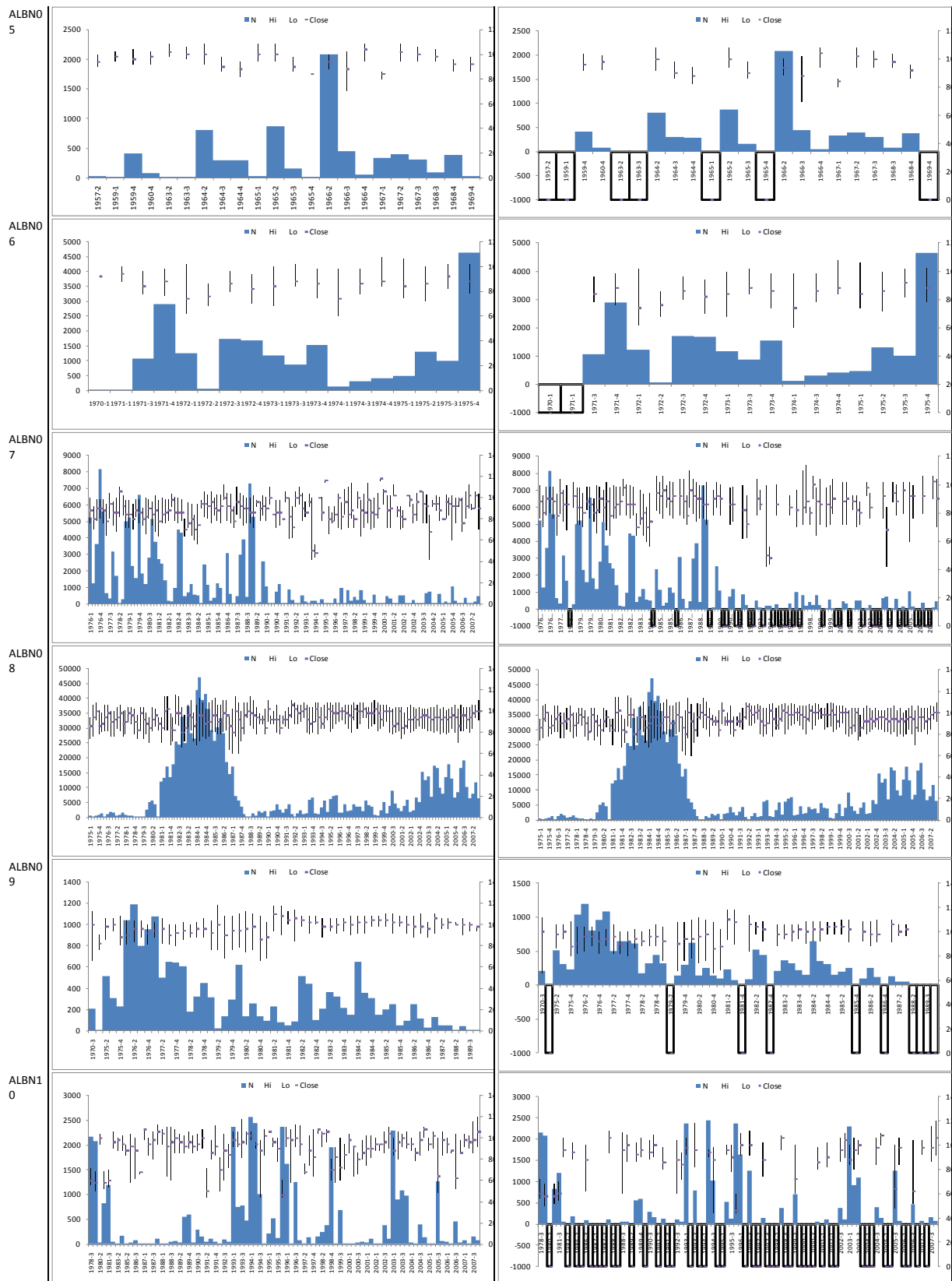
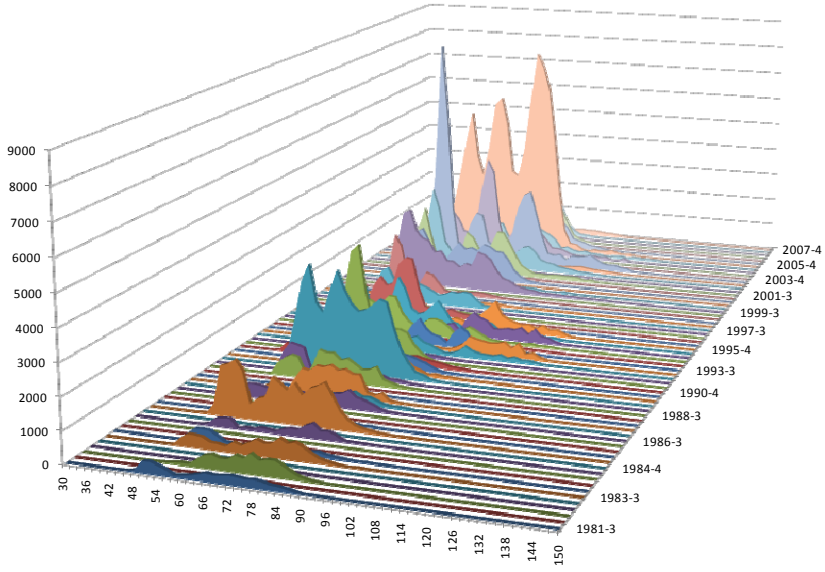
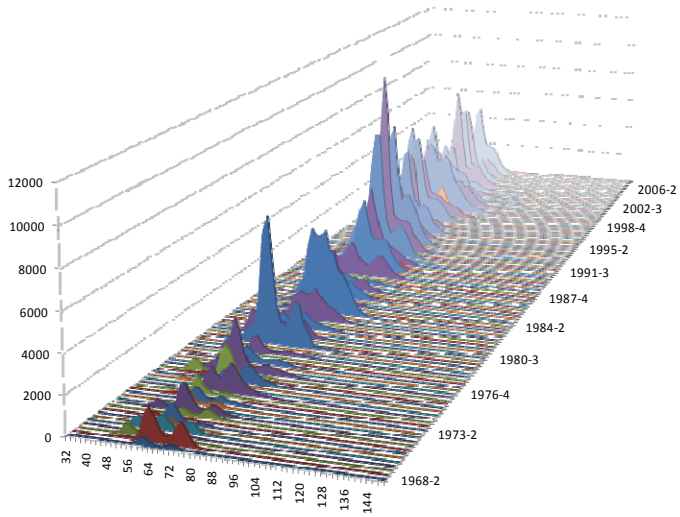


Figure 9. Albacore northern stock size frequency series means (left axis: number of fish; right axis: size class bin percentiles 10%, 50% and 90%) by fishery, before (left panel) and after screening (right panel) in each fishery. Discarded series in each fishery are shown as negative number (-1000) on right panel.

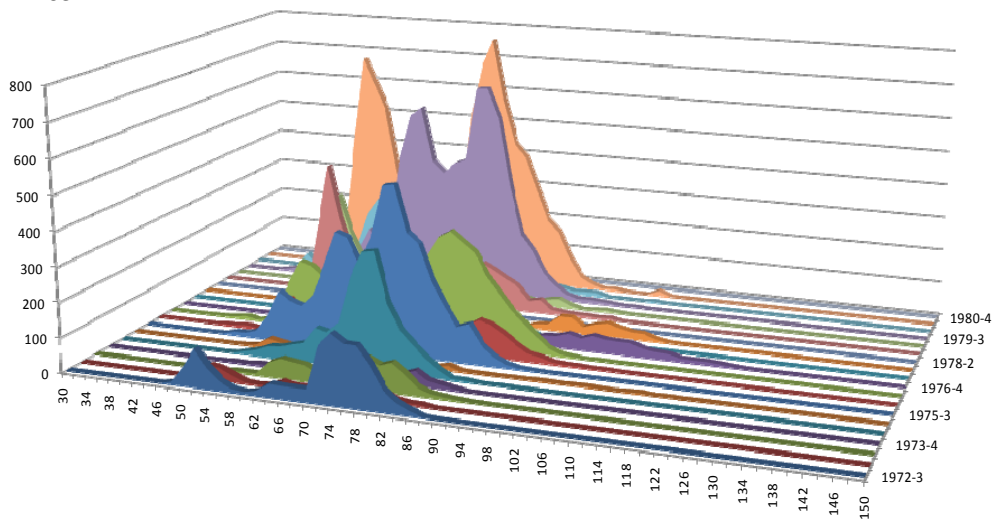
ALBN01



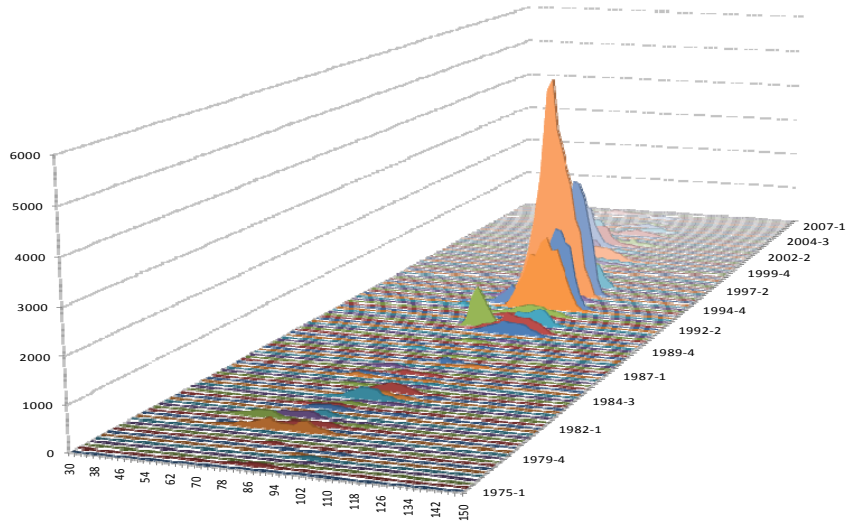
ALBN02



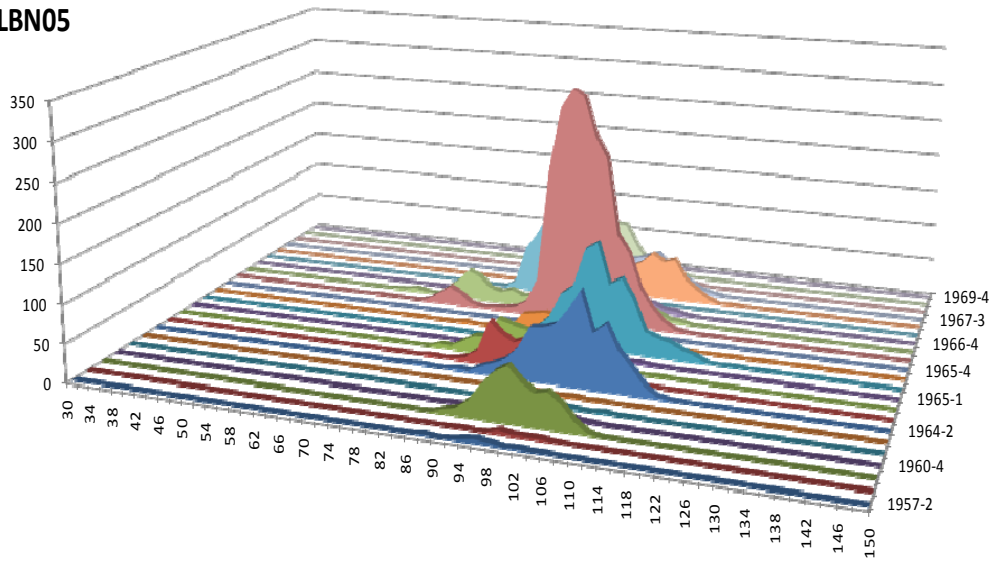
ALBN03



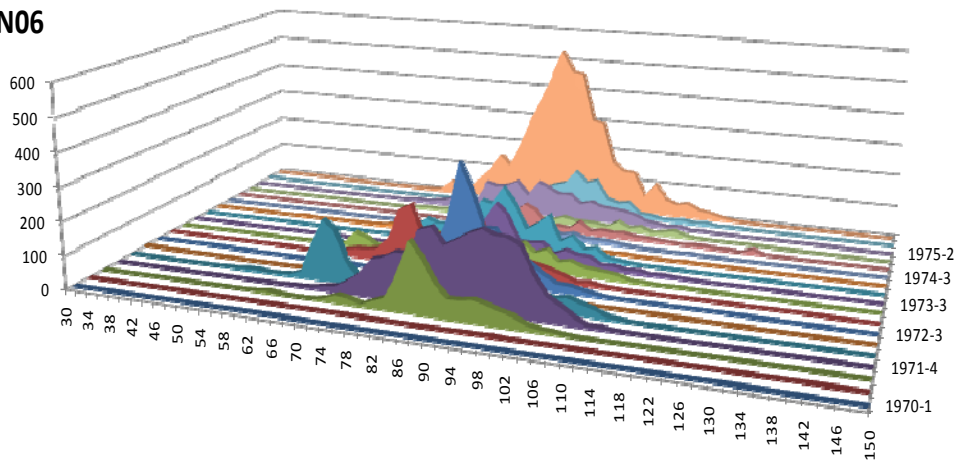
ALBN04



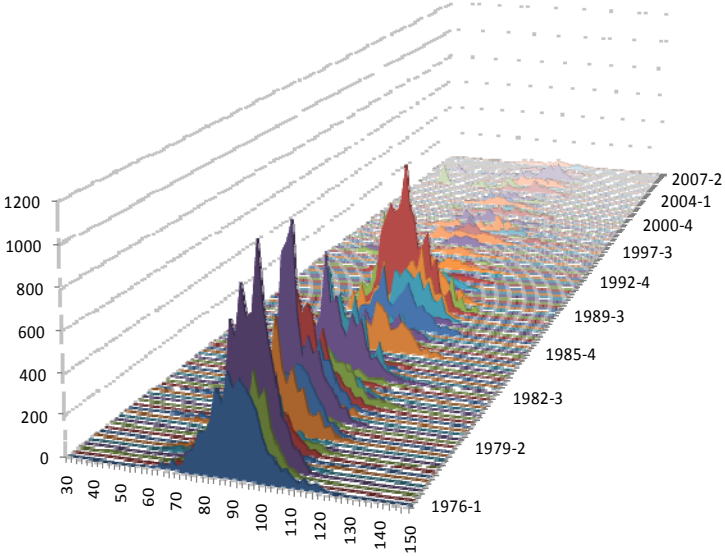
ALBN05



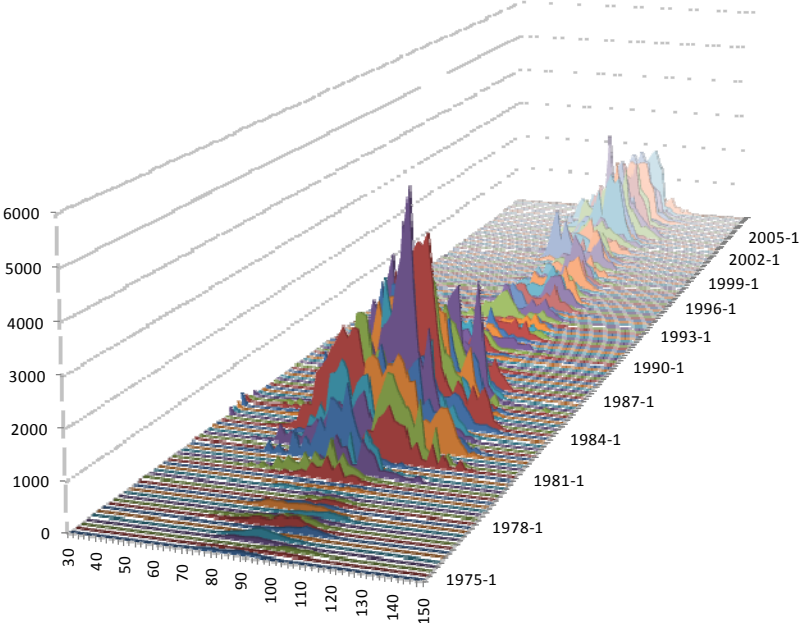
ALBN06



ALBN07



ALBN08



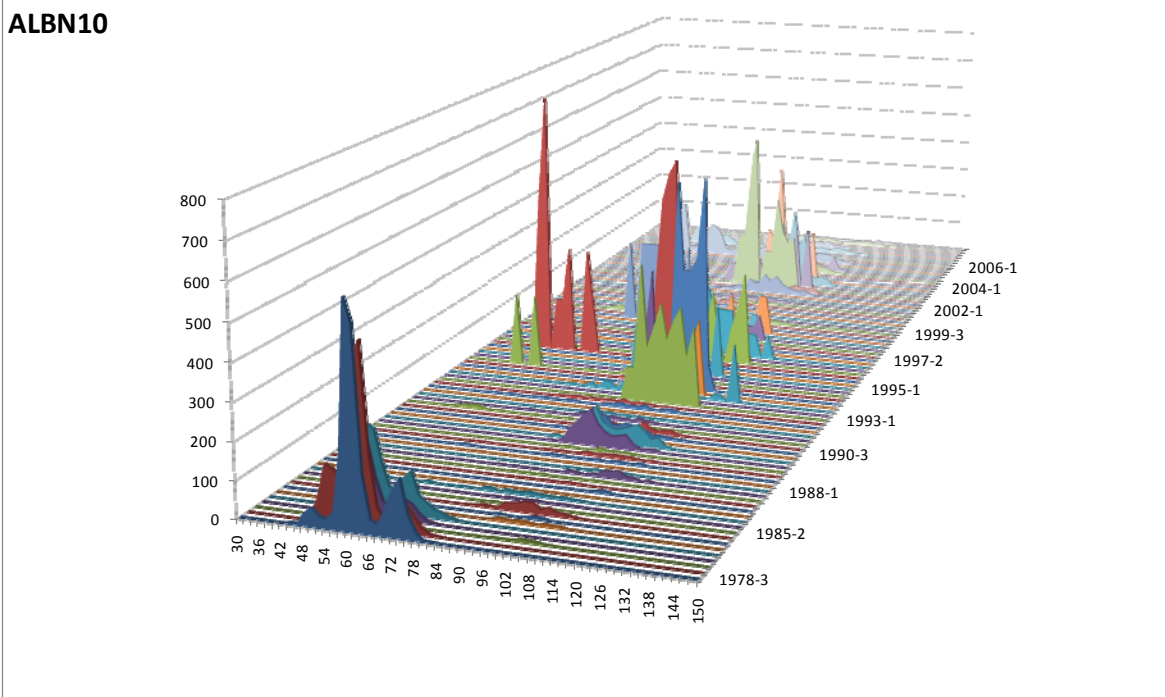
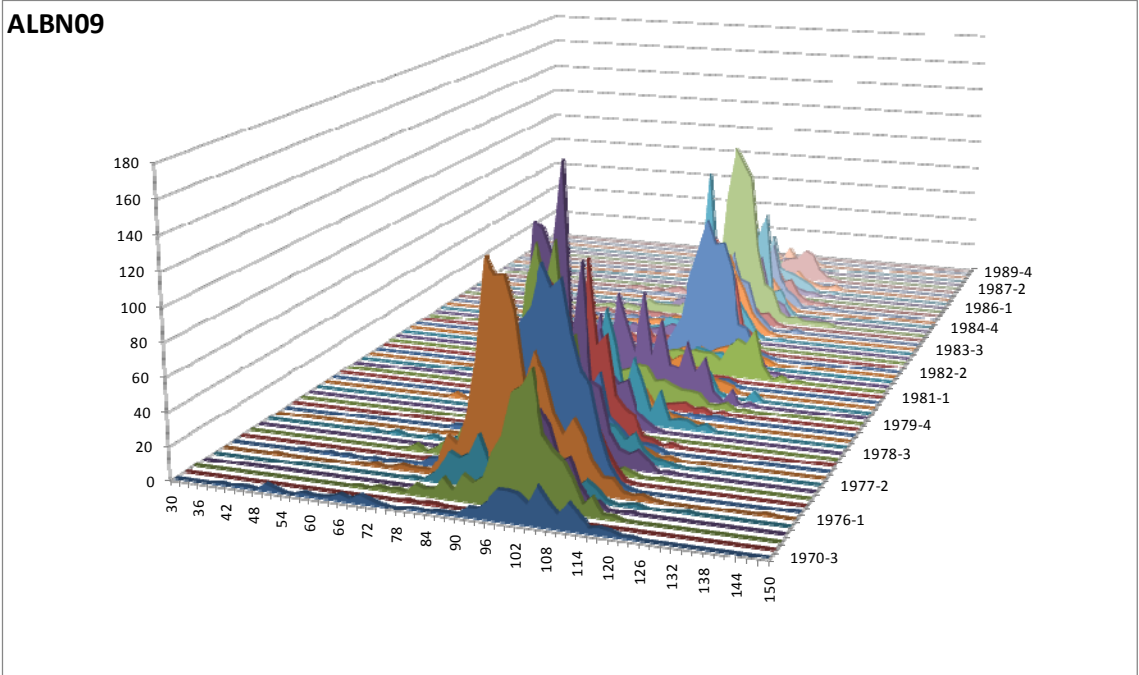


Figure 10. Histograms of size frequencies distributions by fishery and year used by Multifan-CL (after screening).

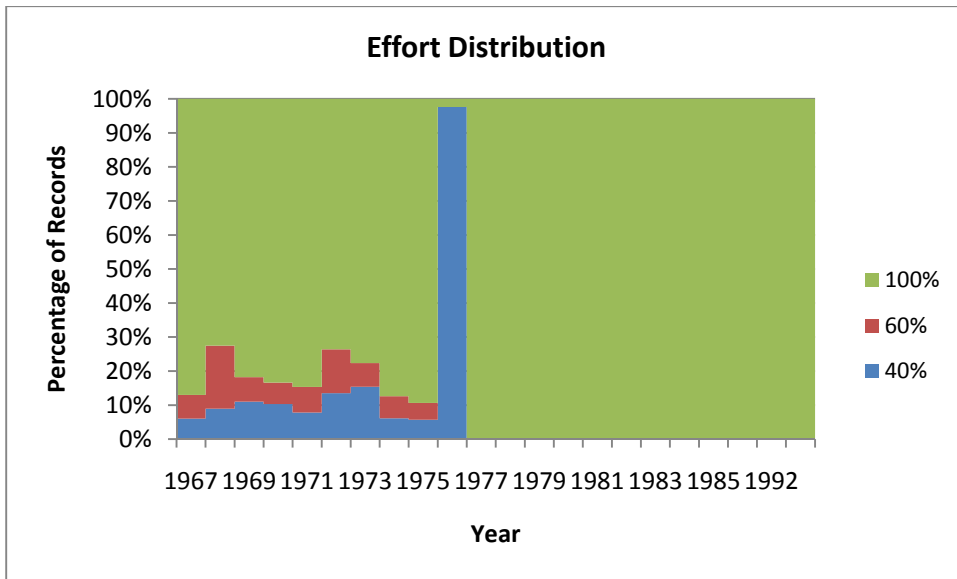


Figure 11. Percentage of catch records assigned to each effort category (fished 40%, 60%, or 100% of day) by year for the French Task II albacore data from 1967-1993.

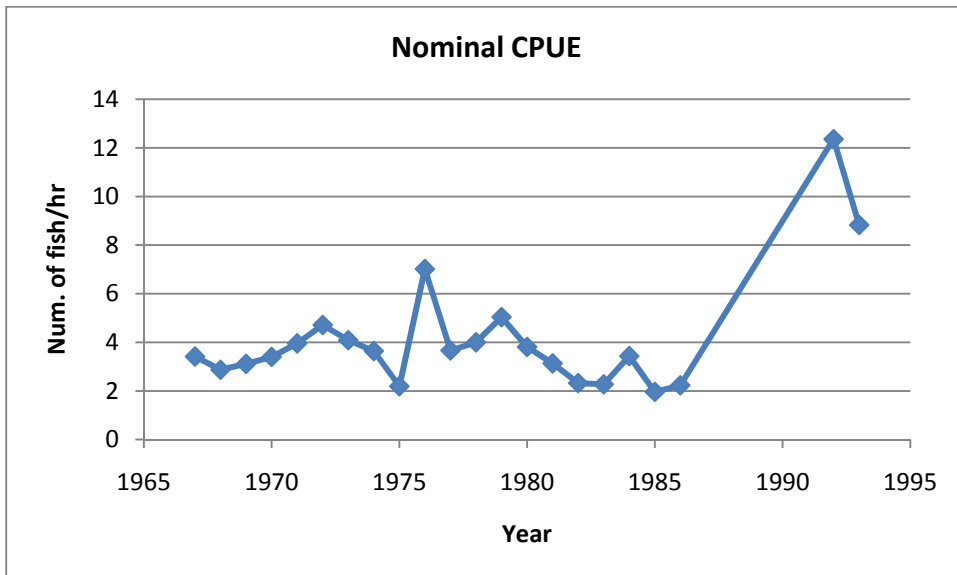


Figure 12. Preliminary nominal CPUE series for the French Task II albacore data from 1967-1993.

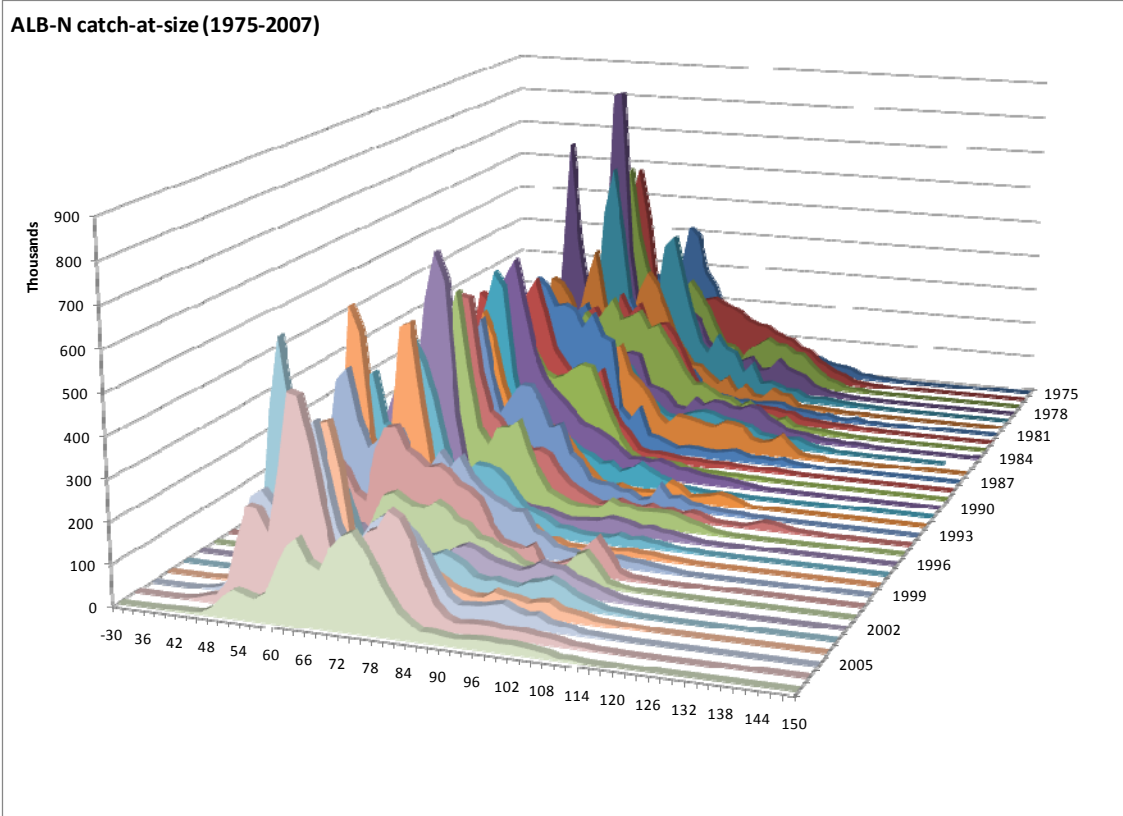


Figure 13. North Atlantic albacore overall catch-at-size, by year and in 2 cm (lower limit) length classes. First and last classes are minus/plus groups.

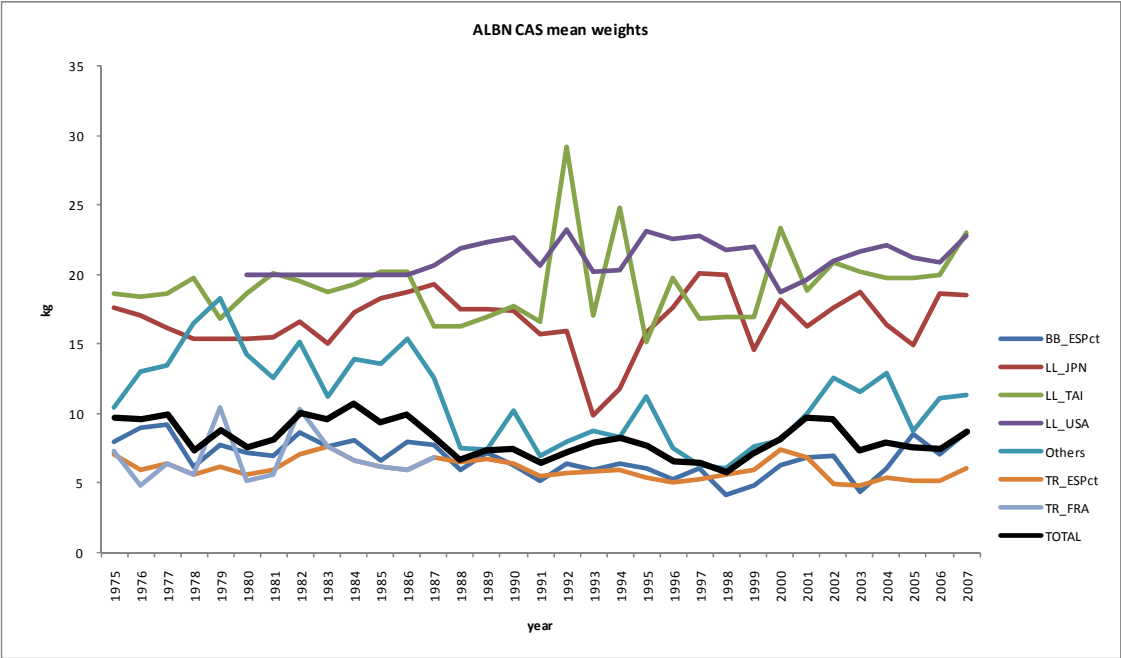


Figure 14. Estimated mean weights of ALB-N CAS (overall and by major fishery).

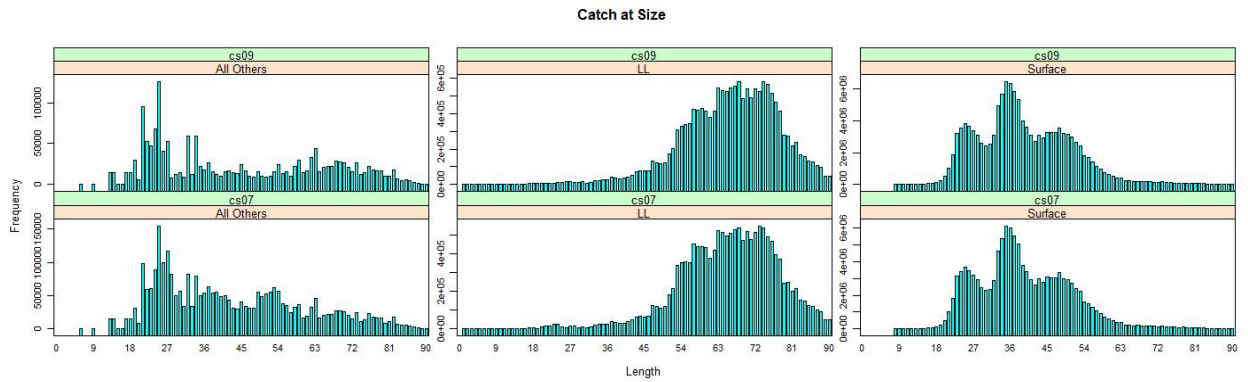


Figure 15. Comparison between albacore catch at size from the ICCAT data base in 2007 and 2009 for long line, surface (GN, BB, TR and TW) and other fisheries all years in database combined.

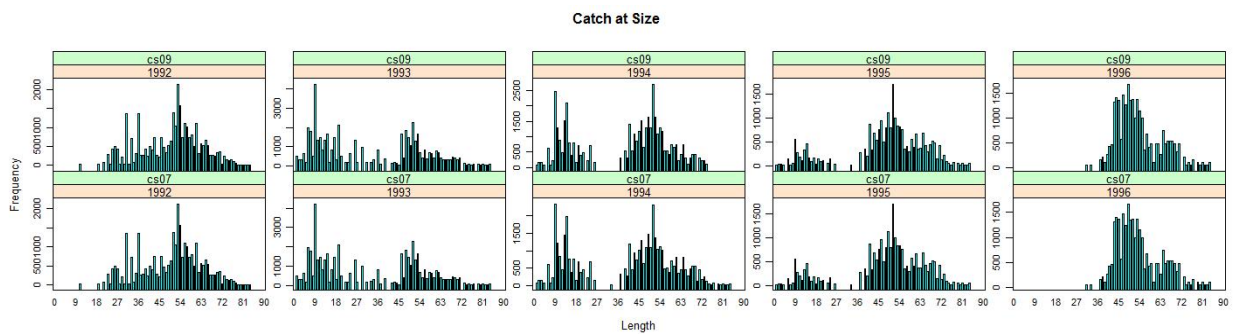


Figure 16. Comparison between albacore catch at size from the ICCAT data base in 2007 and 2009 for Japanese long line catch at size length distributions for 1992 to 1996.

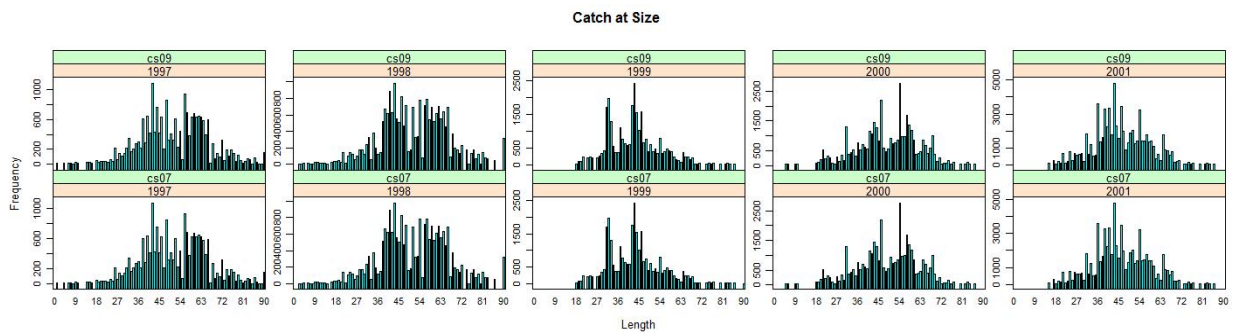


Figure 17. Comparison between albacore catch at size from the ICCAT data base in 2007 and 2009 for Japanese long line catch at size length distributions for 1997 to 2001.

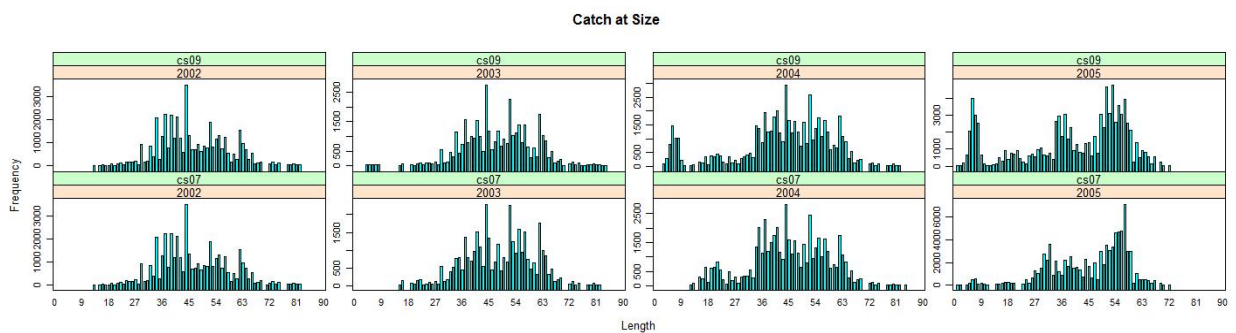


Figure 18. Comparison between albacore catch at size from the ICCAT data base in 2007 and 2009 for Japanese long line catch at size length distributions for 2002 to 2005.

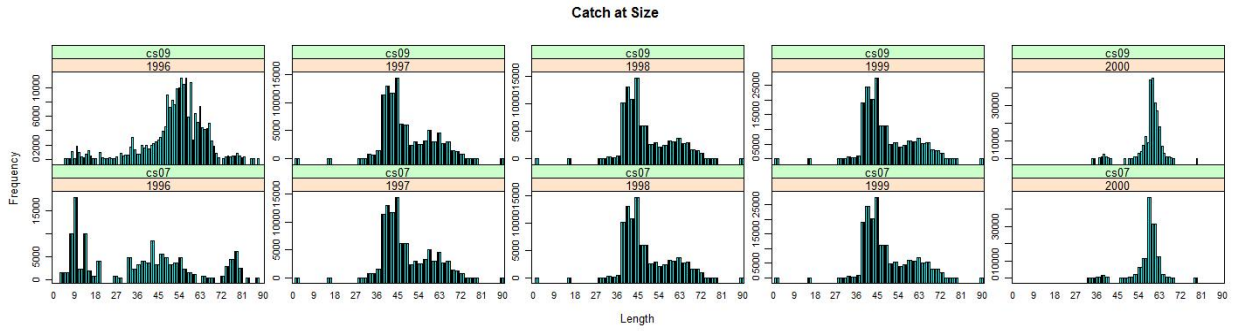


Figure 19. Comparison between albacore catch at size from the ICCAT data base in 2007 and 2009 for Chinese Taipei long line from 1996 to 2000.

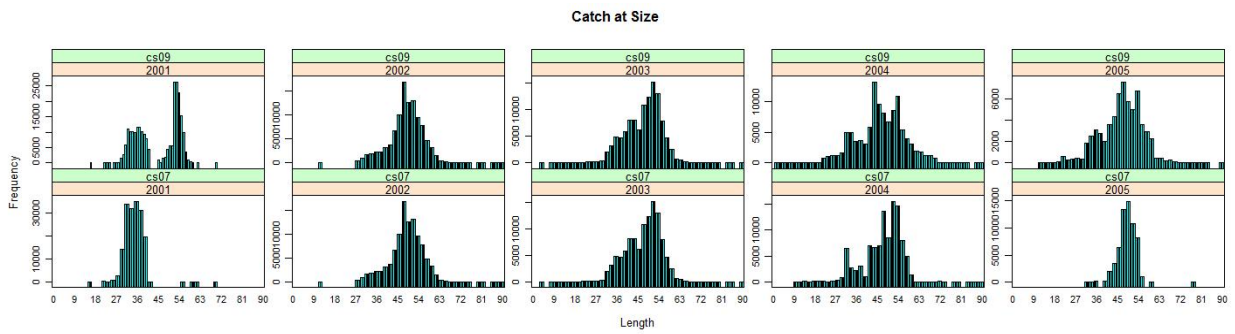


Figure 20. Comparison between albacore catch at size from the ICCAT data base in 2007 and 2009 for Chinese Taipei long line from 2001 to 2005

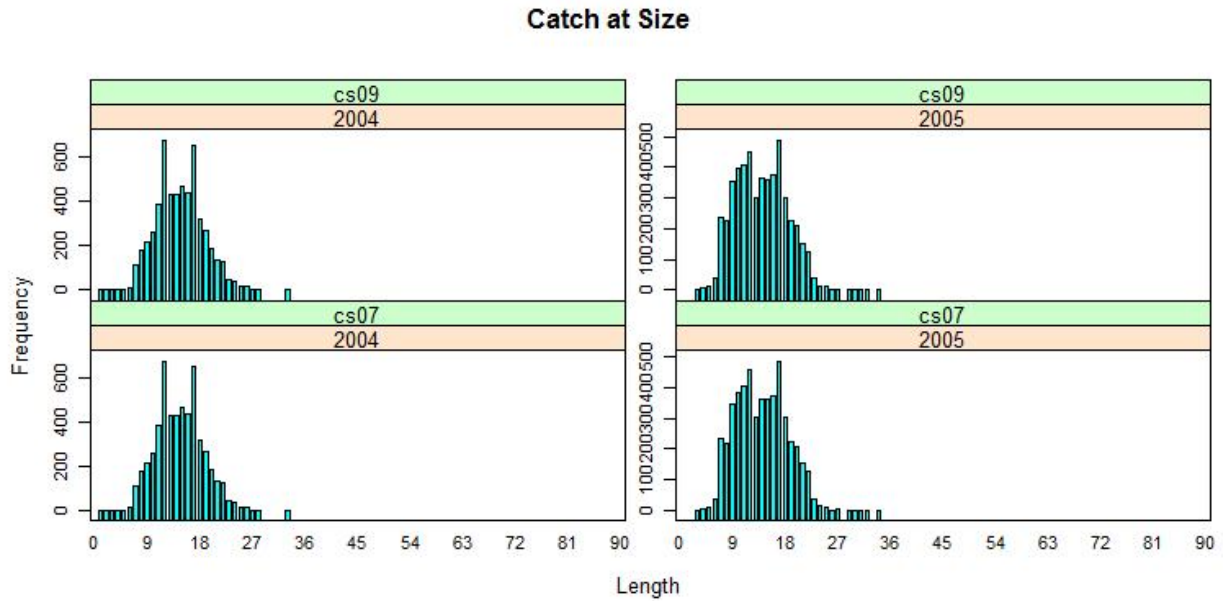


Figure 21. Comparison between albacore catch at size from the ICCAT data base in 2007 and 2009 for US longline for 2004 and 2005.

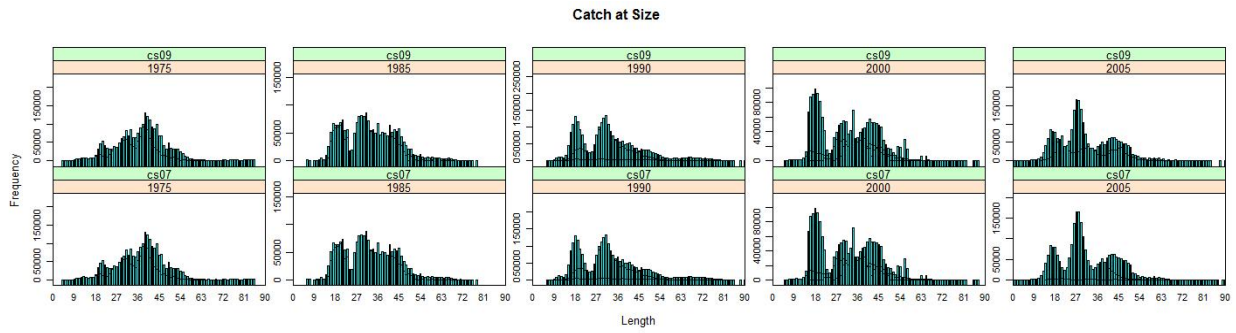


Figure 22. Comparison between albacore catch at size from the ICCAT data base in 2007 and 2009 for change in catch at size for BB, TR and TW in 1975, 1985, 1990, 2000 and 2005.

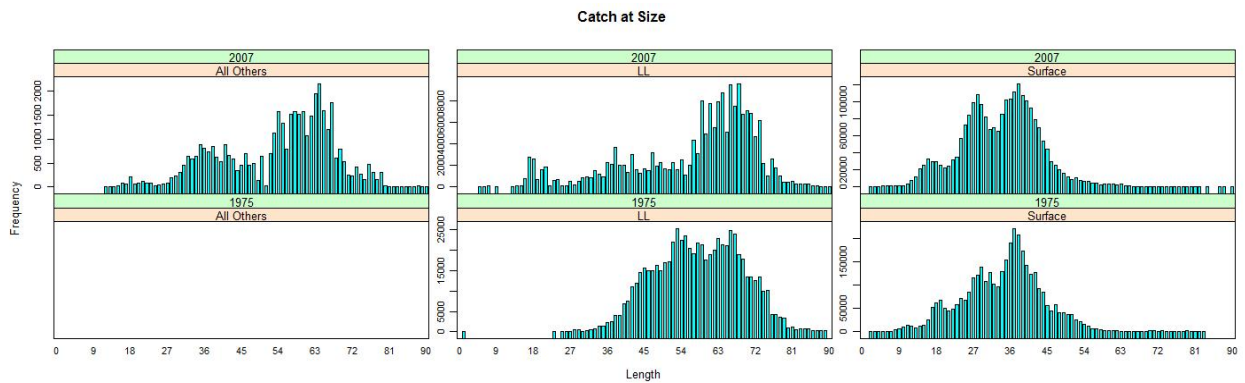


Figure 23. A comparison between the 2007 and 1975 albacore catch at size, using the 2009 data base, for the long line, surface (GN, BB, TR & TW) and all other gears.

Catch at Size

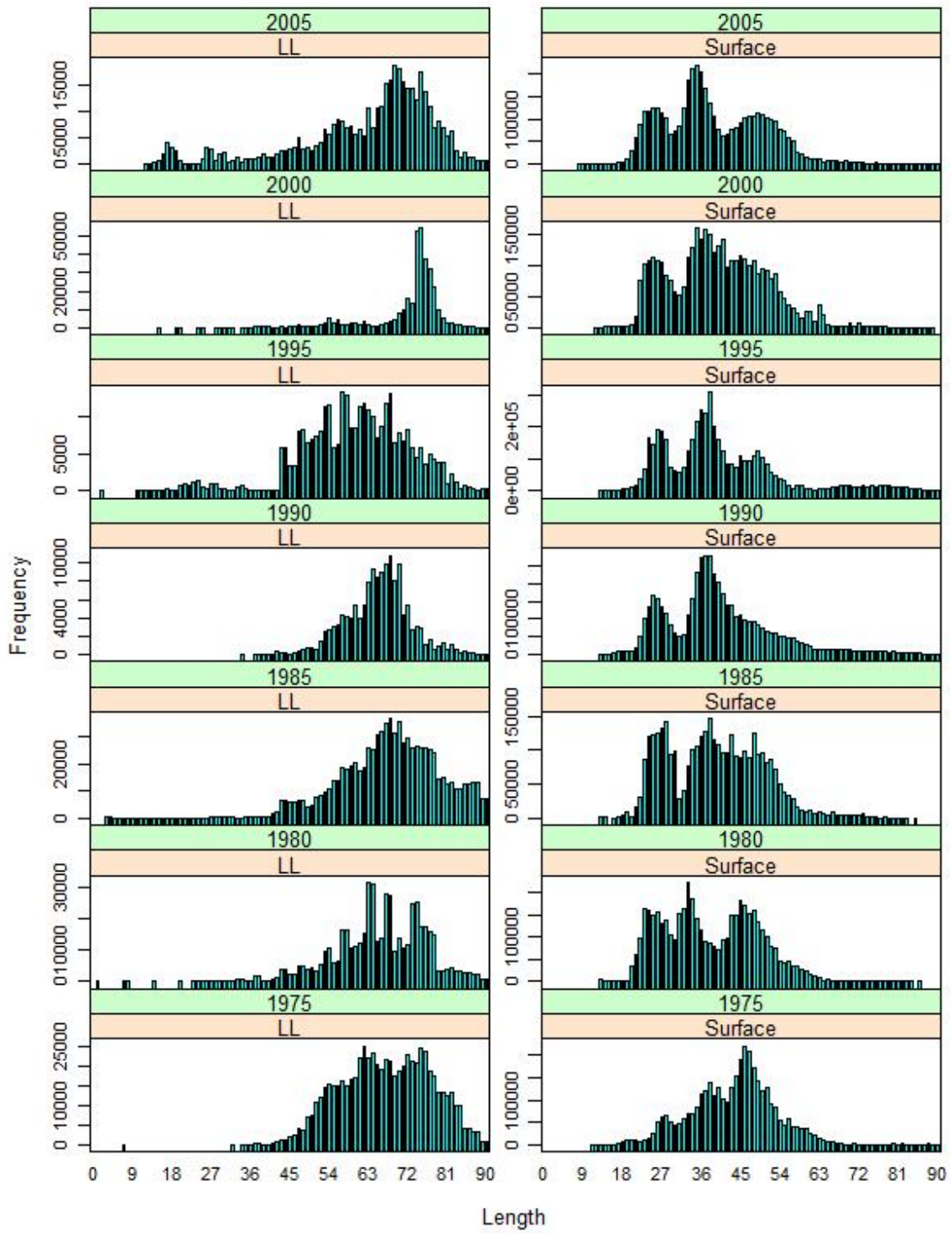


Figure 24. A comparison between long lines, using the 2009 data base, surface and all other gears for 1975 and 2007.

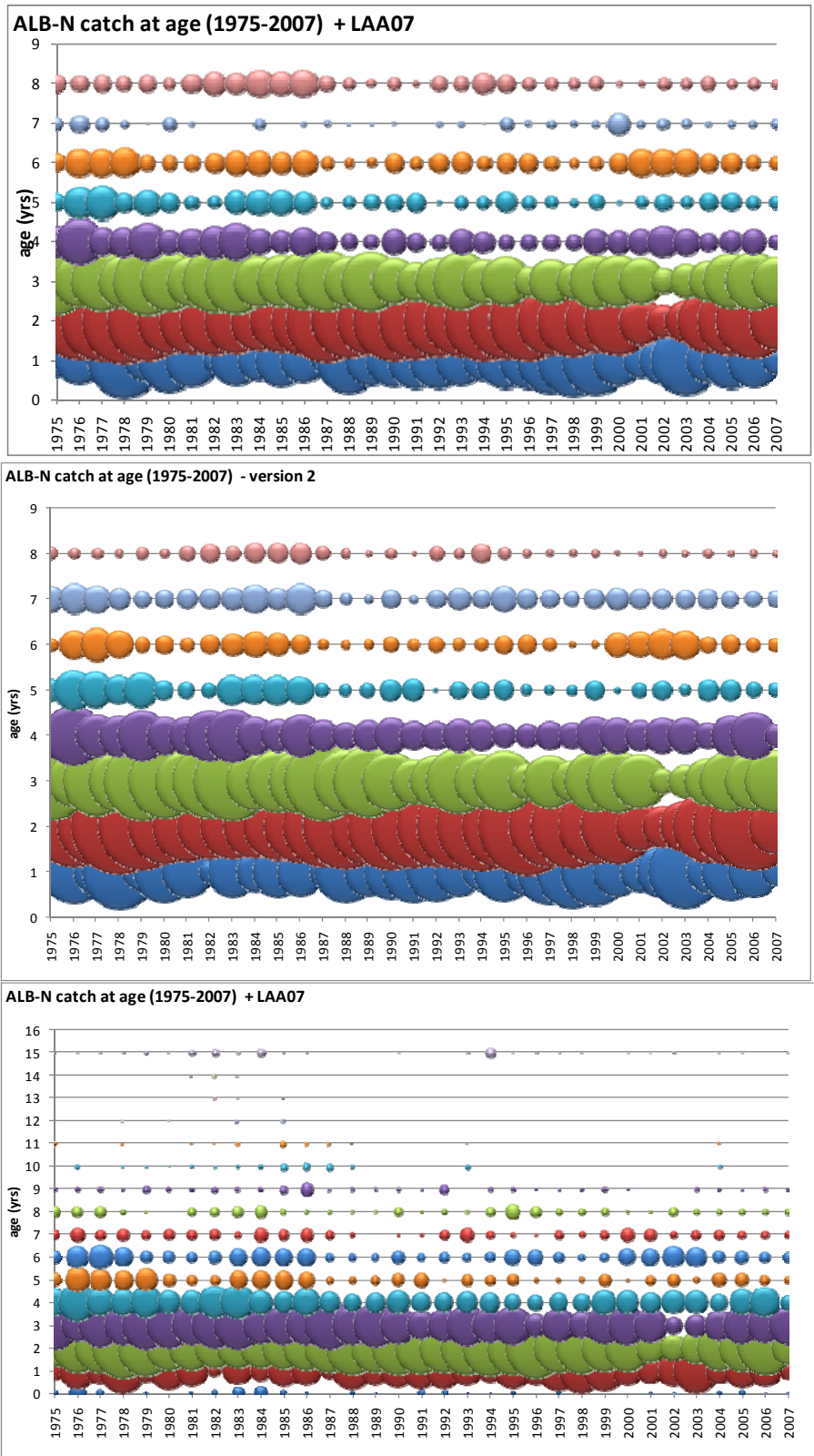
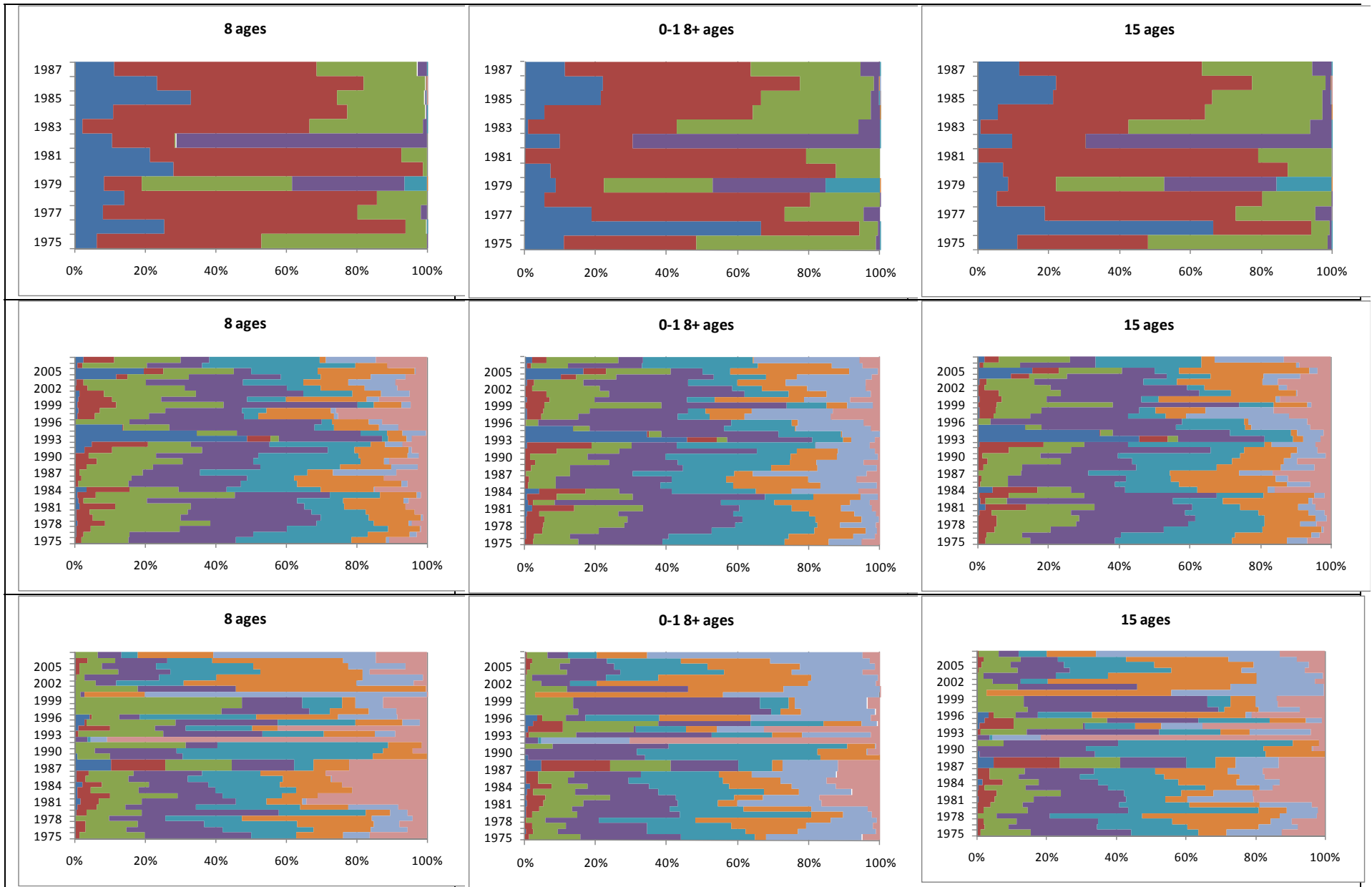


Figure 25. Catch at age using the latest catch at size and Kimura Chikuni (lengths at age for ages 1 to 8 (up), ages 0-1 to 8+ (middle), and 0 to 15 (down)).



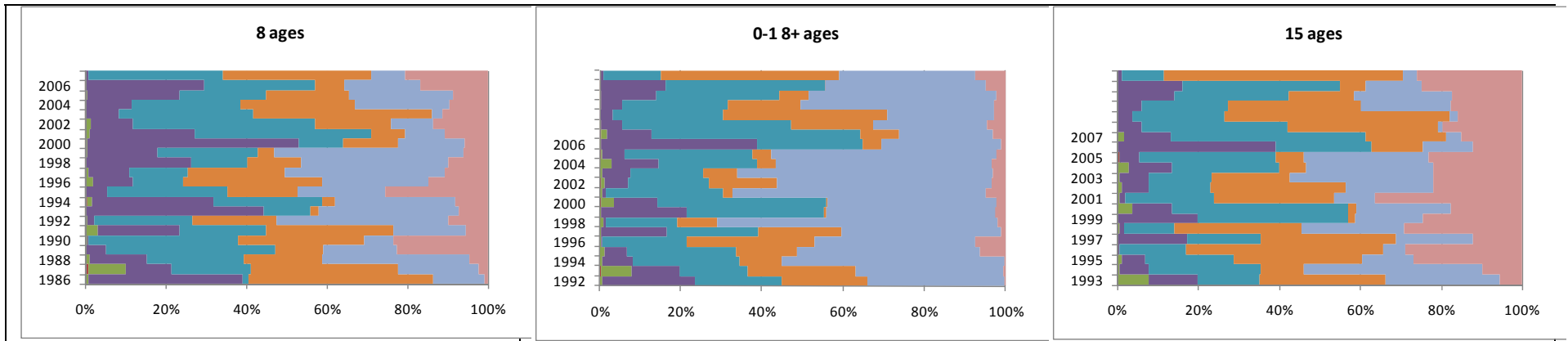


Figure 26. Comparison of catch at age proportions by fleet, using the latest catch at size and Kimura Chikuni (lengths at age for ages 1 to 8, for ages 0-1 to 8+, and for ages 0 to 15). First row = French troll; second row = Japan LL; third row = Taiwan LL; fourth row = US LL.

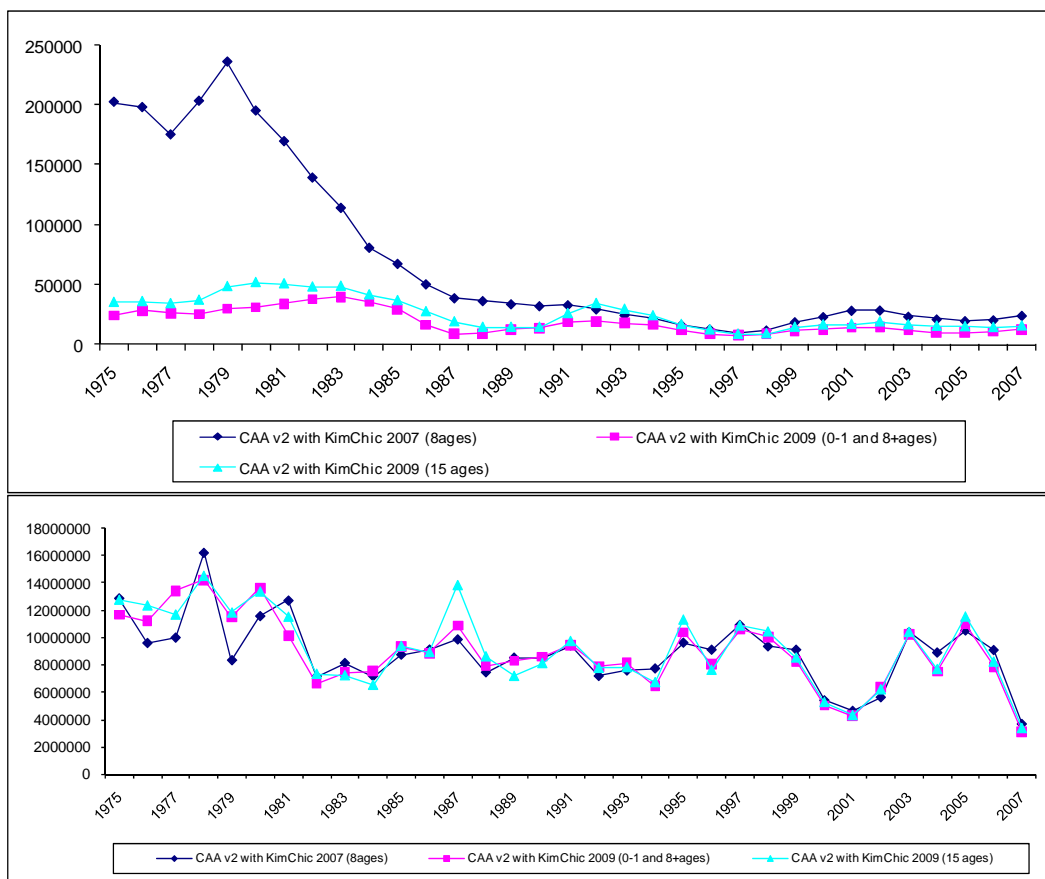
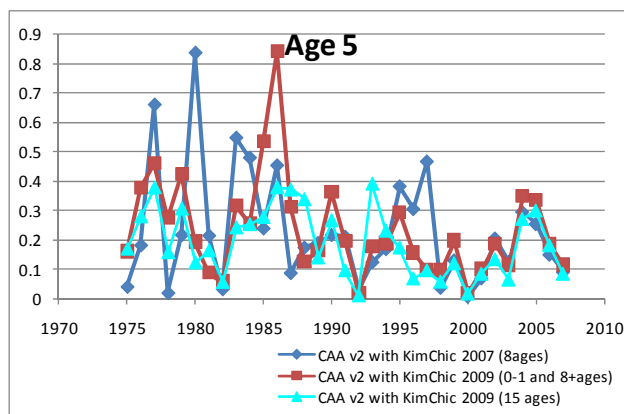
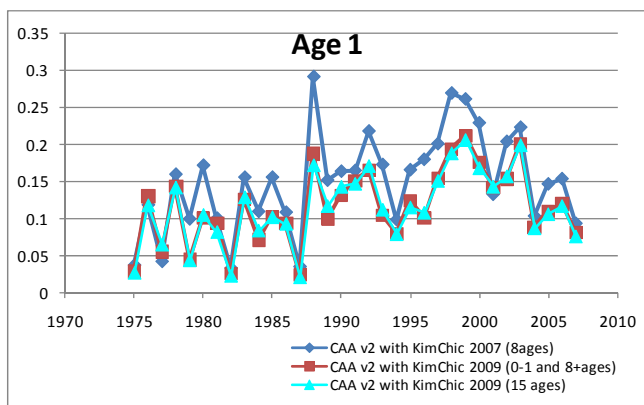


Figure 27. Effect of alternative CAA matrices on SSB (up) and recruitment (bottom), within a VPA run considering a 8+ age group.



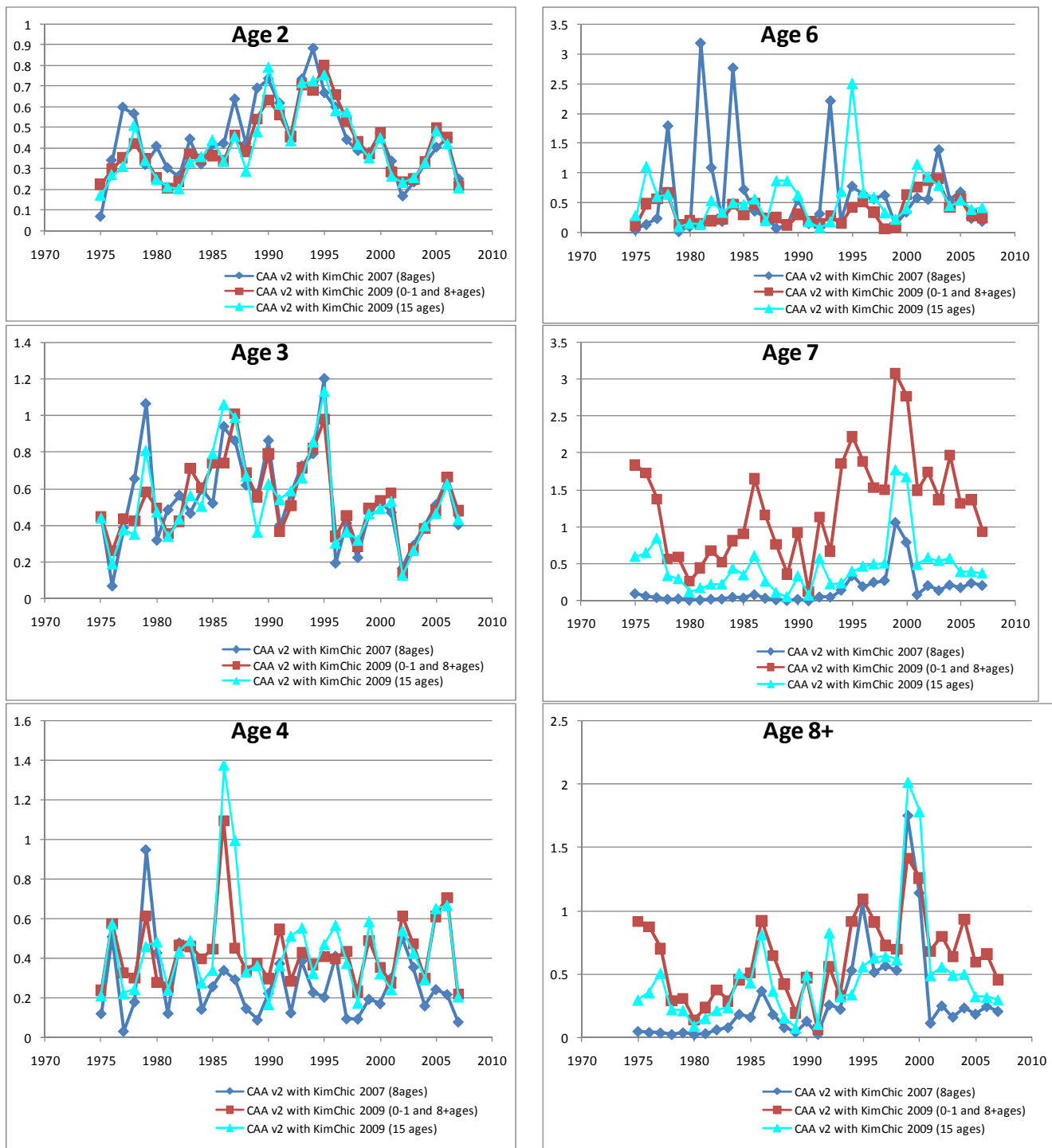


Figure 28. Effect of alternative CAA matrices on fishing mortality rates.

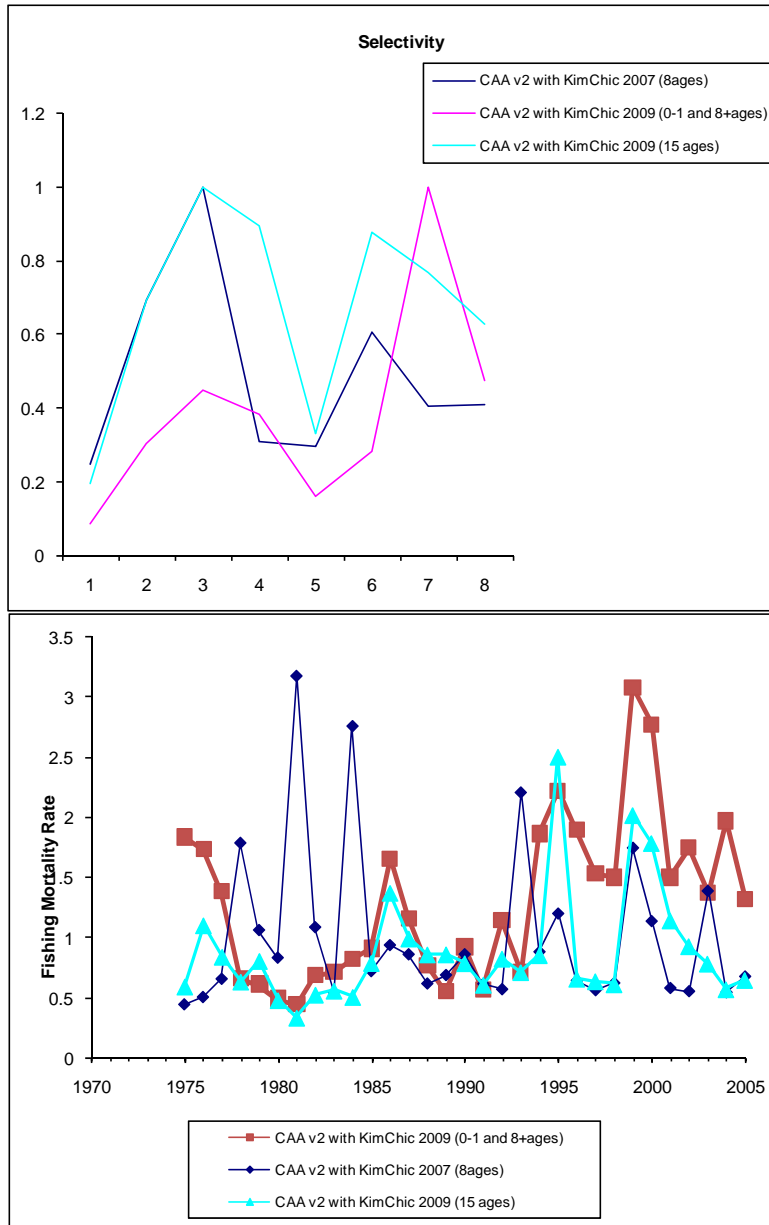


Figure 29. Effect of alternative CAA matrices on last 3 year averaged selectivity vector (up) and apical fishing mortality rate (bottom).

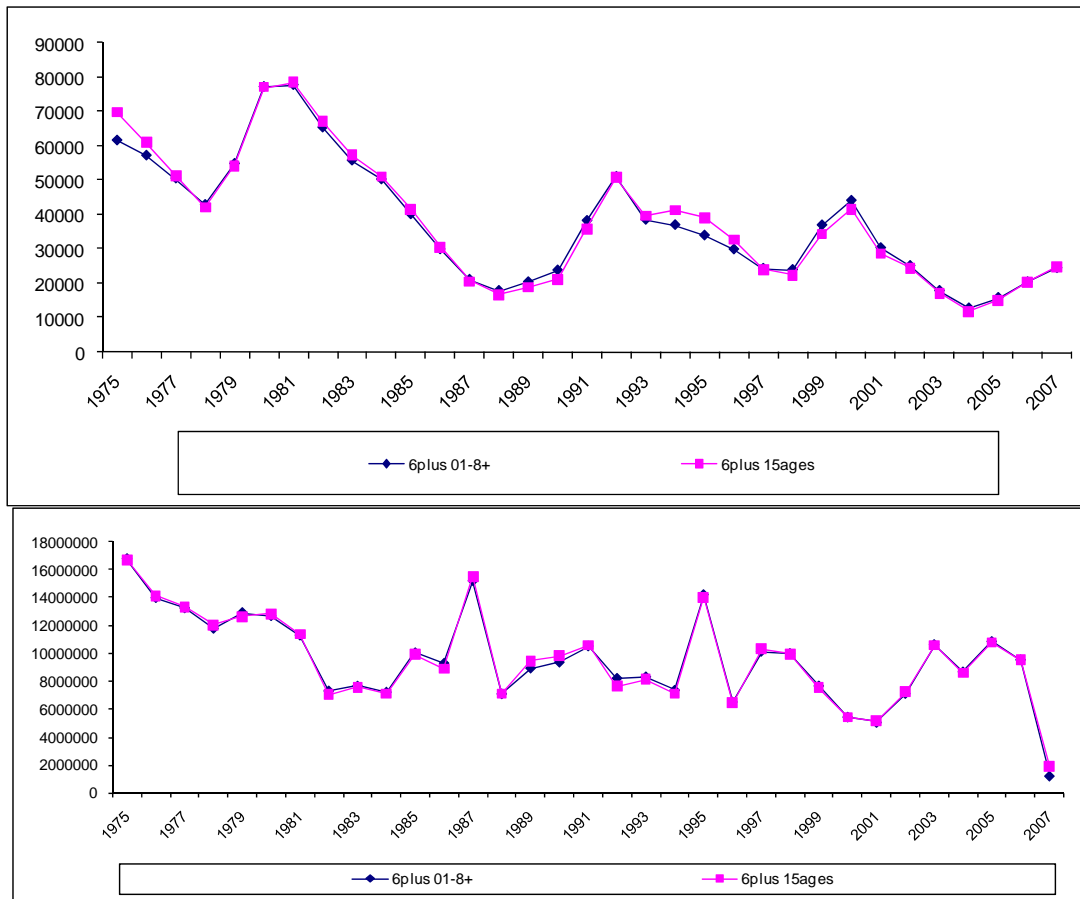
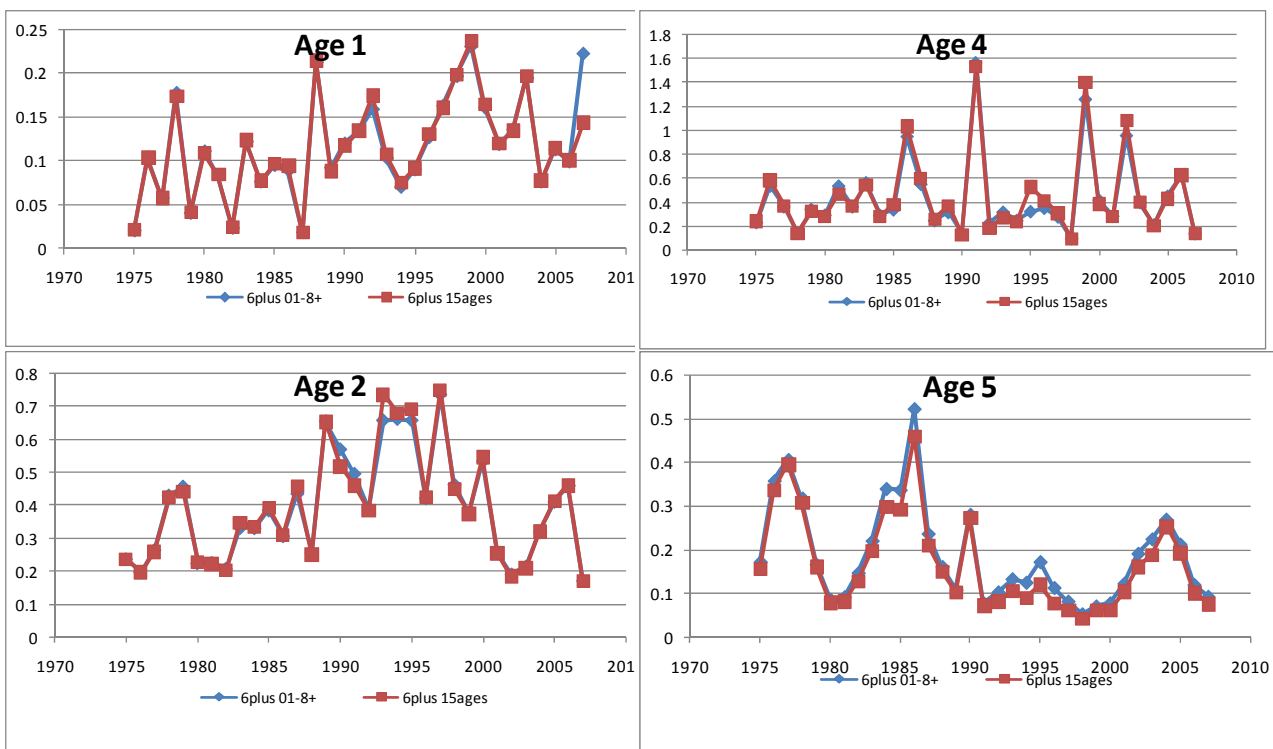


Figure 30. Effect of alternative CAA matrices on SSB (up) and recruitment (bottom), within a VPA run considering a 6+ age group.



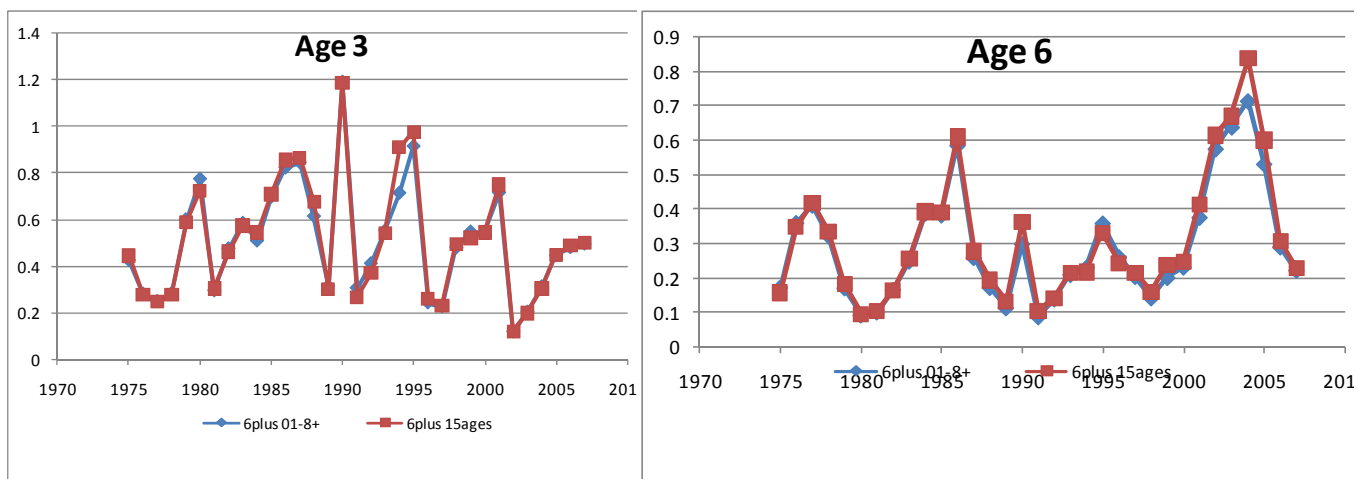


Figure 31. Effect of alternative CAA matrices on fishing mortality rates, in a VPA with a 6+ plus group.

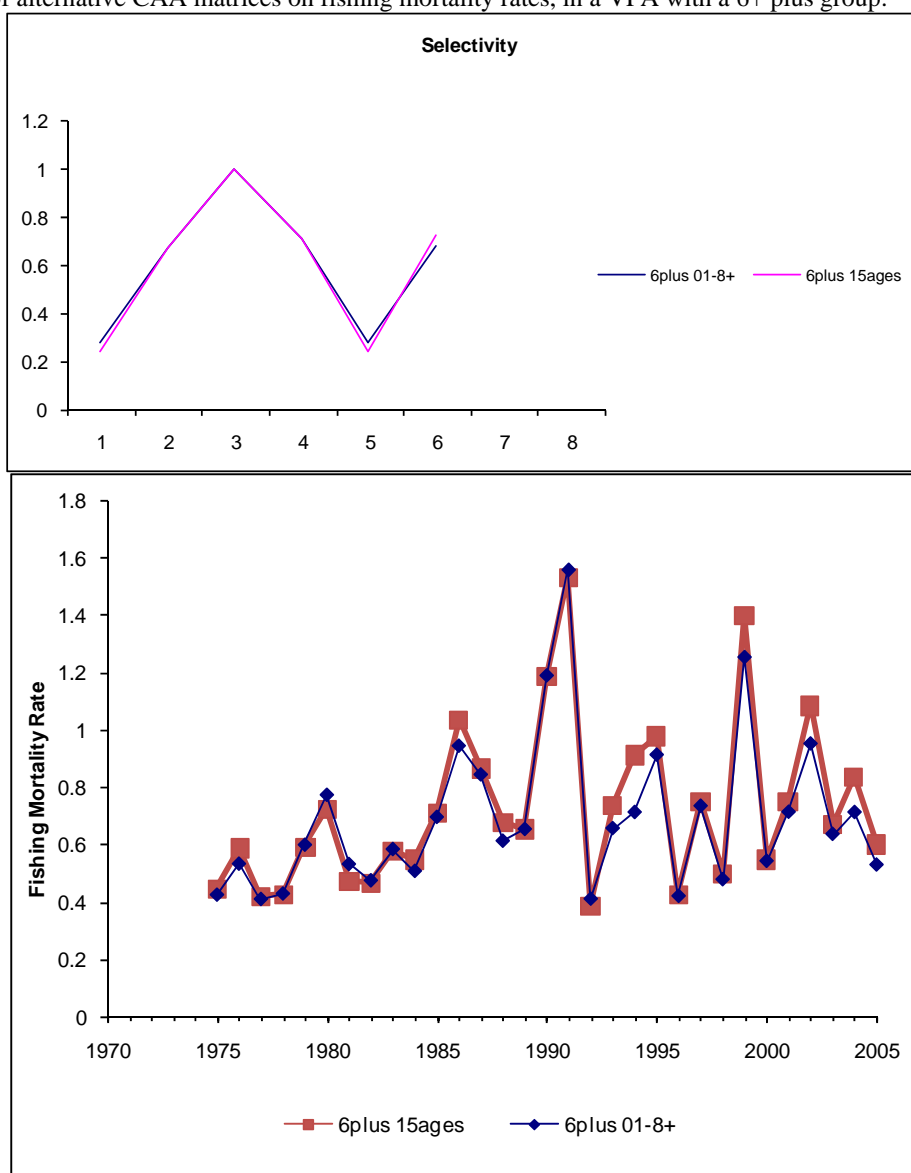


Figure 32. Effect of alternative CAA matrices on last 3 year averaged selectivity vector (up) and apical fishing mortality rate (bottom), in a VPA with a 6+ age group.

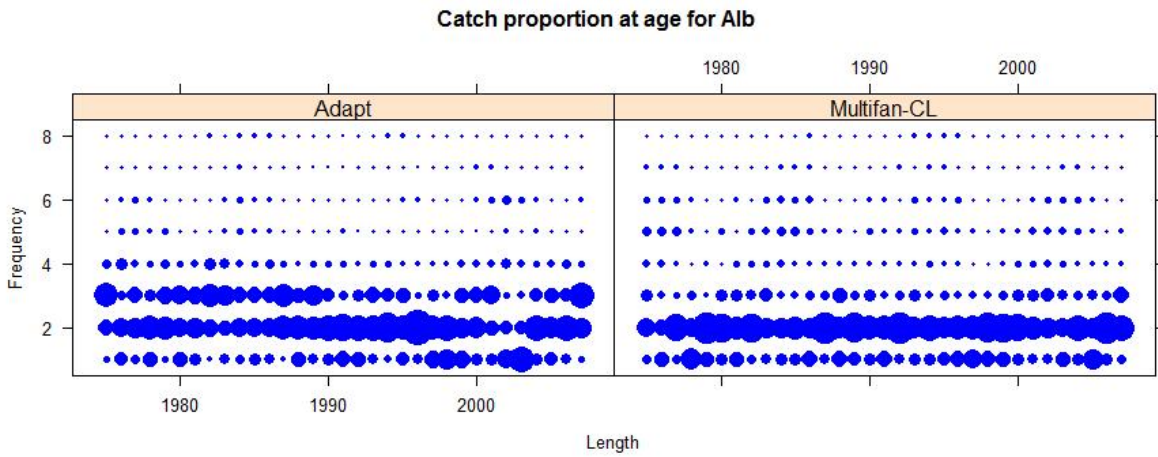


Figure 33. Relative catch proportions within a year for catch-at-age used in the Adapt-VPA runs and that estimated by Multifan-CL in run 4B.

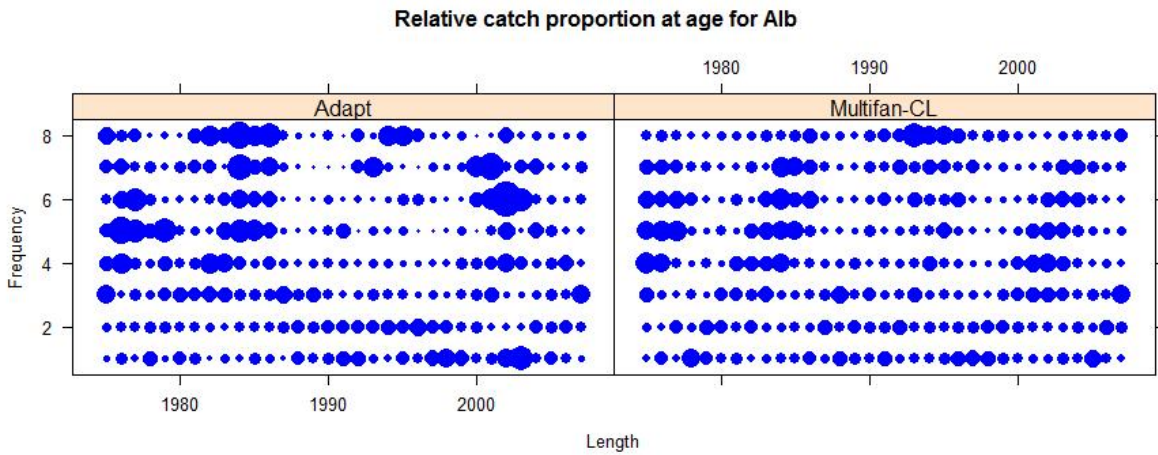


Figure 34. Relative catch proportions within an age for Catch-at-age used in the Adapt-VPA runs and that estimated by Multifan-CL in run 4B.

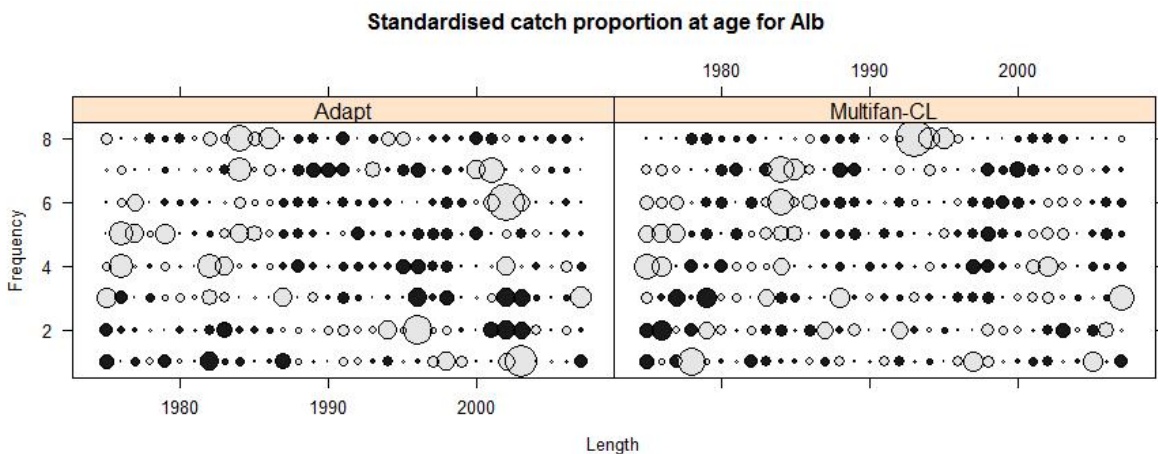


Figure 35. Standardized catch proportions within an age for Catch-at-age used in the Adapt-VPA runs and that estimated by Multifan-CL in run 4B.

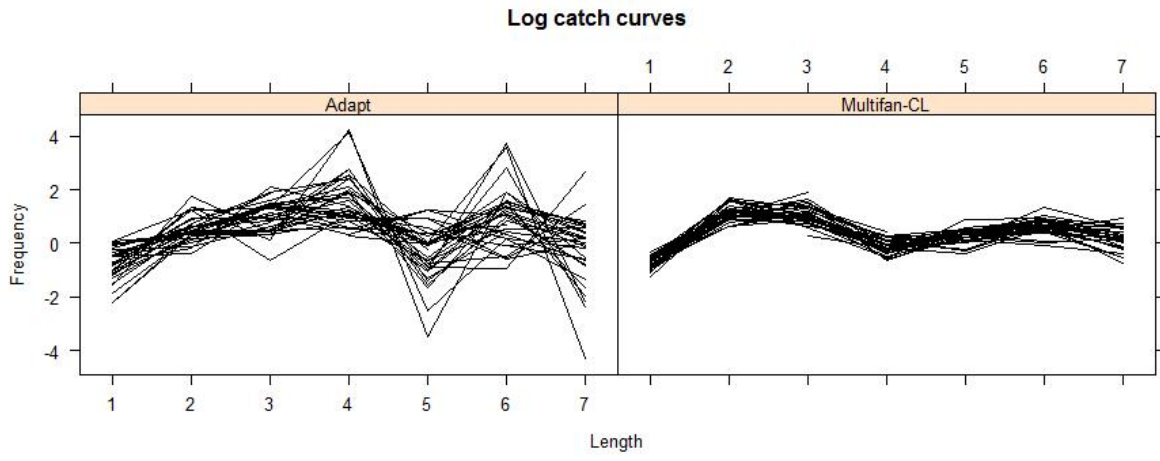


Figure 36. Log catch curves by age for catch-at-age used in the Adapt-VPA runs and that estimated by Multifan-CL in run 4B.

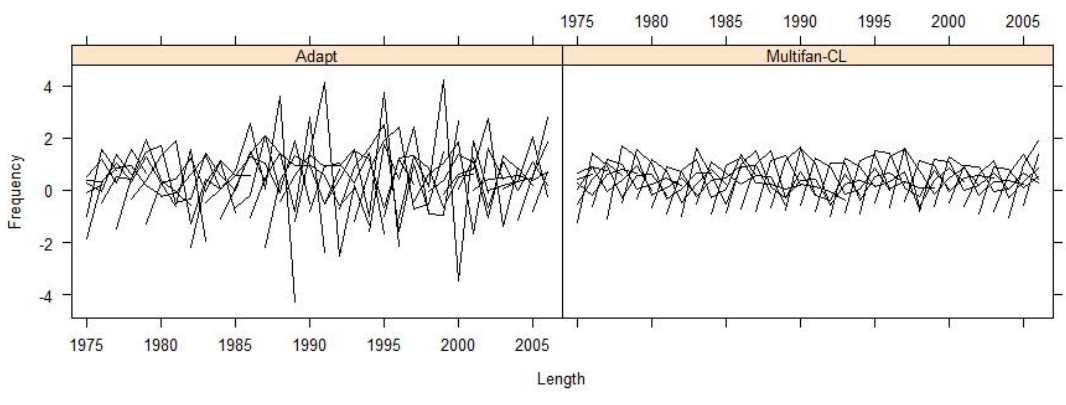


Figure 37. Log catch curves by year for catch-at-age used in the Adapt-VPA runs and that estimated by Multifan-CL in run 4B.

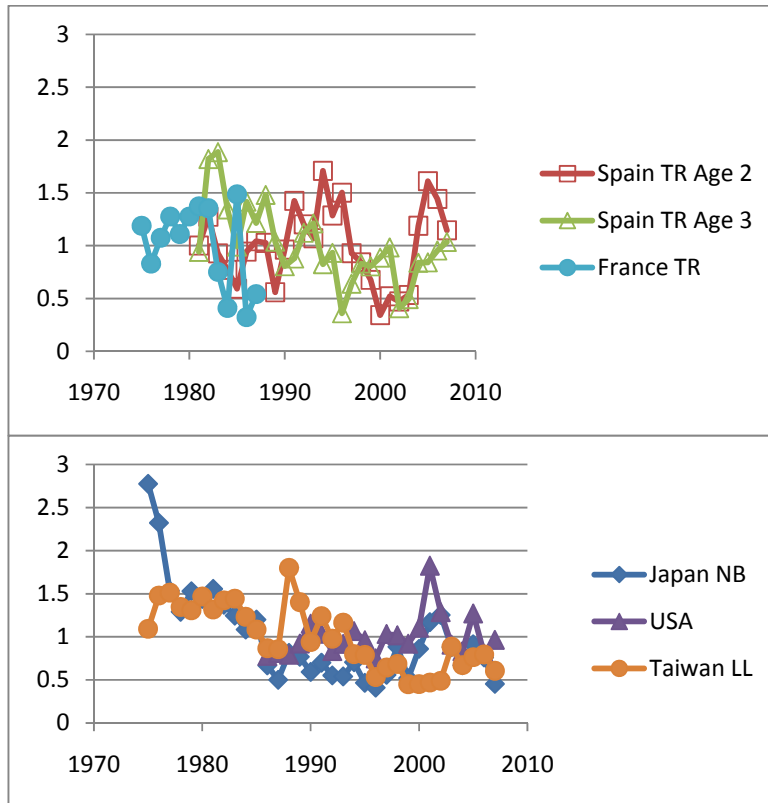


Figure 38. Standardized annual CPUE's for North Atlantic Albacore used to fit the VPA- ADAPT model to assess the North stock

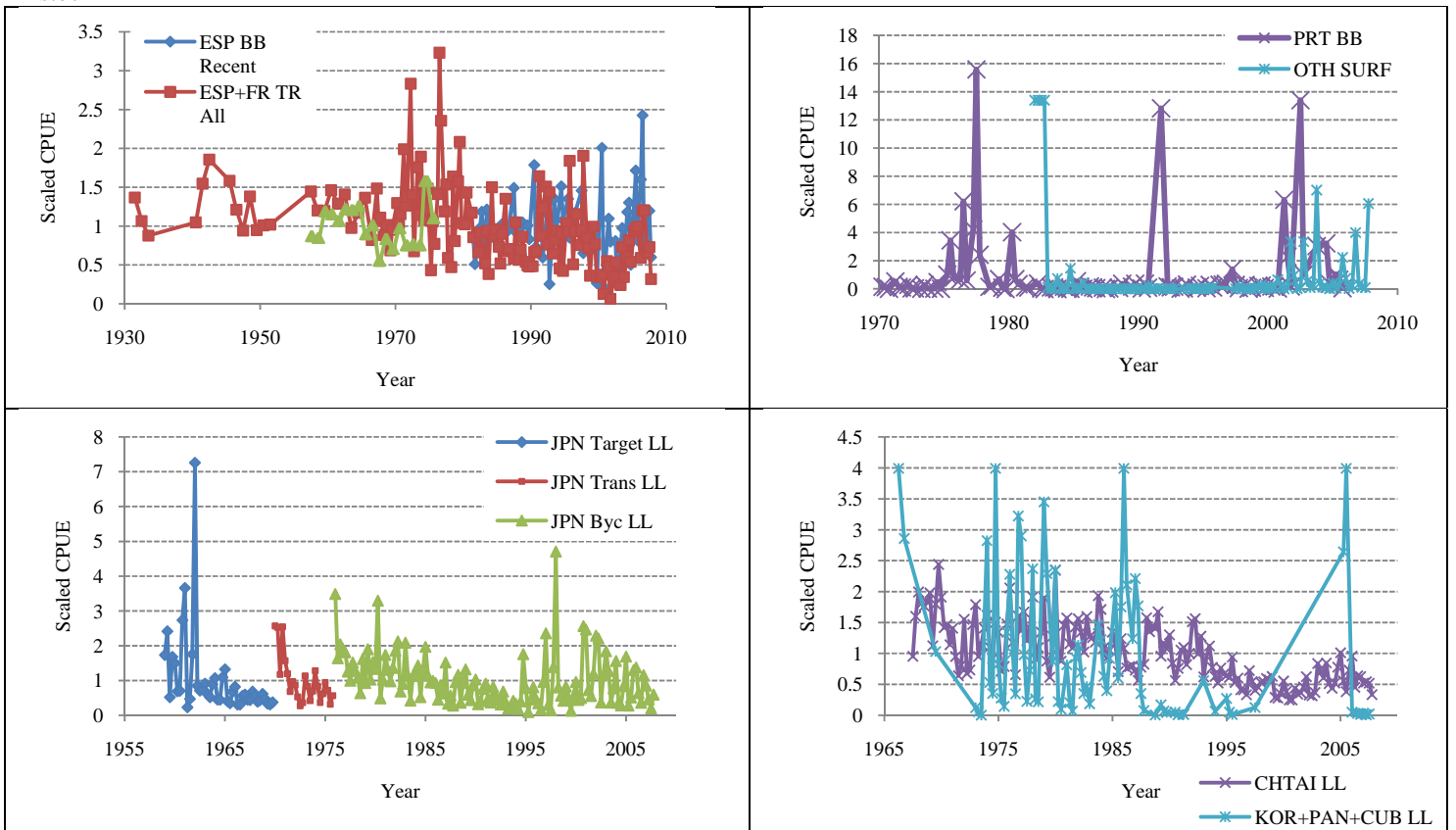


Figure 39. Standardized CPUE's by fishery for North Atlantic albacore used to fit the Multifan CL model.



Figure 40. VPA model fits (lines) to the observed (blue squares) indices of abundance. The three lines on each graph correspond to the 4 different F-ratios used (refer to text for details). The VPA runs were set up with an 8+ age group.

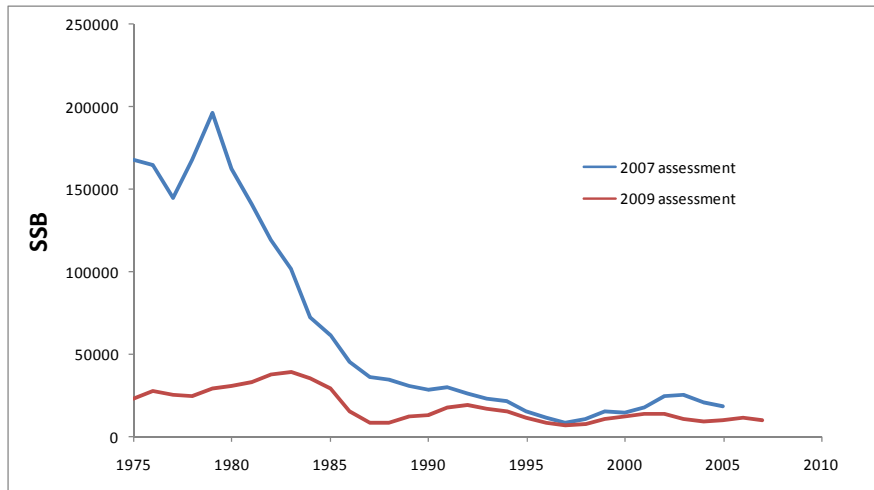


Figure 41. Estimated SSB by VPA model during the 2007 stock assessment (blue line) and the initial VPA run of the 2009 assessment (red line).

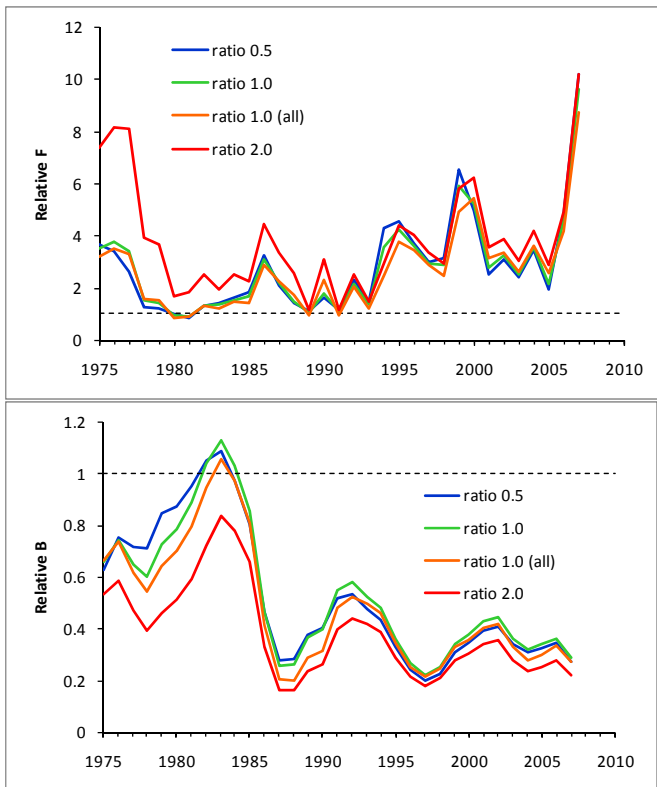


Figure 42. Estimated relative F (F/F_{MSY}) and relative SSB (SSB/SSB_{MSY}) by the VPA model using an 8-plus age group and for 4 different F-ratios (refer to text for details).

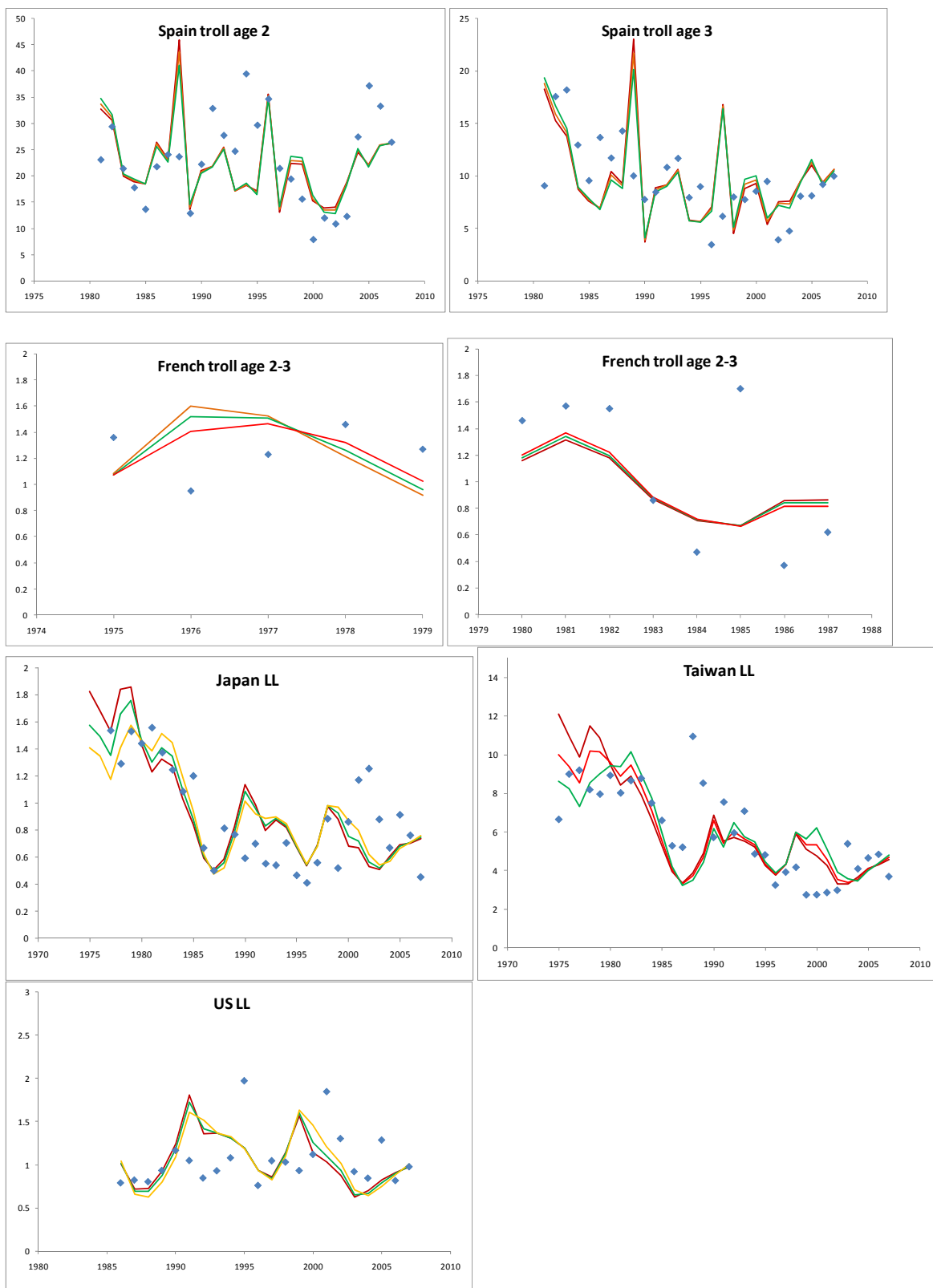


Figure 43. VPA model fits (lines) to the observed (blue squares) indices of abundance. The three lines in each graph correspond to the 3 different F-ratios used (refer to text for details). The VPA runs were set up with an 6+ age group.

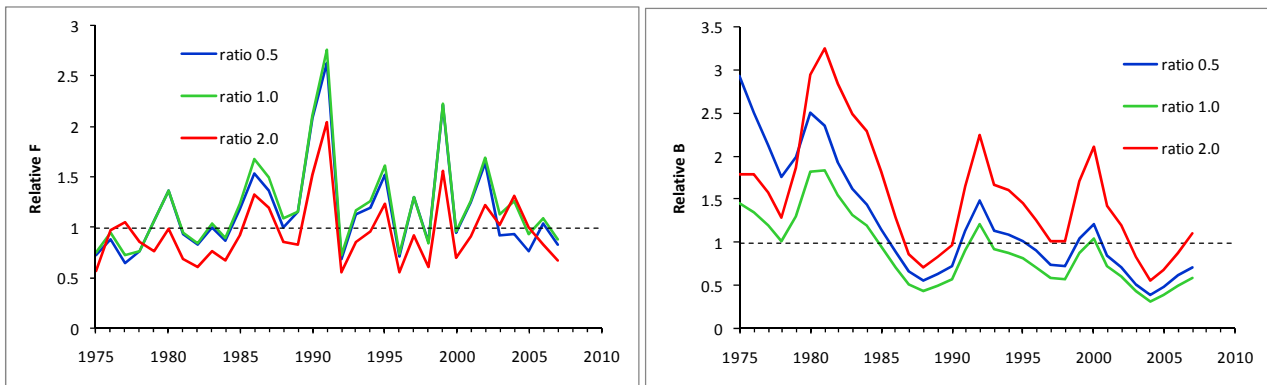


Figure 44. Estimated relative F (F/F_{MSY}) and relative SSB (SSB/SSB_{MSY}) by the VPA model using a 6-plus age group and for 3 different F-ratios (refer to text for details).

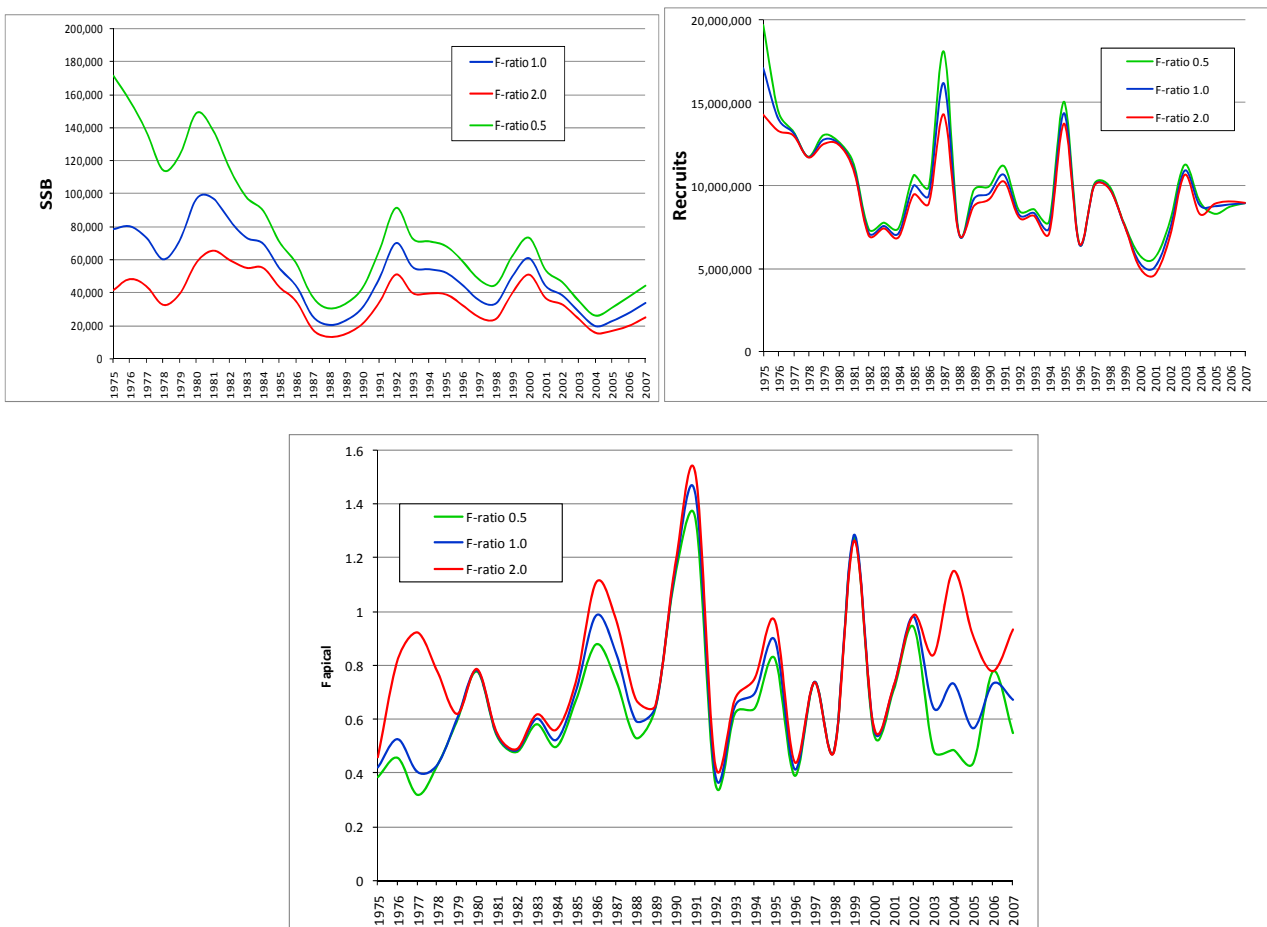


Figure 45. Estimated SSB, recruits, and F apical from 500 VPA bootstraps for three different F-ratios (refer to text for details on the F-ratios). Terminal F apical (year 2007) was estimated as the geometric mean of F for years 2004, 2005, and 2006.

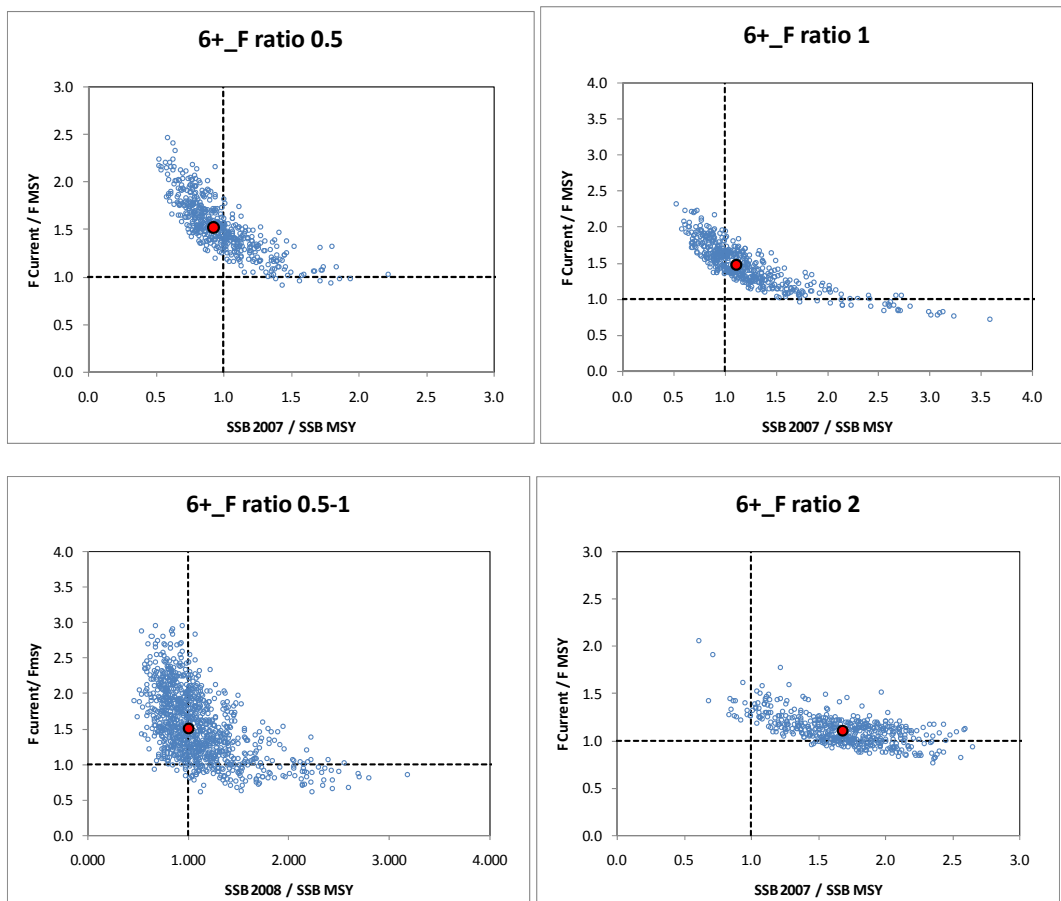


Figure 46. Phase-plots estimated using 500 bootstraps for F-ratios of 0.5, 1.0, and 2.0 and a combined plot with results from the F-ratio 0.5 and 1.0 runs. The red dot corresponds to the estimated median value. F_{current} was estimated as the geometric mean of the apical F of years 2004, 2005, and 2006. The ‘6+’ in each graphs indicates the age-plus group used in the VPA model.

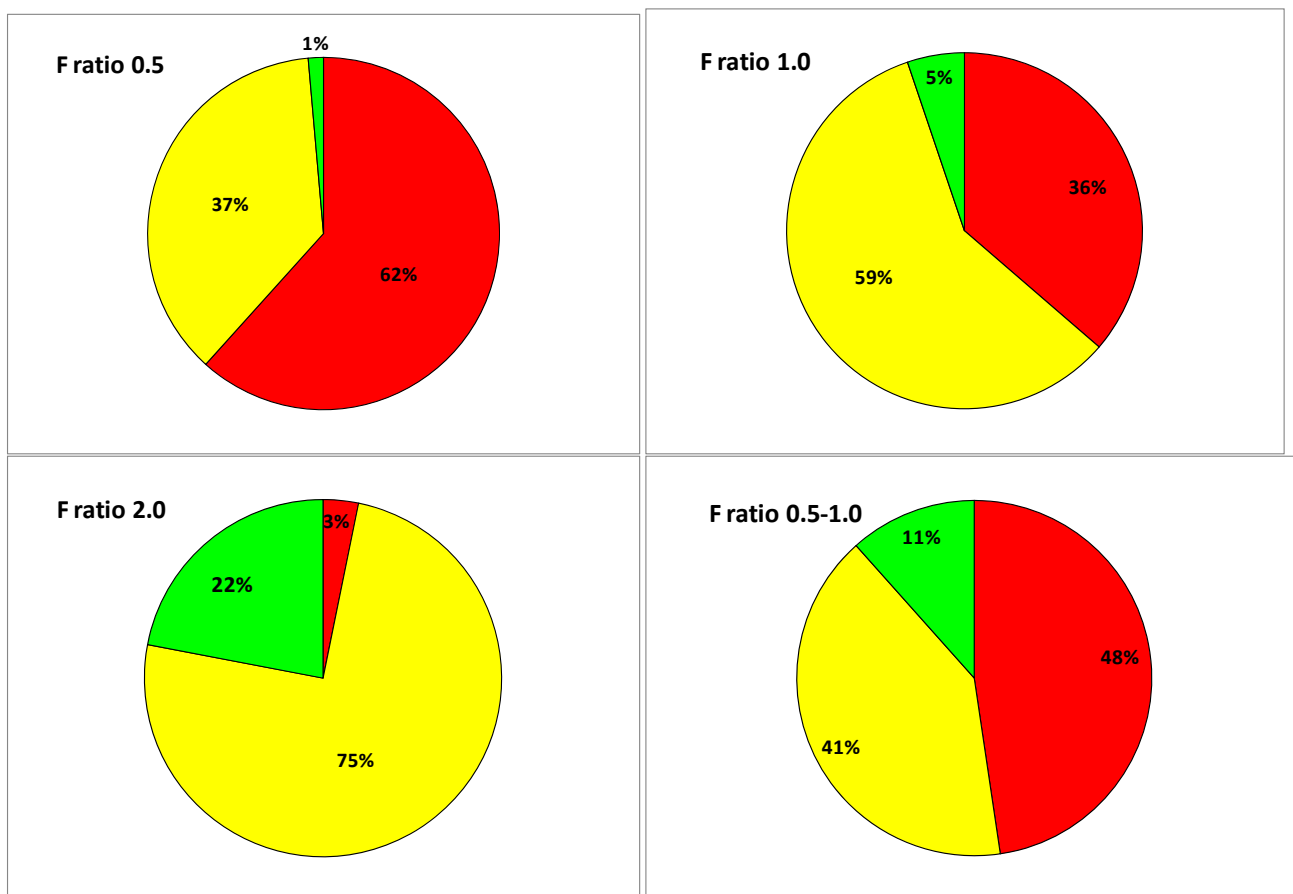


Figure 47. Percentage of 500 bootstraps outcomes indicating that the current status of the stock was overfished and undergoing overfishing (red area), not overfished and not under overfishing conditions (green area), and either overfished or undergoing overfishing (yellow area)

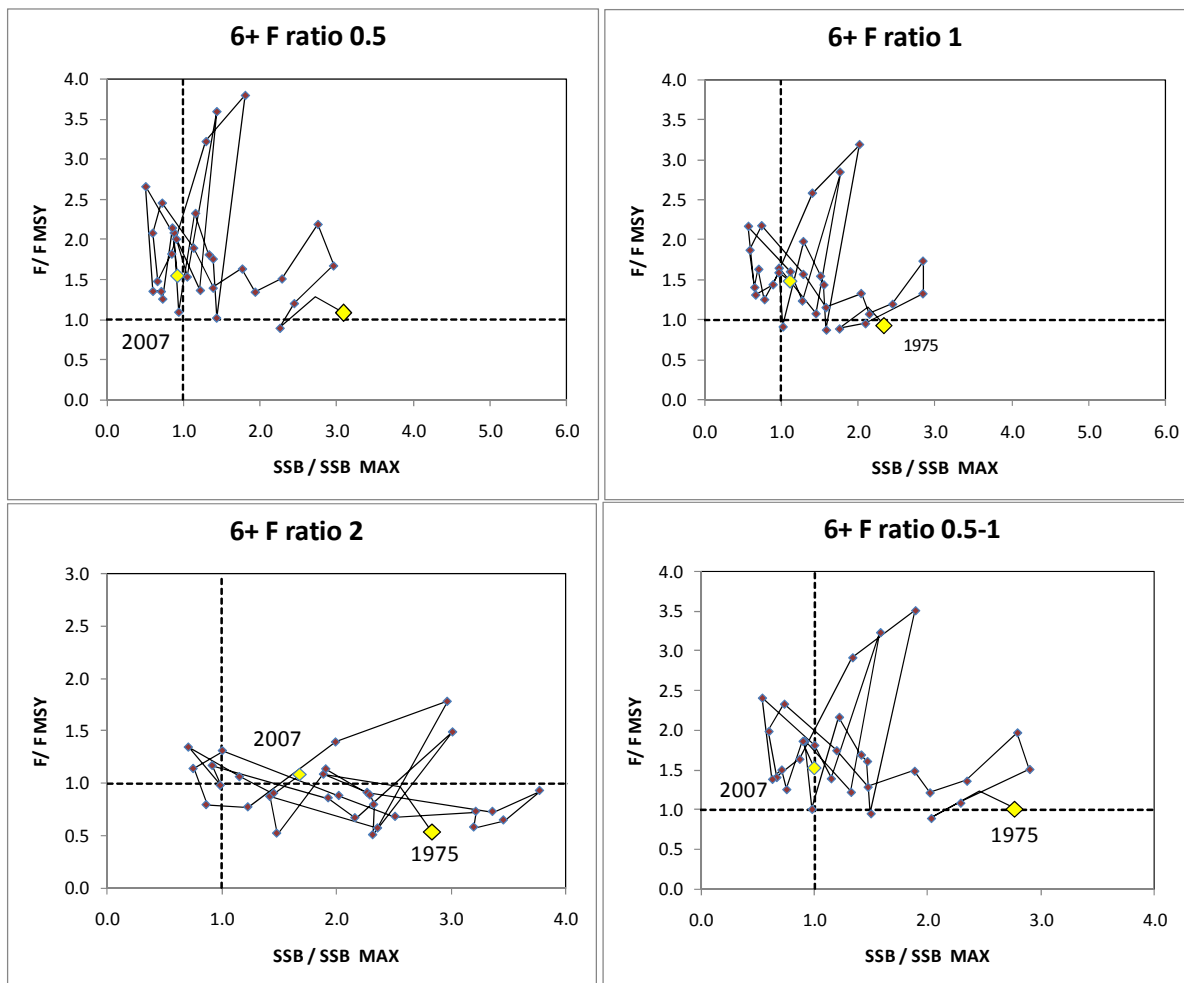
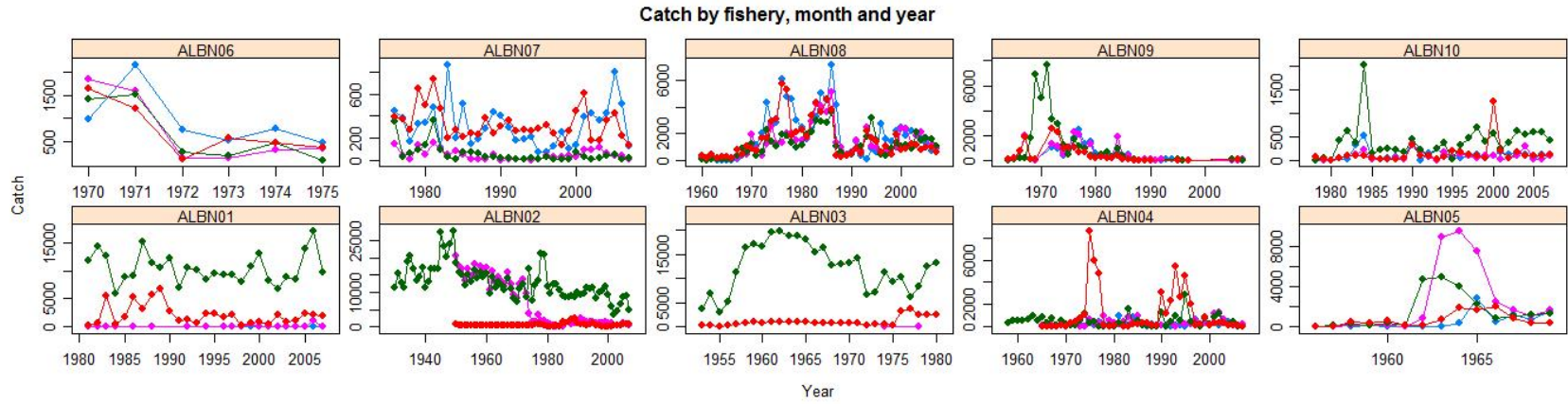
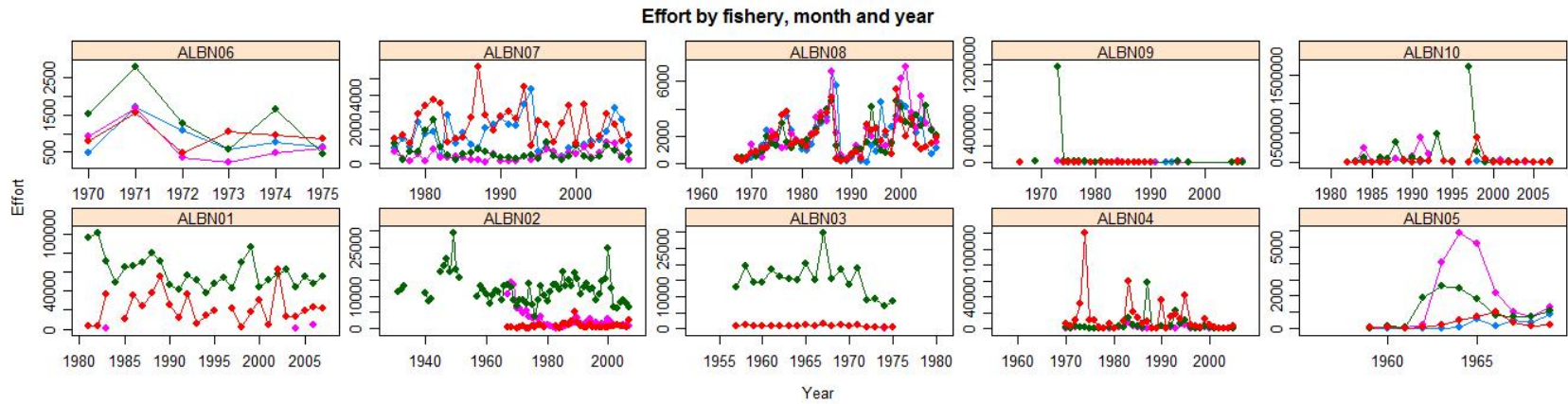


Figure 48. Stock status trajectories for the period 1975-2007 estimated using 500 bootstraps for F-ratios of 0.5, 1.0, and 2.0 and a combined plot with results from the F-ratio 0.5 and 1.0 runs. The yellow dots indicate the start and end of the time series. Relative F for the terminal year was estimated as the geometric mean of years 2004, 2005, and 2006.

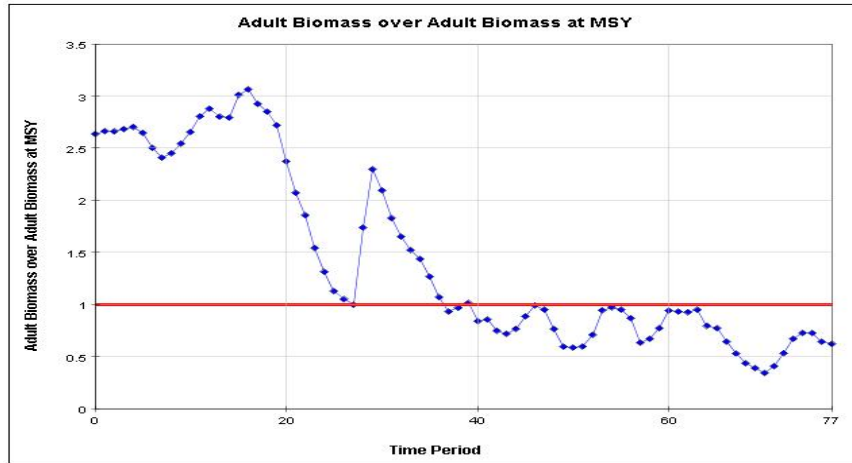


Figures 49. The catch data by fishery used in Multifan-CL (ceCatch.jpeg).

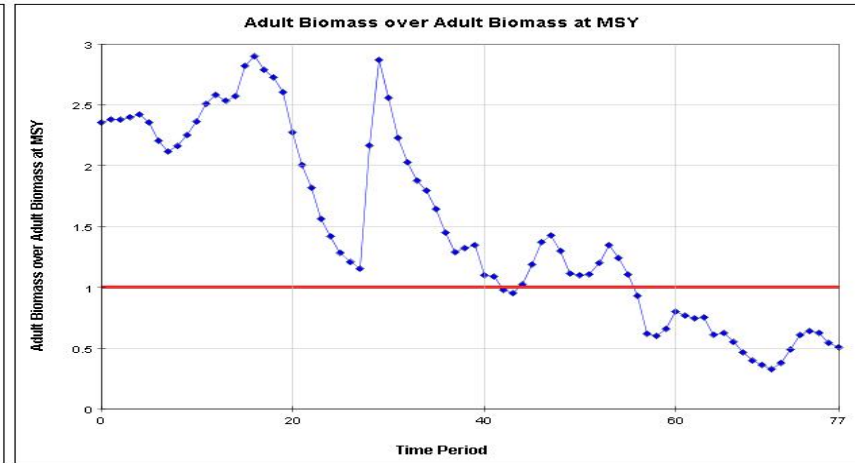


Figures 50. The effort data by fishery used in Multifan-CL (ceEffort.jpeg).

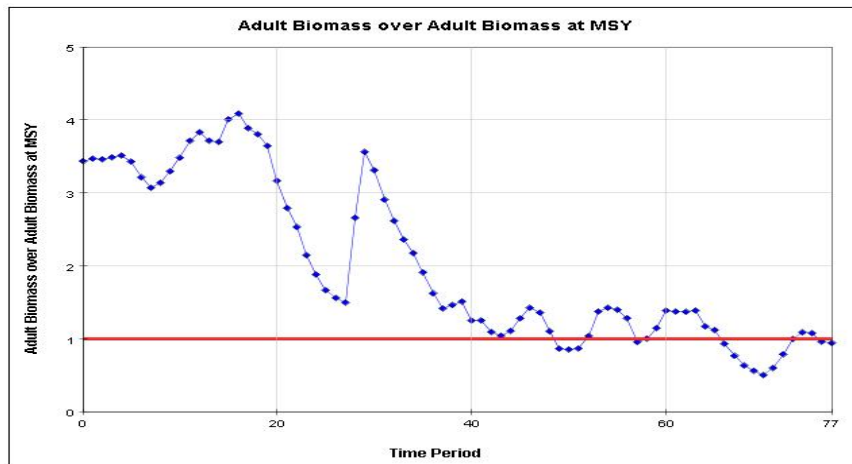
4B



4G



4H



4N

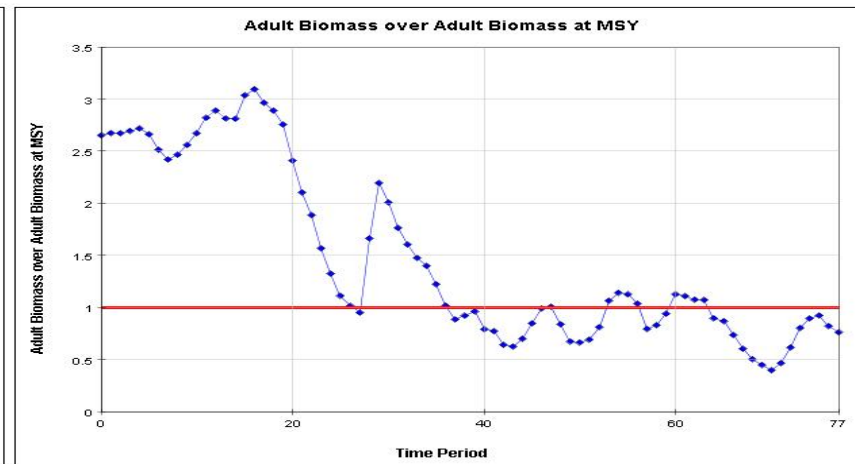
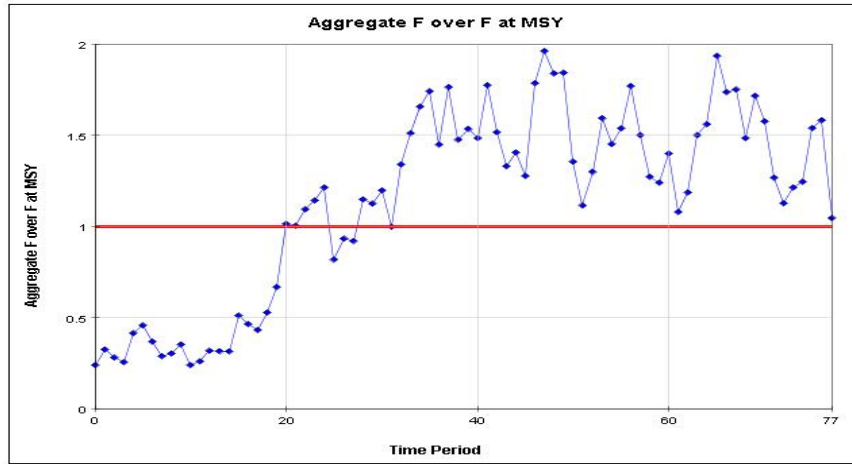
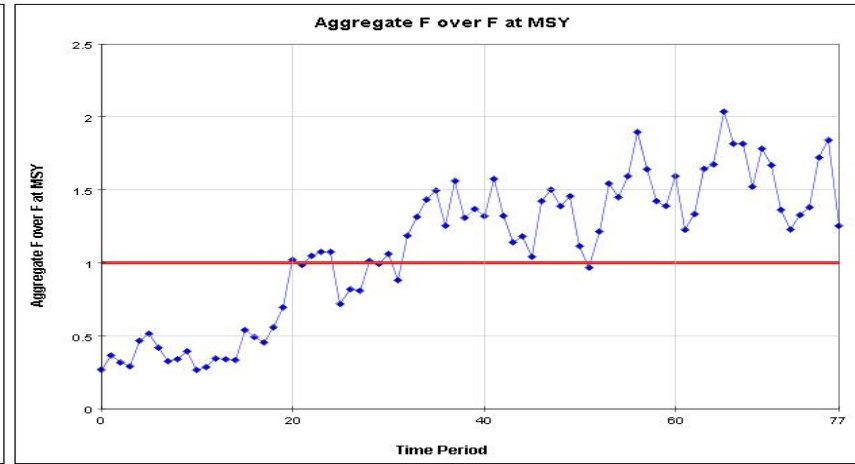


Figure 51. Estimates of relative spawning biomass obtained in 4 different runs of Multifan-CL model for the North Atlantic albacore stock.

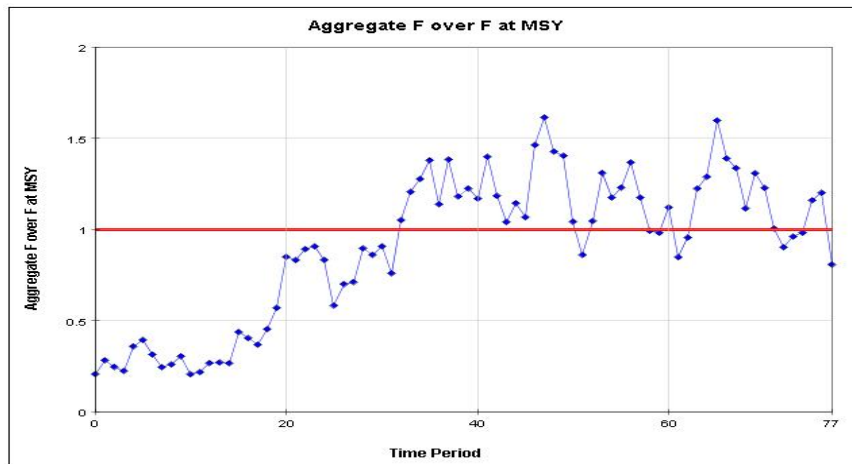
4B



4G



4H



4N

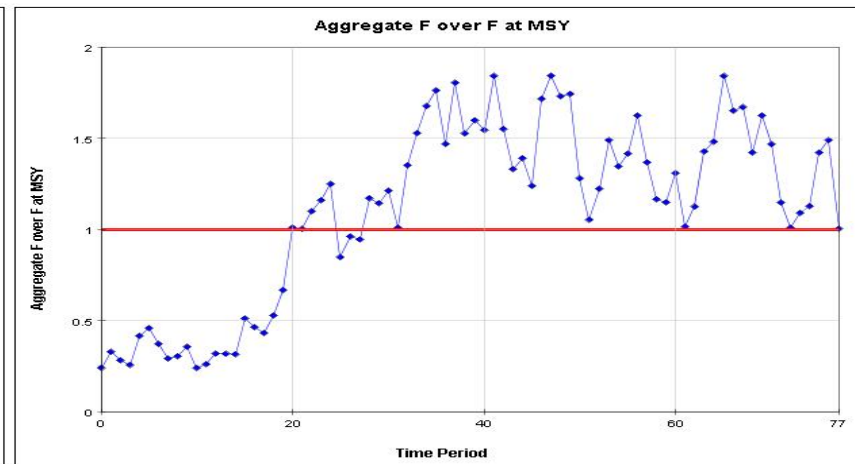
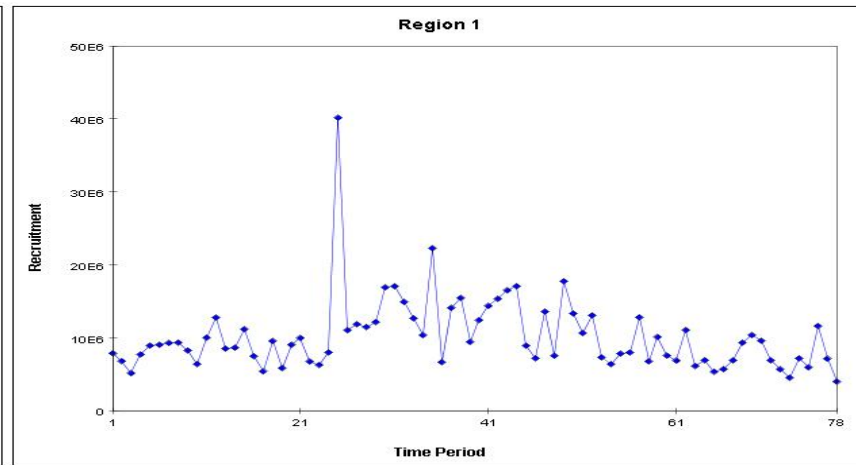
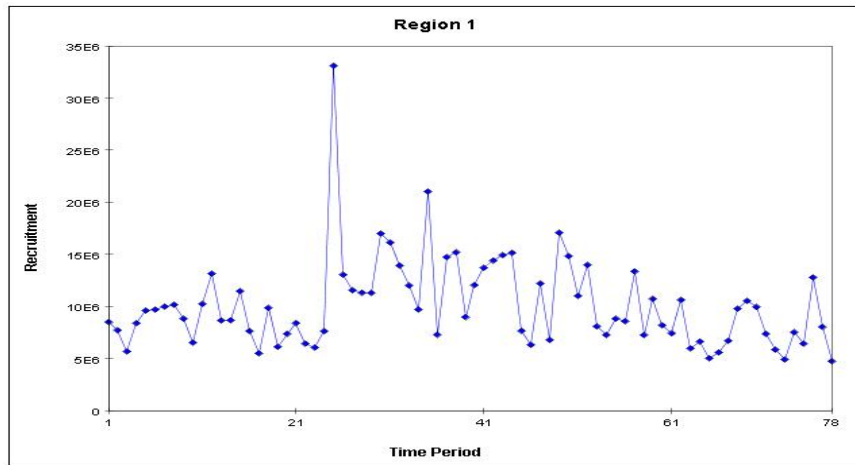


Figure 52. Estimates of relative fishing mortality obtained with 4 different Multifan-CL modeling options of the North Atlantic albacore stock.

4B

4G
1233



4H

4N

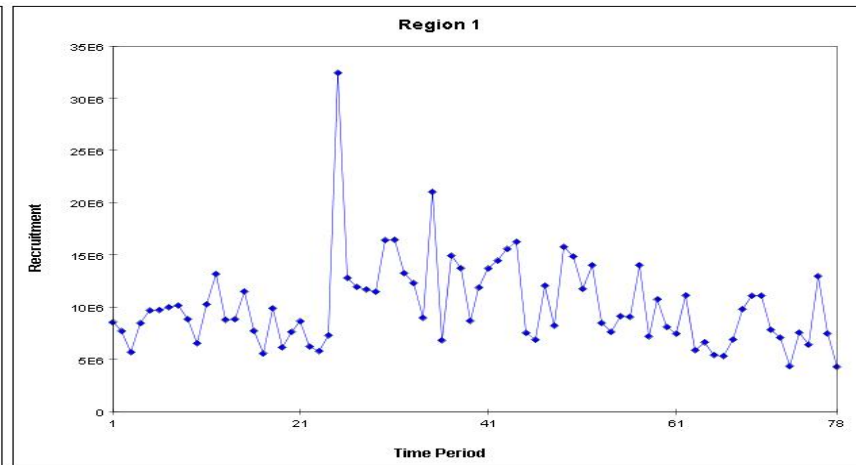
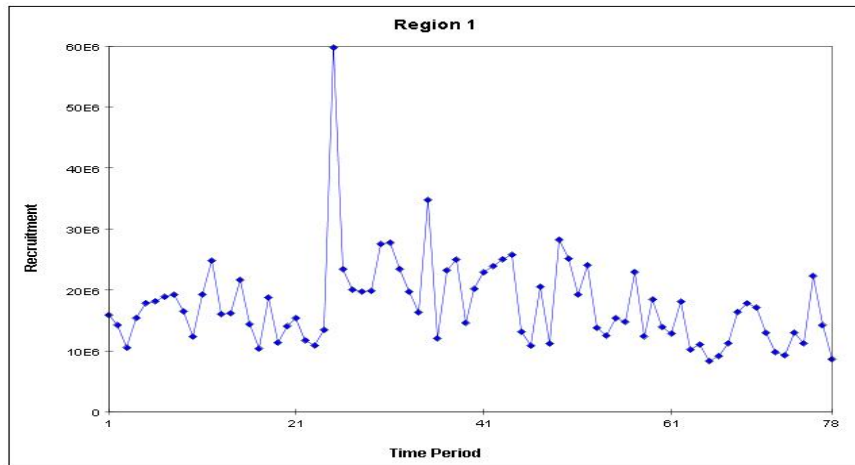
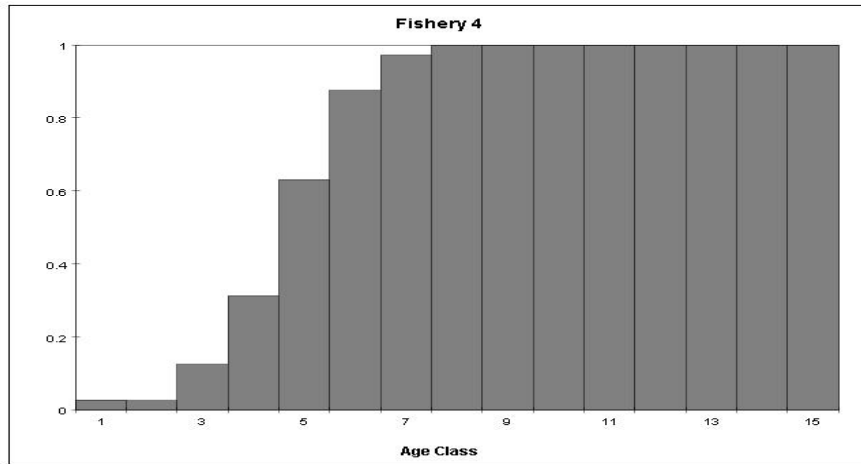
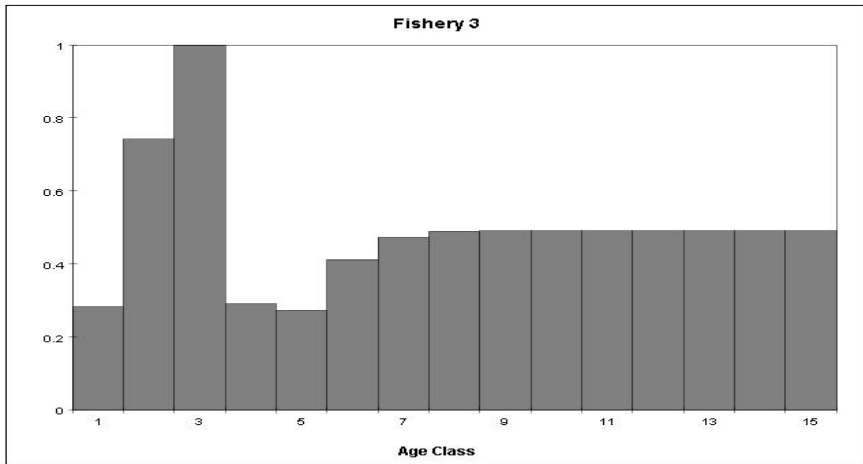
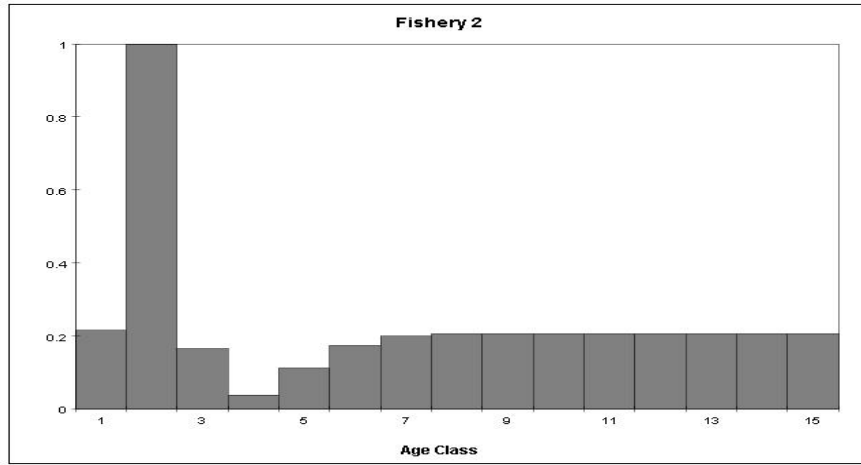
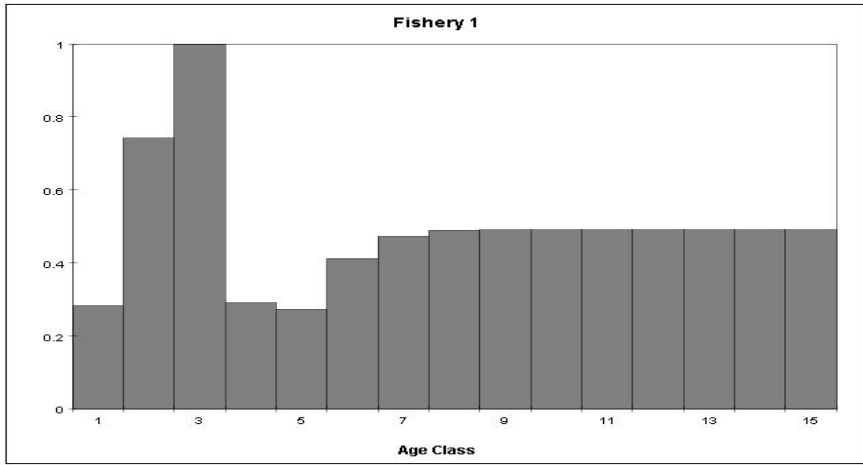
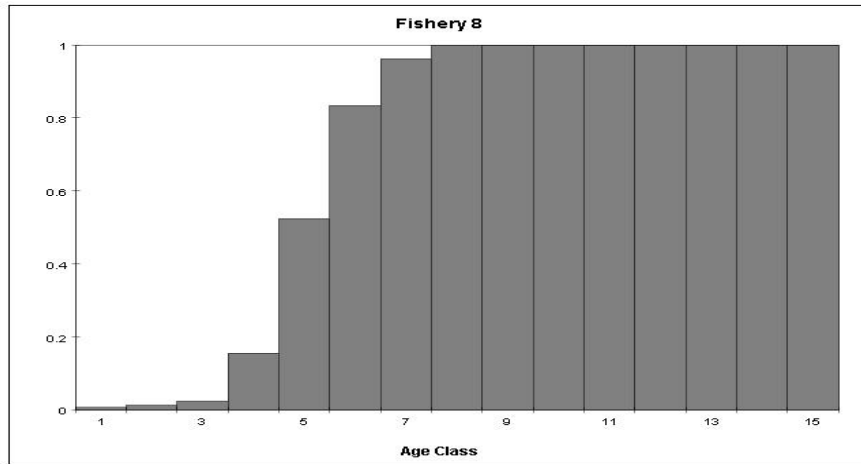
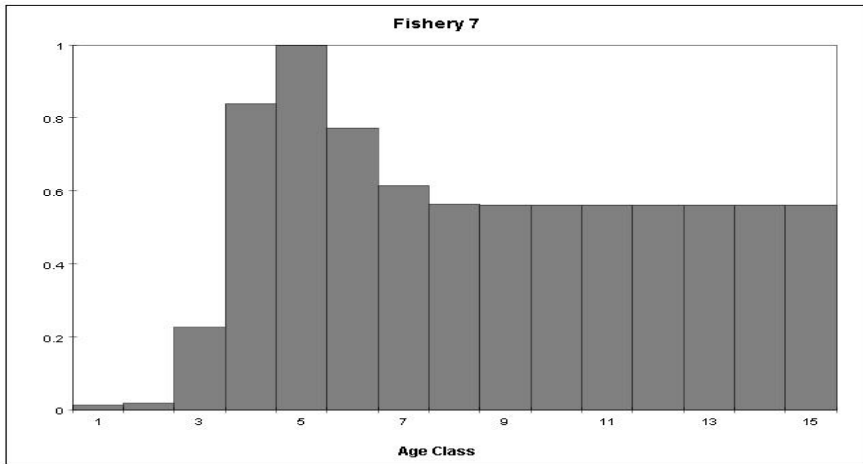
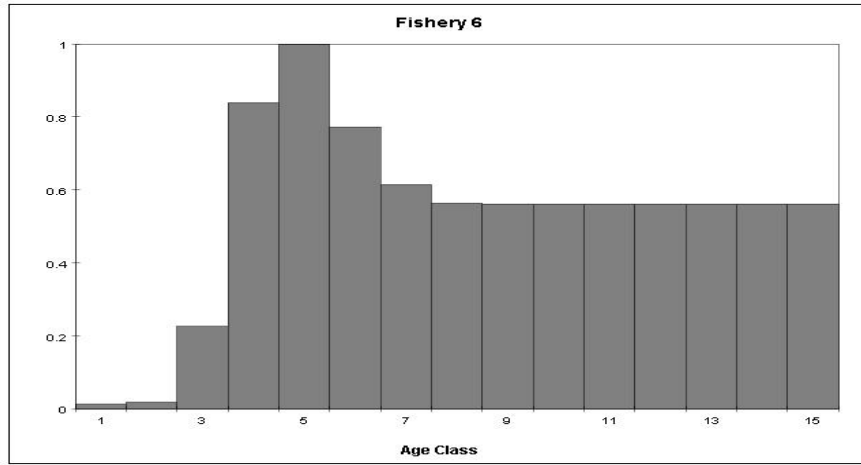
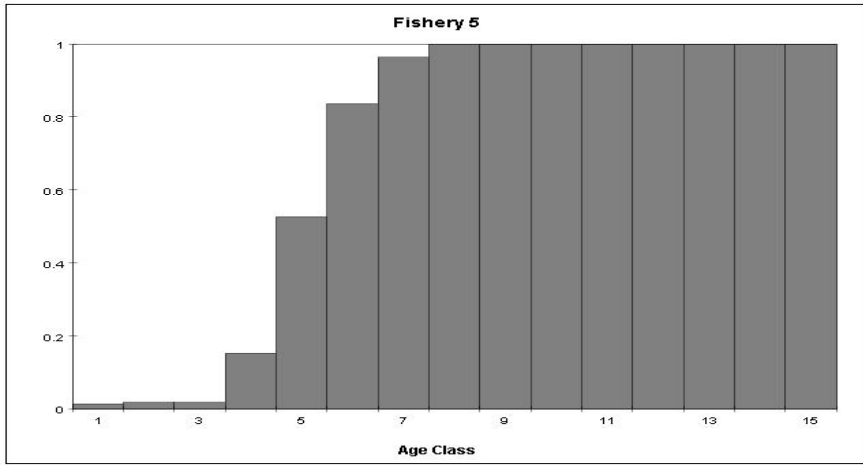


Figure 53. Estimates of recruitment obtained with 4 different model runs of Multifan-CL model of the North Atlantic albacore stock.





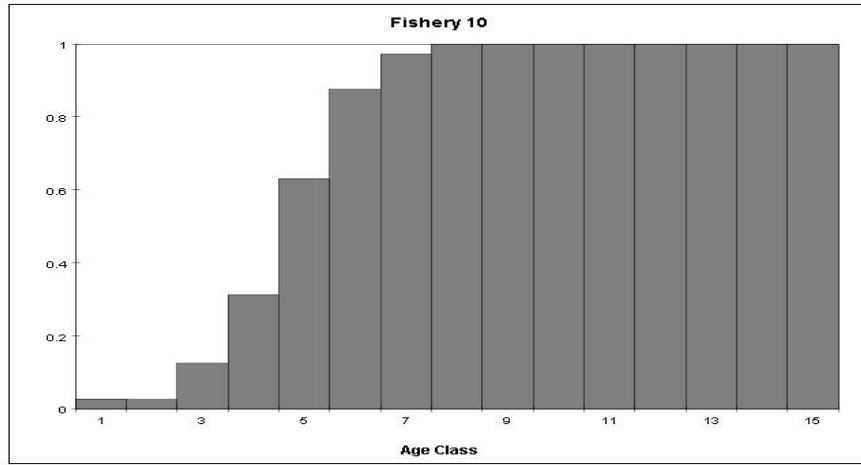
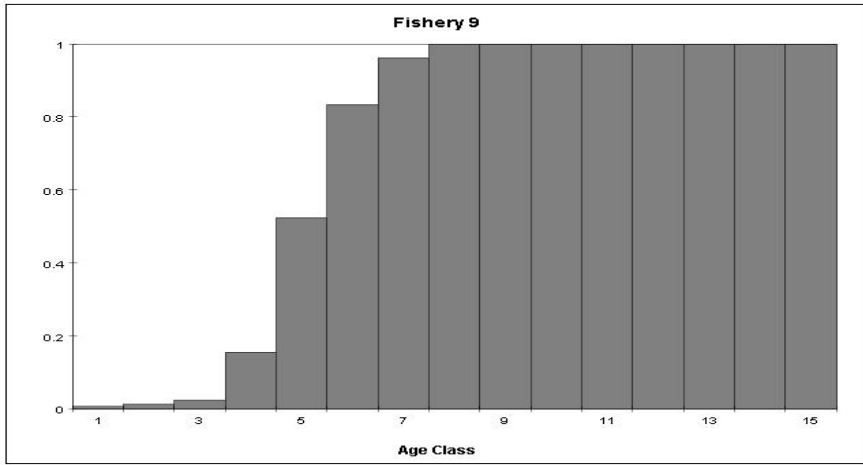
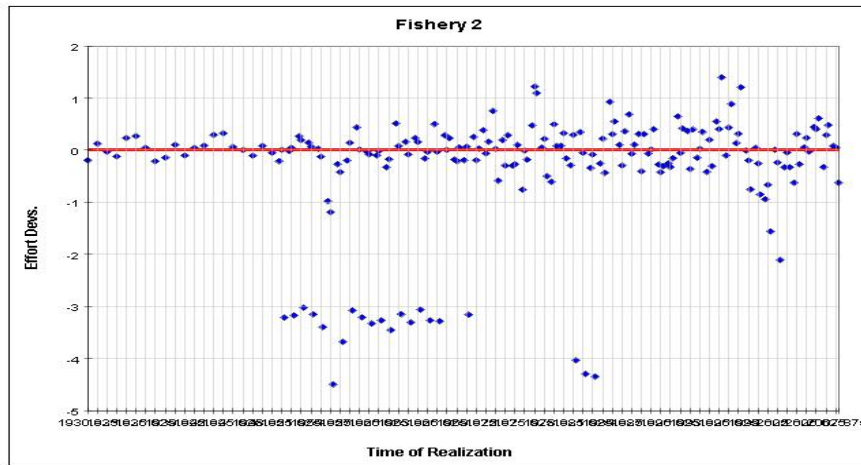
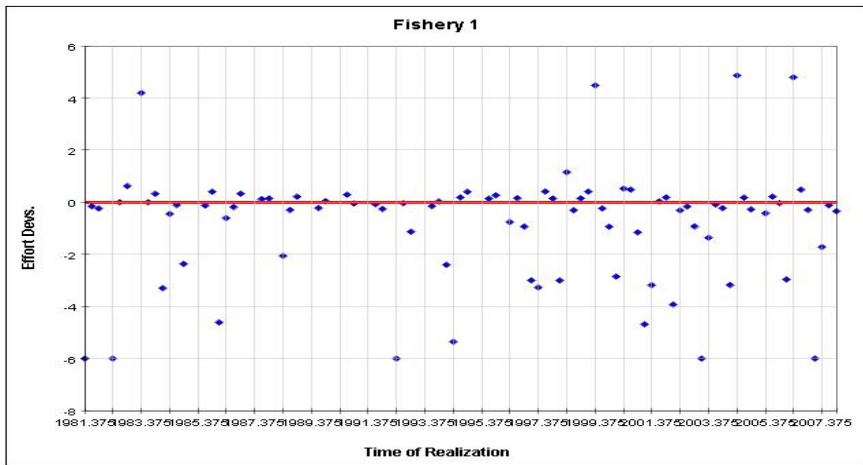
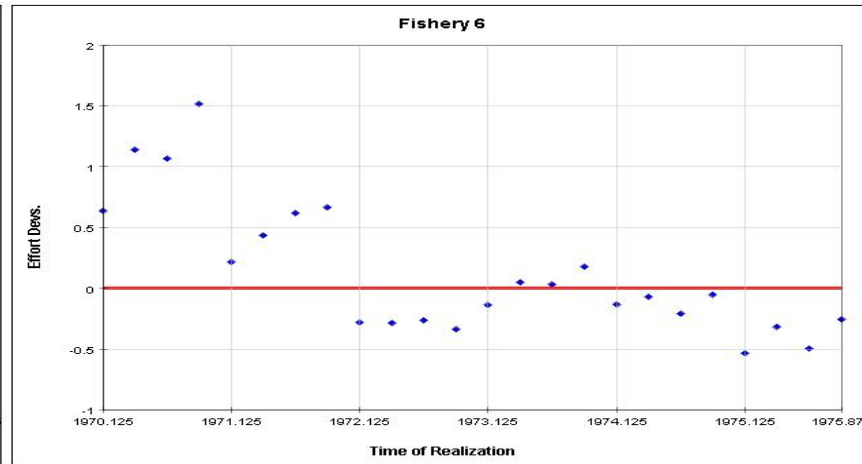
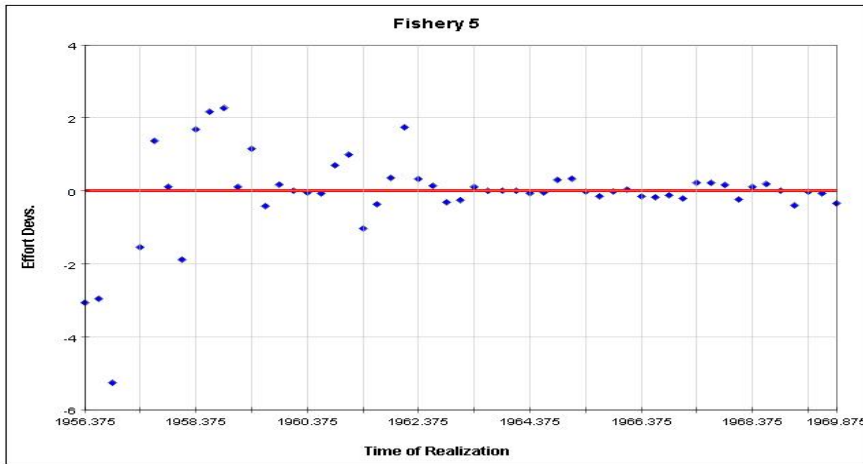
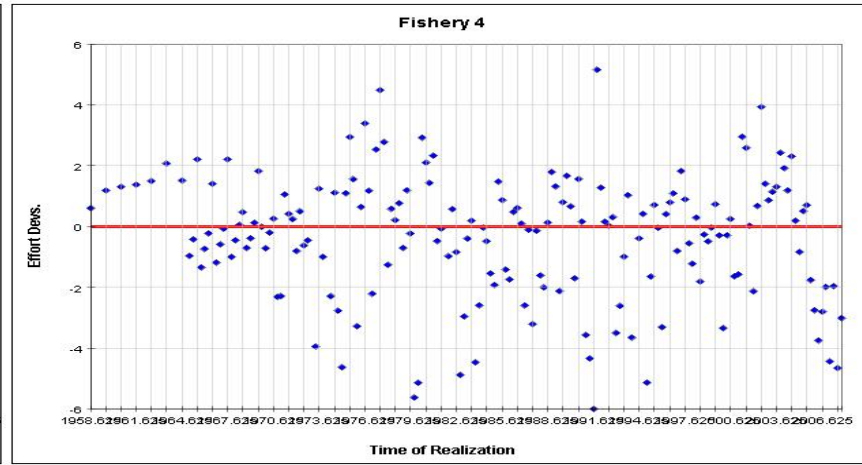
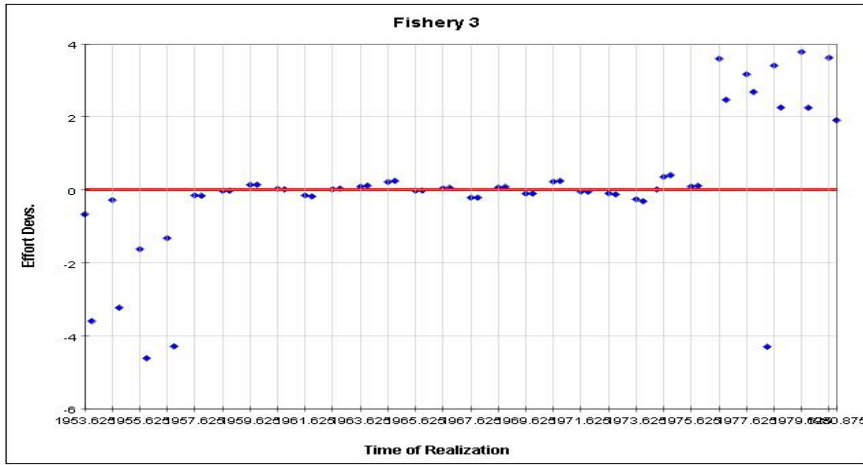


Figure 54. Estimated selectivity patterns for the 10 fisheries used in Multifan-CL model 4B for the North Atlantic albacore stock.





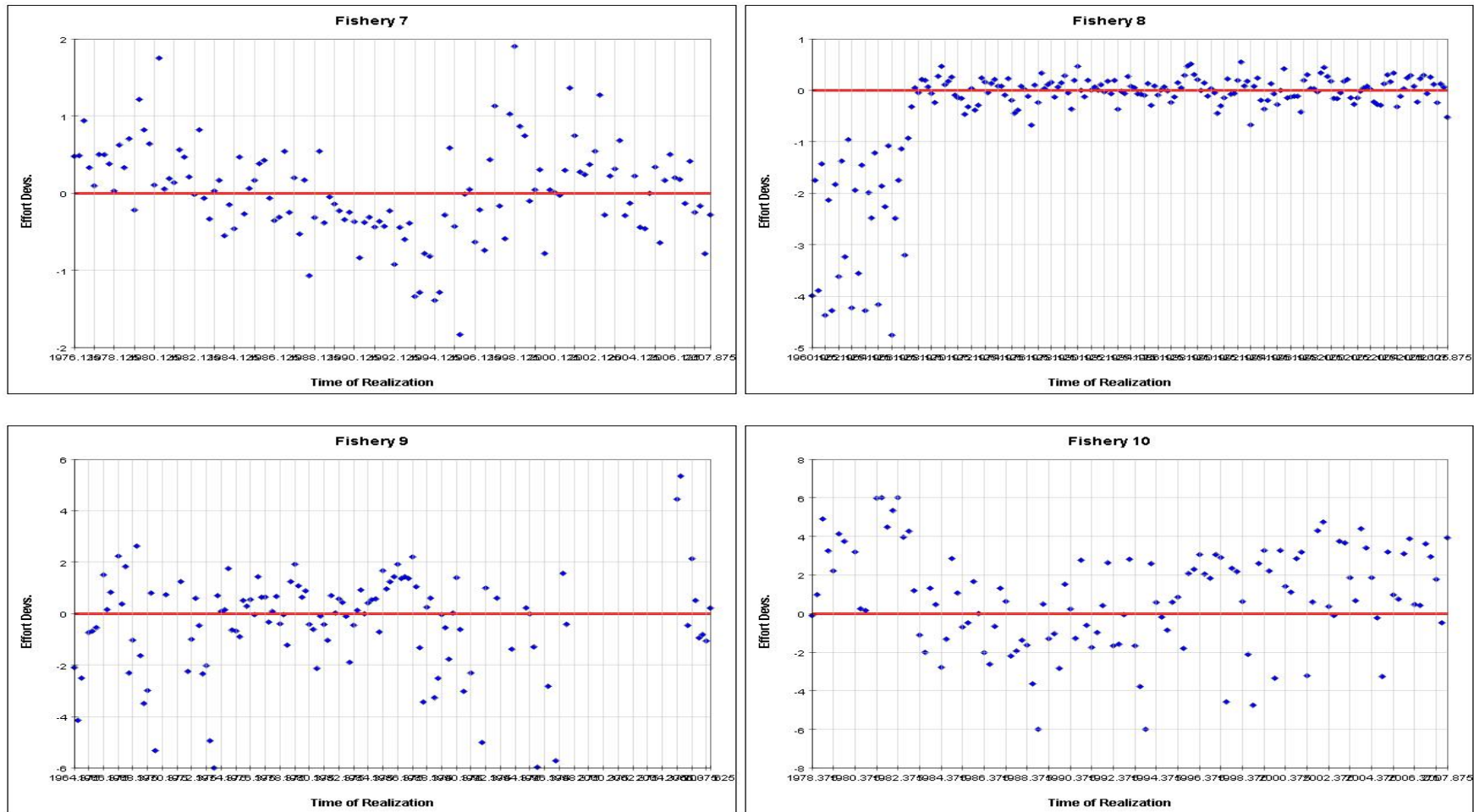


Figure 55. Effort deviations for the various fisheries modeled by Multifan-CL in model 4B in the North Atlantic albacore stock.

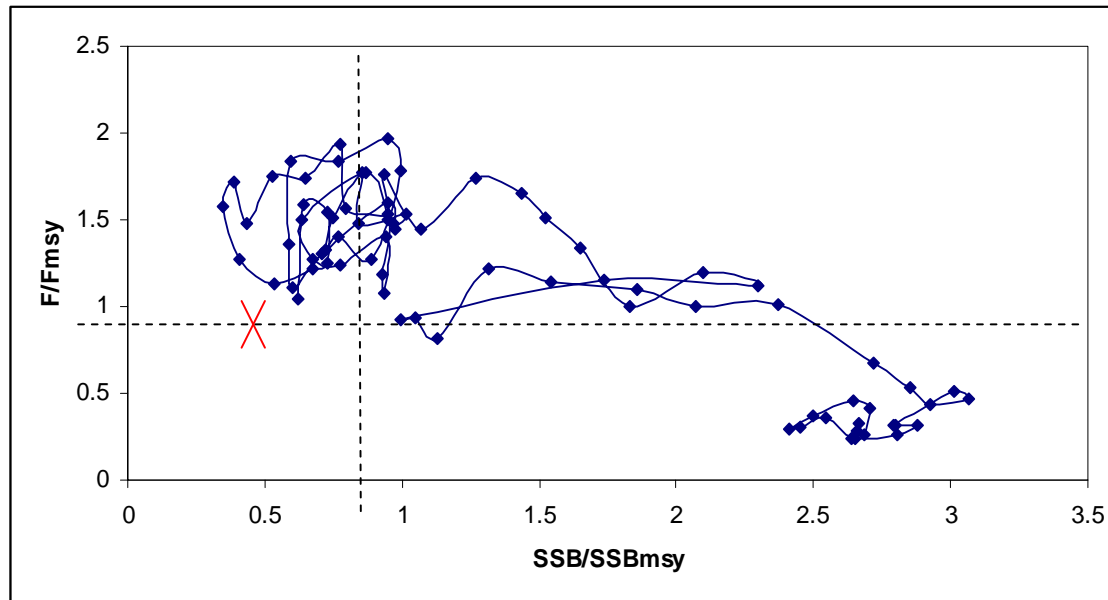


Figure 56. Trajectory of relative Fishing mortality and relative SSB for northern albacore, 1930-2007 using model 4B. The red X marks the 2007 point.

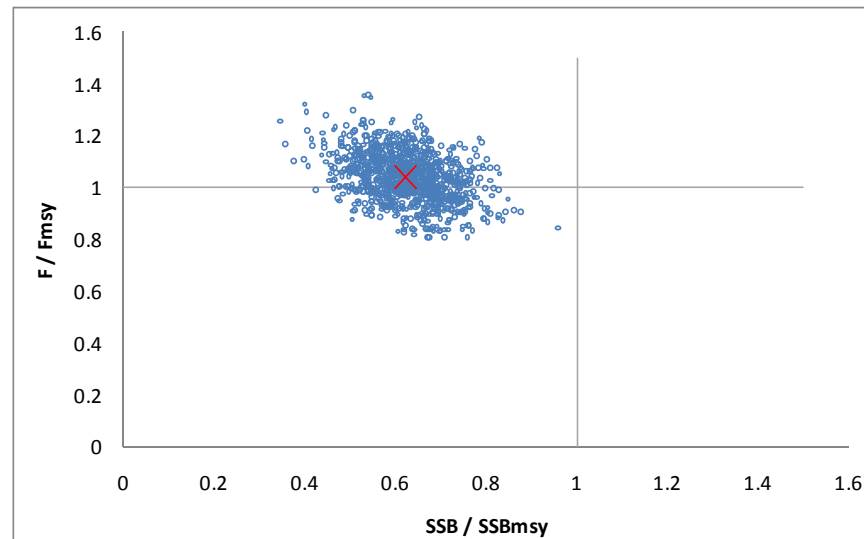
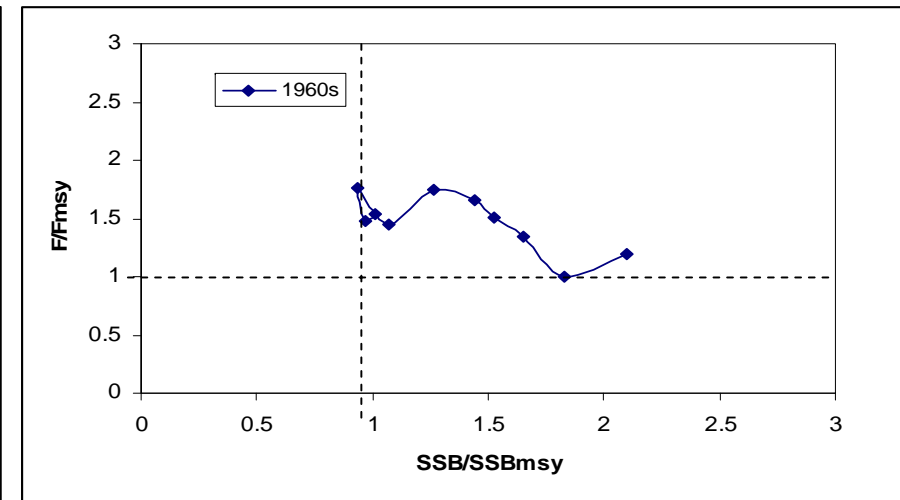
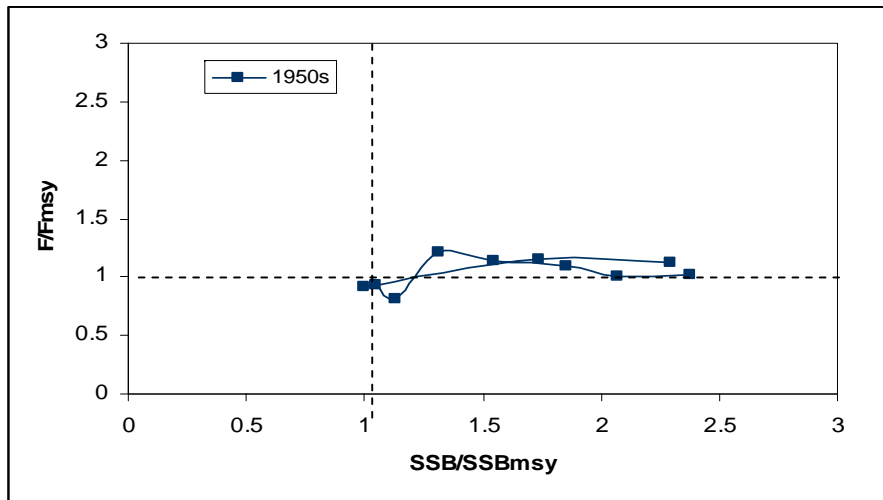
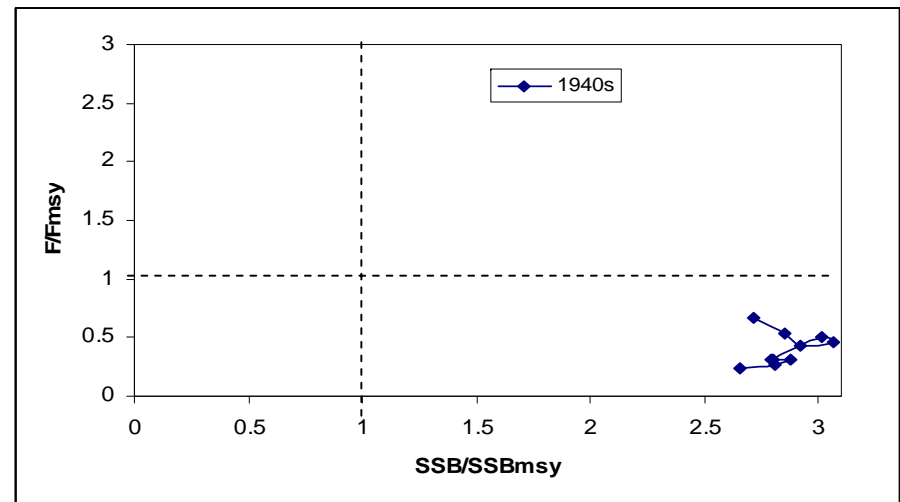
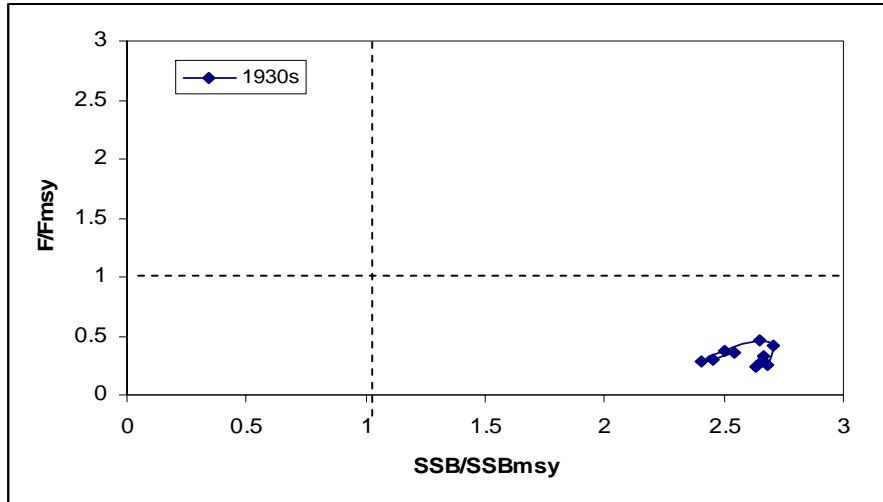


Figure 57. Uncertainty in current stock status for northern albacore, as estimated from the Multifan base case model. The X represents the current (2007) estimates of fishing mortality and spawning biomass ratios, and the scatter of points depicts uncertainty in that estimate.



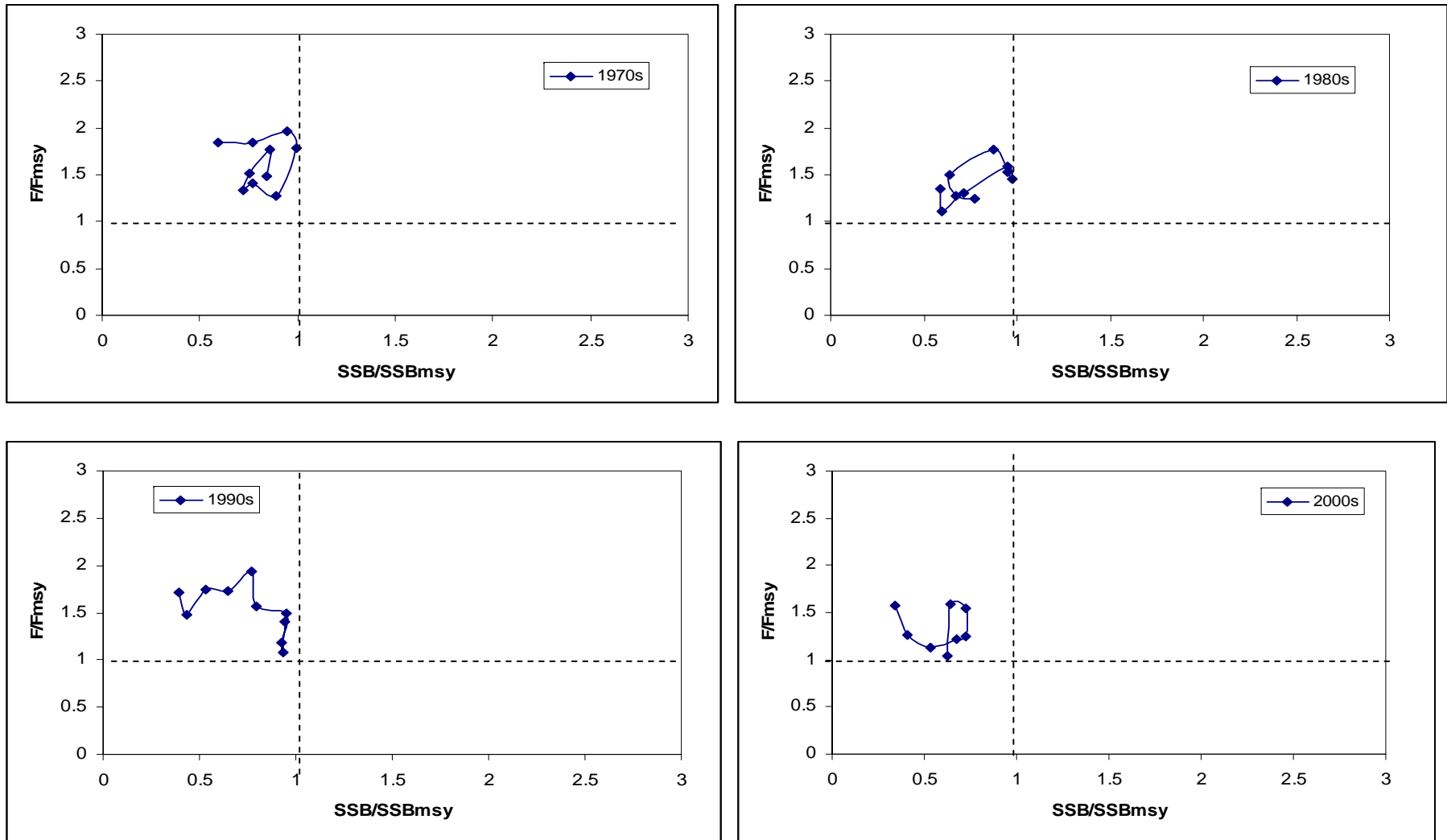


Figure 58. Trajectory of relative fishing mortality and relative SSB, by decade using model 4B for the North Atlantic stock.

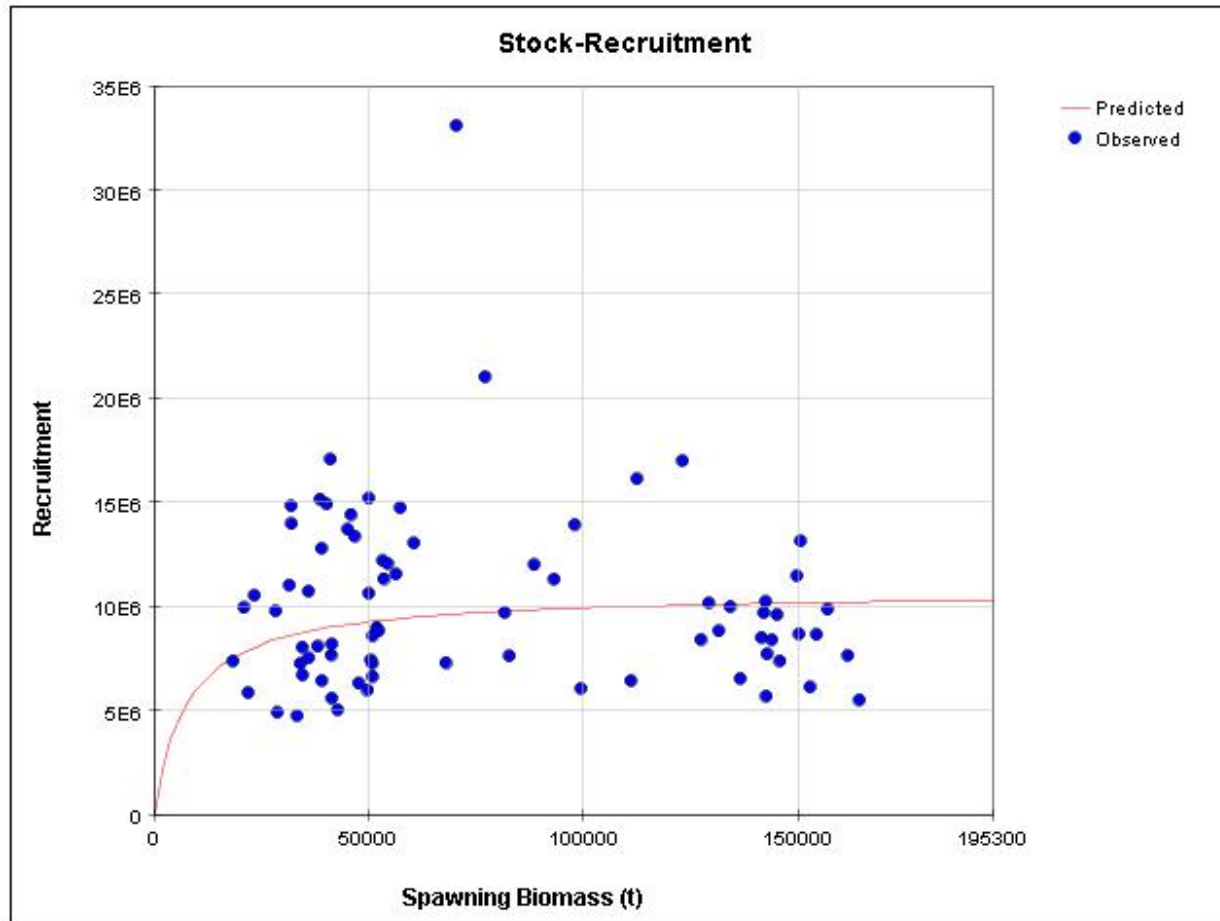


Figure 59. Estimated stock-recruitment relationship for northern albacore using model 4B.

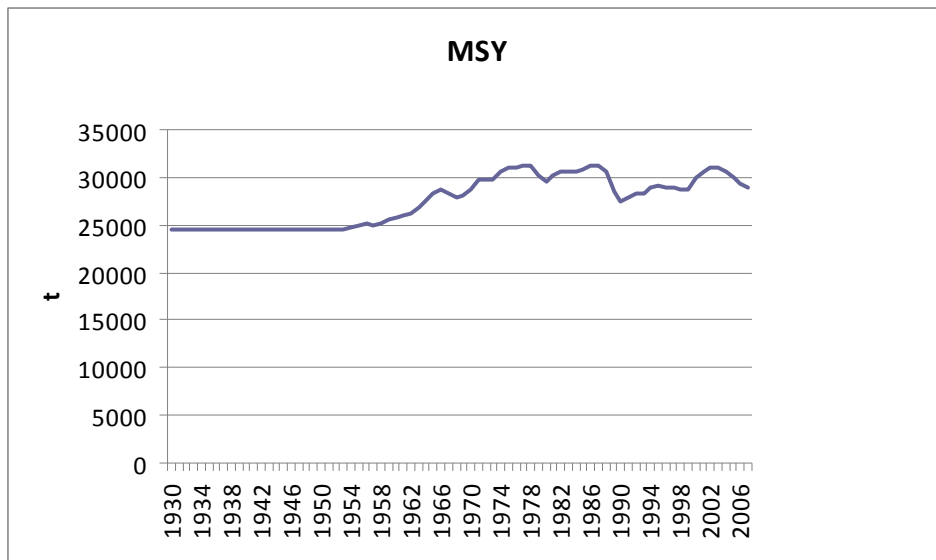


Figure 60. Estimated changes in MSY (thousand tons) for northern albacore, based on changes in total selectivity using an spreadsheet.

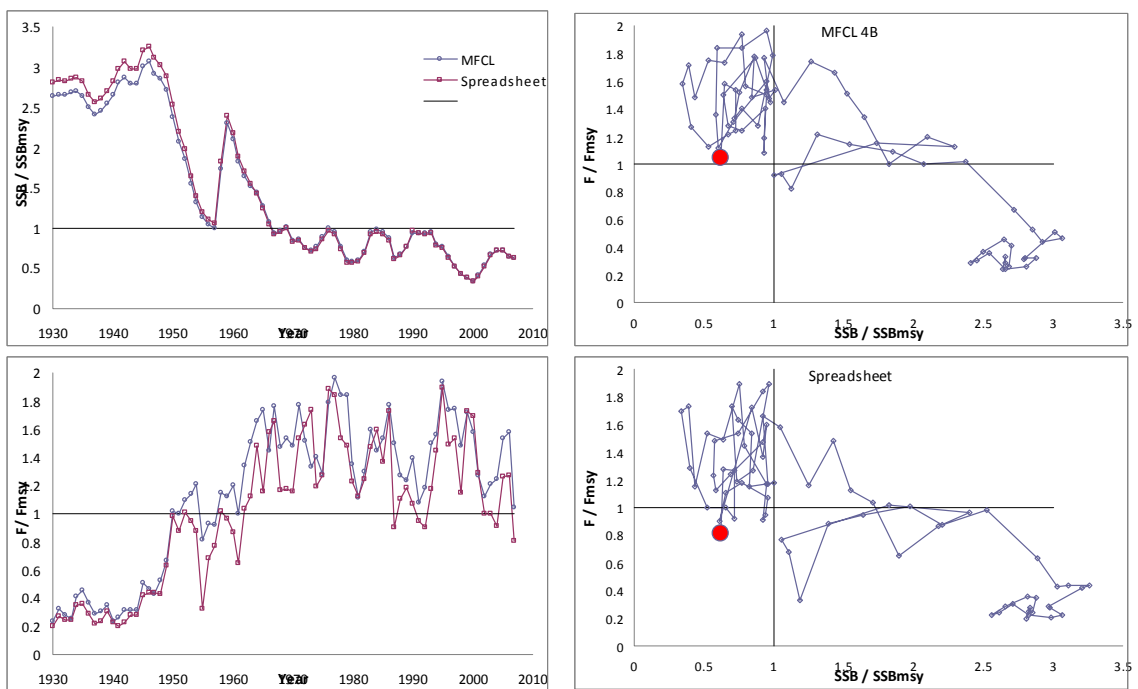


Figure 61. Comparison between SSB/SSB_{MSY}, F/F_{MSY}, and Kobe plots between MFCL Run4B and equilibrium computations conducted in the working group (see text for details).

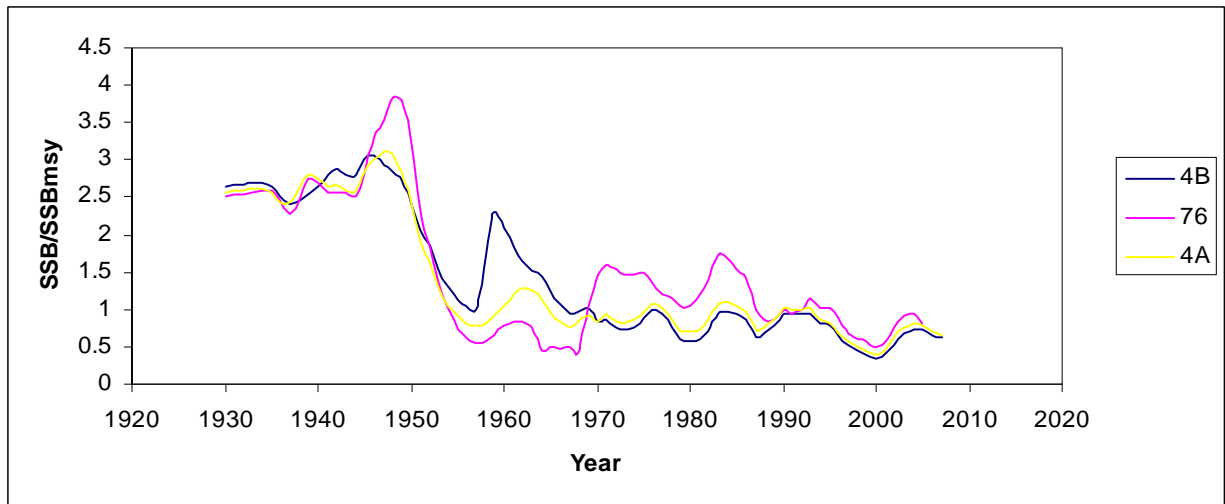


Figure 62. Estimated SSB/SSB_{MSY} per year for the 2005 base case (76), 2007 continuity run (4B) and the 2007 continuity run using the old MFCL executable (4A).

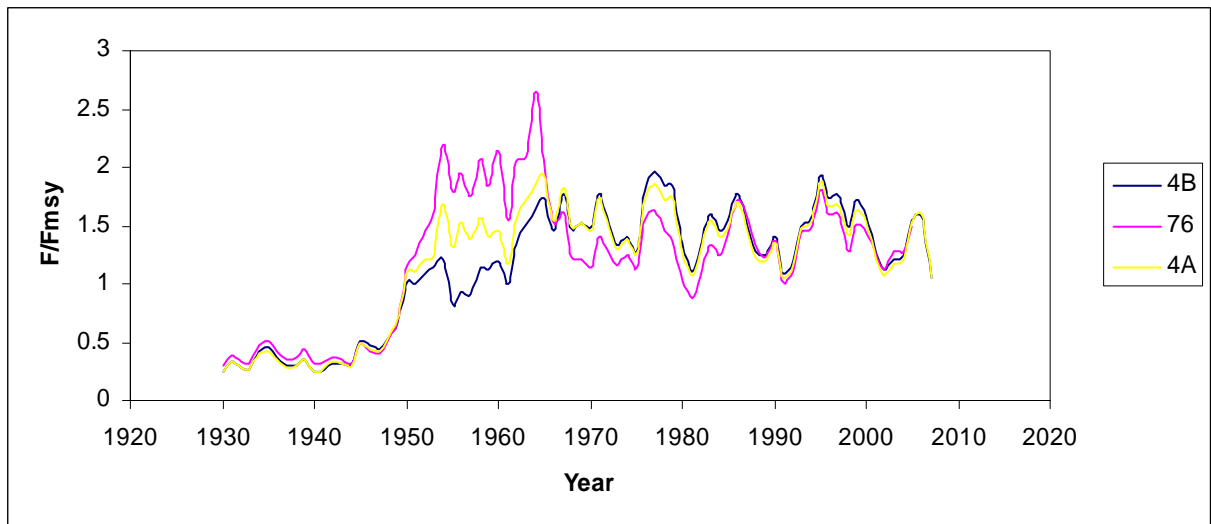


Figure 63. Estimated F/F_{MSY} per year for the 2005 base case (76), 2007 continuity run (4B) and the 2007 continuity run using the old MFCL executable (4A).

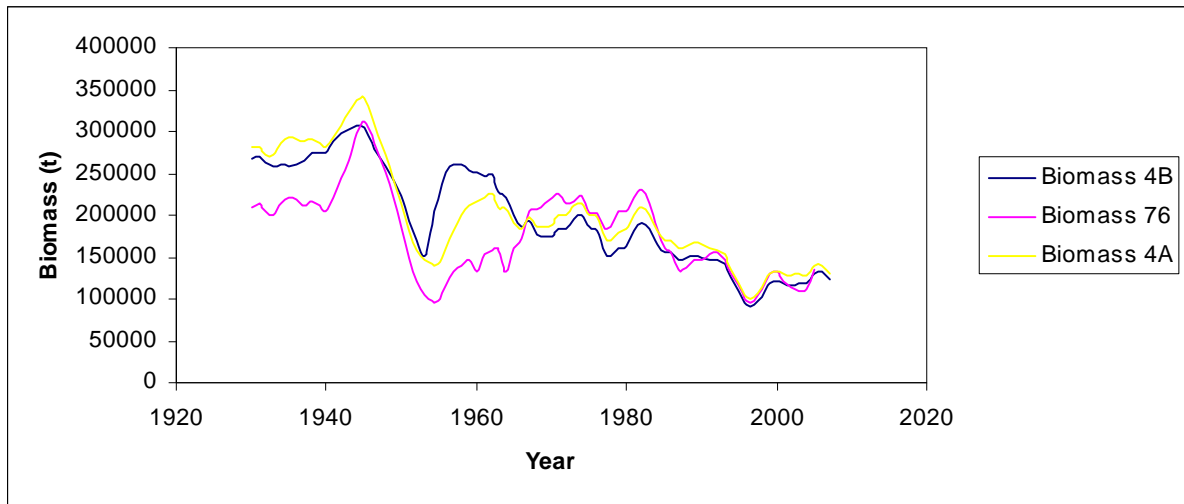


Figure 64. Estimated Biomass per year for the 2005 base case (76), 2007 continuity run (4B) and the 2007 continuity run using the old MFCL executable (4A).

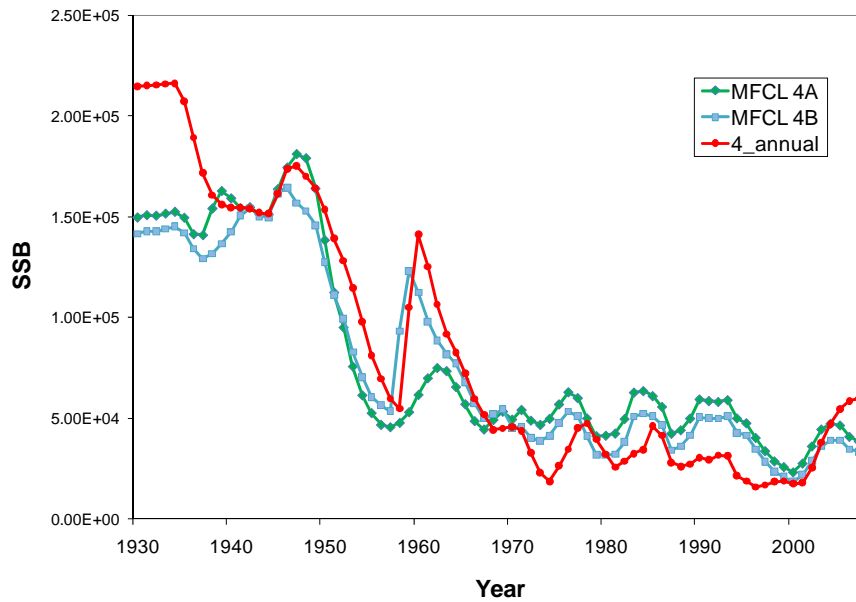


Figure 65. Time series of SSB estimates from the older version of MFCL and the new version both using the new data, and from SS, 1930-2009.

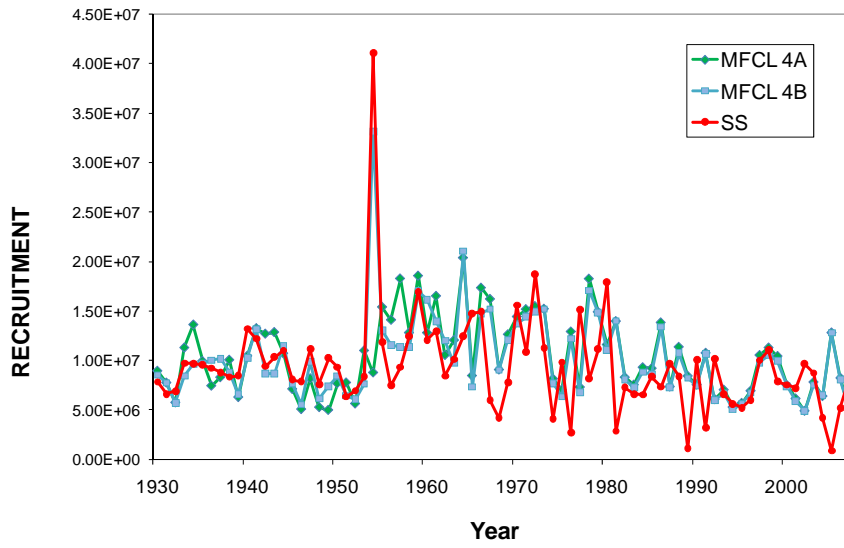


Figure 66. Time series of recruitment estimates from the older version of MFCL and the new version both using the new data, and from SS, 1930-2009.

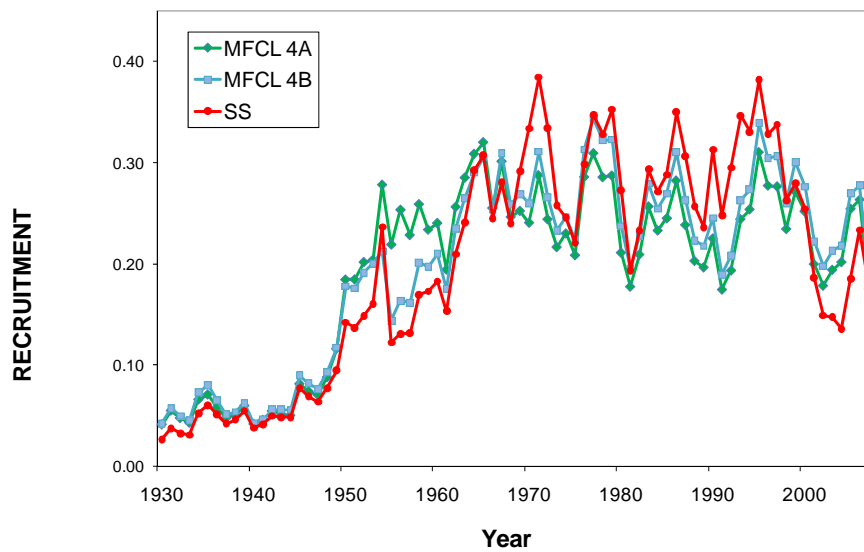


Figure 67. Time series of fishing mortality estimates from the older version of MFCL and the new version both using the new data, and from SS, 1930-2009.

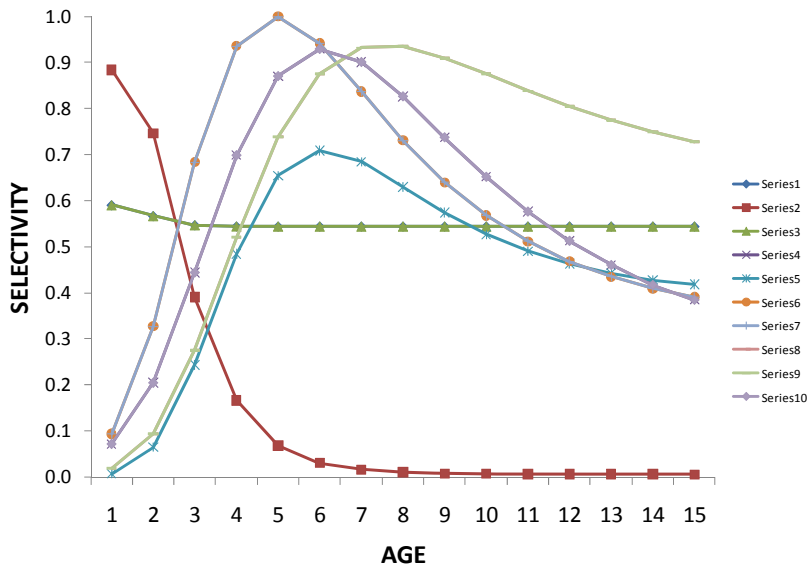


Figure 68. Length conditioned age-based selectivity for all fleets estimated by the SS base case model. Values are expressed relative to the global maximum.

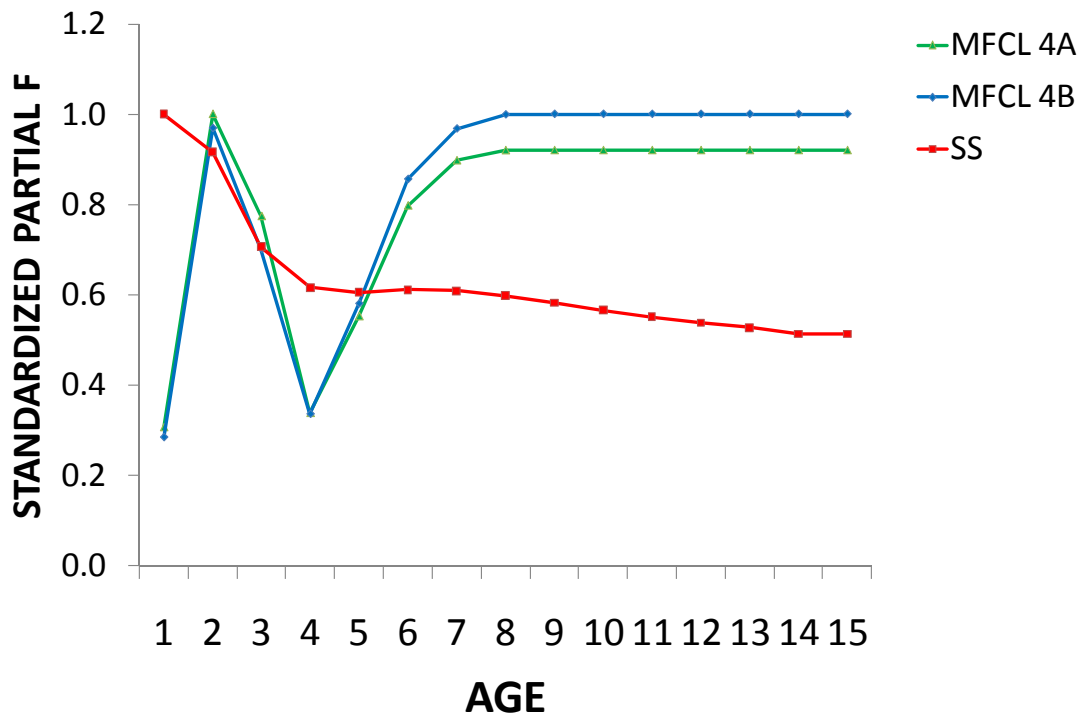


Figure 69. Standardized estimates of partial fishing mortalities averaged from 2005-2009 estimated by the runs MFCL 4A, 4B, and SS.

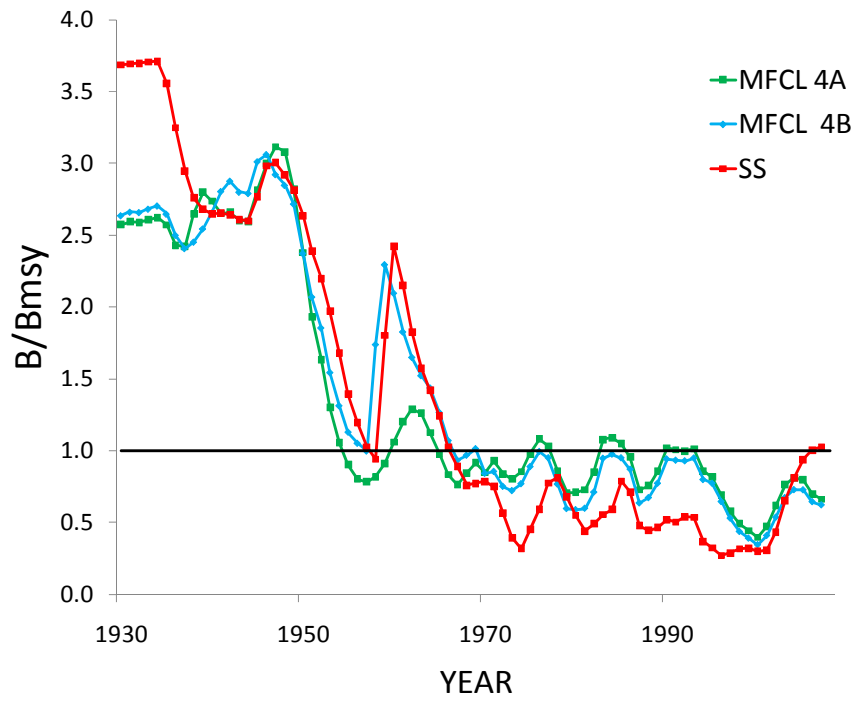


Figure 70. Estimates of B/B_{MSY} from MFCL 4A, 4B, and SS.

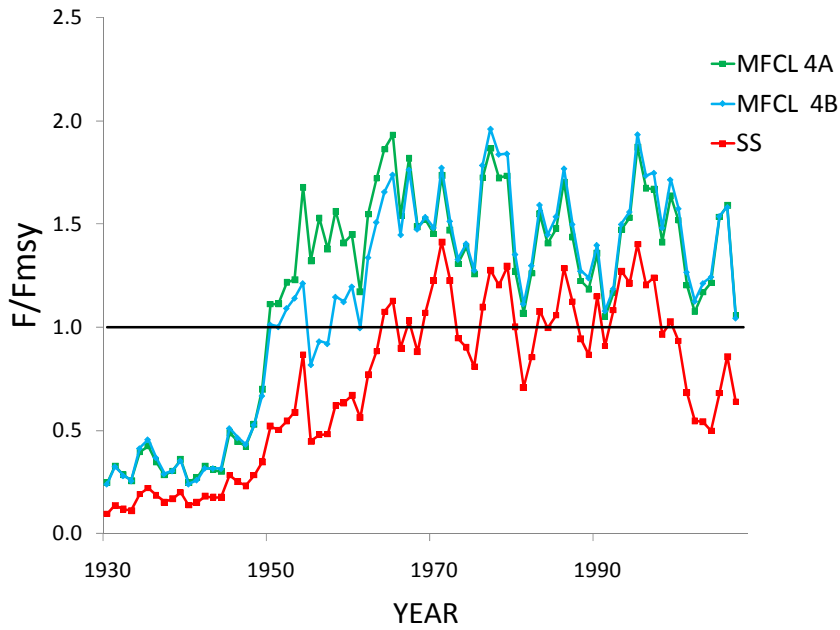


Figure 71. Estimates of F/F_{MSY} from MFCL 4A, 4B, and SS.

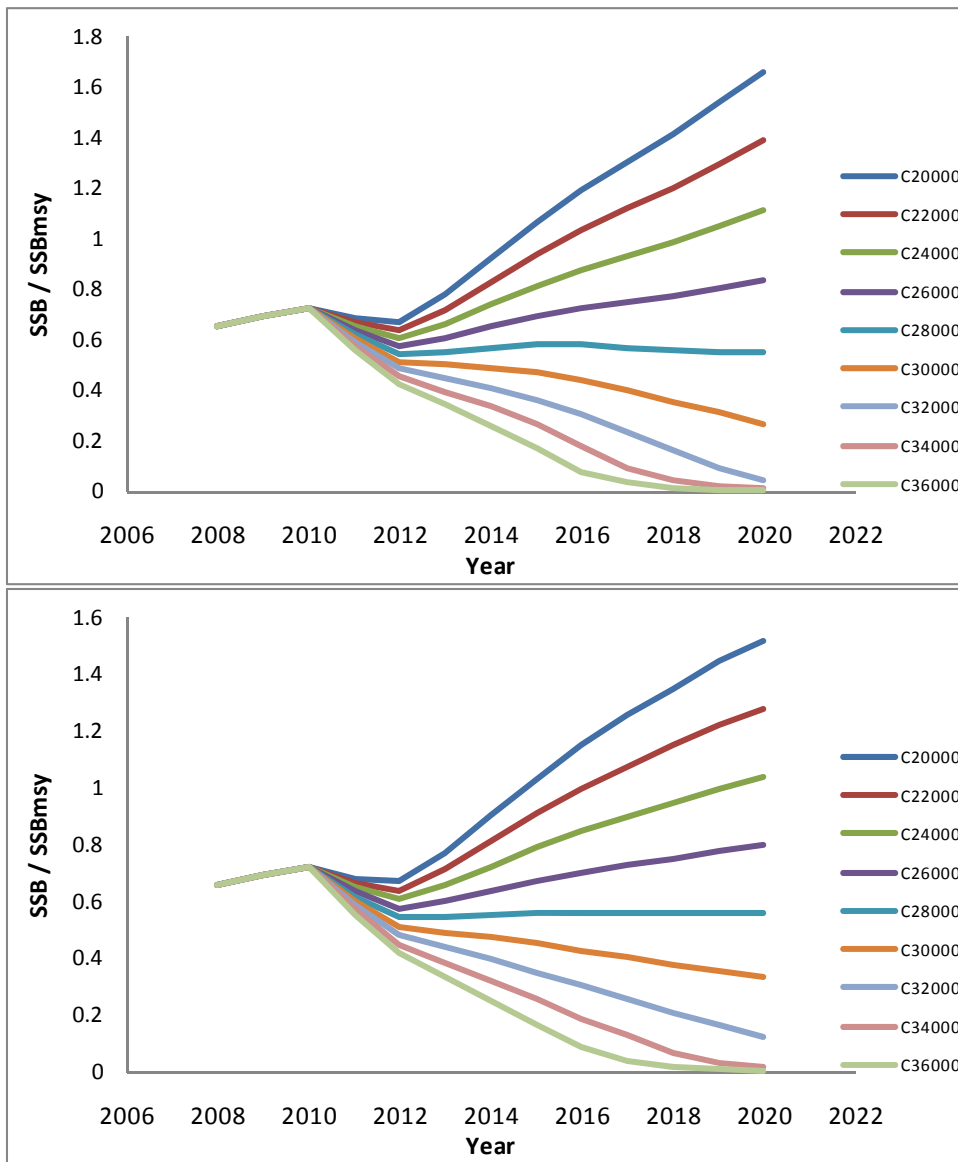


Figure 72. Deterministic projections for northern Atlantic albacore based on the base case MFCL run. The projected level of SSB/SSB_{MSY} is shown for different constant catch scenarios ranging from 20,000 t to 36,000 t. Top: Assuming a stock-recruitment relationship. Bottom: assuming constant recruitment into the future.

AGENDA

1. Opening, adoption of the Agenda and meeting arrangements
2. Biological data, including tagging and environmental 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 quarter and fleet for Multifan-CL model fit
6. Methods and Stock status results
 - 6.1 VPA-2BOX
 - 6.2 Multifan-CL
 - 6.3 Stock Synthesis model
 - 6.4 Other methods
7. Projections
8. Recommendations
 - 8.1 Research and Statistics
 - 8.2 Management
9. Other matters
10. Adoption of the report and closure

LIST OF PARTICIPANTS

SCRS CHAIRMAN

Scott, Gerald P.

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149,

Tel: +1 305 361 4261, Fax: +1 305 361 4219, E-Mail: gerry.scott@noaa.gov

CONTRACTING PARTIES

EUROPEAN COMMUNITY

Arrizabalaga, Haritz

AZTI - Tecnalia/Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualdea z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain

Tel: +34 94 300 48 00, Fax: +34 94 300 48 01, E-Mail: harri@pas.azti.es

Bertignac, Michel

IFREMER-Centre de Brest, Laboratoire de Biologie Halieutique, B.P. 70, 29280 Plouzane, France

Tel: +33 02 98 22 45 25, Fax: +33 5 46 50 93 79, E-Mail: michel.bertignac@ifremer.fr

De Bruyn, Paul

AZTI - Tecnalia, Herrera Kaia Portualdea z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain

Tel: +34 943 004800, Fax: +34 943 004801, E-Mail: pdebruyn@pas.azti.es

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, José María

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

Tel: +34 952 47 1907, 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@uac.pt

TURKEY

Ceyhan, Tevfik
Ege University. Fisheries Faculty. 35100, Bornova, Izmir
Tel: +90 2323434000 (5212), Fax: +90 2323747450, E-Mail: tevfik.ceyhan@ege.edu.tr

Sümer, Çetin
Engineer, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Mediterranean Fisheries Research Production and Education Institute,
Akay Cad. No. 3, 6100 Ankara, Çankaya
Tel: +90 505 376 6738, Fax: +90 0232 374 7450, E-Mail:

UNITED STATES

Diaz, Guillermo
NOAA/Fisheries, Office of Science and Technology, National Marine Fisheries Service, 1315 East-West Highway, Silver
Spring, Maryland 20910
Tel: +1 301 713 2363, Fax: +1 301 713 1875, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

Linton, Brian
NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149
Tel: +1 305 361 4592, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: brian.linton@noaa.gov

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

OBSERVERS FROM COOPERATING NON-CONTRACTING PARTIES

CHINESE TAIPEI

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
Kell, Laurence
Pallarés, Pilar
Palma, Carlos

LIST OF DOCUMENTS

- SCRS/2009/024 Length-weight relationships for bigeye tuna (*Thunnus obesus*), yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and albacore (*Thunnus alalunga*) (perciformes: scombrinae) in the Atlantic, Indian and eastern Pacific oceans. Zhu, G, Xu, L., Zhou, Y. Song, L. and Dai, X.
- SCRS/2009/029 Evaluating the efficacy of minimum stock size thresholds in the presence of natural variability and parameter uncertainty: an application to northern albacore tuna (*Thunnus alalunga*). Ortiz, M., Cass-Calay, S.L. and Scott, G.P.
- SCRS/2009/070 The age and growth of albacore tuna (*Thunnus alalunga*) of the north east Atlantic ocean as inferred from the Irish pelagic trawl fishery of 2002. Boyd, J.
- SCRS/2009/072 On the North Atlantic albacore stock and on its potential sub populations. Fonteneau, A.
- SCRS/2009/080 Spatio temporal variability of daily CPUE for basque albacore trollers and baitboats. Arrizabalaga, H., Santiago, J. Sagarminaga, J. and Artetxe, I.
- SCRS/2009/096 Standardized Spanish baitboat CPUEs by quarter for the period 1981-2007. Ortiz de Zárate, V. and Ortiz de Urbina, J.M.
- SCRS/2009/097 Standardized Spanish troll CPUE's by quarter for the period 1981-2007. Ortiz de Zárate, V. and Ortiz de Urbina, J.M.
- SCRS/2009/099 Comparison of north Atlantic albacore stock assessment using Multifan-CL and Stock Synthesis 3. Schirripa, M.J.
- SCRS/2009/100 Standardized Catch rates for albacore tuna (*Thunnus alalunga*) from the U.S. Pelagic longline fleet 1986-2008. Ortiz, M.
- SCRS/2009/101 Standardization of the north Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) CPUE. Kell, L.T. and Palma, C.
- SCRS/2009/102 Notes on the estimation of catch at age for North Atlantic albacore. Restrepo, V. Arrizabalaga, H. and Palma, C.
- SCRS/2009/103 Update of the Atlantic Albacore (*Thunnus alalunga*) catch-at-size estimations (North and South stocks, 1975 to 2007). Palma, C.
- SCRS/2009/104 French albacore data recovery. Kebe, P.
- SCRS/2009/105 Standardized northern Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) CPUE, from 1967 to 2008, based on Taiwanese longline catch and effort statistics. Hsieh, C., Chang, F. and Yeh, S.
- SCRS/2009/106 Conversion on sampled-CAS into CAA of North Atlantic Taiwanese albacore catch, dating from 1981 to 2008, using knife cutting algorithm. Chang, F., Chang, Y. and Yeh, S.
- SCRS/2009/107 Standardized CPUE of South Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) based on Taiwanese longline catch and effort statistics dating from 1967 to 2008. Chang, F. and Yeh, S.
- SCRS/2009/108 A preliminary update of the albacore tuna (*Thunnus alalunga*) stock assessment for the northern Atlantic Ocean using the integrated stock assessment model, Multifan-CL. de Bruyn, P., Arrizabalaga, H. Ortiz de Zárate, V. and Palma, C.