

REPORT OF THE 2016 ICCAT YELLOWFIN TUNA STOCK ASSESSMENT MEETING
(San Sebastian, Spain – 27 June to 1 July 2016)

SUMMARY

The Yellowfin Stock Assessment meeting was held in San Sebastian from 27 June to 1 July 2016. Decisions were taken on the main parameters of input for the different evaluation models to be used during the stock assessment session. A work plan was also outlined to submit and compile information not yet available.

RÉSUMÉ

Réunions de préparation des données et d'évaluation des stocks d'albacore a eu lieu à San Sebastian du 27 Juin au 1 July 2016. Des décisions ont été prises sur les principaux paramètres de données d'entrée pour les différents modèles d'évaluation qui seraient utilisés pendant la réunion d'évaluation des stocks. Un plan de travail a également été dressé en vue de la soumission et compilation des informations qui ne sont pas encore disponibles.

RESUMEN

Reuniones de preparación de datos y de evaluación de rabil se celebró en San Sebastian del 27 de junio al 1 de julio de 2016. Se tomaron decisiones sobre los principales parámetros de entrada para los diferentes modelos de evaluación que se utilizarían durante la sesión de evaluación. También se esbozó un plan de trabajo para presentar y compilar la información que todavía no está disponible.

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements

The meeting was held at the AZTI-Tecnalia Laboratory in San Sebastian, Pasaia (Spain) from 27 June to 1 July 2016. Dr Shannon L. Cass-Calay (YFT Species Group Rapporteur) opened the meeting and welcomed participants (“the Working Group”) and thanked AZTI for hosting the meeting and providing all the logistical arrangements. Dr Miguel Neves dos Santos, on behalf of the ICCAT Executive Secretary, highlighted the importance of the work to be developed by the Group during the meeting aiming at the provision of management advice to the Commission, and thanked AZTI-Tecnalia for hosting the meeting. Dr Cass-Calay proceeded to review the preliminary 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:

- Item 1: M. Neves dos Santos
- Item 2: D. Die, M. Ortiz and J. Walter
- Item 3: T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma and G. Diaz
- Item 4: T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma and G. Diaz
- Item 5: T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma and G. Diaz
- Item 6: J. Scott, A. Justel and S. Cass-Calay
- Item 7: D. Die
- Item 8: M. Ortiz

2. Summary of available data for assessment

2.1 Biology

A presentation made during the meeting (SCRS/p/2016/024) showed that average size of females (117.6 cm) is 1 cm larger than that of males (116.6 cm) in the catches of Uruguayan longliners. This difference is small compared to those reported previously to the Group, which suggest that in catches of longliners the sex ratio of large fish is dominated by males (Albaret, 1977).

Biological parameters to be used as input to assessment models were agreed during the data preparatory meeting (**Table 1**). The following main agreements were reached:

- Use a maximum lifespan of eleven years and the Then *et al.* (2014) estimator to calculate an M of 0.54 (baseline M)
- Use a Lorenzen-like function (Lorenzen, 2005) to scale mortality estimates across different ages
- Use as preferred growth parameters those from Gascuel *et al.*, 1992.

Maturity at age was agreed to follow Diaha *et al.* (2015) (**Table 2**).

SCRS/2016/116 reports the implications of these decisions in producing estimates of M for different values of growth parameters and different choices on how the baseline mortality is calculated. The authors also compared the estimates of age-dependent natural mortality to those estimated for yellowfin stocks in other oceans, and for several alternative growth curves. The Group agreed to use the vectors of M corresponding to the selected growth curve:

Based on Gascuel *et al.*, 1992:

Ages 0-11+: 1.588, 1.194, 0.748, 0.550, 0.476, 0.447, 0.435, 0.431, 0.429, 0.428, 0.428, 0.428

Based on Draganik and Pelczarski, 1984:

Ages 0-11+: 1.758, 0.889, 0.672, 0.576, 0.525, 0.495, 0.476, 0.463, 0.455, 0.450, 0.446, 0.443

The Group noted that any change in the assumptions about growth would require a re-estimation of M-at-age and discussed that the current assumption about M-at-age does not consider the possibility of senescence and that in the IOTC and the EPO assessments of yellowfin it is assumed that M does increase for older ages. To evaluate the effect of senescence, the Group proposed to conduct a sensitivity analysis. It was noted, however, that, any change in the assumptions about M requires a re-estimation of the catch at age if the method proposed by Ortiz (SCRS/2016/106) is used, because the method relies on specific assumption about M-at-age. Therefore, sensitivity analysis with senescence was only conducted with Stock Synthesis (SS3).

SCRS/2016/110 presented results of the application of SS3 to yellowfin, where three sets of growth data pairs (age, length) from Gascuel *et al.*, 1992, Shuford *et al.*, 2007 and SCRS/2016/049 were incorporated together to a single SS3 input file. When the SS3 model is allowed to fit all data and estimate growth parameters (a multi-stanza curve with varying k) the resulting predictions assign similar predicted length for ages 1-3 to those predicted by Gascuel *et al.*, 1992, but smaller predicted length for age zero and for fish older than 3 (**Figure 1** and **Table 3**). However, the primary difference when L-infinity is estimated in SS3 as compared with other externally derived growth curves is a substantially lower L-infinity. The near absence of fish at the level of L-infinity for the Gascuel *et al.*, 1992 growth curve (175 cm) created substantial conflict within the SS3 models. This absence of fish could be due to a lower L-infinity or it could also be explained by U-shaped M, dome shape selectivity or a combination of the three. The Group hopes that the AOTTP programme will help further clarify growth curves, selectivity and natural mortality.

2.2 Catch, effort, size and CAS/CAA estimates

The Secretariat provided the corresponding fisheries data input of Task I nominal catch (**Table 4**, **Figure 2**), Task II catch and effort (CE), Task II catch-at-size (CAS) (**Figure 3**) and the corresponding size frequency data aggregated by year-quarter, fishing mode, main gear, and 5x5 square Lat-Long grid (**Figure 4**) before the meeting. For 2015, about 53% of the CPCs submitted preliminary estimates of yellowfin nominal catches prior to the meeting. The Group completed the 2015 total Task I by carrying over the average of the last three years (2012-2014). The agreed nominal catch for 2015 and 2016 for projections was set at 110,337 t. More detailed discussions on catch, effort and size data inputs can be found in the Report of the 2016 ICCAT Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (Anon., 2016 (*in press*)).

Document SCRS/2016/107 described the estimates of the Ghanaian purse and baitboat Task I and II for 2006-2014, as recommended from the data preparatory meeting. The total catch of tropical tunas (BET, SKJ, YFT) and associated species (other species) were selected from the highest annual reports from the Ghana AVDTH database, either from the logbook reports (catch) or the sale records (landings) destined primarily to the canning companies. The logbooks reports and landings records were incomplete for 2007, thus Task I and II were not estimated for this year and prior estimates from the ICCAT database were used. Estimates of catch composition and size composition of Ghana commercial fisheries were done for each fleet component; national fleet (Fleet A) and Fleet

P, assuming a homogenous composition and size distribution by a strata of year-quarter and 5°x5° square lat-lon grid. Estimated additional Task I catch was assigned to the Fleet P purse seine component operating on FADs (fishing mode) for 2006 - 2011. Sampling from within each stratum was used with priority from Ghana sampling; if not available, EU_PS sampling from the same strata was selected, if no data were available then sampling from adjacent grids were applied. The estimation provided total Task I nominal catch for YFT, catch and effort by year-month-strata, catch-at-size, and size sample frequency data for the commercial purse seine and baitboat Ghanaian fleets. The Group noted that operations from baitboat fleets, particularly in the Gulf of Guinea, may include direct baitboat fishing activities, as well collaboration fishing with purse seine operations.

Document SCRS/2016/108 summarized the yellowfin size frequency data available for model inputs. Data include sampling since 1956 to 2014, with over 4.7 million fish measured, with most of the samples coming from purse seine fleets (51%), LL (28%) and BB (17%). Spatial and temporal coverage was considered sufficient since the 1990s, however coverage in relation to catch by fishery ID varied substantially, with better information since the 1980s. The size frequency data included the actual measures from the main EU-Fleets recently provided by EU scientist, new information from the “*faux poisson*” sampling and revised data from major longline fisheries time series.

Document SCRS/2016/106 described the estimation and procedures for the estimation of the Catch-at-size (CAS) and Catch-at-age (CAA). CAS input was estimated for the complete time series 1960-2014, although sampling from 1960-1965 is very limited. New and revised size and CAS information were received from major fisheries, longline in particular, with also redistribution on mixed fisheries and new information from fisheries such as “*faux poisson*”. The ageing of the CAS was done using similar protocols as in 2011, including the: i) slicing from deterministic growth functions; ii) including variance of size at age; and, iii) an updated algorithm considering the exponential decline of numbers of fish due to overall mortality (natural and fishing mortality). Preliminary analyses that included only natural mortality indicated that declines in fish numbers with age, have significant effect in the CAA estimation. However, the Group considered that it was necessary to have more simulation studies to evaluate integrating variance of size at age and mortality in the assignment of age from growth model protocols, before accepting this protocol as the base one for ageing the CAS.

A review and update on Task II Catch and size information for yellowfin catches 1998-2012 from Uruguay was presented, including standardization to fork length measurement units using specific conversion factors (SCRS/2016/p/24) from this area (SCRS/2016/p/023). The updated size data was incorporated into the CAS and size frequency data inputs. This report indicated no differences by gender on size, which contrasts with earlier discussions of the Group.

2.3 Relative abundance estimates

2.3.1 Considerations regarding indices

For the 2016 Yellowfin Stock Assessment CPUE indices from six CPCs were documented and presented at the data workshop. Two relict purse seine indices were also considered and subjected to diagnostic evaluation, however, they were ultimately not recommended to be retained for the assessment models. In addition there were several relict CPUE indices used in the 2011 assessment (Anon., 2012). These indices were not updated for 2016 and since they could not be evaluated according to current model evaluation criteria they were not recommended for inclusion except for continuity models. **Table 5** documents the available annual indices.

The first diagnostic evaluation conducted was to determine whether the indices exhibited very high interannual variability outside of the bounds of production model behavior and while some indices did show substantial interannual fluctuations, the Group did not exclude any models from consideration on this basis. Index correlations were calculated and, where indices overlapped (early time period-1971:1992 and late time period 1993:2010), cluster analysis was conducted to attempt to find indices that exhibited similar patterns.

Overall several indices showed some severe interannual fluctuations, notable URU_W_1 and URU_W_2. Other indices showed evidence of between 10 and 52% of the observations falling outside of assumed production model dynamics. Nonetheless, with the exception of the URU indices, most of the deviations were not severe and, as this metric is most useful for identifying potential unaccounted for process error, the Group did not feel that this was a clear justification that any index should be removed. The URU_W_2 index value in 2009 was 0.03. Values approaching zero can be problematic in models. It was recommended that this value be removed from model fitting.

Negative correlations between some of the indices indicate that there is substantial conflict between many of the indices. The very high correlations between the same index in number and weight indicated that the two would be very interchangeable in models. This result coupled with previous findings (Prager and Goodyear, 2001) that indices in number or in weight gave similar results in production models resulted in the recommendation that indices be used in production models in number if they were not provided in weight.

The correlations among indices were further explored by a cluster analysis during a later time period where the indices overlapped (1993-2010). For some fleets, indices developed in both number and weight were available. In these instances, indices in number and weight could not be differentiated in the cluster analysis. When only indices in number or indices in weight were used for cluster analysis, two distinct groups emerged (**Figure 5**), primarily related to the trends of the indices in the more recent time period. One cluster of indices (Japanese LL, Venezuela LL, US LL, and Chinese Taipei 1970_1992) shows an initial early decline, and then generally varies without trend. The second cluster (URU LL, BRZ LL, and Chinese Taipei 1993_2104) shows an increase in CPUE in the mid-90s and then a subsequent decline. In the early time period the indices were in general agreement, except URU_LL_1, which appears to be a substantial outlier. Thus it is proposed to keep CH_TAI_LL_N_1_70_92 in both clusters and to use URU_LL_1 in cluster 2 where the second URU index is. These clusters are as follows:

```
CLUSTER1=c("CH_TAI_LL_N_1_70_92" , "US_LL_W" , "VEN_LL_N","Japan_W_76_14" )
CLUSTER2=c("CH_TAI_LL_N_1_70_92" , "URU_W_1","URU_W_2" , "BR_LL_N","CHTAI_N_93_14_M4")
CLUSTER_1_Sens=c("CH_TAI_LL_N_1_70_92" , "US_LL_W" , "VEN_LL_N","Japan_N_65_14" )
```

During the analysis of the indices several other issues emerged. These were the recommendations to start the Japanese longline index in 1976 due to changes in targeting that could not be accounted for in the standardization. Hence there is sensitivity on Cluster_1 which starts the Japanese longline index in 1965. The following index decisions were made as result of explorations of the indices and are outlined below:

1. Use indices in "native" units. Do not convert indices in numbers to biomass using observed average weight.
2. Do not retain indices that were developed prior to the 2011 assessment, and not updated/reevaluated since (i.e. drop Canary Islands baitboat, Brazil baitboat, Venezuelan purse seine).
3. Do not use FAD or purse seine indices for base models unless known trends in fishing power have been accounted for (through standardization or post-processing).
4. Index Weighting: Equally weighted (i.e. CV=0.2 for all indices, all years).
5. CLUSTERS as outlined above. The models were run for each index cluster. This should eliminate the conflict in indices, and test two hypotheses regarding stock dynamics, that the stock increased in the mid 90s, and then declined, or that the stock has generally varied without trend since an initial decline. This will be particularly critical for surplus production models.
6. Explore the sensitivity of the model to index selection using a "Jack-Knife Analysis".
7. Recommended indices that cause undue model degradation can be removed from provisional models at the analyst's discretion. The analyst will provide a justification to the Stock Assessment Methods Working Group.

A more complete documentation of decisions regarding index diagnostics and recommendations for inclusion in modeling can be found **Appendix 4**.

2.3.2 Index recommendations for use

The various indices proposed for incorporation in the different stock assessment models are provided in **Table 5** and are identified by index cluster (**Figure 5**). Eight indices were chosen by the Group based on meeting the criteria for inclusion and as they were fully documented. An additional index of Spanish purse seine fisheries was provided to the Group but it was lacking full documentation of methodology and assumptions. Given the complexity of defining catch per unit effort for purse seines and the noted changes in catchability that have occurred, this index could not be fully evaluated and included in the assessment models. The loss of indices from the baitboat and purse seine fleets since the 2011 assessment means that this assessment will have no CPUE information from the primary surface fleets or of fleets that are likely to capture newly recruited fish. Future work to develop or maintain indices from these fleets would be desirable.

For certain assessment models, 'relict' indices used in previous assessments and combined indices were necessary to provide continuity models. The construction and treatment of these indices are detailed in each assessment section.

3. Stocks assessment methods and other data relevant to the assessment

3.1 Production models (ASPIC)

The fleets and CPUE indices used for ASPIC model are shown in **Table 5** and **Figure 5**. The annual catches by fleet used for ASPIC are summarized in **Table 6**.

To conduct continuity runs, combined CPUEs were created using the CPUE indices shown in **Table 7**, weighted by the number of 5x5 latitude-longitude observations by quarter within a year (count of cell number with positive catch of yellowfin) (**Table 8**), which is the same protocol as that used in the last assessment. Annual improvement of catchability for purse seine fishery was assumed to be 3% or 7%. **Table 9** and **Figure 6** show the values for combined indices with those for the last assessment.

At the 2011 stock assessment, ASPIC (Prager, 1992) was used to fit production models and four ASPIC cases were selected for management advice (Runs 9, 10, 11 and 12, Anon., 2012). They all correspond to Logistic fits of the model with combined indices (1 fleet).

During the current assessment, the version 5.34 of ASPIC was used. Based on the decision at and after the yellowfin tuna data preparatory meeting in 2016, scenarios with fleet structure and indices grouped by two clusters were examined. Scenarios with combined indices were also examined for continuity runs. Thus, a number of different preliminary runs were conducted, and considered by the Group (**Table 10**).

3.1.1 Sensitivity runs

Several sensitivity analyses were conducted for two scenarios (Cluster 1, logistic and Fox model equal weighted) of ASPIC model (**Table 11**). These include scenarios with different B1/K, scenarios with longer Japanese longline CPUE and scenarios which exclude one or more CPUE indices.

3.1.2 Base case

After examining the scenarios presented, the Group decided to use one scenario for Cluster 1 (Fox model equal weighted) as the basis for providing the advice, based on retrospective patterns and values for objective function. The base case includes longline indices for Chinese Taipei (1970-1992), US (1987-2014), Venezuela (1991-2014) and Japan (1976-2014). B1/K was fixed at 0.9.

3.1.3 Retrospective analysis

Retrospective analyses were conducted by sequentially removing a single year of data and re-estimating model outputs. The purpose of this exercise was to determine how the addition of new data changes the perception of the status of the stock and to evaluate retrospective bias.

3.2 Age Structured Production Model (ASPM)

The AD model builder implemented age-structured-production-model (ASPM) software (version 3, 2014) (Nishida *et al.*, 2014) was used. The ASPM software requires three types of data, catch (SCRS/2016/111; Table 2-1, 2-2, Figure 1), standardized CPUE (SCRS/2016/111; Table 3, Figure 3) and Catch-at-Age (CAA; SCRS/2016/111; Figure 2). Data source of the catch was “cdis_byFishery.csv” which was provided by the ICCAT Secretariat. Data source of the CAA was “Sum_CAAsYFT2016.xlsx”. This file contains five types of CAA (see text in SCRS/2016/111). After discussion of the Group three types of CAA (01_Cont: same formulation as 2011 meeting using Gascuel 2-stanza growth model without M vector in ageing; 03_DrwithM: Draganik von Bertalanffy growth model including M vector; and, 05_GawithM: Gascuel 2-stanza growth model including M vector) were used for the ASPM analysis. The “01_Cont” was used for the base models (used to develop management advice) in order to retain similar assumptions as the stock assessment in 2011, although the ASPM analysis was not implemented for the stock previously. The data source of the standardized CPUE is “YFT_2016_CPUE.for models.6.9.16.xlsx”, which contained three groups of indices (clusters 1 and 2, and sensitivity (SCRS/2016/111; Table 3, Figure 3). The fishery definitions for the ASPM analysis are described (**Table 12**). Note that the Uruguay longline standardized CPUE in the Cluster 2 was not used because the software is constrained by not allowing fleets with zero catch.

3.3 Catch statistical models: Stock Synthesis (SS3)

The model structure was based on the Multifan assessment model developed in 2011 (Anon, 2012). The platform used was Stock Synthesis (SS3), v24.f (Methot and Wetzel 2013). As in most integrated assessment, the model had a complex fishery structure that included 17 fisheries that were purse seine, baitboat, longline, rod and reel, and the other fishery categories. The model used 8 different indices of abundance primarily from the longline fleets operating by different periods. These fleets were primarily the Japanese, Taiwanese, Uruguay, Brazil, US and Venezuelan fleets. Both the Uruguay and Taiwanese fleets were split into multiple periods. Length composition data by season of 17 fleets were used (SCRS/2016/110). In addition, there were numerous assumptions based on steepness, natural mortality and growth (SCRS/2016/110). Multiple iterations of growth and natural mortality were examined until the Group noted that the models that estimated growth performed the best, subsequently growth was fixed at the model estimates obtained using age composition data.

Models were fit to different index clusters (SCRS/2016/109) with the indices input with a common CV (0.2), and diagnostic fits are summarized in detail in Section 4.3. Growth was estimated during the model development process and was useful to obtain improved model fits and to explain the observed size composition information. Models estimated growth by estimating K using the k-deviates option in SS, as well as estimating L-inf (or length at age 10+). Iterative reweighting as prescribed in Francis, 2011 was used to further adjust these length compositions through a variance multiplier on the overall Effective Sample Size (ESS) that was fixed across all fleets and time strata at 20. During the meeting an alternative weighting approach that incorporated the interannual variability in the quality of size composition samples was developed however time constraints limited its further exploration.

3.4 Virtual Population Analysis (VPA)

Tuned virtual population analyses (VPA) were conducted using the VPA-2BOX software featured in the ICCAT Software Catalog. The data inputs and several biological parameters were updated in preparation for this assessment (see Anon., 2016 (*in press*)); the Report of the 2016 ICCAT Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting). The Catch-at-size was fully rebuilt following the submission of new Task II size samples and CAS by the CPCs. The natural mortality function was revised to reflect an expected decline in mortality-at-age (Lorenzen, 2005). The maturity vector was also updated according to (Diaha *et al.*, 2015). **Table 13** shows the parameter specifications for the VPA runs and **Table 14** the specifications for the partial CAA related to indices of abundance.

3.4.1 General specifications

Virtual Population Analyses require the following data inputs. Detailed descriptions of the VPA model inputs can be found in SCRS/2016/105.

1. Total Catch-at-Age, assumed known exactly.
2. CPUE (or index of relative fishing pressure).
3. Fleet-Specific Catch-at-Age.
4. Fleet-Specific Average Weight-at-Age.
5. Average Weight-at-Age at peak of spawning season.
6. Biological parameters:
 - a) Maturity, fecundity, month of peak spawning
 - b) Natural Mortality
 - c) Growth Parameters

The parameter specifications used in the 2016 continuity case VPA were the same as those used in the 2011 base-case, unless otherwise noted.

The oldest age class represents 5+ age group (ages 5 and older). The fishing mortality rate (F) on that age is specified as the product of the fishing mortality rate on the next younger age (F_4) and an 'F-ratio' parameter that represents the ratio of F_5 to F_4 . As in the 2011 assessment model, the F-ratio was estimated in 1970, and thereafter allowed to vary from the 1970 estimate using a random walk (standard deviation = 0.2).

The fishing mortality rates for ages 1-4 in the last year of the VPA were estimated as free parameters, but subject to a constraint restricting the amount of change in the vulnerability pattern (on ages 1 to 5+) during the most recent three years with a standard deviation of 0.4 (e.g. SCRS/2008/089). Recruitment estimates were subject to a constraint restricting the amount of change during the most recent four years with a standard deviation of 0.4.

The indices of abundance were fitted assuming a lognormal error structure and equal weighting (i.e., the coefficient of variation was represented by a single estimated parameter for all years and indices). The catchability (scaling) coefficients for each index were assumed constant over the duration of that index and estimated by the corresponding concentrated likelihood formula. All indices were weighted by a variance scalar which was estimated for the first index, then applied to the others. This parameterization weighted all indices equally.

3.4.2 Summary of VPA Model Specifications

The VPA model runs presented to the Group examined the effect of index selection on the population dynamics of yellowfin tuna. Four models were run as described below:

- 1) Base Model #1 1970-2014
 - a) Ages 0-5+.
 - b) Lorenzen M on Ages 0-5+ = 1.59, 1.19, 0.748, 0.550, 0.423.
 - c) Maturity on Ages 0-5+ = 0, 0, 0, 0.38, 0.99, 1.
 - d) Used CLUSTER 1 Indices: CH_TAI_LL_N_1_70_92, US_LL_N, VEN_LL_N, Japan_N_76_14 weighted equally.
- 2) Base Model #2: Same as #1 except:
 - a) Used CLUSTER 2 indices: CH_TAI_LL_N_1_70_92, URU_W_1, URU_W_2, BR_LL_N, CH_TAI_N_93_14_M4.
- 3) Sensitivity Model #1: Same as base model except:
 - a) Model start year (1965).
 - b) Full time series (1965-2014) of the Japanese LL index in numbers replaced the short series.
- 4) Continuity Model: Updated data through 2014, fleets and indices as specified in 2011 base VPA models except:
 - a) Replaced US_LL_ATL and US/MEX_GOM indices with a US_LL index developed using data from both regions.
 - b) The revised indices for Uruguay and Chinese Taipei were broken into periods that indicated a change in selectivity. Decision made at the 2016 assessment differed somewhat from the previous assessment.

3.4.3 Base models diagnostics

For all base models, the VPA converged within the specified maximum iterations, and no parameter estimates were bounded. Six parameters were estimated for each model, the F ratio (F5/F4) in 1970, the F on Ages 1-4, and a single index variance. All parameters were well estimated (CV ~ 0.2) except the F on age 0, which was less well estimated (CV ~ 0.4). Fits to the CPUE series for the VPA base models are summarized in **Figures 7 and 8**. The fits to the base model that used Cluster 1 were fairly good for the U.S. longline, Japan longline, and the Chinese-Taipei longline indices; while the fit to the Venezuelan longline index was poor. For the base model that used Cluster 2, fit were degraded (relative to Cluster 1) except for the fit to the Chinese-Taipei longline index (note that the Chinese-Taipei longline index was the only index that was included in both clusters).

Retrospective analyses on Spawning Stock Biomass and Recruitment for both base models were completed by sequentially removing inputs of catch and abundance indices from the two base case models. The retrospective analyses showed no patterns in either spawning stock biomass (**Figure 9**) or recruitment for any of the base models. However, it should be noted that constraints were applied (SD = 0.4) during 2011-2014 to restrict the magnitude of change allowed.

3.4.4 Sensitivity run diagnostics

The results of the sensitivity run using the JPN longline index for the period 1965-2014 were almost identical to those of the Cluster 1 base model. **Figure 10** shows the fit to the indexes. Similarly to the Cluster 1 base case, the U.S., China-Taipei and Japan longline indexes showed a fairly good fit; while the Venezuela longline index showed a lack fit, particularly in the mid 1990s. The retrospective analyses on SSB and recruitment showed no discernable pattern and were almost identical to that of the Cluster 1 base case. Therefore, for brevity, these figures are not included.

3.4.5 Continuity case diagnostics

Figure 11 shows the fit to the 15 indexes used in the continuity case. In most cases, fits to the indexes were poor, as they had also been during the 2011 assessment.

3.5 Other methods

No other evaluation methods were presented during the meeting.

4. Stock status results

4.1 Production models (ASPIC)

4.1.1 Base case

The Group considered several ASPIC model parameterizations, and selected the base model (Cluster 1_Fox_eq) on the basis of the model diagnostics (**Table 15** and **Figure 12**). The results of the base model indicate increasing and decreasing trend for median B-ratio and F-ratio in recent years (after 2005), respectively, and currently the stock status was estimated not overfished nor overfishing, although current biomass was close to B_{MSY} level. Uncertainty in model estimates was examined using a bootstrap analysis ($N=500$). The 10th and 90th percentiles of annual estimates of B/B_{MSY} and F/F_{MSY} are shown in **Figures 12**. The Kobe Plot of 2014 stock status is shown in **Figure 13**. The uncertainty in the estimated stock status (i.e. 2014 B/B_{MSY} and F/F_{MSY}) is indicated by the cluster of blue points on the Kobe Plot.

4.1.2 Other models not selected

Point estimates for population parameters were similar among four runs for Cluster 1 including base case scenario (**Table 15**, **Figure 12**). No convergence or reasonable results were obtained for the scenarios that used Cluster 2 indices. The results for the scenarios of Cluster 1_sens were a bit more optimistic compared with those for Cluster 1. However, the scenarios of Cluster 1_sens include Japanese longline CPUE for 1965-2014. Based on the concern for target shift by Japanese longline during the early period, the scenarios of Cluster 1_sens were not selected for base case.

4.1.3 Continuity case

The scenarios including updated combined indices (continuity runs) indicate that population status estimates were more pessimistic compared than those for Cluster 1 (**Table 15**, **Figure 14**). Trend of B-ratio is flat in recent years, probably based on the trend of combined indices. **Figure 15** shows comparison of ASPIC continuity runs results (B-ratio and F-ratio) with those of 2011 assessment. The results were similar, although F-ratio for current assessment was a bit higher.

4.1.4 Sensitivity runs

Figure 16 shows the results of the sensitivity runs. For the logistic model the scenarios of $B1/K = 0.8$, scenarios which excluded Taiwanese longline or Venezuela longline indices, and the scenario with only the Taiwanese and Japanese longline indices resulted in unreasonable results. And the scenario which excluded the Japanese longline index showed different results compared to those from the base model. For the Fox model, the scenarios which excluded the Taiwanese longline or the Venezuela longline index, and the scenario with only the Taiwanese and the Japanese longline indices did not converge. As with the logistic model, the scenario which excluded the Japanese longline index gave somewhat different results compared to the base model.

4.1.5 Retrospective analysis

The analysis of retrospective patterns for Fox model scenario (base case scenario) indicates that F/F_{MSY} and B/B_{MSY} estimates are relatively stable for the terminal year when successive years of data are removed from the model (**Figure 17**). However, it was less stable for logistic model scenario.

4.2 Age Structured Production Model (ASPM)

4.2.1 Parameterization

Several important parameters (steepness, σ_R , B_{1965}/B_0 , plus age group) of ASPM were discussed during the meeting. In addition, the analytical period is from 1965 to 2014, thus the B_{1965}/B_0 is the initial stock condition of the first year. According to the likelihood profiles for the steepness, σ_R and B_{1965}/B_0 (SCRS/2016/111; Figure 12) and diagnostic (fit for CPUE, fit for CAA, selectivity curve by fleet, S-R relationship SCRS/2016/111; Figures 13-17), the steepness values selected were 0.75, 0.85 and 0.95, the σ_R was assumed equal to 0.4, and the B_{1965}/B_0 was to be estimated. The Group recommend the value of σ_R should be determined such that the observed magnitude of recruitment was equal to the expected magnitude. This is a critical step for this particular model formulation because the value of σ_R , if simply assumed, has a scaling effect on the actual recruitment. This analysis was completed and the results support the value of σ_R of 0.4, or somewhat less. The Group also decided that the steepness of the base models (for management advice) would be fixed at 0.85, and the alternative steepness values were treated as sensitivity. The plus group was assumed to be age 5+.

Time blocks of selectivity were applied according to the historical residual patterns in the CAA by fleet. A time block was applied to the purse seine fleet pre- and post-1990 considering the development of FAD fishery. For similar reasons, a time block was also applied to the baitboat fleet pre- and post-1970. The Chinese Taipei longline fleet was assigned time blocks (prior 1992, and 1993 forward) because there was large change of the CAA which is not well understood. Other fisheries also used a time block (pre and post 1975) because a prominent CAA-residual distribution pattern(s). These treatments resulted in great improvement of the CAA fit (e.g. lower likelihood) in preliminary runs (detailed results not shown). Preliminary treatments that examined biological parameters (natural mortality, growth (fish body weight by age), maturity), the plus group, minus group and “pinned” group for each fleet were also presented and evaluated by the working group (SCRS/2016/111; Table 4). The minus and plus groups (lower and upper age classes) include approximately 2% of the fish relative to the most dominant age group (“pinned” age group) in CAA (Nishida *et al.*, 2014).

4.2.2 Base case

The ASPM model configurations are summarized in **Table 16**. The Group selected Run_01 (Cluster 1) and Run_05 (Cluster 2) as the base models for the development of management advice. Both models used the “Continuity” CAA, developed using the methods prescribed during the 2011 stock assessment meeting.

4.2.3 Stock status

Stock status for recent years (fishing mortality in 2014, spawning biomass in the beginning of 2015) for ASPM base models (Run_01 and Run_05) are presented in **Table 17**. Historical changes in recruitment (**Figure 18**), SSB (**Figure 19**), exploited SSB (**Figure 20**), fishing mortality (**Figure 21**), SSB/SSB_{MSY} (**Figure 22**), F/F_{MSY} (**Figure 23**) and Kobe plot (**Figures 24 and 25**) were presented. The detailed results of other runs listed in the run table (**Table 17**) are presented in the sensitivity section and the document describing the ASPM analyses (SCRS/2016/111).

4.2.4 Diagnosis for base models

The goodness of model fit for standardized CPUEs (**Figure 26**), model fit for CAA (**Figure 27**), CAA residual distribution by fleet (**Figure 28**), Spawner-Recruit relationship (**Figure 29**) and selectivity curves by fleet (**Figure 30**) for both base models were presented. The retrospective patterns on SSB, recruitment, SSB/SSB_{MSY}, F/F_{MSY} and fit for CPUEs were also explored, and no significant retrospective patterns were noted, except for a tendency toward overestimation of recruitment in the terminal year (**Figure 31**).

4.2.5 Sensitivity analysis

Sensitivity analyses were conducted on steepness (0.75 and 0.95), CAA type (03_DrYe and 05_GaYe) and the inclusion of the Japanese longline index before 1975. The SSB, recruitment, SSB/SSB_{MSY}, F/F_{MSY} and Kobe plots of the sensitivity runs were also presented (**Figures 32 to 37**).

4.3 Stock Synthesis

4.3.1 Model and data

Models were fit to different index clusters (SCRS/2016/109), and diagnostic fits are summarized in detail below. Growth was estimated during the model development process and was useful to obtain improved model fits and to explain the observed size composition information. Models estimated growth by estimating K using the k-deviates option in SS, as well as estimating Linf (or length at age 10+). Iterative reweighting as prescribed in Francis, 2011 was used to further adjust these length compositions through a variance multiplier on the overall Effective Sample Size (ESS) that was initially fixed across all fleets and time strata at 20 but varied according to the Francis, 2011 recommended reweighting scheme. During the meeting an alternative weighting approach that incorporated the inter-annual variability in the quality of size composition samples was developed however time constraints limited its further exploration.

4.3.2 Results (sensitivity, diagnostics and advice)

Multiple models were attempted from simplistic surplus production type models to age structured surplus production models to fully integrated models with different growth characteristics. Further sensitivity analyses were carried out examining whether either dome-shaped selectivity for longlines, a 'U' shaped natural mortality vector or estimating growth were more consistent with the other input data (SCRS/2016/110). This preliminary analysis found a better fit to the composition data from estimating growth, though this finding is preliminary and in reality either or all of the three hypothesis could be operating jointly to some extent. One of the important results of the exercise of fitting growth was that it was necessary to fit the growth parameters of the multistanza model so that they were consistent with the other data inputs and assumptions of the model. It was further necessary to fix growth at the estimated values to correct for the retrospective bias patterns.

– Likelihood Profile Analysis to inform Model specification

Earlier versions of the model were examined (SCRS/2016/110) using Likelihood profile analysis (Edwards 1984). **Figure 38** and **39** indicate that there is a boundary of $\log(R0=12)$, below which the model cannot provide a feasible solution and the population crashes. This is influenced primarily by the requirement that the model have enough fish to produce the observed landings while the length-composition data from some fleets is forcing the model to estimate R0 to be below these values. This creates tension between not crashing and the length composition data. Freeing growth estimation reduced this tension as it explained the relative absence of fish at the size of assumed Linf from Gascuel *et al.*, 1992. Furthermore, in model runs where all indices were used the conflicts between the indices made the model extremely unstable. Separating indices into clusters further improved model stability, in situations of high conflict between data sources.

Francis, 2011 suggests weighting the indices of abundance higher in these cases and down weighting the length-composition data. We followed Francis, 2011 advice by reiterating the Effective Sample Sizes for the length composition across all fleets to reconcile divergent signals in the data. As well the initial sample sizes for the length composition was substantially downweighted from the original data as fixed values of 20 were used for all years, seasons and fleets. Steepness was fixed at 0.9, as the model could not estimate steepness as determined on the basis of likelihood profiling of this parameter.

– Retrospective patterns when growth is estimated

Other issues that were apparent when the growth was fixed at the Gascuel growth or VB growth (Draganick and Pelczarski, 1984), with fixed steepness (i.e. model convergence issues or parameter confounding issues) were not as pronounced when these parameters were estimated. However when growth was estimated in each year of the retrospective peel, it resulted in substantial retrospective patterns (**Figures 40** and **41**). This is likely due to the effect of the model updating inference on growth parameters with each additional year of growth information and is likely particularly affected by the high numbers of age-length data added in 2012-2014 from SCRS/2016/049. We determined that removing the age composition data entirely and fixing growth at the estimated values from the full time series diminished the retrospective bias substantially. This approach was taken for the advice models (**Figure 41**).

– Model fits to Cluster 1

Results of the two models that were recommended by the Group are shown in (**Tables 18** and **19**) and **Figures 42** and **44** to **47**. Indices of abundance fit fairly well (**Figure 42**). Estimated selectivities (**Figure 44**) are shown only for model fit to Cluster 1 and show the spline fits to purse seine fleets, dome fits to baitboat and recreational fleets

and logistic fits to longline indices. The fits to length composition by fleet (aggregated across time) are well estimated without any directional bias (**Figure 45**). Pearson residuals of the fits to annual length composition by fleet indicate that while the models have some systematic residual patterns, the fits were as best as could be obtained in the time available (**Figure 47**).

– *Model fits to Cluster 2*

These models are more pessimistic in their outlook. The model fits are slightly worse than Cluster 1 (though the number of points are different and hence likelihoods will be different, and not comparable, **Table 18**). In general model fits to indices and length composition (**Figures 43 and 46**) indicate that the model performs as well as the model using Cluster 1 data.

4.3.3 Overall discussion on Models fitting to Cluster 1 and Cluster 2

The stock recruitment relationship was imposed with a steepness of 0.9 and shows little evidence of a strong correlation between SSB and recruits (**Figure 48**). Overall recruitment dynamics are similar across both models, and while model fit to Cluster 1 (**Figure 49**) appears to give a positive outlook on the stock in recent years, with F's that may have exceeded target F values in the last 10 years, model fit to Cluster 2 (**Figure 50**) show a more pessimistic outlook on the stock primarily driven by the declining trends in CPUE used in this configuration. Comparisons show that although initial biomass is similar, the recent stock trajectories differ based on which series were fit (**Figure 51**) with the primary difference being differing inference on the levels of recent recruitment.

4.3.4 Stock Status

– *Deterministic solution based on the variance-covariance matrix*

As is evident from **Table 19** and **Figure 52** the model using Cluster 1 indicates that the stock is not overfished ($SSB/SSB_{MSY} = 1.38$) nor is experiencing overfishing ($F/F_{MSY} = 0.65$). MSY levels were ~123Kt. If we use Cluster 2, the stock is overfished ($SSB/SSB_{MSY} = 0.81$) and is experiencing overfishing ($F/F_{MSY} = 1.1$) (**Table 19** and **Figure 53**), though the target MSY levels are the same (~123Kt). The Group noted that under Cluster 2 the stock has become overfished without experiencing substantial historical overfishing. This current model explains this as a decline in recent recruitment however this pattern could also be due to unaccounted for process error (e.g. unaccounted catches, time-varying catchability in indices, etc.) in the model. **Figures 52 and 53** both account for changes in selectivity and corresponding benchmarks; notably in the recent 15 years there has been a substantive decrease in F_{MSY} and SSB_{MSY} due to changes in the relative allocation of catches by fleets (**Figures 54 and 55**).

– *Bootstrapping to characterize uncertainty on stock status*

To characterize the uncertainty in stock status and forecasted yield advice both Cluster 1 and Cluster 2 input data was bootstrapped and then the models were re-run for each bootstrap dataset (**Figure 56**). It is evident that for Cluster 1 the median and estimate (deterministic run) are almost identical. For Cluster 2, there is some divergence (**Figure 56**), but the overall inference is identical whether we use the bootstrap median or the deterministic estimate trajectory for Cluster 1 or Cluster 2.

To estimate the models for each bootstrap it was necessary to turn off the variance re-weighting in the control file as this reweighting was already accounted for in the creation of the bootstrap files. Results of the bootstraps indicate that, for Cluster 1, the deterministic run was generally very close to the center of the bootstrap distribution (**Figure 56**). For Cluster 2 the deterministic run was closer to the upper 80% CI for F/F_{MSY} and to the lower for SSB/SSB_{MSY} indicating some divergence between the deterministic run and the bootstrap median.

It is evident from examining **Figures 52, 53 and 57** that the uncertainty characterization by using the variance covariance matrix from the original runs approximates the bootstrap variance, as is shown in **Figure 56**. This may be evidence that, for current stock status, it is adequate to use the variance-covariance matrix in estimating the uncertainty in the current stock status.

4.4 VPA

4.4.1 Base model results

The results of the two base VPA models differed. Abundance at age (**Figures 58 and 59**) for the Cluster 1 base model showed that for ages 3-5 abundance remained relatively constant after 2000, while for the same ages the Cluster 2 base model showed more of a declining trend for the same time period. Fishing mortality at age

(**Figure 60**) was highest for age 4 followed by age 3; while lowest fishing mortality corresponded to age 0. While this pattern was the same for the two base models, the values of F-at-age by year were different. For example, for the base model that used Cluster 1, F at age 3, 4, and 5 showed a declining trend after 2000; while the base model that used Cluster 2 indices showed the increasing trends.

Estimated spawning stock biomass was different between the base models (**Figure 61**). Both SSB trajectories showed a decline at the beginning of the time series, the Cluster 1 base model showed an almost continuous decline until year 2000 followed by a slow increase; while the Cluster 2 model showed an increase from the mid 1980s to the mid 1990s that was followed by a sharp decrease until the end of the time series. General recruitment trends were also different between the base models (**Figure 62**). The recruitment for the Cluster 1 model, although variable, did not show a discernible trend, while for the Cluster 2 base model the time series of recruitment indicated elevated recruitment in the 1990s, and lower than average recruitment since 2005.

Results from the Cluster 1 VPA base model, *prior to the adjustment to account for changing selectivity*, indicate that the stock is currently near, or just below the overfished threshold and it is not undergoing overfishing (**Figure 63**). The *unadjusted* trajectories of relative spawning stock biomass and relative F from the Cluster 2 VPA base model were more pessimistic (**Figure 64**). They indicate that the stock is currently overfished and is also undergoing overfishing. Uncertainty in the annual estimates of relative biomass and fishing mortality was explored using 1000 bootstraps of the index residuals. The resulting 80% confidence intervals are shown in **Figures 63** and **64**.

It is generally agreed that the selectivity of fisheries that prosecute yellowfin tuna have changed over time due to an increase in the proportion of catch landed by surface fleets, and the FAD fishing fleet in particular. Therefore, trends in SSB/SSB_{MSY} and F/F_{MSY} were recomputed to account for annual changes in selectivity by allowing F_{MSY} to be estimated each year. The resulting annual estimates of SSB_{MSY} and F_{MSY} , *adjusted for selectivity*, are shown in **Figure 65**. Annual stock status estimates, adjusted for selectivity are shown in **Figure 66**. Results from the Cluster 1 VPA base model indicates that the stock is currently below the overfished threshold ($SSB_{2014}/SSB_{MSY}=0.84$) but it is not currently undergoing overfishing ($F_{current}/F_{MSY}=0.98$), although overfishing did occur previously. The median estimate of MSY was 122,138 t. Results from the Cluster 2 VPA base model were more pessimistic. They indicate that the stock is currently overfished ($SSB_{2014}/SSB_{MSY}=0.54$) and is also undergoing overfishing ($F_{current}/F_{MSY}=1.13$). The median estimate of MSY was 125,022 t. A complete summary of potential management references can be found in **Tables 20** and **21**.

Uncertainty in estimates of SSB_{2014}/SSB_{MSY} and F_{curr}/F_{MSY} (geomean 2011-2013) were examined using a bootstrap analysis ($n=1000$). These results were overlaid on **Figure 66**. It should be noted that for the VPA model using Cluster 2 indices, the median estimate is not located at the center of the bootstrap estimates. This likely indicates some bias in the estimates of F_{MSY} and SSB_{MSY} for that model run.

4.4.2 Sensitivity run results

The results of the sensitivity run, which started in 1965 and used the full time series (1965-2014) of the Japanese LL index in numbers, were almost identical to those of the Cluster 1 base case. **Figure 67** shows the estimated F at age, SSB, and recruitment.

4.4.3 Continuity case

A continuity model was run that used the parameter specifications, fleets and indices from the 2011 yellowfin assessment. The estimated F at age, SSB, and recruitment for the Continuity Run is shown in **Figure 68**. Although the results are somewhat different from those observed in the base cases, the observed general trends are consistent with those of both base case models.

4.5 Other methods

No other evaluation methods were considered during the meeting.

4.6 Synthesis of assessment results

Overall, all model runs that used the Cluster 1 indices suggested similar trends in SSB (decreasing through 2000, then stable or increasing somewhat) F (highest in 1990s, then declining), stock status (near stock levels that produce MSY) and estimated MSY (120,000 to 150,000 t).

The ASPIC surplus production model did not converge when Cluster 2 indices were used, likely because the trends in observed catch and CPUE are not consistent with production model dynamics. The age-structured models were able to converge using Cluster 2 indices (which suggest an increase in stock abundance in the 1990s) because they were able to estimate increased recruitment in those years. Models that used Cluster 2 indices showed similar trajectories of SSB (initial decline, a notable increase during the 1990s then declining), F (increasing in recent years) and were generally more pessimistic. SS and VPA runs suggested that the stock was both overfished and undergoing overfishing, while the ASPM run indicated a healthy stock status. The MSY estimates from Cluster 2 models ranged from 120,000 to 150,000 t.

To accommodate uncertainty in model structure and index usage, the Group agreed to develop management advice from a combination of seven runs (see Section 5.5).

5. Projections

For all assessment model projections, it was assumed that the catch in 2016 would be the same as estimated catch in 2015 (based on reported catch and carry over), and the biomass during 2015 constitutes the first projection.

5.1 ASPIC model projections

Bootstrap results from ASPIC were projected into the future for different levels of catch (from 50,000 to 200,000 t in 10,000 t steps). Projections under constant F (from $0.75 \cdot F_{2014}/F_{MSY}$ to $1.00 \cdot F_{2014}/F_{MSY}$ at $0.05 \cdot F_{2014}/F_{MSY}$ interval) was also conducted. Software package ASPICP ver. 3.16 was used for future projections. The projection period was 14 years (until 2029) due to limitation of software.

Projections were done for 500 bootstraps of the base case scenario. Upon examination, the median values of projected biomass ratios suggest that in order for the stock biomass to meet or exceed B_{MSY} level, catches need to be lower than 120,000 t (**Figure 69**). Similarly catch levels below 120,000 t would consistently reduce median fishing mortality ratios towards F_{MSY} .

5.2 Age Structured Production Model projections

Projections were conducted based on bootstrapping examination (1,000 times) of the base models (Run_01 and Run_05). The projection period is 10 years (2015-2024). Constant future catch with 50,000 t to 200,000 t (at 10,000 t interval) with catch proportion by fleet averaged from 2013 to 2015 was assumed. The trajectories of SSB/ SSB_{MSY} and F/F_{MSY} were presented for the two base models (**Figure 70**). Projections indicate that catches of 120,000-140,000 t will allow the stock to persist at levels that support MSY.

5.3 Stock Synthesis model projections

As Task I data for 2015 are incomplete many of the catches had to be carried over from previous years. For complete records (~58%) the reported catch was used and then for incomplete catches these were carried over from previous years. As CDIS was not available for 2015, several assumptions about how to assign Task I data to SS fleets had to be made. For the baitboat fleets and the Venezuela purse seine, the following assignments were made (**Table 22**). The purse seine Task I data were split according to the average fraction of Free School to FAD catch for the years 2010-2014 (65%). For all annual landings the average fraction of landings by season for 2010:2014 was used to partition landings seasonally for each fleet. Then the 2015 estimates were carried over for 2016 with the total in each year summing to 110,337 t, the same as used in the VPA and production models.

To obtain projections at fixed quota levels from 60-150,000 t the catch by each fleet was scaled proportionally (based on 2014 catch estimates by fleet) to achieve an overall level equal to the input fixed F. Initially deterministic projections were performed and results are shown in **Figure 71**. Each of the models was projected at F_{MSY} though 2015 and 2016 catch was assumed to be 110,337 for each. This results in the initial spike in F/F_{MSY} for Cluster 2. For each model run 500 bootstraps at each quota level were run to obtain the necessary inputs for the K2SM. To characterize how selectivity and gear allocations can change the estimated yield over time, a decline in estimated sustainable yield from 160 Kt – 110 Kt (**Figures 54** or **Figure 55**) is estimated. At the same time, the estimated amount of spawning biomass to obtain that yield increases by a substantial amount (140 Kt to 200 Kt irrespective of the cluster used). Whether we use Cluster 1 or Cluster 2, F_{MSY} target yield levels projected for 2017 vary between 140 Kt (Cluster 1) or 130 Kt (Cluster 2). However, stock status in 2022 is either at S_{MSY} levels (Cluster 1, $S_{MSY} \sim 1$) or substantially below S_{MSY} levels (Cluster 2, $S_{MSY} \sim 0.6$).

Note, in a projection context, depending on the cluster used, catches greater than 110-120 Kt (Cluster 2) would keep the stock below SSB_{MSY} . In case of Cluster 1, catches could exceed MSY and approach 150 Kt before the stock declines below SSB_{MSY} in 2024 (**Figure 71**).

5.4 VPA model projections

VPA projections were made using Pro-2Box software, which can be found in the ICCAT software catalog. The projections specifications were as follows:

- 1) Projections run from 2015-2024.
- 2) 1000 bootstraps of the index residuals were run to quantify uncertainty.
- 3) Predicted catches in 2015 and 2016 = 110,337 t.
- 4) Constant catch projections of 50,000 – 200,000 t, in 10,000 t increments applied 2017-2025.
- 5) Projected recruitment assumed to follow a Beverton and Holt function estimated using annual estimates of SSB and R from the VPA model (1970-2011). Recruitments from 2012-2013 replaced with estimates from the S/R function.
- 6) Projected selectivity equal to the geometric mean selectivity 2011-2013.
- 7) Weight of the plus group calculated using a von Bertalanffy mimic of the Gascuel *et al.*, 1992 function.

VPA projections are summarized in **Figure 72** (Cluster 1) and **Figure 73** (Cluster 2). To enhance legibility, constant catches of 50,000 to 150,000 t are shown. For both VPA models, catches of 120,000 t or less maintain the spawning biomass above SSB_{MSY} and are unlikely to cause overfishing during the projection interval.

5.5 Kobe matrix for yellowfin

To accommodate uncertainty in data inputs, model structure and index usage, the Group agreed to develop management advice from a combination of seven runs:

<i>MODEL</i>	<i>Run Name</i>	<i>Bootstraps to Use</i>
ASPIC Cluster 1	1_Fox_eq	500
ASPM Cluster 1	Run01	500
ASPM Cluster 2	Run05	500
VPA Cluster 1	VPA – Cluster1	500
VPA Cluster 2	VPA – Cluster2	500
SS Cluster 1	Run 5	500
SS Cluster 2	Run 7	500

The Group discussed various weighting schemes, and agreed to equally weight by model run. Since there was insufficient time to complete the necessary bootstrap analyses during the meeting, the Group agreed to draft an SCRS document including the combined K2SM prior to the SCRS Species Group meeting in September. The work will be presented for adoption at that time.

6. Recommendations

6.1 Research and statistics

- The Group expressed concern that spatial and targeting shifts in longline fisheries might have affected the trends of their standardized CPUE series. Thus, the Group recommends to more fully explore better ways to incorporate spatial and targeting effects into CPUE standardization. The Group noted that more credence should be given to CPUE indices based on operational data, since analyses of these data can take more factors into account, and analysts are better able to check the data for inconsistencies and errors. Examining operational level data across the main Atlantic longline fleets taking yellowfin (Rep. of Korea, Japan, Chinese Taipei, EU-Spain, EU-Portugal, EU-France, USA, Uruguay, Brazil, Venezuela, Mexico, China, Panama, Belize, Vanuatu) will give a better idea of what is going on with the stock especially if some datasets have low sample sizes or effort in some years, and others have higher sample sizes and effort, so we have a representative sample covering the broadest areas in the Atlantic Ocean. This will also avoid having no information in certain strata if a fleet were not operating there, and avoid combining two indices in that case. As such, the Group endorses the view of the Albacore Species Group on this topic and also recommends joint analysis of operational catch and effort data from multiple fleets be undertaken under the general guidance by the *ad hoc* Working Group on Stock Assessment Methods, to further develop methods and to provide indices of abundance for Atlantic stock assessments, as is already underway in other ICCAT species groups and other tRFMOs.

- The Group continues to note that the tropical tuna fisheries are multi-species in which targeting strategies can vary depending upon the species of interest, their relative availability and their susceptibility to the gears used. It is well known that fishing directed toward one of the tropical tunas can, and often does, impact the status of other species stocks. These features are not accounted for in single species stock assessments and management advice resulting from single species stock assessments. The Group recommends making advancements on multispecies stock assessment approaches for the tropical tuna complex in the Atlantic. Additionally, the Group recommends an evaluation of management strategies designed to attempt to understand the consequences of undertaking management intended to simultaneously harvest MSY for each individual stock. This evaluation could best be conducted within an MSE framework, which should be undertaken.
- The Group noted that to conduct an MSE is an iterative process and requires the involvement of a broad range of expertise and regular dialogue. The upcoming Joint MSE Technical Working Group meeting, established under Kobe Framework, is an excellent opportunity to progress on the topic. The meeting will be held in the first week of November and the Group recommended that interested scientists be encouraged to participate in the meeting and conduct intersessional work using the *github* repository (see www.iccat-mse.github.io/albn-mse.html) and then reporting on these activities at the meeting.
- After reviewing revisions to the Ghanaian catch statistics, it was noted that assuming homogenous species compositions and size distributions across broad areas and times could have large impacts on the estimated Ghanaian (and other) fisheries catch at size, especially considering that sampling protocols used in Ghana would permit finer scale time and area strata for constructing catch at size estimates. It was further noted that the ongoing pilot study applying Electronic Monitoring Systems on board the Ghanaian purse seine vessels could well provide information for verifying total catches, species composition, and sizes of their purse seine catches. It was recommended that the Ghanaian scientists provide a review of the data available through the EMS project, comparing those data with the data coming from at-sea observers and port samplers for the 2017 SCRS.
- After examining diagnostics from some initial model fits, questions arose about the Chinese Taipei size frequency time series. As no scientists from Chinese Taipei attended the stock assessment session, it was not possible to obtain answers to the questions and concerns raised. The Group recommended that a review of the possible reasons for an abrupt change in the apparent selectivity of the Chinese Taipei longline fishery catching yellowfin in the early 2000s be provided by Chinese Taipei scientists.
- The Group noted efforts to improve upon deterministic age slicing of the yellowfin catch at size to develop catch at age needed for several forms of modeling applied at the assessment meeting. However, the behavior of the algorithms developed need to be further evaluated before their adoption can be recommended. Future outputs from the AOTTP tagging program could be used in this validation.
- The Group noted that advancing the stock assessment methodology applied for yellowfin (and other stocks) through the application of highly parameterized statistical models is welcome, particularly since less parameterized models frequently require numerous assumptions, and may lack comprehensive diagnostics. However, full evaluation of the adequacy of the fits of complex models to the data they rely upon is demanding, and generally requires more time than is usually available in a single working group meeting. The Group recommends that a standardized set of diagnostics be developed for these complicated models to facilitate a more rapid evaluation of model performance as well as training to increase the capacity for greater participation and understanding of the more complicated integrated modeling process.
- Given the continuing uncertainties regarding YFT growth and the importance of the limited aging data available for this assessment the Group recommends the routine, systematic and representative collection material and aging of YFT throughout the Atlantic.

6.2 Management

Upon completion of the combined K2SM, management recommendations will be developed and presented to the species group meeting in September. Adopted recommendations will be included in the Yellowfin Tuna Executive Summary.

7. Other matters

The Atlantic Ocean Tropical tuna Tagging Program (AOTTP) coordinator summarized the progress of the program. The program has been designed to primarily serve the needs of the Tropical Tuna Working Group assessment work. The AOTTP coordinator mentioned progress related to the:

- purchase of tags
- development of an app for collecting data from releases and recoveries
- incorporation of data on ICCAT databases
- development of database for electronic tagging data
- development of mapping of tagging data in real time
- current calls for tenders for tag releases
- permits for operating tagging vessel on EEZ of coastal countries
- tag recovery proposals
- received proposals for tagging off Brazil and Uruguay and another one from South Africa/Namibia/St. Helena
- decision to delay acoustic tagging until its objectives and experimental design have been clearly defined

There were many comments about the balance of investment in the different types of tags and whether the balance was the best to achieve the program objectives. Comments were made about how certain technologies and brands were better than others. It was also discussed how each technology is likely to deliver different types of data and the probability of data being collected was also technology dependent. It was pointed out that electronic tagging data are complicated because of the different sensors included in the tags, and the various programming options that are available. It was suggested that electronic tagging data will need a relational database to hold the data. The AOTTP program is aware of these data management requirements.

The AOTTP should link to observer programs from each CPC, especially to those that monitor longline fleets. The program intends to use focal points as the tool to link with industry, especially longliners.

It was discussed that the AOTTP is likely to depend on sport fishers to tag fish in the central western Atlantic. Many issues were raised regarding how such a program may be made effective. For example, previous tagging efforts from sport fishing in the US have often suffered from not obtaining all the release information. It was agreed that any such effort will require training of fishers on tagging and reporting procedures. The idea that tagging may be possible around moored FADs used in the Caribbean was also briefly discussed.

There was a request for clarification on the conditions under which the data collected by the program would be available to the scientists involved in the tagging consortia and other SCRS scientists. It was emphasized that the program is designed to be for the benefit of the SCRS and that after data have been quality controlled they will be made available as quickly as possible to all SCRS scientists. The highest value of the data will be when it is aggregated for the whole Atlantic; therefore, it is imperative that the data are shared across, to all SCRS scientists. The AOTTP program will invest in limited biological sampling for a subset of the recoveries. There will also be investment in the analysis, publication and dissemination of the results.

8. Adoption of the Report and closure

Due to the limited time, some agenda items were only partially reviewed prior to the close of the meeting. The synthesis of assessment results (4.6), stock synthesis projections (5.3), final VPA projections (5.4), and the Kobe Matrix (5.5) were adopted by correspondence. The remainder of the report was adopted during the meeting.

References

- Anon., 2012. Report of the 2011 ICCAT Yellowfin Tuna Stock Assessment Session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 68 (3), 655-817.
- Anon. (*in press*). Report of the 2016 ICCAT Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting. San Sebastián, Spain, March 7 to 11, 2016, 31 p.
- Albaret, J.J. 1977. La reproduction de l'albacore dans le Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr., 15(4), 389-419.
- Diaha, N.C., Zudaire, I., Chassot, E., Pecoraro, C., Bodin, N., Amandè, M.J. and Gbeazere, D.A. 2015. Present and future of reproductive biology studies of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 71(1), 489-509.
- Draganik, B. and Pelczarski, W. 1984. Growth and age of bigeye and yellowfin tuna in the central Atlantic as per data gathered by R/V "Wieczno. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 20 (1): 96-103.
- Edwards, R. 1984. Remote Sensing Applications and Interactive Analyses in Marine Fisheries Research. OCEANS 1984, 506-510.
- Francis, R.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(6), 1124-1138.
- Gascuel, D., Fonteneau, A. and Capisano, C. 1992. Modélisation d'une croissance en deux stances chez l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique est. Aquatic Living Resources, 5(3), 155-172.
- Lorenzen, K. 2005. Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 360(1453), 171-189.
- Method, R.D. and Wetzel, C.R. 2013. Stock synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142, 86-99.
- Nishida, T., Kitakado, T., Iwasaki, K. and Itoh, K. 2014. AD Model Builder Implemented Age-Structured Production Model (ASPM) Software (Version 3, 2014) User's Manual. IOTC-2014-WPTT16-54 Rev_1.
- Prager, M.H. 1992. ASPIC – A Surplus Production Model Incorporating Covariates. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 38: 218-229.
- Prager, M. and Goodyear, C.P. 2001 Effects of Mixed-Metric Data on Production Model Estimation: Simulation Study of a blue-marlin-Like Stock. Transactions of the American Fisheries Society 130:927-939.
- Shuford, R.L., Dean, J.M., Stequert, B. and Morize, E. 2007. Age and growth of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap., 60: 330–341.
- Then, A.Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G. and Hewitt, D.A. 2014. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES Journal of Marine Science, doi: 10.1093/icesjms/fsu136.
- Walter, J. and Porch, C. SCRS/2008/089. Three different strategies for modeling the terminal-year fishing mortality rates in Virtual Population Analyses of western bluefin tuna: Retrospective patterns and consequences for projections.

**RAPPORT DE LA RÉUNION ICCAT DE 2016
D'ÉVALUATION DU STOCK D'ALBACORE**
(Saint Sébastien, Espagne, 27 juin – 1^{er} juillet 2016)

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

La réunion a été tenue au laboratoire AZTI-Tecnalia à Saint-Sébastien (Pasaia), Espagne, du 27 juin au 1^{er} juillet 2016. La Dre Shannon L. Cass-Calay (rapporteur du groupe d'espèces sur l'albacore) a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants (« le groupe de travail ») et a remercié AZTI d'accueillir la réunion et d'assurer toute la logistique. Le Dr Miguel Neves dos Santos, au nom du Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a souligné l'importance du travail à élaborer par le groupe pendant la réunion, dans le but de formuler un avis de gestion à la Commission et a remercié AZTI-Tecnalia d'accueillir la réunion. La Dre Cass-Calay a procédé à l'examen de l'ordre du jour provisoire qui a été adopté avec quelques légères modifications (**Appendice 1**).

La liste des participants se trouve à l'**Appendice 2**. La liste des documents présentés à la réunion est jointe à l'**Appendice 3**. Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de rapporteur :

- Point 1 : M. Neves dos Santos
- Point 2 : D. Die, M. Ortiz et J. Walter
- Point 3 : T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma et G. Diaz
- Point 4 : T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma et G. Diaz
- Point 5 : T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma et G. Diaz
- Point 6 : J. Scott, A. Justel et S. Cass-Calay
- Point 7 : D. Die
- Point 8 : M. Ortiz

2. Résumé des données disponibles pour l'évaluation

2.1 Biologie

Une présentation a été réalisée pendant la réunion (SCRS/p/2016/024) afin de montrer que la taille moyenne des femelles (117,6 cm) est 1 cm plus grande que celle des mâles (116,6 cm) dans les prises réalisées par les palangriers uruguayens. La différence est légère par rapport à celle déclarée antérieurement au groupe, ce qui donne à penser que les prises des palangriers présentent un ratio des sexes des grands poissons composé majoritairement de mâles (Albaret, 1977).

Les paramètres biologiques à utiliser comme données d'entrée des modèles d'évaluation avaient été convenus pendant la réunion de préparation des données (**tableau 1**). Les principales décisions prises à ce moment-là étaient les suivantes :

- Utilisation d'une durée de vie de onze ans maximum et des estimateurs de Then et al. (2014) pour calculer un M de 0,54 (base de référence de M).
- Utilisation d'une fonction de type Lorenzen (Lorenzen, 2005) pour échelonner les estimations de la mortalité entre les différents âges.
- Utilisation des paramètres de Gascuel et al. (1992) comme paramètres de croissance de préférence.

Il a été convenu d'appliquer la maturité par âge de Diaha et al. (2015) (**tableau 2**).

Le SCRS/2016/116 fait état des implications de ces décisions pour élaborer des estimations de M pour différentes valeurs des paramètres de croissance et différents choix sur la façon dont la mortalité de référence est calculée. Les auteurs ont également comparé les estimations de la mortalité naturelle dépendant de l'âge avec les estimations des stocks d'albacore d'autres océans et pour plusieurs courbes de croissance alternatives. Le groupe a convenu d'utiliser les vecteurs de M correspondant à la courbe de croissance retenue :

Sur la base de Gascuel et al. (1992) :

Âges 0 -11+ : 1,588, 1,194, 0,748, 0,550, 0,476, 0,447, 0,435, 0,431, 0,429, 0,428, 0,428, 0,428

Sur la base de Draganik et Pelczarski (1984):

Âges 0 -11+ : 1,758, 0,889, 0,672, 0,576, 0,525, 0,495, 0,476, 0,463, 0,455, 0,450, 0,446, 0,443

Le groupe a fait remarquer que tout changement des postulats relatifs à la croissance impliquerait une nouvelle estimation de M par âge. Le groupe a abordé le fait que le postulat actuel concernant les M par âge ne prend pas en considération la possibilité de sénescence et qu'il est postulé dans les évaluations d'albacore réalisées par la CTOI et l'EPO que M augmente pour des âges plus élevés. Pour évaluer l'effet de la sénescence, le groupe a proposé de réaliser une analyse de sensibilité. Il a toutefois été fait remarquer que tout changement apporté aux postulats relatifs à M imposerait une nouvelle estimation de la prise par âge si la méthode proposée par Ortiz (SCRS/2016/106) est utilisée, car la méthode repose sur un postulat spécifique concernant la M par âge. L'analyse de sensibilité avec sénescence n'a donc été réalisée qu'au moyen de Stock Synthesis (SS3).

Le document SCRS/2016/110 présentait les résultats de l'application de SS3 à l'albacore, dans lequel trois jeux de paires de données de croissance (âge, taille) de Gascuel et al. (1992), Shuford et al. (2007) et SCRS/2016/049 ont été incorporés dans un seul fichier d'entrée SS3. Lorsque le modèle SS3 permet d'ajuster toutes les données et d'estimer les paramètres de croissance (une courbe en plusieurs stances avec un k variable), les prévisions en découlant attribuent une longueur prédite aux âges 1-3 semblable à celle prédite par Gascuel et al. (1992), mais une longueur prédite plus petite pour les poissons d'âge zéro et de plus de trois ans (**figure 1** et **tableau 3**). Néanmoins, un *Linfinity* beaucoup plus faible constitue la principale différence lorsqu'un *Linfinity* est estimé dans SS3 par rapport à d'autres courbes de croissance obtenues de façon externe. L'absence presque totale de poissons au niveau de *Linfinity* pour la courbe de croissance (175 cm) de Gascuel et al. (1992) a donné lieu à un conflit considérable au sein des modèles SS3. Cette absence de poissons pourrait être due à une *Linfinity* plus faible ou pourrait s'expliquer par une M en forme de U, une sélectivité en forme de cloche ou une combinaison des trois. Le groupe espère que le programme AOTTP permettra de clarifier davantage les courbes de croissance, la sélectivité et la mortalité naturelle.

2.2 Estimations des captures, de l'effort, des tailles et de la prise par taille (CAS)/prise par âge (CAA)

Avant la réunion, le Secrétariat a fourni les données d'entrée correspondantes de prise nominale de tâche I (**tableau 4**, **figure 2**), de prise et d'effort de tâche II (CE), la prise par taille de tâche II (CAS) (**figure 3**) et les données correspondantes de fréquence des tailles agrégées par trimestre de chaque année, mode de pêche, engin de pêche principal et grille latitude-longitude de 5°x5° (**figure 4**). Au titre de 2015, près de 53% des CPC ont soumis des estimations provisoires des prises nominales d'albacore avant la réunion. Le groupe a complété la tâche I totale de 2015 en reportant la moyenne des trois dernières années (2012-14). La prise nominale agrégée au titre de 2015 et 2016 pour les projections a été établie à 110.337 tonnes. Les discussions plus détaillées sur les données d'entrée de prise, effort et taille sont disponibles dans le rapport de la réunion de préparation des données de 2016 sur l'albacore de l'ICCAT (*sous presse*).

Le document SCRS/2016/107 décrivait les estimations de la tâche I et de la tâche II des senneurs et des canneurs sous pavillon ghanéen au titre de 2006-2014, comme cela avait été recommandé lors de la réunion de préparation des données. La capture totale de thonidés tropicaux (BET, SKJ, YFT) et des espèces associées (autres espèces) a été sélectionnée à partir des déclarations annuelles les plus élevées dans la base de données AVDTH du Ghana, provenant des registres des carnets de pêche (capture) ou des registres de vente (débarquement) à destination principalement des conserveries. Les registres des carnets de pêche et les registres de vente étaient incomplets au titre de 2007, c'est pourquoi la tâche I/II de cette année n'a pas été estimée et des estimations préalables de la base de données de l'ICCAT ont été utilisées. Les estimations de la composition des captures et de la composition des tailles des pêcheries commerciales du Ghana ont été effectuées pour chaque composante de la flottille, flottille nationale (flottille A) et flottille P, en postulant une composition et une distribution des tailles homogènes par une strate année-trimestre et une grille latitude-longitude de carrés de 5°x5°. La prise estimée supplémentaire de tâche I a été attribuée à la composante de la senne de la flottille P opérant sous DCP (mode de pêche) pour 2006-2011. L'échantillonnage réalisé au sein de chaque strate a été utilisé, la priorité ayant été donnée à l'échantillonnage du Ghana. Lorsque celui-ci n'était pas disponible, l'échantillonnage UE_PS de la même strate a été sélectionné. Lorsqu'aucune donnée n'était disponible, l'échantillonnage des grilles adjacentes a été appliqué. L'estimation fournissait des données de prise totale nominale de tâche I pour l'albacore, de prise et effort par année, mois, strate, de prise par taille et des échantillons de fréquence des tailles des flottilles commerciales de senneurs et de canneurs ghanéens. Le groupe a noté que les opérations des flottilles de canneurs, en particulier dans le golfe de Guinée, pourraient inclure des activités directes de pêche des canneurs, ainsi que des activités de pêche en collaboration avec des senneurs.

Le document SCRS/2016/108 résumait les données de fréquences de taille de l'albacore disponibles pour les entrées du modèle. Les données comprennent l'échantillonnage réalisé entre 1956 et 2014, concernant plus de 4,7 millions de poissons mesurés, la plupart des échantillons provenant des flottilles de senneurs (51%), de palangriers (28%) et de canneurs (17 %). La couverture spatio-temporelle a été jugée suffisante à partir des années 90, mais la couverture par rapport à la capture par ID de pêche variait considérablement, les informations étant meilleures à partir des années 80. Les données de fréquences de tailles comprenaient les mesures réelles des principales flottilles de l'Union européenne récemment fournies par le scientifique de l'UE, de nouvelles informations obtenues à partir de l'échantillonnage des faux poissons et des données révisées provenant des séries temporelles des principales pêcheries palangrières.

Le document SCRS/2016/106 décrivait l'estimation et les procédures d'estimation de la prise par taille (CAS) et de la prise par âge (CAA). La CAS d'entrée a été estimée pour la série temporelle complète (1960-2014), même si l'échantillonnage de 1960-1965 était très limité. De nouvelles informations révisées de taille et de CAS ont été reçues des principales pêcheries, la palangre en particulier, avec une redistribution des pêcheries mixtes et de nouvelles informations provenant des pêcheries, telles que les faux poissons. La détermination de l'âge de la CAS a été réalisée en utilisant des protocoles semblables à ceux utilisés en 2011, dont i) la procédure de découpage à partir des fonctions de croissance déterministes, ii) la variance de taille par âge et iii) un algorithme mis à jour considérant la baisse exponentielle du nombre de poissons due à la mortalité totale (naturelle et mortalité par pêche). Des analyses préliminaires qui n'incluaient que la mortalité naturelle montraient que la baisse du nombre de poissons selon l'âge a une incidence significative sur l'estimation de la CAA. Le groupe a toutefois estimé qu'il était nécessaire de disposer de davantage d'études de simulation afin d'évaluer l'intégration de la variance de taille par âge et la mortalité dans l'attribution de l'âge à partir des protocoles du modèle de croissance, avant d'accepter ce protocole comme base pour la détermination de l'âge de la CAS.

Un examen et une mise à jour des données de prise et de taille de tâche II pour les prises d'albacore réalisées par l'Uruguay entre 1998 et 2012 ont été présentés, comprenant la standardisation des unités de mesure en longueur à la fourche au moyen de facteurs de conversion spécifiques (SCRS/2016/p/024) de cette région (SCRS/2016/p/023). Les données de taille mises à jour ont été incorporées dans les données d'entrée de CAS et de fréquence des tailles. Ce rapport ne faisait pas état de différence de taille selon le sexe, ce qui contraste avec des discussions tenues préalablement par le groupe.

2.3 Estimations de l'abondance relative

2.3.1 Considérations concernant les indices

Pour l'évaluation des stocks d'albacore de 2016, les indices de CPUE de six CPC ont été documentés et présentés à la réunion de préparation sur les données. Deux anciens indices à la senne ont été également envisagés et soumis à une évaluation diagnostique, mais il a finalement été recommandé de ne pas les retenir pour les modèles d'évaluation. En outre, plusieurs anciens indices de CPUE ont été utilisés dans l'évaluation de 2011 (Anon., 2012). Ces indices n'ont pas été mis à jour pour 2016, et puisqu'ils n'ont pas pu être évalués en fonction des critères d'évaluation des modèles actuels, on n'a pas recommandé leur inclusion, sauf pour les modèles de continuité. Le **Tableau 5** décrit les indices annuels disponibles.

La première évaluation diagnostique réalisée visait à déterminer si les indices faisaient apparaître une très forte variabilité interannuelle en dehors des limites du comportement du modèle de production et bien que certains indices montrent d'importantes fluctuations interannuelles, le groupe n'a exclu de l'examen aucun modèle sur cette base. Des corrélations d'indices ont été calculées et, lorsque les indices chevauchaient (première période temporelle 1971:1992 et dernière période temporelle 1993:2010), une analyse par grappes a été menée pour tenter de trouver des indices qui montraient des schémas similaires.

Dans l'ensemble, plusieurs indices ont montré certaines fluctuations interannuelles importantes, en particulier URU_W_1 et URU_W_2. D'autres indices ont indiqué qu'entre 10 et 52 % des observations tombaient en dehors de la dynamique du modèle de production postulée. Néanmoins, à l'exception des indices URU, la plupart des déviations n'étaient pas graves et, comme cette métrique est extrêmement utile pour identifier l'erreur de processus qui n'est potentiellement pas prise en compte, le groupe a estimé qu'il n'était aucunement justifié de supprimer tout indice. En 2009, la valeur de l'indice URU_W_2 s'élevait à 0,03. Les valeurs se rapprochant de zéro peuvent être problématiques dans les modèles. Il a été recommandé que cette valeur soit retirée de l'ajustement du modèle.

Des corrélations négatives entre certains des indices indiquent qu'il y a un conflit important entre bon nombre d'indices. Les très fortes corrélations entre le même indice en nombre et en poids ont indiqué que les deux seraient très interchangeables dans les modèles. Ce résultat, associé à des conclusions antérieures (Prager et Goodyear, 2001), à savoir que les indices en nombre ou en poids entraînaient des résultats similaires dans les modèles de production, a donné lieu à la recommandation selon laquelle les indices devraient être utilisés dans les modèles de production en nombre s'ils n'étaient pas fournis en poids.

Les corrélations entre les indices ont été explorées plus avant par l'analyse par grappes au cours de la dernière période temporelle lorsque les indices se chevauchaient (1993-2010). Pour certaines flottilles, les indices développés à la fois en nombres et en poids étaient disponibles. Dans ces cas, les indices en nombres et en poids ne pouvaient pas être différenciés dans l'analyse par grappes. Lorsque seulement des indices en nombres ou des indices en poids ont été utilisés pour l'analyse par grappes, deux groupes distincts sont apparus (**Figure 5**), principalement en rapport aux tendances des indices dans la période temporelle plus récente. Une grappe d'indices (LL japonais, LL du Venezuela, LL des États-Unis et du Taipei chinois, 1970_1992) montre une chute initiale au début et puis varie généralement sans tendance. La deuxième grappe (LL d'Uruguay, LL du Brésil et du Taipei chinois, 1993_2014) montre une augmentation de CPUE dans le milieu des années 90, puis un déclin ultérieur. Au début de la période temporelle, les indices concordaient en général, sauf URU_LL_1, qui semble être une importante donnée atypique. Ainsi, il est proposé de maintenir CH_TAI_LL_N_1_70_92 dans les deux grappes et d'utiliser URU_LL_1 dans la grappe 2 où se trouve le second indice URU. Ces grappes sont comme suit :

```
CLUSTER1=c("CH_TAI_LL_N_1_70_92" , "US_LL_W" , "VEN_LL_N","Japon_W_76_14" )
CLUSTER2=c("CH_TAI_LL_N_1_70_92" , "URU_W_1","URU_W_2" , "BR_LL_N","CHTAI_N_93_14_M4")
CLUSTER_1_Sens=c("CH_TAI_LL_N_1_70_92" , "US_LL_W" , "VEN_LL_N","Japon_N_65_14" )
```

Lors de l'analyse des indices, plusieurs autres questions sont apparues. Il s'agissait de la recommandation de débiter l'indice palangrier japonais en 1976 en raison des changements de ciblage qui ne pouvaient pas être pris en compte dans la standardisation. Par conséquent, il existe de la sensibilité sur Cluster_1 qui commence l'indice palangrier japonais en 1965. Les décisions suivantes sur les indices étaient le fruit des explorations des indices et celles-ci sont décrites ci-dessous :

1. Utilisation des indices dans les unités « natives ». Ne pas convertir les indices numériques en biomasse à l'aide du poids moyen observé.
2. Ne pas conserver les indices qui ont été élaborés avant l'évaluation de 2011 et qui n'ont pas été mis à jour/réévalués depuis lors (c'est-à-dire abandonner les indices des canneurs des Canaries, des canneurs du Brésil, des senneurs du Venezuela).
3. Ne pas utiliser des indices DCP ou PS pour les cas de base du modèle à moins que les tendances connues de la puissance de pêche n'aient été comptabilisées (par le biais de la standardisation ou du traitement postérieur).
4. Pondération des indices : Pondération égale (c.-à-d. CV = 0,2 pour tous les indices, tous les ans).
5. GRAPPES (CLUSTERS) comme décrites ci-dessus. Les modèles ont été exécutés pour chaque grappe d'indices. Cela devrait éliminer les conflits dans les indices et tester deux hypothèses au sujet de la dynamique des stocks, à savoir que le stock a augmenté au milieu des années 90, puis a chuté ou bien que le stock a généralement varié sans tendance depuis une diminution initiale. Ce sera particulièrement critique pour les modèles de production excédentaire.
6. Explorer la sensibilité du modèle à la sélection des indices à l'aide d'une analyse par eustachage "jack-knife".
7. Les indices recommandés qui provoquent une dégradation excessive des modèles peuvent être retirés des modèles provisoires à la discrétion de l'analyste. L'analyste fournira une justification au groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks.

L'**Appendice 4** fournit une documentation plus complète des décisions concernant les diagnostics des indices et les recommandations pour inclusion dans la modélisation.

2.3.2 *Recommandations formulées sur les indices à des fins d'utilisation*

Les divers indices proposés pour être incorporés dans les différents modèles d'évaluation des stocks sont fournis au **Tableau 5** et ils sont identifiés par grappe d'indices à la **Figure 5**. Le groupe a choisi huit indices du fait qu'ils répondaient aux critères d'inclusion et qu'ils étaient entièrement documentés. Un indice supplémentaire des pêcheries de senneurs espagnols a été fourni au groupe, mais il était dépourvu de la documentation complète de la méthodologie et des postulats. Compte tenu de la complexité de la définition de la capture par unité d'effort pour

les senneurs et des changements notés de capturabilité qui ont eu lieu, cet indice n'a pas pu être complètement évalué et inclus dans les modèles d'évaluation. La perte des indices des flottilles de canneurs et de senneurs depuis l'évaluation de 2011 signifie que cette évaluation n'aura aucune information sur la CPUE des principales flottilles de surface ou des flottilles qui sont susceptibles de capturer des poissons nouvellement recrutés. Il serait souhaitable de travailler à l'avenir en vue de développer ou de maintenir les indices de ces flottilles.

Pour certains modèles d'évaluation, les anciens indices utilisés dans les évaluations précédentes et les indices combinés ont été nécessaires pour fournir des modèles de continuité. La construction et le traitement de ces indices sont détaillés dans chaque section de l'évaluation.

3. Méthodes d'évaluation des stocks et autres données importantes pour l'évaluation

3.1 Modèles de production (ASPIC)

Les flottilles et les indices de CPUE utilisés pour le modèle ASPIC sont indiqués dans le **Tableau 5** et la **Figure 5**. Les captures annuelles par flottille utilisées pour ASPIC sont résumées au **Tableau 6**.

Pour réaliser des scénarios de continuité, des CPUE combinées ont été créées en utilisant les indices de CPUE indiqués dans le **Tableau 7**, pondérées par le nombre d'observations de 5x5° lat-long, par trimestre dans l'année (décompte du nombre de cellules avec prise positive d'albacore) (**Tableau 8**), qui est le même protocole que celui utilisé dans la dernière évaluation. On a postulé une amélioration annuelle de la capturabilité de la pêcherie de senneurs de 3 % ou de 7 %. Le **Tableau 9** et la **Figure 6** montrent les valeurs des indices combinés avec ceux de la dernière évaluation.

Lors de l'évaluation des stocks de 2011, ASPIC (Prager, 1992) a été utilisé pour ajuster les modèles de production et quatre cas d'ASPIC ont été sélectionnés à des fins d'avis de gestion (scénarios 9, 10, 11 et 12, Anon. 2012). Ils correspondent tous à des ajustements logistiques du modèle avec des indices combinés (1 flottille).

Pendant l'évaluation actuelle, la version 5.34 d'Aspic a été utilisée. Conformément à la décision prise à la réunion de préparation des données sur l'albacore en 2016 et après celle-ci, le groupe a examiné des scénarios avec une structure des flottilles et des indices regroupés par deux grappes. Des scénarios avec des indices combinés ont également été examinés pour les scénarios de continuité. Ainsi, le groupe a réalisé et examiné un certain nombre de différents scénarios préliminaires (**Tableau 10**).

3.1.1 Scénario de sensibilité

Plusieurs analyses de sensibilité ont été effectuées pour deux scénarios (Cluster 1, modèle logistique et modèle de Fox avec pondération égale) du modèle ASPIC (**Tableau 11**). Il s'agit de scénarios avec différent B1/K, des scénarios avec une CPUE palangrière japonaise plus longue et des scénarios qui excluent un ou plusieurs indices de CPUE.

3.1.2 Cas de base

Après avoir examiné les scénarios présentés, le groupe a décidé d'utiliser un scénario pour Cluster 1 (modèle de Fox à pondération égale) comme base pour fournir l'avis, en se fondant sur des schémas rétrospectifs et des valeurs de la fonction objective. Le cas de base comprend les indices palangriers du Taipei chinois (1970-1992), des États-Unis (1987-2014), du Venezuela (1991-2014) et du Japon (1976-2014). B1/K a été fixé à 0,9.

3.1.3 Analyses rétrospectives

Des analyses rétrospectives ont été réalisées en supprimant de manière séquentielle une seule année de données et en ré-estimant les sorties du modèle. Le but de cet exercice consistait à déterminer comment l'ajout de nouvelles données modifie la perception de l'état du stock et à évaluer les biais rétrospectifs.

3.2 Modèle de production structuré par âge (ASPM)

On a utilisé le logiciel ASPM (modèle de production structuré par âge) mis en œuvre par AD model builder (version 3, 2014) (Nishida et al., 2014). Le logiciel ASPM nécessite trois types de données, capture (SCRS/2016/111; Tableau 2-1, 2-2, Figure 1), CPUE standardisée (SCRS/2016/111; Tableau 3, Figure 3) et prise

par âge (CAA; SCRS/2016/111; Figure 2). La source de données de la capture était « cdis_byFishery.csv » et celle-ci a été fournie par le Secrétariat de l'ICCAT. La source de données de la CAA était « Sum_CAAsYFT2016.xlsx ». Ce fichier contient cinq types de CAA (cf. texte dans SCRS/2016/111). À l'issue de discussions, le groupe a utilisé pour l'analyse ASPM trois types de CAA (01_Cont : même formulation qu'à la réunion de 2011 en utilisant le modèle de croissance à deux stances de Gascuel sans vecteur M dans la détermination de l'âge ; 03_DrwithM : modèle de croissance de Draganik von Bertalanffy incluant le vecteur M ; et, 05_GawithM : modèle de croissance à deux stances de Gascuel incluant le vecteur M). Le « 01_Cont » a été utilisé pour les cas de base du modèle (utilisés pour formuler l'avis de gestion) afin de retenir des postulats similaires à l'évaluation de stocks de 2011, bien que l'analyse de l'ASPM n'ait pas été auparavant mise en œuvre pour le stock. La source de données de la CPUE standardisée est « YFT_2016_CPUE.for models.6.9.16.xlsx », qui contenait trois groupes d'indices (clusters 1 et 2, et sensibilité (SCRS/2016/111 ; Tableau 3, Figure 3). Les définitions des pêcheries pour l'analyse de l'ASPM sont décrites au **Tableau 12**. Il est à noter que la CPUE standardisée de la palangre uruguayenne dans le cluster 2 n'a pas été utilisée parce que le logiciel est limité et ne permet pas les flottilles avec des prises zéros.

3.3 Modèles statistiques de capture : Stock Synthèse (SS3)

La structure du modèle était basée sur le modèle d'évaluation Multifan développé en 2011 (Anon, 2012). La plateforme utilisée était Stock Synthèse (SS3), v24.f (Methot et Wetzel, 2013). Comme dans la majorité des évaluations intégrées, le modèle avait une structure complexe de pêcheries qui comprenait 17 pêcheries : senne, canne, palangre, canne et moulinet et les autres catégories de pêcheries. Le modèle utilisait huit différents indices d'abondance, provenant principalement des flottilles palangrières opérant dans différentes périodes. Ces flottilles étaient principalement des flottilles du Japon, du Taipei chinois, d'Uruguay, du Brésil, des États-Unis et du Venezuela. Les flottilles de l'Uruguay et du Taipei chinois ont été divisées en plusieurs périodes. Des données de composition par taille de 17 flottilles ont été utilisées par saison (SCRS/2016-110). En outre, il y a eu de nombreux postulats fondés sur la steepness, la mortalité naturelle et la croissance (SCRS/2016-110). Plusieurs itérations de la croissance et de la mortalité naturelle ont été examinées jusqu'à ce que le groupe note que les modèles qui estimaient la croissance ont réalisé la meilleure performance ; par la suite, la croissance a été fixée aux estimations du modèle obtenues à l'aide de données sur la composition des âges.

Des modèles ont été ajustés à différentes grappes d'indices (SCRS/2016-109) avec les indices introduits avec un CV commun (0,2), et les ajustements diagnostiques sont résumés en détail à la section 4.3. La croissance a été estimée au cours du processus de développement des modèles et elle s'est révélée utile pour obtenir des ajustements du modèle améliorés et pour expliquer l'information sur la composition des tailles observée. Des modèles ont estimé la croissance en estimant K en utilisant l'option déviations de k dans SS, mais aussi en estimant L-inf (ou longueur à l'âge 10 +). On a fait appel à la repondération itérative, telle que recommandée dans Francis (2011), pour ajuster davantage ces compositions de tailles par un multiplicateur de variance sur la taille de l'échantillon effectif global (ESS) qui a été fixé à 20 pour l'ensemble des flottilles et des strates temporelles. Lors de la réunion, les scientifiques ont élaboré une approche de pondération alternative qui incorporait la variabilité interannuelle dans la qualité des échantillons de composition des tailles ; cependant des contraintes de temps n'ont pas permis de réaliser un examen plus approfondi.

3.4 Analyse de population virtuelle (VPA)

Des analyses de population virtuelle (VPA) ajustées ont été réalisées au moyen du logiciel VPA-2BOX paru dans le catalogue ICCAT de logiciels. Les entrées de données et plusieurs paramètres biologiques ont été mis à jour en prévision de cette évaluation (cf. Anon. (*sous presse*) ; rapport de la réunion de 2016 de préparation des données sur l'albacore). La prise par taille a été entièrement reconstruite après la présentation par les CPC de nouveaux échantillons de taille de la Tâche II et de prise par taille. La fonction de la mortalité naturelle a été révisée pour refléter une baisse prévue de la mortalité par âge (Lorenzen, 2005). Le vecteur de maturité a également été mis à jour selon (Diaha et al., 2015). Le **Tableau 13** montre les spécifications de paramètres pour les scénarios de VPA et le **Tableau 14** décrit les spécifications pour la CAA partielle se rapportant aux indices d'abondance.

3.4.1 Spécifications générales

Les analyses de population virtuelle nécessitent les entrées de données suivantes. On trouvera une description détaillée des entrées du modèle de VPA dans le SCRS/2016/105.

1. Prise par âge totale, supposée être exactement connue.
2. CPUE (ou indice de pression de pêche relative)

3. Prise par âge spécifique aux flottilles
4. Poids par âge moyen spécifique aux flottilles
5. Poids par âge moyen au sommet de la saison de reproduction
6. Paramètres biologiques :
 - a. Maturité, fécondité, mois du pic de reproduction
 - b. Mortalité naturelle
 - c. Paramètres de croissance

Les spécifications des paramètres utilisées dans le cas de continuité du modèle VPA de 2016 étaient les mêmes que celles employées dans le cas de base de 2011, sauf indication contraire.

La classe d'âge supérieure représente un groupe d'âge 5+ (âges 5 et plus). Le taux de mortalité par pêche (F) de cet âge est défini comme le produit du taux de mortalité par pêche de l'âge antérieur le plus jeune (F₄) multiplié par un paramètre de «F-ratio» qui représente le ratio entre F₅ et F₄. Comme dans le modèle d'évaluation de 2011, le F-ratio a été estimé en 1970 et on l'a par la suite autorisé à varier par rapport à l'estimation de 1970 à l'aide d'une marche aléatoire (déviations standard = 0,2).

Les taux de mortalité par pêche pour les âges 1 à 4 dans la dernière année de la VPA ont été estimés en tant que paramètres libres, mais faisant l'objet d'une contrainte limitant l'ampleur du changement dans le schéma de vulnérabilité (pour les âges 1 à 5+) pendant les trois années les plus récentes avec une déviation standard de 0,4 (p.ex. SCRS/2008/089). Les estimations du recrutement ont fait l'objet d'une contrainte limitant l'ampleur du changement au cours des quatre années les plus récentes avec une déviation standard de 0,4.

Les indices d'abondance ont été ajustés en postulant une structure d'erreur lognormale et une pondération égale (c'est-à-dire que le coefficient de variation a été représenté par un paramètre estimé unique pour toutes les années et les indices). On a postulé que les coefficients de capturabilité (mise à l'échelle) pour chaque indice étaient constants pendant la durée de cet indice et ils ont été estimés par la formule de vraisemblance concentrée correspondante. Tous les indices ont été pondérés par une variance scalaire qui a été estimée pour le premier indice, puis appliquée aux autres. Ce paramétrage a pondéré tous les indices à parts égales.

3.4.2 Résumé des spécifications du modèle de VPA

Les scénarios du modèle de VPA présentés au groupe ont examiné l'effet de la sélection des indices sur la dynamique des populations d'albacore. Quatre modèles ont été exécutés comme décrit ci-dessous :

- 1) Cas de base du modèle #1 1970-2014
 - a) Ages 0-5+
 - b) Lorenzen M pour les âges 0-5+ = 1,59, 1,19, 0,748, 0,550, 0,423.
 - c) Maturité aux âges 0-5+ = 0, 0, 0, 0,38, 0,99, 1
 - d) Indices de CLUSTER 1 utilisés : CH_TAI_LL_N_1_70_92, US_LL_N, VEN_LL_N, Japan_N_76_14 pondérés à parts égales.
- 2) Cas de base du modèle #2 : Pareil que #1 sauf :
 - a) Indices de CLUSTER 2 utilisés : CH_TAI_LL_N_1_70_92, URU_W_1, URU_W_2, BR_LL_N, CH_TAI_N_93_14_M4.
- 3) Modèle de sensibilité #1 : Pareil que cas de base du modèle sauf :
 - a) Année de début du modèle (1965)
 - b) La série temporelle complète (1965-2014) de l'indice palangrier japonais en nombres a remplacé la courte série.
- 4) Modèle de continuité : Données mises à jour jusqu'en 2014 compris, flottilles et indices tels que spécifiés dans les cas de base du modèle de VPA, sauf :
 - a) Indices US_LL_ATL et US/MEX_GOM remplacés par un indice US_LL développé en utilisant les données des deux régions.
 - b) Les indices révisés pour l'Uruguay et le Taipei chinois ont été divisés en périodes qui indiquaient un changement de sélectivité. La décision prise lors de l'évaluation de 2016 différerait quelque peu de celle prise lors de la précédente évaluation.

3.4.3 Diagnostics des cas de base du modèle

Pour tous les cas de base du modèle, la VPA a convergé à l'intérieur du nombre maximal d'itérations spécifié, et aucune estimation du paramètre n'a été délimitée. Six paramètres ont été estimés pour chaque modèle, le F-ratio (F5/F4) en 1970, le F sur les âges 1-4 et une variation de l'indice unique. Tous les paramètres ont été bien estimés (CV ~ 0,2) sauf le F sur l'âge 0, qui a été moins bien estimé (CV ~ 0,4). Les **Figures 7 et 8** résument les ajustements apportés à la série de la CPUE pour les cas de base du modèle de VPA. Les ajustements au cas de base du modèle qui utilisait le cluster 1 ont été assez bons pour les indices palangriers des États-Unis, du Japon et du Taipei chinois ; tandis que l'ajustement à l'indice palangrier vénézuélien était insuffisant. Pour le cas de base du modèle qui utilisait le Cluster 2, les ajustements ont été dégradés (par rapport au Cluster 1), à l'exception de l'ajustement de l'indice palangrier du Taipei chinois (il est à noter que l'indice palangrier du Taipei chinois était le seul indice qui était inclus dans les deux grappes).

Des analyses rétrospectives de la biomasse du stock reproducteur et du recrutement pour les cas de base du modèle ont été réalisées en supprimant successivement les données d'entrée de capture et les indices d'abondance des deux cas de base du modèle. Les analyses rétrospectives n'ont montré aucune tendance soit dans la biomasse du stock reproducteur (**Figure 9**), soit dans le recrutement pour aucun des cas de base du modèle. Toutefois, il convient de noter que des contraintes ont été appliquées (SD = 0,4) au cours de 2011-2014 pour limiter l'ampleur du changement permis.

3.4.4 Diagnostics du scénario de sensibilité

Les résultats du scénario de sensibilité utilisant l'indice palangrier japonais pour la période 1965-2014 étaient presque identiques à ceux du cas de base du modèle du cluster 1. La **figure 10** représente les ajustements aux indices. Pareillement au cas de base du cluster 1, les indices palangriers des États-Unis, du Taipei chinois et du Japon ont fait apparaître un assez bon ajustement, tandis que l'indice palangrier du Venezuela a fait apparaître un manque d'ajustement, en particulier au milieu des années 1990. Les analyses rétrospectives de la SSB et du recrutement n'ont montré aucun schéma perceptible et elles étaient presque identiques à celle du cas de base du cluster 1. Par conséquent, par souci de concision, ces figures ne sont pas incluses.

3.4.5 Diagnostics du cas de continuité

La **Figure 11** montre l'ajustement aux 15 indices utilisés dans le cas de continuité. Dans la plupart des cas, les ajustements aux indices étaient insuffisants, tout comme ils l'avaient déjà été lors de l'évaluation de 2011.

3.5 Autres méthodes

Aucune autre méthode d'évaluation n'a été présentée pendant la réunion.

4. Résultats de l'état des stocks

4.1 Modèles de production (ASPIC)

4.1.1 Cas de base

Le groupe a examiné plusieurs paramétrages du modèle ASPIC et a choisi le cas de base du modèle (Cluster 1_Fox_eq) sur la base des diagnostics du modèle (**Tableau 15 et Figure 12**). Les résultats du cas de base du modèle indiquent une tendance croissante et décroissante de la médiane de B-ratio et F-ratio au cours de ces dernières années (après 2005), respectivement, et l'état du stock a été actuellement estimé comme n'étant pas surexploité ni ne faisant l'objet de surpêche, même si la biomasse actuelle était proche du niveau de B_{PME} . L'incertitude dans les estimations du modèle a été examinée à l'aide d'une analyse par bootstrap (N = 500). Les 10ème et 90ème centiles des estimations annuelles de B/B_{PME} et F/F_{PME} sont indiqués à la **Figure 12**. Le diagramme de Kobe décrivant l'état des stocks de 2014 se trouve à la **Figure 13**. L'incertitude entourant l'état estimé des stocks (c.-à-d. B/B_{PME} et F/F_{PME} de 2014) est indiquée par le regroupement de points bleus sur le diagramme de Kobe.

4.1.2 Autres modèles non sélectionnés

Les estimations ponctuelles des paramètres de population étaient similaires entre quatre scénarios pour le Cluster 1, y compris le scénario du cas de base (**Tableau 15, Figure 12**). Aucune convergence ni résultat raisonnable n'ont été obtenus pour les scénarios qui utilisaient les indices du Cluster 2. Les résultats pour les scénarios du Cluster 1_sens étaient un peu plus optimistes par rapport à ceux du Cluster 1. Toutefois, les scénarios du Cluster 1_sens comprennent la CPUE palangrière japonaise au titre de 1965-2014. Le changement de ciblage des palangriers japonais au début de la période ayant provoqué quelque préoccupation, les scénarios de Cluster 1_sens n'ont pas été retenus pour le cas de base.

4.1.3 Cas de continuité

Les scénarios, y compris les indices combinés actualisés (scénarios de continuité) indiquent que les estimations de l'état des populations étaient plus pessimistes par rapport à ceux de Cluster 1 (**Tableau 15, Figure 14**). Au cours de ces dernières années, la tendance du B-ratio est plate, probablement sur la base des indices combinés. La **Figure 15** montre une comparaison des résultats des scénarios de continuité d'ASPIC (B-ratio et F-ratio) avec ceux de l'évaluation de 2011. Les résultats étaient similaires, même si le F-ratio pour l'évaluation actuelle était un peu plus élevé.

4.1.4 Scénario de sensibilité

La **Figure 16** montre les résultats des scénarios de sensibilité. Pour le modèle logistique, les scénarios de $B1/K = 0,8$, les scénarios qui excluaient l'indice palangrier du Taipei chinois ou les indices palangriers du Venezuela, et le scénario qui incluait uniquement les indices palangriers du Taipei chinois et du Japon ont fourni des résultats déraisonnables. En outre, le scénario qui excluait l'indice palangrier japonais a donné des résultats différents par rapport à ceux du cas de base du modèle. En ce qui concerne le modèle Fox, les scénarios qui excluaient l'indice palangrier du Taipei chinois ou l'indice palangrier du Venezuela et le scénario qui incluait uniquement les indices palangriers du Taipei chinois et du Japon n'ont pas convergé. Comme dans le modèle logistique, le scénario qui excluait l'indice palangrier japonais a donné des résultats quelque peu différents de ceux du cas de base du modèle.

4.1.5 Analyses rétrospectives

L'analyse des schémas rétrospectifs pour le scénario du modèle Fox (scénario du cas de base) indique que les estimations de F/F_{PME} et B/B_{PME} sont relativement stables pour la dernière année lorsque des années successives de données sont retirées du modèle (**Figure 17**). Toutefois, il est moins stable pour le scénario du modèle logistique.

4.2 Modèle de production structuré par âge (ASPM)

4.2.1 Paramétrage

Plusieurs paramètres importants (steepness, σR , B_{1965}/B_0 , groupe d'âge plus) d'ASPM ont été discutés lors de la réunion. En outre, la période analytique s'étend de 1965 à 2014, donc B_{1965}/B_0 est la condition de stock initiale de la première année. Selon les profils de vraisemblance de la steepness, σR et B_{1965}/B_0 (SCRS/2016/111 ; Figure 12) et le diagnostic (ajustement pour la CPUE, ajustement pour la CAA, courbe de sélectivité par flottille, relation S-R SCRS/2016/111 ; Figures 13 à 17), les valeurs de steepness sélectionnées s'élevaient à 0,75, 0,85 et 0,95 ; on postulait que le σR était égal à 0,4 et que B_{1965}/B_0 devait être estimé. Le groupe a recommandé de déterminer la valeur de σR de façon à ce que l'ampleur observée du recrutement soit égale à l'ampleur escomptée. Il s'agit d'une étape cruciale pour cette formulation particulière du modèle parce que la valeur de σR , si elle est simplement postulée, a un effet de mise à l'échelle sur le recrutement réel. Cette analyse a été finalisée et les résultats étaient la valeur de σR de 0,4, ou un peu moins. Le groupe a également décidé que la steepness du cas de base des modèles (pour les avis de gestion) serait fixée à 0,85, et les valeurs de steepness alternatives ont été traitées en tant que sensibilité. On a postulé que le groupe plus était composé d'âge 5 +.

Des blocs temporels de sélectivité ont été appliqués en fonction des schémas résiduels historiques dans la CAA par flottille. Un bloc temporel a été appliqué à la flottille de senneurs avant et après 1990, en tenant compte du développement de la pêche opérant sous DCP. Pour les mêmes raisons, un bloc temporel a également été appliqué à la flottille de canneurs avant et après 1970. On a assigné à la flottille palangrière du Taipei chinois des blocs temporels (avant 1992 et après 1993) parce que la CAA a subi un grand changement qui n'est pas bien appréhendé. D'autres pêcheries ont également utilisé un bloc temporel (avant et après 1975) parce qu'il existait un

important schéma de distribution résiduelle de la CAA. Ces traitements ont entraîné une amélioration considérable de l'ajustement de la CAA (p. ex. vraisemblance plus faible) dans les scénarios préliminaires (les résultats détaillés ne sont pas montrés). Le groupe a également présenté et évalué les traitements préliminaires qui examinaient les paramètres biologiques (mortalité naturelle, croissance (poids corporel des poissons par âge), maturité), le groupe plus, le groupe moins et le groupe « pinned » pour chaque flottille (SCRS/2016/111 ; Tableau 4). Les groupes moins et plus (classes d'âge inférieures et supérieures) incluent environ 2 % des poissons par rapport au groupe d'âge dominant (groupe d'âge « pinned » dans la CAA (Nishida et al., 2014)).

4.2.2 Cas de base

Les configurations du modèle ASPM sont résumées au **Tableau 16**. Le groupe a sélectionné le scénario_01 (cluster 1) et le scénario_05 (cluster 2) comme cas de base des modèles pour la formulation de l'avis de gestion. Les deux modèles ont utilisé la CAA de « continuité », développée en utilisant les méthodes prescrites lors de la réunion d'évaluation des stocks de 2011.

4.2.3 État des stocks

L'état des stocks au cours de ces dernières années (mortalité par pêche en 2014, biomasse reproductrice au début de 2015) pour les cas de base du modèle ASPM (scénario_01 et scénario_05) est présenté au **Tableau 17**. Les changements historiques en matière de recrutement (**Figure 18**), SSB (**Figure 19**), SSB exploitée (**Figure 20**), mortalité par pêche (**Figure 21**), SSB/SSB_{PME} (**Figure 22**), F/F_{PME} (**Figure 23**) et diagramme de Kobe (**Figures 24 et 25**) ont été présentés. Les résultats détaillés d'autres scénarios énumérés dans le tableau des scénarios (**Tableau 17**) sont présentés dans la section sur la sensibilité et dans le document décrivant les analyses de l'ASPM (SCRS/2016/111).

4.2.4 Diagnostics pour les cas de base des modèles

La qualité de l'ajustement du modèle pour les CPUE standardisées (**Figure 26**), de l'ajustement du modèle pour la CAA (**Figure 27**), la distribution résiduelle de la CAA par flottille (**Figure 28**), la relation reproducteurs-recrues (**Figure 29**) et les courbes de sélectivité par flottille (**Figure 30**) pour les cas de base des deux modèles ont été présentées. Les schémas rétrospectifs de la SSB, du recrutement, SSB/SSB_{PME}, F/F_{PME} et l'ajustement pour la CPUE ont également été explorés et aucun schéma rétrospectif significatif n'a été noté, à l'exception d'une tendance à la surestimation du recrutement dans la dernière année (**Figure 31**).

4.2.5 Analyses de sensibilité

Des analyses de sensibilité ont été effectuées sur la steepness (0,75 et 0,95), le type de CAA (03_DrYe et 05_GaYe) et l'inclusion de l'indice palangrier japonais avant 1975. La SSB, le recrutement, SSB/SSB_{PME}, F/F_{PME} et les diagrammes de Kobe des scénarios de sensibilité ont également été présentés (**Figures 32 à 37**).

4.3 Stock Synthèse

4.3.1 Modèle et données

Les modèles ont été ajustés à différentes grappes d'indices (SCRS/2016-109), et les ajustements diagnostiques sont résumés ci-dessous en détail. La croissance a été estimée au cours du processus de développement des modèles et elle s'est révélée utile pour obtenir des ajustements du modèle améliorés et pour expliquer l'information sur la composition des tailles observée. Des modèles ont estimé la croissance en estimant K en utilisant l'option déviations de k dans SS, mais aussi en estimant L-inf (ou longueur à l'âge 10+). On a fait appel à la repondération itérative, telle que recommandée dans Francis (2011), pour ajuster davantage ces compositions de tailles par un multiplicateur de variance sur la taille de l'échantillon effectif global (ESS) qui a été initialement fixé à 20 pour l'ensemble des flottilles et des strates temporelles, mais qui a varié en fonction du schéma de repondération recommandé par Francis (2011). Lors de la réunion, les scientifiques ont élaboré une approche de pondération alternative qui incorporait la variabilité interannuelle dans la qualité des échantillons de composition des tailles ; cependant des contraintes de temps n'ont pas permis de réaliser un examen plus approfondi.

4.3.2 Résultats (sensibilité, diagnostics et avis)

Plusieurs modèles ont été tentés, en partant des modèles de production excédentaire simples, des modèles de production excédentaire structurés par âge pour arriver aux modèles entièrement intégrés avec différentes caractéristiques de croissance. De nouvelles analyses de sensibilité ont eu lieu pour examiner la question de savoir si la sélectivité en forme de cloche pour les palangres, un vecteur de mortalité naturelle en forme de "U" ou l'estimation de la croissance concordait davantage avec les autres données d'entrée (SCRS/2016-110). Cette analyse préliminaire a trouvé un meilleur ajustement aux données sur la composition à partir de l'estimation de la croissance, bien que cette conclusion soit préliminaire et en réalité une ou toutes les trois hypothèses pourraient fonctionner conjointement dans une certaine mesure. L'un des résultats importants de l'exercice de l'ajustement de la croissance était qu'il était nécessaire d'ajuster les paramètres de croissance du modèle multistance de façon à ce qu'ils soient compatibles avec les autres données d'entrée et les postulats du modèle. Il fallait encore fixer la croissance aux valeurs estimées pour corriger les schémas de biais rétrospectifs.

- *Analyse du profil de vraisemblance afin d'informer la spécification du modèle*

Les versions antérieures du modèle ont été examinées (SCRS/2016-110) à l'aide d'analyses du profil de vraisemblance (Edwards, 1984). Les **Figures 38** et **39** indiquent qu'il y a une limite de $\log(R_0=12)$, en-dessous de laquelle le modèle ne peut pas fournir une solution réalisable et la population s'effondre. Ceci est influencé principalement par l'exigence selon laquelle le modèle dispose d'assez de poissons pour produire les débarquements observés tandis que les données de composition des tailles de certaines flottilles obligent le modèle à estimer que R_0 est inférieur à ces valeurs. Cela crée des tensions entre le non-effondrement de la population et les données de composition des tailles. La libération de l'estimation de la croissance a réduit cette tension du fait qu'elle a expliqué l'absence relative de poissons à la taille de Linf postulée par Gascuel et al., (1992). En outre, dans les scénarios du modèle où tous les indices ont été utilisés, les conflits entre les indices ont rendu le modèle extrêmement instable. Le fait de séparer les indices en grappes a amélioré encore plus la stabilité du modèle dans des situations très conflictuelles entre les sources de données.

Francis (2011) suggère de pondérer à la hausse les indices d'abondance dans ces cas et de pondérer à la baisse les données de composition des tailles. Nous avons suivi l'avis de Francis (2011) en réitérant les tailles effectives de l'échantillon pour la composition des tailles entre toutes les flottilles afin de concilier les signaux divergents dans les données. En outre, les tailles initiales de l'échantillon pour la composition des tailles ont été sensiblement sous-pondérées par rapport aux données d'origine étant donné que des valeurs fixes de 20 ont été utilisées pour toutes les années, saisons et flottilles. La steepness a été fixée à 0,9, étant donné que le modèle ne pouvait pas estimer la steepness telle que déterminée sur la base du profilage des vraisemblances de ce paramètre.

- *Schémas rétrospectifs lorsque la croissance est estimée*

D'autres difficultés qui ont surgi lorsque la croissance a été fixée à la croissance de Gascuel ou la croissance de VB (Draganick et Pelczarski, 1984), avec une steepness fixe (c.à-d questions de convergence du modèle ou questions de confusion de paramètre) n'étaient pas aussi prononcées lorsque ces paramètres ont été estimés. Toutefois lorsque la croissance a été estimée dans chaque année de l'extraction rétrospective, elle a entraîné d'importants schémas rétrospectifs (**Figures 40** et **41**). Ceci est probablement dû à l'effet selon lequel le modèle actualise les estimations des paramètres de croissance avec chaque année supplémentaire d'informations sur la croissance et qu'il est probablement particulièrement affecté par le nombre élevé de données de longueur-âge ajoutées en 2012-2014 du SCRS/2016/049. Nous avons déterminé que le fait de supprimer entièrement les données de composition des âges et de fixer la croissance aux valeurs estimées de la série temporelle complète a considérablement diminué le biais rétrospectif. Cette approche a été adoptée pour les modèles d'avis (**Figure 41**).

- *Ajustements du modèle au Cluster 1*

Les résultats des deux modèles qui ont été recommandés par le groupe apparaissent aux **Tableaux 18** et **19** et aux **Figures 42** et **44** à **47**. Les indices d'abondance s'ajustent assez bien (**Figure 42**). Les sélectivités estimées (**Figure 44**) sont indiquées uniquement pour l'ajustement du modèle au cluster 1 et montrent les ajustements spline aux flottilles de senneurs, les ajustements en forme de cloche aux flottilles de canneurs et récréatives et les ajustements logistiques aux indices palangriers. Les ajustements à la composition des tailles par flottille (regroupées dans le temps) sont bien estimés sans aucun biais directionnel (**Figure 45**). Les valeurs résiduelles Pearson des ajustements à la composition des tailles annuelle par flottille indiquent que même si les modèles ont des schémas résiduels systématiques, les ajustements étaient ce que l'on pouvait obtenir de mieux dans les délais impartis (**Figure 47**).

Ajustements du modèle au Cluster 2

Ces modèles sont plus pessimistes dans leurs perspectives. Les ajustements du modèle sont légèrement pires que Cluster 1 (même si le nombre de points est différent et donc les vraisemblances seront différentes et non comparables, **Tableau 18**). En général, les ajustements du modèle aux indices et à la composition des tailles (**Figures 43 et 46**) indiquent que le modèle donne d'aussi bons résultats que le modèle qui utilise les données du cluster 1.

4.3.3 Discussion générale sur les ajustements des modèles au Cluster 1 et au Cluster 2

La relation stock-recrutement a été imposée avec une steepness de 0,9 et montre peu de signes d'une forte corrélation entre la SSB et les recrues (**Figure 48**). Les dynamiques globales du recrutement sont similaires dans les deux modèles, et tandis que l'ajustement du modèle au cluster 1 (**Figure 49**) semble donner une perspective positive sur le stock au cours de ces dernières années, avec des F qui pourraient avoir dépassé les valeurs cibles de F au cours des 10 dernières années, l'ajustement du modèle au cluster 2 (**Figure 50**) fait apparaître une perspective plus pessimiste sur le stock principalement déterminée par les tendances décroissantes de la CPUE utilisée dans cette configuration. Les comparaisons montrent que, bien que la biomasse initiale soit similaire, les récentes trajectoires des stocks diffèrent en fonction des séries qui sont ajustées (**Figure 51**), la principale différence étant une influence différente sur les niveaux du recrutement récent.

4.3.4 État des stocks

- Solution déterministe basée sur la matrice de variance-covariance

Comme il ressort du **Tableau 19** et de la **Figure 52**, le modèle utilisant le cluster 1 indique que le stock n'est pas surexploité ($SSB/SSB_{PME} = 1,38$) et qu'il ne fait pas l'objet de surpêche ($F/F_{PME} = 0,65$). Les niveaux de la PME s'élevaient à ~123Kt. Si nous utilisons le cluster 2, le stock est surexploité ($SSB/SSB_{PME} = 0,81$) et fait l'objet de surpêche ($F/F_{PME} = 1,1$) (**Tableau 19** et **Figure 53**), même si les niveaux cibles de la PME sont les mêmes (~123Kt). Le groupe a noté qu'avec le cluster 2, le stock est devenu surexploité sans avoir subi une surpêche historique considérable. Ce modèle actuel explique cela comme une baisse du recrutement récent, mais ce schéma pourrait aussi être dû à une erreur de processus dont on n'a pas tenu compte (par exemple prises non comptabilisées, capturabilité variable dans le temps dans les indices, etc.) dans le modèle. Les **Figures 52 et 53** tiennent compte des changements de sélectivité et des points de repère correspondants ; au cours de ces 15 dernières années notamment, il y a eu une chute considérable de F_{PME} et SSB_{PME} en raison des changements dans l'allocation relative des captures par flottille (**Figures 54 et 55**).

- Bootstrapping pour caractériser l'incertitude entourant l'état des stocks

Pour caractériser l'incertitude entourant l'état des stocks et l'avis sur la production prévue, les données d'entrée à la fois du cluster 1 et du cluster 2 ont été bootstrappées ; puis, les modèles ont été ré-exécutés pour chaque jeu de données par bootstrap (**Figure 56**). Il est évident que pour le cluster 1, la médiane et l'estimation (scénario déterministe) sont presque identiques. Pour le cluster 2, il y a une certaine divergence (**Figure 56**), mais la conclusion globale est identique indépendamment du fait que l'on utilise la médiane des bootstraps ou la trajectoire de l'estimation déterministe pour le cluster 1 ou le cluster 2.

Pour estimer les modèles pour chaque bootstrap, il s'est avéré nécessaire de désactiver la repondération de la variance dans le fichier de contrôle étant donné que cette repondération avait déjà été prise en compte dans la création des fichiers bootstrap. Les résultats des bootstraps indiquent que, pour le cluster 1, le scénario déterministe était généralement très proche du centre de la distribution des bootstrap (**Figure 56**). Pour le cluster 2, le scénario déterministe était plus proche du CI de 80% supérieur pour F/F_{PME} et inférieur pour SSB/SSB_{PME} , ce qui indique une certaine divergence entre le scénario déterministe et la médiane de bootstrap.

Il ressort de l'examen des **Figures 52, 53 et 57** que la caractérisation de l'incertitude en utilisant la matrice de variance-covariance des scénarios originaux se rapproche de la variance bootstrap, comme le montre la **Figure 56**. Cela peut être la preuve que, pour l'état actuel des stocks, il est adéquat d'utiliser la matrice de variance-covariance dans l'estimation de l'incertitude dans l'état actuel des stocks.

4.4 VPA

4.4.1 Résultats du cas de base du modèle

Les résultats des deux cas de base du modèle de VPA ont différé. L'abondance à l'âge (**Figures 58 et 59**) pour le cas de base du modèle du cluster 1 a montré que pour les âges 3-5, l'abondance est demeurée relativement constante après l'an 2000, tandis que pour les mêmes âges, le cas de base du modèle du cluster 2 a plutôt montré une tendance à la baisse pour la même période temporelle. La mortalité par pêche à l'âge (**Figure 60**) était la plus élevée à l'âge 4 suivi de l'âge 3 ; tandis que la plus faible mortalité par pêche correspondait à l'âge 0. Même si ce schéma était le même pour les deux cas de base du modèle, les valeurs de F par âge par année étaient différentes. Par exemple, pour le cas de base du modèle qui utilisait le cluster 1, F à l'âge 3, 4 et 5 a montré une tendance à la baisse après l'an 2000 ; tandis que le cas de base du modèle qui utilisait les indices du cluster 2 a montré des tendances à la hausse.

L'estimation de la biomasse du stock reproducteur était différente entre les cas de base du modèle (**Figure 61**). Les deux trajectoires de la SSB ont connu une baisse au début de la série temporelle, le cas de base du modèle du cluster 1 a montré un déclin presque continu jusqu'à l'an 2000, suivi d'une lente récupération ; alors que le cas de base du modèle du cluster 2 a fait apparaître une augmentation depuis le milieu des années 1980 jusqu'au milieu des années 1990, qui a été suivie d'une forte diminution jusqu'à la fin de la série temporelle. Les tendances générales du recrutement étaient également différentes entre les cas de base du modèle (**Figure 62**). Le recrutement pour le modèle du cluster 1, bien que variable, n'a fait apparaître aucune tendance perceptible, tandis que pour le cas de base du modèle du cluster 2, la série temporelle du recrutement a indiqué un recrutement élevé dans les années 1990 et plus faible que le recrutement moyen depuis 2005.

Les résultats du cas de base du modèle de VPA du cluster 1, *avant l'ajustement pour tenir compte du changement de sélectivité*, indiquent que le stock est actuellement proche, ou juste en-dessous du seuil de surexploitation et qu'il ne fait pas l'objet de surpêche (**Figure 63**). Les trajectoires *non ajustées* de la biomasse du stock reproducteur relative et de F relatif obtenues à partir du cas de base du modèle de VPA du cluster 2 étaient plus pessimistes (**Figure 64**). Elles indiquent que le stock est actuellement surexploité et qu'il fait aussi l'objet de surpêche. L'incertitude dans les estimations annuelles de la biomasse et de la mortalité par pêche relatives a été explorée à l'aide de 1.000 bootstraps des valeurs résiduelles des indices. Les intervalles de confiance de 80 % qui en résultent sont illustrés aux **Figures 63 et 64**.

Il est généralement admis que la sélectivité des pêcheries qui ciblent l'albacore a changé au fil du temps en raison d'une augmentation de la proportion des captures débarquées par les flottilles de surface et par les flottilles pêchant sous DCP en particulier. Par conséquent, les tendances de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} ont été recalculées pour tenir compte des changements annuels de sélectivité en permettant que F_{PME} soit estimé tous les ans. Les estimations annuelles résultantes de SSB_{PME} et F_{PME} , *ajustés pour la sélectivité*, sont indiquées à la **Figure 65**. Les estimations annuelles de l'état des stocks, *ajustées pour la sélectivité*, sont illustrées à la **Figure 66**. Les résultats du cas de base du modèle de VPA du cluster 1 indiquent que le stock est actuellement sous le seuil de surexploitation ($SSB_{2014}/SSB_{PME} = 0,84$) mais qu'il ne fait actuellement pas l'objet de surpêche ($F_{actuel}/F_{PME} = 0,98$), même si la surpêche s'est produite auparavant. La médiane des estimations de la PME était de 122.138 t. Les résultats du cas de base du modèle de VPA du cluster 2 étaient plus pessimistes. Ils indiquent que le stock est actuellement surexploité ($SSB_{2014}/SSB_{PME} = 0,54$) et qu'il fait aussi l'objet de surpêche ($F_{actuel}/F_{PME} = 1,13$). La médiane des estimations de la PME s'élevait à 125.022 t. On trouvera un résumé complet des références de gestion potentielles aux **Tableaux 20 et 21**.

L'incertitude dans les estimations de SSB_{2014}/SSB_{PME} et F_{actuel}/F_{PME} (moyenne géométrique 2011-2013) a été examinée à l'aide d'une analyse bootstrap ($n = 1.000$). Ces résultats ont été superposés sur la **Figure 66**. Il est à noter que pour le modèle de VPA utilisant les indices du cluster 2, la médiane de l'estimation n'est pas située au centre des estimations du bootstrap. Cela indique vraisemblablement quelques biais dans les estimations de F_{PME} et SSB_{PME} pour ce scénario du modèle.

4.4.2 Résultats du scénario de sensibilité

Les résultats du scénario de sensibilité, qui a débuté en 1965 et a utilisé la série temporelle complète (1965-2014) de l'indice palangrier japonais en nombre, étaient presque identiques à ceux du cas de base du cluster 1. La **Figure 67** montre l'estimation du F par âge, de la SSB et du recrutement.

4.4.3 Cas de continuité

Un modèle de continuité a été exécuté en utilisant les spécifications des paramètres, les flottilles et les indices de l'évaluation de 2011 sur l'albacore. L'estimation du F par âge, de la SSB et du recrutement pour le scénario de continuité est illustrée à la **Figure 68**. Même si les résultats sont quelque peu différents de ceux observés dans les cas de base, les tendances générales observées sont conformes à celles des deux cas de base du modèle.

4.5 Autres méthodes

Aucune autre méthode d'évaluation n'a été envisagée pendant la réunion.

4.6 Synthèse des résultats de l'évaluation

Dans l'ensemble, tous les scénarios du modèle qui ont utilisé les indices du cluster 1 ont suggéré des tendances similaires dans la SSB (en diminution jusqu'en 2000, puis stables ou en légère augmentation), dans F (le plus élevé dans les années 1990, puis en déclin), dans l'état des stocks (proche des niveaux de stock qui produisent la PME) et dans la PME estimée (120.000 à 150.000 t).

Le modèle de production excédentaire de ASPIC n'a pas convergé lorsque les indices du cluster 2 ont été utilisés, probablement parce que les tendances des captures et des CPUE observées ne concordent pas avec la dynamique du modèle de production. Les modèles structurés par âge ont pu converger à l'aide des indices du cluster 2 (qui suggèrent une augmentation de l'abondance des stocks dans les années 1990), parce qu'ils ont été en mesure d'estimer l'augmentation du recrutement dans ces années-là. Les modèles qui utilisaient les indices du cluster 2 ont montré des trajectoires similaires de la SSB (déclin initial, augmentation notable au cours des années 1990, puis chute), de F (en augmentation au cours de ces dernières années) et étaient généralement plus pessimistes. Les scénarios SS et VPA ont suggéré que le stock était à la fois surexploité et qu'il faisait l'objet de surpêche, tandis que le scénario ASPM indiquait que l'état du stock était sain. La PME estimée à l'aide des modèles du cluster 2 a fluctué entre 120.000 t et 150.000 t.

Pour tenir compte de l'incertitude dans la structure des modèles et l'utilisation des indices, le groupe a décidé de formuler un avis de gestion à partir d'une combinaison de sept scénarios (voir la section 5.5).

5. Projections

Pour toutes les projections des modèles dans l'évaluation, il a été postulé que la prise de 2016 serait identique à la prise estimée de 2015 (sur la base des prises déclarées et des reports), et que la biomasse pendant l'année 2015 constitue la première projection.

5.1 Projections du modèle ASPIC

Les résultats par bootstrap du modèle ASPIC ont été projetés dans le futur à différents niveaux de capture (entre 50.000 et 200.000 t par frange de 10.000 t). On a également réalisé des projections avec un F constant (de $0,75 * F_{2014}/F_{PME}$ à $1,00 * F_{2014}/F_{PME}$ à intervalle de $0,05 * F_{2014}/F_{PME}$). Le programme ASPIC ver. 3.16 a été utilisé pour réaliser les projections futures. La période de projection était de 14 ans (jusqu'en 2029) en raison de la limitation du logiciel.

Des projections ont été effectuées pour 500 bootstraps du cas de base. Après examen, la médiane des valeurs des ratios de la biomasse projetée donne à penser que pour que la biomasse du stock atteigne ou dépasse le niveau de B_{PME} , les captures doivent être inférieures à 120.000 t (**Figure 69**). De même, des niveaux de capture inférieurs à 120.000 t réduiront invariablement la médiane des ratios de mortalité par pêche à F_{PME} .

5.2 Projections du modèle de production structuré par âge

Des projections ont été menées en se fondant sur l'examen du bootstrap (1.000 fois) du cas de base du modèle (scénario_01 et scénario_05). La période de projection s'étale sur 10 ans (2015-2024). On a postulé des prises futures constantes entre 50.000 t et 200.000 t (à intervalle de 10.000 t), en établissant la moyenne de la proportion des captures par flottille de 2013 à 2015. Les trajectoires de SSB/ SSB_{PME} et F/F_{PME} ont été présentées pour les deux cas de base du modèle (**Figure 70**). Les projections indiquent que des prises de 120.000-140.000 t permettront au stock de se maintenir à des niveaux qui permettent la PME.

5.3. Projections du modèle Stock synthèse

Comme les données de la Tâche I pour 2015 sont incomplètes, nombre de captures ont dû être reportées des années précédentes. Pour les registres complets (~ 58 %), les captures déclarées ont été utilisées et pour les captures incomplètes, celles-ci ont été reportées des années précédentes. Comme CDIS n'était pas disponible pour 2015, plusieurs postulats ont dû être formulés sur la façon d'attribuer les données de la Tâche I aux flottilles SS. Pour les flottilles de canneurs et les senneurs du Venezuela, les assignations suivantes ont été effectuées (**Tableau 22**). Les données de la Tâche I sur les senneurs ont été divisées selon la fraction moyenne des captures en bancs libres par rapport aux captures sous DPC au cours des années 2010-2014 (65 %). Pour tous les débarquements annuels, la fraction moyenne des débarquements par saison pour 2010:2014 a été utilisée pour diviser les débarquements selon les saisons pour chaque flottille. Ensuite, les estimations de 2015 ont été reportées au titre de 2016, le total de chaque année s'élevant à 110.337 t, même quantité que celle utilisée dans les modèles de VPA et de production.

Pour obtenir des projections à des niveaux de quota fixes de 60-150.000 t, la capture de chaque flottille a été mise à l'échelle proportionnellement (sur la base des estimations de capture de 2014 par flottille) pour atteindre un niveau global égal au F fixe d'entrée. Initialement, des projections déterministes ont été réalisées et les résultats sont illustrés à la **Figure 71**. Chacun des modèles a été projeté à F_{PME} même si l'on a postulé que les prises de 2015 et 2016 s'élevaient à 110.337 t pour chacun d'eux. Cela se traduit par le point culminant initial de F/F_{PME} pour le cluster 2. Pour chaque scénario du modèle, 500 bootstraps à chaque niveau de quota ont été exécutés afin d'obtenir les données d'entrée nécessaires à K2SM.

Pour caractériser la façon dont la sélectivité et les allocations d'engins peuvent changer la production estimée dans le temps, on a estimé une baisse de la production durable estimée de 160 Kt – 110 Kt (**Figure 54** ou **Figure 55**). Dans le même temps, le volume estimé de la biomasse reproductrice pour obtenir cette production augmente considérablement (140 Kt à 200 Kt indépendamment du cluster utilisé). Que nous utilisons le cluster 1 ou le cluster 2, les niveaux de production cibles dans F_{PME} projetés pour 2017 varient entre 140 Kt (cluster 1) et 130 Kt (cluster 2). Toutefois, l'état du stock en 2022 se situe soit aux niveaux de S_{PME} (cluster 1, $S \sim 1$), soit substantiellement en-dessous des niveaux de S_{PME} (cluster 2, $S_{PME} \sim 0,6$).

Il est à noter que, dans un contexte de projection, selon le cluster utilisé, des captures supérieures à 110-120 Kt (cluster 2) permettraient de maintenir le stock en-dessous de SSB_{PME} . Dans le cas du cluster 1, les captures pourraient dépasser la PME et se rapprocher de 150 Kt, avant que le stock ne diminue en-dessous de SSB_{PME} en 2024 (**Figure 71**).

5.4 Projections du modèle de VPA

Des projections de la VPA ont été réalisées à l'aide du logiciel Pro-2Box, qui se trouve dans le catalogue de logiciels de l'ICCAT. Les spécifications des projections étaient comme suit :

- 1) Projections exécutées à partir de 2015 jusqu'en 2024.
- 2) 1.000 bootstraps des valeurs résiduelles des indices ont été exécutés afin de quantifier l'incertitude.
- 3) Prises prédites en 2015 et 2016 = 110.337 t.
- 4) Projections de prises constantes de 50.000 – 200.000 t, par incréments de 10.000 t appliquées à la période 2017-2025.
- 5) Il est postulé que le recrutement projeté suit une fonction Beverton et Holt estimée à l'aide des estimations annuelles de la SSB et R à partir du modèle de VPA (1970-2011). Recrutements de 2012-2013 remplacés par les estimations de la fonction S/R.
- 6) Sélectivité projetée égale à la moyenne géométrique de la sélectivité de 2011-2013.
- 7) Poids du groupe plus calculé à l'aide d'une approximation von Bertalanffy de la fonction Gascuel et al. (1992).

Les projections de la VPA sont résumées à la **Figure 72** (cluster 1) et à la **Figure 73** (cluster 2). Pour améliorer la lisibilité, des captures constantes de 50.000 à 150.000 t sont affichées. Pour les deux modèles de VPA, des prises de 120.000 t ou moins maintiennent la biomasse reproductrice au-dessus de SSB_{PME} et sont peu susceptibles de causer la surpêche durant la période de projection.

5.5 Matrice de Kobe pour l'albacore

Pour tenir compte de l'incertitude dans les données d'entrée, la structure des modèles et l'utilisation des indices, le groupe a décidé de formuler un avis de gestion à partir d'une combinaison de sept scénarios.

MODÈLE	Nom du scénario	Bootstraps à utiliser
ASPIC Cluster 1	1_Fox_eq	500
ASPM Cluster 1	Scénario01	500
ASPM Cluster 2	Scénario05	500
VPA Cluster 1	VPA – Cluster1	500
VPA Cluster 2	VPA – Cluster2	500
SS Cluster 1	Scénario 5	500
SS Cluster 2	Scénario 7	500

Le groupe a examiné divers schémas de pondération et a décidé de pondérer à parts égales chaque scénario du modèle. Puisqu'il n'y avait pas suffisamment de temps pour compléter les analyses bootstrap nécessaires lors de la réunion, le groupe a décidé de rédiger un document SCRS qui inclurait le K2SM combiné avant la réunion du groupe d'espèces du SCRS en septembre. Le travail sera présenté pour adoption à ce moment-là.

6. Recommandations

6.1 Recherche et statistiques

- Le groupe s'est montré préoccupé par le fait que les déplacements et le changement de ciblage des pêcheries palangrières peuvent avoir eu une incidence sur les tendances de leurs séries standardisées de CPUE. Par conséquent, le groupe a recommandé de chercher de façon approfondie de meilleurs moyens pour intégrer les effets spatiaux et de ciblage dans la standardisation de la CPUE. Le groupe a noté que plus de crédit devrait être accordé aux indices de CPUE fondés sur des données opérationnelles, étant donné que les analyses de ces données peuvent prendre en compte davantage de facteurs, et les analystes sont plus à même de vérifier les données et de détecter des incohérences et des erreurs. L'examen des données de niveau opérationnel provenant des principales flottilles palangrières de l'Atlantique ciblant l'albacore (Rép. de Corée, Japon, Taipei chinois, UE-Espagne, UE-Portugal, UE-France, États-Unis, Uruguay, Brésil, Venezuela, Mexique, Chine, Panama, Belize, Vanuatu) fournira un meilleur aperçu de la situation du stock, particulièrement si certains jeux de données présentent une plus faible taille d'échantillonnage ou un effort plus faible pour certaines années, et d'autres présentent une plus grande taille d'échantillonnage et un effort plus grand, afin de disposer d'un échantillon représentatif couvrant les zones les plus étendues de l'Atlantique Nord et Sud. Cela permettra également d'éviter l'absence d'information dans certaines strates si une flottille n'opérait pas à cet endroit-là et d'éviter de combiner deux indices dans ce cas. Par conséquent, le groupe entérine l'opinion du groupe d'espèces sur le germon sur cette question et recommande également de réaliser une analyse conjointe des données de prise et d'effort au niveau opérationnel provenant de plusieurs flottilles, sous la direction générale du groupe de travail *ad hoc* sur les méthodes d'évaluation des stocks, de développer plus avant des méthodes et de fournir des indices d'abondance pour les évaluations des stocks de l'Atlantique, ce que font déjà d'autres groupes d'espèces de l'ICCAT et d'autres ORGP thonières.
- Le groupe continue de noter que les pêcheries de thonidés tropicaux sont plurispécifiques et que les stratégies de ciblage peuvent varier en fonction des espèces en question, de leur disponibilité relative et de leur susceptibilité aux engins utilisés. Il est bien connu que la pêche dirigée sur l'un des thonidés tropicaux peut affecter, et souvent le fait, l'état des stocks d'autres espèces. Ces caractéristiques ne sont pas prises en compte dans les évaluations de stocks portant sur une seule espèce et dans l'avis de gestion résultant des évaluations de stocks monospécifiques. Le groupe recommande de progresser dans les approches d'évaluation de stocks plurispécifiques pour les thonidés tropicaux dans l'Atlantique. Par ailleurs, le groupe recommande une évaluation des stratégies de gestion conçues pour tenter de comprendre les conséquences d'une gestion destinée à capturer simultanément la PME de chaque stock individuel. Cette évaluation pourrait être réalisée au mieux dans un cadre MSE, ce qui devrait être entrepris.
- Le groupe a noté que la réalisation d'une MSE est un processus itératif qui requiert la participation d'un large éventail d'experts ainsi qu'un dialogue régulier. La prochaine réunion du groupe de travail conjoint technique sur la MSE, établi dans le cadre de Kobe, est une excellente occasion de faire progresser cette question. La réunion aura lieu au cours de la première semaine de novembre et le groupe a recommandé que les scientifiques intéressés soient encouragés à y participer, en effectuant des travaux intersessions au moyen de la plateforme *github* (<http://iccat-mse.github.io/albn-mse.html>), et en faisant ensuite rapport sur ces activités à la réunion.

- Après avoir examiné les révisions des statistiques de captures ghanéennes, il a été noté que le fait de postuler des compositions par espèces et des distributions de tailles homogènes sur de vastes zones et périodes temporelles pourrait avoir de forts impacts sur la prise par taille estimée des pêcheries ghanéennes (et autres), surtout si l'on considère que les protocoles d'échantillonnage utilisés au Ghana permettraient des strates spatiotemporelles plus fines pour élaborer des estimations de prise par taille. Il a été noté que l'étude pilote en cours appliquant des systèmes de surveillance électroniques à bord des senneurs ghanéens pourrait bien fournir des informations pour vérifier le total des captures, la composition par espèce et les tailles de leurs captures à la senne. Il a été recommandé que les scientifiques ghanéens fournissent un examen des données disponibles par le biais du projet EMS, en comparant ces données avec les données provenant des observateurs en mer et des échantillonneurs au port pour le SCRS de 2017.
- Après examen des diagnostic obtenus de quelques ajustements initiaux du modèle, des questions ont été soulevées sur la série temporelle de fréquence des tailles du Taipei chinois. Comme aucun scientifique du Taipei chinois n'a assisté à la session d'évaluation des stocks, il n'a pas été possible d'obtenir des réponses aux questions et aux préoccupations soulevées. Le groupe a recommandé que les scientifiques du Taipei chinois fournissent un examen des causes possibles du brusque changement de sélectivité apparente de la pêche palangrière du Taipei chinois capturant l'albacore au début des années 2000.
- Le groupe a noté que des efforts étaient déployés en vue de perfectionner le découpage des âges déterministes de la prise par taille de l'albacore afin de développer la prise par âge requises pour plusieurs formes de modélisation appliquées lors de la réunion d'évaluation. Cependant, le comportement des algorithmes développés doit être évalué davantage avant que leur adoption ne puisse être recommandée. Les résultats futurs du programme de marquage de l'AOTTP pourraient être utilisés dans cette validation.
- Le groupe a noté qu'il est pertinent de faire progresser la méthodologie d'évaluation des stocks d'albacore (et d'autres stocks) par le biais de l'application de modèles statistiques hautement paramétrés, sachant notamment que les modèles moins paramétrés requièrent de nombreux postulats et qu'ils pourraient manquer de diagnostics complets. Toutefois, une évaluation complète de l'adéquation des ajustements de modèles complexes aux données dont ils sont tributaires est exigeante et nécessite généralement plus de temps que ce qui est généralement disponible dans une seule réunion du groupe d'espèces. Le groupe recommande qu'un jeu standardisé de diagnostics soit élaboré pour ces modèles complexes afin de faciliter une évaluation plus rapide de la performance du modèle ainsi que la formation pour augmenter la capacité d'une plus grande participation et compréhension du processus de modélisation intégré plus complexe.
- Compte tenu de la poursuite des incertitudes entourant la croissance de l'albacore et de l'importance des données de détermination de l'âge limitées dont dispose cette évaluation, le groupe recommande la collecte routinière, systématique et représentative du matériel et la détermination de l'âge de l'albacore dans l'ensemble de l'Atlantique.

6.2 Gestion

Une fois achevée la K2SM combinée, des recommandations de gestion seront formulées et présentées à la réunion du groupe d'espèces en septembre. Les recommandations adoptées seront incluses dans le résumé exécutif sur l'albacore.

7. Autres questions

Le coordonnateur du programme de marquage des thonidés tropicaux de l'océan Atlantique (AOTTP) a résumé l'état d'avancement du programme. Le programme a été conçu pour répondre principalement aux besoins en matière d'évaluation du groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux. Le coordonnateur de l'AOTTP a mentionné les progrès accomplis dans les domaines suivants :

- achat de marques ;
- développement d'une application visant à recueillir les données des remises à l'eau et des récupérations ;
- incorporation des données dans les bases de données de l'ICCAT ;
- développement de bases de données pour les données de marquage électronique ;
- développement de la cartographie des données de marquage en temps réel ;
- Appels d'offres actuels aux fins du marquage et de la remise à l'eau des marques ;
- permis d'opération du navire de marquage dans la ZEE des pays côtiers ;

- propositions de récupération des marques ;
- réception des propositions pour réaliser le marquage au large du Brésil et de l'Uruguay et une autre de l'Afrique du sud/Namibie/Sainte-Hélène ;
- décision de retarder le marquage acoustique jusqu'à ce que ses objectifs et sa conception expérimentale aient été clairement définis.

Il y a eu beaucoup de commentaires sur la distribution de l'investissement dans les différents types de marques et l'on s'est demandé si cette distribution était la meilleure option pour atteindre les objectifs du programme. Des observations ont été faites sur la façon dont certaines technologies et marques étaient meilleures que d'autres. On a également évoqué la façon dont chaque technologie offre vraisemblablement différents types de données, signalant que la probabilité que les données soient collectées dépendait aussi de la technologie. On a fait observer que les données de marquage électronique sont compliquées en raison des différents capteurs incorporés dans les marques et des diverses options de programmation qui sont disponibles. Il a été suggéré que les données de marquage électronique auront besoin d'une base de données relationnelles pour contenir les données. Le programme AOTTP est conscient de ces exigences en matière de gestion des données.

L'AOTTP devrait se connecter aux programmes d'observateurs de chaque CPC, surtout à ceux qui effectuent le suivi des flottilles palangrières. Le programme a l'intention d'avoir recours à des correspondants qui permettraient d'établir le lien avec l'industrie, surtout avec les palangriers.

On a indiqué que l'AOTTP est susceptible de dépendre des pêcheurs sportifs pour marquer les poissons dans le centre-ouest de l'Atlantique. De nombreuses questions ont été soulevées sur la façon dont un tel programme pourrait devenir efficace. Par exemple, des efforts antérieurs de marquage de la pêche sportive aux États-Unis ont souvent pâti du fait qu'ils n'avaient pas obtenu toutes les informations sur la remise à l'eau des marques. Il a été convenu qu'un tel effort exigera la formation des pêcheurs sur les procédures de marquage et de déclaration. L'idée que le marquage pourrait être possible autour des DCP ancrés utilisés dans les Caraïbes a également été brièvement examinée.

On a demandé des éclaircissements sur les conditions dans lesquelles les données recueillies par le programme seraient mises à la disposition des scientifiques impliqués dans les consortiums de marquage et d'autres scientifiques du SCRS. Il a été souligné que le programme est conçu dans l'intérêt du SCRS et qu'après avoir passé le contrôle de qualité, les données seront mises à la disposition de tous les scientifiques du SCRS dès que possible. Les données atteindront leur plus grande valeur lorsqu'elles seront agrégées pour l'ensemble de l'Atlantique ; par conséquent, il est impératif que les données soient mises en commun entre tous les scientifiques du SCRS. Le programme AOTTP investira dans un échantillonnage biologique restreint pour un sous-ensemble de récupérations. Il y aura aussi des investissements dans l'analyse, la publication et la diffusion des résultats.

8. Adoption du rapport et clôture

En raison du temps limité, certains points de l'ordre du jour n'ont été examinés que partiellement avant la clôture de la réunion. La synthèse des résultats de l'évaluation (4.6), les projections de Stock synthèse (5.3), les projections finales de la VPA (5.4) et la matrice de Kobe (5.5) ont été adoptées par correspondance. Le reste du rapport a été adopté pendant la réunion.

Bibliographie

- Anon., 2012. Report of the 2011 ICCAT Yellowfin Tuna Stock Assessment Session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 68 (3), 655-817.
- Anon. (*in press*). Report of the 2016 ICCAT Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting. San Sebastián, Spain, March 7 to 11, 2016, 31 p.
- Albaret, J.J. 1977. La reproduction de l'albacore dans le Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr., 15(4), 389-419.
- Diaha, N.C., Zudaire, I., Chassot, E., Pecoraro, C., Bodin, N., Amandè, M.J. and Gbeazere, D.A. 2015. Present and future of reproductive biology studies of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 71(1), 489-509.
- Draganik, B. and Pelczarski, W. 1984. Growth and age of bigeye and yellowfin tuna in the central Atlantic as per data gathered by R/V "Wieczno. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 20 (1): 96-103.
- Edwards, R. 1984. Remote Sensing Applications and Interactive Analyses in Marine Fisheries Research. OCEANS 1984, 506-510.
- Francis, R.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(6), 1124-1138.
- Gascuel, D., Fonteneau, A. and Capisano, C. 1992. Modélisation d'une croissance en deux stances chez l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique est. Aquatic Living Resources, 5(3), 155-172.
- Lorenzen, K. 2005. Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 360(1453), 171-189.
- Methot, R.D. and Wetzel, C.R. 2013. Stock synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142, 86-99.
- Nishida, T., Kitakado, T., Iwasaki, K. and Itoh, K. 2014. AD Model Builder Implemented Age-Structured Production Model (ASPM) Software (Version 3, 2014) User's Manual. IOTC-2014-WPTT16-54 Rev_1.
- Prager, M.H. 1992. ASPIC – A Surplus Production Model Incorporating Covariates. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 38: 218-229.
- Prager, M. and Goodyear, C.P. 2001 Effects of Mixed-Metric Data on Production Model Estimation: Simulation Study of a blue-marlin-Like Stock. Transactions of the American Fisheries Society 130:927-939.
- Shuford, R.L., Dean, J.M., Stequert, B. and Morize, E. 2007. Age and growth of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap., 60: 330–341.
- Then, A.Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G. and Hewitt, D.A. 2014. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES Journal of Marine Science, doi: 10.1093/icesjms/fsu136.
- Walter, J. and Porch, C. SCRS/2008/089. Three different strategies for modeling the terminal-year fishing mortality rates in Virtual Population Analyses of western bluefin tuna: Retrospective patterns and consequences for projections.

INFORME DE LA REUNIÓN DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE RABIL DE 2016 (San Sebastián, España- 27 de junio a 1 de julio de 2016)

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

La reunión se celebró en el Laboratorio de AZTI-Tecnalia en San Sebastián (Pasaia), España, del 27 de junio al 1 de julio de 2016. La Dra. Shannon L. Cass-Calay (Relatora del Grupo de especies de rabil) inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes ("el Grupo de trabajo") y dio las gracias a AZTI por acoger la reunión y facilitar toda la logística. El Dr. Miguel Neves dos Santos, en nombre del Secretario Ejecutivo de ICCAT, destacó la importancia del trabajo que debe desarrollar el Grupo durante la reunión, para formular el asesoramiento en materia de ordenación para la Comisión y dio las gracias a AZTI-Tecnalia por acoger la reunión. La Dra. Cass-Calay procedió a revisar el orden del día preliminar, que se adoptó con algunos pequeños cambios (**Apéndice 1**).

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

- Punto 1: M. Neves dos Santos
- Punto 2: D. Die, M. Ortiz y J. Walter
- Punto 3: T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma y G. Diaz
- Punto 4: T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma y G. Diaz
- Punto 5: T. Matsumoto, K. Satoh, J. Walter, S. Cass-Calay, R. Sharma y G. Diaz
- Punto 6: J. Scott, A. Justel y S. Cass-Calay
- Punto 7: D. Die
- Punto 8: M. Ortiz

2 Resumen de los datos disponibles para la evaluación

2.1 Biología

Una presentación realizada durante la reunión (SCRS/P/2016/024) mostraba que la talla media de las hembras (117,6 cm) es 1 cm mayor que la de los machos (116,6 cm) en las capturas de los palangreros uruguayos. Esta diferencia es pequeña comparada con las comunicadas previamente al grupo, lo que sugiere que en las capturas de los palangreros, la proporción de sexos de los grandes peces está dominada por los machos (Albaret, 1977).

Los parámetros biológicos a utilizar como datos de entrada en los modelos de evaluación se acordaron durante la reunión de preparación de datos (**Tabla 1**). Los principales acuerdos alcanzados fueron:

- Usar un ciclo vital máximo de once años y el estimador de Then *et al.* (2014) para calcular una M de 0,54 (línea base de M).
- Usar una función tipo Lorenzen (Lorenzen, 2005) para escalar las estimaciones de mortalidad entre diferentes edades.
- Usar como parámetros de crecimiento preferidos los de Gascuel *et al.* (1992).

Se acordó que la madurez por edad seguiría a Diaha *et al.* (2015) (**Tabla 2**).

El SCRS/2016/116 informa sobre las implicaciones de estas decisiones a la hora de producir estimaciones de M para diferentes valores de los parámetros de crecimiento y diferentes elecciones sobre cómo se calcula la mortalidad de referencia. Los autores compararon también las estimaciones de la mortalidad natural dependiente de la edad con las estimaciones para los stocks de rabil de otros océanos y para diversas curvas de crecimiento alternativas. El Grupo convino en usar los vectores de M correspondientes a la curva de crecimiento seleccionada:

Basándose en Gascuel *et al.* (1992):

Edad 0-11+: 1,588, 1,194, 0,748, 0,550, 0,476, 0,447, 0,435, 0,431, 0,429, 0,428, 0,428, 0,428

Basándose en Draganik y Pelczarski (1984):

Edad 0-11+: 1,758, 0,889, 0,672, 0,576, 0,525, 0,495, 0,476, 0,463, 0,455, 0,450, 0,446, 0,443

El Grupo observó que cualquier cambio en los supuestos sobre crecimiento requeriría una reestimación de M por edad y discutió que el actual supuesto acerca de M por edad no considera la posibilidad de la senectud y que en las evaluaciones de rabil de la IOTC y EPO se asume que M aumenta para las edades mayores. Para evaluar el efecto de la senectud, el Grupo propuso llevar a cabo un análisis de sensibilidad. Sin embargo, se indicó que cualquier cambio en los supuestos acerca de M requiere una reestimación de la captura por edad si se usa el método propuesto por Ortiz (SCRS/2016/106), porque el método depende de un supuesto específico acerca de M por edad. Por tanto, el análisis de sensibilidad con la senectud solo se llevó a cabo con Stock Synthesis (SS3).

El SCRS/2016/110 presentaba los resultados de la aplicación de SS3 al rabil, en el que se incorporaron juntos a un único archivo de entrada SS3 tres conjuntos de pares de datos de crecimiento (edad, talla) de Gascuel *et al.* (1992), Shuford *et al.* (2007) y del SCRS/2016/049. Cuando se permite al modelo SS3 ajustar todos los datos y estimar los parámetros de crecimiento (una curva multi-estanza con una k variable), las predicciones resultantes asignan tallas predichas para las edades 1-3 similares a las predichas por Gascuel *et al.* (1992) pero tallas predichas más pequeñas para la edad cero y para los peces mayores de 3 años (**Figura 1** y **Tabla 3**). Sin embargo, cuando L-infinito se estima con SS3, en comparación con otras curvas de crecimiento derivadas externamente, la principal diferencia es una L-infinito sustancialmente inferior. La casi ausencia de peces en el nivel de L-infinito para la curva de crecimiento de Gascuel *et al.* (1992) (175 cm) creó un importante conflicto en los modelos SS3. Esta ausencia de peces podría deberse a una menor L-infinito o podría también explicarse por la M en forma de U, la forma cóncava de la selectividad o una combinación de las tres. El Grupo espera que el Programa AOTTP ayude a aclarar aun más las curvas de crecimiento, la selectividad y la mortalidad natural.

2.2 Estimaciones de captura, esfuerzo, talla y CAS/CAA

Antes de la reunión, la Secretaría facilitó los datos de entrada correspondientes de la captura nominal de Tarea I (**Tabla 4** y **Figura 2**), captura y esfuerzo de Tarea II (CE), captura por talla de Tarea II (CAS) (**Figura 3**) y los correspondientes datos de frecuencia de tallas agregados por trimestre del año, modo de pesca, arte principal, y cuadrícula de 5x5 Lat-Long (**Figura 4**). Para 2015, aproximadamente el 53% de las CPC presentaron estimaciones preliminares de las capturas nominales de rabil antes de la reunión. El Grupo completó la Tarea I total de 2015 traspasando la media de los últimos tres años (2012-2014). La captura nominal acordada para 2015 y 2016 para las proyecciones se estableció en 110.337 t. En el Informe de la Reunión de preparación de datos de rabil de 2016 puede consultarse información más detallada acerca de las discusiones sobre datos de entrada de talla, captura y esfuerzo (Anón. 2016, *en imprenta*).

El documento SCRS/2016/107 describía las estimaciones de la Tarea I y II del cerco y cebo vivo de Ghana para 2006-2014, tal y como se recomendó en la reunión de preparación de datos. La captura total de túnidos tropicales (BET, SKJ y YFT) y las especies asociadas (otras especies) se seleccionó a partir de los informes anuales más elevados de la base de datos AVDTH de Ghana, bien de los informes de los cuadernos de pesca (captura) o de los registros de ventas (desembarques) destinadas principalmente a las compañías enlatadoras. Los informes de los cuadernos de pesca y los registros de desembarques eran incompletos para 2007, por lo tanto para este año no se estimaron las Tareas I/II y se utilizaron las estimaciones anteriores existentes en la base de datos de ICCAT. Se realizaron estimaciones de la composición de la captura y de la composición por tallas de las pesquerías comerciales de Ghana para cada componente de la flota: flota nacional (Flota A) y la Flota P, asumiendo una composición y distribución por tallas homogéneas por un estrato de trimestre del año y cuadrícula de 5x5 Lat-Long. La captura de Tarea I adicional estimada se asignó al componente de cerco de la Flota P que opera sobre DCP (modo de pesca) para 2006-2011. Se utilizó el muestreo de dentro de cada estrato concediendo prioridad al muestreo de Ghana; si no estaba disponible se seleccionaba el muestreo de UE_PS del mismo estrato, si no había datos disponibles, entonces se aplicaba el muestreo de las cuadrículas adyacentes. La estimación proporcionó datos de la captura nominal total de Tarea I, la captura y esfuerzo por estrato, mes, año, la captura por talla y muestras de frecuencias de talla para las flotas comerciales de Ghana de cerco y cebo vivo. El Grupo indicó que las operaciones de las flotas de cebo vivo, especialmente en el golfo de Guinea, pueden incluir actividades directas de pesca con cebo vivo, así como la colaboración con operaciones de cerco.

El documento SCRS/2016/108 resumía los datos de frecuencias de tallas de rabil disponibles para los datos de entrada del modelo. Los datos incluyen el muestreo desde 1956 hasta 2014, con más de 4,7 millones de peces medidos, y la mayoría de las muestras proceden de la flotas de cerco (51%), LL (28%) y BB (17%). La cobertura espacial y temporal se consideró suficiente desde los 90, sin embargo, la cobertura en relación con la captura por ID de la pesquería variaba sustancialmente, con mejor información desde los 80. Los datos de frecuencias de tallas incluían las medidas reales de las principales flotas de la Unión Europea recientemente facilitadas por el científico de la UE, nueva información del muestreo de faux poisson y datos revisados de las series temporales de las principales pesquerías de palangre.

El documento SCRS/2016/106 describía la estimación y los procedimientos para la estimación de la captura por talla (CAS) y la captura por edad (CAA). Los datos de entrada de CAS se estimaron para toda la serie temporal de 1960-2014, aunque el muestreo entre 1960 y 1965 es muy limitado. Se recibió información de talla y CAS nueva y revisada de las principales pesquerías, en particular de palangre, también con una redistribución en las pesquerías mixtas y nueva información de las pesquerías como la de faux poisson. La determinación de la edad de la CAS se realizó usando protocolos similares a los de 2011, incluyendo: i) separación mediante filo de cuchillo a partir de funciones de crecimiento deterministas, ii) incluyendo la varianza de la talla por edad y iii) un algoritmo actualizado considerando el descenso exponencial del número de peces debido a la mortalidad global (mortalidad natural y por pesca). Los análisis preliminares que incluían solo la mortalidad natural indicaron que el descenso en el número de peces con la edad tiene un efecto importante en la estimación de la CAA. Sin embargo, el Grupo consideró que era necesario contar con más estudios de simulación para evaluar la integración de la varianza de la talla por edad y la mortalidad en la asignación de edad a partir de los protocolos del modelo de crecimiento antes de aceptar dicho protocolo como la base para determinar la edad de la CAS.

Se presentó una revisión y actualización de la información sobre captura y talla de Tarea II para las capturas de rabil entre 1998 y 2012 de Uruguay, que incluía la estandarización a unidades de medición de longitud a la horquilla utilizando factores de conversión específicos (SCRS/2016/P/024) de esta zona (SCRS/2016/P/023). Los datos de talla actualizados fueron incorporados a los datos de entrada de CAS y de frecuencias de tallas. Este informe indicaba que no había diferencias de talla por género, lo que contrasta con discusiones anteriores del Grupo.

2.3 Estimaciones de abundancia relativa

2.3.1 Consideraciones respecto a los índices

Para la evaluación del stock de rabil de 2016, los índices de CPUE de seis CPC fueron documentados y presentados en la reunión de preparación de datos. Se consideraron también dos índices de cerco antiguos y se sometieron a una evaluación de diagnóstico, sin embargo al final se recomendó que no se mantuvieran para los modelos de evaluación. Además, había varios índices de CPUE antiguos usados en la evaluación de 2011 (Anón. 2012). Estos índices no se actualizaron para 2016 y dado que no pudieron evaluarse de acuerdo con los criterios de evaluación del modelo actual, no se recomendó su inclusión excepto en los modelos de continuidad. La **Tabla 5** presenta los índices anuales disponibles.

La primera evaluación de diagnóstico llevada a cabo fue para determinar si los índices presentaban una muy elevada variabilidad interanual fuera de los límites del comportamiento del modelo de producción, y aunque algunos índices presentaban fluctuaciones interanuales sustanciales, el Grupo no excluyó ningún modelo en base a esto. Se calcularon las correlaciones entre los índices y, cuando los índices se solapaban (primer periodo 1971-1992 y último periodo 1993-2010) se llevaron a cabo análisis de conglomerados para intentar hallar índices que presentaran patrones similares.

En general, varios índices presentaban algunas fluctuaciones interanuales importantes, especialmente URU_W_1 y URU_W_2. Otros índices presentaban evidencias de que entre el 10 y el 52% de las observaciones estaban fuera de la dinámica asumida del modelo de producción. No obstante, con la excepción de los índices URU, la mayoría de las desviaciones no eran graves y, ya que esta métrica es muy útil para identificar posibles errores de proceso no tenidos en cuenta, el Grupo no consideró que esto era una justificación clara para eliminar ningún índice. El valor del índice URU_W_2 en 2009 era de 0,03. Los valores que se aproximan a cero pueden ser problemáticos en los modelos. Se recomendó eliminar este valor del ajuste del modelo.

Las correlaciones negativas entre algunos de los índices indican que hay un importante conflicto entre muchos de los índices. Las correlaciones muy elevadas entre el mismo índice en número y peso indican que los dos serían muy intercambiables en los modelos. Este resultado, junto con hallazgos anteriores (Prager y Goodyear, 2001) de que los índices en número o en peso proporcionaban resultados similares en los modelos de producción, tuvo como consecuencia la recomendación de que en los modelos de producción se usen los índices en número si no se proporcionan en peso.

Las correlaciones entre los índices se exploraron más mediante el análisis de conglomerados durante el último periodo, cuando los índices se solapaban (1993-2010). Para algunas flotas, se disponía de índices desarrollados tanto en número como en peso. En estos casos, en el análisis de conglomerados no se diferenciaban los índices en número de los índices en peso. Cuando en el análisis de conglomerados se utilizaban solo índices en número o solo índices en peso, surgían dos grupos diferentes (**Figura 5**), principalmente relacionados con las tendencias

de los índices en el periodo más reciente. Un conglomerado de índices (Japón LL, Venezuela LL, Estados Unidos LL, y Taipei Chino LL 1970_1992) muestra un descenso inicial temprano, y luego varía de manera general sin tendencia. El segundo conglomerado (URU LL, BRZ LL, y Taipei Chino LL 1993_2104) muestra un aumento en la CPUE a mediados de los 90 y posteriormente un descenso. En el primer periodo los índices concordaban en general, excepto el URU_LL_1, que parece ser un dato atípico importante. Por tanto, se propone mantener CH_TAI_LL_N_1_70_92 en ambos conglomerados y utilizar URU_LL_1 en el segundo conglomerado donde está el segundo índice URU. Los conglomerados son los siguientes:

CLUSTER 1= c("CH_TAI_LL_N_1_70_92", "US_LL_W", "VEN_LL_N", "Japón_W_76_14")

CLUSTER 2= c("CH_TAI_LL_N_1_70_92", "URU_W_1", "URU_W_2", "BR_LL_N", "CHTAI_N_93_14_M4")

CLUSTER_1_Sens= c("CH_TAI_LL_N_1_70_92", "US_LL_W", "VEN_LL_N", "Japón_N_65_14")

Durante el análisis de los índices se plantearon otros problemas, entre ellos la recomendación de empezar el índice de palangre japonés en 1976 debido a cambios en la especie objetivo que no pudieron tenerse en cuenta en la estandarización. Por tanto, existe sensibilidad en el Cluster_1 que empieza el índice de palangre japonés en 1965. Las siguientes decisiones respecto a los índices se tomaron como resultado de exploraciones de los índices y se describen a continuación.

1. Utilizar los índices en las unidades "nativas". No convertir los índices en números a biomasa usando el peso medio observado.
2. No mantener los índices que se desarrollaron antes de la evaluación de 2011 y no se han actualizado/reevaluado desde entonces (es decir, retirar cebo vivo de las islas Canarias, cebo vivo de Brasil y cerco de Venezuela).
3. No utilizar índices de DCP o de cerco para los casos base del modelo a menos que se hayan tenido en cuenta tendencias conocidas en la potencia pesquera (mediante la estandarización o postprocesamiento).
4. Ponderación de los índices: ponderados igualmente (es decir, CV=0,2 para todos los índices, todos los años).
5. Clusters tal y como se describen más arriba. Se ejecutaron los modelos para cada conglomerado de índices. Esto debería eliminar el conflicto en los índices, y probar dos hipótesis respecto a la dinámica del stock, que el stock aumentó a mediados de los 90 y posteriormente descendió, o que el stock ha variado de forma general sin tendencia desde un descenso inicial. Esto será especialmente importante para los modelos de producción excedente.
6. Explorar la sensibilidad del modelo a la selección del índice utilizando un análisis "Jack-Knife".
7. Los índices recomendados que causan una degradación indebida del modelo pueden eliminarse de los modelos provisionales según la decisión del analista. El analista facilitará una justificación al Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock.

En el **Apéndice 4** se presenta una documentación más completa de las decisiones respecto a los diagnósticos de los índices y a las recomendaciones para su inclusión en los modelos.

2.3.2 Recomendaciones para el uso de los índices

Los diferentes índices propuestos para la incorporación en los diferentes modelos de evaluación de stock se presentan en la **Tabla 5** y se identifican por conglomerado de índices (**Figura 5**). El Grupo eligió ocho índices basándose en que cumplían los criterios para su inclusión y en si estaban totalmente documentados, Se presentó al Grupo un índice adicional de las pesquerías de cerco españolas, pero faltaba toda la documentación de la metodología y los supuestos. Teniendo en cuenta la complejidad de definir la captura por unidad de esfuerzo para el cerco y los cambios observados en la capturabilidad que se han producido, este índice no pudo ser plenamente evaluado e incluido en los modelos de evaluación. La pérdida de índices de las flotas de cerco y cebo vivo desde la evaluación de 2011 significa que esta evaluación no tendrá información de la CPUE de las principales flotas de superficie o de flotas que es probable que capturen peces recientemente reclutados. Sería deseable que se llevaran a cabo trabajos en el futuro para desarrollar o mantener índices de estas flotas.

Para ciertos modelos de evaluación, los índices "antiguos" usados en evaluaciones anteriores y los índices combinados son necesarios con el fin de contar con modelos de continuidad. La elaboración y el tratamiento de estos índices están detallados en cada sección de la evaluación.

3 Métodos de evaluación de stock y otros datos pertinentes para la evaluación

3.1 Modelos de producción (ASPIC)

Las flotas y los índices de CPUE usados para el modelo ASPIC se muestran en la **Tabla 5** y **Figura 5**. Las capturas anuales por flota usadas para ASPIC se resumen en la **Tabla 6**.

Para llevar a cabo ensayos de continuidad, se crearon CPUE combinadas usando los índices de CPUE que se muestran en la **Tabla 7**, ponderadas por el número de observaciones de 5x5 lat-long por trimestre dentro del año (recuento de número de celdas con captura positiva de rabil) (**Tabla 8**), que es el mismo protocolo utilizado en la última evaluación. Se asumió que la mejora anual de la capturabilidad para la pesquería de cerco era 3% o 7%. La **Tabla 9** y la **Figura 6** muestran los valores para los índices combinados con los de la última evaluación.

En la evaluación de 2011, se utilizó ASPIC (Prager, 1992) para ajustar los modelos de producción y cuatro casos de ASPIC fueron seleccionados para el asesoramiento en materia de ordenación (Ensayos 9, 10, 11 y 12, Anón. 2012). Todos corresponden a ajustes logísticos del modelo con índices combinados (1 flota).

Durante esta evaluación se utilizó la versión 5.34 de ASPIC. Basándose en la decisión tomada en y después de la reunión de preparación de datos sobre rabil de 2016, se examinaron los escenarios con estructura de la flota e índices agrupados por dos conglomerados. Se examinaron también para los ensayos de continuidad los escenarios con índices combinados. Por tanto, se llevaron a cabo varios ensayos preliminares diferentes que fueron considerados por el Grupo (**Tabla 10**).

3.1.1 Ensayos de sensibilidad

Se llevaron a cabo análisis de sensibilidad para dos escenarios (Cluster 1, modelos logístico y Fox ponderados igualmente) del modelo ASPIC (**Tabla 11**). Esto incluía escenarios con B1/K diferentes, escenarios con una CPUE de palangre japonés más larga y escenarios que excluyen uno o más índices de CPUE.

3.1.2 Caso base

Tras examinar los escenarios presentados, el Grupo decidió utilizar un escenario para el Cluster 1 (modelo Fox ponderado igualmente) como base para formular el asesoramiento, basándose en patrones retrospectivos y en valores para la función objetivo. El caso base incluye los índices de palangre de Taipei Chino (1970-1992), Estados Unidos (1987-2014), Venezuela (1991-2014) y Japón (1976-2014). B1/K se fijó en 0,9.

3.1.3 Análisis retrospectivo

Se llevaron a cabo análisis retrospectivos eliminando secuencialmente un único año de datos y reestimando los resultados del modelo. El propósito de este ejercicio era determinar cómo cambia la percepción del estado del stock cuando se añaden nuevos datos y evaluar el sesgo retrospectivo.

3.2 Modelo de producción estructurado por edad (ASPM)

Se utilizó el modelo de producción estructurado por edad implementado con *AD model builder* (ASPM) (versión 3, 2014) (Nishida *et al.*, 2014). El software ASPM requiere tres tipos de datos, captura (SCRS/2016/111; Tabla 2-1, 2-2, Figura 1), CPUE estandarizada (SCRS/2016/111; Tabla 3, Figura 3) y captura por edad (CAA; SCRS/2016/111; Figura 2). La fuente de los datos de captura era "cdis_byFishery.csv", proporcionada por la Secretaría de ICCAT. La fuente de datos de la CAA era "Sum_CAAsYFT2016.xlsx". Este archivo contiene cinco tipos de CAA (véase el texto del SCRS/2016/111). Tras las discusiones del Grupo, se utilizaron tres tipos de CAA para el análisis ASPM ((01_Cont: misma formulación que en la reunión de 2011 usando el modelo de crecimiento de dos estanzas de Gascuel sin vector M en la determinación de la edad; 03_DrwithM: modelo de crecimiento de Draganik von Bertalanffy incluyendo el vector M; y, 05_GawithM: modelo de crecimiento de dos estanzas de Gascuel incluyendo el vector M). El "01_Cont" se utilizó para los casos base de los modelos (usados para elaborar el asesoramiento en materia de ordenación) con el fin de mantener supuestos similares a los de la evaluación de stock de 2011, aunque previamente no se había implementado el análisis ASPM para el stock. La fuente de datos de la CPUE estandarizada es "YFT_2016_CPUE.for models.6.9.16.xlsx", que contenía tres grupos de índices (Cluster 1 y 2, y sensibilidad (SCRS/2016/111; Tabla 3, Figura 3)). Las definiciones de las pesquerías para el análisis ASPM se describen en la **Tabla 12**. Cabe señalar que no se utilizó la CPUE estandarizada del palangre uruguayo en el conglomerado 2 porque el software está limitado y no permite flotas con captura cero.

3.3 Modelos estadísticos de captura Stock Synthesis (SS)

La estructura del modelo se basaba en el modelo de evaluación Multifan desarrollado en 2011 (Anón. 2012). La plataforma utilizada fue Stock Synthesis (SS3) v24.f (Methot y Wetzel 2013). Como en la mayoría de las evaluaciones integradas, el modelo tenía una estructura de la pesquería compleja, que incluía 17 pesquerías correspondientes a cerco, cebo vivo, palangre, caña y carrete y otras categorías. El modelo utilizaba 8 índices de abundancia diferentes, principalmente de las flotas de palangre que operan en periodos diferentes. Estas flotas eran principalmente las de Japón, Taipei Chino, Uruguay, Brasil, Estados Unidos y Venezuela. Tanto la flota de Uruguay como la de Taipei Chino fueron separadas en múltiples periodos. Se utilizaron los datos de composición por tallas por temporada de 17 flotas (SCRS/2016/110). Además, había numerosos supuestos basados en la inclinación, la mortalidad natural y el crecimiento (SCRS/2016/110). Se examinaron múltiples iteraciones de crecimiento y de mortalidad natural hasta que el Grupo advirtió que los modelos que estimaban el crecimiento eran los que mejor funcionaban, posteriormente el crecimiento se fijó en las estimaciones del modelo obtenidas usando los datos de composición por edades.

Los modelos se ajustaron a diferentes conglomerados de índices (SCRS/2016/109) con los índices introducidos con un CV común (0,2) y los ajustes de diagnósticos se resumen en detalle en la sección 4.3. El crecimiento se estimó durante el proceso de desarrollo del modelo y fue útil para obtener ajustes mejorados del modelo y explicar la información sobre la composición por tallas observada. Los modelos estimaron el crecimiento estimando K usando la opción de desviaciones de k en SS, así como estimando L-inf (o talla a la edad 10+). Se utilizó la reponderación iterativa tal y como establece Francis (2011) para ajustar más estas composiciones por talla mediante un multiplicador de varianza en el tamaño efectivo de la muestra (ESS) global que se fijó en todas las flotas y estratos temporales en 20. Durante la reunión, se desarrolló un enfoque alternativo de ponderación que incorporaba la variabilidad interanual en la calidad de las muestras de composición de tallas, sin embargo, las limitaciones de tiempo impidieron un examen más profundo.

3.4 Análisis de población virtual (VPA)

Se llevaron a cabo análisis ajustados de población virtual (VPA) utilizando el programa VPA-2box descrito en el catálogo de software de ICCAT. Las entradas de datos y varios parámetros biológicos fueron actualizados en preparación para esta evaluación (véase Anón. 2016, *en imprenta*, Informe de la reunión de preparación de datos de rabil). La captura por talla fue reconstruida completamente tras la presentación, por parte de las CPC, de nuevas muestras de talla de Tarea II y de la CAS. La función de mortalidad natural se revisó para reflejar un descenso previsto en la mortalidad por edad (Lorenzen, 2005). El vector de madurez fue actualizado también de acuerdo con Diaha *et al.* 2015. La **Tabla 13** muestra las especificaciones de los parámetros para los ensayos del VPA y la **Tabla 14** las especificaciones para la CAA parcial relacionada con los índices de abundancia.

3.4.1 Especificaciones generales

Los análisis de población virtual requieren los siguientes datos de entrada. En el SCRS/2016/105 pueden encontrarse descripciones detalladas de las entradas del modelo VPA.

1. Se asumió que la captura por edad total se conocía exactamente
2. CPUE (o índice de presión pesquera relativa)
3. Captura por edad específica de la flota
4. Peso por edad medio específico de la flota
5. Peso por edad medio en el pico de la temporada de desove
6. Parámetros biológicos:
 - a. Madurez, fecundidad, mes del pico de desove
 - b. Mortalidad natural
 - c. Parámetros de crecimiento

Las especificaciones de parámetros utilizadas en el caso de continuidad del modelo VPA de 2016 eran las mismas que las utilizadas en el caso base de 2011, a menos que se indique lo contrario.

La clase de edad mayor representa el grupo de edad 5+ (edades 5 y mayores). La tasa de mortalidad por pesca (F) de esta edad (F_{5+}) se especifica como el producto de la tasa de mortalidad por pesca de la anterior edad más joven (F_4) multiplicada por un parámetro de "ratio de F" que representa la ratio entre F_5 y F_4 . Como en el modelo de la evaluación de 2011, la ratio de F fue estimada en 1970 y posteriormente se permitió que variara desde la estimación de 1970 usando un desarrollo aleatorio (desviación estándar = 0,2).

Las tasas de mortalidad por pesca para las edades 1-4 en el último año del VPA se estimaron como parámetros libres, pero sujetos a una limitación que restringe la cantidad de cambio en el patrón de vulnerabilidad (en las edades 1 a 5+) durante los tres años más recientes con una desviación estándar de 0,4 (véase el SCRS/2008/089 para más detalles). Las estimaciones del reclutamiento estaban sujetas a una limitación que restringía la cantidad de cambio durante los cuatro años más recientes con una desviación estándar de 0,4.

Los índices de abundancia se ajustaron asumiendo una estructura de error lognormal y una ponderación igual (es decir, el coeficiente de variación estaba representado por un parámetro estimado único para todos los años y todos los índices). Se asumió que los coeficientes de capturabilidad (escalación) para cada índice eran constantes durante la duración de dicho índice y se estimaron mediante la correspondiente fórmula de verosimilitud concentrada. Todos los índices se ponderaron con una varianza escalada que fue estimada para el primer índice y posteriormente aplicada a los demás. Esta parametrización ponderó todos los índices igualmente.

3.4.2 Resumen de las especificaciones del modelo VPA

Los ensayos del modelo VPA presentados al Grupo examinaban el efecto de la selección del índice sobre la dinámica de la población de rabil. Se ensayaron cuatro modelos:

- 1) Caso base del modelo #1 1970-2014
 - a) Edades 0-5+
 - b) Lorenzen M en las edades 0-5+ = 1,59, 1,19, 0,748, 0,550, 0,423.
 - c) Madurez en las edades 0-5+ = 0, 0, 0, 0,38, 0,99, 1
 - d) Índices del CLUSTER 1 usados: CH_TAI_LL_N_1_70_92, US_LL_N, VEN_LL_N, Japón_N_76_14 ponderados igualmente.
- 2) Caso base del modelo #2: igual que el #1 excepto en:
 - a) Índices del CLUSTER 2 usados: CH_TAI_LL_N_1_70_92, URU_W_1, URU_W_2, BR_LL_N, CH_TAI_N_93_14_M4.
- 3) Modelo de sensibilidad #1: igual que el caso base del modelo excepto en:
 - a) Año de inicio del modelo (1965)
 - b) La serie temporal completa (1965-2014) del índice de palangre japonés en números sustituyó a la serie corta.
- 4) Modelo de continuidad: datos actualizados hasta 2014 inclusive, las flotas y los índices como los especificados en el caso base del modelo VPA de 2011 excepto:
 - a) Se sustituyeron los índices US_LL_ATL y US/MEX_GOM con un índice de palangre de Estados Unidos desarrollado usando datos de ambas regiones.
 - b) Los índices revisados de Uruguay y Taipei Chino fueron divididos en periodos que indicaban un cambio en la selectividad. La decisión tomada en la evaluación de 2016 difería un poco de la tomada en la evaluación anterior.

3.4.3 Diagnósticos del caso base del modelo

Para todos los casos base del modelo, el VPA convergía dentro de las iteraciones máximas especificadas, y las estimaciones de parámetros no estaban limitadas. Se estimaron seis parámetros para cada modelo, la ratio de F (F5/F4) en 1970, la F en las edades 1-4 y una única varianza del índice. Todos los parámetros fueron bien estimados (CV ~ 0,2) excepto F en la edad 0, que fue peor estimada (CV ~ 0,4). Los ajustes a la serie de CPUE para los casos base del VPA se resumen en las **Figuras 7 y 8**. Los ajustes al caso base del modelo que usaba el Cluster 1 fueron bastante buenos para los índices de palangre estadounidense, palangre japonés y palangre de Taipei Chino, mientras que el ajuste al índice de palangre venezolano fue pobre. Para el caso base del modelo que usaba el Cluster 2, el ajuste fue degradado (en relación al Cluster 1) excepto el ajuste al índice de palangre de Taipei Chino (cabe señalar que el índice de palangre de Taipei Chino era el único índice incluido en ambos conglomerados).

Se realizaron análisis retrospectivos de la biomasa del stock reproductor y del reclutamiento para ambos casos base del modelo eliminando secuencialmente entradas de captura e índices de abundancia de los dos casos base. Los análisis retrospectivos no mostraban patrones ni en la biomasa reproductora del stock (**Figura 9**) ni en el reclutamiento en ninguno de los casos base. Sin embargo, cabe señalar que se aplicaron limitaciones ($SD = 0,4$) durante 2011-2014 para restringir la magnitud del cambio permitido.

3.4.4 Diagnósticos del ensayo de sensibilidad

Los resultados del ensayo de sensibilidad usando el índice de palangre japonés para el periodo 1965-2014 eran casi idénticos a los del caso base del modelo del Cluster 1. En la **Figura 10** se muestra el ajuste a los índices. De forma similar al caso base del Cluster 1, los índices de palangre de Estados Unidos, Taipei Chino y Japón mostraban un ajuste bastante bueno, mientras que el índice de palangre de Venezuela mostraba falta de ajuste, especialmente a mediados de los 90. Los análisis retrospectivos de la SSB y el reclutamiento no mostraban un patrón discernible y eran casi idénticos a los del caso base del Cluster 1. Por tanto, en aras de la brevedad, estas figuras no se incluyen.

3.4.5 Diagnósticos del caso de continuidad

La **Figura 11** muestra el ajuste a los 15 índices usados en el caso de continuidad. En la mayoría de los casos, los ajustes a los índices eran pobres, como ya lo habían sido en la evaluación de 2011.

3.5 Otros métodos

No se presentaron otros métodos de evaluación durante la reunión.

4 Resultados del estado del stock

4.1 Modelos de producción (ASPIC)

4.1.1 Caso base

El Grupo consideró varias parametrizaciones del modelo ASPIC y seleccionó el caso base (Cluster 1_Fox_eq) en base a los diagnósticos del modelo (**Tabla 15** y **Figura 12**). Los resultados del caso base del modelo indican una tendencia creciente y decreciente para la mediana de la ratio de B y la ratio de F en años recientes (después de 2005), respectivamente, y actualmente se estimó que el stock no está sobrepescado ni experimentando sobrepesca, aunque la biomasa actual era cercana al nivel de B_{RMS} . La incertidumbre en las estimaciones del modelo se examinó usando un análisis de bootstrap ($N=500$). En la **Figura 12** se muestran los percentiles 10 y 90 de las estimaciones anuales de B/B_{RMS} y F/F_{RMS} . En la **Figura 13** se muestra el diagrama de Kobe del estado del stock de 2014. En el diagrama de Kobe, la incertidumbre en la estimación del estado del stock (es decir, B/B_{RMS} y F/F_{RMS} de 2014) aparece indicada por el conglomerado de puntos azules.

4.1.2 Otros modelos no seleccionados

Las estimaciones puntuales para los parámetros de población eran similares en los cuatro ensayos para el Cluster 1, incluido el escenario del caso base (**Tabla 15**, **Figura 12**). No se obtuvieron resultados razonables ni convergencia para los escenarios que utilizaban los índices del Cluster 2. Los resultados para los escenarios del Cluster 1_sens eran un poco más optimistas en comparación con los del Cluster 1. Sin embargo, los escenarios para el Cluster 1_sens incluían la CPUE de palangre de Japón para 1965-2014. Basándose en la inquietud suscitada por el cambio de objetivo del palangre japonés durante el primer periodo, los escenarios del Cluster 1_sens no fueron seleccionados para el caso base.

4.1.3 Caso de continuidad

Los escenarios que incluían índices combinados actualizados (ensayos de continuidad) indican que las estimaciones del estado de la población eran más pesimistas en comparación con las del Cluster_1 (**Tabla 15**, **Figura 14**). La tendencia de la ratio de B es plana en años recientes, probablemente basándose en la tendencia de los índices combinados. La **Figura 15** muestra la comparación de los resultados de los ensayos de continuidad de ASPIC (ratio de B y ratio de F) con los de la evaluación de 2011. Los resultados eran similares, aunque la ratio de F para la evaluación actual era un poco más elevada.

4.1.4 Ensayos de sensibilidad

En la **Figura 16** se muestran los resultados de los ensayos de sensibilidad. Respecto al modelo logístico, el escenario para $B1/K=0,8$, los escenarios que excluían el índice de palangre de Taipei Chino o el de palangre de Venezuela y el escenario solo con los índices de palangre de Taipei Chino y Japón, produjeron resultados no razonables. Además, el escenario que excluía el índice de palangre japonés presentaba resultados diferentes en comparación con los del caso base del modelo. Respecto al modelo Fox, los escenarios que excluían el índice de palangre de Taipei Chino o el de palangre de Venezuela y el escenario solo con los índices de palangre de Taipei Chino y Japón no convergieron. Al igual que en el modelo logístico, el escenario que excluía el índice de palangre japonés presentaba resultados diferentes a los del caso base del modelo.

4.1.5 Análisis retrospectivo

El análisis de los patrones retrospectivos para el escenario del modelo Fox (escenario del caso base) indica que las estimaciones de F/F_{RMS} y B/B_{RMS} son relativamente estables para el año terminal cuando se eliminan años sucesivos de datos del modelo (**Figura 17**). Sin embargo, era menos estable para el escenario del modelo logístico.

4.2 Modelo de producción estructurado por edad (ASPM)

4.2.1 Parametrización

Varios parámetros importantes (inclinación, σ_R , B_{1965}/B_0 , grupo de edad plus) de ASPM fueron discutidos durante la reunión. Además, el periodo analítico es desde 1965 a 2014, por tanto B_{1965}/B_0 es la condición inicial del stock del primer año. De acuerdo con los perfiles de verosimilitud para la inclinación, σ_R y B_{1965}/B_0 (SCRS/2016/111, Figura 12) y el diagnóstico (ajuste para la CPUE, ajuste para la CAA, curva de selectividad por flota, relación S-R, SCRS/2016/111, Figuras 13-17), los valores de inclinación seleccionados fueron 0,75, 0,85 y 0,95, se asumió que la σ_R era igual a 0,4 y que la B_{1965}/B_0 debía estimarse. El Grupo recomendó que el valor de σ_R se determinara de tal forma que la magnitud observada del reclutamiento fuera igual a la magnitud prevista. Este es un paso crítico para esta formulación del modelo en particular, porque el valor de σ_R , si simplemente se asume, tiene un efecto de escalación en el reclutamiento real. Este análisis fue completado y los resultados respaldan el valor de σ_R de 0,4 o algo menos. El Grupo decidió también que la inclinación de los casos base de los modelos (para el asesoramiento en materia de ordenación) se fijaría en 0,85, y los valores alternativos de la inclinación fueron tratados como sensibilidad. Se asumió que el Grupo plus era la edad 5+.

Se aplicaron bloques temporales de selectividad de acuerdo con los patrones residuales históricos en la CAA por flota. Se aplicó un bloque temporal a la flota de cerco antes y después de 1990 considerando el desarrollo de la pesquería de DCP. Por razones similares, se aplicó también un bloque temporal a la flota de cebo vivo antes y después de 1970. Se asignaron bloques temporales a la flota de palangre de Taipei Chino (antes de 1992, después de 1993) porque hay un gran cambio de CAA que no se entiende bien. Otras pesquerías usaron también un bloque temporal (antes y después de 1975) porque había un patrón de distribución residual de la CAA marcado. Estos tratamientos tuvieron como resultado una gran mejora del ajuste de la CAA (por ejemplo, menor verosimilitud) en los ensayos preliminares (los resultados detallados no se muestran). Los tratamientos preliminares que examinaban los parámetros biológicos (mortalidad natural, crecimiento (peso corporal del pez por edad), madurez), el grupo plus, el grupo minus y el grupo "pinned" para cada flota fueron también presentados y evaluados por el Grupo de trabajo (SCRS/2016/111, Tabla 4). El grupo minus y el grupo plus (clases de edad inferior y superior) incluyen aproximadamente el 2% de los peces en relación al grupo de edad más dominante (grupo *pinned*) en la CAA (Nishida *et al.* 2014).

4.2.2 Caso base

Las configuraciones del modelo ASPM se resumen en la **Tabla 16**. El Grupo seleccionó el Ensayo_01 (Cluster 1) y el Ensayo_05 (Cluster 2) como los casos base para el desarrollo del asesoramiento de ordenación. Ambos modelos utilizaban la CAA de "continuidad", desarrollada usando los métodos prescritos durante la reunión de evaluación de stock de 2011.

4.2.3 Estado del stock

El estado del stock para años recientes (mortalidad por pesca en 2014, biomasa reproductora al inicio de 2015) para los casos base de los modelos ASPM (Ensayo_01 y Ensayo_05) se presenta en la **Tabla 17**. Se presentaron los cambios históricos en el reclutamiento (**Figura 18**), la SSB (**Figura 19**), la SSB explotada (**Figura 20**), la mortalidad por pesca (**Figura 21**), la SSB/SSB_{RMS} (**Figura 22**), la F/F_{RMS} (**Figura 23**) y el diagrama de Kobe (**Figuras 24 y 25**). Los resultados detallados de otros ensayos incluidos en la tabla de ensayos (**Tabla 17**) se presentan en la sección de sensibilidad y en el documento que describe los análisis de ASPM (SCRS/2016/111).

4.2.4 Diagnósticos para los casos base de los modelos

Se presentaron la bondad del ajuste del modelo para las CPUE estandarizadas (**Figura 26**), el ajuste del modelo para la CAA (**Figura 27**), la distribución residual de la CAA por flota (**Figura 28**), la relación reproductor-recluta (**Figura 29**) y las curvas de selectividad por flota (**Figura 30**) para ambos casos base del modelo. Se exploraron también los patrones retrospectivos en SSB, reclutamiento, SSB/SSB_{RMS}, F/F_{RMS} y el ajuste para las CPUE, y no se observaron patrones retrospectivos significativos, excepto una tendencia hacia la sobrestimación del reclutamiento en el año terminal (**Figura 31**).

4.2.5 Análisis de sensibilidad

Se llevaron a cabo análisis de sensibilidad sobre la inclinación (0,75 y 0,95), el tipo de CAA (03_DrYe y 05_GaYe) y la inclusión del índice de palangre japonés antes de 1975. Se presentaron también la SSB, el reclutamiento, SSB/SSB_{RMS}, F/F_{RMS} y los diagramas de Kobe de los ensayos de sensibilidad (**Figuras 32 a 37**).

4.3 Stock Synthesis

4.3.1 Modelo y datos

Los modelos se ajustaron a diferentes conglomerados de índices (SCRS/2016/109) y los ajustes de diagnósticos se resumen en detalle a continuación. El crecimiento se estimó durante el proceso de desarrollo del modelo y fue útil para obtener ajustes mejorados del modelo y explicar la información sobre la composición por tallas observada. Los modelos estimaron el crecimiento estimando K usando la opción de desviaciones-k en SS, así como estimando L-inf (o talla a la edad 10+). Se utilizó la reponderación iterativa tal y como establece Francis (2011) para ajustar más estas composiciones por talla mediante un multiplicador de varianza en el tamaño efectivo de la muestra (ESS) global, que se fijó inicialmente en todas las flotas y estratos temporales en 20 pero que variaba de acuerdo con el esquema de reponderación recomendado por Francis (2011). Durante la reunión, se desarrolló un enfoque alternativo de ponderación que incorporaba la variabilidad interanual en la calidad de las muestras de composición de tallas, sin embargo, las limitaciones de tiempo impidieron un examen más profundo.

4.3.2 Resultados (sensibilidad, diagnósticos y asesoramiento)

Se intentaron múltiples modelos, desde modelos simples de tipo producción excedente a modelos de producción excedente estructurados por edad y modelos plenamente integrados con diferentes características de crecimiento. Se llevaron a cabo más análisis de sensibilidad que examinaban si la selectividad en forma de cúpula para el palangre, un vector de mortalidad natural en forma de U o estimar el crecimiento era más coherente con los demás datos de entrada (SCRS/2016/110). Este análisis preliminar halló un ajuste mejor a los datos de composición estimando el crecimiento, aunque este hallazgo es preliminar y en realidad cualquiera de las tres hipótesis o todas podría funcionar conjuntamente en cierta medida. Uno de los importantes resultados del ejercicio de ajustar el crecimiento fue que era necesario ajustar los parámetros de crecimiento del modelo de multiestanza para que fueran coherentes con los demás datos de entrada y supuestos del modelo. Era también necesario ajustar el crecimiento a los valores estimados para corregir los patrones de sesgo retrospectivos.

- *Análisis del perfil de verosimilitud para aportar información a las especificaciones del modelo*

Se examinaron versiones anteriores del modelo (SCRS/2016/110) usando el análisis del perfil de verosimilitud (Edwards, 1984). Las **Figuras 38 y 39** indican que hay un límite de $\log(R0=12)$, por debajo del cual el modelo no puede proporcionar una solución viable y la población cae. Esto está influido principalmente por el requisito de que el modelo tenga peces suficientes para producir los desembarques observados mientras que los datos de composición por tallas procedentes de algunas flotas están forzando al modelo a estimar R0 por debajo de estos

valores. Esto crea tensión entre el no caer de la población y los datos de composición por tallas. Liberar la estimación del crecimiento reducía esta tensión, ya que explicaba la ausencia relativa de peces en la talla de la Linf asumida de Gascuel *et al.* (1992). Además, en los ensayos del modelo en los que se usaron todos los índices, los conflictos entre los índices hicieron al modelo extremadamente inestable. Separar los índices en conglomerados mejora aún más la estabilidad del modelo, en situaciones de gran conflicto entre las fuentes de datos,

Francis (2011) sugiere ponderar más los índices de abundancia en estos casos y ponderar menos los datos de composición por tallas. Seguimos el asesoramiento de Francis (2011) reiterando los tamaños de muestra efectivos para la composición por tallas en todas las flotas con el fin de conciliar las señales divergentes en los datos. Así mismo, los tamaños de muestra iniciales para la composición por tallas estaban sustancialmente subponderados respecto a los datos originales ya que se usaron para todos los años, temporadas y flotas valores fijos de 20. La inclinación se fijó en 0,9, ya que el modelo no pudo estimar la inclinación como determinada en base a la perfilación de verosimilitud de este parámetro.

- *Patrones retrospectivos cuando se estima el crecimiento*

Otras dificultades claras cuando el crecimiento se fijó en el crecimiento de Gascuel o en el crecimiento VB (Draganick y Pelczarski, 1984), con una inclinación fijada (es decir temas de convergencia del modelo o temas de parámetros confusos), no eran tan pronunciadas cuando dichos parámetros se estimaban. Sin embargo, cuando el crecimiento se estimaba en cada año de la extracción retrospectiva, tenía como resultado importantes patrones retrospectivos (**Figura 40 y 41**). Esto se debe probablemente al efecto de que el modelo actualiza las estimaciones de los parámetros de crecimiento con cada año adicional de información sobre crecimiento y se ve probablemente especialmente afectado por los elevados números de datos de edad-talla añadidos en 2012-2014 procedentes del SCRS/2016/049. Se determinó que eliminar los datos de composición por edades totalmente y fijar el crecimiento en los valores estimados a partir de la serie temporal completa disminuía sustancialmente el sesgo retrospectivo. Este enfoque se adoptó en los modelos de asesoramiento (**Figura 41**).

- *Ajustes del modelo al Cluster 1*

Los resultados de los dos modelos recomendados por el Grupo se muestran en las **Tablas 18 y 19** y en las **Figuras 42 y 44-47**. los índices abundancia ajustaron bastante bien (**Figura 42**). Las selectividades estimadas (**Figura 44**) se muestran solo para el ajuste del modelo al Cluster 1 y muestran los ajustes spline a las flotas de cerco, los ajustes en forma de cúpula al cebo vivo y las flotas recreativas y los ajustes logísticos a los índices de palangre. Los ajustes a la composición por tallas por flota (agregados a lo largo del tiempo) están bien estimados sin ningún sesgo direccional (**Figura 45**). Los valores residuales Pearson de los ajustes a la composición por tallas anual por flota indican que aunque los modelos tenían algún patrón sistemático de valores residuales los ajustes eran los mejores que se podían obtener en el tiempo disponible (**Figura 47**).

- *Ajustes del modelo al Cluster 2*

Estos modelos eran más pesimistas en sus perspectivas. Los ajustes del modelo son ligeramente peores que los del Cluster 1 (aunque el número de puntos es diferente y, por tanto, las verosimilitudes serán diferentes y no comparables (**Tabla 18**). En general, los ajustes de los modelos a los índices y composición por tallas (**Figuras 43 y 46**) indican que el modelo funciona tan bien como el modelo que usa los datos de Cluster 1.

4.3.3 *Discusión general sobre ajustes del modelo al Cluster 1 y Cluster 2*

Se impuso la relación stock reclutamiento con una inclinación de 0,9 y muestra pocas evidencias de una fuerte correlación entre la SSB y los reclutas (**Figura 48**). La dinámica global de reclutamiento es similar en ambos modelos y aunque el ajuste del modelo al Cluster 1 (**Figura 49**) parece proporcionar una perspectiva positiva del stock en años recientes, con F que podrían haber superado los valores objetivo de F en los últimos diez años, el ajuste del modelo al Cluster 2 (**Figura 50**) presenta una perspectiva más pesimista del stock, principalmente derivada de tendencias descendentes en la CPUE usada en su configuración. Las comparaciones demuestran que aunque la biomasa inicial es similar, las trayectorias recientes del stock difieren según la serie que se ajusta (**Figura 51**), siendo la principal diferencia la inferencia en los niveles del reclutamiento reciente.

4.3.4 Estado del stock

- *Solución determinista basada en la matriz de varianza-covarianza*

Como es evidente a partir de la **Tabla 19** y la **Figura 52**, el modelo que utiliza el Cluster 1 indica que el stock no está sobrepescado ($SSB/SSB_{RMS}=1,38$) ni experimentando sobrepesca ($F/F_{RMS}=0,65$). Los niveles de RMS eran $\sim 123\text{Kt}$. Si se utiliza el Cluster 2, el stock está sobrepescado ($SSB/SSB_{RMS}=0,81$) y experimentando sobrepesca ($F/F_{RMS}=1,1$) (**Tabla 19** y **Figura 53**), aunque los niveles objetivo del RMS son los mismos ($\sim 123\text{Kt}$). El Grupo indicó que con el Cluster 2 el stock había llegado a estar sobrepescado sin experimentar históricamente una importante sobrepesca. Este modelo actual explica esto como un descenso en el reclutamiento reciente, sin embargo, este patrón podría deberse también a un error de proceso no tenido en cuenta (por ejemplo, capturas no tenidas en cuenta, capturabilidad variable en el tiempo en los índices, etc.) en el modelo. Las **Figuras 52 y 53** tienen en cuenta los cambios en la selectividad y los elementos de referencia correspondientes; principalmente en los 15 años recientes ha habido un descenso importante en F_{RMS} y SSB_{RMS} debido a cambios en la asignación relativa de las capturas por flotas (**Figuras 54 y 55**).

- *Bootstrap para describir la incertidumbre respecto al estado del stock*

Para describir la incertidumbre acerca del estado del stock y el asesoramiento sobre el rendimiento previsto, se hizo un bootstrap de los datos de entrada tanto del Cluster 1 como del Cluster 2 y posteriormente se volvió a ejecutar los modelos para cada conjunto de datos del bootstrap (**Figura 56**). Es evidente que para el Cluster 1 la mediana y la estimación (ensayo determinista) son casi idénticas. Para el Cluster 2, existe alguna divergencia (**Figura 56**) pero la conclusión global es idéntica independientemente de si usamos la mediana del bootstrap o la trayectoria de la estimación para el Cluster 1 o el Cluster 2.

Para estimar los modelos para cada bootstrap, era necesario desactivar la reponderación de la varianza en el archivo de control, ya que esta reponderación ya se había tenido en cuenta en la creación de los archivos de bootstrap. Los resultados de los bootstraps indican que, para el Cluster 1, el ensayo determinista era por lo general muy cercano al centro de la distribución de bootstrap (**Figura 56**). Para el Cluster 2, el ensayo determinista era muy cercano al intervalo de confianza del 80% superior para F/F_{RMS} y al inferior para SSB/SSB_{RMS} , lo que indica alguna divergencia entre el ensayo determinista y la mediana del bootstrap.

Es evidente si se examinan las **Figuras 52, 53 y 57** que la caracterización de la incertidumbre usando la matriz de varianza covarianza de los ensayos originales se aproxima a la varianza del bootstrap, como se muestra en la **Figura 56**. Esto podría ser una evidencia de que, para el estado actual del stock, es adecuado usar la matriz varianza-covarianza al estimar la incertidumbre sobre el estado actual del stock.

4.4 VPA

4.4.1 Resultados del caso base del modelo

Los resultados de los dos casos base del modelo VPA diferían. La abundancia por edad (**Figuras 58 y 59**) para el caso base del modelo del Cluster 1 mostraba que para las edades 3-5, la abundancia permanecía relativamente constante después de 2000, mientras que para las mismas edades el caso base del modelo del Cluster 2 mostraba una tendencia más descendente para el mismo periodo. La mayor mortalidad por pesca por edad (**Figura 60**) correspondía a la edad 4, seguida de la edad 3, mientras que la menor mortalidad por pesca correspondía a la edad 0. Aunque este patrón era el mismo para los dos casos base, los valores de F por edad por año eran diferentes. Por ejemplo, para el caso base del modelo que usaba el Cluster 1, la F por edad 3, 4 y 5 mostraba una tendencia descendente después de 2000, mientras que el caso base del modelo que usaba los índices del Cluster 2 presentaba tendencias ascendentes.

La biomasa estimada del stock reproductor era diferente entre los casos base del modelo (**Figura 61**). Ambas trayectorias de la SSB presentaban un descenso al inicio de la serie temporal, el caso base del modelo del Cluster 1 presentaba un descenso casi continuo hasta el año 2000, seguido de un lento aumento, mientras que el caso base del Cluster 2 presentaba un aumento desde mediados de los 80 a mediados de los 90 que era seguido de un brusco descenso hasta el final de la serie temporal. Las tendencias generales del reclutamiento eran también diferentes entre los casos base del modelo (**Figura 62**). El reclutamiento para el modelo del Cluster 1, aunque variable, no presentaba una tendencia discernible, mientras que para el modelo del Cluster 2 la serie temporal del reclutamiento indicaba un reclutamiento elevado en los 90 e inferior al reclutamiento medio desde 2005.

Los resultados del caso base del modelo VPA con el Cluster 1, *antes del ajuste para tener en cuenta los cambios en la selectividad*, indican que el stock está actualmente cerca o justo por debajo del umbral de sobrepescado y no está experimentando sobrepesca (**Figura 63**). Las trayectorias *no ajustadas* de la biomasa relativa del stock reproductor y la F relativa del caso base del modelo VPA con el Cluster 2 eran más pesimistas (**Figura 64**). Indican que el stock está actualmente sobrepescado y experimentando sobrepesca. La incertidumbre en las estimaciones anuales de la biomasa y la mortalidad por pesca relativas se exploró usando 1000 bootstraps de los valores residuales del índice. Los intervalos de confianza resultantes del 80% se muestran en las **Figuras 63 y 64**.

Es un acuerdo general que la selectividad de las pesquerías dirigidas al rabil ha cambiado a lo largo del tiempo debido a un aumento en la proporción de la captura desembarcada por las flotas de superficie y por la flota pesquera sobre DCP en particular. Por lo tanto, las tendencias en la SSB/SSB_{RMS} y en la F/F_{RMS} fueron recalculadas para tener en cuenta los cambios anuales en la selectividad permitiendo estimar F_{RMS} cada año. Las estimaciones anuales resultantes de SSB_{RMS} y F_{RMS} , *ajustadas respecto a la selectividad*, se muestran en la **Figura 65**. Las estimaciones anuales del estado del stock, ajustadas respecto a la selectividad, se muestran en la **Figura 66**. Los resultados del caso base del modelo VPA con el Cluster 1 indican que el stock se encuentra actualmente por debajo del umbral de sobrepescado ($SSB_{2014}/SSB_{RMS}=0,84$) pero que no está experimentando actualmente sobrepesca ($F_{actual}/F_{RMS}=0,98$), aunque previamente se ha producido sobrepesca. La mediana de la estimación del RMS era de 122.138 t. Los resultados del caso base del modelo VPA con el Cluster 2 eran más pesimistas. Indicaban que el stock está actualmente sobrepescado ($SSB_{2014}/SSB_{RMS}=0,54$) y también experimentando sobrepesca ($F_{actual}/F_{RMS}=1,13$). La mediana de la estimación de RMS era de 125.022 t. Un resumen completo de posibles referencias de ordenación puede encontrarse en las **Tablas 20 y 21**.

La incertidumbre en las estimaciones de SSB_{2014}/SSB_{RMS} y F_{actual}/F_{RMS} (geomediana 2011-2013) fue examinada usando un análisis de bootstrap ($n=1000$). Estos resultados se superponen en la **Figura 66**. Cabe señalar que para el modelo VPA que usa los índices del Cluster 2, la mediana de la estimación no está situada en el centro de las estimaciones del bootstrap. Esto indica probablemente algún sesgo en las estimaciones de F_{RMS} y SSB_{RMS} para ese ensayo del modelo.

4.4.2 Resultados del ensayo de sensibilidad

Los resultados del ensayo de sensibilidad, que empieza en 1965 y utiliza la serie temporal completa (1965-2014) del índice de palangre japonés en números, eran casi idénticos a los del caso base del Cluster 1. La **Figura 67** muestra las estimaciones de F por edad, SSB y reclutamiento.

4.4.3 Caso de continuidad

Se ejecutó un modelo de continuidad que utilizaba las especificaciones de los parámetros, las flotas y los índices de la evaluación de rabil de 2011. Las estimaciones de F por edad, SSB y reclutamiento para el ensayo de continuidad se muestran en la **Figura 68**. Aunque los resultados son algo diferentes a los observados en los casos base, las tendencias generales observadas son coherentes con las de ambos casos base del modelo.

4.5 Otros métodos

No se consideraron otros métodos de evaluación durante la reunión.

4.6 Síntesis de los resultados de la evaluación

En general, todos los ensayos del modelo que usaban los índices del Cluster 1 sugerían tendencias similares en la SSB (descendiendo hasta 2000, posteriormente estables o aumentando algo), en la F (más elevada en 1990, luego descendiendo), en el estado del stock (cerca de los niveles de stock que producen el RMS) y en el RMS estimado (120.000 a 150.000 t).

El modelo de producción excedente ASPIC no convergía cuando se utilizaban los índices del Cluster 2, probablemente porque las tendencias en la captura y las CPUE observadas no son coherentes con la dinámica del modelo de producción. Los modelos estructurados por edad pudieron converger utilizando los índices del Cluster 2 (lo que sugiere un aumento en la abundancia del stock en los 90) porque pudieron estimar un mayor reclutamiento en dichos años. Los modelos que utilizaban los índices del Cluster 2 presentaban trayectorias similares de SSB (descenso inicial, un notable aumento durante los 90 y posteriormente un descenso) y de F (aumentando en años recientes) y eran de forma general más pesimistas. Los ensayos del SS y del VPA sugerían

que el stock estaba sobrepescado y experimentando sobrepesca, mientras que el ensayo del ASPM indicaba un estado saludable del stock. Las estimaciones de RMS a partir de los modelos con el Cluster 2 oscilaban entre 120.000 y 150.000 t.

Para tener en cuenta la incertidumbre en la estructura del modelo y en el uso de los índices, el Grupo acordó elaborar el asesoramiento en materia de ordenación a partir de una combinación de siete ensayos (véase la sección 5.5).

5 Proyecciones

Para todas las proyecciones del modelo de evaluación, se asumió que la captura en 2016 sería la misma que la captura estimada en 2015 (basándose en la captura declarada y traspasos) y la biomasa durante 2015 constituye la primera proyección.

5.1 Proyecciones del modelo ASPIC

Los resultados de bootstrap del ASPIC se proyectaron en el futuro para diferentes niveles de captura (desde 50.000 hasta 200.000 t en fases de 10.000 t). También se llevaron a cabo proyecciones bajo una F constante (desde $0,75 \cdot F_{2014}/F_{RMS}$ a $1,00 \cdot F_{2014}/F_{RMS}$ a intervalos de $0,05 \cdot F_{2014}/F_{RMS}$). Se utilizó el paquete de software ASPIC ver. 3.16 para las proyecciones futuras. El periodo de proyección era de 14 años (hasta 2029) debido a la limitación del software.

Se realizaron proyecciones para 500 bootstraps del escenario del caso base. Al examinarlos, la mediana de los valores de las ratios de biomasa proyectadas sugiere que para que la biomasa del stock alcance o supere el nivel de B_{RMS} , las capturas deben ser inferiores a 120.000 t (**Figura 69**). De forma similar, niveles de captura por debajo de 120.000 t reducirían constantemente la mediana de las ratios de la mortalidad por pesca hacia F_{RMS} .

5.2 Proyecciones del modelo de producción estructurado por edad

Se llevaron a cabo proyecciones basadas en el examen de bootstrapp (1.000 veces) de los casos base del modelo (Ensayo_01 y Ensayo_05). El periodo de la proyección es 10 años (2015-2024). Se asumió una captura constante futura de 50.000 t a 200.000 t (a intervalos de 10.000 t) con una proporción de captura por flota promediada entre 2013 y 2015. Se presentaron las trayectorias de SSB/SSB_{RMS} y F/F_{RMS} para los dos casos base (**Figura 70**). Las proyecciones indican que capturas de 120.000-140.000 t permitirán que el stock se mantenga en niveles que permitan el RMS.

5.3 Proyecciones del modelo Stock Synthesis

Dado que los datos de Tarea I para 2015 son incompletos, muchas de las capturas deben traspasarse de años anteriores. Para los registros completos (~58%) se utilizó la captura declarada y para las capturas incompletas, fueron traspasadas de años anteriores. Dado que el CDIS para 2015 no estaba disponible, hubo que formular varios supuestos acerca de cómo asignar los datos de Tarea I a las flotas SS. Para las flotas de cebo vivo y las de cerco de Venezuela, se realizaron las siguientes asignaciones (**Tabla 22**). Los datos de Tarea I del cerco se separaron de acuerdo con la fracción media de la captura sobre banco libre respecto a la captura sobre DCP para los años 2010-2014 (65%). Para todos los desembarques anuales, la fracción media de desembarques por temporada para 2010:2014 se utilizó para dividir los desembarques estacionalmente para cada flota. Posteriormente, las estimaciones de 2015 se traspasaron a 2016 y el total de cada año ascendió a 110.337 t, la misma cifra usada en los modelos de producción y el VPA.

Para obtener proyecciones en niveles de cuota fijados entre 60-150.000 t, se escaló proporcionalmente la captura por cada flota (basándose en las estimaciones de captura por flota de 2014) para lograr un nivel global igual a la F fijada de entrada. Inicialmente se realizaron proyecciones deterministas y los resultados se muestran en la **Figura 71**. Cada uno de los modelos fue proyectado a F_{RMS} aunque se asumió que la captura de 2015 y 2016 era de 110.337 t para cada uno de los años. Esto tuvo como resultado el pico inicial en F/F_{RMS} para el Cluster 2. Para cada ensayo del modelo se ejecutaron 500 bootstraps en cada nivel de cuota para obtener los datos de entrada necesarios para la K2SM.

Con el fin de describir cómo la selectividad y las asignaciones de arte pueden cambiar el rendimiento estimado en el tiempo, se estimó un descenso en el rendimiento sostenible estimado de 160 Kt-110 Kt (**Figura 54** o **Figura 55**). Al mismo tiempo, la cantidad estimada de biomasa reproductora para obtener el rendimiento

aumenta en una cantidad importante (140 Kt a 200 Kt independientemente del conglomerado usado). Independientemente de si se usa el Cluster 1 o el Cluster 2, los niveles de rendimiento objetivo en F_{RMS} proyectados para 2017 varían entre 140 Kt (Cluster 1) o 130 Kt (Cluster 2). Sin embargo, el estado del stock en 2022 se encuentra bien en niveles de S_{RMS} (Cluster 1, $S_{RMS} \sim 1$) o sustancialmente por debajo de los niveles de S_{RMS} (Cluster 2, $S_{RMS} \sim 0,6$).

Cabe señalar que, en el contexto de una proyección y dependiendo del conglomerado utilizado, capturas superiores a 110-120 Kt (Cluster 2) mantendrían el stock por debajo de SSB_{RMS} . En el caso del Cluster 1, las capturas podrían superar el RMS y acercarse a 150 Kt antes de que el stock descienda por debajo de SSB_{RMS} en 2024 (**Figura 71**).

5.4 Proyecciones del modelo VPA

Se hicieron proyecciones VPA utilizando el software Pro-2Box, que está incluido en el catálogo de software de ICCAT. Las especificaciones de las proyecciones son las siguientes:

- 1) Las proyecciones se realizan de 2015 a 2024.
- 2) Se realizaron 1000 bootstraps de los valores residuales del índice para cuantificar la incertidumbre.
- 3) Las capturas predichas en 2015 y 2016 = 110.337 t.
- 4) Se aplicaron para 2017-2025 proyecciones con captura constante de 50.000 - 200.000 t en incrementos de 10.000 t.
- 5) Se asumió que el reclutamiento proyectado seguía una función de Beverton-Holt estimada utilizando las estimaciones anuales de SSB y R del modelo VPA (1970-2011). Los reclutamientos de 2012-2013 se sustituyeron con estimaciones de la función S/R,
- 6) La selectividad proyectada es igual a la media geométrica de la selectividad de 2011-2013.
- 7) El peso del Grupo plus se calcula usando una aproximación von Bertalanffy de la función de Gascuel *et al.* (1992).

Las proyecciones VPA se resumen en la **Figura 72** (Cluster 1) y en la **Figura 73** (Cluster 2). Para mejorar la legibilidad, se muestran capturas constantes de 50.000 a 150.000 t. Para ambos modelos VPA, capturas de 120.000 t o menos mantienen la biomasa reproductora por encima de SSB_{RMS} y es poco probable que causen sobrepesca durante el intervalo de proyección.

5.5 Matriz de Kobe para el rabil

Para tener en cuenta la incertidumbre en los datos de entrada, la estructura del modelo y el uso de los índices, el Grupo acordó elaborar el asesoramiento en materia de ordenación a partir de una combinación de siete ensayos:

MODELO	Nombre del ensayo	Bootstraps a utilizar
ASPIC Cluster 1	1_Fox_eq	500
ASPM Cluster 1	Ensayo 01	500
ASPM Cluster 2	Ensayo 05	500
VPA Cluster 1	VPA – Cluster 1	500
VPA Cluster 2	VPA – Cluster 2	500
SS Cluster 1	Ensayo 5	500
SS Cluster 2	Ensayo 7	500

El Grupo discutió varios esquemas de ponderación y llegó al acuerdo de ponderar igualmente cada ensayo del modelo. Dado que no se disponía de tiempo suficiente para finalizar los análisis de bootstrap necesarios durante la reunión, el Grupo acordó redactar un documento SCRS que incluya la K2SM combinada antes de la reunión del Grupo de especies del SCRS en septiembre. El trabajo se presentará para su adopción en ese momento.

6 Recomendaciones

6.1 Investigación y estadísticas

- El Grupo manifestó su inquietud respecto a que los cambios espaciales y de especie objetivo en las pesquerías de palangre podrían haber afectado a las tendencias de sus series de CPUE estandarizadas. Por

lo tanto, el Grupo recomienda explorar de forma más completa otras maneras de incorporar los efectos espaciales y de especie objetivo en la estandarización de la CPUE. El Grupo constató que debería otorgarse una mayor credibilidad a los índices de CPUE basados en datos operativos, ya que los análisis de estos datos pueden tener en cuenta más factores, y los analistas podrían detectar mejor incoherencias o errores en los datos. El examen de los datos operativos de las principales flotas de palangre del Atlántico que capturan rabil (República de Corea, Japón, Taipei Chino, UE-España, UE-Portugal, UE-Francia, Estados Unidos, Uruguay, Brasil, Venezuela, México, China, Panamá, Belice y Vanuatu) proporcionará una idea más clara de la situación del stock, especialmente si algunos conjuntos de datos tienen un menor tamaño de muestra o menor esfuerzo durante algunos años, y otros tienen mayor tamaño de muestra y más esfuerzo, de modo que se pueda obtener una muestra representativa que cubra zonas más amplias en el océano Atlántico. De este modo se evitarán las lagunas de información en algunos estratos cuando una flota no opere en ellos, así como la combinación de dos índices en ese caso. Por tanto, el Grupo respalda la opinión del Grupo de especies de atún blanco sobre este tema y recomienda también que se realice un análisis conjunto de los datos operativos de captura y esfuerzo de múltiples flotas siguiendo las orientaciones generales del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock para seguir desarrollando métodos y proporcionar índices de abundancia para las evaluaciones de stock del Atlántico, como ya se está haciendo en otros Grupos de especies de ICCAT y en otras OROP de túnidos.

- El Grupo continúa observando que las pesquerías de túnidos tropicales son pesquerías multiespecíficas en las que las estrategias relacionadas con la especie objetivo pueden variar dependiendo de la especie de interés, de su disponibilidad relativa y de su susceptibilidad a los artes usados. Es bien sabido que la pesca dirigida a una de las especies tropicales puede afectar, y a menudo lo hace, al estado de los stocks de otras especies. Estas características no se tienen en cuenta en las evaluaciones de stock de una única especie ni en el asesoramiento en materia de ordenación resultante de las evaluaciones de stocks de una única especie. El Grupo recomienda que se avance en los enfoques de evaluación multiespecíficos para los túnidos tropicales del Atlántico. Además, el Grupo recomienda una evaluación de estrategias de ordenación diseñada para intentar comprender las consecuencias de una ordenación destinada a capturar simultáneamente el RMS de cada stock individual. Esta evaluación podría llevarse a cabo mejor en el marco de una MSE, que debería realizarse.
- El Grupo indicó que realizar una MSE es un proceso iterativo que requiere una amplia gama de conocimientos y experiencia y un diálogo regular. La próxima reunión del Grupo de trabajo técnico conjunto sobre MSE, establecido en el marco de Kobe, brinda una excelente oportunidad para avanzar en este tema. La reunión se celebrará en la primera semana de noviembre y el Grupo recomendó que se inste a los científicos interesados a participar en el grupo, y a que trabajen en el periodo intersesiones utilizando el repositorio github (véase <http://iccat-mse.github.io/albn-mse.html>) y que después informen de dichas actividades durante la reunión.
- Tras examinar las revisiones de las estadísticas de captura de Ghana, se indicó que asumir composiciones por especies y distribuciones de tallas homogéneas en amplias áreas y temporadas podría tener grandes impactos en la captura por talla estimada de las pesquerías de Ghana (y otras), considerando especialmente que los protocolos de muestreo utilizados en Ghana permitirían estratos espaciales y temporales de una escala más fina para elaborar las estimaciones de captura por talla. Se indicó también que el estudio piloto en curso que aplica sistemas de seguimiento electrónicos a bordo de cerqueros de Ghana podría proporcionar información para verificar las capturas totales, la composición por especies y las tallas de sus capturas de cerco. Se recomendó que los científicos de Ghana proporcionen una revisión de los datos disponibles mediante el proyecto EMS, comparando estos datos con los datos procedentes de los observadores en el mar y los muestreadores en puerto para el SCRS de 2017.
- Tras examinar los diagnósticos de algunos ajustes iniciales del modelo, se plantearon preguntas acerca de la serie temporal de frecuencias de tallas de Taipei Chino. Dado que a la reunión de evaluación de stock no asistieron científicos de Taipei Chino, no fue posible obtener respuestas a las inquietudes y preguntas planteadas. El Grupo recomendó que los científicos de Taipei Chino proporcionen una revisión de las posibles razones para el abrupto cambio en la selectividad aparente de la pesquería de palangre de Taipei Chino que captura rabil a principios de los 2000.
- El Grupo observó los esfuerzos realizados para mejorar la separación de edades (filo de cuchillo) determinista de la captura por talla del rabil para desarrollar la captura por edad necesaria para diversas formas de modelación aplicadas en la reunión de evaluación. Sin embargo, el comportamiento de los algoritmos desarrollados debe evaluarse más en profundidad antes de que pueda recomendarse su adopción. En esta validación podrían utilizarse resultados futuros del programa de marcado AOTTP.

- El Grupo observó que los avances en la metodología de evaluación de stock aplicada al rabil (y a otros stocks) mediante la aplicación de modelos estadísticos muy parametrizados es bienvenida, especialmente ya que los modelos menos parametrizados requieren frecuentemente numerosos supuestos y les pueden faltar diagnósticos exhaustivos. No obstante, una evaluación completa de la adecuación de los ajustes de modelos complejos a los datos de los que dependen es difícil, y habitualmente requiere más tiempo del que generalmente se dispone en una única reunión de un Grupo de trabajo. El Grupo recomienda que se desarrolle un conjunto estandarizado de diagnósticos para estos complicados modelos con el fin de facilitar una evaluación más rápida del rendimiento del modelo, así como formación para aumentar la capacidad de una mayor participación y comprensión de los procesos de modelación integrada más complicados.
- Teniendo en cuenta las continuas incertidumbres respecto al crecimiento del rabil y la importancia de los limitados datos de determinación de la edad disponibles para esta evaluación, el Grupo recomienda la recopilación rutinaria, sistemática y representativa de material y la determinación de la edad del rabil de todo el Atlántico.

6.2 Ordenación

Al finalizar la K2SM combinada, se elaborarán las recomendaciones de ordenación y se presentarán en la reunión del Grupo de especies de septiembre. Las recomendaciones adoptadas se incluirán en el Resumen ejecutivo del rabil.

7 Otros asuntos

El Coordinador del programa de marcado de túnidos tropicales del Atlántico (AOTTP) resumió los progresos del programa. El programa se ha diseñado para responder principalmente a las necesidades en cuanto a evaluación del Grupo de especies tropicales. El Coordinador del AOTTP mencionó los progresos relacionados con:

- la compra de marcas,
- el desarrollo de una app para recoger datos de las colocaciones y recuperaciones,
- la incorporación de datos en las bases de datos de ICCAT,
- el desarrollo de una base de datos para los datos de marcado electrónico,
- el desarrollo de cartografía de los datos de marcado en tiempo real,
- las convocatorias de ofertas actuales para colocaciones de marcas
- los permisos para que los buques de marcado operen en la ZEE de países costeros,
- las propuestas de recuperación de marcas,
- la recepción de propuestas para marcar en aguas de Brasil y Uruguay y otra para Sudáfrica/Namibia/Santa Elena,
- la decisión de aplazar el marcado acústico hasta que sus objetivos y diseño experimental hayan sido claramente definidos.

Se realizaron varios comentarios acerca de la distribución de la inversión en diferentes tipos de marcas y acerca de si dicha distribución era la mejor para lograr los objetivos del programa. Se hicieron comentarios también acerca de cómo ciertas tecnologías y marcas eran mejores que otras. Se discutió también sobre el tema de que es probable que cada tecnología aporte diferentes tipos de datos y acerca de la probabilidad de que los datos recogidos sean también dependientes de la tecnología. Se indicó que los datos del marcado electrónico son complicados a causa de los diferentes sensores incorporados en las marcas y de las diversas opciones de programación disponibles. Se señaló que los datos del marcado electrónico requerirán una base de datos relacional para almacenar los datos. El programa AOTTP es consciente de estos requisitos en cuanto a la gestión de los datos.

El programa AOTTP debería contactar con los programas de observadores de cada CPC, especialmente con aquellos que hacen un seguimiento de las flotas de palangre. El programa tiene previsto usar correspondientes como herramienta para contactar con la industria, especialmente con los palangreros.

Se debatió sobre el tema de si es probable que el AOTTP dependa de pescadores deportivos para marcar peces en el Atlántico central occidental. Se plantearon muchos temas sobre cómo podría hacer que este programa fuera eficaz. Por ejemplo, los esfuerzos de marcado anteriores de la pesca deportiva en Estados Unidos a menudo no han obtenido toda la información sobre liberaciones. Se acordó que dicho esfuerzo requerirá formar a los pescadores en los procedimientos de marcado y comunicación. Se discutió también brevemente sobre si sería posible el marcado en torno a los DCP fondeados que se utilizan en el Caribe.

Se realizó una petición de aclaración de las condiciones en las que los datos recopilados por el programa se pondrían a disposición de los científicos implicados en el consorcio de marcado y de otros científicos del SCRS. Se destacó el hecho de que el programa está diseñado para que sea beneficioso para el SCRS y que después de que los datos hayan pasado el control de calidad se pondrán a disposición de todos los científicos del SCRS lo antes posible. El mayor valor de los datos se alcanzará cuando estén agregados para todo el Atlántico, por tanto, es imperativo que los datos se compartan con todos los científicos del SCRS. El programa AOTTP invertirá en un limitado muestreo biológico para un subconjunto de las recuperaciones. También se invertirá en el análisis, publicación y difusión de los resultados.

8 Adopción del informe y clausura

Debido a las limitaciones de tiempo, algunos puntos del orden del día solo fueron parcialmente revisados antes de la clausura de la reunión. La síntesis de los resultados de la evaluación (4.6), las proyecciones de stock synthesis (5.3), las proyecciones finales del VPA (5.4) y la matriz de Kobe (5.5) fueron adoptadas por correspondencia. El resto del informe fue adoptado durante la reunión.

Referencias

- Anon., 2012. Report of the 2011 ICCAT Yellowfin Tuna Stock Assessment Session. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 68 (3), 655-817.
- Anon. (*in press*). Report of the 2016 ICCAT Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting. San Sebastián, Spain, March 7 to 11, 2016, 31 p.
- Albaret, J.J. 1977. La reproduction de l'albacore dans le Golfe de Guinée. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr., 15(4), 389-419.
- Diaha, N.C., Zudaire, I., Chassot, E., Pecoraro, C., Bodin, N., Amandè, M.J. and Gbeazere, D.A. 2015. Present and future of reproductive biology studies of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 71(1), 489-509.
- Draganik, B. and Pelczarski, W. 1984. Growth and age of bigeye and yellowfin tuna in the central Atlantic as per data gathered by R/V "Wieczno. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 20 (1): 96-103.
- Edwards, R. 1984. Remote Sensing Applications and Interactive Analyses in Marine Fisheries Research. OCEANS 1984, 506-510.
- Francis, R.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(6), 1124-1138.
- Gascuel, D., Fonteneau, A. and Capisano, C. 1992. Modélisation d'une croissance en deux stances chez l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique est. Aquatic Living Resources, 5(3), 155-172.
- Lorenzen, K. 2005. Population dynamics and potential of fisheries stock enhancement: practical theory for assessment and policy analysis. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 360(1453), 171-189.
- Methot, R.D. and Wetzel, C.R. 2013. Stock synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142, 86-99.
- Nishida, T., Kitakado, T., Iwasaki, K. and Itoh, K. 2014. AD Model Builder Implemented Age-Structured Production Model (ASPM) Software (Version 3, 2014) User's Manual. IOTC-2014-WPTT16-54 Rev_1.
- Prager, M.H. 1992. ASPIC – A Surplus Production Model Incorporating Covariates. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT: 38: 218-229.
- Prager, M. and Goodyear, C.P. 2001 Effects of Mixed-Metric Data on Production Model Estimation: Simulation Study of a blue-marlin-Like Stock. Transactions of the American Fisheries Society 130:927-939.
- Shuford, R.L., Dean, J.M., Stequert, B. and Morize, E. 2007. Age and growth of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap., 60: 330–341.
- Then, A.Y., Hoenig, J.M., Hall, N.G. and Hewitt, D.A. 2014. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES Journal of Marine Science, doi: 10.1093/icesjms/fsu136.
- Walter, J. and Porch, C. SCRS/2008/089. Three different strategies for modeling the terminal-year fishing mortality rates in Virtual Population Analyses of western bluefin tuna: Retrospective patterns and consequences for projections.

TABLEAUX

Tableau 1. Résumé des paramètres biologiques pouvant être utilisés dans l'évaluation de stocks de 2016.

Tableau 2. Maturité par âge estimée à l'aide du modèle basé sur la longueur de Diaha et al. 2015 et des modèles de croissance de Gascuel et al (1992) et Draganik et Pelczarski (1984).

Tableau 3. Longueur à l'âge prédite par différents modèles utilisés dans l'évaluation, y compris le modèle de croissance préféré (Gascuel et al.,1992), le modèle de Draganik et Pelczarski (1984), utilisée dans certains scénarios de sensibilité et les deux modèles employés dans SS, un modèle apparenté à Gascuel et un modèle à plusieurs stances estimé avec SS.

Tableau 4. Prises nominales d'albacore de la Tâche I 1950 – 2015 (base de données ICCAT). 2015* indique les ponctions totales estimées par le groupe ; si, avant la réunion, une CPC n'a pas déclaré des captures pour 2015, on a estimé une moyenne des trois dernières années (cellules ombrées) et le total des ponctions au titre de 2015 a été fixé à 110.337 tonnes.

Tableau 5. Indices de CPUE disponibles.

Tableau 6. Captures (t) d'albacore pour chaque flottille utilisée dans les modèles ASPIC.

Tableau 7. Liste des indices de CPUE utilisés pour créer la CPUE combinée pour les scénarios de continuité ASPIC.

Tableau 8. Pondération (nombre d'observations de 5x5 de lat-long, de capture d'albacore) de chaque indice énuméré au Tableau 7, pour créer la CPUE combinée pour les scénarios de continuité ASPIC.

Tableau 9. CPUE combinée utilisée pour les scénarios de continuité ASPIC avec ceux de la dernière évaluation.

Tableau 10. Spécifications des scénarios du modèle ASPIC.

Tableau 11. Scénarios d'analyses de sensibilité pour les scénarios du modèle ASPIC pour l'albacore.

Tableau 12. Descriptions des flottilles et CPUE utilisée pour l'analyse ASPM dans cette étude. Pour faciliter la comparaison, la partie droite ombrée de ce tableau provient de la feuille de calcul "dsCDIS" de `cdis_byFishery.csv`. Pour certaines flottilles, le "bloc temporel" est appliqué pour différentes périodes de sélectivité de la même flottille. La mise en œuvre originale du "cluster 2" incluait la palangre uruguayenne (ID de la pêche 13 et 14) ; toutefois, ils sont inclus dans un autre groupe palangrier dans cette étude.

Tableau 13. Spécifications des paramètres de la VPA.

Tableau 14. Spécifications pour la prise à l'âge partielle (PCAA) pour les scénarios de VPA. Les scénarios de VPA considérés comme des cas de base ont utilisé la procédure de découpage des âges de "continuité" (comme en 2011).

Tableau 15. Résultats des scénarios du modèle ASPIC. Le cas de base sélectionné était le modèle 1_FOX_eq montré en caractères gras.

Tableau 16. Descriptions des scénarios ASPM en ce qui concerne d'importants paramètres de CAA (prise par âge), indice, σ_R , steepness et B_{1965}/B_0 , vecteur M et modèle de croissance.

Tableau 17. Estimations ASPM de la PME et ses quantités associées d'albacore pour le cas de base du modèle. $SSB_{récent}$ et SSB_{PME} sont définies comme étant la biomasse des poissons matures définie par le vecteur de maturité (en milliers de tonnes) au début de 2014 et correspondant à la PME, respectivement. Les $F_{récent}$ et F_{PME} indiquent la mortalité par pêche en 2014 et correspondant à la PME, respectivement. Si disponibles, des intervalles de confiance de 80% (90 centiles à 10 centiles) sont également présentés pour les examens par bootstrap (1.000 répétitions).

Tableau 18. Modèles SS3 : tableau d'informations fondamentales pour les modèles 0-4, notant les spécifications, les vraisemblances logarithmiques, la durée du scénario, la SSB vierge et finale, les paramètres qui atteignent les limites, les quantités obtenues et l'état relatif.

Tableau 19. Modèles SS3 : quantités obtenues et valeurs des points de référence.

Tableau 20. Points de référence estimés pour le cas de base du modèle VPA avec le cluster 1.

Tableau 21. Points de référence estimés pour le cas de base du modèle VPA avec le cluster 2.

Tableau 22. Allocations de capture par flottille pour les scénarios de projection de Stock Synthèse (SS).

TABLAS

Tabla 1. Resumen de parámetros biológicos aceptados para su uso en las evaluaciones de stock de 2016.

Tabla 2. Madurez por edad estimada usando el modelo basada en la talla de Diaha *et al.* 2015, y los modelos de crecimiento de Gascuel *et al.* (1992) y Draganik y Pelczarski (1984).

Tabla 3. La talla por edad predicha a partir de los diferentes modelos usados en la evaluación, incluido el modelo preferido de crecimiento (Gascuel *et al.* 1992), el modelo de Draganik y Pelczarski (1984), usados en algunos ensayos de sensibilidad y los dos modelos usados en SS, uno tipo Gascuel y otro un modelo multiestanza estimado con SS.

Tabla 4. Capturas nominales de Tarea I de rabil, 1950-2015, base de datos de ICCAT. 2015* indica las extracciones totales estimadas por el Grupo, si una CPC no comunicó capturas para 2015 antes de la reunión, se estimó una media de los 3 últimos años (celdas sombreadas), y las extracciones totales para 2015 se establecieron en 110.337 t.

Tabla 5. Índices de CPUE disponibles.

Tabla 6. Capturas (t) de rabil para cada flota usadas en los modelos ASPIC.

Tabla 7. Lista de índices de CPUE usados para crear la CPUE combinada para los ensayos de continuidad de ASPIC.

Tabla 8. Ponderación (número de observaciones de 5x5 lat-long con captura de rabil) de cada índice incluido en la **Tabla 7**, para crear la CPUE combinada para los ensayos de continuidad de ASPIC.

Tabla 9. CPUE combinada usada para los ensayos de continuidad de ASPIC con los de la última evaluación.

Tabla 10. Especificaciones de los ensayos del modelo ASPIC.

Tabla 11. Escenarios de análisis de sensibilidad para los ensayos del modelo ASPIC para el rabil.

Tabla 12. Descripciones de la flota y CPUE utilizada para el análisis de ASPM en este estudio. Para facilitar la comparación, la parte derecha sombreada de esta tabla procede de la hoja "dsCDIS" de cdis_byFishery.csv. Para algunas flotas, se ha aplicado el "bloque temporal" para diferentes periodos de selectividad de la misma flota. La implementación original del "Cluster 2" incluía el palangre uruguayo (ID de la pesquería 13 y 14), sin embargo en este estudio están incluidos en otro grupo de palangre.

Tabla 13. Especificaciones de parámetros del VPA.

Tabla 14. Especificaciones para captura por edad (PCAA) parcial para los ensayos del VPA. Los ensayos del VPA considerados "caso base" utilizaban el procedimiento de separación de edades de "continuidad" (como en 2011).

Tabla 15. Resultados de los ensayos del modelo ASPIC. El caso base seleccionado fue **1_FOX_eq** que aparece en negrita.

Tabla 16. Descripciones de los ensayos de ASPM respecto a parámetros importantes de CAA (captura por edad), índice, sigmaR, inclinación, B_{1965}/B_0 , vector M y modelo de crecimiento.

Tabla 17. Estimaciones de ASPM del RMS y sus cantidades asociadas para el rabil para los casos base del modelo. $SSB_{reciente}$ y SSB_{RMS} están definidas como la biomasa de los peces maduros definida por el vector de madurez (en miles de t) al inicio de 2014 y en RMS, respectivamente. La $F_{reciente}$ y F_{RMS} indican la mortalidad por pesca en 2014 y en RMS, respectivamente. Se presenta también el intervalo de confianza del 80% (percentil 90 a percentil 10), si está disponible, para los exámenes de bootstrap (1000 réplicas).

Tabla 18. Modelos SS3: tabla de información clave para los modelos 0-4, indicando las especificaciones, las verosimilitudes logarítmicas, el tiempo de ejecución, la SSB virgen y final, los parámetros que tocan los límites, las cantidades derivadas y el estatus relativo.

Tabla 19. Modelos SS3: cantidades derivadas y valores de los elementos de referencia.

Tabla 20. Elementos de referencia estimados por el caso base del modelo VPA con el Cluster 1.

Tabla 21. Elementos de referencia estimados por el caso base del modelo VPA con el Cluster 2.

Tabla 22. Asignaciones de captura por flota para los ensayos de proyección de SS.

FIGURES

Figure 1. Modèles de croissance considérés dans l'évaluation, y compris le modèle de croissance préféré (Gascuel et al.,1992), le modèle de Draganik et Pelczarski (1984), utilisés dans certains scénarios de sensibilité et les deux modèles employés dans SS, un modèle apparenté à Gascuel et un modèle à plusieurs stances estimé avec SS.

Figure 2. Prise nominale d'albacore de la Tâche I (1950 – 2014) par types d'engins de pêche principaux.

Figure 3. Prise par taille estimée d'albacore 1960-2014.

Figure 4. Distribution des fréquences de taille des captures d'albacore à partir des données d'échantillonnage des tailles 1956-2014.

Figure 5. Indices utilisés pour l'évaluation des stocks dans son ensemble et par cluster 1 et cluster 2. D'anciens indices à la senne sont également représentés et ont été utilisés dans le scénario de continuité. Plusieurs autres anciens indices (non montrés) ont été utilisés dans le cas de base du modèle de continuité et ils ont été auparavant décrits (évaluation de l'albacore, Anon. 2012).

Figure 6. Tendances des CPUE combinées pour le modèle ASPIC par rapport à celles de la dernière évaluation. En haut : augmentation annuelle de q pour les senneurs, 3% ; en bas : augmentation annuelle de q pour les senneurs, 7%.

Figure 7. Ajustements de la VPA aux indices d'abondance du cluster 1.

Figure 8. Ajustements de la VPA aux indices d'abondance du cluster 2.

Figure 9. Analyses rétrospectives de la VPA sur la SSB et le recrutement pour le cas de base du modèle du cluster 1 (panneaux de gauche) et le cas de base du modèle du cluster 2 (panneaux de droite).

Figure 10. Ajustements de la VPA aux indices d'abondance du scénario de sensibilité du cluster 1.

Figure 11. Ajustements de la VPA aux indices d'abondance du cas de continuité.

Figure 12. Trajectoires de B-ratio (B/B_{PME}) et F-ratio (F/F_{PME}) avec des limites de confiance de 80% (lignes en pointillés) pour les scénarios d'ASPIC. Le cas de base sélectionné était le modèle Cluster1_FOX où les indices ont été pondérés à parts égales (panneau supérieur droit).

Figure 13. Diagramme de Kobe I pour le scénario du cas de base du modèle ASPIC.

Figure 14. Trajectoires de B-ratio (B/B_{PME}) et F-ratio (F/F_{PME}) avec des limites de confiance de 80% (lignes en pointillés) pour les scénarios de continuité d'ASPIC.

Figure 15. Comparaison des résultats des scénarios de continuité d'ASPIC (B-ratio et F-ratio) avec ceux de l'évaluation de 2011. Violet : évaluation de 2011 ; vert : évaluation actuelle.

Figure 16. Résultats des analyses de sensibilité pour deux scénarios avec le modèle ASPIC en ce qui concerne l'albacore.

Figure 17. Résultats des analyses rétrospectives pour le modèle ASPIC en ce qui concerne l'albacore.

Figure 18. Recrutement pour le cas de base du modèle (scénario_01 et scénario_05) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique.

Figure 19. Biomasse reproductrice (ligne bleue continue) avec un intervalle de confiance de 80% (ligne en pointillés) à partir de l'analyse par bootstrap (1.000 répétitions) pour le cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore de l'Atlantique.

Figure 20. Ratio de la biomasse reproductrice exploitée et inexploitée pour le cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique.

Figure 21. Mortalité par pêche par flottille pour le cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique.

Figure 22. SSB/SSB_{PME} (ligne bleue continue) avec un intervalle de confiance de 80% (ligne en pointillés) à partir de l'analyse par bootstrap (1.000 répétitions) pour le cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore de l'Atlantique.

Figure 23. F/F_{PME} (ligne bleue continue) avec un intervalle de confiance de 80% (ligne en pointillés) à partir de l'analyse par bootstrap (1.000 répétitions) pour le cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore de l'Atlantique.

Figure 24. Trajectoires de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} pour le cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique. Le grand point rouge indique l'état du stock en 2014.

Figure 25. Distributions de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} en 2014 à partir des examens par bootstrap (1.000 répétitions) pour le cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore de l'Atlantique. Les grands points bleus et jaunes indiquent les estimations ponctuelles en 2014 de l'analyse ASPM pour les deux cas de base du modèle.

Figure 26. Ajustement du modèle (ligne noire) aux CPUE standardisées (cercle rouge et bleu) du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore de l'océan Atlantique.

Figure 27. Ajustement du modèle (barre orange) à la prise par âge globale (barre bleue) par flottille du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore de l'océan Atlantique.

Figure 28. Schéma résiduel historique pour la prise par âge par flottille du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique. Les valeurs résiduelles positives sont représentées par des cercles noirs (observations plus grandes que les prédictions du modèle).

Figure 29. Relation stock-recrutement (deux panneaux supérieurs) et valeur résiduelle du recrutement historique (deux panneaux inférieurs) du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique. Dans les panneaux supérieurs, la ligne noire continue signifie la courbe escomptée de la formulation stock-recrutement de Beverton-holt, les cercles rouges et les cercles bleus signifient l'estimation ponctuelle du modèle.

Figure 30. Courbes de sélectivité par flottille estimées par le cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique.

Figure 31. Schémas rétrospectifs de la SSB, du recrutement, de SSB/SSB_{PME} , F/F_{PME} du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique.

Figure 32. Analyses de sensibilité sur la steepness pour la SSB, le recrutement, SSB/SSB_{PME} , F/F_{PME} du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique.

Figure 33. Analyses de sensibilité sur le vecteur de mortalité naturelle (M) pour la SSB, le recrutement, SSB/SSB_{PME} , F/F_{PME} du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique.

Figure 34. Analyses de sensibilité sur le type de prise par âge (CAA) pour la SSB, le recrutement, SSB/SSB_{PME} , F/F_{PME} du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique. Les types de CAA sont expliqués comme suit : 01_Cont : même formulation qu'à la réunion de 2011 en utilisant le modèle de croissance à deux stances de Gascuel sans vecteur M dans la détermination de l'âge ; 03_DrwithM : modèle de croissance de Draganik von Bertalanffy incluant le vecteur M ; et, 05_GawithM : modèle de croissance à deux stances de Gascuel incluant le vecteur M.

Figure 35. Sensibilité des tendances de la SSB, du recrutement, de SSB/SSB_{PME} , F/F_{PME} à l'année initiale de l'indice palangrier japonais. La comparaison a été réalisée en utilisant le scénario_01 de l'ASPM, Cluster 1. Le cas de base du modèle a utilisé l'indice japonais développé pour la période 1976-2014 (orange). Le scénario de sensibilité (bleu) a utilisé une version de l'indice palangrier japonais dotée d'une période plus longue (1965-2014).

Figure 36. Analyses de sensibilité sur sigmaR (déviation standard pour les fluctuations du recrutement du stock) pour la SSB, le recrutement, SSB/SSB_{PME} , F/F_{PME} du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique.

Figure 37. Analyses de sensibilité (analyse par eustachage) sur l'indice pour la SSB, le recrutement, SSB/SSB_{PME} , F/F_{PME} du cas de base du modèle (scénario_01 (cluster 1) et scénario_05 (cluster 2)) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique. Chaque scénario a exclu un indice à la fois du cas de base du modèle.

Figure 38. Modèle SS3 : Profils de vraisemblance de R0 et de steepness pour le modèle du cluster 1.

Figure 39. Modèle SS3 : Profils de vraisemblance de R0 et de steepness pour le modèle du cluster 2.

Figure 40. Modèle SS3 : Analyse rétrospective du cluster 1 avec la croissance estimée (en haut) et avec la croissance fixée à des valeurs estimées et les données de composition démographique supprimées (en bas).

Figure 41. Modèle SS3 : Analyse rétrospective du cluster 2 avec la croissance estimée (en haut) et ensuite avec la croissance fixée à des valeurs estimées et les données de composition démographique supprimées (en bas).

Figure 42. Modèle SS3 : Ajustements aux séries de CPUE dans le cluster 1.

Figure 43. Modèle SS3 : Ajustements aux indices pour le cluster 2.

Figure 44. Modèle SS3 : Sélectivités estimées par flottille pour le cluster 1.

Figure 45. Modèle SS3 : Ajustements à la composition des tailles agrégées pour toutes les années en général pour le cluster 1.

Figure 46. Modèle SS3 : Ajustements à la composition des tailles agrégées pour toutes les années en général pour le cluster 2.

Figure 47. Modèle SS3 : Valeurs résiduelles de Pearson de la composition globale des tailles par flottille et année pour le cluster 1.^o

Figure 48. Modèle SS3 : Relation reproducteurs-recrues et écarts de recrutement pour le cluster 1 (en haut) et le cluster 2 (en bas). Les deux scénarios postulent une steepness de 0,9. Les points bleus sont les écarts de recrutement estimés avec un ajustement des biais.

Figure 49. Modèle SS3 : a) série temporelle de la biomasse totale, b) biomasse reproductrice, c) biomasse reproductrice par rapport à biomasse vierge, d) recrues, e) recrues par saison de naissance, et f) taux d'exploitation pour le cluster 1.

Figure 50. Modèle SS3 : a) série temporelle de la biomasse totale, b) biomasse reproductrice, c) biomasse reproductrice par rapport à biomasse vierge, d) recrues, e) recrues par saison de naissance, et f) taux d'exploitation pour le cluster 2.

Figure 51. Modèle SS3 : a) série temporelle de la biomasse reproductrice totale, b) biomasse reproductrice par rapport à biomasse vierge, c) 1-Spr utilisé comme indice approchant de F, d) recrues, e) recrues par saison de naissance, et f) taux d'exploitation et histogramme de la biomasse reproductrice vierge et R0 vierge estimés pour le cluster 1 et le cluster 2.

Figure 52. Modèle SS3 : Diagramme de phases de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} dans la trajectoire de 60 ans avec de l'incertitude entourant le dernier point (l'incertitude a été créée à l'aide d'une distribution normale bivariée sur F/F_{PME} et SSB/SSB_{PME} , et la covariance correspondante entre les deux paramètres dérivés de gestion). Ces résultats sont basés sur le cluster 1.

Figure 53. Modèle SS3 : Diagramme de phases de SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} dans la trajectoire de 60 ans avec de l'incertitude entourant le dernier point (l'incertitude a été créée à l'aide d'une distribution normale bivariée sur F/F_{PME} et SSB/SS_{PME} , et la covariance correspondante entre les deux paramètres dérivés de gestion). Ces résultats sont basés sur le cluster 2.

Figure 54. Modèle SS3 : F/F_{PME} , SSB/SSB_{PME} , recrues et SSB pour 500 bootstraps avec des intervalles de confiance supérieurs et inférieurs de 80%. La ligne sombre est le scénario déterministe pour le cluster 1 (rangée supérieure) et le cluster 2 (rangée inférieure). La ligne rouge est la médiane des bootstraps.

Figure 55. Modèle SS3 : La variation dans la PME, la prise prédite en 2017 à F_{PME} , F_{PME} , SSB_{PME} , SSB/SSB_{PME} projetée en 2022 avec une estimation spécifique à l'année de F_{PME} et une allocation relative des captures entre les flottilles et SSB_{vierge} pour le Cluster 1 provenant des estimations spécifiques à l'année de F relatif et de la sélectivité.

Figure 56. Modèle SS3 : La variation dans la PME, la prise prédite en 2017 à F_{PME} , F_{PME} , SSB_{PME} , SSB/SSB_{PME} en 2014 et la SSB vierge pour le cluster 2 provenant des estimations spécifiques à l'année de F relatif et de la sélectivité.

Figure 57. Modèle SS3 : Diagramme de Kobe pour le cluster 1 et le cluster 2. Les intervalles de confiance autour de l'estimation de l'année terminale (2014) sont obtenus à partir de 500 bootstraps. Les points gris sont des estimations par bootstrap de l'année terminale. La trajectoire est le scénario déterministe ajusté pour chaque estimation spécifique à l'année de F_{PME} et SSB_{PME} et le "+" blanc dénote l'estimation déterministe de l'année terminale.

Figure 58. Abondance par âge estimée pour le cas de base du modèle VPA avec le cluster 1.

Figure 59. Abondance estimée à l'âge par le cas de base du modèle VPA avec le cluster 2.

Figure 60. Mortalité par pêche à l'âge estimée par le cas de base du modèle VPA avec le cluster 1 (panneau de gauche) et le cluster 2 (panneau de droite).

Figure 61. Biomasse du stock reproducteur estimée par le cas de base du modèle VPA avec le cluster 1 (panneau de gauche) et le cluster 2 (panneau de droite).

Figure 62. Recrutement estimé par le cas de base du modèle VPA avec le cluster 1 (panneau de gauche) et le cluster 2 (panneau de droite).

Figure 63. Tendances de SSB_{2014}/SSB_{PME} et F_{actuel} par rapport à F_{PME} pour le modèle VPA utilisant les indices du cluster 1.

Figure 64. Tendances de SSB_{2014}/SSB_{PME} et F_{actuel} par rapport à F_{PME} pour le modèle VPA utilisant les indices du cluster 2.

Figure 65. Modèles VPA : Estimations annuelles de SSB_{PME} et F_{PME} ajustés pour la sélectivité.

Figure 66. Modèles VPA : Estimations annuelles de l'état des stocks ("Snail Tracks") ajustées pour les changements annuels de sélectivité (ligne noire), et estimations de 1.000 bootstraps (bleu) de l'état des stocks dans l'année terminale (SSB_{2014}/SSB_{PME} et F_{actuel}/F_{PME}).

Figure 67. Estimations de F à l'âge (panneau supérieur gauche), de la biomasse du stock reproducteur (panneau supérieur droit) et du recrutement (panneau inférieur) par le scénario de sensibilité de la VPA.

Figure 68. Estimations de F à l'âge (panneau supérieur gauche), de la biomasse du stock reproducteur (panneau supérieur droit) et du recrutement (panneau inférieur) par le scénario de continuité de la VPA.

Figure 69. Projection future de B-ratio (B/B_{PME}), F-ratio (F/F_{PME}) et de la production prédite pour le scénario du cas de base du modèle ASPIC avec une prise constante ou un F constant.

Figure 70. Projections futures du cas de base du modèle (scénario_01 et scénario_05) de l'analyse ASPM en ce qui concerne l'albacore dans l'océan Atlantique. La prise constante de 50.000 (50K) à 200.000 (200K) t de 10.000 t en 10.000 t et avec une proportion de captures par flottille comme moyenne de 2013 à 2015.

Figure 71. Modèle SS3 : Les projections déterministes de F/F_{PME} , SSB/SSB_{PME} , recrues et SSB ont fixé les quotas entre 60.000 et 150.000 t. La ligne en gris foncé est le scénario déterministe projeté à F_{PME} pour le cluster 1 (rangée supérieure) et le cluster 2 (rangée inférieure). Cluster 1 (rangée supérieure) et cluster 2 (rangée inférieure). Il a été postulé que les prises de 2015 et 2016 s'élevaient à 110.337 t.

Figure 72. VPA Cluster 1 : Projections de la biomasse totale, de la biomasse exploitable, de SSB/SSB_{PME} , de F par rapport à F_{PME} et du recrutement.

Figure 73. VPA Cluster 2 : Projections de la biomasse totale, de la biomasse exploitable, de SSB/SSB_{PME} , de F par rapport à F_{PME} et du recrutement.

FIGURAS

Figura 1. Modelos de crecimiento considerados en la evaluación, incluido el modelo preferido de crecimiento (Gascuel *et al.* 1992), el modelo de Draganik y Pelczarski (1984), usados en algunos ensayos de sensibilidad y los dos modelos usados en SS, uno tipo Gascuel y otro un modelo multiestanza estimado con SS.

Figura 2. La captura nominal de rabil a partir de la Tarea I (1950-2014) por principales tipos de artes.

Figura 3. Captura por talla estimada para el rabil, 1960-2014.

Figura 4. Distribución de frecuencias de tallas de capturas de rabil a partir de datos de muestreo de tallas, 1956-2014.

Figura 5. Índices utilizados para la evaluación de stock en conjunto y por Cluster 1 y Cluster 2. Se muestran también los índices de cerco antiguos que fueron usados en el caso de continuidad. En los casos de continuidad del modelo se utilizaron otros índices antiguos (no aparecen) que han sido previamente descritos (Anón. 2012).

Figura 6. Tendencia de CPUE combinadas para el modelo ASPIC comparada con las de la última evaluación. Superior: incremento anual en q para el cerco, 3%. Inferior: incremento anual en q para el cerco, 7%.

Figura 7. Ajustes del VPA a los índices de abundancia del Cluster 1.

Figura 8. Ajustes del VPA a los índices de abundancia del Cluster 2.

Figura 9. Análisis retrospectivos del VPA en la SSB y el reclutamiento para el caso base del modelo con el Cluster 1 (paneles izquierdos) y para el caso base del modelo con el Cluster 2 (paneles derechos).

Figura 10. Ajuste del VPA a los índices de abundancia del ensayo de sensibilidad con el Cluster 1.

Figura 11. Ajuste del VPA a los índices de abundancia del caso de continuidad.

Figura 12. Trayectorias de la ratio de B (B/B_{RMS}) y de la ratio de F (F/F_{RMS}) con límites de confianza del 80% (líneas discontinuas) para los ensayos de ASPIC. El caso base seleccionado fue el Cluster1_FOX, en el que los índices se ponderaron igualmente (panel superior derecho).

Figura 13. Diagrama de Kobe I para el caso base del modelo ASPIC.

Figura 14. Trayectorias de la ratio de B (B/B_{RMS}) y de la ratio de F (F/F_{RMS}) con límites de confianza del 80% (líneas discontinuas) para los ensayos de continuidad de ASPIC.

Figura 15. Comparación de los resultados de los ensayos de continuidad de ASPIC (ratio de B y ratio de F) con los de la evaluación de 2011. Morado: evaluación de 2011. Verde: evaluación actual.

Figura 16. Resultados de los análisis de sensibilidad para los dos escenarios del modelo ASPIC para el rabil.

Figura 17. Resultados de los análisis retrospectivos para el modelo ASPIC para el rabil.

Figura 18. Reclutamiento para los casos base del modelo (Ensayo_01 y Ensayo_05) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 19. Biomasa reproductora (línea azul continua) con el intervalo de confianza del percentil 80 (línea de puntos) a partir de los análisis de bootstrap (1.000 réplicas) para los casos base (Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 20. Ratio de biomasa reproductora explotada y no explotada para los casos base del modelo (Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 21. Mortalidad por pesca por flota para los casos base del modelo (Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 22. SSB/SSB_{RMS} (línea azul continua) con el intervalo de confianza del percentil 80 (línea de puntos) a partir de los análisis de bootstrap (1.000 réplicas) para los casos base (Ensayo_01(Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 23. F/F_{RMS} (línea azul continua) con el intervalo de confianza del percentil 80 (línea de puntos) a partir de los análisis de bootstrap (1.000 réplicas) para los casos base (Ensayo_01(Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 24. Trayectorias de SSB/SSB_{RMS} y F/F_{RMS} para los casos base del modelo (Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico. El punto rojo grande indica la situación del stock en 2014.

Figura 25. Distribuciones de SSB/SSB_{RMS} y F/F_{RMS} en 2014 a partir de lo análisis de bootstrap (1.000 réplicas) para los casos base del modelo ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico. Los puntos grandes azul y amarillo indican las estimaciones de los valores puntuales en 2014 del análisis ASPM para ambos casos base.

Figura 26. Ajuste del modelo (línea negra) a las CPUE estandarizadas (círculo rojo y azul) de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 27. Ajuste del modelo (barra naranja) a la captura por edad total (barra azul) por flota de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 28. Patrón residual histórico para la captura por edad por flota de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico. Los valores residuales positivos se muestran como círculos negros (observaciones mayores que las predicciones del modelo).

Figura 29. Relación stock-reclutamiento (2 paneles superiores) y valor residual del reclutamiento histórico (2 paneles inferiores) de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico. En los paneles superiores, la línea negra continua representa la curva prevista de la formulación stock-reclutamiento de Beverton-Holt, los círculos rojos y azules representan la estimación puntual del modelo.

Figura 30. Curvas de selectividad por flota estimadas por los casos base del modelo (Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 31. Patrones retrospectivos para la SSB, el reclutamiento, la SSB/SSB_{RMS} y la F/F_{RMS} de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 32. Análisis de sensibilidad sobre la inclinación para la SSB, el reclutamiento, la SSB/SSB_{RMS} y la F/F_{RMS} de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 33. Análisis de sensibilidad sobre el vector de mortalidad natural (M) para la SSB, el reclutamiento, la SSB/SSB_{RMS} y la F/F_{RMS} de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 34. Análisis de sensibilidad sobre el tipo de captura por edad (CAA) para la SSB, el reclutamiento, la SSB/SSB_{RMS} y la F/F_{RMS} de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico. Los tipos de CAA son los siguientes: 01_Cont: misma formulación que en la reunión de 2011 usando el modelo de crecimiento de dos estanzas de Gascuel sin vector M en la determinación de la edad; 03_DrwithM: modelo de crecimiento de Draganik von Bertalanffy incluyendo el vector M ; y, 05_GawithM: modelo de crecimiento de dos estanzas de Gascuel incluyendo el vector M .

Figura 35. Sensibilidad de las tendencias de la SSB, el reclutamiento, la SSB/SSB_{RMS} y la F/F_{RMS} al año inicial del índice de palangre japonés. La comparación se realizó usando el Ensayo_01 del ASPM con el Cluster 1. El caso base del modelo utilizó el índice japonés desarrollado para el periodo 1976-2014 (naranja). El ensayo de sensibilidad (azul) utilizó una versión del índice de palangre japonés con un periodo más largo (1965-2014).

Figura 36. Análisis de sensibilidad sobre σ_R (desviación estándar para las fluctuaciones del reclutamiento del stock) para la SSB, el reclutamiento, la SSB/SSB_{RMS} y la F/F_{RMS} de los casos base ((Ensayo_01 (Cluster 1) y Ensayo_05 (Cluster 2)) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico.

Figura 37. Análisis de sensibilidad (análisis Jacknife) sobre el índice para la SSB, el reclutamiento, la SSB/SSB_{RMS} y la F/F_{RMS} de los casos base (Ensayo_01 y Ensayo_05) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico. Cada ensayo excluye solo un índice de los casos base del modelo cada vez.

Figura 38. Modelo SS3: perfiles de verosimilitud de R_0 y de inclinación para el modelo con Cluster 1.

Figura 39. Modelo SS3: perfiles de verosimilitud de R_0 y de inclinación para el modelo con Cluster 2.

Figura 40. Modelo SS3: Análisis retrospectivo del Cluster 1 con el crecimiento estimado (superior) y con el crecimiento fijado en valores estimados y los datos de composición por edades eliminados (inferior).

Figura 41. Modelo SS3: Análisis retrospectivo del Cluster 2 con el crecimiento estimado (superior) y con el crecimiento fijado en valores estimados y los datos de composición por edades eliminados (inferior).

Figura 42. Modelo SS3: Ajustes a las series de CPUE en el Cluster 1.

Figura 43. Modelo SS3: Ajustes a los índices para el Cluster 2.

Figura 44. Modelo SS3: Selectividades estimadas por flota para el Cluster 1.

Figura 45. Modelo SS3: Ajustes a la composición por tallas agregadas global para todos los años para el Cluster 1.

Figura 46. Modelo SS3: Ajustes a la composición por tallas agregadas global para todos los años para el Cluster 2.

Figura 47. Modelo SS3: Valores residuales de Pearson de la composición general de tallas por flota y año para el Cluster 1.

Figura 48. Modelo SS3: Relación reproductor-recluta y desviaciones del reclutamiento para el Cluster 1 (arriba) y el Cluster 2 (abajo). Ambos ensayos asumen una inclinación de 0,9. Los puntos azules son las desviaciones del reclutamiento estimadas con un ajuste del sesgo.

Figura 49. Modelo SS3: a) Serie temporal de biomasa total, b) biomasa reproductora, c) biomasa reproductora respecto a virgen, d) reclutas, e) reclutas por temporada de nacimiento y f) tasa de explotación para el Cluster 1.

Figura 50. Modelo SS3: a) Serie temporal de biomasa total, b) biomasa reproductora, c) biomasa reproductora respecto a virgen, d) reclutas, e) reclutas por temporada de nacimiento y f) tasa de explotación para el Cluster 2.

Figura 51. Modelo SS3: a) Serie temporal de biomasa reproductora total, b) biomasa reproductora, c) 1-SPR usado como una aproximación para F , d) reclutas, e) reclutas por temporada de nacimiento y f) tasa de explotación e histograma de la biomasa reproductora virgen y R_0 virgen estimados para el Cluster 1 y el Cluster 2.

Figura 52. Modelo SS3: Diagrama de fase de SSB/SSB_{RMS} y F/F_{RMS} durante la trayectoria de 60 años con incertidumbre en el último punto (la incertidumbre fue generada usando una distribución normal bivariable sobre F/F_{RMS} y SSB/SSB_{RMS} , y la correspondiente covarianza entre los 2 parámetros de ordenación derivados). Estos resultados se basan en el Cluster 1.

Figura 53. Modelo SS3: Diagrama de fase de SSB/SSB_{RMS} y F/F_{RMS} durante la trayectoria de 60 años con incertidumbre en el último punto (la incertidumbre fue generada usando una distribución normal bivariable sobre F/F_{RMS} y SSB/SSB_{RMS} , y la correspondiente covarianza entre los 2 parámetros de ordenación derivados). Estos resultados se basan en el Cluster 2.

Figura 54. Modelo SS3: F/F_{RMS} , SSB/SSB_{RMS} , reclutas y SSB para 500 bootstraps con intervalos de confianza superiores e inferiores del 80%. La línea oscura es el ensayo determinista para el Cluster 1 (fila superior) y el Cluster 2 (fila inferior). La línea roja es la mediana del bootstrap.

Figura 55. Modelo SS3: Variación en RMS, captura prevista en 2017 en F_{RMS} , F_{RMS} , SSB_{RMS} , SSB/SSB_{RMS} proyectada en 2022 con una estimación específica del año de F_{RMS} y asignación relativa de captura entre las flotas y SSB_{virgen} para el Cluster 1 obtenidas a partir de estimaciones específicas del año de la F relativa y la selectividad.

Figura 56. Modelo SS3: Variación en RMS, captura prevista en 2017 en F_{RMS} , F_{RMS} , SSB_{RMS} , SSB/SSB_{RMS} en 2014 y SSB virgen para el Cluster 2 obtenidas a partir de estimaciones específicas del año de la F relativa y la selectividad.

Figura 57. Modelo SS3: Diagrama de Kobe para el Cluster 1 y el Cluster 2. Los intervalos de confianza alrededor de la estimación del año terminal (2014) se han obtenido a partir de 500 bootstraps. Los puntos grises son las estimaciones por bootstrap del año terminal. La trayectoria es el ensayo determinista ajustado para cada estimación de F_{RMS} y SSB_{RMS} específica del año y la "+" blanca indica la estimación determinista del año terminal.

Figura 58. Abundancia por edad estimada por el caso base del modelo VPA con el Cluster 1.

Figura 59. Abundancia por edad estimada por el caso base del modelo VPA con el Cluster 2.

Figura 60. Mortalidad por pesca por edad estimada por los casos base del modelo VPA con el Cluster 1 (panel izquierdo) y el Cluster 2 (panel derecho).

Figura 61. Biomasa reproductora del stock (SSB) estimada por los casos base del modelo VPA con el Cluster 1 (panel izquierdo) y el Cluster 2 (panel derecho).

Figura 62. Reclutamiento estimado por los casos base del modelo VPA con el Cluster 1 (panel izquierdo) y el Cluster 2 (panel derecho).

Figura 63. Tendencias en SSB_{2014}/SSB_{RMS} y F_{actual} en relación con F_{RMS} para el modelo VPA usando los índices del Cluster 1.

Figura 64. Tendencias en SSB_{2014}/SSB_{RMS} y F_{actual} en relación con F_{RMS} para el modelo VPA usando los índices del Cluster 2.

Figura 65. Modelos VPA: Estimaciones anuales de SSB_{RMS} y F_{RMS} ajustadas para la selectividad.

Figura 66. Modelos VPA: Estimaciones anuales del estado del stock ("Snail Tracks") ajustadas por los cambios anuales en la selectividad (línea negra) y 1000 estimaciones por bootstrap (azul) del estado del stock el año terminal (SSB_{2014}/SSB_{RMS} y F_{actual}/F_{RMS}).

Figura 67. F por edad estimada (panel superior izquierdo), biomasa del stock reproductor (panel superior derecho) y reclutamiento (panel inferior) según el ensayo de sensibilidad del VPA.

Figura 68. F por edad estimada (panel superior izquierdo), biomasa del stock reproductor (panel superior derecho) y reclutamiento (panel inferior) según el ensayo de continuidad del VPA.

Figura 69. Proyección futura de la ratio de B (B/B_{RMS}), la ratio de F (F/F_{RMS}) y el rendimiento predicho para el caso base del modelo ASPIC con una captura constante o una F constante.

Figura 70. Proyecciones futuras de los casos base del modelo (Ensayo_01 y Ensayo_05) del análisis ASPM para el rabil del Atlántico. Captura constante desde 50.000 (50 K) a 200.000 (200 K) t, de 10.000 t en 10.000 t, con una proporción de la captura por flota como la media de 2013 a 2015.

Figura 71. Modelo SS3: Las proyecciones deterministas de F/F_{RMS} , SSB/SSB_{RMS} , reclutas y SSB fijaron cuotas entre 60 y 150 mil t. La línea gris oscura es el ensayo determinista proyectado a F_{RMS} para el Cluster 1 (fila superior) y el Cluster 2 (fila inferior). Se asumió que las capturas en 2015 y 2016 eran de 110.337 t.

Figura 72. VPA Cluster 1: Proyecciones de la biomasa total, biomasa capturable, SSB/SSB_{RMS} , F relativa a F_{RMS} y reclutamiento.

Figura 73. VPA Cluster 2: Proyecciones de la biomasa total, biomasa capturable, SSB/SSB_{RMS} , F relativa a F_{RMS} y reclutamiento.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Listes des documents et des présentations.

Appendice 4. Recommandations spécifiques aux indices.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos y presentaciones.

Apéndice 4. Recomendaciones específicas para índices.

Table 1. Summary of biological parameters accepted for use in 2016 stock assessments.

<i>Parameter</i>	<i>Yellowfin</i>
Natural mortality (2016 decision)	Lorenzen M based upon the Gascuel <i>et al.</i> , 1992 growth curve with $t_{max}=10$.
Assumed “birth date” of age 0 fish (2011)	February 14 (approximate mid-point of the peak spawning season).
Plus group (2011)	Evaluate the appropriate plus group, the group requires CAA to be through age 12
Growth rates (2016 decision)	Length at age was calculated from the Gascuel <i>et al.</i> , 1992 equation: $FL (cm) = 37.8 + 8.93 * t + (137.0 - 8.93 * t) * [1 - \exp(-0.808 * t)]^{7.49}$
Weights -at-age (2011)	Average weights-at-age were based on the Gascuel <i>et al.</i> , 1992 growth equation and the Caveriviere (1976) length-weight relationship: $W(kg) = 2.1527 \times 10^{-5} * L(cm)^{2.976}$
Maturity schedule (2016 decision)	Maturity will be based upon maturity at length as described in Diaha <i>et al.</i> , 2015: $P_{mature} = e^{\alpha+\beta L} / 1 + e^{\alpha+\beta L}$ Maturity at age will be estimated using the appropriate growth equation

Table 2. Maturity at age estimated using the length-based model of Diaha *et al.* 2015, and the growth models of Gascuel *et al.*, 1992 and Draganik and Pelczarski, 1984.

Age (years)	Gascuel	Drag&Pelc
0.00	0.000	0.000
0.25	0.000	0.000
0.50	0.000	0.000
0.75	0.000	0.001
1.00	0.000	0.003
1.25	0.000	0.008
1.50	0.000	0.022
1.75	0.001	0.056
2.00	0.003	0.137
2.25	0.012	0.296
2.50	0.044	0.528
2.75	0.143	0.748
3.00	0.377	0.887
3.25	0.688	0.954
3.50	0.889	0.982
3.75	0.967	0.993
4.00	0.991	0.997
4.25	0.997	0.999
4.50	0.999	1.000
4.75	1.000	1.000
5.00	1.000	1.000
5.25	1.000	1.000
5.50	1.000	1.000
5.75	1.000	1.000
6+	1.000	1.000

Table 3. Predicted length at age from different models used in the assessments, including the preferred growth model (Gascuel *et al.*, 1992), the model of Draganik and Pelczarski, 1984, used in some sensitivity runs and the two models used in SS, a Gascuel-like and a multi-stanza model estimated with SS.

<i>Age</i>	<i>Gascuel et al.</i>	<i>Draganik and Pelczarski</i>	<i>Gascuel-like</i>	<i>Multi-stanza</i>
0	38	0	25	10
1	48	60	55	48
2	78	101	78	77
3	120	129	102	116
4	148	149	147	136
5	163	162	164	146
6	170	172	172	149
7	173	178	174	151
8	174	182	175	153
9	175	186	175	155
10	175	188	175	160

Table 4. Task I nominal catches of yellowfin tuna 1950-2015 ICCAT database. 2015* indicates the estimated total removals by the Group; if a CPC did not reported catches for 2015, prior to the meeting and average of the last 3 years was estimated (shaded cells), total removals for 2015 were set at 110,337 t.

SpCearGrp	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983			
Total	1,200	1,358	2,787	3,600	3,407	4,300	6,597	23,698	40,581	57,769	68,493	58,803	57,523	64,598	66,928	67,721	58,736	60,225	84,323	94,571	74,455	74,465	94,628	95,133	107,141	124,796	124,960	131,013	134,044	127,517	130,743	136,138	165,243	165,611			
Purse seine																																					
Longline							612	13,886	29,949	51,882	57,121	48,762	46,692	45,154	40,327	40,843	27,916	24,423	32,229	34,479	30,994	31,234	30,720	33,146	32,282	29,659	25,611	27,036	20,862	16,054	19,259	19,309	20,382	14,375			
Bait boat						200	5,723	9,187	10,304	5,775	11,247	9,839	10,557	17,785	21,116	18,486	15,050	16,761	22,135	15,673	9,660	10,576	13,141	14,772	20,974	10,066	12,794	10,943	9,992	14,320	8,129	11,706	16,181	15,110			
Other surf.	1,200	1,358	2,787	3,600	3,407	4,100	262	625	328	112	125	202	274	160	134	113	112	101	100	105	414	420	409	411	453	481	661	1,409	1,430	3,817	1,459	6,989	4,506	6,637			
Flag	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983			
Angola	1,200	1,200	2,600	3,500	3,400	4,100	3,734	2,610	2,049	1,387	2,472	2,241	2,065	2,209	3,635	1,941	1,331	885	1,087	390	361	498	611	603	839	55	1,005	2,085	2,296	904	558	959	1,467	768			
Argentina																		23	139	100																	
Barbados																																					
Belize																																					
Benin																																					
Brazil																																					
Cambodia									1,740	5,920	4,700	4,400	1,400	2,400	1,624	696	464	812	812	464	812	347	233	153	232	260	715	1,302	852	1,008	2,084	1,979	2,844				
Canada																45	646	680	655	936	191	44		61			161		318								
Cape Verde																																					
Cayman Islands																																					
China PR																																					
Chinese Taipei																																					
Colombia													278	399	396	183	1,243	3,023	8,884	12,202	7,990	4,938	5,317	3,000	2,630	2,669	1,962	372	384	1,038	687	867	610	539			
Congo																																					
Côte d'Ivoire																																					
Cuba																																					
Curaçao																																					
Dominica																																					
Dominican Republic																																					
EU España																																					
EU Estonia																																					
EU France						200	2,100	6,900	8,300	4,500	8,900	7,800	6,100	13,050	18,970	18,959	20,678	28,123	25,973	19,783	19,719	24,318	25,142	31,370	37,589	42,262	39,550	44,169	38,689	43,371	44,787	36,350	38,304				
EU Ireland																																					
EU Latvia																																					
EU Lithuania																																					
EU Malta																																					
EU Netherlands																																					
EU Poland																																					
EU Portugal																																					
EU United Kingdom																																					
Faroe Islands																																					
FR St Pierre et Miquelon																																					
Gabon																																					
Gambia																																					
Georgia																																					
Ghana																																					
Grenada													100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Guatemala																																					
Guinea Equatorial																																					
Guinea Rep.																																					
Honduras																																					
Jamaica																																					
Japan							612	13,198	27,159	44,071	50,822	42,609	43,137	38,594	37,620	39,331	27,645	19,351	23,527	15,672	8,734	14,544	12,470	11,561	12,498	5,777	8,307	4,055	3,369	2,948	3,334	5,846	8,103	4,280			
Korea Rep.																		297	432	2,270	5,982	11,506	9,901	11,078	13,555	17,232	18,022	12,210	17,582	12,884	10,863	7,282	7,613	6,259	3,549		
Libya																																					

Table 5. Available CPUE indices.

	Japan_LL_65_14	C	Japan_LL_71_14	URU_LL_1		URU_LL_2		BR_LL		VEN_LL	CV	US_LL		US_LL		CH_TAI_LL_1_70_92		CH_TAI_LL_2_93_14_M2	CH_TAI_LL_2_93_14_M3	CH_TAI_LL_2_93_14_M4				
units	number		WT	weight		weig		numbe		numb		numb		weight		number		number		number				
SS	YES		NO	YES		YES		YES		YES		YES		NO		YES		no		no				
VPA	YES		NO	YES		YES		YES		YES		YES		NO		YES		no		no				
ASPIC	sens		YES	YES		YES		YES		YES		NO		YES		YES		no		no				
	scaled_i	C	scaled_ind	CV	CV	scale	CV	scaled	CV	scale	CV	scaled	CV	scaled	CV	scaled_i	CV	scaled_ind	CV	scaled_i	C	scaled_ind	CV	
1965	2.76																							
1966	2.21																							
1967	4.55																							
1968	3.68																							
1969	3.14																							
1970	2.12															2.03	0.07							
1971	1.99		95.88													1.26	0.08							
1972	1.68		83.42													1.24	0.08							
1973	1.44		62.98													1.30	0.09							
1974	2.17		111.63													0.77	0.08							
1975	1.17		53.90													0.78	0.08							
1976	1.58		66.97													0.97	0.08							
1977	0.84		35.76													0.80	0.08							
1978	1.45		58.60					2.28	0.34							0.81	0.08							
1979	1.91		69.18					2.92	0.40							0.87	0.10							
1980	1.23		42.91					1.84	0.52							0.91	0.08							
1981	1.21		43.45					2.70	0.37							0.80	0.08							
1982	1.09		39.97	245.39	0.51			1.86	0.40							0.79	0.08							
1983	1.22		41.01	68.62	0.57			1.79	0.44							0.74	0.08							
1984	1.59		53.37	41.02	0.57			1.49	0.58							0.77	0.08							
1985	0.81		29.61	81.20	0.55			1.09	0.76							0.68	0.08							
1986	1.59		53.55	128.61	0.56			1.72	0.66							0.94	0.08							
1987	1.56		54.18	65.90	0.57			3.39	0.47			10.69	0.1	412.33	0.1	0.93	0.08							
1988	1.43		49.11	147.29	0.60			1.87	0.58			11.08	0.1	418.80	0.1	0.83	0.13							
1989	1.09		37.22	49.03	0.68			2.20	0.62			10.55	0.0	398.69	0.1	0.74	0.12							
1990	2.05		67.70	20.84	0.63			4.17	0.69			8.78	0.1	331.45	0.1	0.92	0.10							
1991	1.42		47.30	157.28	0.58			2.37	0.47	5.79	0.22	7.00	0.1	267.31	0.1	1.41	0.09							
1992	1.23		40.09			191.5	0.6	1.19	0.65	5.06	0.22	8.20	0.1	315.00	0.1	1.21	0.09							
1993	0.67		20.58			34.80	0.7	5.13	0.61	3.94	0.22	5.76	0.1	194.27	0.1			1.03	0.10	0.85	0.	1.24	0.20	
1994	0.98		29.65			217.3	0.6	3.28	0.54	4.12	0.22	6.08	0.1	178.38	0.1			1.48	0.09	0.76	0.	2.74	0.19	

1995	0.66	20.38			139.9	0.6	3.31	0.51	3.80	0.22	7.02	0.1	254.15	0.1			1.99	0.08	0.65	0.	3.46	0.18
1996	0.66	20.89			228.8	0.6	5.47	0.48	5.46	0.23	4.81	0.1	218.72	0.1			1.77	0.08	0.87	0.	1.57	0.18
1997	0.58	17.15			146.7	0.6	3.75	0.48	4.02	0.22	5.38	0.1	211.46	0.1			1.51	0.08	0.76	0.	1.08	0.19
1998	0.66	19.11			196.9	0.6	2.35	0.52	4.60	0.22	4.18	0.1	146.12	0.1			1.26	0.09	1.04	0.	1.06	0.19
1999	0.81	23.31			118.9	0.6	3.88	0.45	5.47	0.22	5.39	0.1	217.83	0.1			0.92	0.08	0.86	0.	0.72	0.19
2000	0.82	21.71			138.0	0.6	3.33	0.49	5.82	0.23	5.87	0.1	212.11	0.1			1.07	0.08	0.96	0.	0.74	0.19
2001	0.74	19.88			102.2	0.6	2.31	0.65	4.97	0.22	5.18	0.1	207.90	0.1			0.70	0.09	0.78	0.	0.39	0.20
2002	0.68	18.14			45.14	0.6	2.00	0.75	5.29	0.22	5.08	0.1	168.87	0.1			0.94	0.08	0.97	0.	0.80	0.19
2003	0.80	21.57			66.60	0.6	1.94	0.91	3.45	0.22	4.62	0.1	137.82	0.1			1.06	0.09	1.22	0.	1.67	0.19
2004	1.00	27.84			58.47	0.6	1.64	0.62	4.82	0.22	7.45	0.1	268.81	0.1			1.19	0.08	0.89	0.	1.19	0.18
2005	0.80	22.82			126.5	0.6	1.59	0.54	8.72	0.22	6.62	0.1	237.11	0.1			1.60	0.08	1.03	0.	1.47	0.18
2006	0.89	24.50			101.2	0.6	2.27	0.43	6.58	0.22	6.69	0.1	254.55	0.1			0.98	0.09	0.96	0.	0.93	0.19
2007	0.90	25.51			56.94	0.6	1.58	0.84	10.50	0.22	7.39	0.1	305.25	0.1			0.73	0.09	0.98	0.	0.56	0.19
2008	0.80	25.01			30.47	0.6	1.68	0.88	7.13	0.22	3.72	0.1	160.73	0.1			0.46	0.10	2.77	0.	0.39	0.19
2009	0.71	21.19			3.56	0.6	1.08	0.95	5.85	0.22	4.07	0.1	137.64	0.1			0.55	0.10	2.35	0.	0.51	0.19
2010	0.67	18.61			60.32	0.7	0.59	0.40	5.55	0.22	5.17	0.1	191.26	0.1			0.58	0.10	1.47	0.	0.38	0.19
2011	1.12	31.18					1.45	0.60	4.96	0.22	4.97	0.1	175.47	0.1			0.67	0.09	1.24	0.	0.47	0.19
2012	1.28	31.16					2.19	0.52	5.36	0.22	6.26	0.1	230.89	0.1			0.52	0.10	1.41	0.	0.42	0.19
2013	1.68	44.47							5.50	0.22	5.86	0.1	229.78	0.1			0.79	0.09	0.74	0.	0.44	0.19
2014	1.20	38.97							6.28	0.22	4.98	0.1	192.82	0.1			0.51	0.11	0.82	0.	0.43	0.20

Table 6. Catches (t) of yellowfin tuna for each fleet used in ASPIC models.

	Chinese Taipei LL	US LL	Vene- zuela LL	Japan LL	Brazil LL	Urug uay LL	Other LL (Cluster 1)	Other LL (Cluster 2)	Other LL (Cluster 1 _Sens)	Surface
1950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,200
1951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,358
1952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,787
1953	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,600
1954	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,407
1955	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,300
1956	0	0	0	612	0	0	0	612	0	5,985
1957	0	0	688	13,19	0	0	0	13,886	0	9,812
1958	0	0	1,050	27,15	1,740	0	1,740	28,209	1,740	10,632
1959	0	111	1,780	44,07	5,920	0	5,920	45,962	5,920	5,887
1960	0	0	1,597	50,82	4,700	0	4,702	52,421	4,702	11,372
1961	0	0	1,728	42,60	4,400	0	4,425	44,362	4,425	10,041
1962	278	17	3,001	41,97	1,400	0	1,423	45,014	1,423	10,831
1963	399	8	2,781	37,71	2,400	0	4,249	42,355	4,249	19,444
1964	396	0	1,787	35,10	1,624	0	3,038	38,307	3,038	28,601
1965	183	0	1,657	36,91	696	0	2,085	39,964	2,085	26,878
1966	1,243	0	1,978	22,35	464	0	2,341	26,209	2,341	30,820
1967	3,023	0	1,637	12,82	812	0	6,939	20,588	6,939	35,802
1968	8,884	0	1,661	13,91	812	0	7,771	22,533	7,771	52,094
1969	12,202	0	2,268	9,966	464	0	10,043	21,813	10,043	60,092
1970	7,990	0	1,748	6,809	812	0	14,447	22,192	14,447	43,461
1971	4,938	0	2,149	10,62	347	0	13,518	25,949	13,518	43,231
1972	5,317	0	2,398	6,497	233	0	16,508	25,170	16,508	63,908
1973	3,000	0	1,921	3,803	153	0	24,422	29,993	24,422	61,987
1974	2,630	0	1,210	3,475	232	0	24,967	29,420	24,967	74,859
1975	2,669	0	563	4,192	260	0	22,235	26,730	22,235	95,137
1976	1,962	0	626	3,366	681	0	18,871	22,182	18,871	100,136
1977	372	0	827	1,467	928	0	22,903	24,269	22,903	105,444
1978	384	0	1,306	1,923	795	0	17,249	19,683	17,249	113,182
1979	1,038	0	1,000	1,986	1,076	0	12,030	13,940	12,030	111,463
1980	687	52	1,000	2,839	521	0	14,681	18,051	14,681	111,484
1981	867	45	1,000	4,145	1,159	67	13,252	17,216	13,252	136,829
1982	610	65	484	6,062	935	214	13,161	18,623	13,161	144,861
1983	539	165	1,248	2,069	887	357	10,354	12,592	10,354	151,236
1984	646	593	1,667	3,967	484	368	11,189	16,564	11,189	95,996
1985	926	738	1,626	5,308	515	354	11,677	18,480	11,677	136,342
1986	1,410	3,975	910	3,405	1,057	270	15,227	22,190	15,227	121,681
1987	902	4,888	646	3,365	653	109	11,147	19,284	11,147	124,403
1988	1,848	8,644	731	5,982	898	177	11,080	25,362	11,080	107,952
1989	858	6,247	497	6,970	1,126	64	10,467	22,991	10,467	137,353
1990	7,465	4,474	258	5,919	661	18	11,100	21,072	11,100	164,388
1991	4,172	4,141	338	4,718	582	62	9,813	18,366	9,813	144,340
1992	4,528	5,337	459	3,715	1,248	74	9,815	18,004	9,815	139,916
1993	4,196	3,886	707	3,096	1,514	20	8,777	14,932	8,777	142,785
1994	6,660	3,246	850	4,783	1,084	59	10,888	18,625	10,888	147,317
1995	4,698	3,645	687	5,227	1,312	53	10,652	18,845	10,652	129,679
1996	6,653	3,320	383	5,250	734	171	10,512	18,560	10,512	123,039
1997	4,466	3,773	381	3,539	849	53	9,878	16,670	9,878	115,337
1998	5,328	2,449	560	5,173	1,014	88	12,032	19,112	12,032	118,954
1999	4,411	3,541	504	3,405	2,930	45	15,193	19,668	15,193	109,271
2000	5,661	2,901	421	4,061	2,754	45	14,085	18,669	14,085	105,025
2001	4,805	2,200	451	2,691	4,883	90	12,295	12,664	12,295	131,013
2002	4,659	2,573	266	2,105	3,321	91	8,185	9,717	8,185	116,637
2003	6,486	2,164	323	2,754	1,940	95	7,623	10,829	7,623	103,100
2004	5,824	2,492	558	6,260	1,968	204	12,421	19,560	12,421	91,889
2005	3,596	1,746	833	4,247	4,695	644	11,349	12,836	11,349	79,980
2006	1,260	2,010	593	4,643	1,329	218	12,983	18,681	12,983	83,171
2007	1,947	2,395	613	9,037	1,552	35	13,009	23,466	13,009	68,962
2008	1,122	1,394	712	6,252	1,744	66	12,279	18,826	12,279	84,957
2009	1,391	1,686	898	4,994	1,039	76	11,208	17,671	11,208	93,259
2010	824	1,218	1,249	4,580	1,145	122	10,719	16,499	10,719	90,192
2011	1,768	1,462	1,090	4,454	1,794	24	8,513	13,701	8,513	85,351
2012	1,071	2,270	736	4,661	1,815	6	9,337	15,184	9,337	86,436
2013	1,260	1,544	738	4,577	1,584	0	9,851	15,126	9,851	79,299
2014	1,047	1,456	790	3,828	703	0	6,569	11,940	6,569	83,342

Table 7. List of CPUE indices used for creating combined CPUE for ASPIC continuity runs.

	<i>Abbreviation</i>	<i>Fleet</i>	<i>Source</i>
1	JPLL	Japan longline	JAP_CPUEN (column F)
2	BRLL	Brazil longline	BRA_LL (column K)
3	TLLE	Chinese Taipei longline	TAL_M1_CPUEN (column D)
4	TLLL		TAL_M4_CPUEN (column D)
5	GOLL	Gulf of Mexico longline	SCRS/2016/041 (Table 15) Stand. CPUE
6	ATLL	U.S. longline (Atl. only)	SCRS/2016/041 (Table 13) Stand. CPUE
7	ULLE	Uruguay longline	URU_LL_CPUEW (column F)
8	ULLL		URU_LL_CPUEW (column M)
9	VELL	Venezuela longline	VEN_LL_N (column H)
10	BRBB	Brazil baitboat	Relict Indices (column AS)
11	EDBB	EU Dakar baitboat	Relict Indices (column AG)
12	CIBB	Canarias Islands baitboat	Relict Indices (column AQ)
13	USRR	U.S. rod and reel recreational	Relict Indices (column F)
14	EPS3	EU purse seine 3%	ASPIC_combined_indexes_base_case2.xlsx worksheet (indexes base) (columns N)
15	EPS1	EU_PS_1%	ASPIC_combined_indexes_base_case2.xlsx worksheet (indexes base) (column O)
16	EPSF	ES_FAD_PS	ASPIC_combined_indexes_base_case2.xlsx worksheet (indexes base) (column P)
17	EPS7	EU purse seine 7%	ASPIC_combined_indexes_base_case2.xlsx worksheet (indexes base) (columns Q)
18	VEPS	Venezuela purse seine	Relict Indices (column AR)

Table 8. Weight (number of 5x5 latitude and longitude counts with yellowfin catch) of each index listed in Table 7, for creating combined CPUE for ASPIC continuity runs.

sequencial number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fleet	JPLL	BRLI	TILE	TLLI	GOLL	ATLL	ULLE	ULLL	VELL	BRBB	EDBB	CIBB	USRR	EPS3	EPS1	EPSF	EPS7	VEPS
1965	514																	
1966	363																	
1967	314																	
1968	304																	
1969	264										50							
1970	321		273								54							
1971	364		208								52			51			51	
1972	251		171								44			56			56	
1973	164		117								37			51			51	
1974	153		166								33			53			53	
1975	224		145								22			56			56	
1976	160		183								16			53			53	
1977	136		190								17			61			61	
1978	127		164								11			66			66	
1979	145		120								17			58			58	
1980	190		171								22	8		62			62	16
1981	244		189							17	4	8		92			92	16
1982	258		197				4			21	4	8		85			85	16
1983	198		154				4			16	20	8		102			102	22
1984	227		160				4			33	20	8		68			68	43
1985	308		187				4			32	12	8		67			67	76
1986	249	25	235				4			18	17	8	40	65			65	11
1987	232	33	180		24	98	4			25	12	8	40	60			60	10
1988	272	35	73		24	131	4			22	20	8	40	73			73	9
1989	305	28	66		24	132	4			27	16	8	40	59			59	8
1990	307	32	106		24	124	4			23	20	8	40	65			65	11
1991	350	49	229		24	97	4		6	23	12	8	40		68	68		8
1992	282	86	153		24	106		4	6	34	15	8	40		85.5	85.5		13
1993	255	145		200	24	106		4	7	27	10	8	40		87.5	87.5		13
1994	310	140		257	24	98		4	8	17	12	8	40		76	76		11
1995	308	141		248	24	114		4	8	20	15	8	40		98.5	98.5		11
1996	294	94		291	24	102		4	8	16	15	8	40		86.5	86.5		12
1997	296	98		283	24	115		4	8	10	13	8	40		72	72		9
1998	299	154		301	24	113		4	7	16	9	8	40		71.5	71.5		6
1999	271	258		333	24	74		4	30	5	12	8	40		58	58		10
2000	340	189		411	24	73		4	36	14	14	8	40		69	69		10
2001	332	190		338	24	77		4	23.5	14	12	8	40		84.5	84.5		11
2002	256	276		371	24	69		4	11	18	14	8	40		68	68		7
2003	282	142		291	24	50		4	26	36	15	8	40		70.5	70.5		9
2004	297	199		378	24	54		4	33	45	14	8	40		74	74		10
2005	292	252		363	24	144		4	45	192	14	8	40		59	59		18
2006	260	226		279	24	59		4	36	30	11	8	40		47.5	47.5		
2007	210	106		260	24	58		4	43	33	14	8	40		67.5	67.5		
2008	246	121		226	24	55		11	29	26	22	8	40		78	78		
2009	259	121		230	24	55		4	44	26	22	8	40		78	78		
2010	261	121		244	24	32		4	34	26	22	8	40		78	78		
2011	253	66		279	24	50			31		16							
2012	220	121		231	24	65			29		11							
2013	184	66		243	24	56			43		10							
2014	149	78		179	24	28			39		12							

Table 9. Combined CPUE used for ASPIC continuity runs with those for the last assessment.

<i>Year</i>	<i>2016_PS3%</i>	<i>2016_PS7%</i>	<i>2011_PS3%</i>	<i>2011_PS7%</i>
1965	1.9963	2.0374	2.5371	2.5806
1966	1.6014	1.6345	1.7646	1.7949
1967	3.2892	3.3570	3.4730	3.5326
1968	2.6630	2.7179	4.0188	4.1398
1969	2.0219	2.0673	3.4084	3.5290
1970	1.7313	1.7736	2.3406	2.5213
1971	1.3560	1.4459	1.7850	1.9131
1972	1.2432	1.3391	1.8943	2.0510
1973	1.1653	1.2620	1.5208	1.6543
1974	1.1563	1.2380	1.4841	1.6006
1975	0.8737	0.9249	1.2699	1.3505
1976	1.0927	1.1486	1.2444	1.3188
1977	0.8130	0.8499	1.0792	1.1379
1978	0.9484	0.9830	1.0652	1.1120
1979	1.1415	1.1684	1.3978	1.4374
1980	0.8884	0.9000	0.9281	0.9453
1981	0.9130	0.9170	1.3051	1.2835
1982	0.8259	0.8264	1.2021	1.1781
1983	0.8928	0.8800	1.1566	1.1183
1984	0.9581	0.9517	1.1754	1.1460
1985	0.7435	0.7392	1.0038	0.9802
1986	1.1176	1.1091	1.1826	1.1482
1987	1.0919	1.0820	1.1320	1.0998
1988	1.0208	0.9995	1.1687	1.1282
1989	0.8980	0.8830	1.1657	1.1313
1990	1.2525	1.2567	1.3632	1.3484
1991	1.0053	1.0243	1.0018	1.0045
1992	0.8723	0.8877	1.0250	1.0289
1993	0.8024	0.8149	0.8454	0.8517
1994	0.9698	0.9854	0.9084	0.9157
1995	0.8791	0.8932	0.8616	0.8685
1996	0.8186	0.8318	0.9601	0.9680
1997	0.6453	0.6557	0.8056	0.8122
1998	0.6181	0.6280	0.7126	0.7183
1999	0.7068	0.7182	0.7957	0.8020
2000	0.6315	0.6419	0.7447	0.7511
2001	0.4792	0.4871	0.5897	0.5947
2002	0.5382	0.5468	0.6711	0.6763
2003	0.7287	0.7405	0.7599	0.7661
2004	0.7157	0.7272	0.7978	0.8041
2005	0.6120	0.6209	0.5429	0.5459
2006	0.6403	0.6506	0.6314	0.6364
2007	0.5944	0.6042	0.7264	0.7326
2008	0.4779	0.4859	0.5634	0.5686
2009	0.4791	0.4872	0.6766	0.6827
2010	0.4507	0.4584	0.7575	0.7650
2011	0.5309	0.5400		
2012	0.6291	0.6396		
2013	0.6055	0.6157		
2014	0.5341	0.5432		

Table 10. Specification of ASPIC model runs.

<i>Model run</i>	<i>Cluster</i>	<i>B1/K</i>	<i>Production function</i>	<i>Weighting of fleets</i>	<i>Comment</i>
<i>1_Fox_eq</i>	<i>1</i>	<i>0.9</i>	<i>Fox</i>	<i>Equal</i>	<i>Base model</i>
1_Fox_cw	1	0.9	Fox	Catch	
1_Logi_eq	1	0.9	Logistic	Equal	
1_Logi_cw	1	0.9	Logistic	Catch	
2_Fox_eq	2	0.9	Fox	Equal	
2_Fox_cw	2	0.9	Fox	Catch	
2_Logi_eq	2	0.9	Logistic	Equal	
2_Logi_cw	2	0.9	Logistic	Catch	
1_sens_Fox_eq	1_sens	0.9	Fox	Equal	
1_sens_Fox_cw	1_sens	0.9	Fox	Catch	
1_sens_Logi_eq	1_sens	0.9	Logistic	Equal	
1_sens_Logi_cw	1_sens	0.9	Logistic	Catch	
JPN_7614_Logi	None	0.9	Logistic	None	1 fleet, only Japan LL CPUE (1976-2014)
JPN_7614_FOX	None	0.9	Fox	None	1 fleet, only Japan LL CPUE (1976-2014)
US_LL_logi	None	0.9	Logistic	None	1 fleet, only US LL CPUE
US_LL_FOX	None	0.9	Fox	None	1 fleet, only US LL CPUE
Comb_CPUE_PS3%_Logi	None	0.9	Logistic	None	1 fleet, combined CPUE with PS q 3% annual increase
Comb_CPUE_PS3%_Fox	None	0.9	Fox	None	1 fleet, combined CPUE with PS q 3% annual increase
Comb_CPUE_PS7%_Logi	None	0.9	Logistic	None	1 fleet, combined CPUE with PS q 7% annual increase
Comb_CPUE_PS7%_Fox	None	0.9	Fox	None	1 fleet, combined CPUE with PS q 7% annual increase

Table 11. Scenarios of sensitivity analyses for the ASPIC model runs for yellowfin tuna.

<i>Scenario</i>	<i>Abbreviation in the graph</i>
B1/K fix at 0.8	B1/K 0.8
B1/K fix at 1.0	B1/K 1.0
Drop index of Japan LL	no JPLL
Drop index of Taiwanese LL	no TWLL
Only with Taiwanese LL and JPN LL indices	only TWLL&JPLL
Drop index of US LL	no USLL
Drop index of Venezuela LL	no VenLL
Start year 1970	Start 1970

Table 12. Fleet descriptions and CPUE used for ASPM analysis in this study. For ease to compare the shaded right part of this table comes from worksheet "dsCDIS" of cdis_byFishery.csv. For some fleets the "time block" is applied for different selectivity period of same fleet. The original implementation of "cluster 2" included Uruguay longline (Fishery IDs 13 and 14), however they are included in other longline group in this study.

cluster 1 / sensitivity	time block	cluster 2	FisheryID	FisheryCode	Gear	School	FisheryCode2 (J.Walter)
01_PS	1965-1990 1991-2014	01_PS	1	PS-EU_early	PS	...	1_PS_ESFR2_6585 (early)
01_PS		01_PS	2	PS-EU_trans	PS	...	2_PS_ESFR2_8690 (transition)
01_PS		01_PS	3	PS-EU_fsc	PS	FSC	3_PS_ESFR2_9114 (Free school)
01_PS		01_PS	4	PS-EU_fad	PS	FAD	4_ESFR_FADS2_PS_9114
02_BB	1965-1970 1971-2014	02_BB	5	BBPS-GHA	BB+PS	...	5_BB+PS_Ghana_6514
02_BB		02_BB	6	BB_A2_SouthDakar	BB	...	6_BB area 2, south of Dakar
02_BB		02_BB	7	BB-Dakar_early	BB	...	7_BB_DAKAR_62_80
02_BB		02_BB	8	BB-Dakar_late	BB	...	8_BB_DAKAR_81_14
02_BB		02_BB	9	BB-CaAzMd	BB	...	9_BB_area1_can_AZ
03_LLJP		05_LLOT	10	LL_JPN_a1	LL	...	Japan_LL_75_14_area1
03_LLJP		05_LLOT	11	LL_JPN_a2	LL	...	Japan_LL_75_14_area2
03_LLJP		05_LLOT	12	LL_JPN_a3	LL	...	Japan_LL_75_14_area3
07_LLOT		05_LLOT	13	LL_URY_early	LL	...	URU_LL_1
07_LLOT		05_LLOT	14	LL_URY_late	LL	...	URU_LL_2
07_LLOT		03_LLBR	15	LL_BR	LL	...	BR_LL
04_LLVE		05_LLOT	16	LL_VEN	LL	...	VEN_LL
05_LLUS		05_LLOT	17	LL_US	LL	...	US_LL
06_LLTA	1965-1992	04_LLTA	18	LL_TAI_a1_early	LL	...	CH_TAI_LL_1_70_92_area1
06_LLTA	1993-2014	04_LLTA	19	LL_TAI_a1_late	LL	...	CH_TAI_LL_2_93_14_area1
06_LLTA	1965-1992	04_LLTA	20	LL_TAI_a2_early	LL	...	CH_TAI_LL_1_70_92_area2
06_LLTA	1993-2014	04_LLTA	21	LL_TAI_a2_late	LL	...	CH_TAI_LL_2_93_14_area2
06_LLTA	1965-1992	04_LLTA	22	LL_TAI_a3_early	LL	...	CH_TAI_LL_1_70_92_area3
06_LLTA	1993-2014	04_LLTA	23	LL_TAI_a3_late	LL	...	CH_TAI_LL_2_93_14_area3
07_LLOT		05_LLOT	24	LL_others	LL	...	OTHER_LL
08_OT	1965-1975	06_OT	25	RR_USA	RR (95% of oth)	...	US_RR
08_OT	1976-2014	06_OT	26	Others	oth	...	OTH_OTH

Table 13. VPA parameter specifications.

The methods of estimation include:

- 0 fixed constant at value given for best estimate
- 1 estimate as a 'frequentist' parameter
- n fix to the same value as parameter n (whether it is estimated or not)
- 0.1 fix to the value of the previous estimated parameter
- 0.1 estimate as a random walk (a lognormal random deviation with given std. dev. and prior expectation equal to the previous parameter)
- 0.2 estimate as a lognormal random deviation with given std. dev. and prior expectation equal to the nearest previous constant or frequentist parameter)
- 0.3 estimate as a lognormal random deviation with given std. dev. and prior expectation equal to the input best estimate)

TERMINAL F PARAMETERS: (lower bound, best estimate, upper bound, indicator, reference age)

1	0	0.1	2	1	0.1	first age (AGE 0 in this case)
1	0	0.5	2	1	0.1	
1	0	0.25	2	1	0.1	
1	0	0.35	2	1	0.1	
1	0	0.4	2	1	0.1	next to last age

F-RATIO PARAMETERS $F\{\text{oldest}\}/F\{\text{oldest}-1\}$ (lower bound, best estimate, upper bound, indicator, std. dev. of prior)

One parameter (set of specifications) for each year.

1	0.1	0.2	5	1	0.2	1970	estimated
44	0.1	0.2	5	3	0.2	1971-2010	random walk

NATURAL MORTALITY PARAMETERS: (lower bound, best estimate, upper bound, indicator, std. dev. of prior)

One parameter (set of specifications) for each age.

1	0	1.588	1	0	0.1
1	0	1.194	1	0	0.1
1	0	0.748	1	0	0.1
1	0	0.550	1	0	0.1
1	0	0.476	1	0	0.1
1	0	0.4321	1	0	0.1

VARIANCE SCALING PARAMETER (lower bound, best estimate, upper bound, indicator, std. dev.)

This parameter scales the input variance up or down as desired.

In principal, if you estimate this you should obtain more accurate estimates of the magnitude of the parameter variances – all other things being equal.

(1 parameter so 1 set of specifications)

1	0	1.0	3.0	0	0.1	1
1	0	1.0	3.0	1	0.1	2
7	0	1.0	3.0	-0.1	0.1	3-9

Table 14. Specifications for partial catch-at-age (PCAA) for VPA Runs. VPA runs considered “base” used the “continuity” age-slicing procedure (as in 2011).

<i>Index</i>	<i>Specification</i>
Japanese LL	Fleet Code = JPN, Gear = LL
Chinese Taipei LL	Fleet Code = TAI, Gear = LL
United States LL	Fleet Code = USA, USA-Com, USA-Rec, Gear = LL
Venezuela LL	Fishery ID = 16, Gear = LL
Uruguay LL	Fishery ID = 13, 14, Gear = LL
Brazil LL	Fishery ID = 15, Gear = LL

Table 15. Results of the ASPIC model runs. The selected base case was model 1_FOX_eq shown in bold font.

<i>Model run</i>	<i>MSY (t)</i>	<i>F_{MSY}</i>	<i>B_{MSY}</i>	<i>B₂₀₁₅/</i> <i>B_{MSY}</i>	<i>F₂₀₁₄/</i> <i>F_{MSY}</i>	<i>K</i>	<i>r</i>
1_Fox_eq	126,000	0.170	739,800	1.019	0.770	2,011,000	0.17
1_Fox_cw	131,500	0.181	727,100	1.296	0.578	1,977,000	0.18
1_Logi_eq	132,400	0.168	787,100	0.908	0.827	1,574,000	0.34
1_Logi_cw	132,600	0.148	898,500	1.137	0.654	1,797,000	0.30
2_Fox_eq	No convergence						
2_Fox_cw	No convergence						
2_Logi_eq	9,651,000	1.868	5,167,000	1.995	0.005	10,330,000	3.74
2_Logi_cw	769,300	1.426	539,600	1.935	0.065	1,079,000	2.85
1_sens_Fox_eq	129,700	0.173	749,000	1.236	0.615	2,036,000	0.17
1_sens_Fox_cw	137,400	0.206	666,700	1.483	0.483	1,812,000	0.21
1_sens_Logi_eq	132,800	0.162	818,300	1.055	0.706	1,637,000	0.32
1_sens_Logi_cw	136,500	0.166	821,600	1.271	0.567	1,643,000	0.33
JPN_7614_Logi	145,000	0.338	429,500	0.978	0.723	859,100	0.68
JPN_7614_FOX	133,800	0.261	512,200	0.984	0.764	1,392,000	0.26
US_LL_Logi	126,400	0.131	965,500	0.770	1.012	1,931,000	0.26
US_LL_FOX	119,100	0.135	882,300	0.885	0.933	2,398,000	0.14
Comb_CPUE_PS3%_Logi	111,700	0.078	1,429,000	0.656	1.325	2,858,000	0.16
Comb_CPUE_PS3%_Fox	98,040	0.065	1,500,000	0.856	1.155	4,077,000	0.07
Comb_CPUE_PS7%_Logi	114,100	0.085	1,345,000	0.654	1.302	2,689,000	0.17
Comb_CPUE_PS7%_Fox	101,100	0.072	1,407,000	0.853	1.126	3,825,000	0.07

Table 16. Descriptions for ASPM runs regarding to important parameters of CAA (Catch-At-Age), index, sigmaR, steepness and B1965/B0, M vector and growth model.

Run	examination	CAA1	index	sigmaR	Steepness	B/B0	M vector 2	growth
Run01	base	01_Cont	cluster 1	0.4	0.85	estimated	Continuity	Ga
Run01_h075	steepness	01_Cont	cluster 1	0.4	0.75	estimated	Continuity	Ga
Run01_h095	steepness	01_Cont	cluster 1	0.4	0.95	estimated	Continuity	Ga
Run01_L	index	01_Cont	sensitivity	0.4	0.75	estimated	Continuity	Ga
Run02	M vector	01_Cont	cluster 1	0.4	0.85	estimated	Ga. related	Ga
Run03	CAA	03_Dr withM	cluster 1	0.4	0.85	estimated	Dr. related	Dr
Run04	CAA	05_Ga withM	cluster 1	0.4	0.85	estimated	Ga. related	Ga
Run05	base	01_Cont	cluster 2	0.4	0.85	estimated	Continuity	Ga
Run05_h075	steepness	01_Cont	cluster 2	0.4	0.75	estimated	Continuity	Ga
Run05_h095	steepness	01_Cont	cluster 2	0.4	0.95	estimated	Continuity	Ga
Run06	M vector	01_Cont	cluster 2	0.4	0.85	estimated	Ga. related	Ga
Run07	CAA	03_Dr withM	cluster 2	0.4	0.85	estimated	Dr. related	Dr
Run08	CAA	05_Ga withM	cluster 2	0.4	0.85	estimated	Ga. related	Ga
Run09	sigmaR	01_Cont	cluster 1	0.3	0.85	estimated	Dr. related	Dr
Run10	sigmaR	01_Cont	cluster 2	0.3	0.85	estimated	Ga. related	Ga
Run11	steepness	01_Cont	cluster 1	0.4	estimate (not converged)	estimated	Dr. related	Dr
Run12	steepness	01_Cont	cluster 2	0.4	estimate (0.585)	estimated	Ga. related	Ga
1		01_Cont: same formulation as 2011 meeting using Gascuel 2-stanza growth model without M vector in ageing, 03_DrwithM: Draganik von Bertalanffy growth model including M vector, 05_GawithM: Gascuel 2-stanza growth model including M vector						
2		for age 0 to age5+ Continuity; same vector as 2011 meeing (0.8 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6) Da related M vector; Draganik von Bertalanffy growth model related (1.758 0.889 0.672 0.576 0.525 0.495) Ga related M vector; Gascuel 2-stanza growth model related (1.588 1.194 0.748 0.550 0.476 0.447)						

Table 17. ASPM estimates of the MSY and its associated quantities for yellowfin tuna for the base case models. SSB_{recent} and SSB_{MSY} are defined as the biomass of matured fish defined by the maturity vector (in thousand ton) at the beginning of 2014 and at MSY, respectively. The F_{recent} and F_{MSY} indicates the fishing mortality in 2014 and at MSY, respectively. 80 percent confidence interval (90 percentiles to 10 percentiles) are also presented if available for bootstrap examinations (1,000 replicates).

	Run_01		Run_05	
SSB_0	995.7		1024.0	
SSB_{MSY} at 2014	256.5		264.3	
MSY at 2014	150.3	(133.9-164.6)	145.5	(123.9-163.4)
Catch at 2014	97.0			
Catch at 2015	110.3			
$SSB_{2014}/SSB_{\text{MSY}}$	1.002	(0.775-1.240)	1.025	(0.610-1.429)
F_{2014}/F_{MSY}	0.558	(0.445-0.692)	0.625	(0.423-0.989)

Table 18. SS3 Models: table of key information for models 0-4, noting the specifications, log-likelihoods, run time, virgin and ending SSB, parameters that hit bounds, derived quantities and relative status.

	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>
Growth Model	Multistanza est	Multistanza est
grad	6.64E-05	3.98E-05
wt	Adjusted for Fraction of catch; Francis wts	Adjusted for Fraction of catch; Francis wts
Stp	fix 0.9	fix 0.9
Index wts	= cv 0.3	= cv 0.3
Likelihoods		
TOTAL	3711.51	4010.39
Equil catch	0	0
Survey	-94.3694	175.204
Recruitment	3845.86	3863.79
Forecast Rec	-41.6811	-32.4235
Parm_priors	0.602593	2.7285
Parm_softbnds	1.06562	1.06553
Parm_devs	0.0289317	0.0246453
Crash_Pen	0	0
Length_comp	0	0
Age_comp	0	0

Table 19. SS3 Models: derived quantities and benchmark values.

	<i>Run5. Cluster 1</i>	<i>sd</i>	<i>Run7. Cluster 2</i>	<i>sd</i>
SSB_Unfished	784400	21912	789953	26782
TotBio_Unfih	1129120	31506	1137180	38530
SmryBio_Unfis	1127470	31464	1135530	38475
Recr_Unfished	141034	4127	141933	4988
SSB_Btgt	235320	6574	236986	8035
SPR_Btgt	0.319	0.0000	0.319	0.000
Fstd_Btgt	0.277	0.0039	0.275	0.004
TotYield_Btgt	122277	3060	122004	3296
SSB_SPRtgt	219632	6135	221187	7499
Fstd_SPRtgt	0.29	0.0041	0.292	0.004
TotYld_SPRtgt	122984	3088	122721	3326
SSB_MS _Y	197150	5389	197949	6452
SPR_MS _Y	0.272	0.0014	0.271	0.001
Fstd_MS _Y	0.320	0.0046	0.319	0.005
TotYield_MS _Y	123382	3114	123139	3354
RetYield_MS _Y	123382	3114	123139	3354
2014 catch estimate	97032		97032	
Mean catch last 5 years	100362		100362	
F _{current}	0.21	0.02	0.36	0.05
SSB ₀	784400	21912	789953	26782
SSB ₂₀₁₄	271286	26129	160085	21385
SSB _{MS_Y}	197150	5389	197949	3296
SSB _{spr30}	219632	6135	221187	7499
F _{Current} / F _{MS_Y}	0.647		1.118	
F _{Current} / F _{SPR30}	0.704		0.84	
SSB _{Current} / SSB _{MS_Y}	1.38		0.81	
SSB _{Current} / SSB _{SPR30%}	1.24		0.72	
SSB _{Current} / SSB ₀	0.35		0.20	

Table 20. Estimated benchmarks by the Cluster 1 VPA base model.

MEASURE	LOWER CL	MEDIAN	UPPER CL	AVERAGE	RUN 0	STD. DEV.
F at MSY	0.747	0.795	0.838	0.794	0.789	0.036
MSY	119,192	122,138	124,865	122,069	121,690	2,228
Y/R at MSY	0.642	0.657	0.672	0.657	0.655	0.012
S/R at MSY	0.782	0.792	0.800	0.791	0.793	0.007
SPR AT MSY	0.199	0.202	0.204	0.201	0.202	0.002
SSB AT MSY	145,060	147,111	148,818	147,026	147,271	1,517
F at max. Y/R	1.036	1.098	1.154	1.097	1.089	0.047
Y/R maximum	0.658	0.673	0.687	0.673	0.670	0.011
S/R at Fmax	0.463	0.483	0.498	0.482	0.483	0.014
SPR at Fmax	0.118	0.123	0.127	0.123	0.123	0.004
SSB at Fmax	79,286	83,404	86,556	83,091	83,345	2,934
F 0.1	0.611	0.644	0.674	0.644	0.641	0.024
Y/R at F0.1	0.617	0.631	0.642	0.630	0.628	0.010
S/R at F0.1	1.002	1.035	1.061	1.033	1.034	0.023
SPR at F0.1	0.255	0.263	0.270	0.263	0.263	0.006
SSB at F0.1	190,295	196,947	202,354	196,581	196,745	4,699
F 20% SPR	0.745	0.797	0.842	0.795	0.791	0.038
Y/R at F 20	0.642	0.657	0.672	0.657	0.655	0.012
S/R at F 20	0.790	0.790	0.791	0.790	0.790	0.000
SSB at F 20	146,521	146,633	146,745	146,634	146,572	81
F 30% SPR	0.538	0.572	0.601	0.571	0.568	0.025
Y/R at F 30	0.594	0.610	0.624	0.609	0.608	0.012
S/R at F 30	1.183	1.183	1.184	1.183	1.184	0.001
SSB at F 30	227,416	227,599	227,784	227,601	227,622	135
F 40% SPR	0.399	0.423	0.443	0.422	0.420	0.017
Y/R at F 40	0.530	0.545	0.557	0.544	0.543	0.011
S/R at F 40	1.575	1.577	1.578	1.577	1.578	0.001
SSB at F 40	308,307	308,588	308,835	308,578	308,801	191
F 90% max Y/R	0.529	0.559	0.586	0.558	0.555	0.022
Y 90% max Y/R	113,963	116,624	119,123	116,579	116,197	2,026
Y/R 90% max Y/R	0.592	0.606	0.618	0.605	0.603	0.010
S/R 90% max Y/R	1.191	1.212	1.228	1.211	1.214	0.015
SSB 90% max Y/R	229,252	233,516	236,841	233,274	233,837	3,071
F 75% of Fmax	0.777	0.823	0.866	0.823	0.817	0.035
Y 75% of Fmax	118,963	121,935	124,676	121,860	121,487	2,242
Y/R at 75% Fmax	0.645	0.661	0.675	0.660	0.658	0.011
S/R at 75% Fmax	0.736	0.755	0.769	0.754	0.756	0.013
SSB at 75% Fmax	135,514	139,382	142,181	139,074	139,535	2,685

Table 21. Estimated benchmarks by the Cluster 2 VPA base model.

MEASURE	LOWER CL	MEDIAN	UPPER CL	AVERAGE	RUN 0	STD. DEV.
F at MSY	0.996	1.063	1.119	1.061	1.078	0.050
MSY	122,032	125,022	127,362	124,835	125,956	2,263
Y/R at MSY	0.668	0.684	0.697	0.683	0.689	0.012
S/R at MSY	0.602	0.612	0.618	0.610	0.615	0.007
SPR AT MSY	0.153	0.156	0.157	0.155	0.157	0.002
SSB AT MSY	109,842	111,738	113,005	111,534	112,465	1,409
F at max. Y/R	1.162	1.238	1.304	1.236	1.254	0.057
Y/R maximum	0.671	0.688	0.701	0.687	0.693	0.012
S/R at Fmax	0.464	0.479	0.487	0.477	0.484	0.011
SPR at Fmax	0.118	0.122	0.124	0.121	0.123	0.003
SSB at Fmax	83,533	86,279	87,870	85,914	87,331	2,021
F 0.1	0.694	0.729	0.763	0.728	0.735	0.029
Y/R at F0.1	0.630	0.645	0.656	0.644	0.649	0.011
S/R at F0.1	0.996	1.019	1.031	1.016	1.027	0.016
SPR at F0.1	0.254	0.259	0.262	0.259	0.261	0.004
SSB at F0.1	185,051	189,438	191,621	188,742	190,888	3,084
F 20% SPR	0.836	0.892	0.935	0.888	0.906	0.041
Y/R at F 20	0.654	0.671	0.684	0.670	0.676	0.012
S/R at F 20	0.790	0.790	0.791	0.790	0.790	0.000
SSB at F 20	145,609	145,703	145,798	145,702	145,614	68
F 30% SPR	0.602	0.639	0.667	0.636	0.647	0.027
Y/R at F 30	0.606	0.621	0.632	0.620	0.626	0.011
S/R at F 30	1.183	1.183	1.184	1.183	1.184	0.001
SSB at F 30	220,606	220,756	220,909	220,758	220,847	110
F 40% SPR	0.446	0.472	0.492	0.470	0.478	0.019
Y/R at F 40	0.539	0.554	0.563	0.552	0.558	0.010
S/R at F 40	1.575	1.576	1.578	1.577	1.575	0.001
SSB at F 40	295,599	295,810	296,033	295,813	295,613	157
F 90% max Y/R	0.597	0.632	0.662	0.631	0.638	0.027
Y 90% max Y/R	112,733	115,490	117,643	115,319	116,315	2,062
Y/R 90% max Y/R	0.604	0.619	0.631	0.618	0.623	0.011
S/R 90% max Y/R	1.181	1.196	1.207	1.194	1.201	0.012
SSB 90% max Y/R	220,225	223,130	225,275	222,856	224,127	2,209
F 75% of Fmax	0.871	0.929	0.978	0.927	0.941	0.043
Y 75% of Fmax	121,208	124,214	126,557	124,034	125,139	2,253
Y/R at 75% Fmax	0.659	0.675	0.688	0.674	0.680	0.012
S/R at 75% Fmax	0.731	0.745	0.756	0.744	0.750	0.011
SSB at 75% Fmax	134,403	137,078	139,107	136,892	138,067	2,022

Table 22. Catch assignments by fleet for Stock Synthesis (SS) projection runs.

<i>Assigned fleet</i>	<i>Flag</i>	<i>SpcGearGrp</i>
17 (OTH_OTH)	Brazil	Bait boat
8_BB_DAKAR_81_14	Cape Verde	Bait boat
6_BB_area2_Sdak	EU.España	Bait boat
6_BB_area2_Sdak	EU.France	Bait boat
6_BB_area2_Sdak	EU.Portugal	Bait boat
5_BB_PS_Ghana_6514	Ghana	Bait boat
8_BB_DAKAR_81_14	Senegal	Bait boat
17 (OTH_OTH)	South Africa	Bait boat
17 (OTH_OTH)	UK. Sta. Helena	Bait boat
17 (OTH_OTH)	Venezuela	Bait boat
17 (OTH_OTH)	Venezuela	Purse Seine

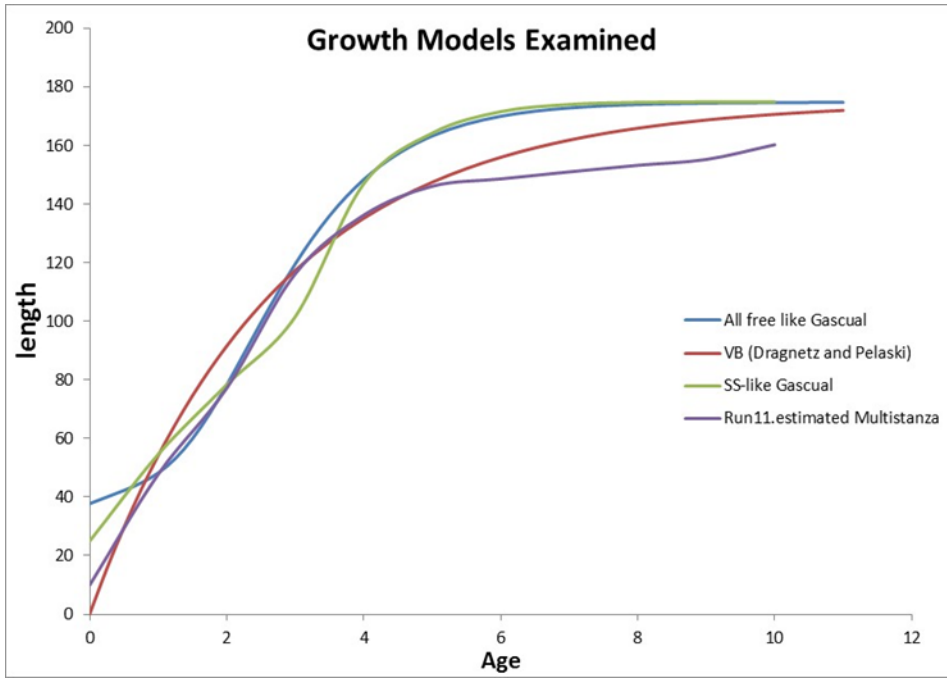


Figure 1. Growth models considered in the assessment including the preferred growth model (Gascuel *et al.*, 1992), the model of Draganik and Pelczarski (1984), used in some sensitivity runs and the two models used in SS, a Gascuel-like and a multi-stanza model estimated with SS.

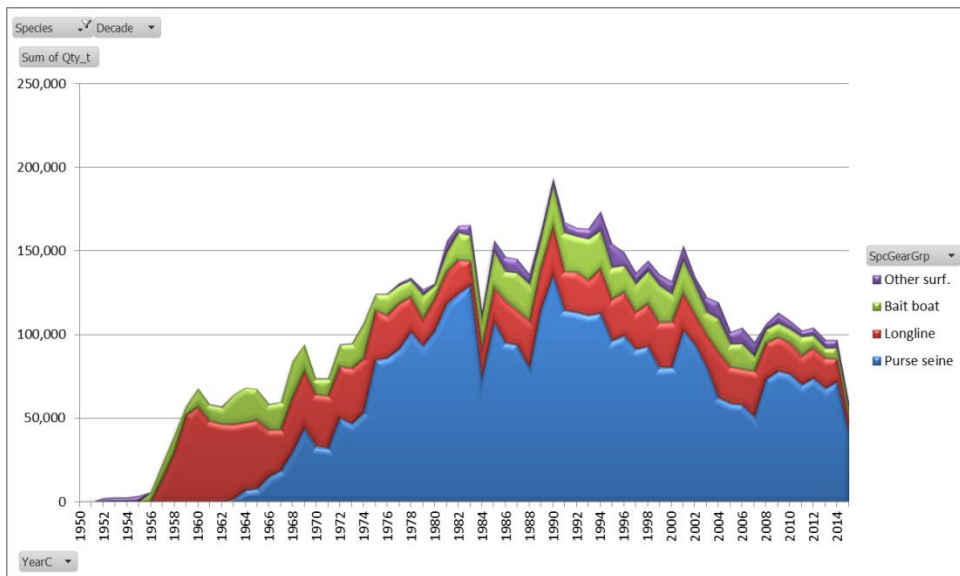


Figure 2. Nominal catch of yellowfin tuna from Task I (1950-2014) by major fishing gear types.

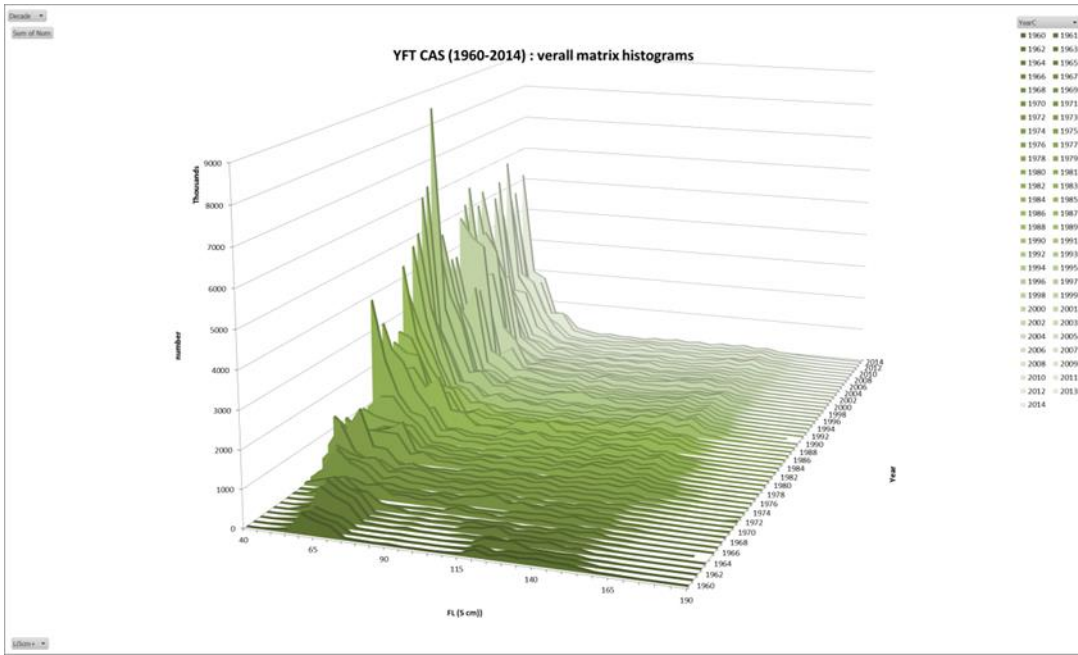


Figure 3. Estimated catch-at-size for YFT 1960-2014.

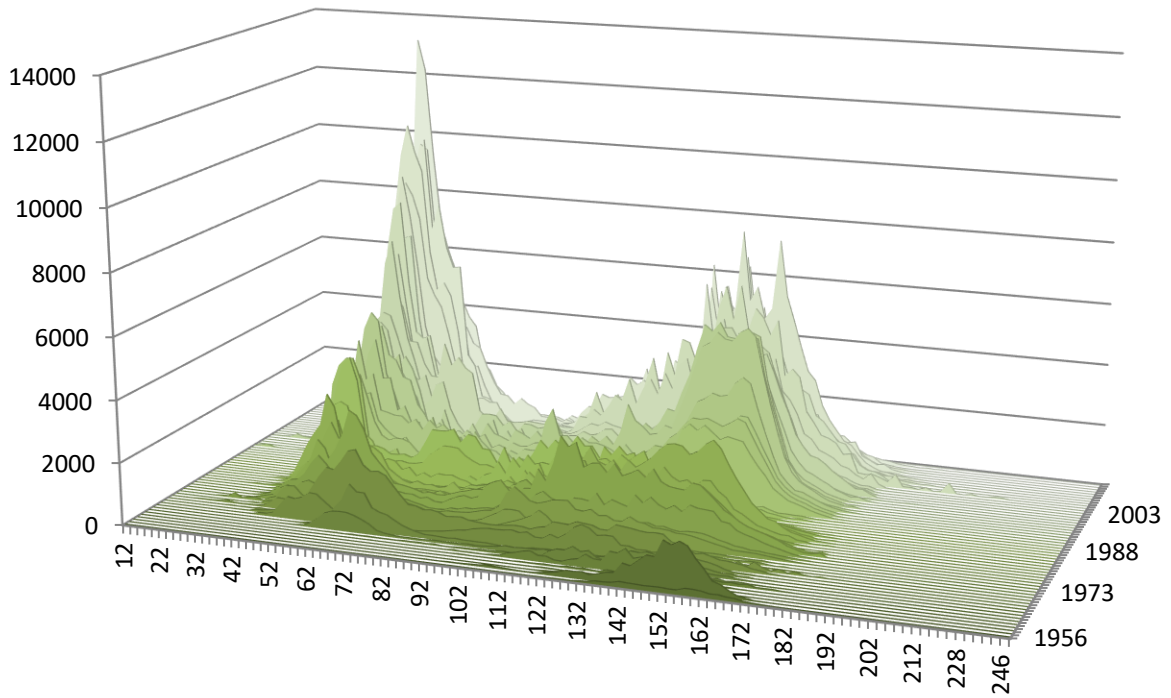


Figure 4. Size frequency distribution of yellowfin tuna catches from size sampling data 1956-2014.

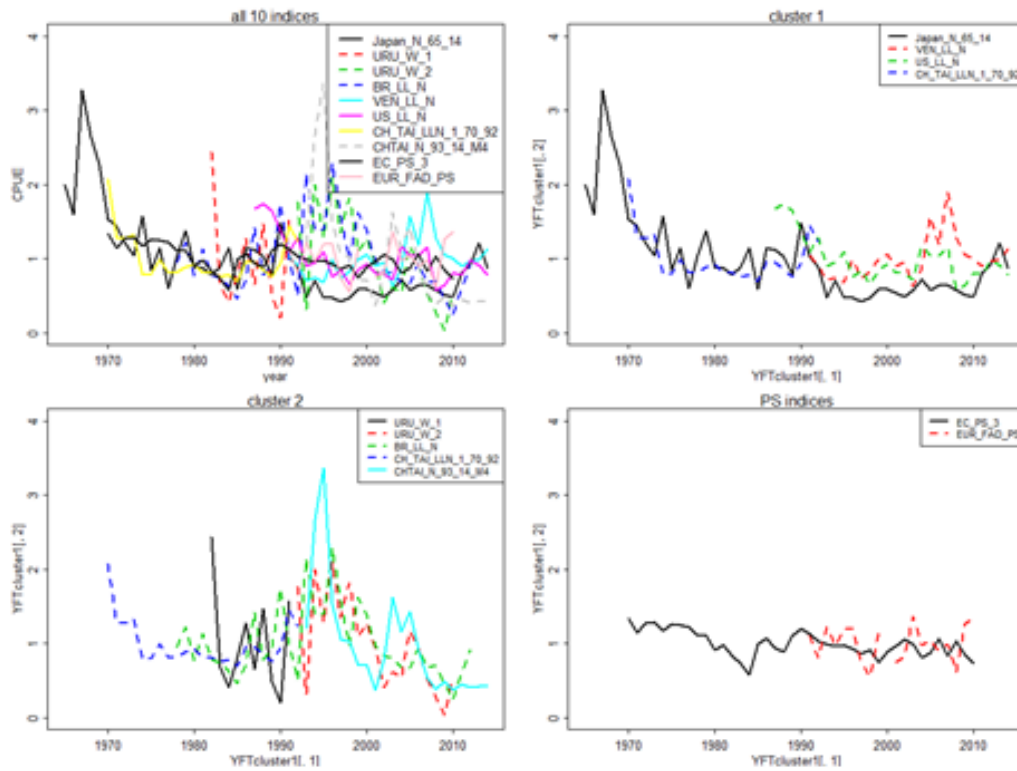


Figure 5. Indices used for stock assessment overall and by Cluster 1 and Cluster 2. Relict purse seine indices are also shown and were used in continuity case. Several other relict indices (not shown) were used in continuity model cases and previously described (Anon., 2012).

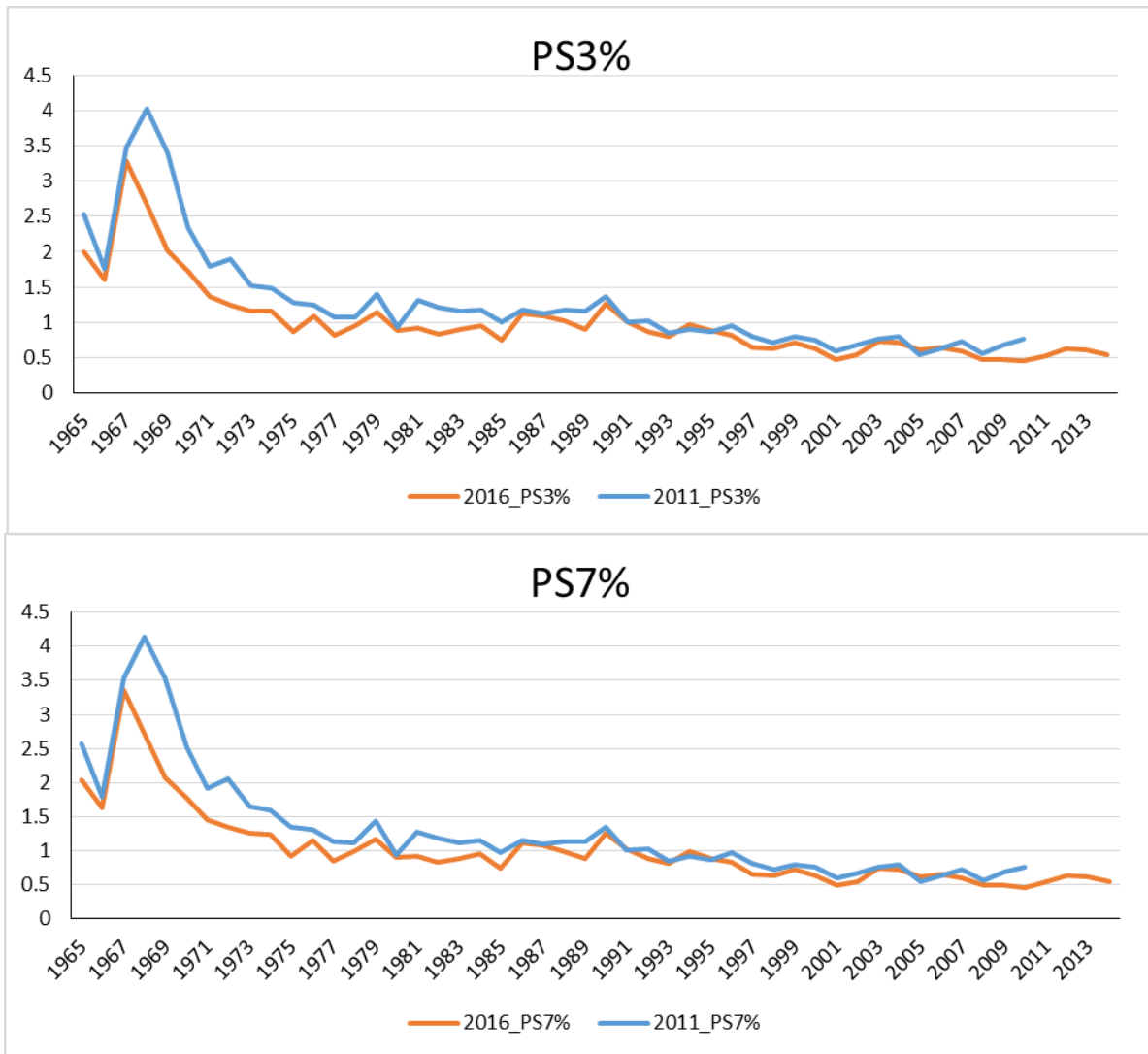


Figure 6. Trend of combined CPUEs for ASPIC model compared with those for the last assessment. Upper: annual increase in q for purse seine 3%, lower: annual increase in q for purse seine 7%.

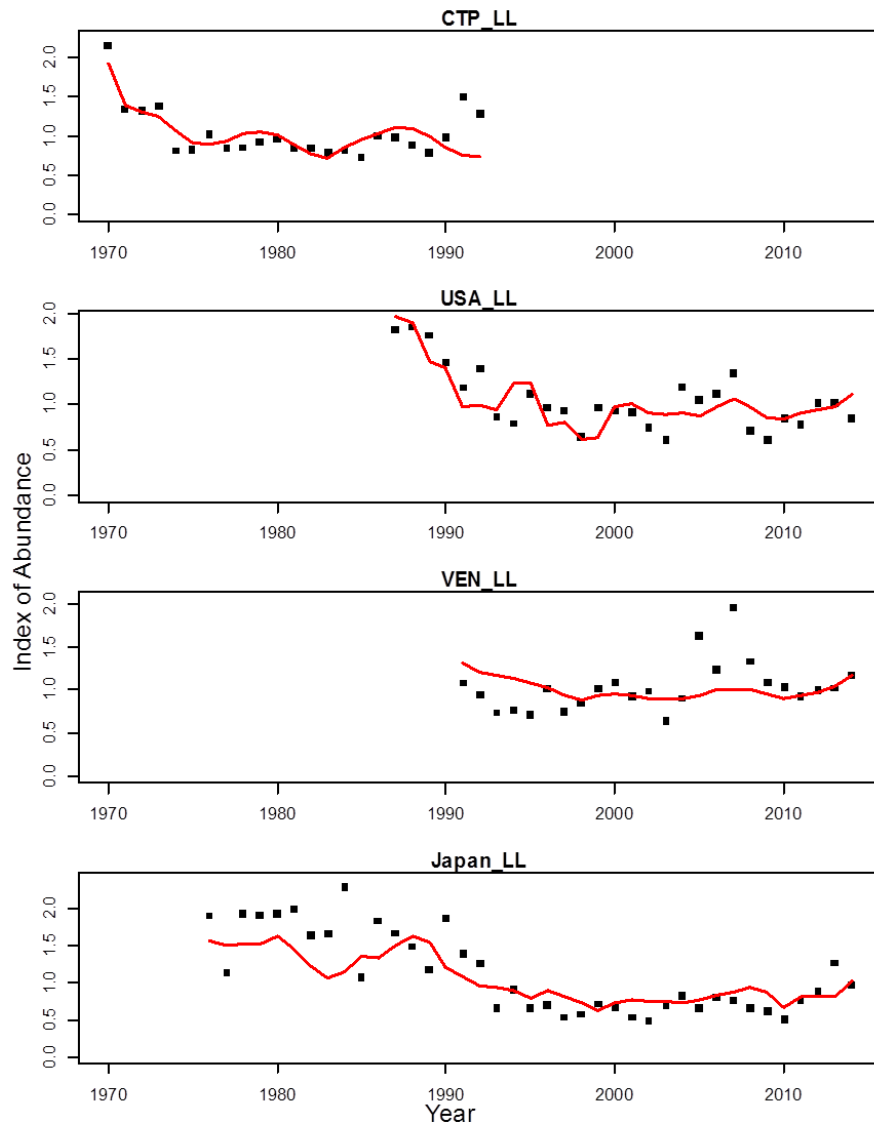


Figure 7. VPA fits to the Cluster 1 indices of abundance.

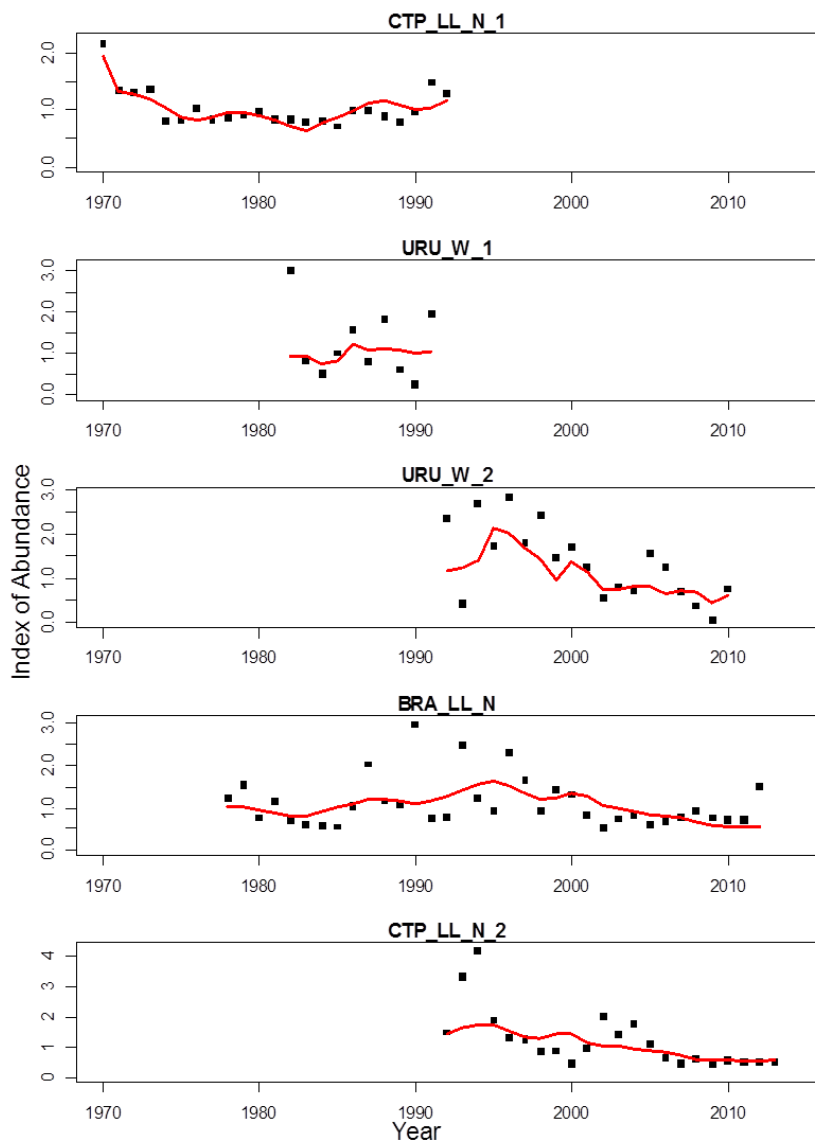


Figure 8. VPA fits to the Cluster 2 indices of abundance.

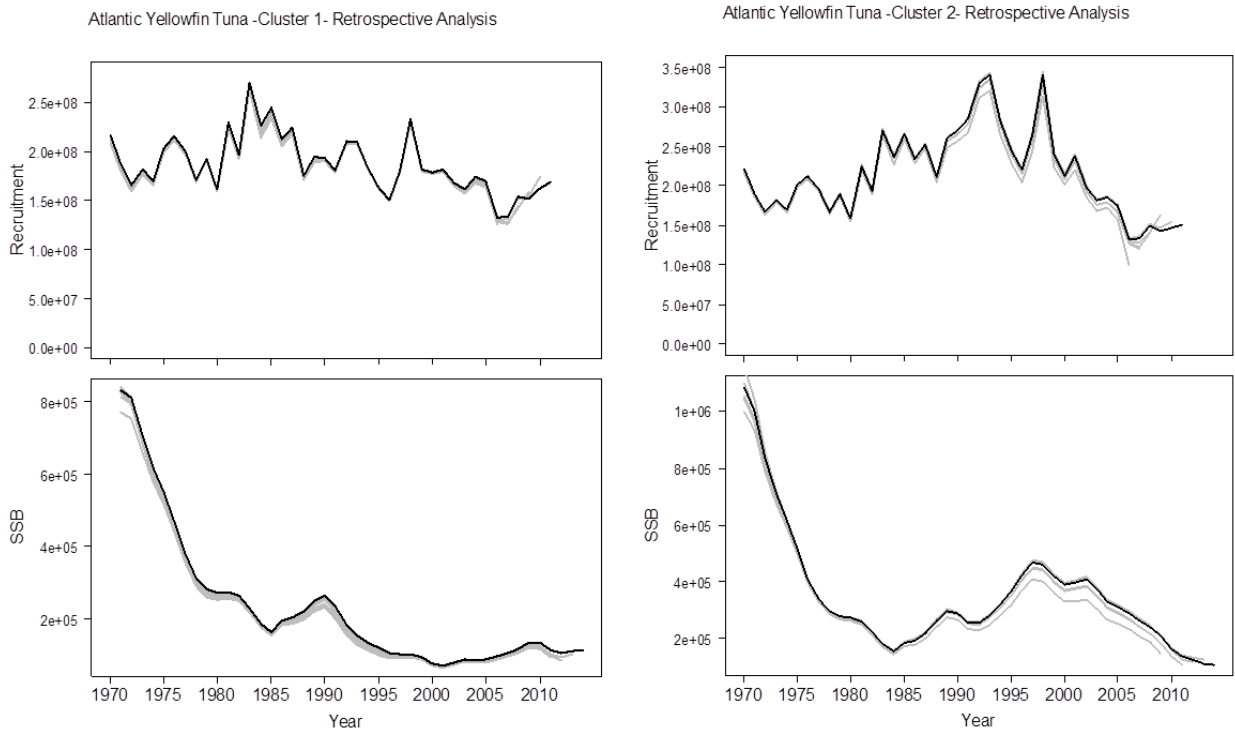


Figure 9. VPA retrospective analyses on SSB and recruitment for the Cluster 1 base model (left panels) and Cluster 2 base model (right panels).

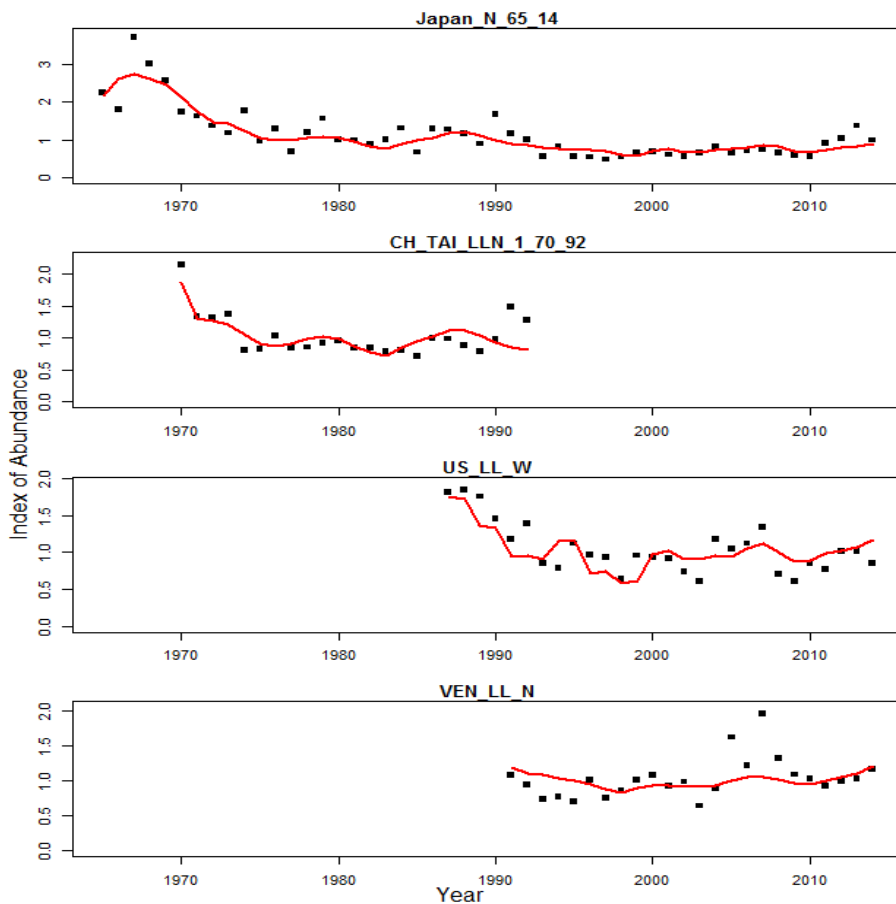


Figure 10. VPA fit to the Cluster 1 sensitivity run indexes of abundance.

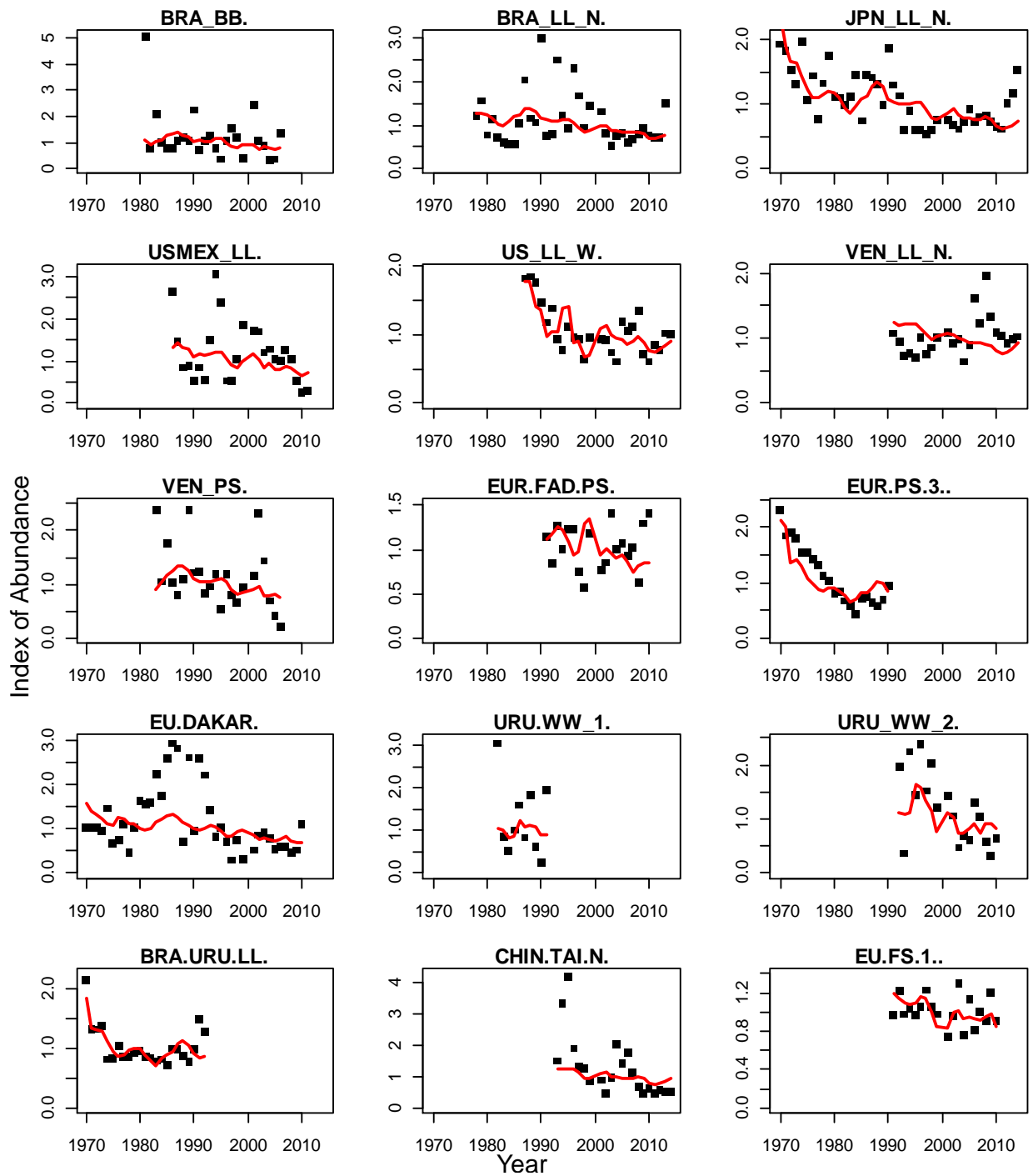


Figure 11. VPA fit to the continuity case indexes of abundance.

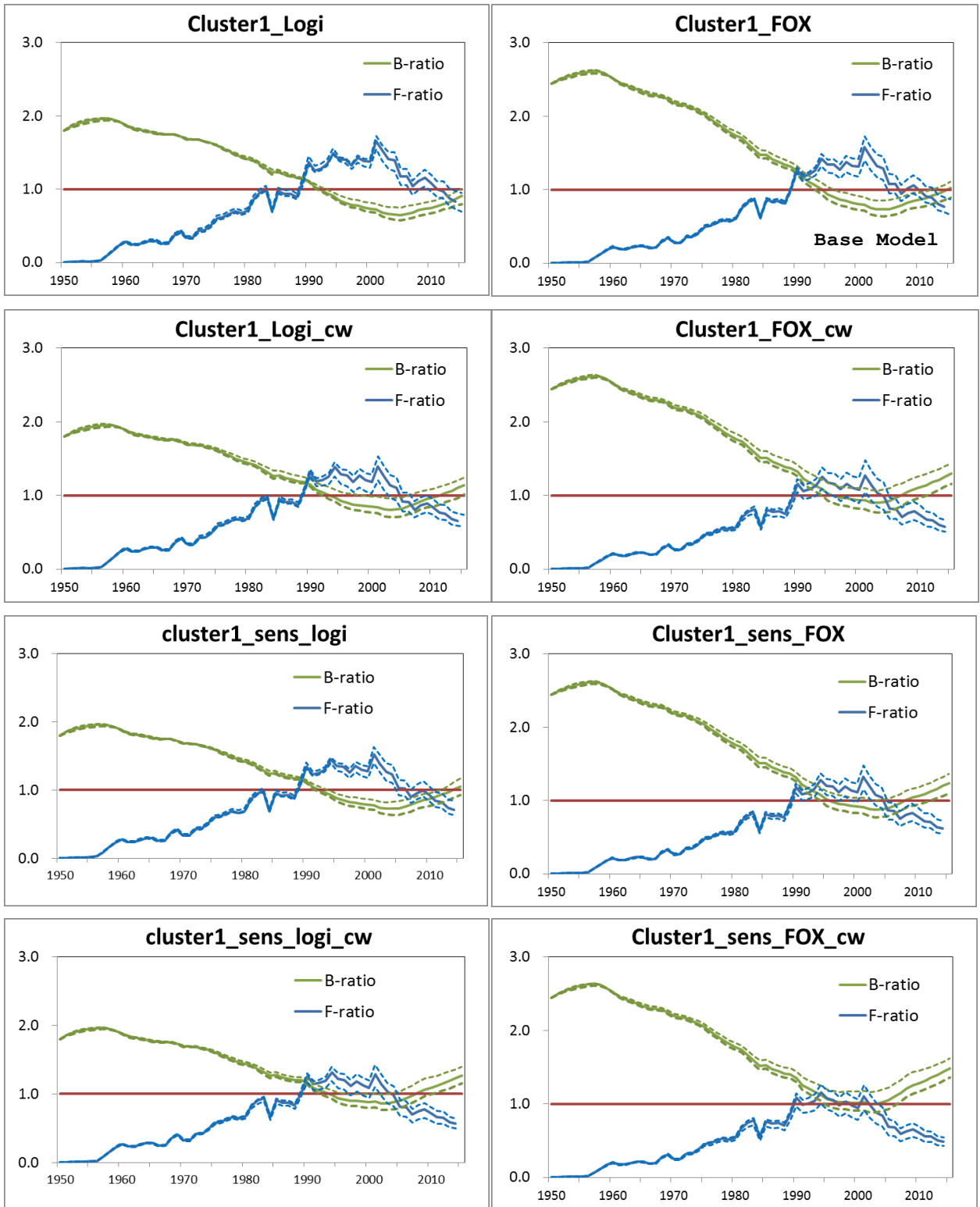


Figure 12. Trajectories of B-ratio (B/B_{MSY}) and F-ratio (F/F_{MSY}) with 80% confidence limits (dashed lines) for ASPIC runs. The selected base case was model Cluster1_FOX where the indices were equally weighted (upper right hand panel).

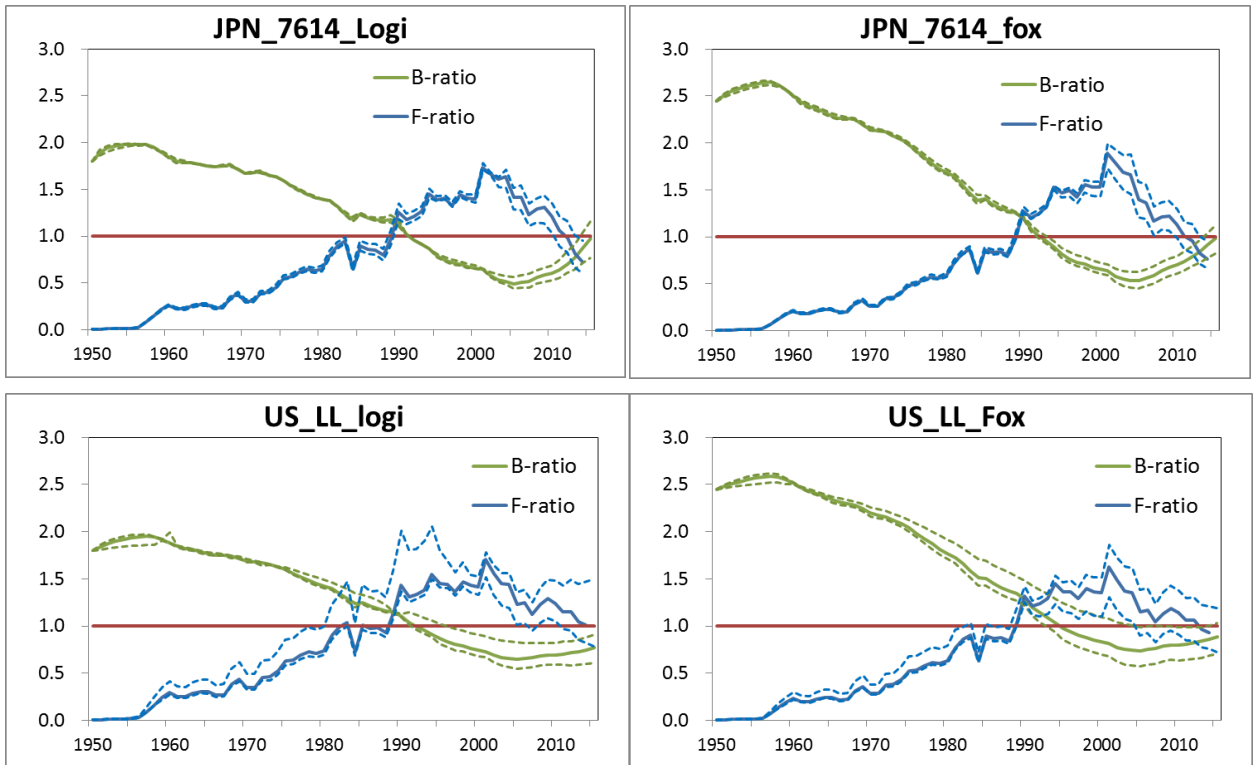


Figure 12 (continued). Trajectories of B-ratio (B/B_{MSY}) and F-ratio (F/F_{MSY}) with 80% confidence limits (dashed lines) for ASPIC runs.

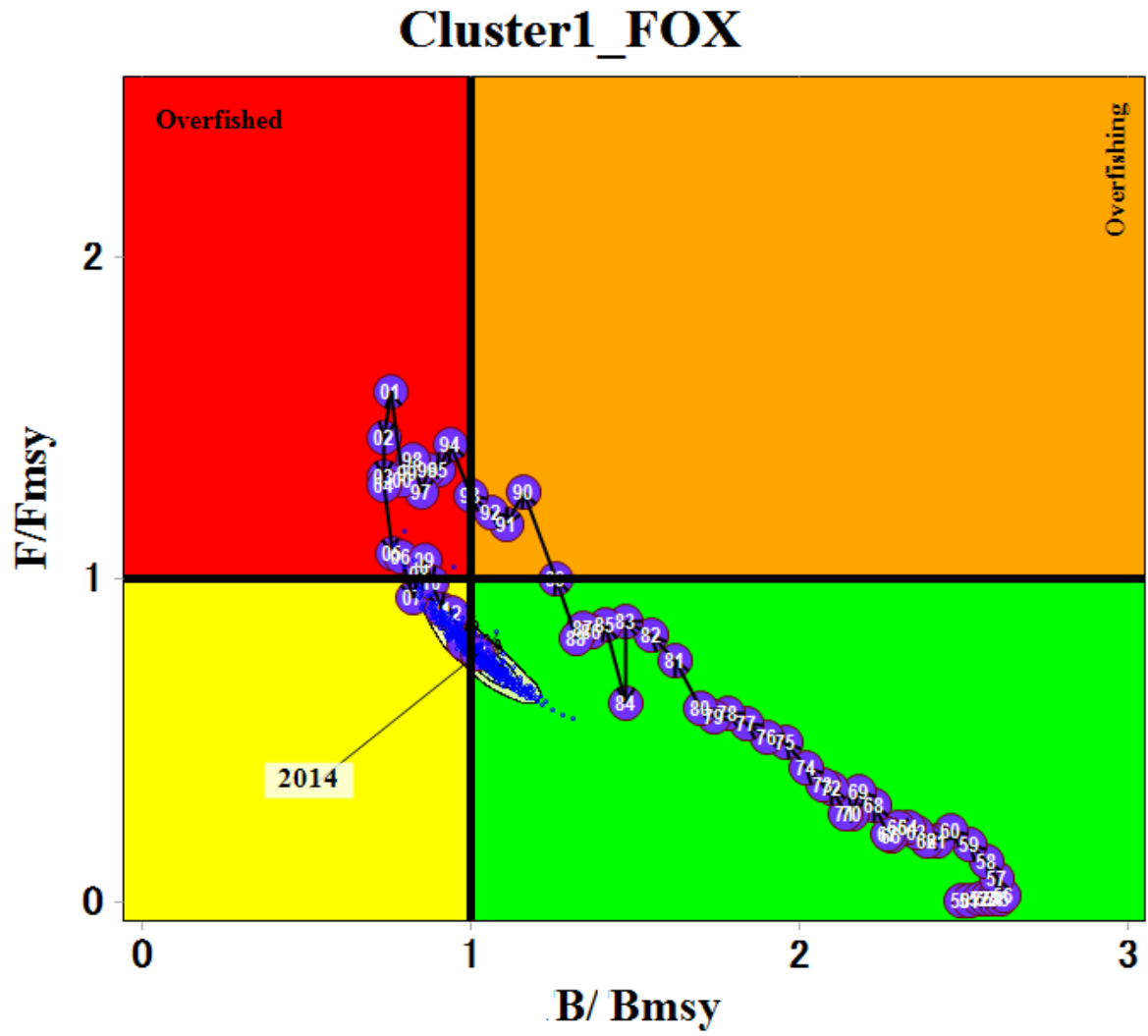


Figure 13. Kobe I plot for ASPIC base model run.

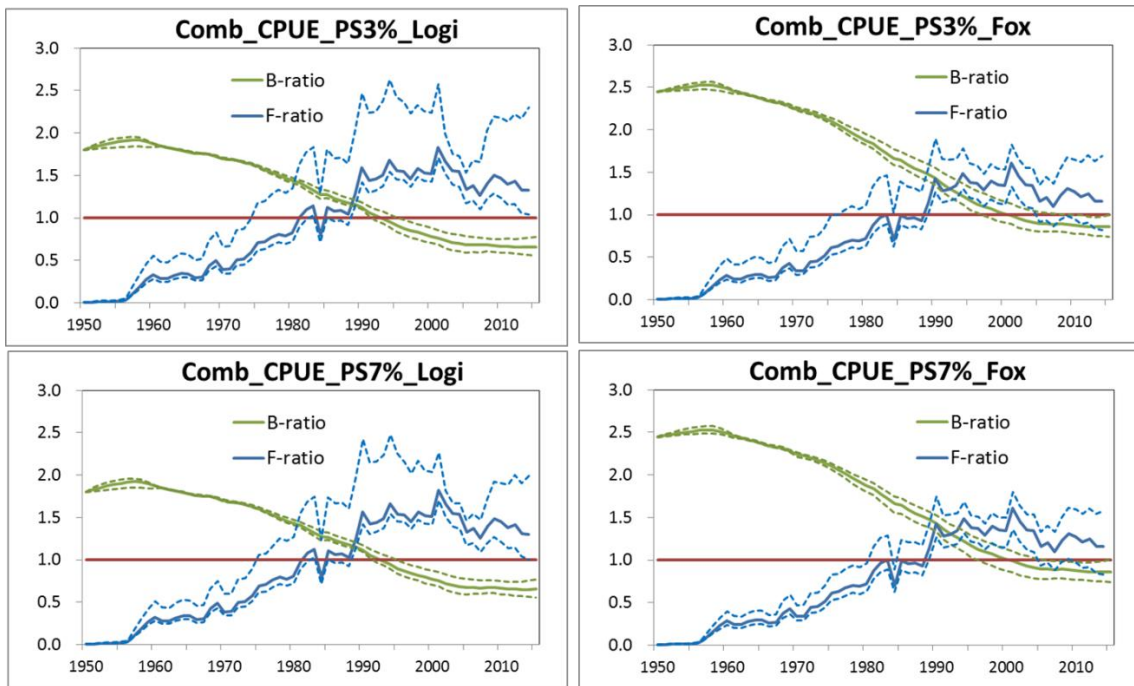


Figure 14. Trajectories of B-ratio (B/B_{MSY}) and F-ratio (F/F_{MSY}) with 80% confidence limits (dashed lines) for ASPIC continuity runs.

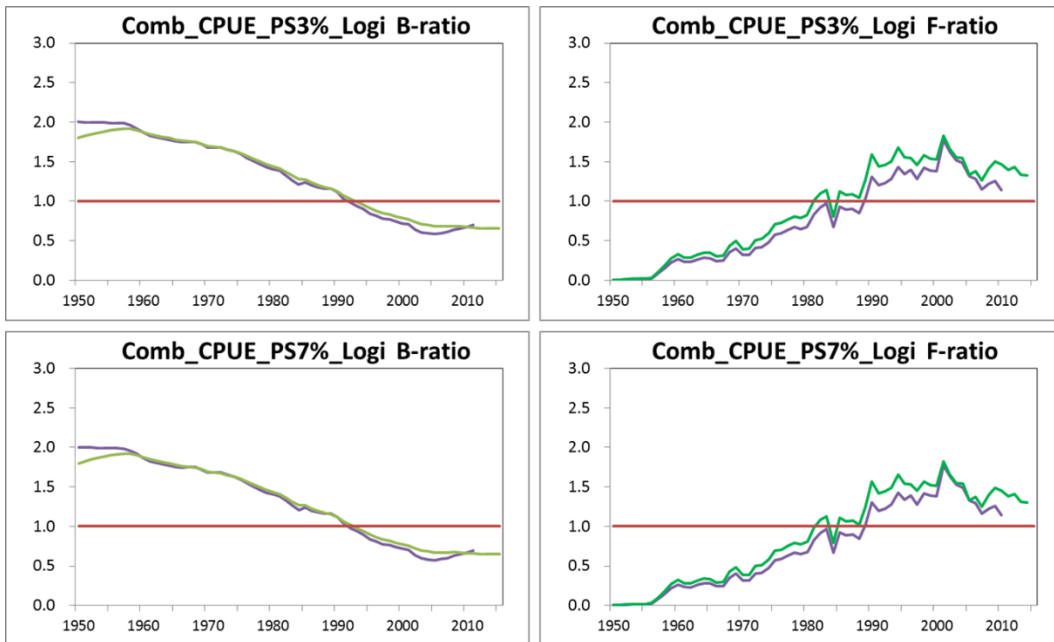


Figure 15. Comparison of ASPIC continuity runs results (B-ratio and F-ratio) with those of the 2011 assessment. Purple: 2011 assessment, green: current assessment.

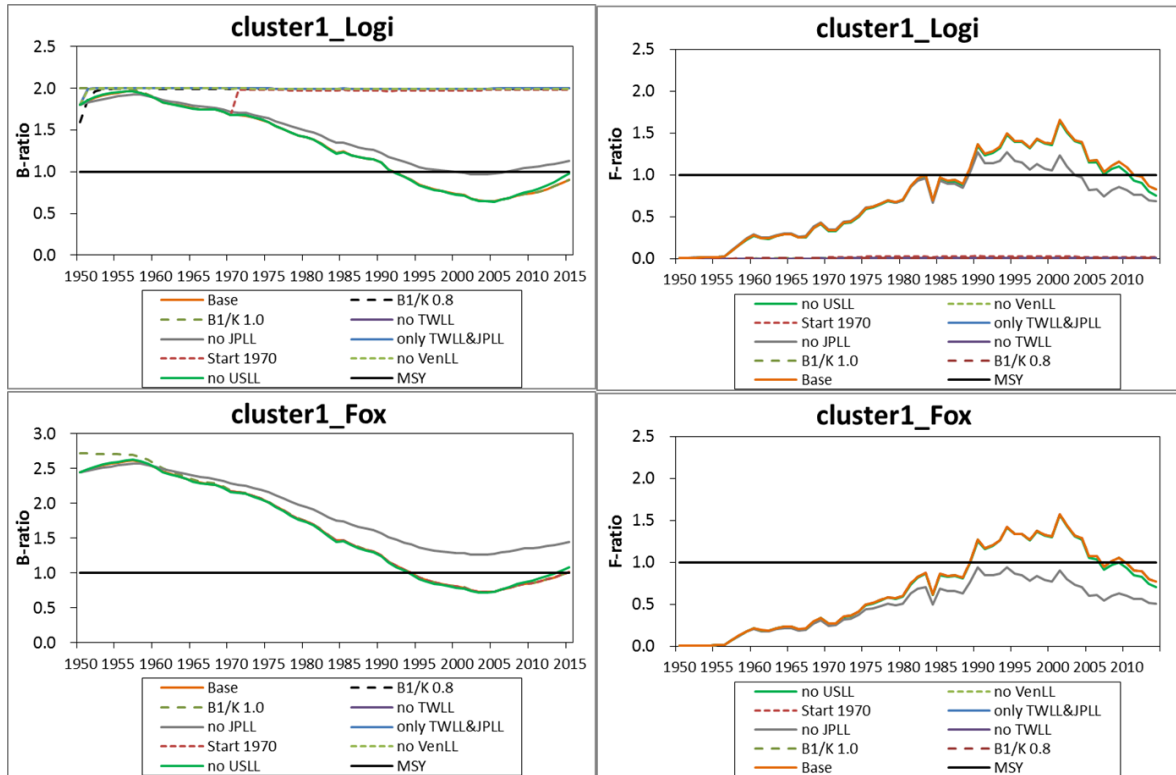


Figure 16. Results of sensitivity analyses for ASPIC model two scenarios for yellowfin tuna.

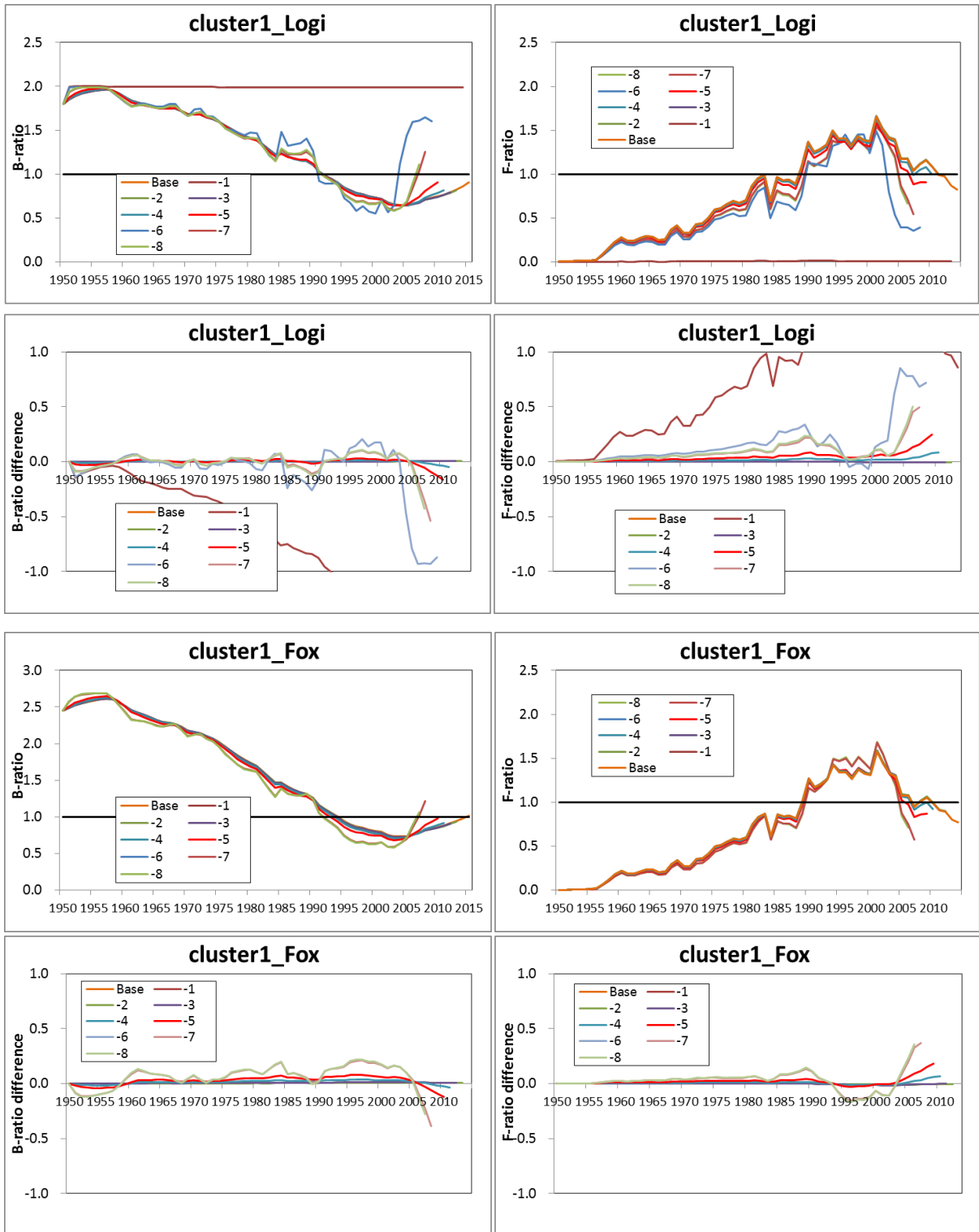


Figure 17. Results of retrospective analyses for ASPIC model for yellowfin tuna.

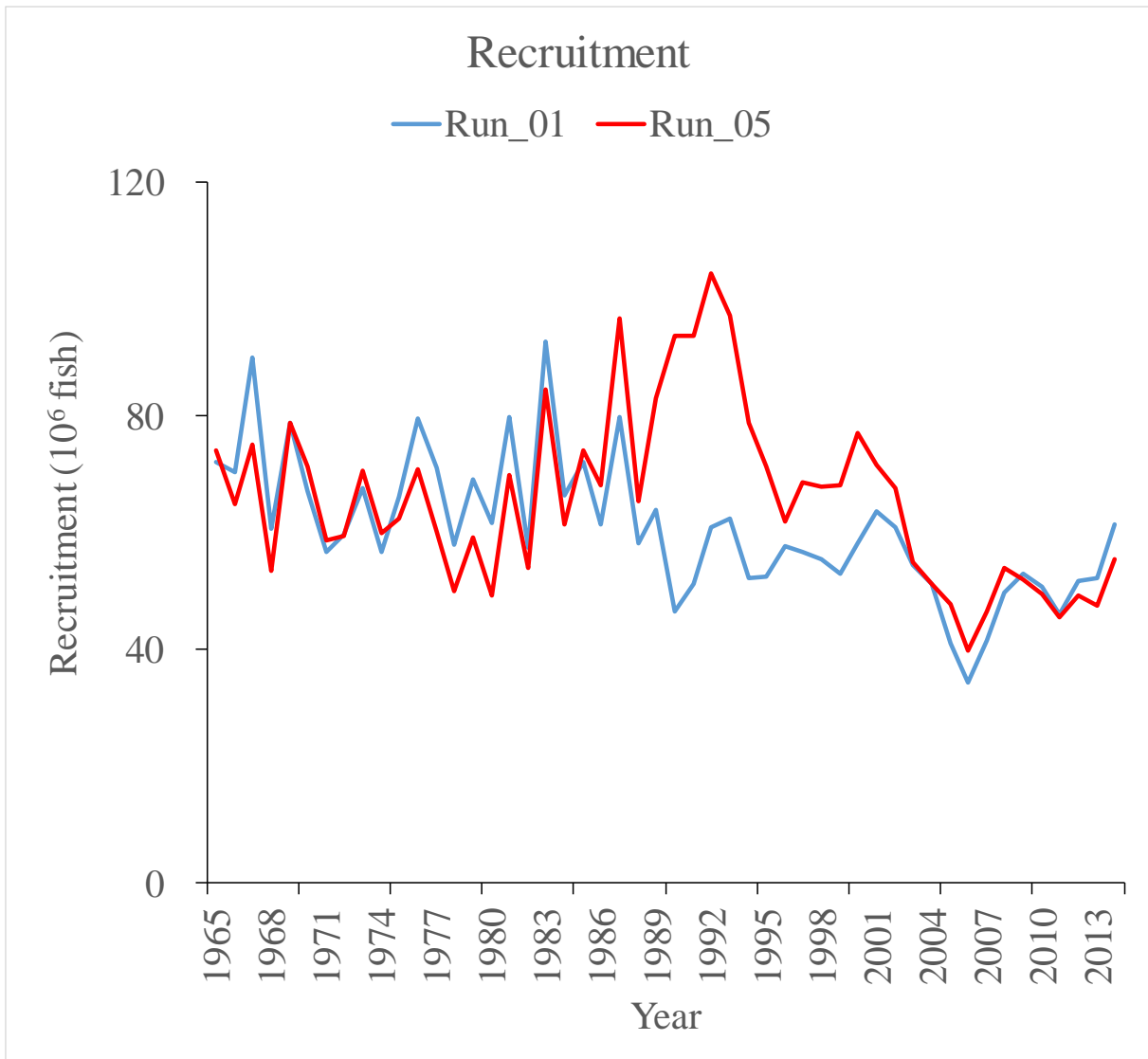


Figure 18. Recruitment for base case models (Run_01 and Run_05) of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

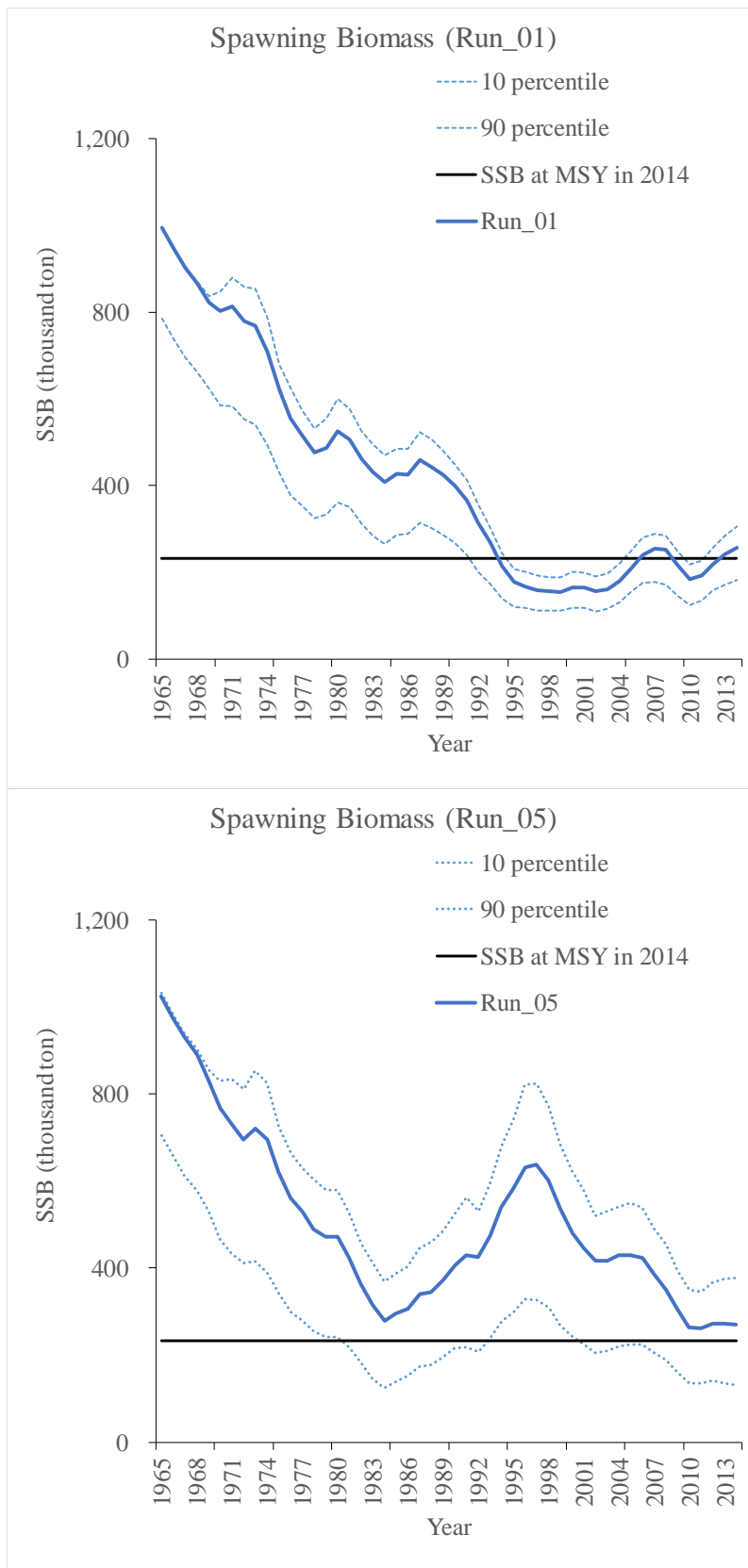


Figure 19. Spawning biomass (solid blue line) with 80 percentile confidence interval (dotted line) from bootstrap analysis (1,000 replicates) for base case models (Run_01 (cluster 1) and Run_05 (cluster2)) of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

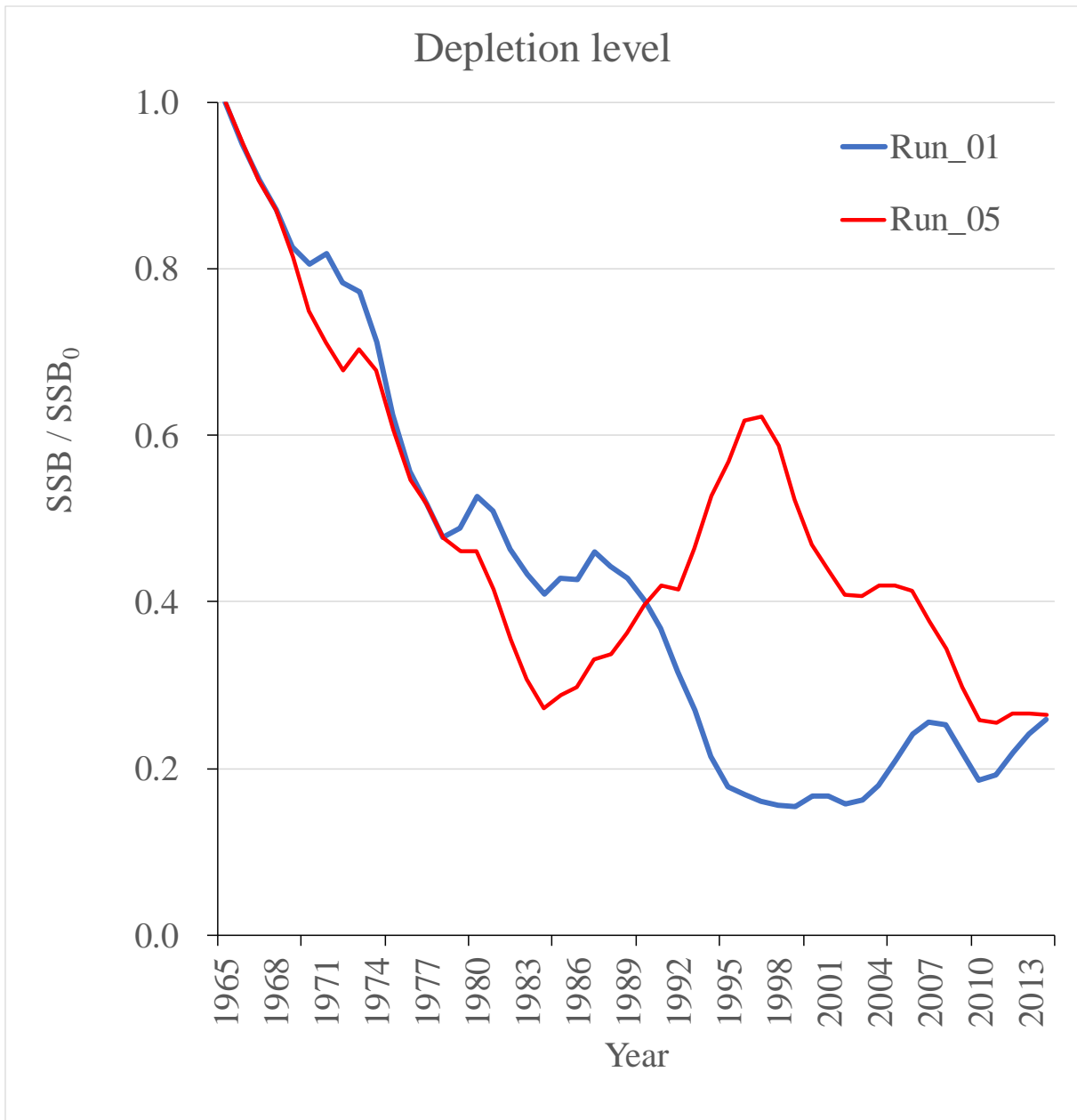


Figure 20. Ratio of exploited to unexploited spawning biomass for base case models (Run_01(cluster 1) and Run_05(cluster 2)) of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

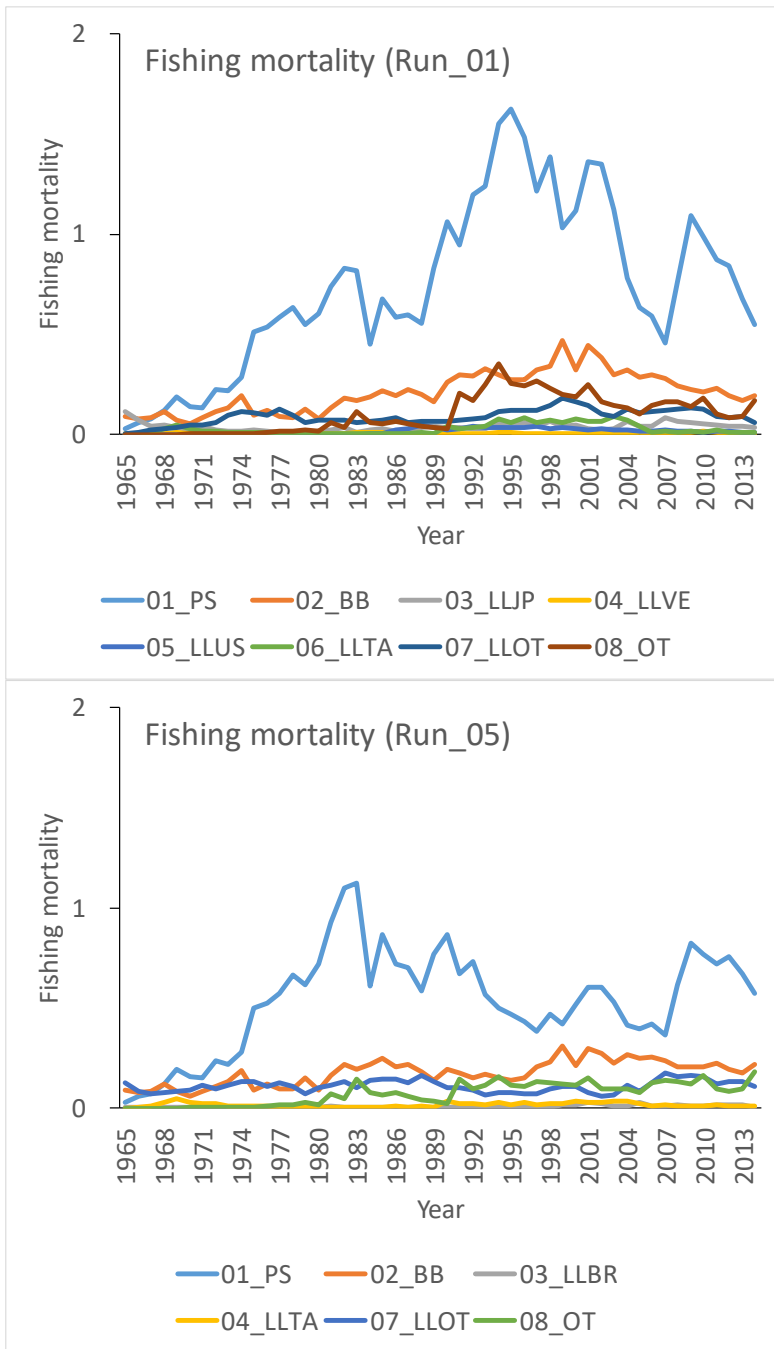


Figure 21. Fishing mortality by fleet for base case models (Run_01 (cluster 1) and Run_05 (cluster2)) of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

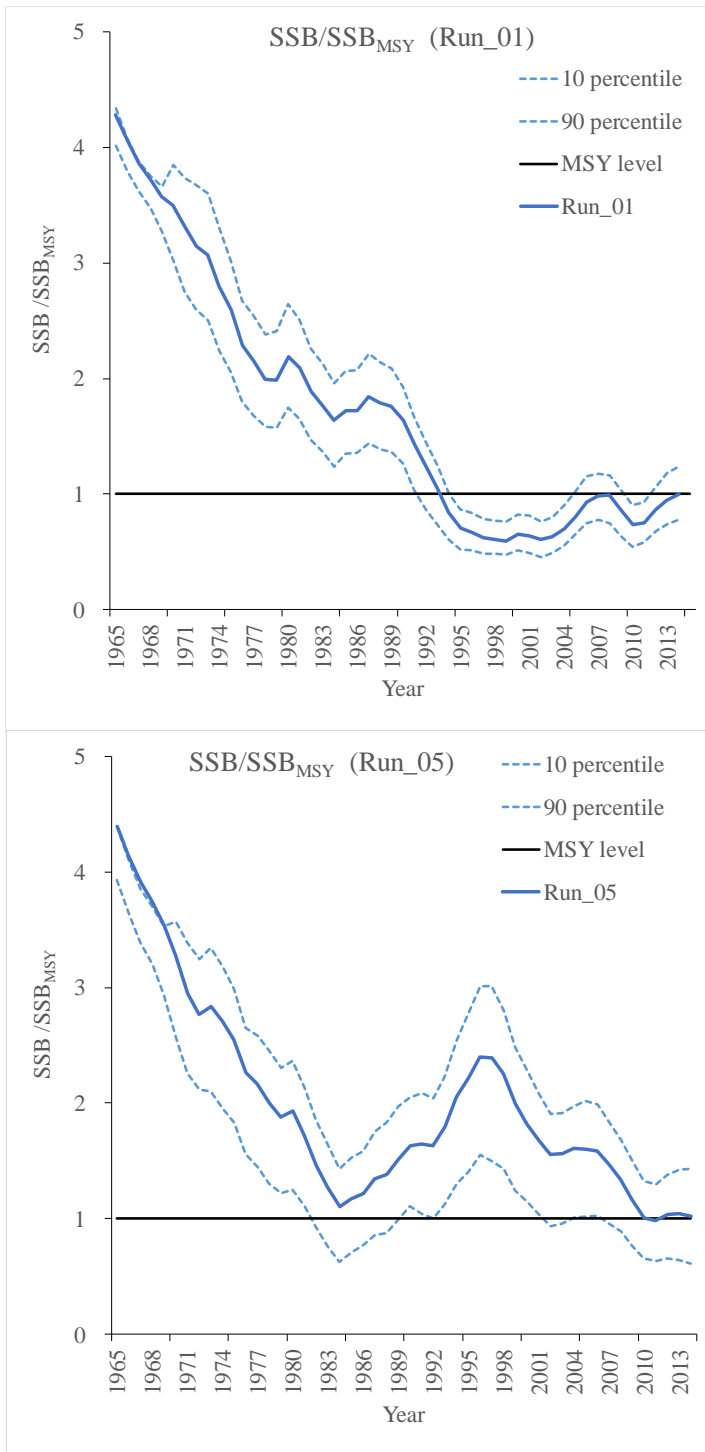


Figure 22. SSB/SSB_{MSY} (solid blue line) with 80 percentile confidence interval (dotted line) from bootstrap analysis (1,000 replicates) for base case models (Run_01 (cluster1) and Run_05 (cluster 2)) of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

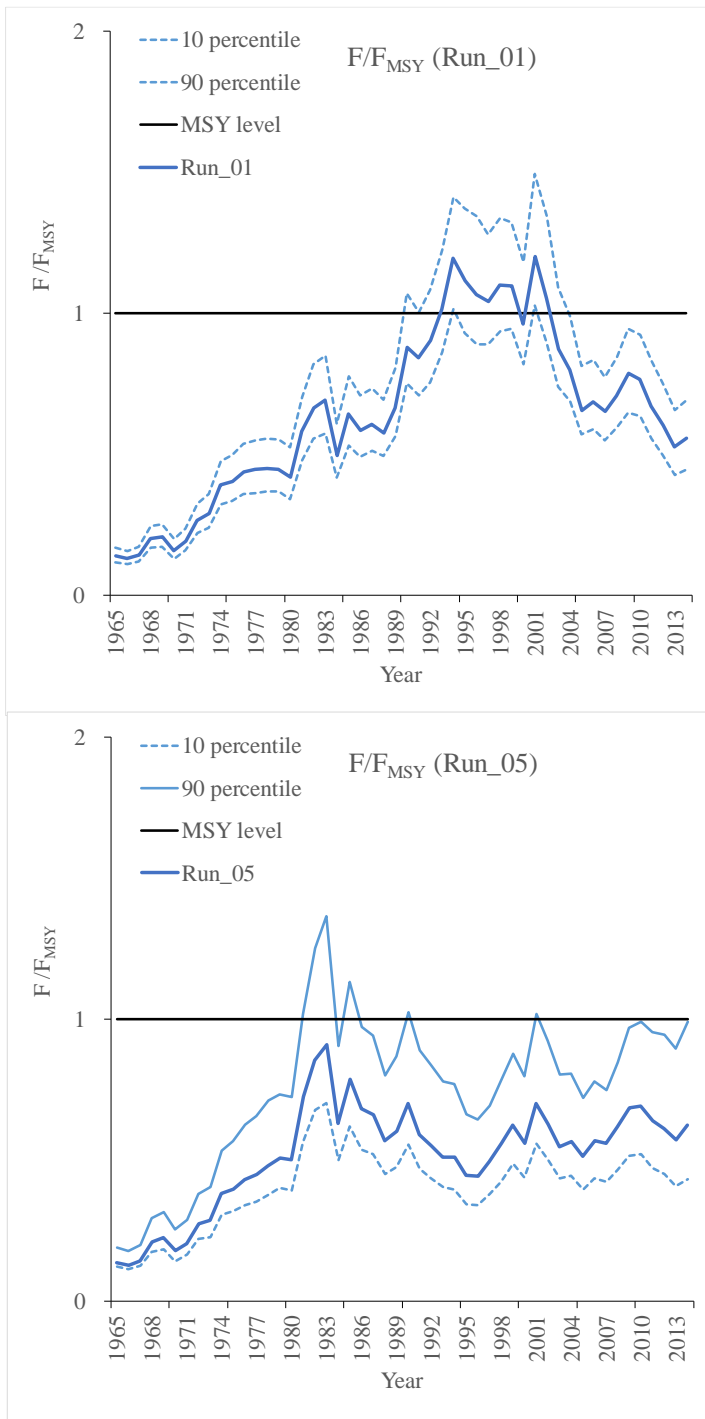


Figure 23. F/F_{MSY} (solid blue line) with 80 percentile confidence interval (dotted line) from bootstrap analysis (1,000 replicates) for base case models [Run_01 (cluster 1) and Run_05 (cluster 2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

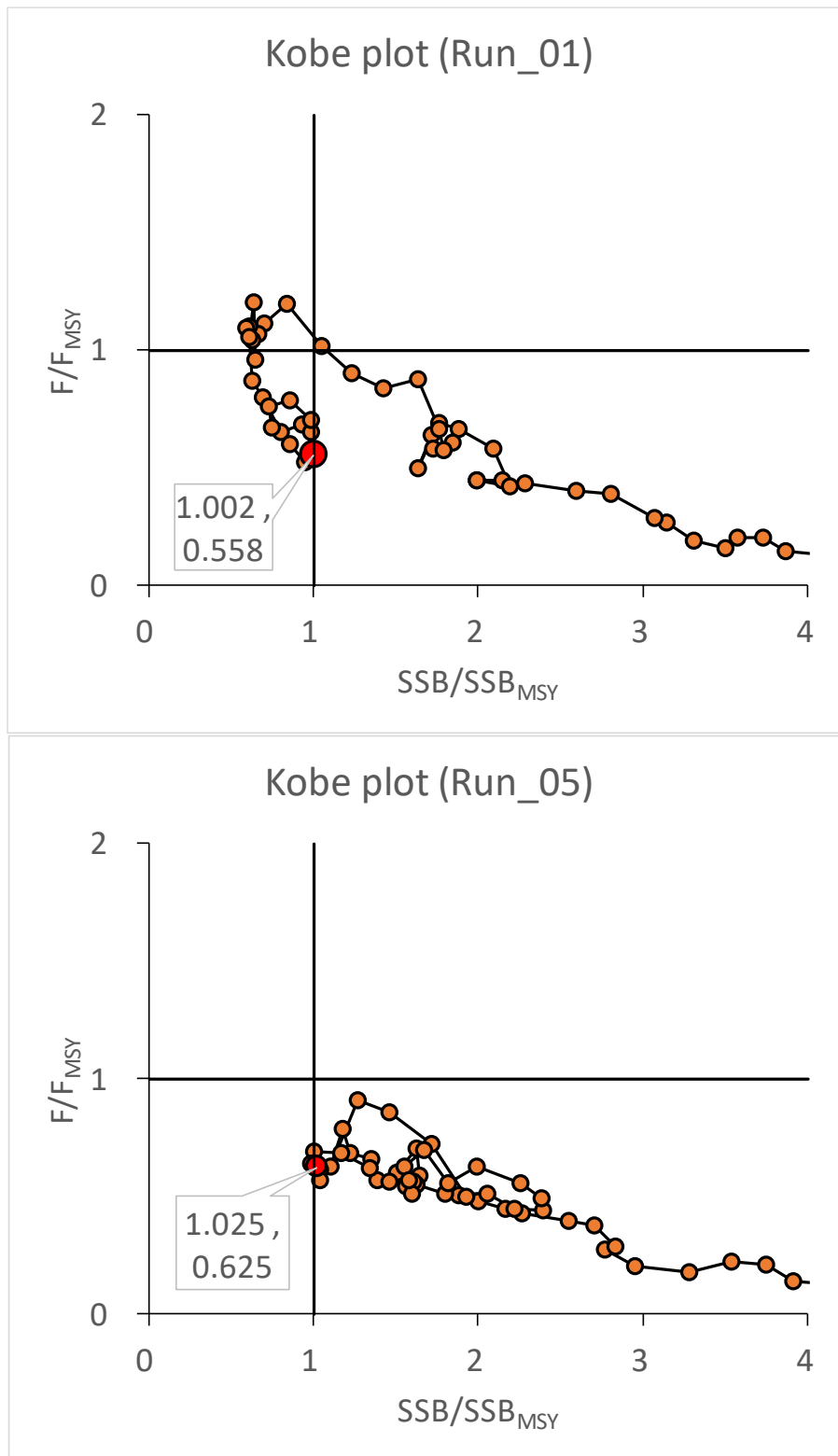


Figure 24. SSB/SSB_{MSY} and F/F_{MSY} trajectories for base case models (Run_01 (cluster1) and Run_05 (cluster 2)) of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. The large red dot indicates stock status in 2014.

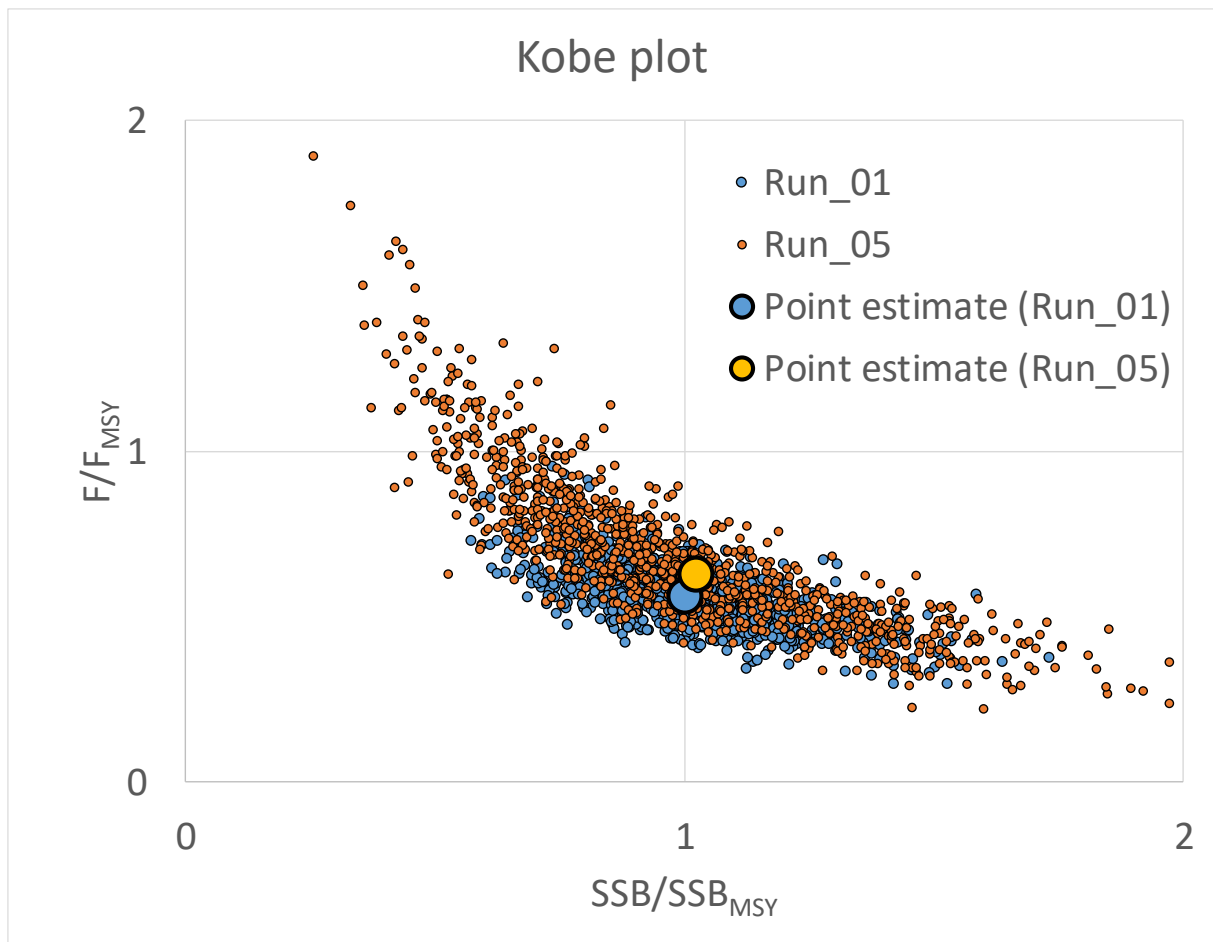


Figure 25. Distributions of SSB/SSB_{MSY} and F/F_{MSY} in 2014 from bootstrap examinations (1,000 replicates) for base case models [Run_01(cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. The large blue and yellow dots indicate point estimates in 2014 of ASPM analysis for both base case models.

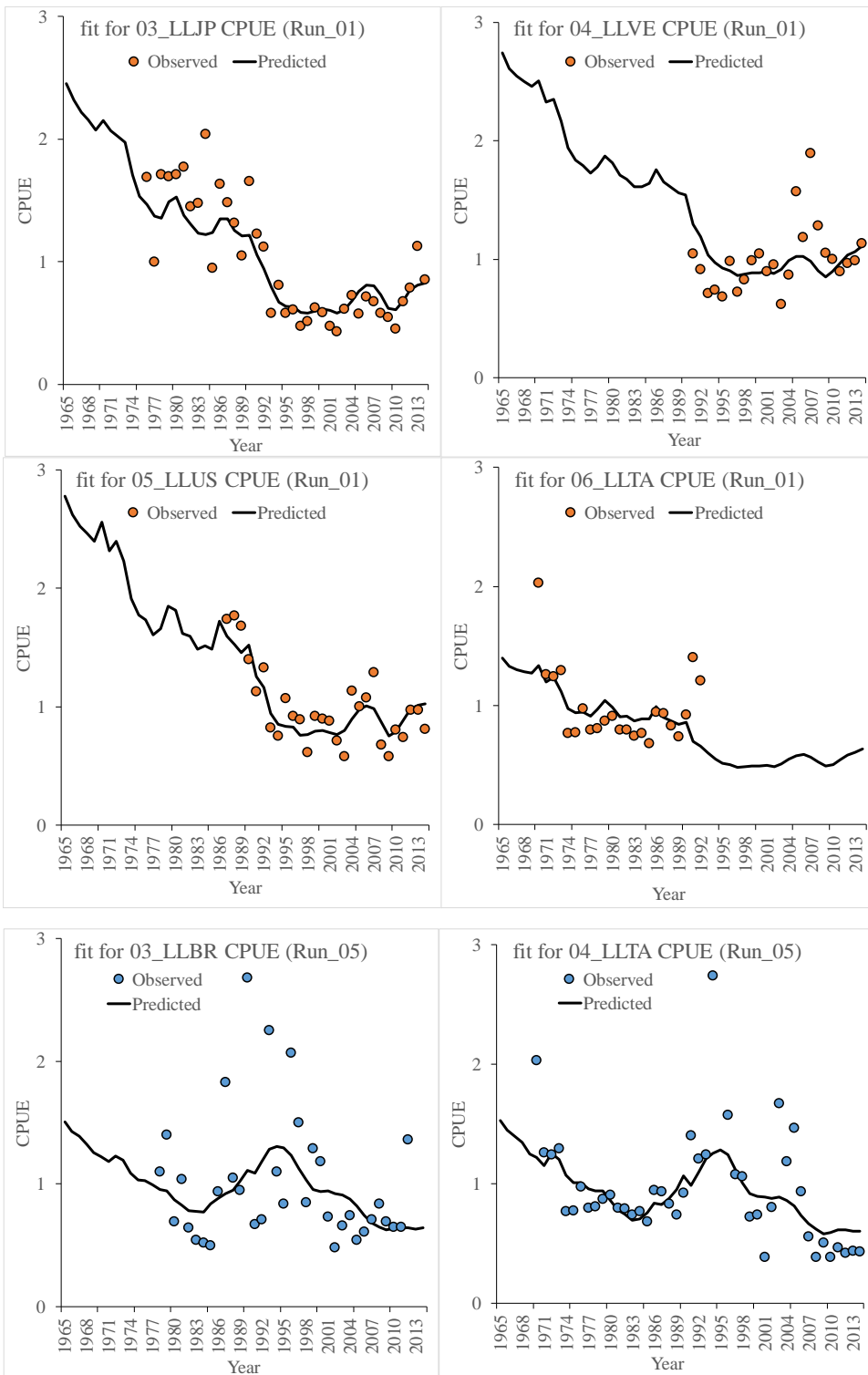


Figure 26. Model fit (black line) to the standardized CPUEs (red and blue circle) of the base case models (Run_01(cluster1) and Run_05(cluster2)) of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

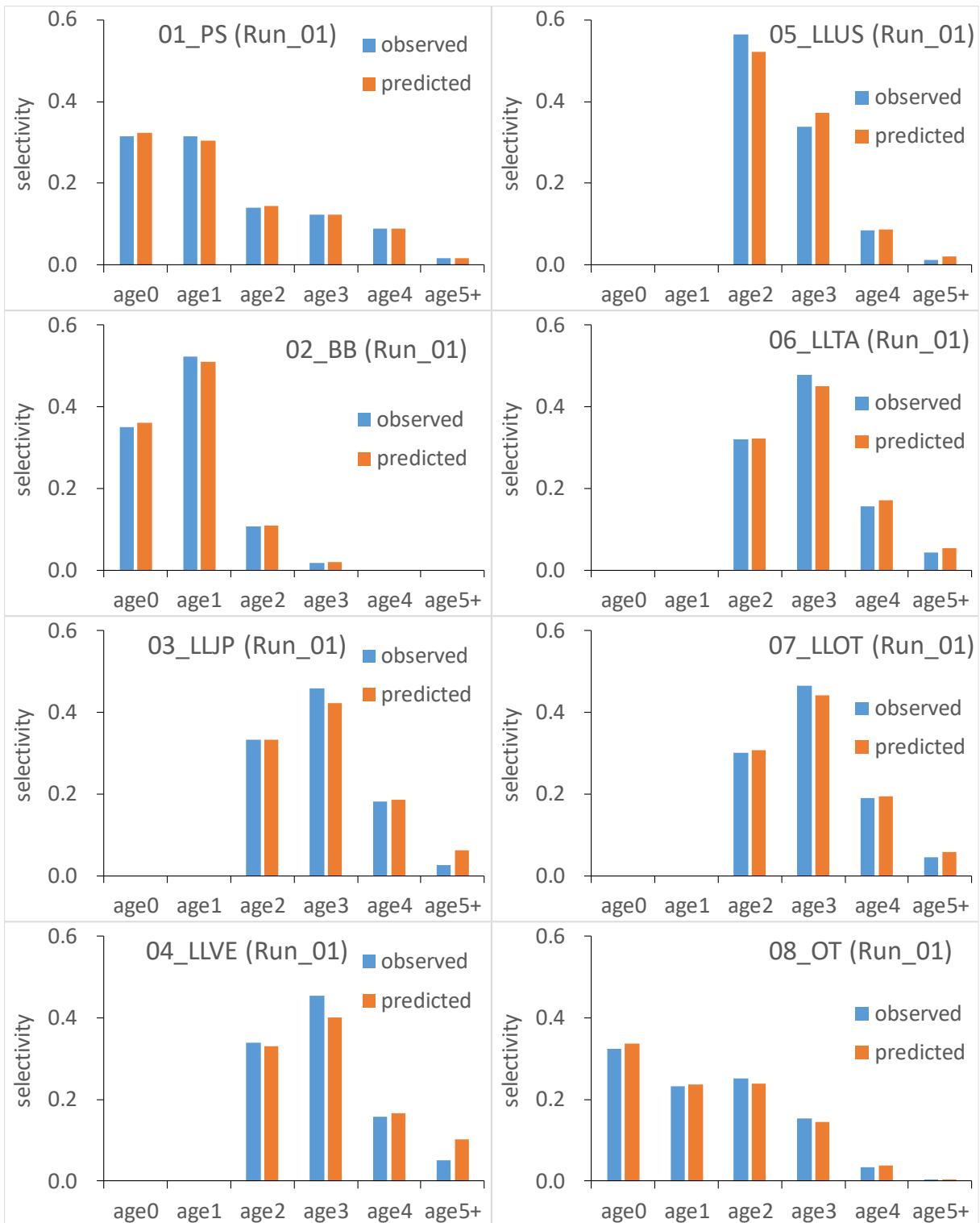


Figure 27. Model fit (orange bar) to the overall catch-at-age (blue bar) by fleet of the base case models [Run_01 (cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

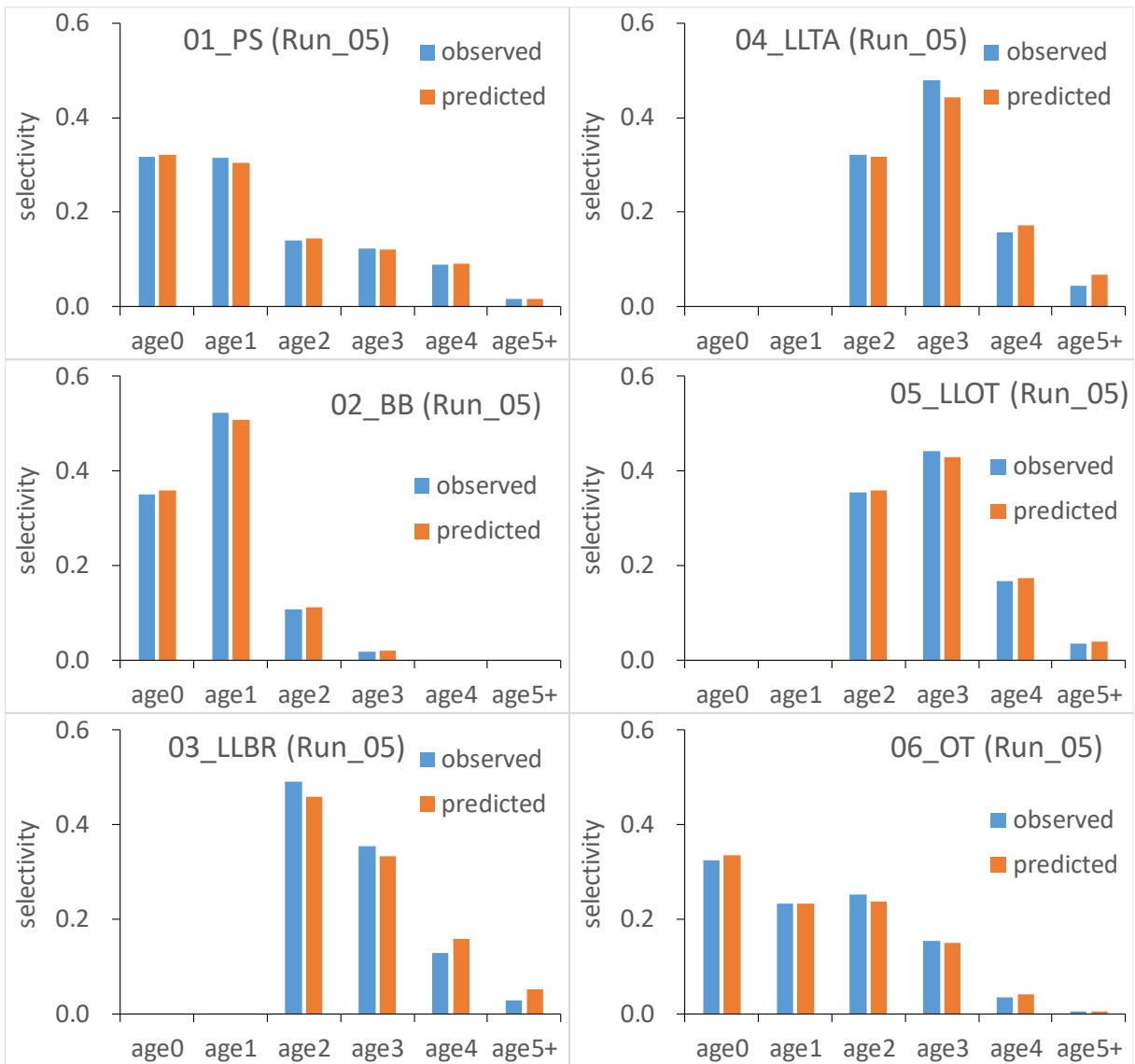


Figure 27 (continued). Model fit (orange bar) to the overall catch-at-age (blue bar) by fleet of the base case models [Run_01 (cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

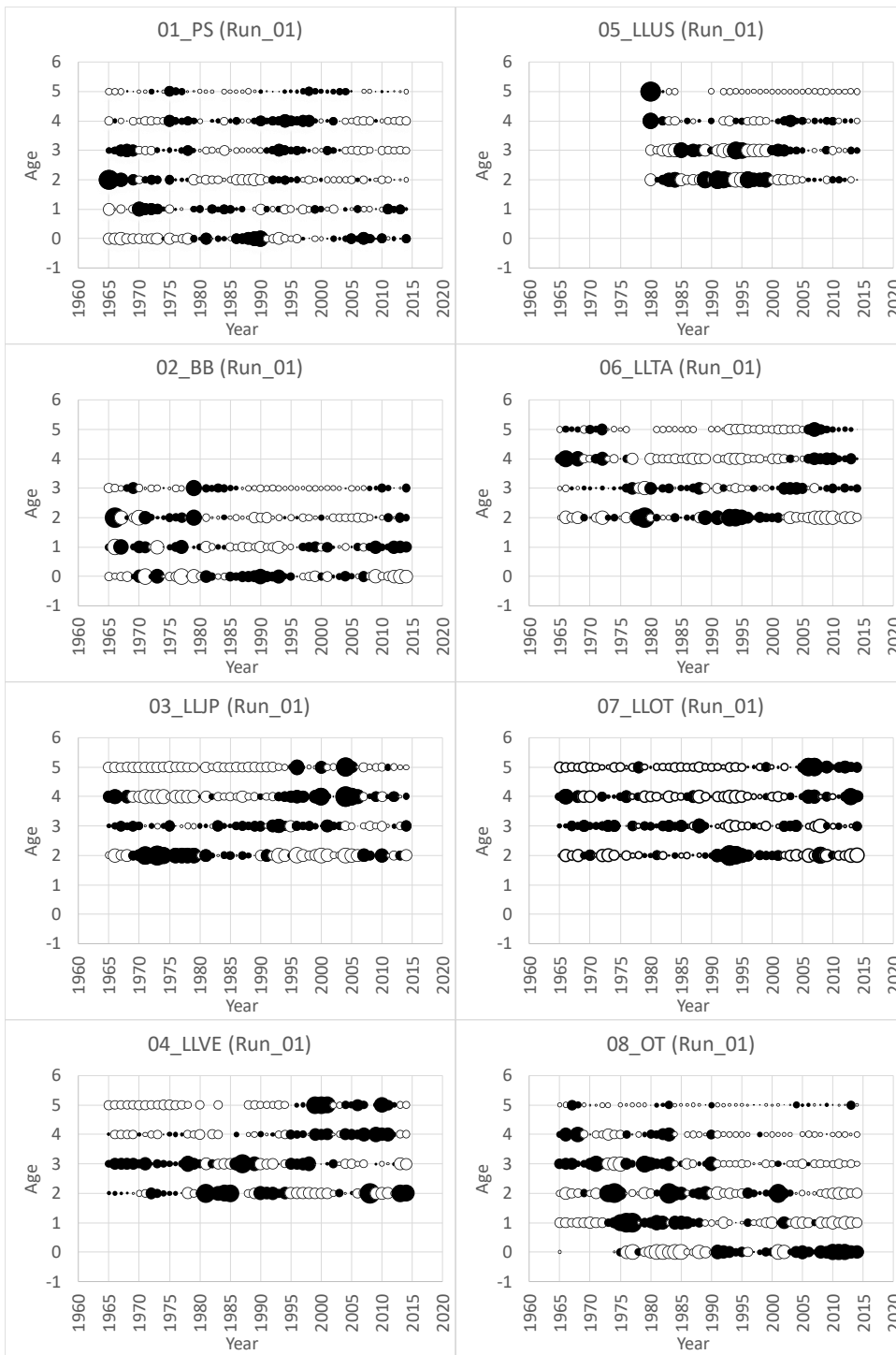


Figure 28. Historical residual pattern for catch-at-age by fleet of the base case models [Run_01(cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. The positive residuals were showed as black circle (observations larger than model predictions).

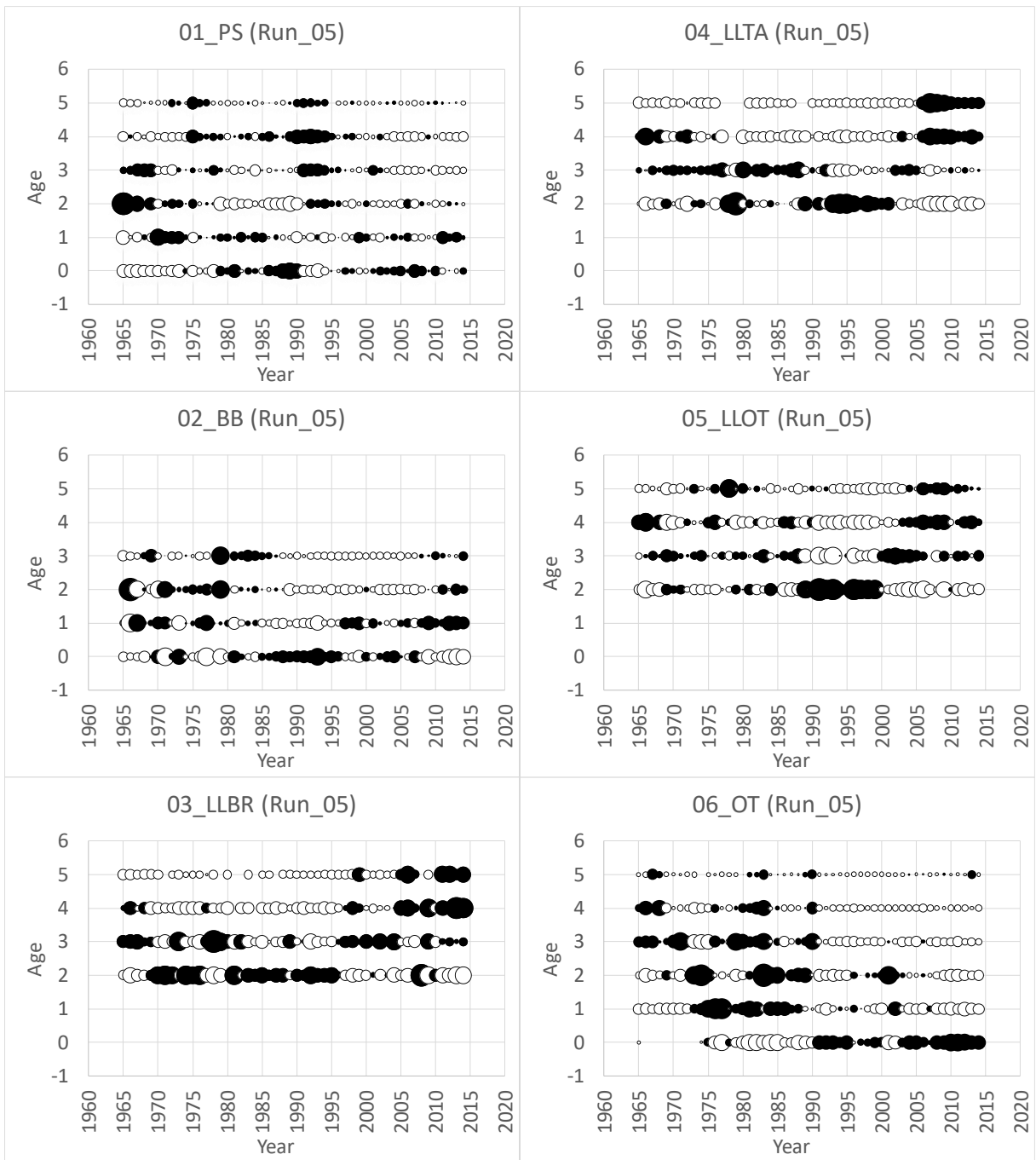


Figure 28 (continued). Historical residual pattern for catch-at-age by fleet of the base case models [Run_01(cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. The positive residuals were showed as black circle (observations larger than model predictions).

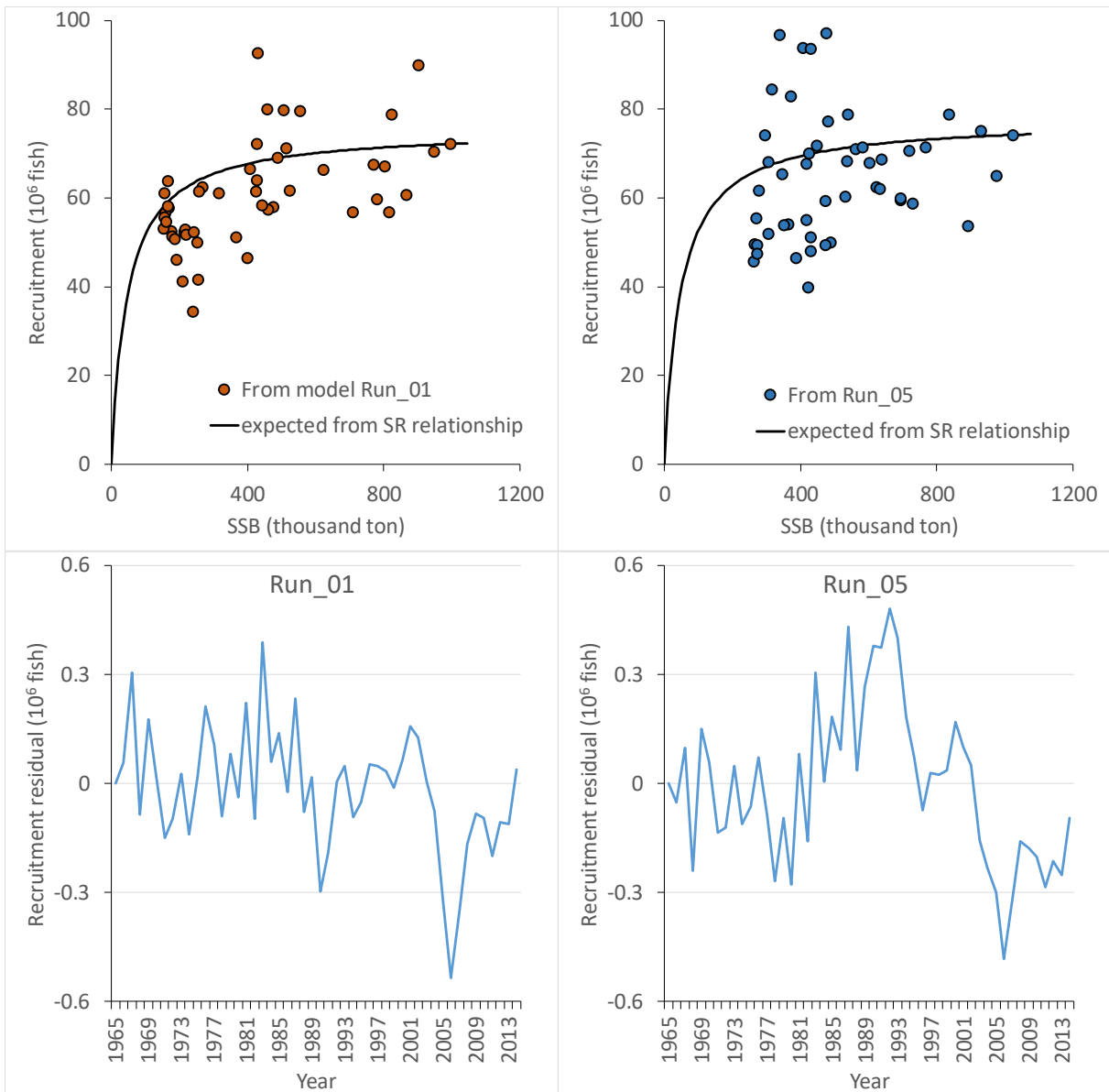


Figure 29. Stock and recruitment relationship (upper two panels) and historical recruitment residual (lower two panels) of the base case models [Run_01(cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. In the upper panels the solid black line means expected curve of Beverton-Holt stock and recruitment formulation, the red and blue circle mean point estimate from model.

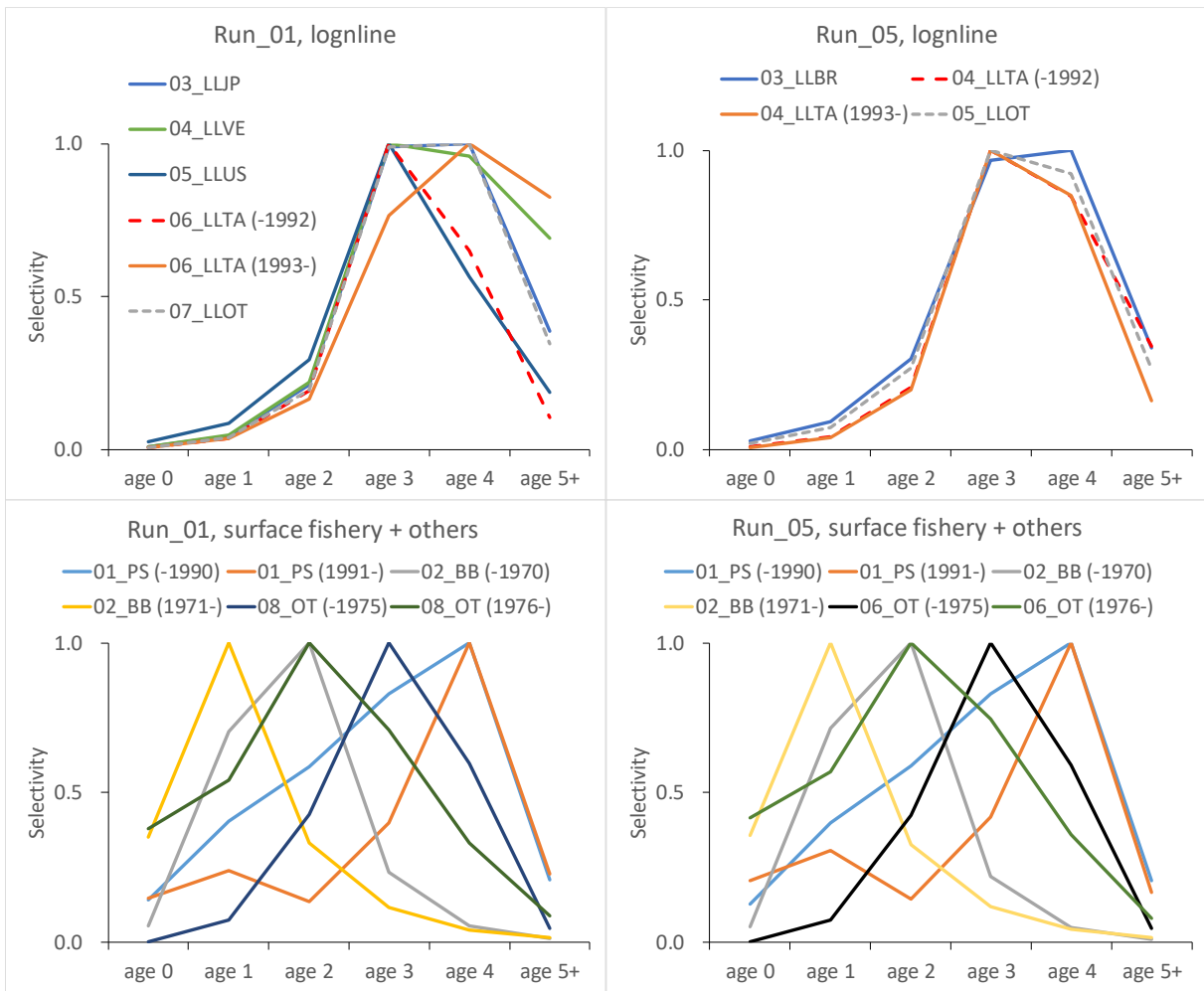


Figure 30. Selectivity curves by fleet estimated by the base case models [Run_01 (cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

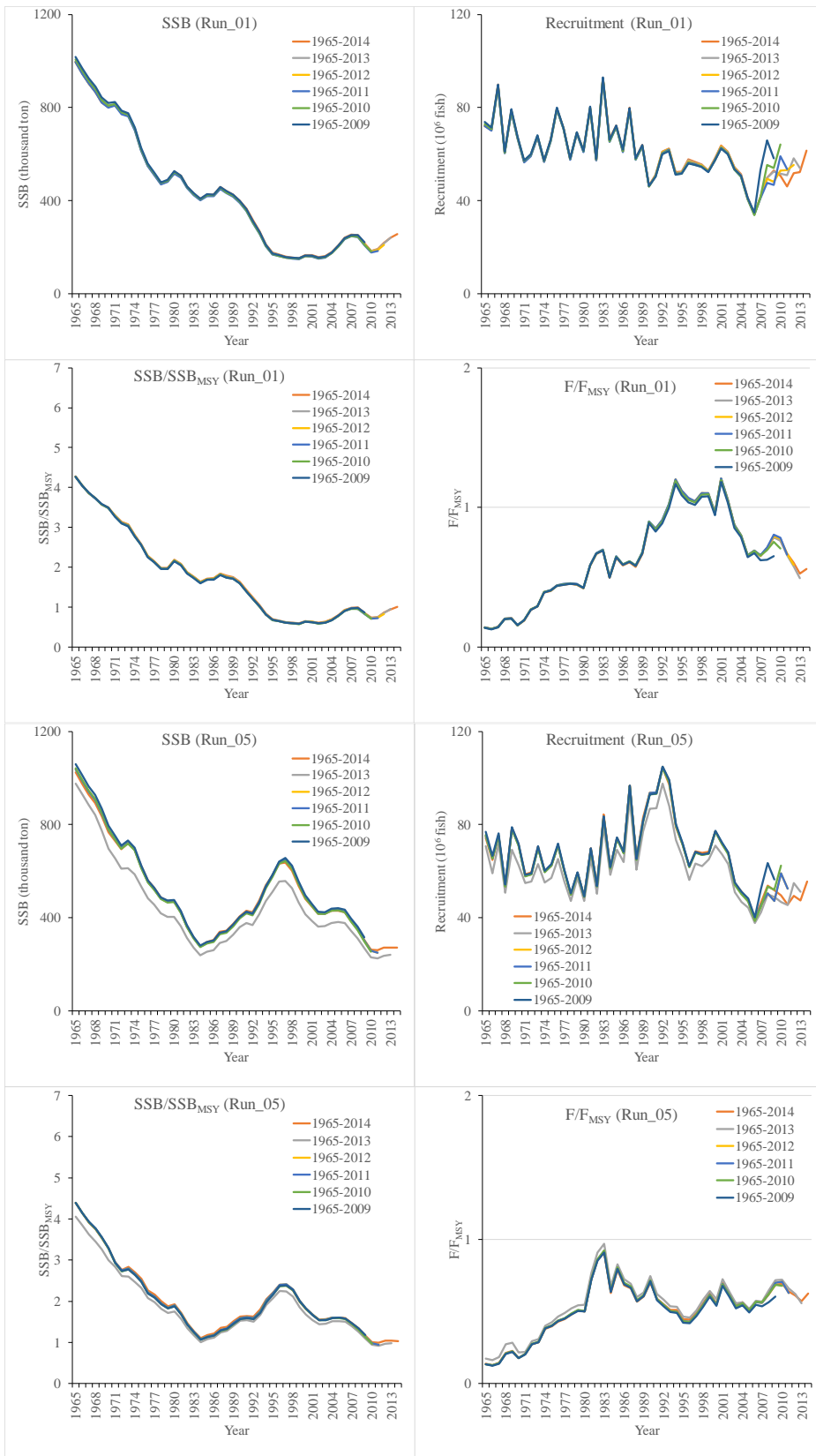


Figure 31. Retrospective patterns for SSB, recruitment, SSB/SSBMSY, F/FMSY of the base case models [Run_01 (cluster1) and Run_05 (cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.



Figure 32. Sensitivity analysis on steepness for SSB, recruitment, SSB/SSB_{MSY} , F/F_{MSY} of the base case models [Run_01 (cluster1) and Run_05 (cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

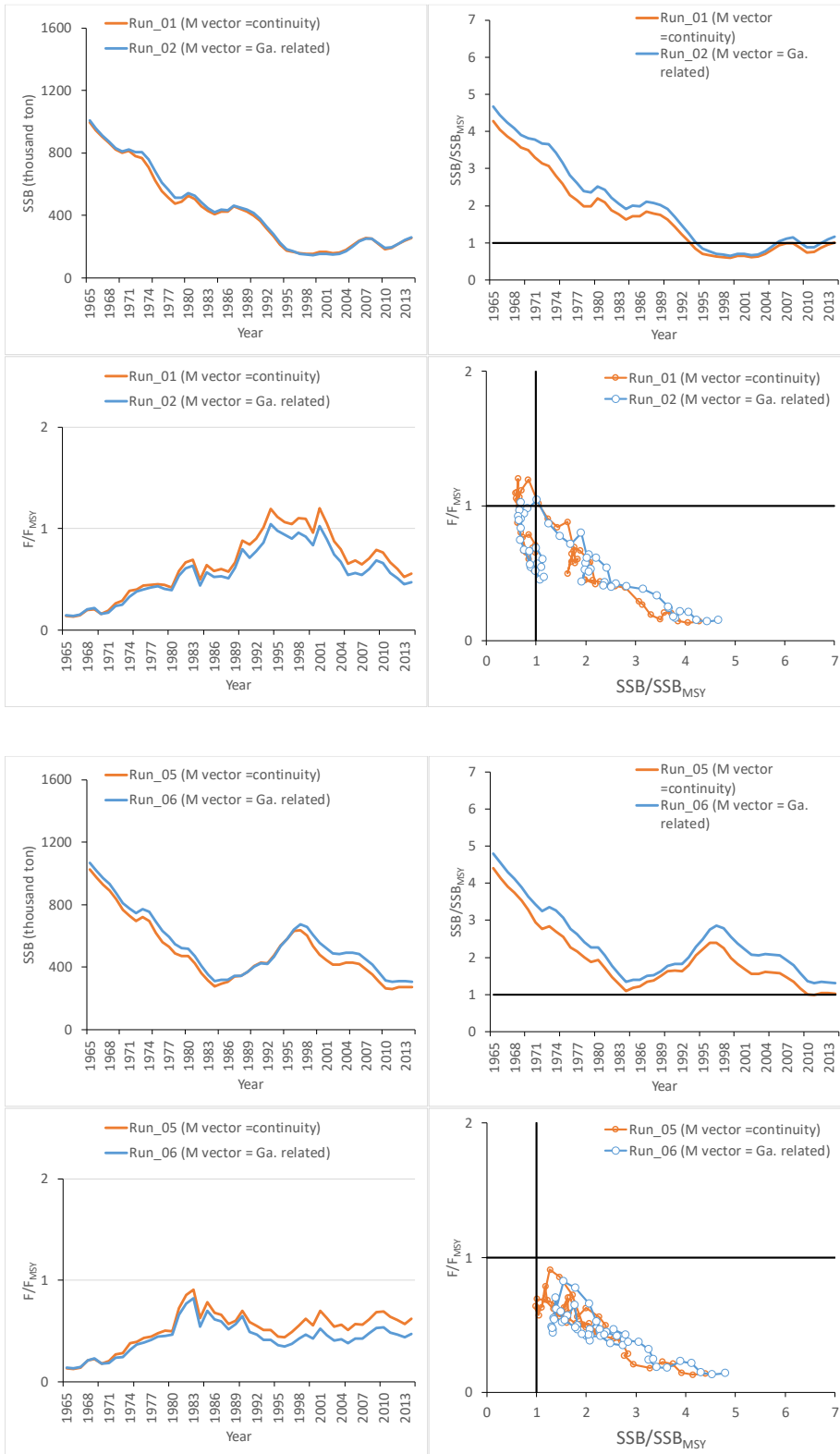


Figure 33. Sensitivity analysis on natural mortality (M) vector for SSB, recruitment, SSB/SSB_{MSY}, F/F_{MSY} of the base case models [Run_01 (cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

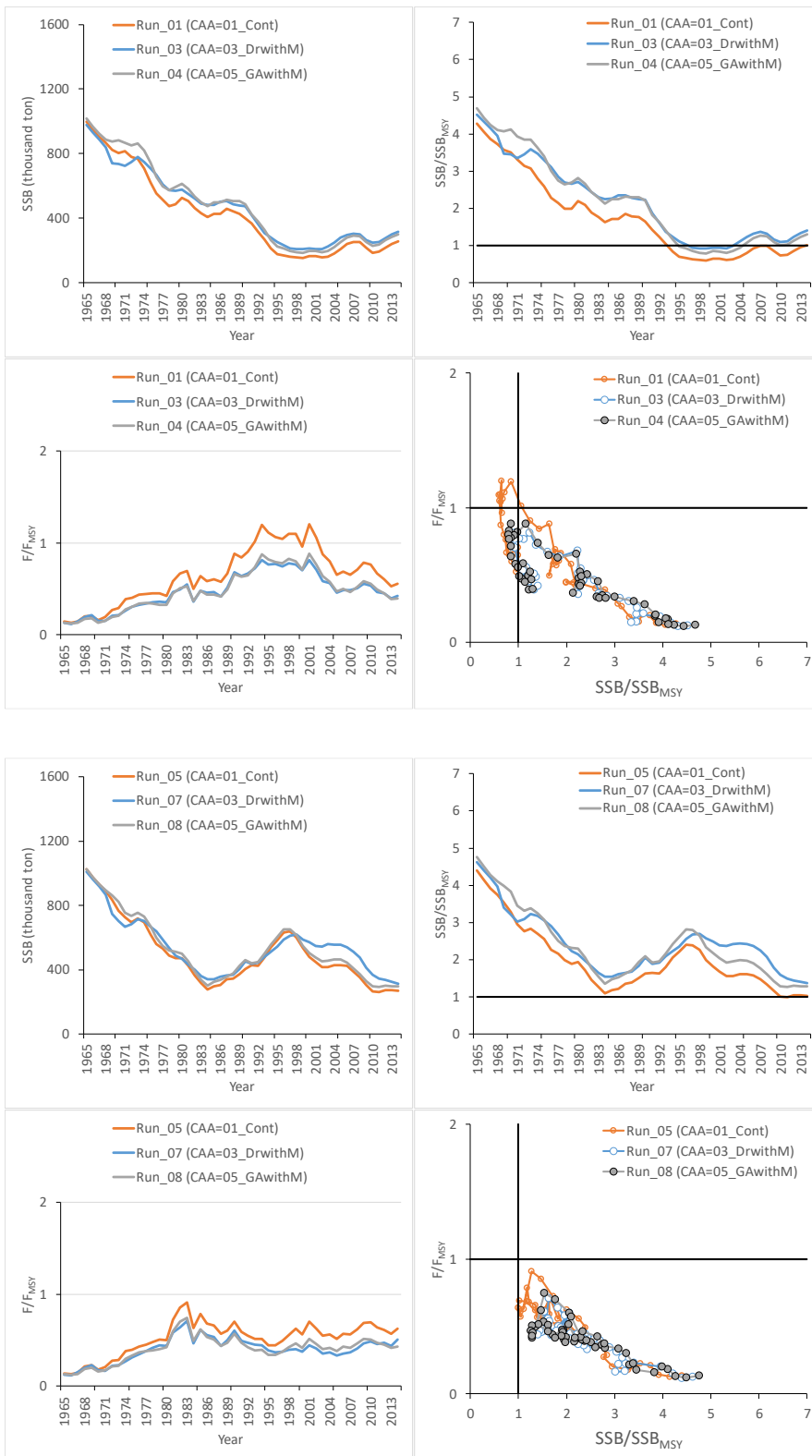


Figure 34. Sensitivity analysis on type of catch-at-age (CAA) for SSB, recruitment, SSB/SSB_{MSY} , F/F_{MSY} of the base case models [Run_01(cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. The types of CAA are explained as follows; 01_Cont: same formulation as 2011 meeting using Gascuel 2-stanza growth model without M vector in ageing, 03_DrwithM: Draganik von Bertalanffy growth model including M vector, 05_GAwithM: Gascuel 2-stanza growth model including M vector.

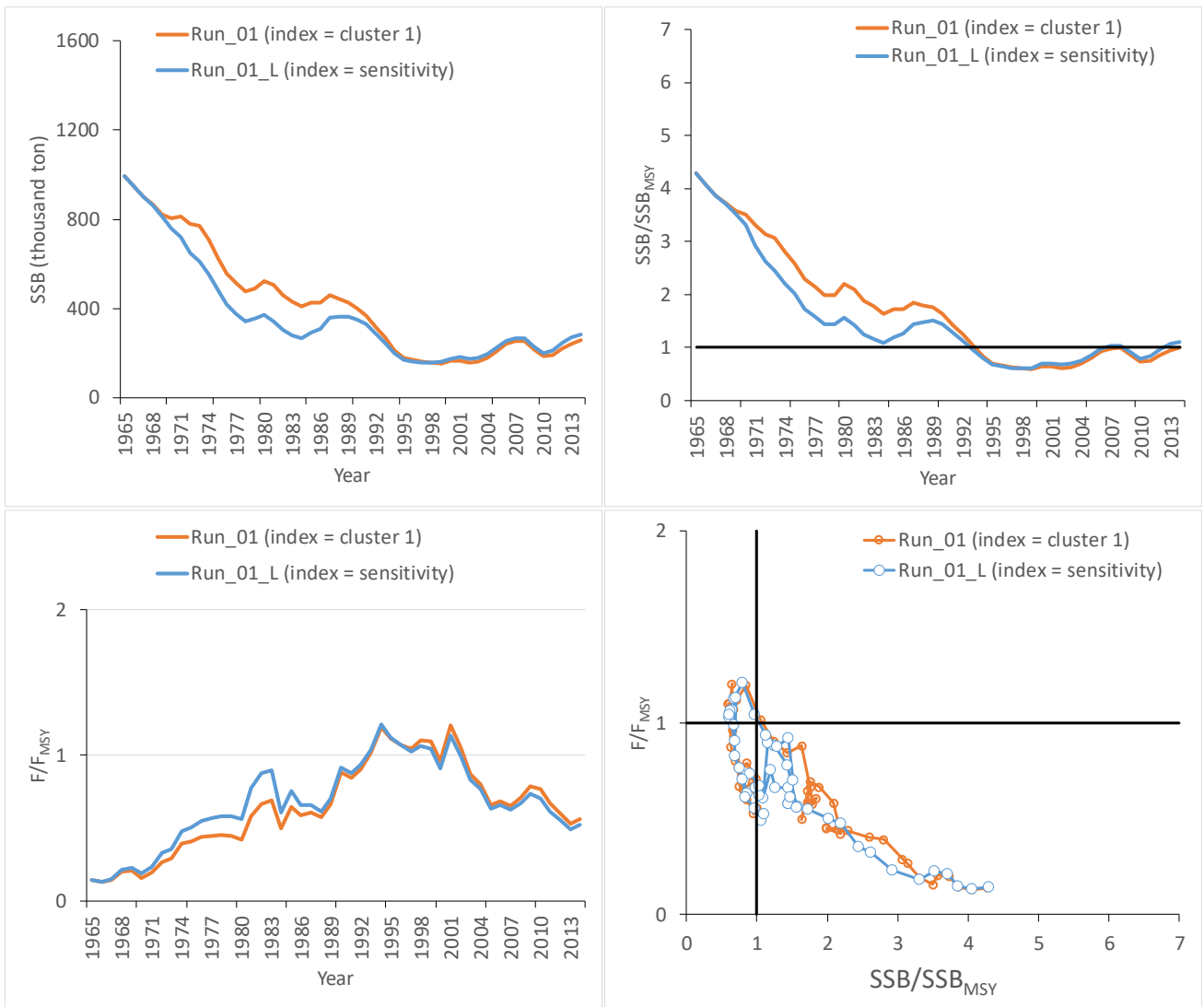


Figure 35. Sensitivity of trends in SSB, recruitment, SSB/SSB_{MSY} , F/F_{MSY} to the initial year of the Japanese longline index. The comparison was made using ASPM Run_01, Cluster 1. The base model used the Japanese index developed for the period 1976-2014 (orange). The sensitivity run (blue) used a version of the Japanese longline index with a longer period (1965-2014).

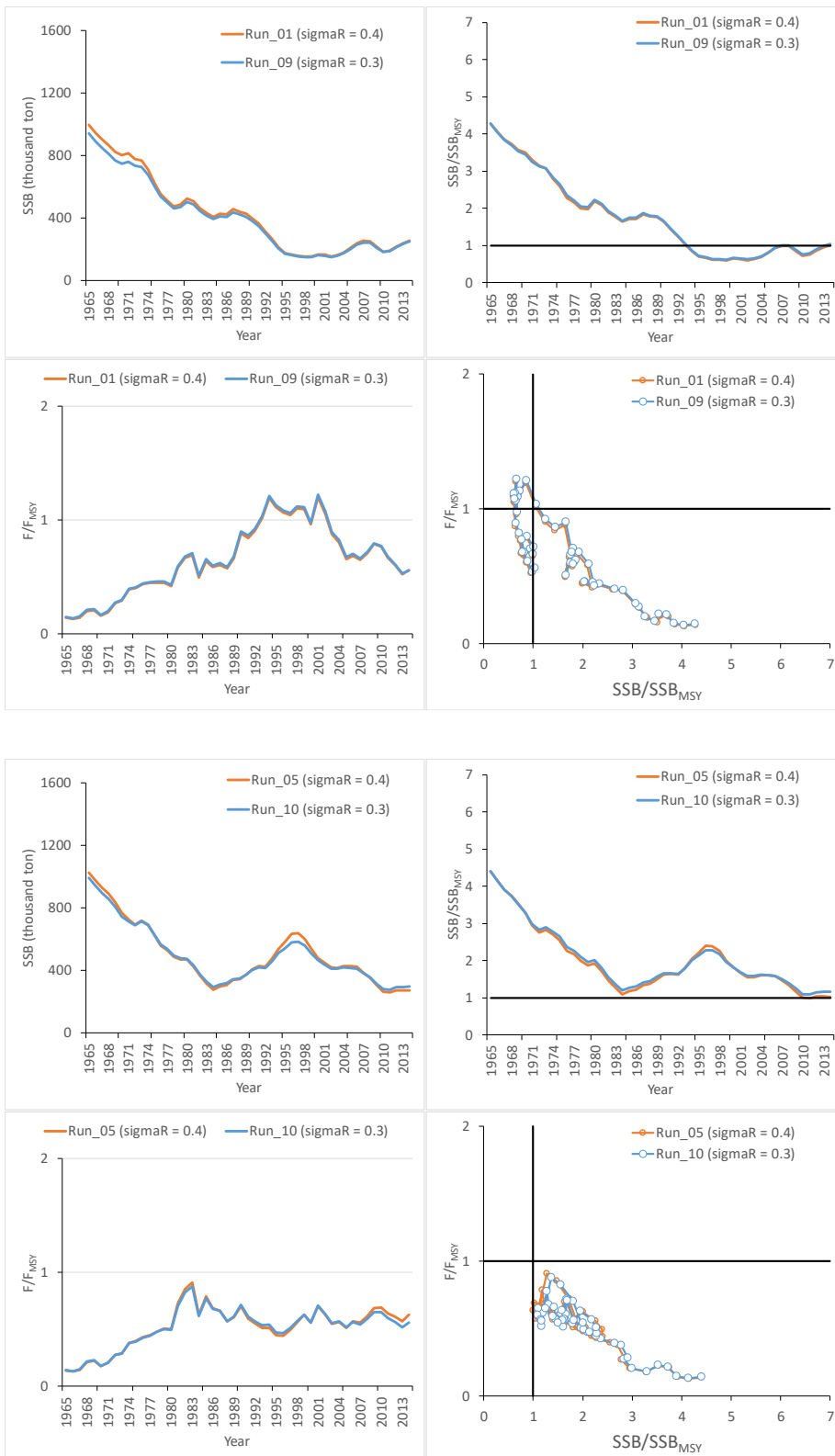


Figure 36. Sensitivity analysis on σ_R (standard deviation for the stock recruitment fluctuations) for SSB, recruitment, SSB/SSB_{MSY} , F/F_{MSY} of the base case models [Run_01 (cluster1) and Run_05(cluster2)] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean.

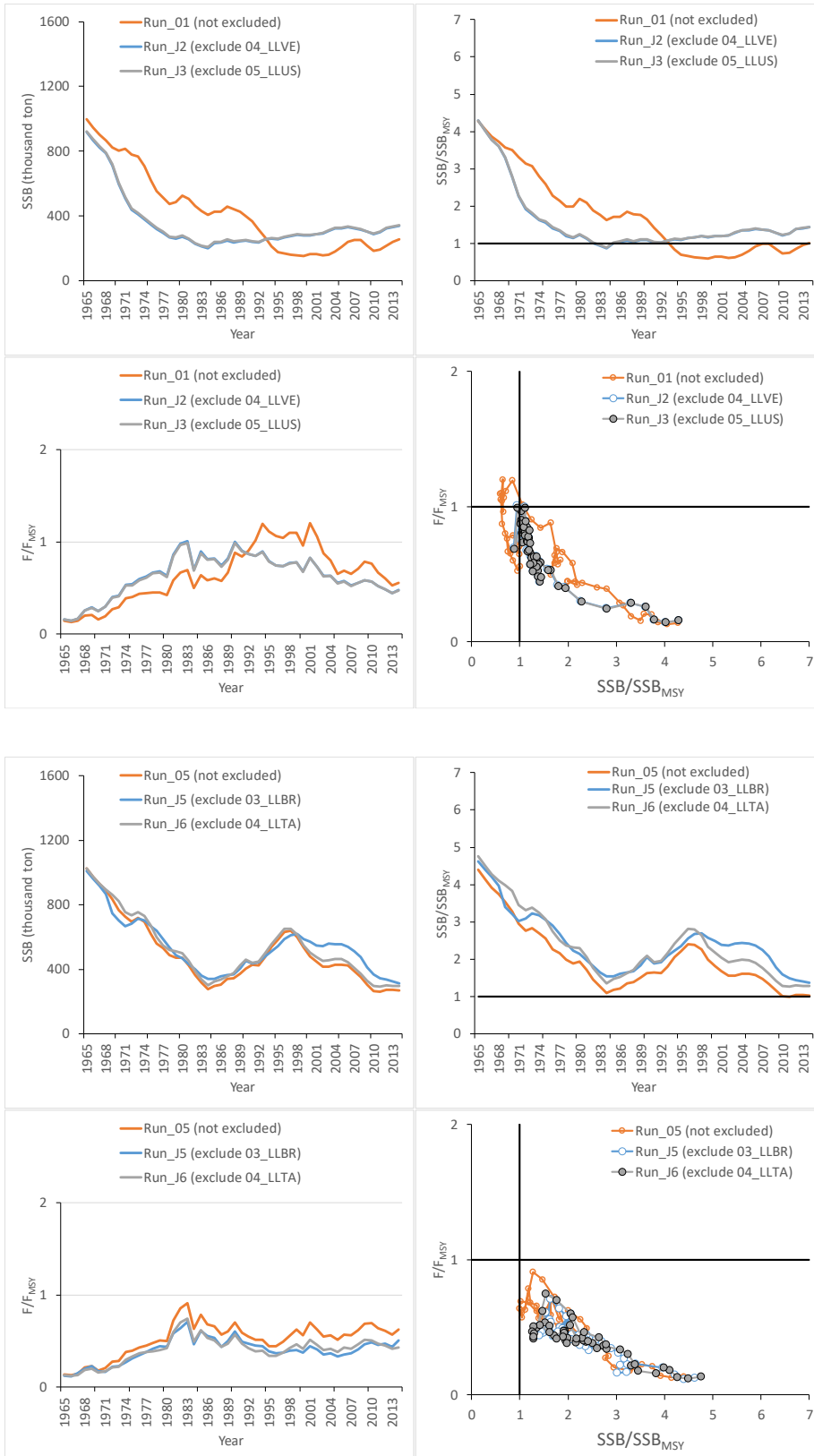


Figure 37. Sensitivity analysis (Jack-Knife Analysis) on index for SSB, recruitment, SSB/SSB_{MSY} , F/F_{MSY} of the base case models [Run_01 and Run_05] of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. Each run removes one index at a time from the base case models.

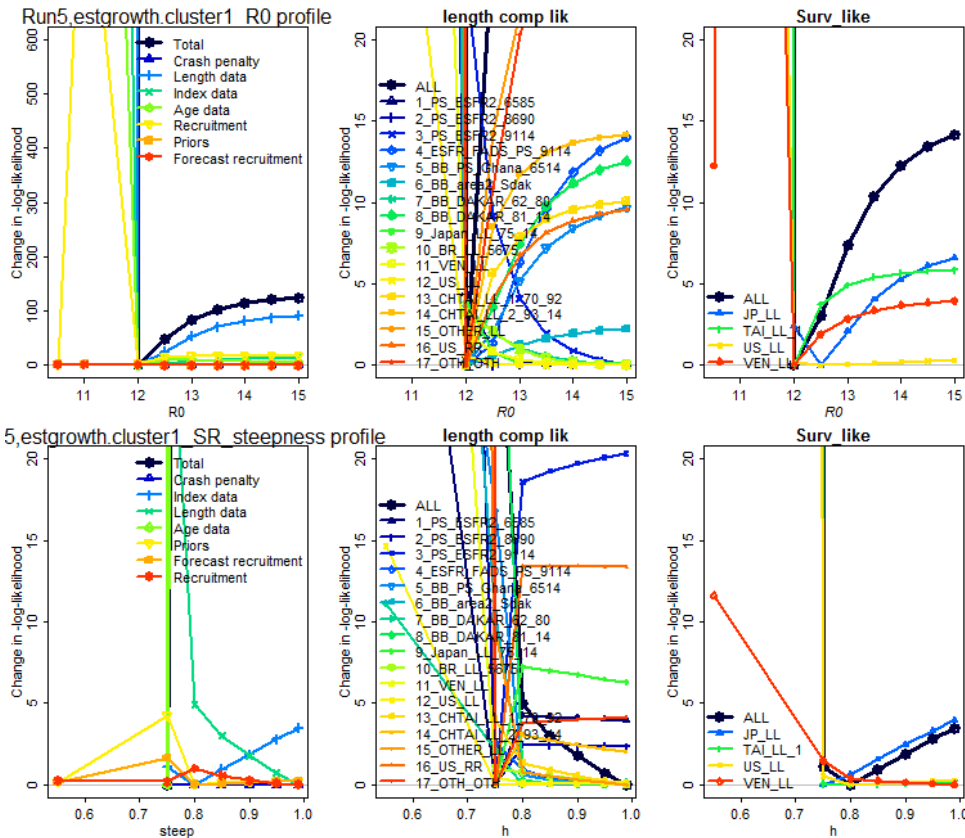


Figure 38. SS3 Model: Likelihood profiles of R0 and steepness for index Cluster 1 model.

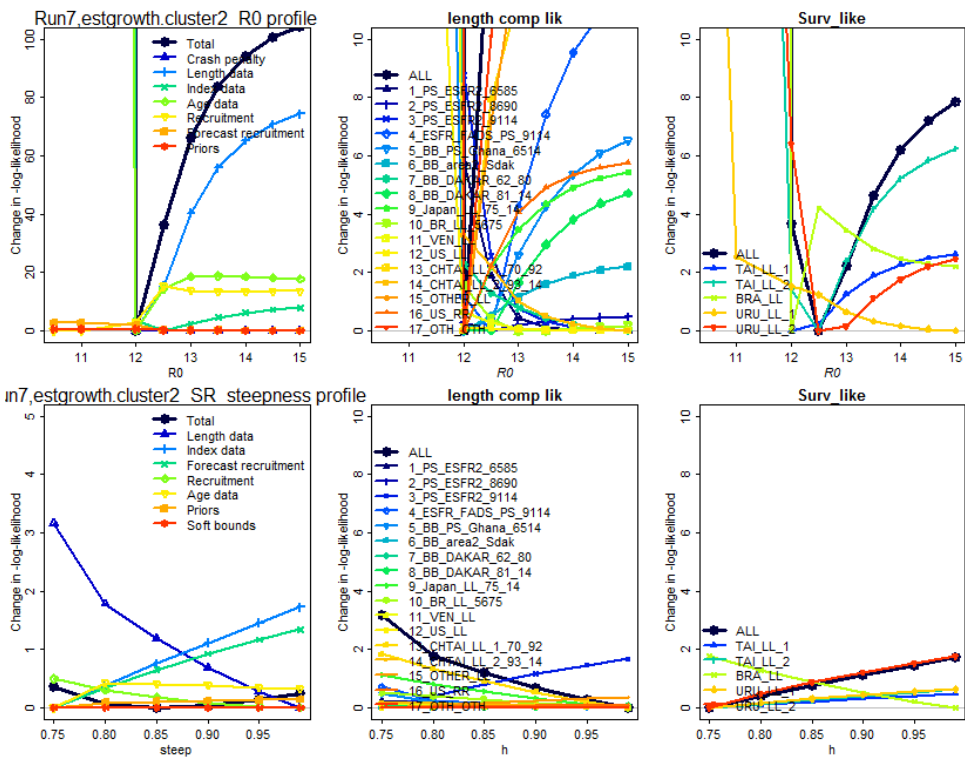


Figure 39. SS3 Model: Likelihood profiles of R0 and steepness for index Cluster 2.

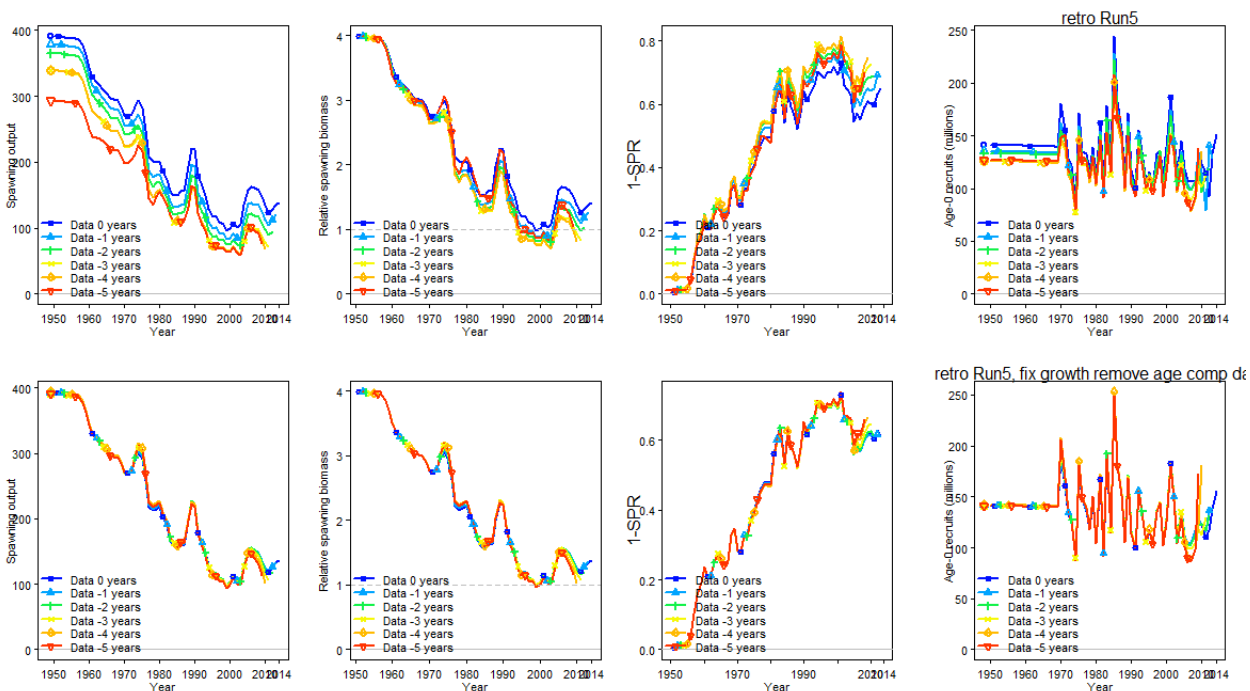


Figure 40. SS3 Model: Retrospective analysis of Cluster 1 with growth estimated (upper) and with growth fixed at estimated values and age composition data removed (lower).

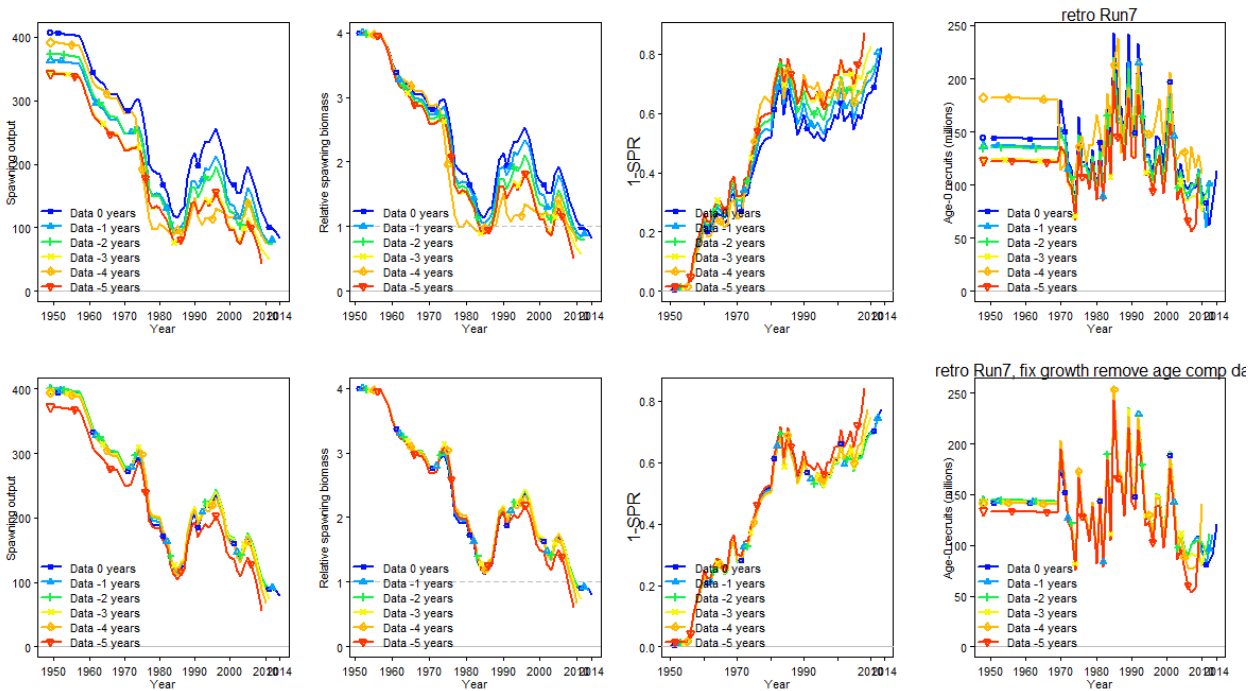


Figure 41. SS3 Model: Retrospective analysis of Cluster 2 with growth estimated (upper) and then with growth fixed at estimated values and the age composition data removed (lower).

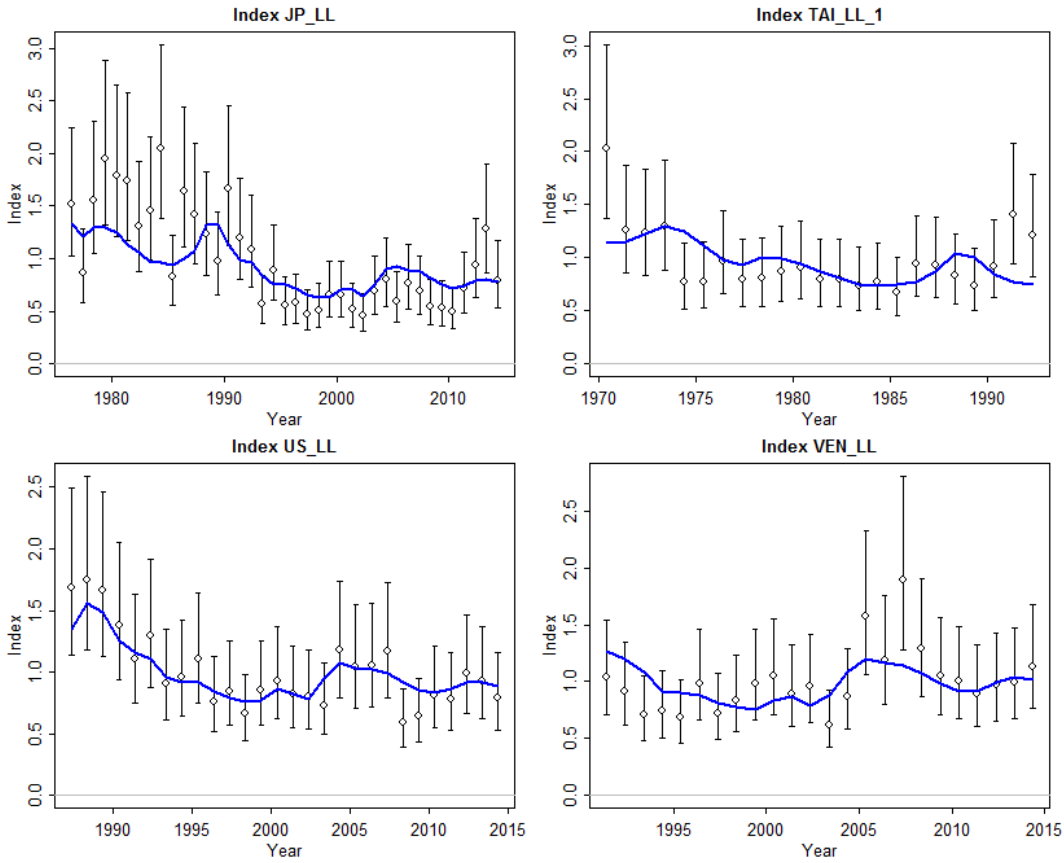


Figure 42. SS3 Model: Fits to CPUE series in Cluster 1.

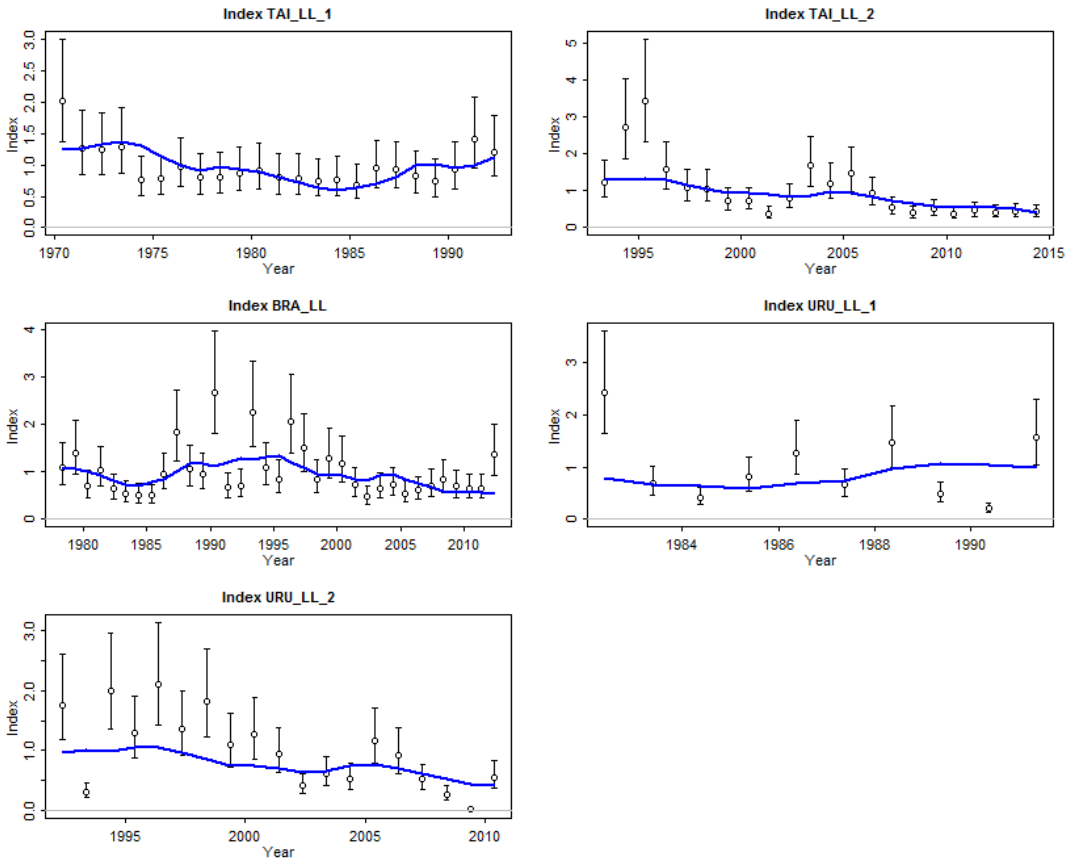


Figure 43. SS3 Model: Fits to indices for Cluster 2.

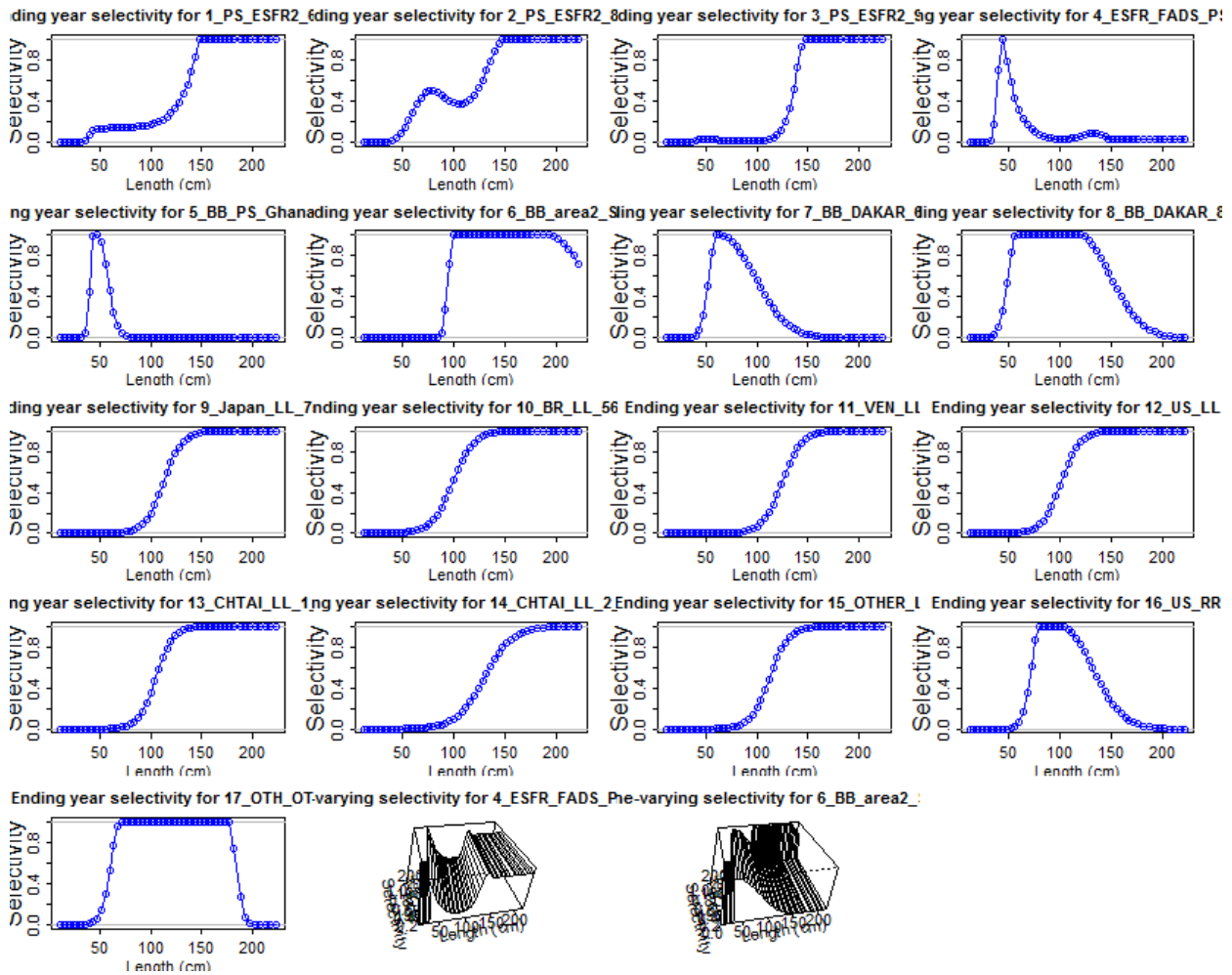


Figure 44. SS3 Model: Estimated selectivities for by fleet for Cluster 1.

length comps, whole catch, aggregated across time by fleet

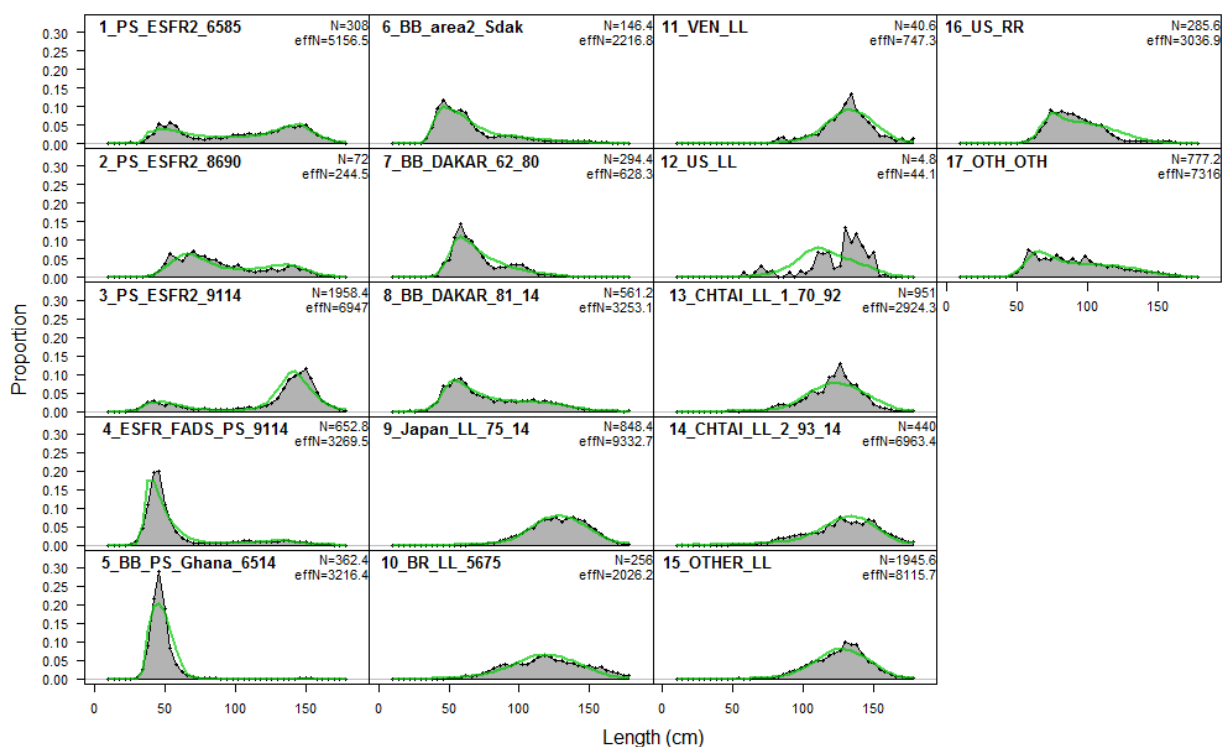


Figure 45. SS3 Model: Fits to length composition aggregated overall years for Cluster 1.

length comps, whole catch, aggregated across time by fleet

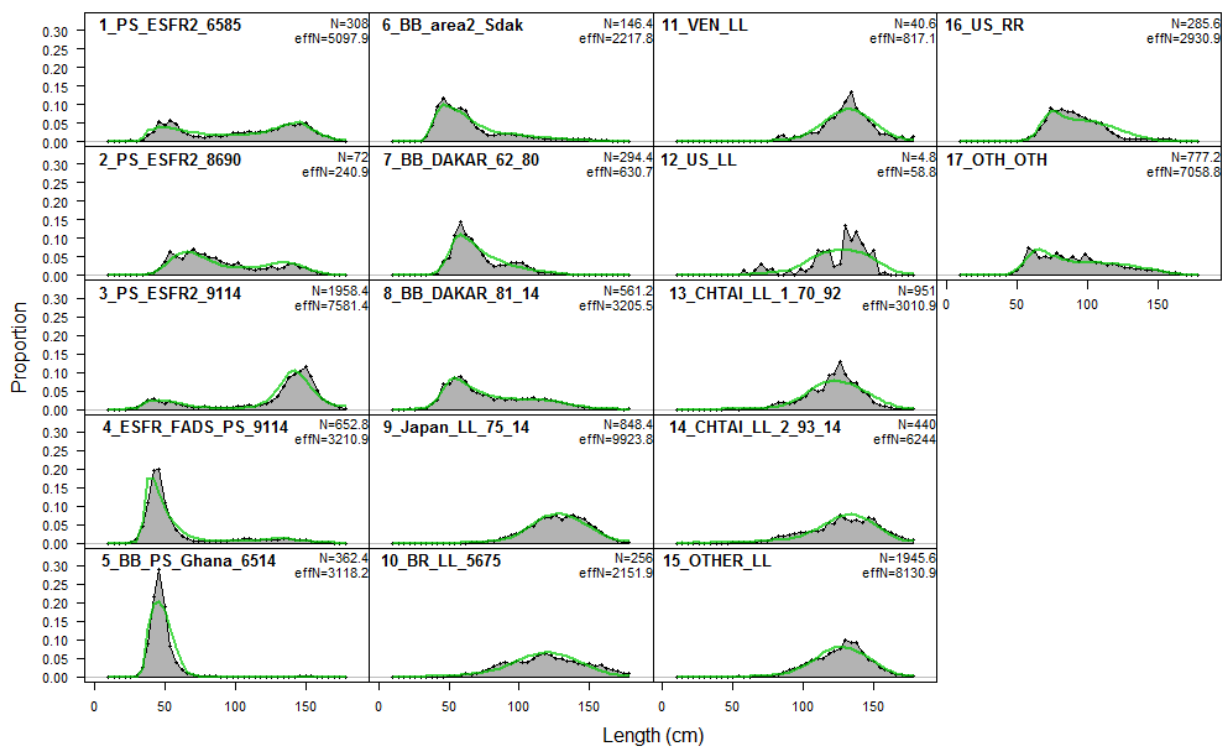


Figure 46. SS3 Model: Fits to length composition aggregated overall years for Cluster 2.

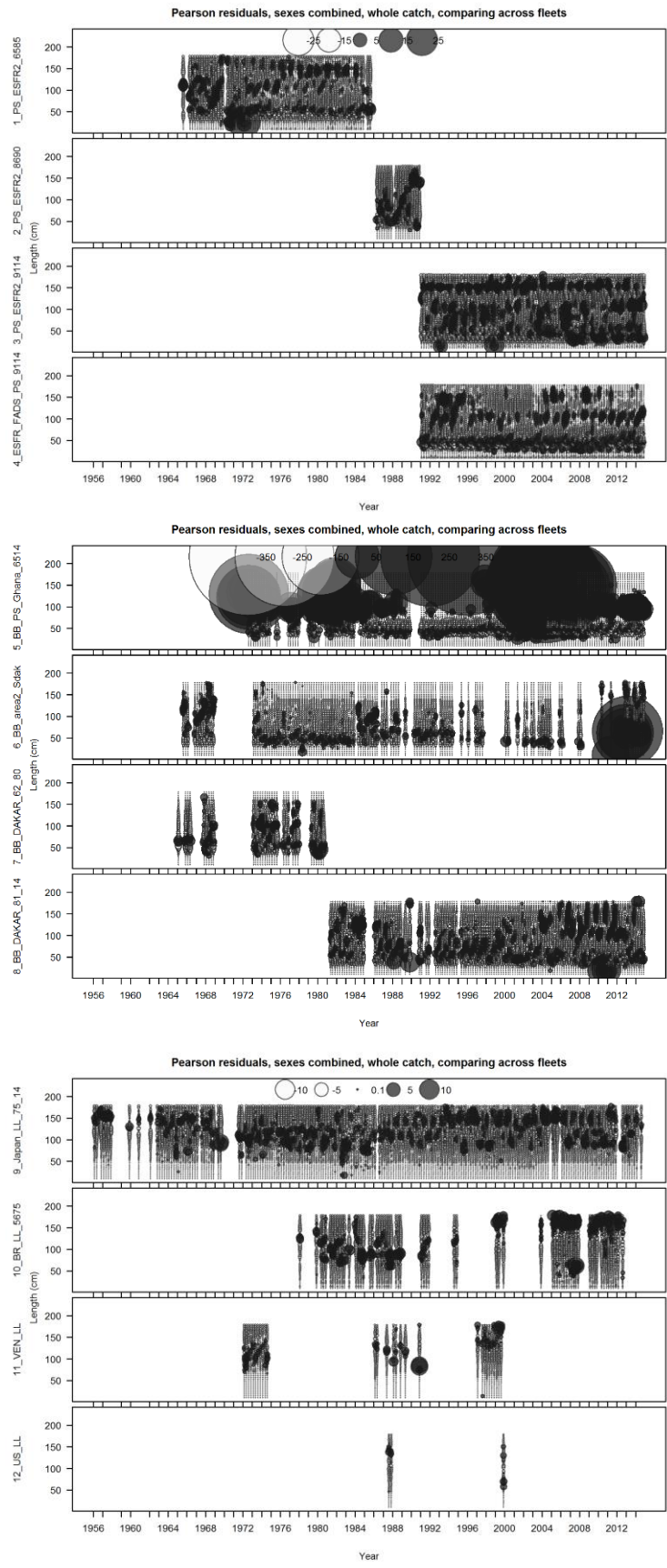


Figure 47. SS3 Model: Pearson residuals of the overall length composition by fleet and year for Cluster 1.

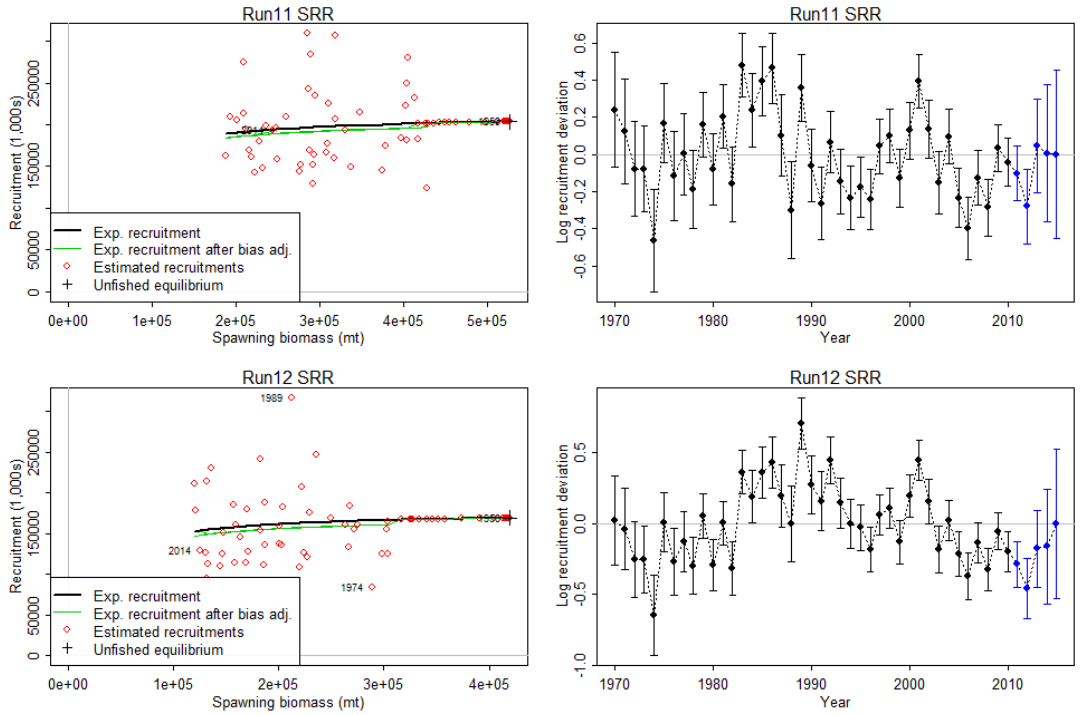


Figure 48. SS3 Model: Spawner-recruit relationship and recruitment deviations for Cluster 1 (top) and Cluster 2 (bottom). Both runs assume a steepness of 0.9. Blue points are recruitment deviations estimated with bias adjustment.

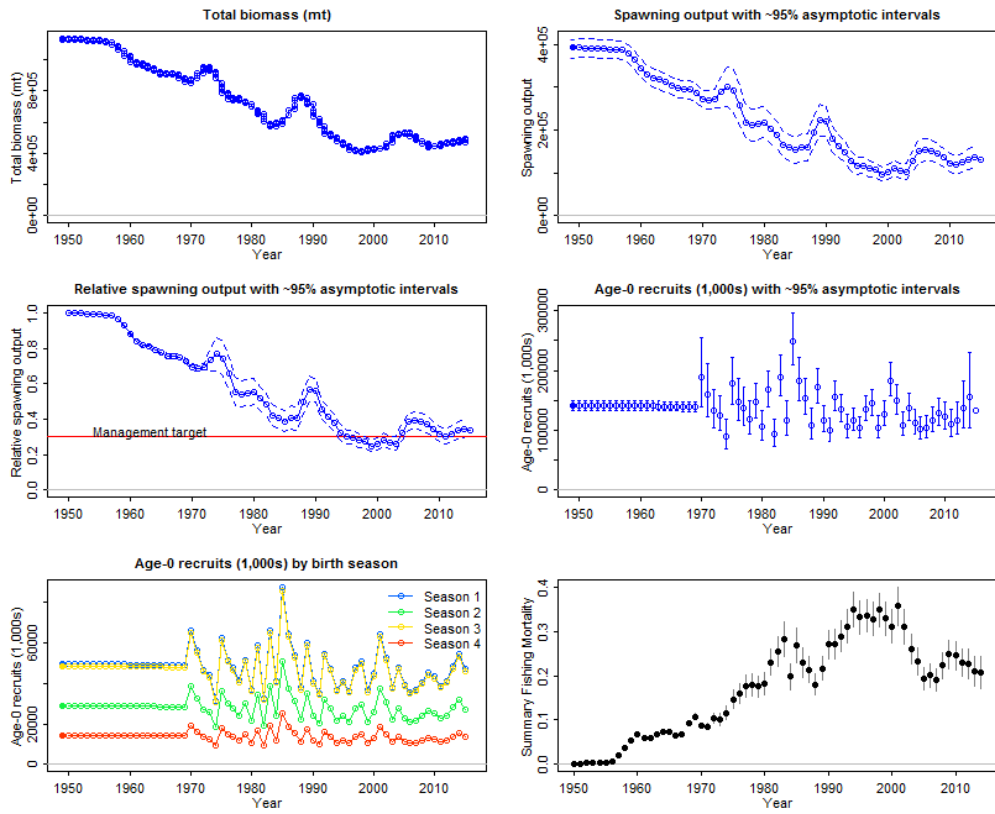


Figure 49. SS3 Model: a) Time series of total biomass, b) spawning biomass, c) spawning biomass relative to virgin, d) recruits, e) recruits by birth season and f) exploitation rate for Cluster 1.

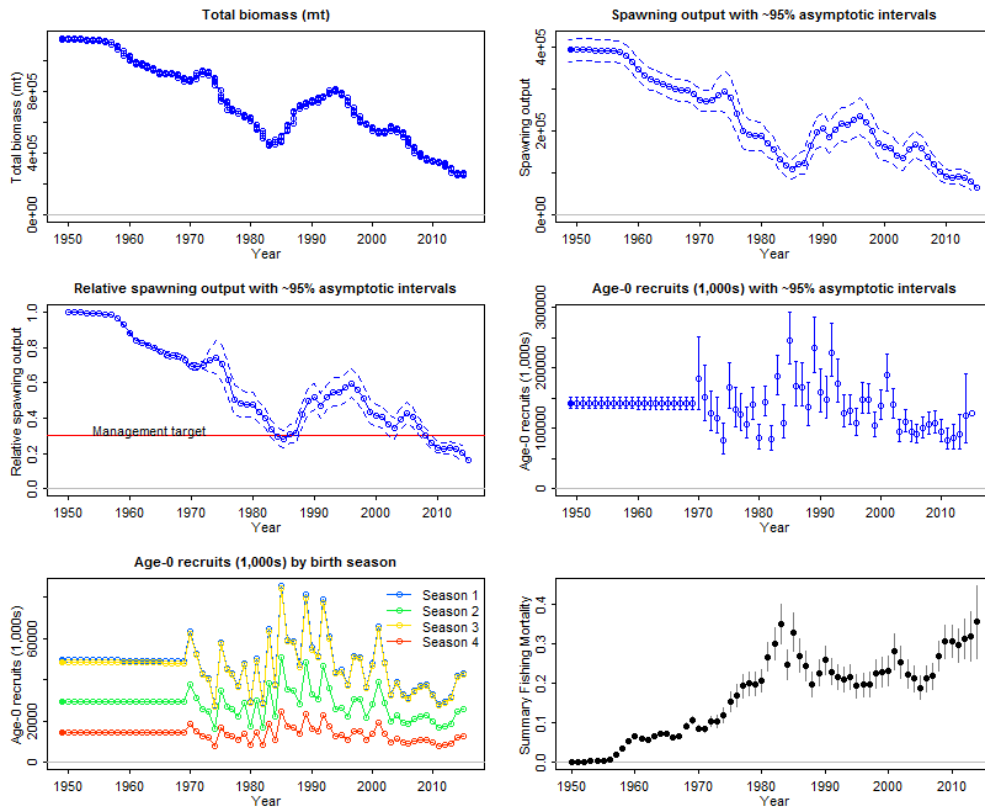


Figure 50. SS3 Model: a) Time series of total biomass, b) spawning biomass, c) spawning biomass relative to virgin, d) recruits, e) recruits by birth season, and f) exploitation rate for Cluster 2.

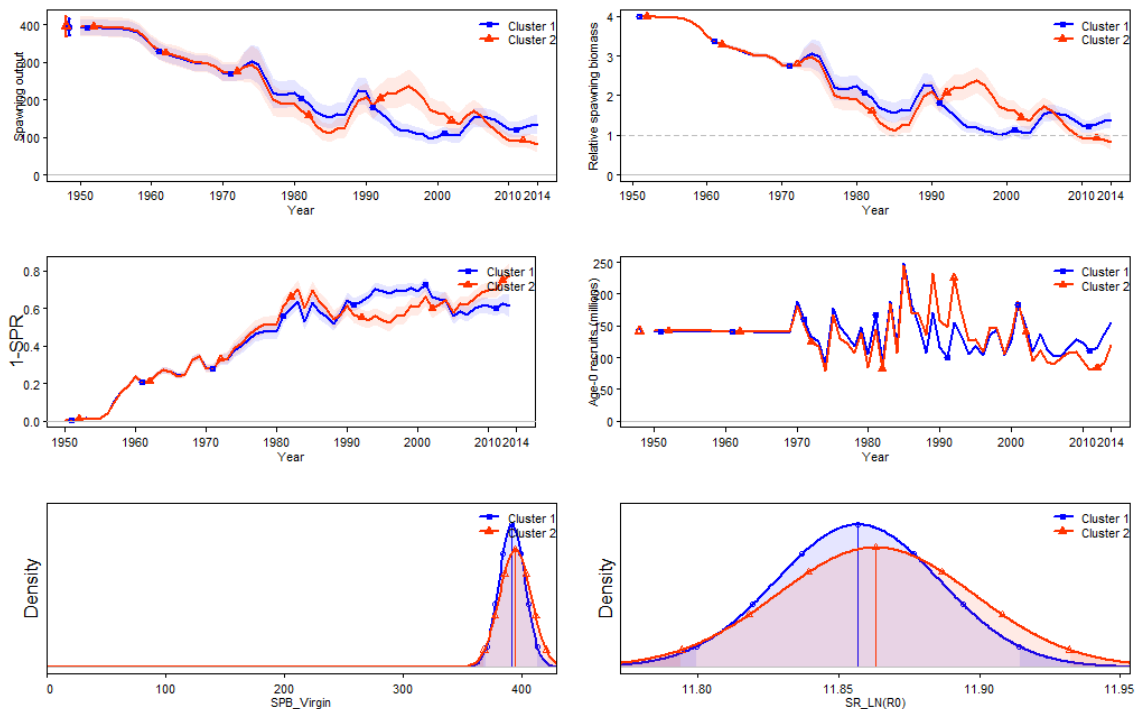


Figure 51. SS3 Model: a) Time series of total spawning biomass, b) spawning biomass relative to virgin, c) 1-SPR used as a proxy for F , d) recruits, e) recruits by birth season, and f) exploitation rate and estimated virgin spawning biomass histogram and virgin R_0 for Cluster 1 and Cluster 2.

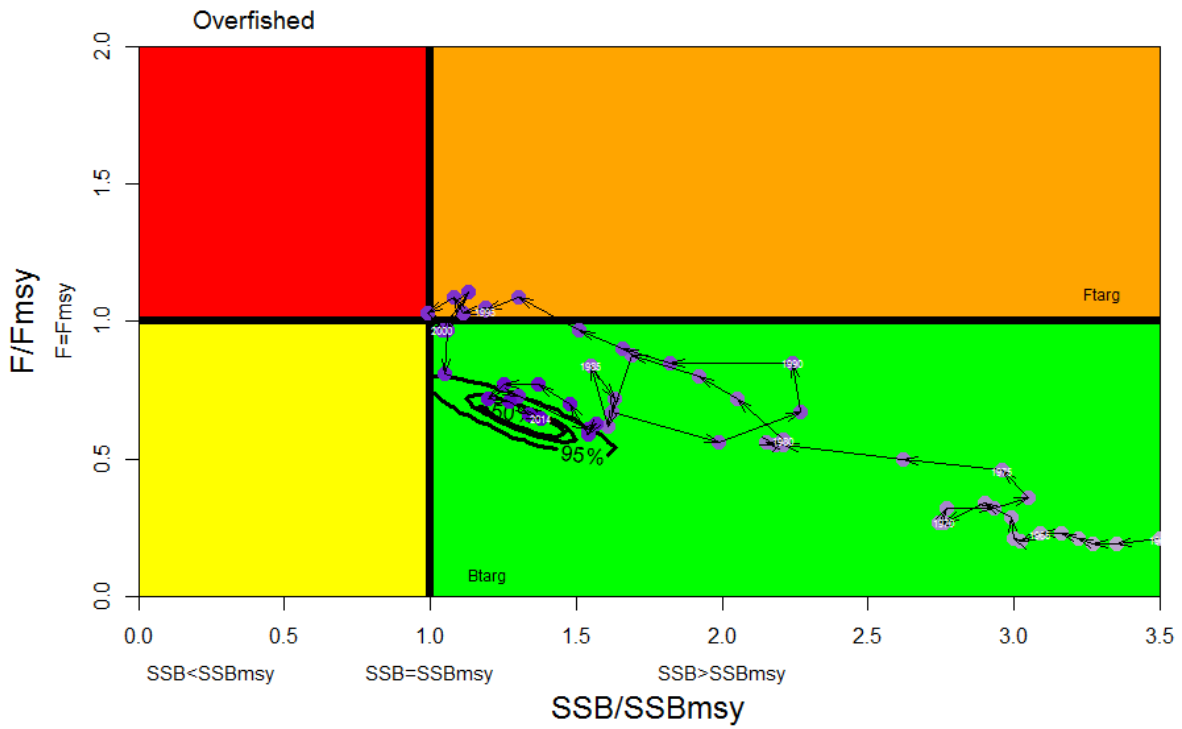


Figure 52. SS3 Model: Phase plot of SSB/SSB_{MSY} and F/F_{MSY} over the 60 year trajectory with uncertainty in the last point (uncertainty was generated using a bivariate normal distribution on F/F_{MSY} and SSB/SSB_{MSE} , and the corresponding covariance between the 2 derived management parameters). These results are predicated on Cluster 1.

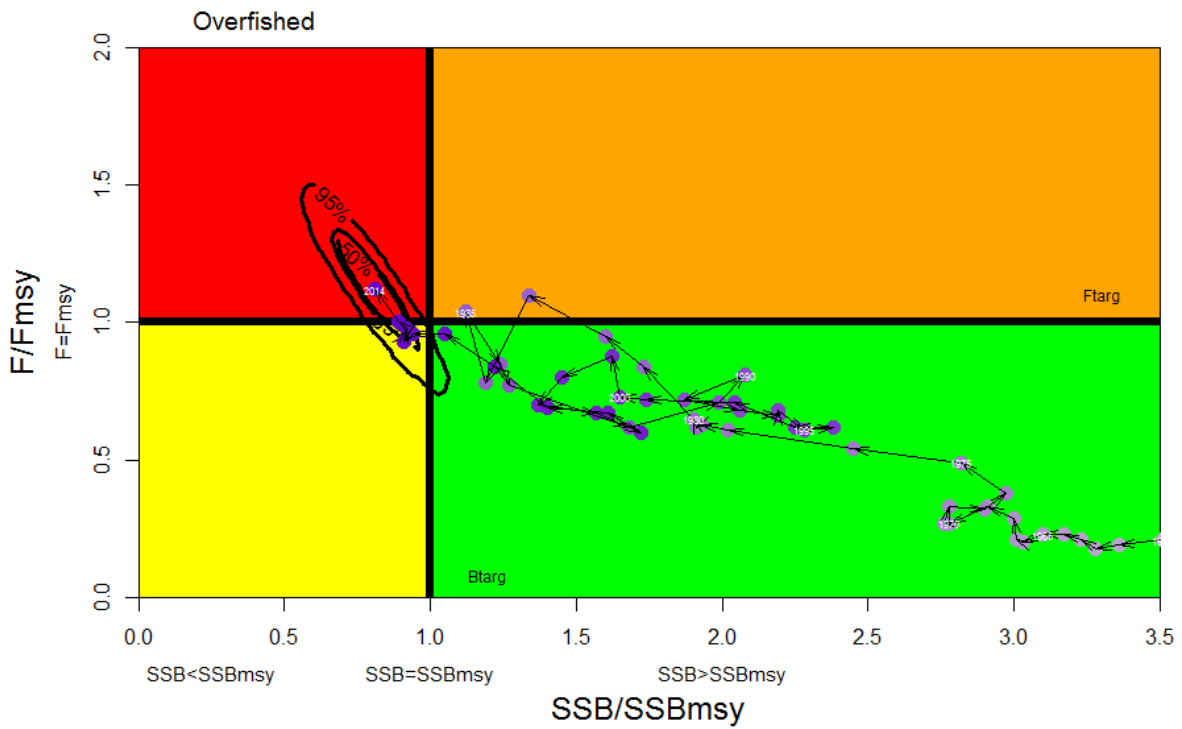


Figure 53. SS3 Model: Phase plot of SSB/SSB_{MSY} and F/F_{MSY} over the 60 year trajectory with uncertainty in the last point (uncertainty was generated using a bivariate normal distribution on F/F_{MSY} and SSB/SSB_{MSY} , and the corresponding covariance between the 2 derived management parameters). These results are predicated on Cluster 2.

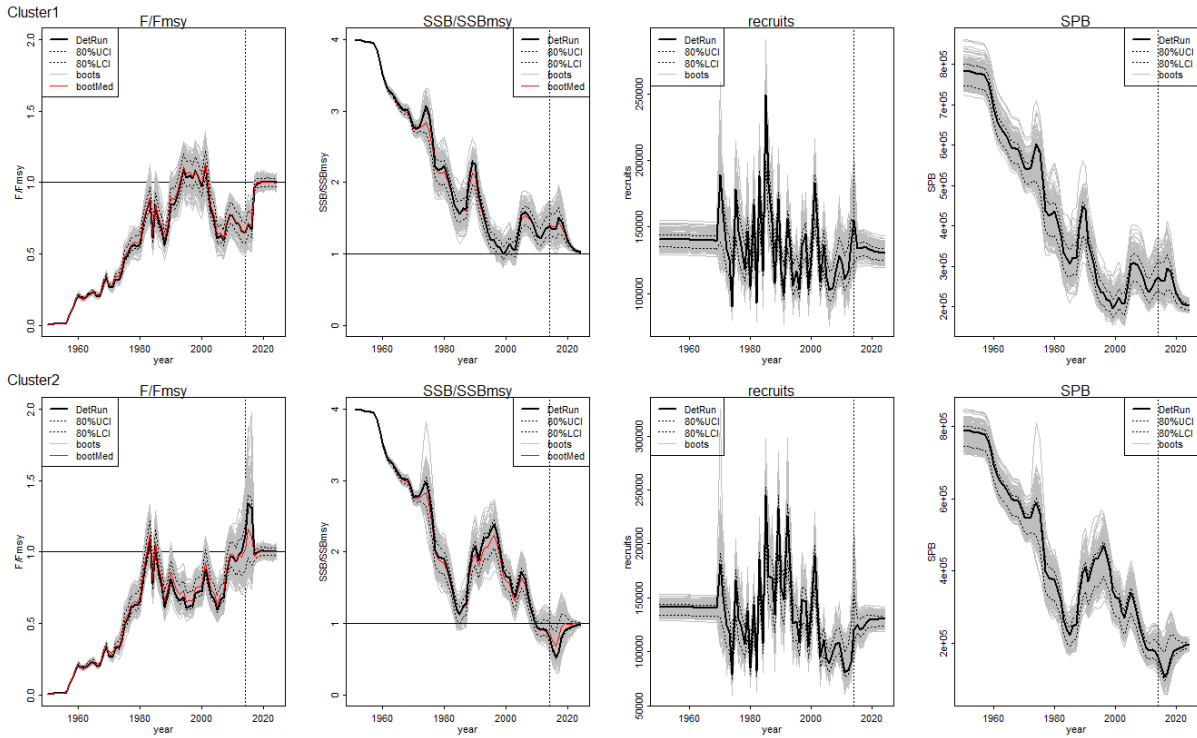


Figure 54. SS3 Model: F/F_{MSY} , SSB/SSB_{MSY} , recruits and SSB for 500 bootstraps with 80% upper and lower confidence intervals. Dark line is the deterministic run for Cluster 1 (Upper row) and Cluster 2 (lower row). Red line is the bootstrap median.

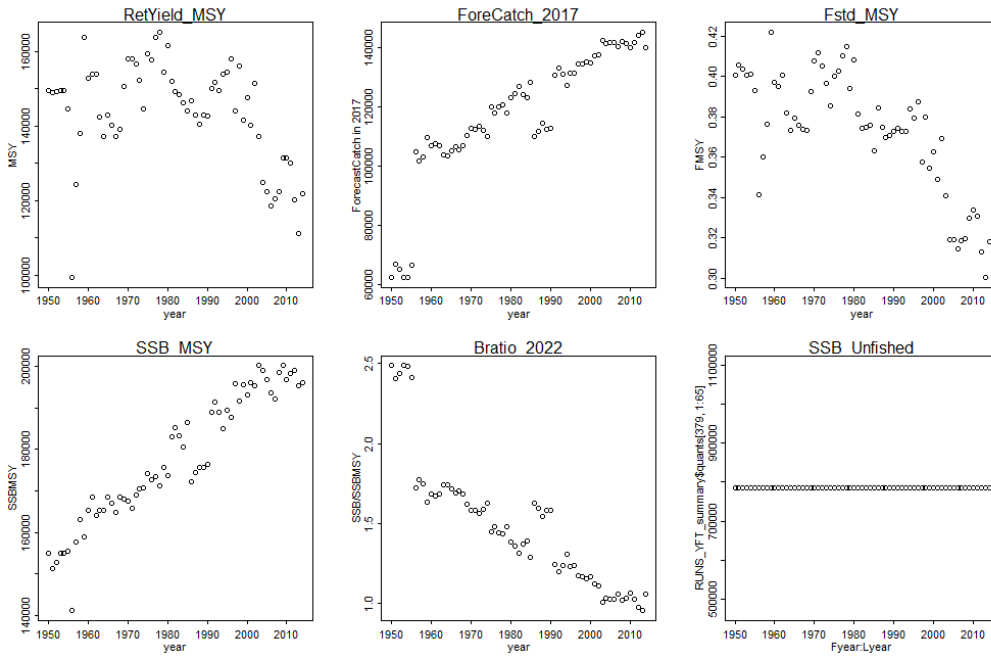


Figure 55. SS3 Models: Variation in MSY , Forecasted catch in 2017 at F_{MSY} , F_{MSY} , SSB_{MSY} , projected SSB/SSB_{MSY} in 2022 at the year-specific estimate of F_{MSY} and relative allocation of catch among fleets and SSB_{virgin} for Cluster 1 obtained from year-specific estimates of relative F and selectivity.

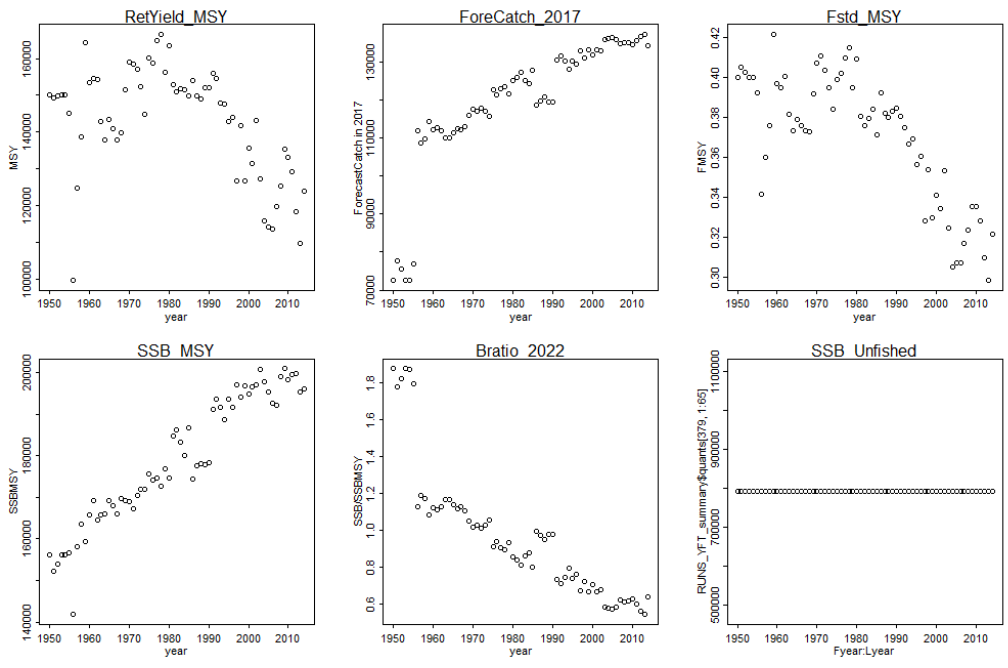


Figure 56. SS3 Models: Variation in MSY, Forecasted catch in 2017 at F_{MSY} , SSB_{MSY} , SSB/SSB_{MSY} in 2014 and SSB virgin for Cluster 2 obtained from year-specific estimates of relative F and selectivity.

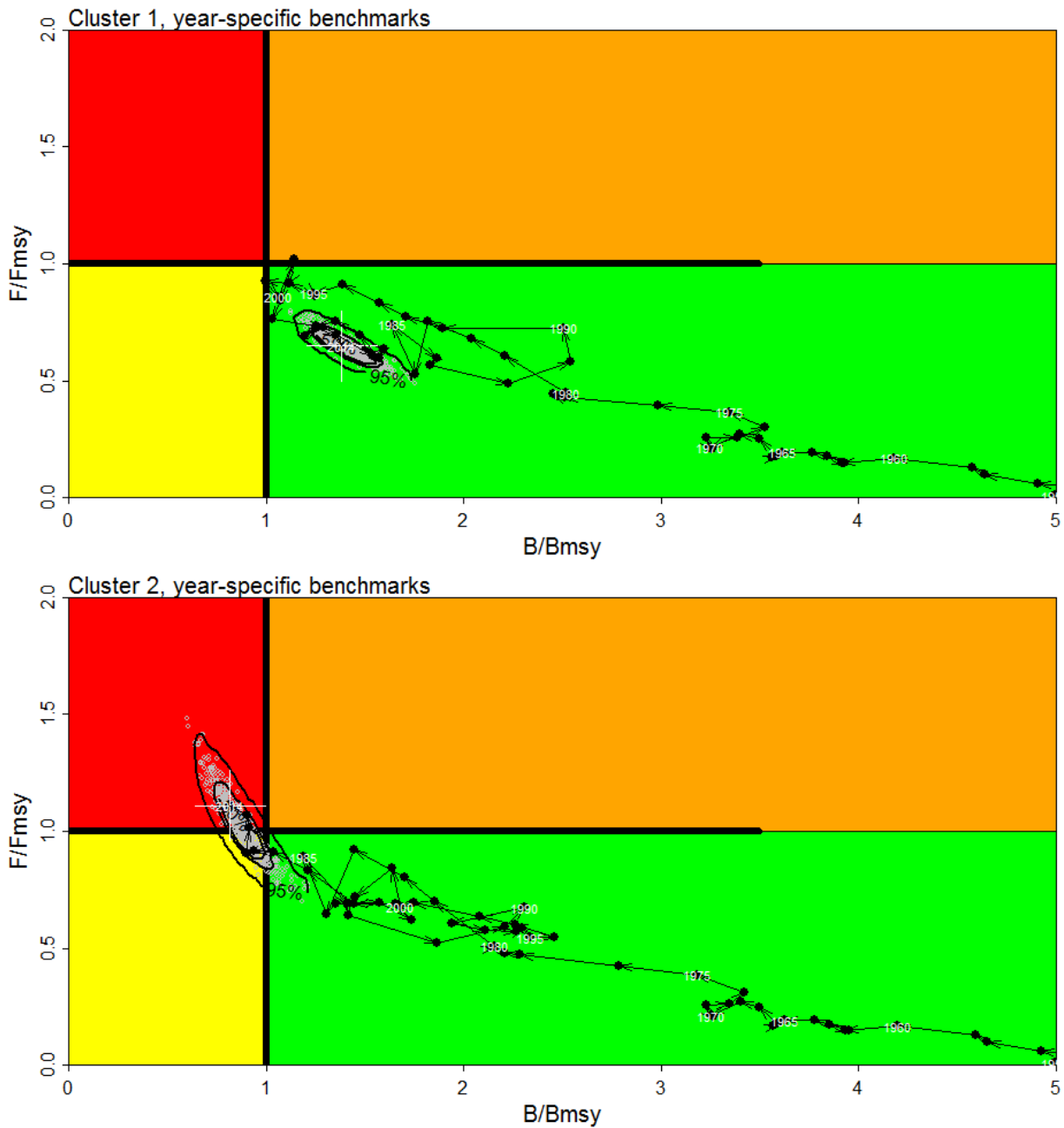


Figure 57. SS3 Model: Kobe plot for Cluster 1 and Cluster 2. Confidence intervals around the terminal year (2014) estimate are obtained from 500 bootstraps. Gray dots are bootstrap estimates for the terminal year. The trajectory is the deterministic run adjusted for each year-specific estimate of F_{MSY} and SSB_{MSY} and the white “+” denotes the deterministic terminal year estimate.

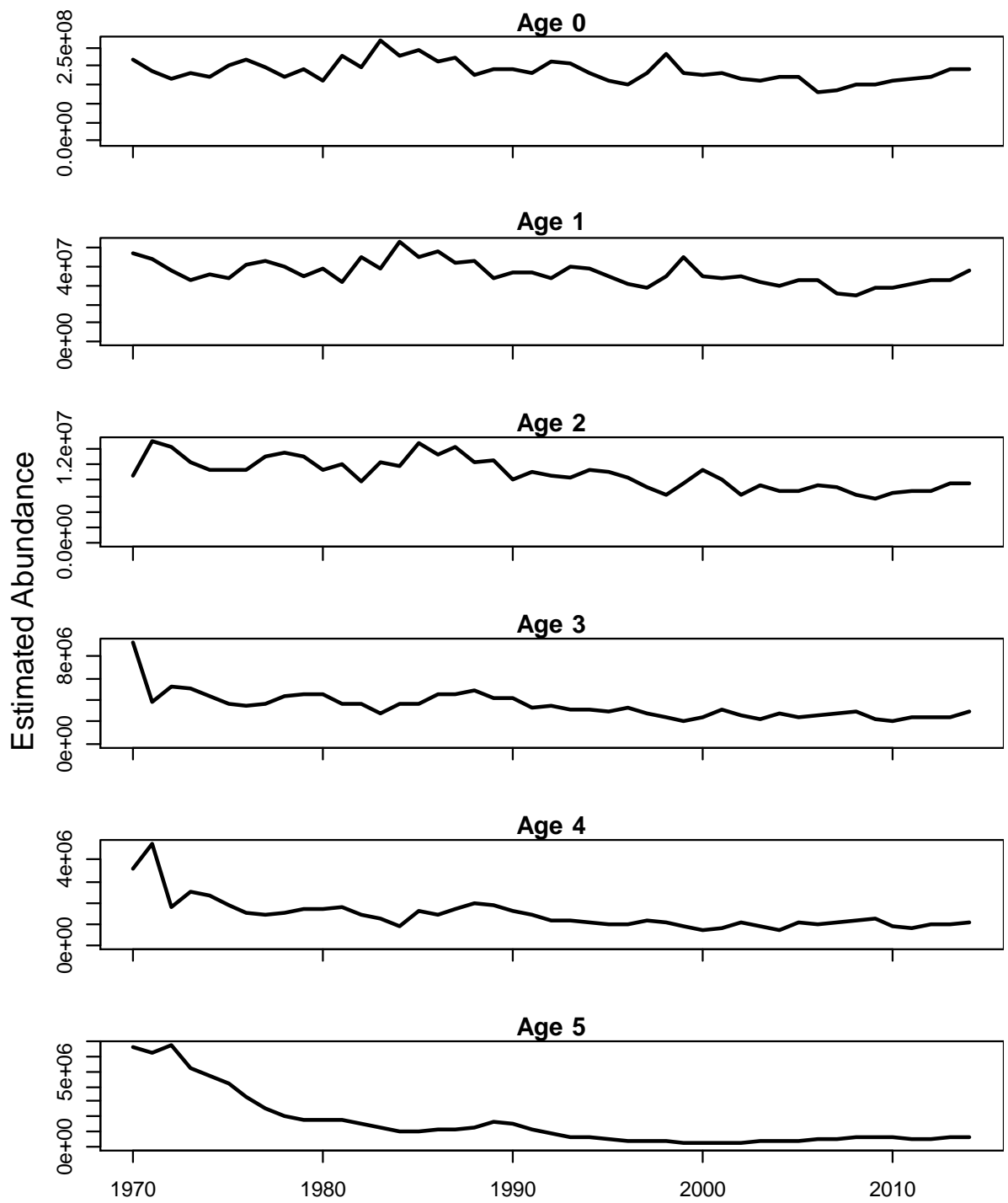


Figure 58. Estimated abundance at age by the Cluster 1 VPA base model.

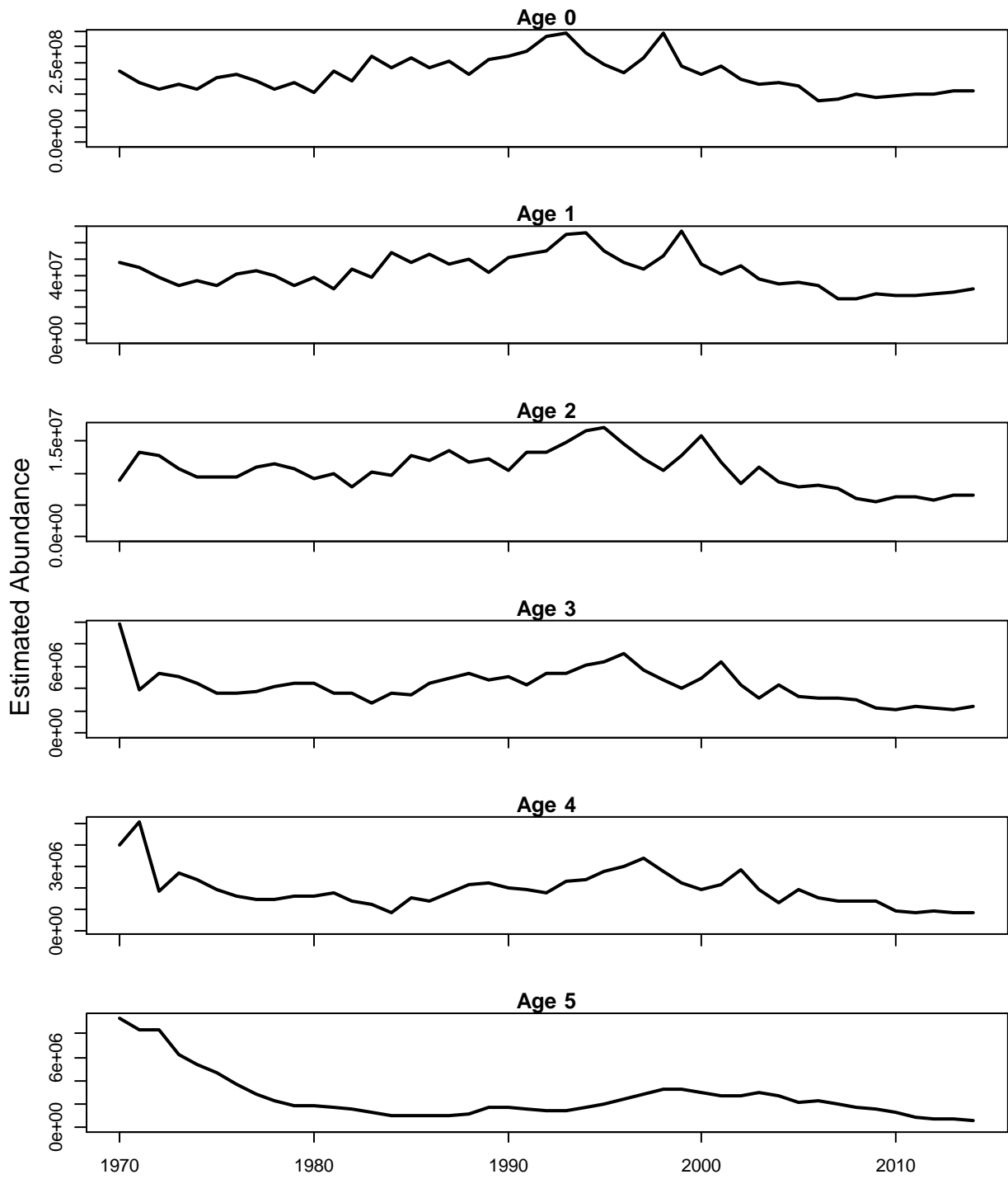


Figure 59. Estimated abundance at age by the Cluster 2 VPA base model.

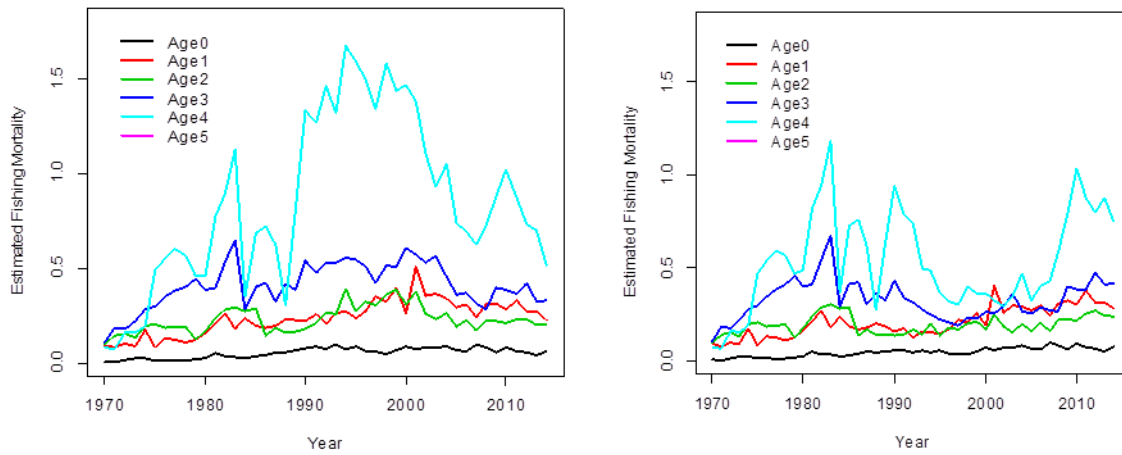


Figure 60. Estimated fishing mortality at age by the Cluster 1 (left panel) and Cluster 2 (right panel) VPA base models.

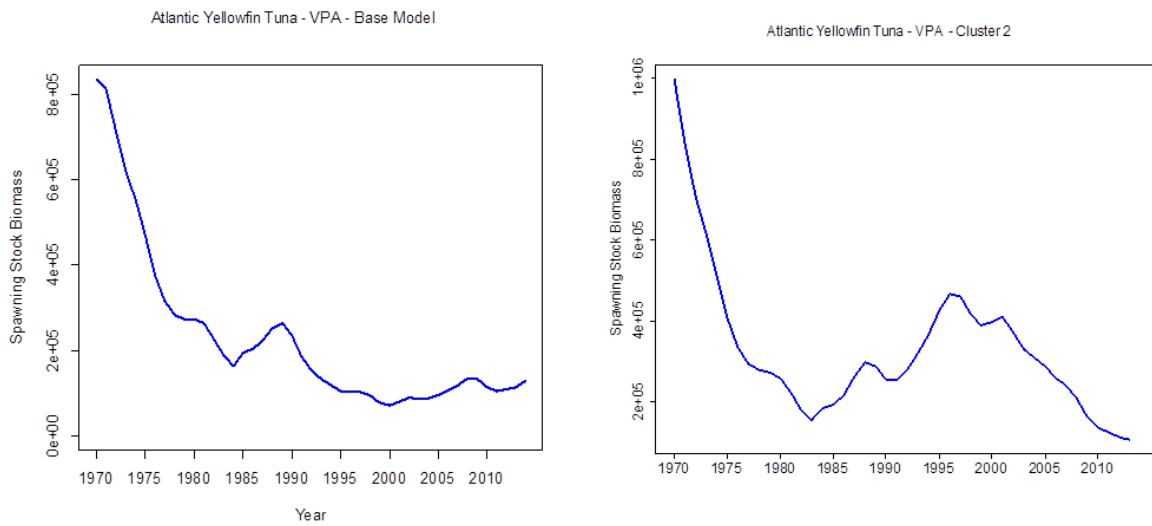


Figure 61. Estimated spawning stock biomass (SSB) by the Cluster 1 (left panel) and Cluster 2 (right panel) VPA base models.

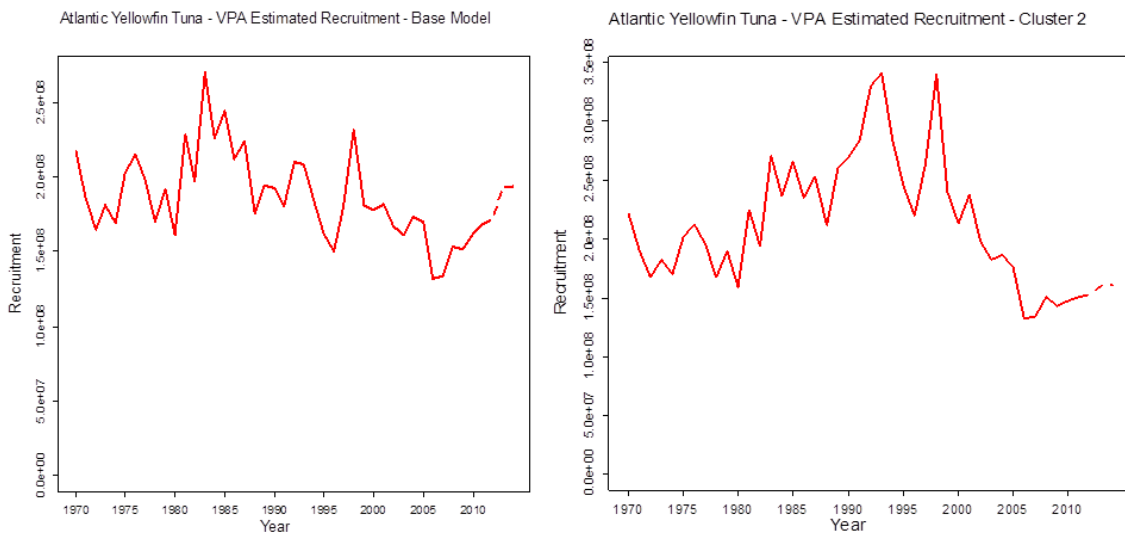


Figure 62. Estimated recruitment by the Cluster 1 (left panel) and Cluster 2 (right panel) VPA base models.

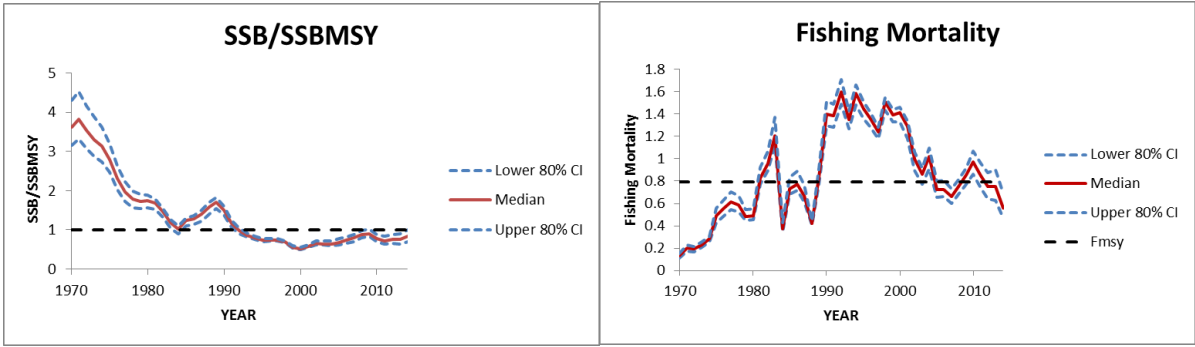


Figure 63. Trends in SSB_{2014}/SSB_{MSY} and F_{Curr} relative to F_{MSY} for VPA models using Cluster 1 indices.

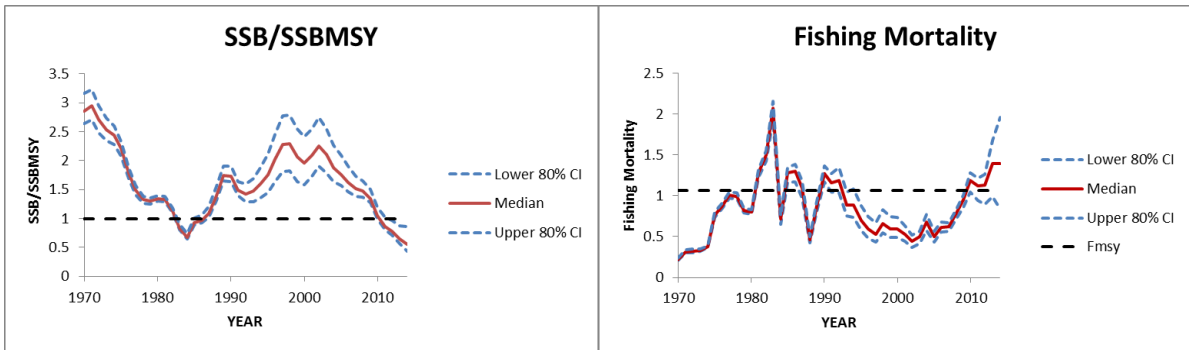


Figure 64. Trends in SSB_{2014}/SSB_{MSY} and F_{Curr} relative to F_{MSY} for VPA models using Cluster 2 indices.

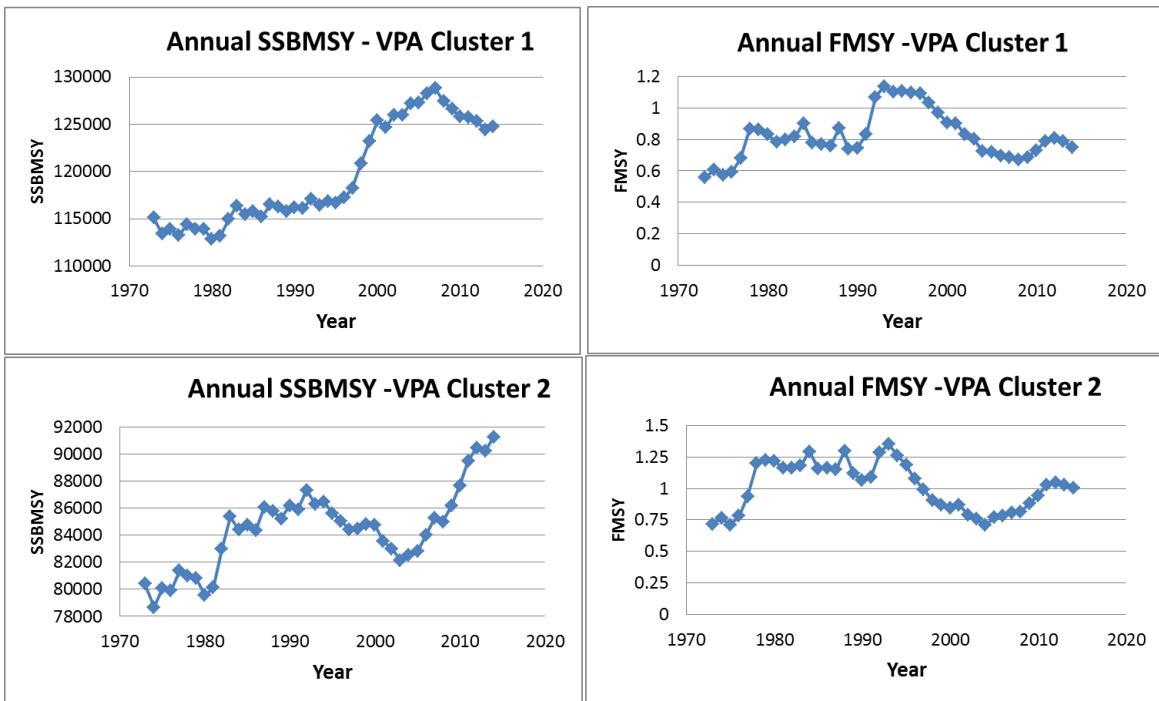


Figure 65. VPA Models: Annual estimates of SSB_{MSY} and F_{MSY} adjusted for selectivity.

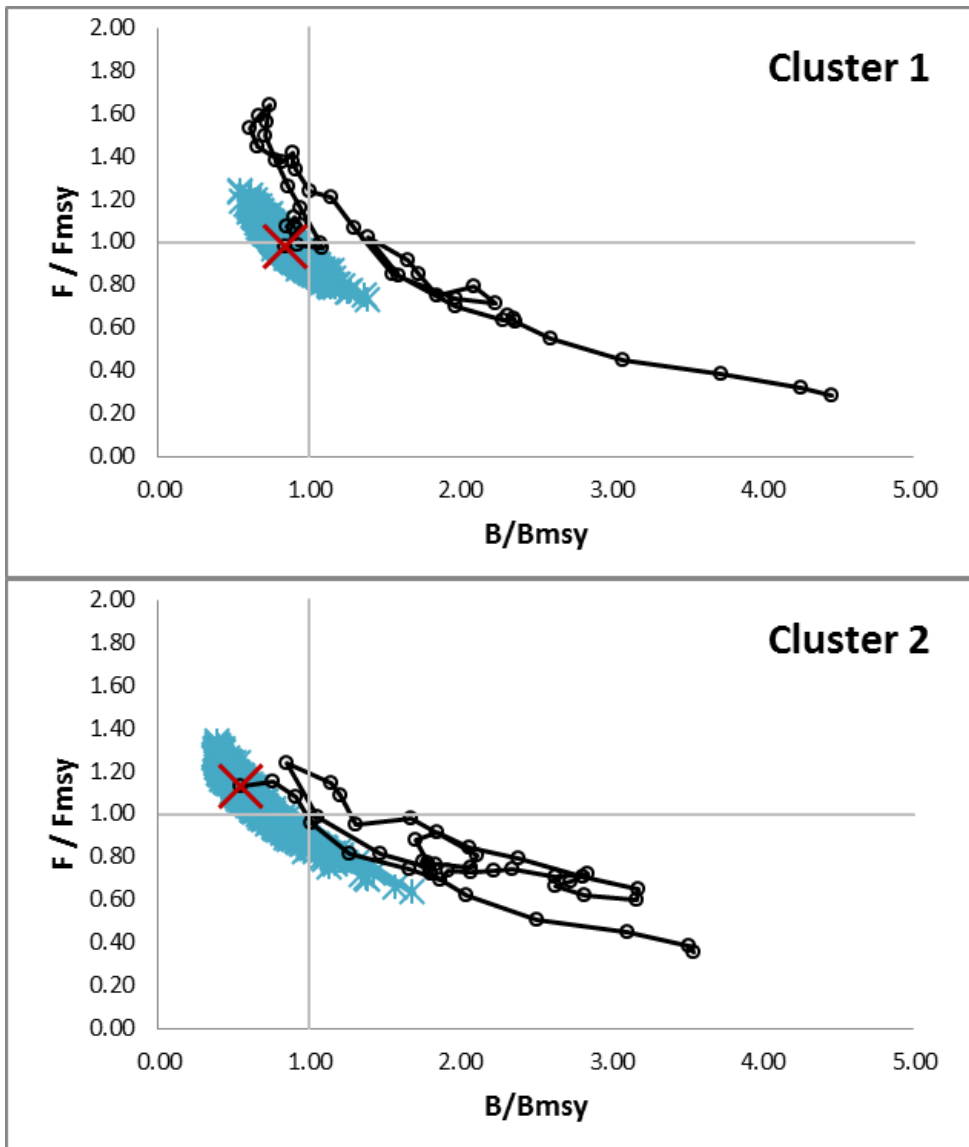


Figure 66. VPA Models: Annual stock status estimates (“Snail Tracks”) adjusted for annual changes in selectivity (black line), and 1000 bootstrap estimates (blue) of terminal year stock status (SSB_{2014}/SSB_{MSY} and F_{Curr}/F_{MSY}).

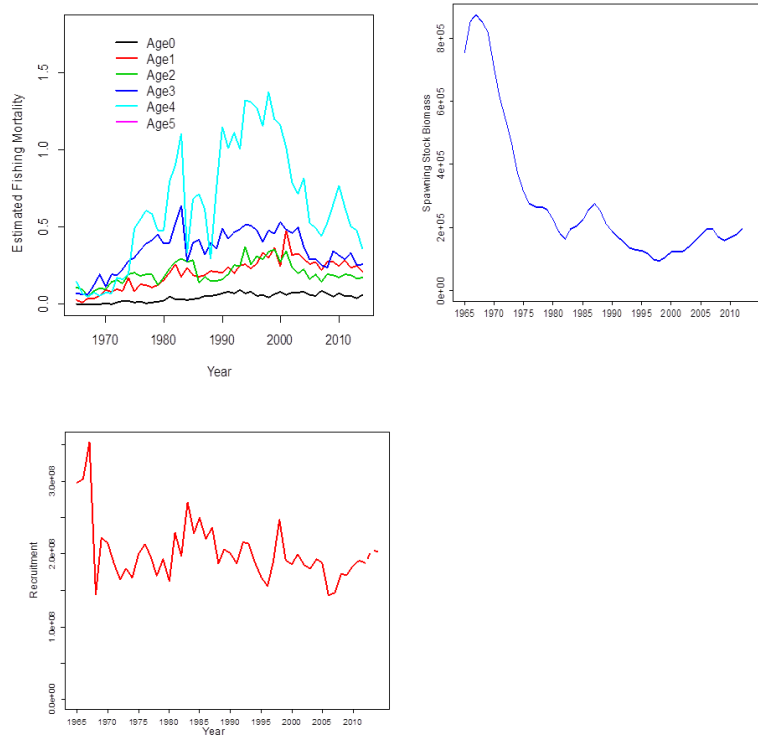


Figure 67. Estimated F at age (upper left panel), spawning stock biomass (upper right panel), and recruitment (lower panel) by the VPA sensitivity run.

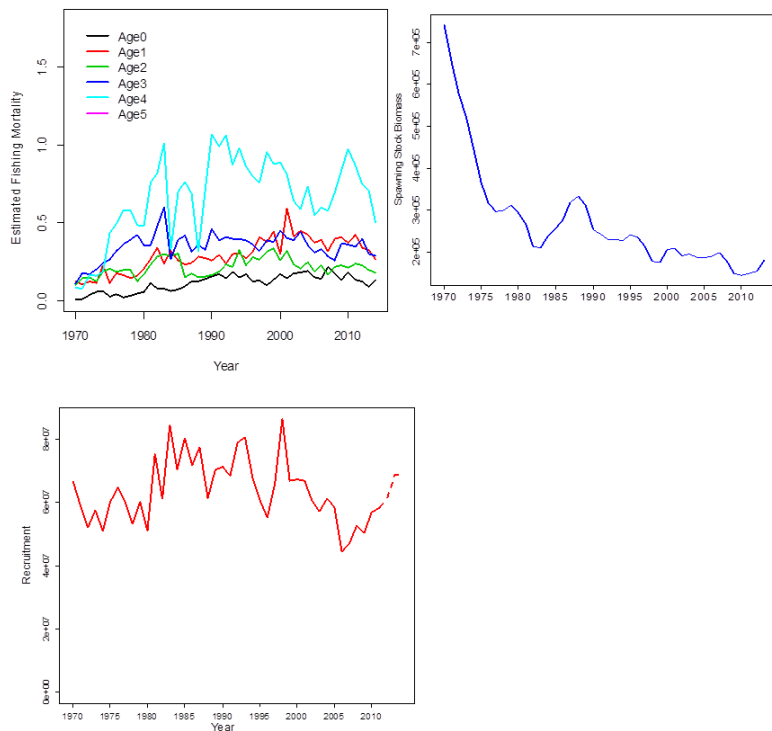


Figure 68. Estimated F at age (upper left panel), spawning stock biomass (upper right panel), and recruitment (lower panel) by the VPA continuity run.

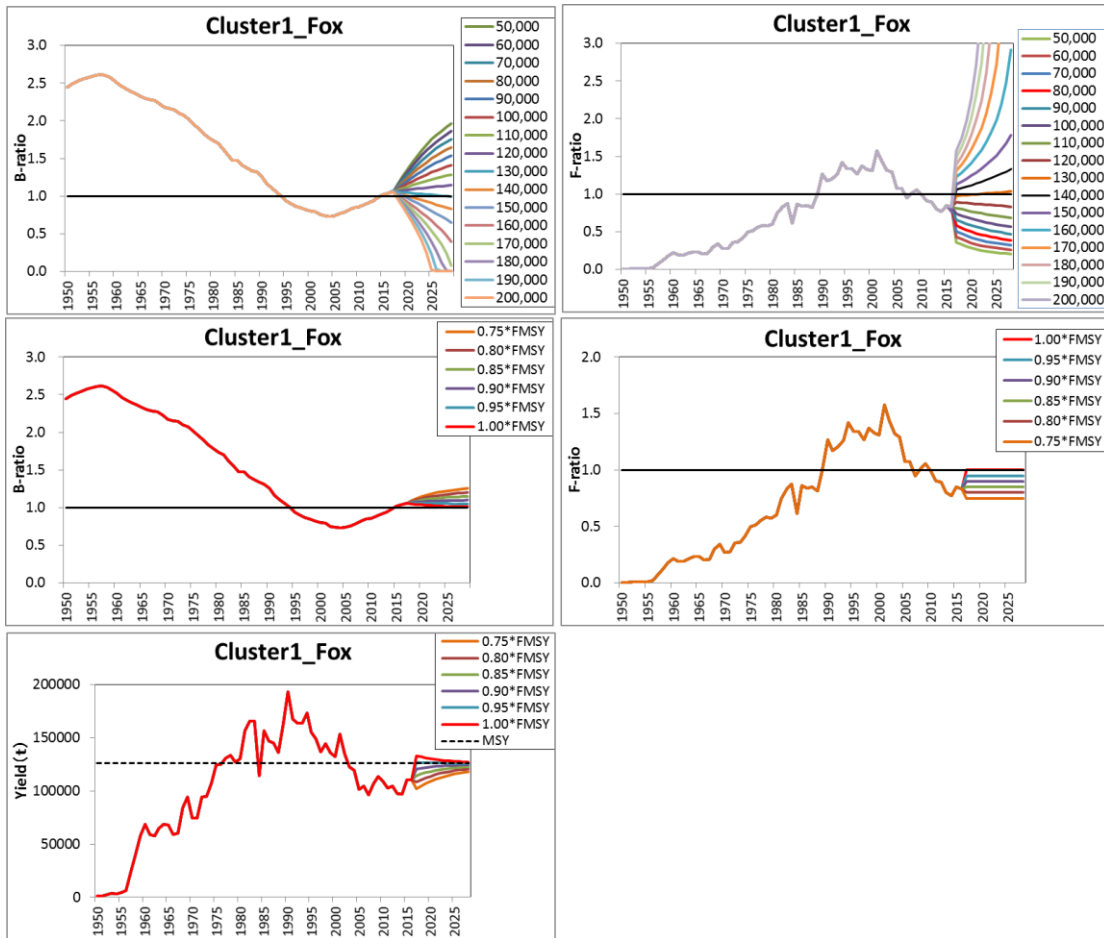


Figure 69. Future projection of B-ratio (B/B_{MSY}), F-ratio (F/F_{MSY}) and predicted yield for ASPIC base model run under constant catch or constant F.

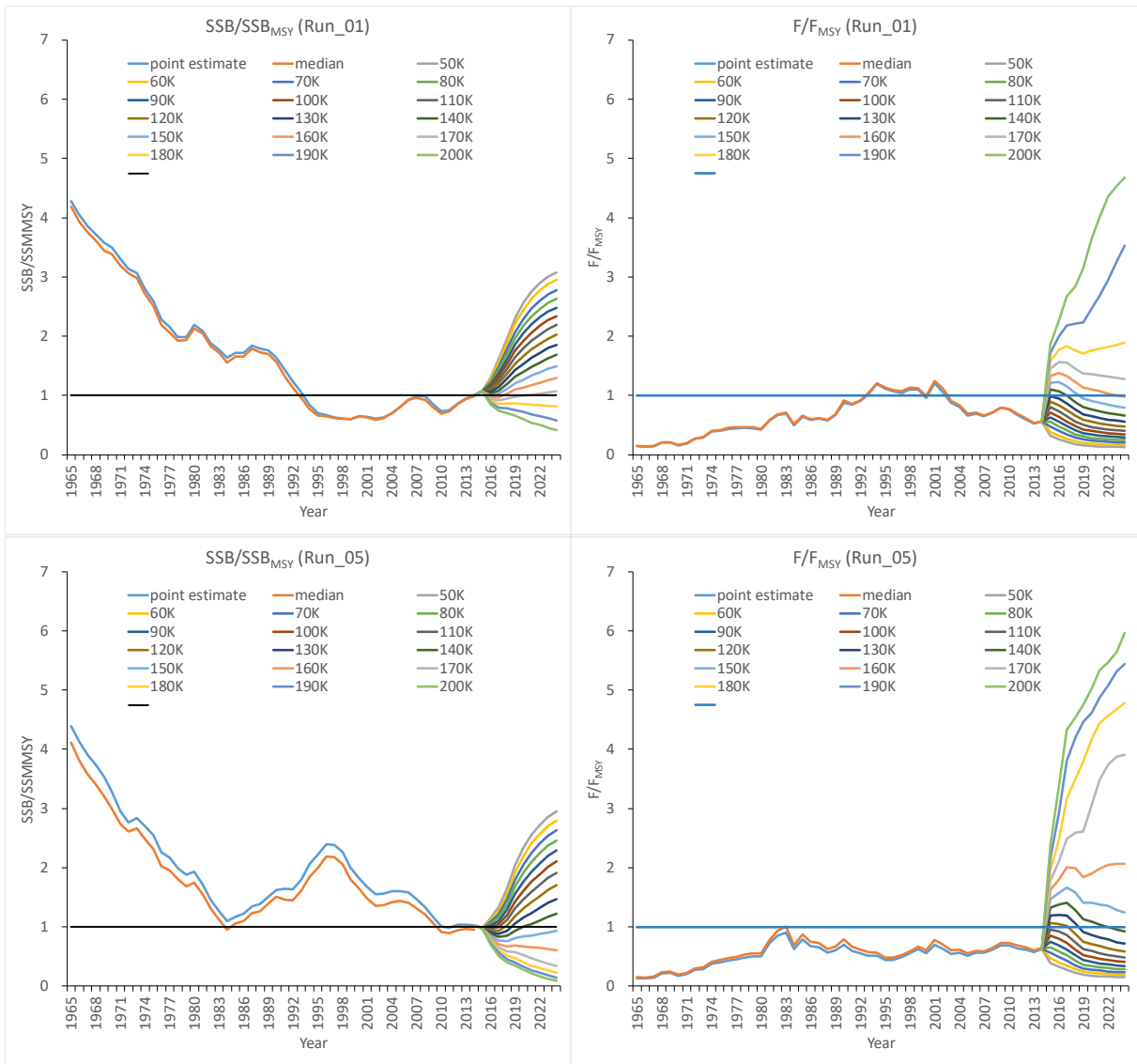


Figure 70. Future projections of the base case models (Run_01 and Run_05) of ASPM analysis for yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. The constant catch from 50,000 (50 K) to 200,000 (200 K) t by 10,000 t and with a proportion of catch by fleet as the average of 2013 to 2015.

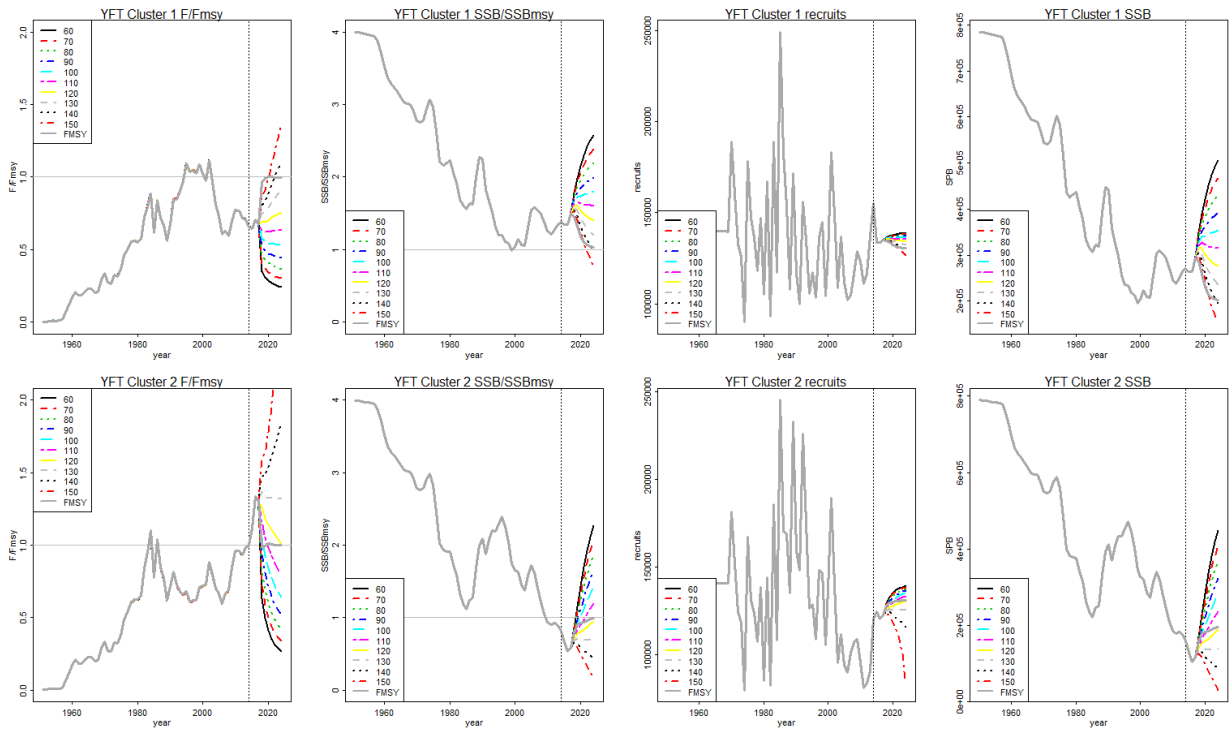


Figure 71. SS3 Models: Deterministic projections of F/F_{MSY} , SSB/SSB_{MSY} , recruits and SSB fixed quotas between 60 and 150 thousand t. Dark gray line is the deterministic run projected at F_{MSY} for Cluster 1 (Upper row) and Cluster 2 (lower row). Catches for 2015 and 2016 were assumed to be 110,337 t.

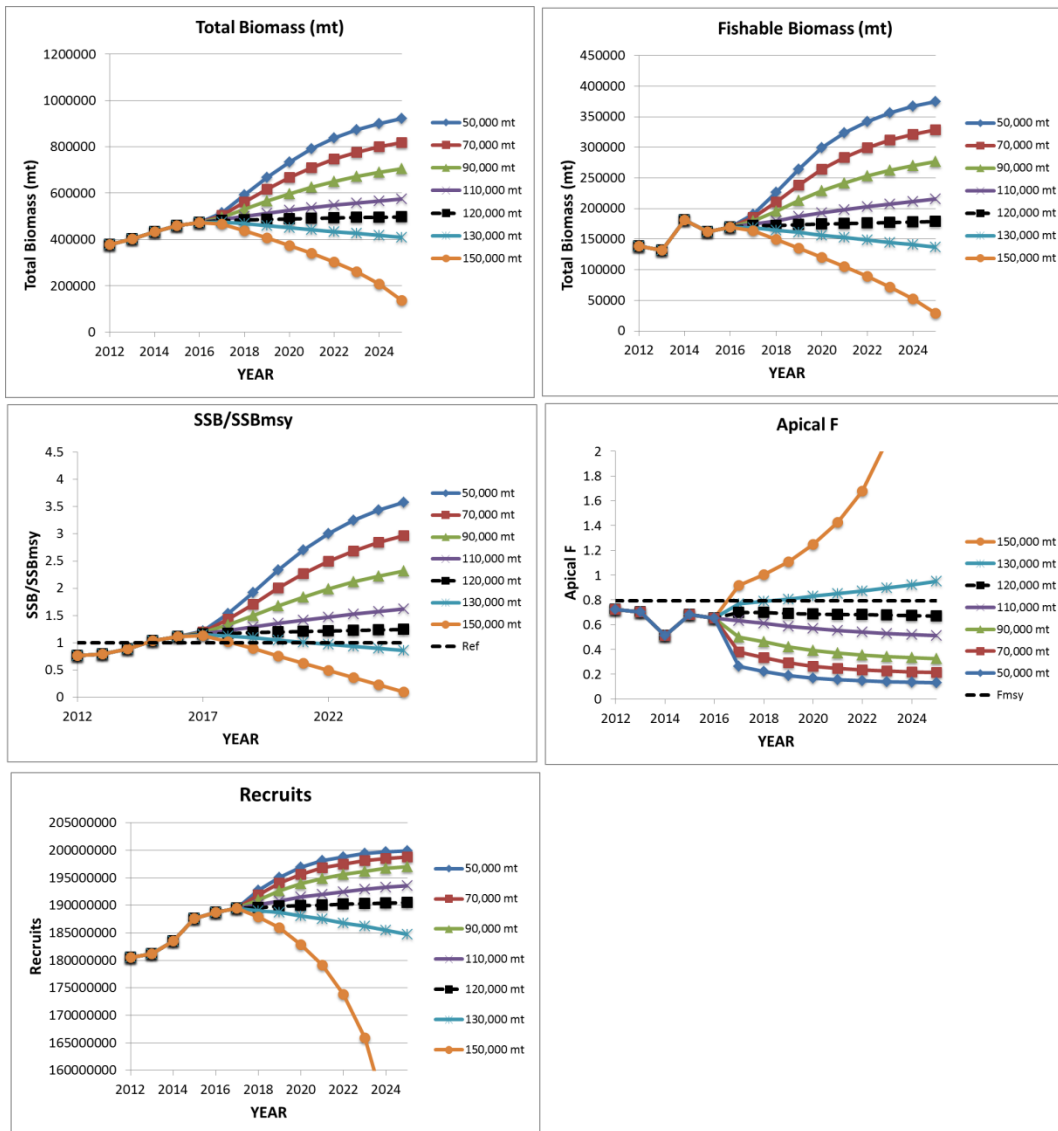


Figure 72. VPA Cluster 1: Projections of total biomass, fishable biomass, SSB/SSB_{MSY}, F relative to F_{MSY} and recruitment.

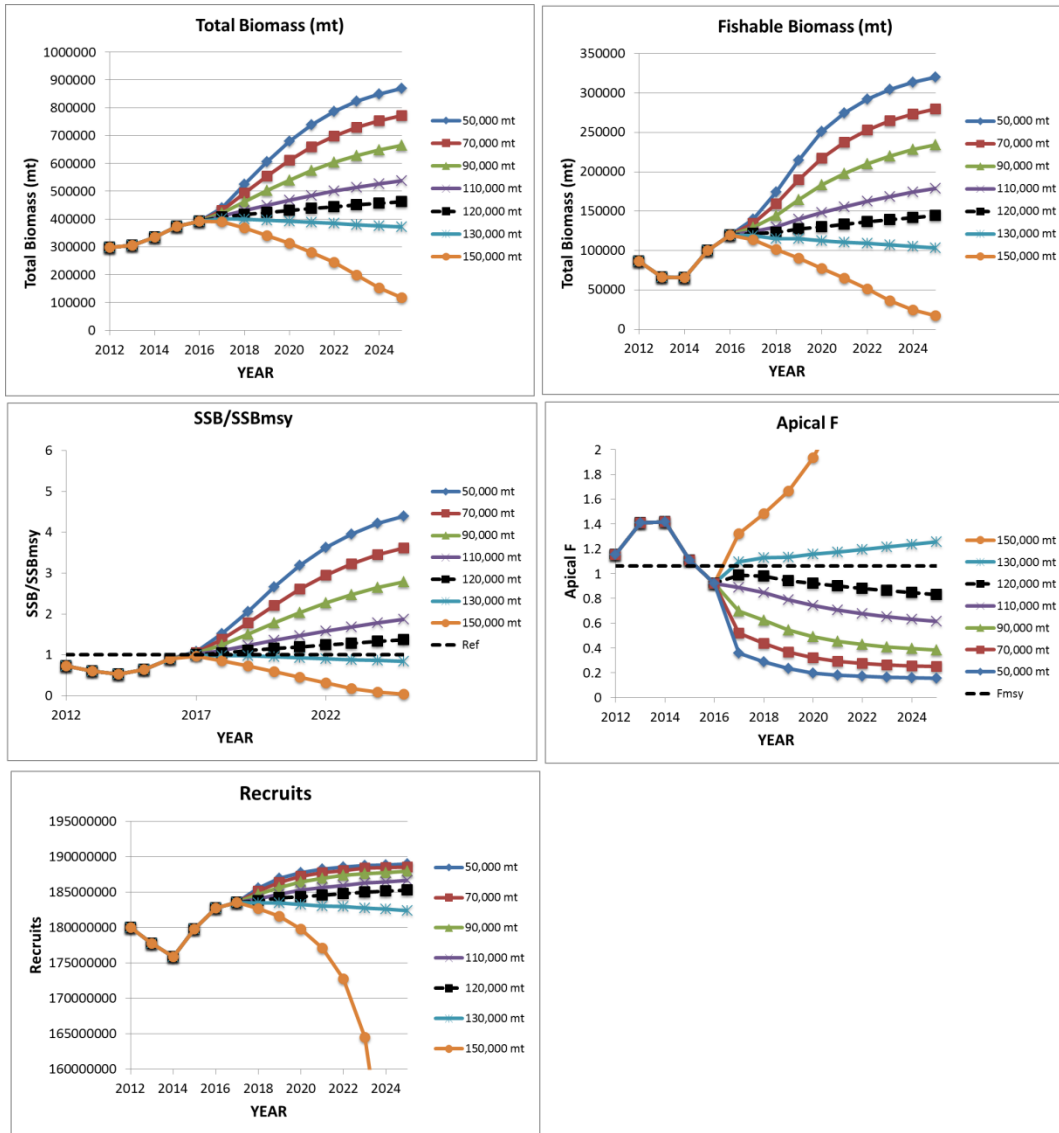


Figure 73. VPA Cluster 2: Projections of total biomass, fishable biomass, SSB/SSB_{MSY}, F relative to F_{MSY} and recruitment.

Agenda

1. Opening, adoption of Agenda and meeting arrangements
2. Summary of available data for assessment
 - 2.1 Biology
 - 2.2 Catch, effort, size and CAS/CAA estimates
 - 2.3 Relative Abundance estimates
3. Stocks Assessment Methods and other data relevant to the assessment
 - 3.1 Production models
 - 3.2 ASPM
 - 3.3 Catch statistical models: Stock Synthesis
 - 3.4 VPA
 - 3.5 Other methods
4. Stock status results
 - 4.1 Production models
 - 4.2 ASPM
 - 4.3 Stock Synthesis
 - 4.4 VPA
 - 4.5 Other methods
 - 4.6 Synthesis of assessment results
5. Projections
 - 5.1 ASPIC model projections
 - 5.2 Age Structured Production Model projections
 - 5.3 Stock Synthesis model projections
 - 5.4 VPA model projections
 - 5.5 Kobe matrix for yellowfin
6. Recommendations
 - 6.1 Research and statistics
 - 6.2 Management
7. Other matters
8. Adoption of the report and closure

List of participants

CONTRACTING PARTIES**BRAZIL****Travassos, Paulo**

Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Laboratorio de Ecologia Marinha - LEMAR, Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq Avenida Dom Manoel Medeiros s/n - Dois Irmaos, CEP 52.171-900 Recife, Pernambuco, Brazil

Tel: +55 81 3320 6511, Fax: +55 81 3320 6515, E-Mail: p.travassos@depaq.ufrpe.br

CÔTE D'IVOIRE**Amandè, Monin Justin**

Chercheur Halieute, Centre de Recherches Océanologiques de Côte d'Ivoire, Département Ressources Aquatiques Vivantes - DRAV29 Rue des Pêcheurs, BP V 18, Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Tel: +225 05 927 927, Fax: +225 21 351 155, E-Mail: monin.amande@yahoo.fr; monin.amande@cro-ci.org

EUROPEAN UNION**Gaertner, Daniel**

Center for Marine Biodiversity, Exploitation & Conservation, IRD-UMR MARBECCRH, CS 30171, Av. Jean Monnet, 34203 Sète Cédex, France

Tel: +33 4 99 57 32 31, Fax: +33 4 99 57 32 95, E-Mail: daniel.gaertner@ird.fr

Lopez, Jon

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

Tel: +34 634 209 738, Fax: +34 94 657 25 55, E-Mail: jlopez@azti.es

Merino, Gorka

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

Tel: +34 94 657 4000; +34 664 793 401, Fax: +34 94 300 4801, E-Mail: gmerino@azti.es

Murua, Hilario

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

Tel: +34 667 174 433, E-Mail: hmurua@azti.es

Pascual Alayón, Pedro José

Centro Oceanográfico de Canarias (IEO), Darsena Pesquera, Parcela 8, S/C de Tenerife, Spain

Tel: +34 922549400/01, Fax: +34 922549495 E-Mail: pedro.pascual@ca.ieo.es

Rodríguez-Sahagún González, Juan Pablo

Gerente Adjunto, ANABAC, C/ Txibitxiaga, 24 - Entreplanta Apartado 49, 48370 Bermeo Bizkaia, Spain

Tel: +34 94 688 28 06; 627454864, Fax: +34 94 688 50 17, E-Mail: anabac@anabac.org

Rubio, Iratxe

ANABAC - Asociación Nacional de Armadores de Buques Atuneros Congeladores, Txibitxiaga, 24 - Entreplanta Apartado 49, 48370 Bermeo Bizkaia, Spain

Tel: +34 94 688 28 06, Fax: +34 94 688 50 17, E-Mail: anabac@anabac.org

Sundelöf, Andreas

Swedish University of Agricultural Sciences, Institute of Marine Resources Turistgatan, 5, SE-453 30 Lysekil, Sweden

Tel: +46 104784069, Fax: +46 5231 3977, E-Mail: andreas.sundelof@slu.se

GHANA**Ayivi, Sylvia Sefakor Awo**

Ministry of Fisheries and Aquaculture Development, Fisheries Scientific Survey Division, P.O. Box BT 62, Tema, Ghana

Tel: + 233 2441 76300, Fax: +233 3032 008048, E-Mail: asmasus@yahoo.com

JAPAN

Matsumoto, Takayuki

Senior Researcher, Tuna and Skipjack Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633, Japan
Tel: +81 54 336 6016, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: matumot@affrc.go.jp

Satoh, Keisuke

National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633, Japan
Tel: +81 54 336 6044, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: kstu21@fra.affrc.go.jp

Uozumi, Yuji

Visiting Scientist, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633, Japan
Tel: +81 54 336 6000, E-Mail: uozumi@japantuna.or.jp; uozumi@affrc.go.jp

Yokoi, Hiroki

National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633, Japan
Tel: +81 54 336 6045, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: yokoih@affrc.go.jp

MAURITANIA

Braham, Cheikh Baye

Halieute, Géo-Statisticien, modélisteur; Chef du Service Statistique, Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP), BP 22 Nouadhibou, Mauritania
Tel: +222 4822 0127, E-Mail: baye_braham@yahoo.fr; baye.braham@gmail.com

SAO TOMÉ & PRÍNCIPE

Anibal, Olavio

Inspector Sanitario, Direcção das Pescas, C.P. 59, Sao Tomé , Sao Tomé & Principe
Tel: +239 990 5019, Fax: +239 222828, E-Mail: olavoanibal@hotmail.com; etybi@yahoo.fr

UNITED STATES

Brown, Craig A.

Chief, Highly Migratory Species Branch, Sustainable Fisheries Division, NOAA Fisheries Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149, United States
Tel: +1 305 586 6589, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: craig.brown@noaa.gov

Cass-Calay, Shannon

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, Sustainable Fisheries Division 75, Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149, United States
Tel: +1 305 361 4231, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: shannon.calay@noaa.gov

Díaz, Guillermo

NOAA-Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149, United States
Tel: +1 305 898 4035, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

Sculley, Michelle

University of Miami, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami FL 33149, United States
Tel: +1 305 421 4920, E-Mail: mjohnston@rsmas.miami.edu

Sharma, Rishi

SEFSC, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149, United States
Tel: +1 203 501 0577, E-Mail: rishi.sharma@noaa.gov

Walter, John

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division 75, Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149, United States
Tel: +305 365 4114, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: john.f.walter@noaa.gov

URUGUAY

Forselledo Cladera, Rodrigo

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - DINARA, Sección de Recursos Pelágicos de Altura Constituyente
1497, 11200 Montevideo, Uruguay
Tel: +598 2400 46 89, Fax: +598 241 32 16, E-Mail: rforselledo@gmail.com

OBSERVERS FROM COOPERATING NON-CONTRACTING PARTIES, ENTITIES, FISHING ENTITIES

INTERNATIONAL SEAFOOD SUSTAINABILITY FOUNDATION – ISSF

Justel, Ana

ISSF-Spain, C/ Francisco Giralte 2, 28002 Madrid, Spain
Tel: +34 91 745 3075, E-Mail: ajustel@iss-foundation.org

Scott, Gerald P.

11699 SW 50th Ct, Cooper City, Florida 33330, United States
Tel: +1 954 465 5589, E-Mail: gpsscott_fish@hotmail.com

SCRS CHAIRMAN

Die, David

SCRS Chairman, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami Florida 33149, United States
Tel: +1 305 421 4607, Fax: +1 305 421 4221, E-Mail: ddie@rsmas.miami.edu

ICCAT Secretariat

Corazón de María 8 – 6th floor, 28002 Madrid – Spain
Tel: +34 91 416 56 00; Fax: +34 91 415 26 12; E-mail: info@iccat.int

Bear, Doug

Kell, Laurence

Santos, Miguel Neves

Ortiz, Mauricio

List of Documents and Presentations

<i>Reference</i>	<i>Title</i>	<i>Authors</i>
SCRS/2016/083	Update on standardized catch rates for yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>) from Venezuelan pelagic longline fishery of the Caribbean Sea and Western Central Atlantic	Narváez M., Ortiz M., Arocha F., Medina M., Gutiérrez X. and Marciano J.H.
SCRS/2016/104	Stock assessment for Atlantic yellowfin tuna using a non-equilibrium production model	Matsumoto T., and Satoh K.
SCRS/2016/105	Preliminary Virtual Population Analyses of Atlantic yellowfin tuna	Cass-Calay S.L., Sculley M., and Brown C.A.
SCRS/2016/106	Update of the Ageit software to incorporate natural and fishing mortality in the estimation of catch at age from catch at size	Ortiz M.
SCRS/2016/107	Estimation of Ghana's Task I and Task II purse seine and baitboat catch 2006-2014: data input for the 2016 yellowfin stock assessment	Ortiz M. and Palma C.
SCRS/2016/108	Review and preliminary analyses of size frequency samples of yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>)	Ortiz M. and Palma C.
SCRS/2016/109	Yellowfin tuna stock assessment model CPUE evaluation	Walter J., Cass-Calay S. and Sharma R.
SCRS/2016/110	Atlantic Ocean yellowfin tuna stock assessment 1950-2014 using stock synthesis	Walter J. and Sharma R.
SCRS/2016/111	Stock assessment for Atlantic yellowfin tuna using age structured production model	Satoh K., Yokoi H., Nishida T. and Matsumoto T.
SCRS/2016/116	Scaling natural mortality rate as a function of length or weight with an application to yellowfin tuna	Walter J., Sharma R., Cass-Calay S., Ortiz M. and Brown C.
SCRS/P/2016/023	Conversiones talla-talla (largo horquilla-largo predorsal) para el atún aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>)	Mas F., Forselledo R. and Domingo A.
SCRS/P/2016/024	Yellowfin tuna: review of Task II size data reported by Uruguay	Forselledo R. and Domingo A.
SCRS/P/2016/028	Updates to the yellowfin CAS and CAA estimations (1965 to 2014)	Palma C. and Ortiz M.

Specific Index Recommendations

1) EU-Spain FAD Index:

This index was recently developed using a delta-lognormal standardization approach. No document or diagnostics are available presently, but are expected next week. The index does not directly account for changes in fishing power.

Advantages: The only index that references young (<10 kg) yellowfin tuna. Catches by the Spanish PS fleet on FADs are significant and occur over a large spatial area.

Disadvantages: Significant changes in catchability/fishing power are not accounted for. Unclear whether effort represents search time, fishing time or a combination.

Recommendations: **DO NOT INCLUDE** in any "base" models unless the indices can be adjusted to account for changes in fishing power.

2) EU-Spain Free-School Index:

No index, document or diagnostics are available presently, but are expected next week. The index is not expected to directly account for changes in fishing power.

Advantages: Catches by the Spanish PS fleet are significant and occur over a large spatial area.

Disadvantages: Significant changes in catchability/fishing power may not be adequately accounted for. Unclear whether effort represents search time, fishing time or a combination.

Recommendations: **DO NOT INCLUDE** in any "base" models unless the indices can be adjusted to account for changes in fishing power.

3) "Relict" PS and FAD Indices:

A number of PS/FAD indices were developed for the 2011 assessment, and changes in fishing power were considered through post-hoc adjustments.

Advantages: Catches by the EU_PS fleets are significant and occur over a large spatial area.

Disadvantages: Significant changes in catchability/fishing power may not be adequately accounted for. Unclear whether effort represents search time, fishing time or a combination.

Recommendations: **DO NOT INCLUDE** in any "base" models unless the indices can be adjusted to account for changes in fishing power.

4) Other "Relict" Indices (i.e. Canary Islands baitboat, Brazil baitboat, Venezuelan purse seine):

NOT UPDATED or REVIEWED at the 2016 or 2011 assessments.

Recommendations: **DO NOT INCLUDE** in any "base" models.

5) Japanese LL (weighted by area):

This standardized index has been further explored and revised to satisfy the YFT Species Group requests.

Advantages: Long time series, extensive spatial coverage.

Disadvantages: There is a noted shift in targeting from YFT before 1975, to BET after 1976. This change in targeting was likely accompanied by changes in gear configuration and/or fishing operations, but data describing gear configuration are not available to directly quantify the change in targeting.

Recommendation: **INCLUDE** this index in all stock assessment models 1976-2014. Use full time series in sensitivity runs.

6) U.S. Longline Index:

Advantages: Moderately long time series, moderately large spatial extent.

Disadvantages: Localized trends in abundance?

Recommendation: **INCLUDE** this index in all stock assessment models.

7) *Brazilian longline:*

This standardized index has been further explored to satisfy the YFT Species Group requests. Information provided by the authors since the data preparatory meeting suggests that the complex fleet characteristics have been dealt with to the extent possible.

Advantages: Moderately long time series, moderately large spatial extent.

Disadvantages: The Group noted the high inter-annual variability in the index and high variance associated with the annual indices. The Group also considered that the extensive changes of vessels and fishing strategies over time may hamper the ability of the model to achieve full standardization, absent more detailed data on vessel and gear characteristics.

Recommendation: *INCLUDE this index in all stock assessment models.*

8) *Chinese Taipei Longline (Broken into 2 time periods):*

This standardized index has been further explored and revised to satisfy the YFT Species Group requests. The author provided an index that accounted for changes in targeting as in the recent BET assessment by sub-setting the data for the period where there is information on fishing strategy.

Advantages: Long time series, extensive spatial coverage.

Disadvantages: There is a noted shift in fishing operations/size-at-age/data collection after 1992. Requires a break in the index to account for a likely change in selectivity.

Recommendation: *INCLUDE both indices in "base" stock assessment models. For the latter index, use the index developed using the BET methodology to infer targeting.*

9) *Venezuela LL:*

Advantages: Moderately long time series, moderately large spatial extent.

Disadvantages: None specifically noted.

Recommendation: *INCLUDE this index in all stock assessment models.*

10) *Uruguay LL: (Broken into 2 time periods):*

Advantages: Moderately long time series, moderately large spatial extent.

Disadvantages: Index is "broken" to account for a change in fishing operations. Index performs poorly in a test of "biologically implausible deviations". Could suffer from larger than average process error.

Recommendation: *INCLUDE this index in all stock assessment models.*