

## REPORT OF THE 2018 ICCAT BLUE MARLIN STOCK ASSESSMENT MEETING

(Miami, United States, 18-22 June 2018)

### SUMMARY

*The meeting was held in Miami, USA from 18-22 June 2018. The objective of this meeting was to perform a stock assessment for Atlantic blue marlin stock. Three models were used for the 2018 blue marlin stock assessment: Stock Synthesis (SS3), ASPIC and a Bayesian production model (JABBA). The Group agreed to use a combination of results from JABBA and SS3 to produce the advice on stock status and outlook, as the resulting combination of results would reflect more of the uncertainty associated with the estimates of stocks status. One model is based on aggregated biomass (JABBA) and uses less data, and the other model uses more data and considers changes in the age distribution of the population (SS3). A number of recommendations were made, namely as regards the scientific advice for fisheries management and conservation of Atlantic blue marlin.*

### RÉSUMÉ

*La réunion a été tenue à Miami (États-Unis) du 18 au 22 juin 2018. L'objectif de cette réunion était de procéder à une évaluation du stock de makaire bleu de l'Atlantique. Trois modèles ont été utilisés dans l'évaluation du stock de makaire bleu en 2018 : Stock Synthèse (SS3), ASPIC et un modèle de production bayésien (JABBA). Le groupe a convenu d'utiliser une combinaison de résultats de JABBA et de SS3 pour formuler un avis sur l'état des stocks et les perspectives, car la combinaison de résultats qui en découleraient refléterait davantage l'incertitude associée aux estimations de l'état du stock. Un modèle se base sur la biomasse agrégée (JABBA) et utilise moins de données, et l'autre modèle utilise plus de données et considère les changements dans la distribution par âge de la population (SS3). Plusieurs recommandations ont été formulées, notamment en ce qui concerne l'avis scientifique concernant la gestion des pêches et la conservation du makaire bleu de l'Atlantique.*

### RESUMEN

*La reunión se celebró del 18 al 22 de junio de 2018, en Miami, Estados Unidos. El objetivo de esta reunión era realizar una evaluación de stock de aguja azul del Atlántico. Se utilizaron tres modelos para la evaluación de stock de aguja azul de 2018: Stock Synthesis (SS3), ASPIC y un modelo de producción bayésiano (JABBA). El Grupo acordó utilizar una combinación de los resultados de JABBA y SS3 para producir el asesoramiento sobre el estado del stock y las perspectivas, ya que la combinación de los resultados reflejaría mejor la incertidumbre asociada con las estimaciones del estado del stock. Un modelo se basa en la biomasa agregada (JABBA) y utiliza menos datos, y el otro modelo utiliza más datos y considera cambios en la distribución por edades de la población (SS3). Se formuló una serie de recomendaciones, concretamente en lo que concierne al asesoramiento científico para la ordenación de pesquerías y conservación de la aguja azul del Atlántico.*

## 1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements

The meeting was held at the Rosenstiel School of Marine Science, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, at the University of Miami, from 18 to 22 June 2018. Fambaye Ngom (Senegal), the Species Group (“the Group”) rapporteur and meeting Chair, opened the meeting and welcomed participants. Dr Miguel Neves dos Santos (ICCAT Assistant Executive Secretary) addressed the Group on behalf of the ICCAT Executive Secretary, welcomed the participants and thanked the United States for hosting the meeting and Dr David Die for making all the necessary local arrangements. He also highlighted the importance of the meeting, since blue marlin is one of the two stocks being assessed in 2018 and with a rebuilding plan in place. The Chair proceeded to review the Agenda, which was adopted with a few 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 abstracts of all SCRS documents presented at the meeting are included in **Appendix 4**. The following served as rapporteurs:

<i>Sections</i>	<i>Rapporteur</i>
Items 1, 9	M. Neves dos Santos
Item 2.1	M. Ortiz
Item 2.2	D. Die
Item 2.3	J. Hoolihan
Item 2.4	M. Lauretta
Item 2.5	A. Norelli, B. Gibbs
Item 3.1	M. Lauretta, B. Mourato
Item 3.2, 3.3	M. Lauretta, D. Die
Item 4.1	M. Lauretta, B. Mourato
Item 4.2, 4.3	M. Schirripa
Item 5	M. Schirripa, B. Mourato, M. Ortiz
Item 6	F. Sow, D. Die
Item 7	F. Arocha, D. Die
Item 8	D. Die, M. Neves dos Santos

## 2. Summary of updated data submitted after the Data Preparatory meeting, before the assessment data deadline

### 2.1 Catches

The Secretariat presented the latest version of the Task I NC for blue marlin as of 13 June 2018 (**Table 1** and **Figure 1**). The 2017 reporting catches of blue marlin were very preliminary; thus, the Group decided that for the projections the catches of 2016 should be carried over for 2017 and 2018.

The Group looked at the recent catches of blue marlin reported by Morocco that have increased from an average of 10 t in 2010-2016 to 82 t in 2017.

The Group questioned why the reports of dead discards have not increased and or being reported by more CPCs, while the total reported landings have decreased in recent years likely reflecting the implementation of recent regulations regarding retention of billfish species. It was noted that in order to produce an unbiased estimate of fish discarded dead an observer on board is usually required, and studies of post-release mortality are needed to further improve estimates of total discard mortality. Therefore, the Group reiterates the importance of complying with observer coverage and reporting of billfish species by CPCs, both live releases and dead discards.

### 2.2 Indices of abundance

During the 2018 Blue Marlin Data Preparatory meeting, Anon. (in press) the Group reviewed all updated indices presented to the meeting and the historical ones available. Twelve indices of abundance were agreed to be appropriate for use in the assessment (Tables 13 and 14 of the Report of the 2018 ICCAT Blue Marlin Data Preparatory Meeting): Japan LL, Chinese Taipei LL (early, mid and late), US LL, Ven LL, Bra LL, US Rec, Bra Rec, Ven Rec, Ven Gill, Gha Gill. These indices were all used in the initial runs for SS3, JABBA and ASPIC, presented during the assessment meeting.

The Group noted that some of these indices sometimes represent conflicting trends in relative biomass. It was mentioned that in the past the SCRS has recommended to develop alternative hypotheses about how to select and assign weight to the indices. For instance correlation matrices between indices have been used to establish sets of indices without conflicting trends as plausible scenarios. This method has in the past been promoted to avoid fits to indices that go through the middle of conflicting trends. This assumes that a better representation of the uncertainty is provided by fitting different sets of indices than by using all indices. Similarly, it was proposed that indices should be grouped by gear type, as it is expected that individual gear types may have more consistent selectivity than groups of indices which include all gear types. Proposals for a set of all longline indices and for a set of recreational indices were presented to the Group and partially adopted by modelers as ways to develop sensitivity trials for the production models. The Group objected to the suggestion of developing alternative hypotheses of stock status on the basis of such groupings and preferred to settle on a base case set of indices. Proponents of such approach argued that it is difficult for the Commission to interpret results with strongly different perceptions of stock status and that it is better to integrate uncertainty in one single set of results.

It was pointed out repeatedly that it was best to select indices prior to running assessment models. Eliminating indices on the basis of assessment model diagnostics should be avoided. It is better to retain indices unless justification could be provided regarding the possible presence of biases in the indices. The presence of such possible biases was discussed in regard to the late Chinese Taipei LL index and the USA recreational index. The Group heard from developers of the index at the data preparatory meeting that the Chinese Taipei LL late may be affected by changes in operations during the period when ICCAT introduced the requirement of reducing catches of BUM and releasing live marlins caught in longlines. The Group also noted that the US recreational index may have unknown biases related to changes in operations of fishing tournaments caused by the pressure to change from all catch to all release practices.

At the data preparatory meeting the Group had also agreed to use the standard errors from the CPUE standardized series as weights in the assessment models. Furthermore for SS3 it was agreed that when such standard errors were deemed small and suggested overly precise indices, that a minimum standard error of 0.3 would be given to the index. The Group discussed that in the past other options for weights had also been used, including, equal weighting, area weighting and catch weighting. It was pointed out that area and catch weighting often provide similar fits to the model because such weights are often highly correlated. Ultimately, the Group decided to only use the agreed standard errors in all assessment model runs.

### **2.3 Biology**

SCRS/2018/089 described the catch and biological aspects of blue marlin by-catch from the Mexican LL fishery operating in the Gulf of Mexico during 2013-2016. Distributions of lengths, length-weight relationships, and sex ratio were analyzed. The proportions of sex showed a predominance of males. A total of 4,286 males and 2,433 females were analyzed. The observed maximum length and weight for males were 367 cm LJFL and 292 kg, and 283 cm LJFL and 280 kg for females. Length distributions were evaluated for modal trends that may infer age classes.

The Group expressed some concern that the data reflected that males reached larger sizes than females, which contradicts the current knowledge of this species. The Group requested photographic and biological sampling to confirm sex determination.

Estimating blue marlin growth was addressed in SCRS/P/2018/038 with the objective of describing how sampling protocols may misinform and bias growth models. When considering size and age observations, age assignment is more prone to error than size. However, the relevant error for size is manifested in the mean size at age – an aggregate property of the entire sample. The effects of size-selective sampling biases on estimates of mean size at age and the estimation of the von Bertalanffy (VB) growth parameters were evaluated using simulated growth data. The results of the simulation analyses showed that random and age-stratified sampling provided unbiased estimates of mean size at age and VB parameters. In contrast, sampling strategies that involved collection of size-stratified data or mixtures of random samples supplemented with large individuals strongly biased mean sizes upwards with increasing age.  $L_{\infty}$  estimates were also biased upwards while VB  $k$  were biased downwards, and the magnitude of the biases can be substantial. Estimates of  $L_{\infty}$  derived from blue marlin from the Pacific Ocean are higher than for those values used to represent growth in the Atlantic in previous ICCAT reports, but this difference is smaller compared with the range of the bias observed in the simulation analyses. It is impossible to know the extent to which bias or random sampling error may have in the past affected blue marlin growth estimates available for derivative analyses. Accordingly, while available growth estimates provide guidance they should not overly constrain assessment analyses.

Progress on age and growth analyses for blue marlin from the Venezuelan longline and artisanal fisheries were presented at the 2018 Data Preparatory meeting (Anon. in press). It was noted that maximum ages determined for males and females were 31.3 and 36.7, respectively. At that time the spine samples from the larger individuals had not been completed. Those individuals have now been aged, however it was determined that there were potential sex assignment errors for a group of approximately 300 individuals sampled during 2003-04. The field data sheets needed to validate the sex IDs will not be available until September 2018. For this reason, the researchers questioned the validity of the data and decided not to include the estimated growth in the 2018 stock assessment, however retained the maximum age (37 yrs) for estimating natural mortality parameters.

The Group agreed to use the size at age estimates suggested by Shimose *et al.* (2015) and Goodyear (2015) for the 2018 blue marlin stock assessment analyses. The Group also agreed to test the following natural mortality rates:  $M = 0.139$  (30 yrs) for continuity testing with 2011 assessment (Hoenig, 1983);  $M = 0.122$  (37 yrs) and  $M = 0.100$  (45 yrs) for sensitivity testing (Hewitt and Hoenig, 2005).

#### **2.4 Length compositions**

The Group reviewed the length composition data presented at the Data Preparatory meeting. The size frequency samples were extracted from the blue marlin size data, aggregated for the fleet-structured of the SS model, year and main gear type (ART, LL, RR, mFAD). A minimum of 50 measured fish was imposed for a given strata size frequency and a minimum of 5 years of size sampling per fleet/fishery. In addition, size data from some artisanal fleets that have been recently provided were excluded as their size frequency substantially departs from other similar fleets in the western Africa region, and doubts were raised considering species identification. Effective sample size for the SS model was adjusted to the *log* of number of fish measured and scaled to a maximum of 100. Based on the evaluation of the length data, the longline and recreational fleet selectivities were assumed to be asymptotic for parameterization of the SS model. Distinct shifts in the size compositions of the catch of the recreational fleets were discussed, as this presents a potential shift in fleet retention.

The Group determined that time-blocking selectivity in SS between the periods showing different length composition was warranted.

The Group asked about the information from the Chinese Taipei size data, which for other species in the past have shown a sharp cutoff of sampled sizes below minimum size regulations. The Secretariat informed that after the Data Preparatory meeting this was addressed by the Chinese Taipei scientists that revised the data submitted and corrected size information based on the observer program data and updated size data was included in the length composition information provided to the Group.

#### **2.5 Other relevant data**

A presentation was given (SCRS/P/2018/039) that summarized the Caribbean Billfish Project as regards achievements and developing plans. Grenada and the Dominican Republic were used as pilot test countries for the Caribbean Billfish Project. Both of these countries landed substantially larger amounts of billfish relative to other Caribbean nations, yet their numbers were largely unreported to ICCAT. The fishing culture also varied between the two countries as Grenada has primarily longline fisheries while the Dominican Republic maintains primarily recreational and artisanal fisheries.

The Group discussed the socio-economic aspects of the Caribbean Billfish Project including a willingness to pay study (an economic valuation method based on how much the user is willing to pay for an additional fish). Noting that American sport fishermen responded the most to the willingness to pay surveys conducted in the Dominican Republic and generally expressed interest in government issued billfish licenses. The Group expressed interest in future collaborations with the economic experts of the Caribbean Billfish Project in the Caribbean to increase interdisciplinary studies like these.

The Group was informed that since Grenada has become a member of ICCAT, an improvement regarding the provision of billfish statistics is expected. In some cases some countries have previously reported some of these statistics to the FAO but not to ICCAT. It was noted that including more Caribbean countries in ICCAT discussions would encourage more reporting by the region on exploited species. Many countries have willing scientists capable of compiling the data and completing analyses. However, a lack of incentive and necessary software prevented effective and complete reporting. In addition, while many Caribbean nations are able to record fisheries data by hand, this method is inefficient and therefore it was noted the need to make available software because it must be coordinated with regional databases prepared by WECAFC for the digital records required for modern billfish analysis.

Finally, the Group was informed that the main issue with propelling the Caribbean Billfish Project forward is the lack of funds, from external or government sources, to properly outfit all Caribbean nations with the proper tools.

### 3. Methods relevant to the assessment

#### 3.1 Production models

Two surplus assessment models (SPM) were applied to the time series of blue marlin landings and indices, ASPIC and JABBA. The development of prior distributions on population growth rate ( $r$ ) for the Bayesian surplus production models (JABBA/ASPIC) was based on an algorithm developed by Winker *et al.* in SCRS/2018/092.

The approach applied an age-structured equilibrium model to translate the set of life history parameters (growth, natural mortality, maturity, stock recruitment steepness) selected for the Stock Synthesis (SS) model into a functional distribution of  $r$  (fitted gamma distribution). The effects of key input parameters, natural mortality  $M$  and the steepness  $h$  of the spawning recruitment relationship, on the SPM parameters  $r$  and  $m$  were demonstrated. The functional form of a yield curve for an age- and sex-structured assessment model (e.g., SS) can be closely approximated by the two-parameter Pella surplus production curve. Based on the three steepness scenarios modeled ( $h = 0.4$ ,  $h = 0.5$  and  $h = 0.6$ ) and including uncertainty about  $M$ , three sets of priors for  $r$  were estimated for the SPMs. Lognormal distributions were then fitted to the estimated gamma distributions for input into JABBA.

Document SCRS/2018/091 presented preliminary results and the model formulation of the blue marlin assessment using the JABBA surplus production model (for details see **Appendix 5**).

For the JABBA model additional runs were requested by the Group (SCRS/P/2018/042), based on sensitivity analysis (**Figure 2**), which includes:

- **S1\_All** - a base case model ( $h = 0.5$  with  $r$  prior fitted by a lognormal distribution with mean 0.098 and standard deviation of 0.18), including all CPUE series;
- **S2\_drop2** - same  $r$  prior ( $h = 0.5$ ), excluding TAI-LL late and US-Rec and;
- **S3\_LL** - same  $r$  prior ( $h = 0.5$ ), using all longline CPUE indices, excluding all TAI-LL CPUE series.

The ASPIC model used in the previous assessment was updated with the revised time series to develop a continuity run. The continuity model included 10 indices; Chinese Taipei early and mid-series were joined into one series, and the Chinese Taipei late series was excluded. An updated ASPIC (ver 7.0) model was then developed to include the 12 indices selected at the data prep meeting, as well as to allow for the inclusion of priors on estimated parameters. The base parameterization of ASPIC7 included the following assumptions: B1/K fixed at 1, Schaeffer logistic production curve assumed, and included an uninformative prior on  $r$  (uniform distribution from 0.01 to 1). The estimated parameters were  $r$ ,  $MSY$ , and fleet specific catchabilities ( $q$ , 12 parameters).

#### 3.2 Length-based age-structured models: Stock Synthesis

Document SCRS/2018/097 provided a description of the provisional Stock Synthesis (SS) parameterization and results.

The Group reviewed the SS set-up, diagnostics, and sensitivities and recommended several additional sensitivities of the SS model, including: 1) removing the USA RR and CTP LL late period series (which were shown in the jackknife and each have a strong influence on model results and concern over index representativeness; see section 2.2); 2) exclusion of CPUE series that start after 2008 (to explore the influence of removing those series on the model retrospective pattern, **Figure 3**), and estimation of natural mortality and steepness. In particular, the Group discussed the model retrospective pattern in detail which indicated that trends in stock biomass changed with each additional year of data added from 2009 to 2016 (**Figure 3**). Many configurations of SS were explored to identify the cause of the retrospective pattern. None of the model treatments removed the retrospective pattern in the recent period. However, removal of the two aforementioned indices demonstrated improved stability in the estimates of historical biomass.

The Group determined that the SS base case model would remove both the USA rod & reel CPUE and the Chinese Taipei late series, use a lower length at 50% maturity of 206 cm LJFL, and estimate both  $M$  and  $h$ . The base SS model configuration included five fleets: (1) artisanal-gillnet, (2) longline, (3) purse seine, (4) rod & reel, and (5) Fish Aggregation Device (FAD) fleet. The range of observational data used in the base model is shown in **Figure 4**.

### 3.3 Other methods

A simulation study that explored using maximum size based metrics in respect to various levels of fishing mortality was presented (Goodman, 2015). The method is based on the principle that the size distribution of the catch is an important characteristic of a population considered in stock assessments. The mean and maximum sizes are readily understood indicators of population health. The mean is clearly defined and easily understood, but properties of the maximum make it a less suitable reference parameter to be included in stock assessments. NZ50 is the smallest number of observations which will include fish  $\geq$  a defined large threshold half the time. The concept is extended to define LNZ50,N, the smallest maximum length (L) expected in half of sets of N observations each.

Comments were provided on the potential effects of density dependent growth, mortality, fecundity, and cohort strength. Cohort strength was not thought to be as big a factor since most of the variation of size is due to individual variation in growth and not greatly influenced by cohort strength at larger sizes. A comparison of the method against data rich stock assessments would be useful to evaluate the utility. The definition of sample unit might be an important consideration, for example, trophy fisheries, where the total number of fish caught to achieve the threshold can be measured. The method provides a good indicator of changes in fishing mortality, as it is more sensitive than the mean length estimator. The performance in relation to targeting, and specifically selectivity changes over time, deserve further analysis. The maximum length estimator is expected to be sensitive to changes in selectivity, and one potential solution is to monitor a part of the fishery that targets large fish and is therefore less likely to observe a change in selectivity, or in any case where selectivity is constant when the largest fish are consistently targeted. Changes in selectivity concerns could be addressed by further simulation. The time lag for changes in maximum size is greater than the mean length-based estimators, which are likely to be more sensitive to variability in recruitment. For selection of the threshold value, a target of the 90th percentile of the cumulative probability distribution may be a good rule of thumb.

This method (NZ50) was actually applied to the BUM data. The results of this work were shown in the BUM/SS presentation. The important point of the results was that the trend in F from the NZ50 analysis was in good agreement with the overall trends in F estimated by the SS model.

## 4. Stock status results

### 4.1 Surplus Production models

#### ASPIC

The estimates of current stock status and management benchmarks estimated in ASPIC are summarized in **Table 2**. The estimates from ASPIC were not considered reliable because the results were sensitive to model assumptions.

Model diagnostics of the ASPIC base run demonstrated poor model fit to the CPUE series (**Figure 5**). The lack of fit may be a result of contrasting indices that cannot be reconciled in the ASPIC model. To evaluate the influence of the divergent data on model estimates, two additional runs in ASPIC were conducted, a run with the 7 LL indices included exclusively, and a run with the 3 RR indices only. Both models demonstrated lack of convergence.

Relative status over time compared across the three runs demonstrated high uncertainty in the stock trajectory and current status (**Figure 6**), depending on model parameterization, and therefore, ASPIC was not selected for management advice in favor of the other model platforms.

#### JABBA

All scenarios for JABBA were able to converge adequately as judged by the Gelman and Rubin (1992) and Heidelberger and Welch (1983) diagnostic test and satisfying stationary behavior of the MCMC chains. Posterior medians for  $K$ ,  $MSY$ ,  $B_{MSY}$ ,  $F_{MSY}$ ,  $B/B_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$ , were generally consistent across scenarios (**Figure 7**), with only slightly differences in  $K$ ,  $B_{MSY}$  and  $F_{MSY}$  for S3\_LL. Retrospective analysis for nine years was also presented, which showed no evidence of strong retrospective patterns and was very consistent among scenarios (**Figure 8 to 10**). All runs indicated that results were robust in terms of similar stock status ( $F/F_{MSY}$ ;  $B/B_{MSY}$ ) and  $MSY$ .

The Group expressed concern regarding the prior developed for the carrying capacity  $K$ , noting that the prior could have been very informative and affected the medians of the posteriors for this parameter. To address this, an additional sensitivity analyses was presented based on the following variations of the input prior for  $K$ : 1) a base case with lognormal distribution with mean of 50,000 t and CV of 200%; 2) with range of the 15,000-150,000 t, which is converted into inputs for a lognormal distribution (see details in Winker *et al.* 2018) and; 3) with lognormal distribution with mean of 150,000 t and CV of 200%. Results were very similar and consistent between runs, indicating that input data were informative and override the prior information. The resulting  $K$  estimates were fairly insensitive to the input prior, and estimates of  $K$  ranged between 82,000-85,000 t for all runs (**Figure 11**).

The final base case model chosen was scenario 2 (i.e.  $h=0.5$ , excluding TAI-LL late and US-Rec). The justification for this choice was based on the influence of individual CPUE series and the concerns of the Group regarding these indices (see section 2.4 for details of CPUE indices). The RMSE, a good-of-fit indicator improved when excluding these two indices. Final base case model residuals indicated some discrepancies between CPUE series and model predictions (RMSE = 58.2%), especially for Venezuelan, Brazilian and Ghana fleets, which all might be characterized as CPUE series with high variation (**Figure 12**).

The predicted CPUE indices from model fit were compared to the observed CPUE (**Figure 13**). The model fits for blue marlin CPUEs indicated that there was a lack of fit from longline fisheries of Chinese Taipei, Brazil and Venezuela and from Brazilian and Venezuelan recreational fisheries and Ghana gillnet fishery (**Figure 13**). Plots of posterior densities together with prior densities for the final base case model are depicted in the **Figure 14** and summaries of posterior quantiles for parameters and management quantities of interest are presented in **Table 3**.

The trajectory of  $B/B_{MSY}$  showed a sharp decrease until the mid 1970s to an overfished status followed by a decreasing trend until 2000. Since the early 2000s the relative biomass has remained stable at levels below  $B_{MSY}$  until 2016 (**Figure 15**). The  $F/F_{MSY}$  trajectory showed an increasing trend since the beginning of time series, becoming greater than  $F_{MSY}$  in the mid 1980s, followed by a decreasing trend after 2000s, but remaining higher than  $F_{MSY}$  until the last year (**Figure 15**). The Kobe plot revealed a typical anti-clockwise pattern with the stock status moving from underexploited through a period of unsustainable fishing to the overexploited phase since the mid 1980s (**Figure 16**). The resulting stock status posteriors for 2016 showed that the Atlantic blue marlin stock has a 41.9% probability of being both subject to overfishing and overfished (**Figure 17**). The results of JABBA provide evidence that the Atlantic blue marlin biomass remained below  $B_{MSY}$  in 2016.

#### 4.2 Length-based age-structured models: Stock Synthesis

All parameters, values and standard deviations for the final SS base model are given in **Table 4**. It was demonstrated that the values of  $M$ , steepness and  $R_0$  could all be successfully estimated within the model, without informative priors. The resulting posterior distributions of the parameters encompassed the predetermined values agreed upon for the sensitivity analysis. The estimated values of natural mortality ( $M = 0.148$ ,  $SD = 0.018$ ) and steepness ( $h = 0.497$ ,  $SD = 0.124$ ) were similar to the values that were suggested for exploration during the Data Preparatory meeting ( $M$  values of 0.10, 0.122 and 0.139; steepness values of 0.40, 0.50 and 0.60). Estimating these parameters as opposed to fixing them ensured that the uncertainty in their values was propagated through to the estimates of biomass, fishing mortality and associated benchmarks. As the estimated values of natural mortality and steepness were similar to the values already explored, many of the previous model diagnostics were assumed to adequately capture the characteristics of the final base case model.

The estimated maximum sustainable yield (MSY) was 2,701 t (2,072-3,329 t). This value is similar to the estimated value in 2011 (2,837 t). Historical trends in  $B/B_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$  were similar to those arrived at during the 2011 assessment (**Figure 18**). The trend  $B/B_{MSY}$  has shown a near continuous downward trend up until 2005. After 2005 the  $B/B_{MSY}$  leveled off and remained flat up until 2016. The estimated value of  $B/B_{MSY}$  in 2016 was 0.68 (0.43 – 0.93). This value is very similar to the value that was projected from the 2011 assessment for 2016 ( $B/B_{MSY} = 0.64$ ) when the actual catch values for 2010-2016 were used. The trend in  $F/F_{MSY}$  followed the trends in landings very closely (as expected). The estimated value of  $F/F_{MSY}$  in 2016 was 1.16 (0.56-1.77). The estimated  $B/B_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$  were such that the current stock status is overfished and undergoing overfishing.

After the meeting, the Kobe plot was updated on the basis of 4910 MCMC runs (**Figure 19**), and the percent of the scatter in each of the quadrants was 65% in the red, 29% in the yellow, and 6% in the green.

### 4.3 Synthesis of assessment results

The Group agreed to use a combination of results from JABBA and SS3 to produce the advice on stock status and outlook. The resulting combination of results would reflect more of the uncertainty associated with the estimates of stocks status. One model is based on aggregated biomass (JABBA) and uses less data, and the other model uses more data and considers changes in the age distribution of the population (SS3). Using results from both models therefore provides a better representation of some of the process errors in the assessment. The Group also agreed that both models would be given equal weight in such combination. The parameters used in the fitting of the data to each “base case” model were made as much as possible so as to reflect equivalent productivity.

The Group agreed to calculate uncertainty by combining 5000 MCMC runs from each model. MCMC runs for JABBA were completed during the meeting. SS3 MCMC runs were conducted after the meeting. The combined calculations were done on the basis of 4910 JABBA MCMC and 4910 SS3 MCMC runs, just below originally intended 5000 runs. At the meeting, preliminary uncertainty for SS3, was estimated by drawing random, bivariate correlated, pairs of  $SSB/SSB_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$  drawn from distributions defined by the parameters estimates.

Both models estimated similar annual trends of biomass and fishing mortality. Biomass declined rapidly in the 1970s, briefly stabilized and continued to decrease but much more slightly since the 1990s. When the results of both models were combined after the meeting, the median of the current (2016) biomass ratio is 0.69 with 10% and 90% confidence intervals of 0.52 and 0.91, respectively (**Figure 20**). Fishing mortality climbed rapidly and has exceeded  $F_{MSY}$  since 1990. The current fishing mortality ratio  $F_{2016}/F_{MSY}$  is 1.03 with 10% and 90% confidence limits of 0.74 and 1.50.

This implies that in 2016 the stock of Atlantic blue marlin was overfished and experiencing overfishing. The probability of being in the red quadrant of the Kobe plot was estimated to be 54% (**Figure 20**). The probability of being in the yellow quadrants of the Kobe plot was estimated to be 42% and that of being in the green quadrant only 4%. The estimated MSY was determined to be 3,056 t with 10% and 90% credible limits of 2,384 to 3,536. The value estimated for MSY in 2011 was 2,837 t.

ICCAT established a rebuilding plan for marlins [Rec. 00-13]. The plan first established annual landing limits for 2001 and 2002 of 50% of the 1999 landings for pelagic longline and purse seine vessels. Later, Rec. 12-04 established a 2,000 t landing limit (maintained in Rec. 15-05) for the period starting in 2013.

Following the 2011 assessment, the SCRS advised that the catch (including dead discards) must remain at 2,000 t or less to permit the stock to increase. Annual catches have generally exceeded 2,000 t since 2012, and as expected the stock has not increased. The stock biomass in 2016, estimated at 0.69 of  $B_{MSY}$ , is very similar to 0.67 of  $B_{MSY}$ , the level that the Group estimated for 2009, implying that the stock has not rebuilt much during the period 2009-2016. This matches the predictions presented in the Kobe matrix of 2011 which predicted that with catches of 2,500 t a year the biomass in 2016 would be at 0.69 of  $B_{MSY}$  (catches for the period 2010-2016 have averaged 2,468 t per year). In summary, the main effects of the rebuilding plan have been to reduce the fishing mortality to a level very close to  $F_{MSY}$  and to halt the decline in biomass.

## 5. Projections

Note that for both models biomass projections refer to the biomass at the beginning of the year, while fishing mortality refers to the entire year. Therefore biomass reported for 2019 is only affected by catches prior to 2019, while fishing mortality of 2019 is determined by catches in 2019.

### 5.1 Production models

The Group requested to run projections from the final base models of the Bayesian Surplus Production model JABBA and the Age structure Stock Synthesis model assuming constant catch scenarios. The specifications for the projections were: i) for 2017 and 2018 it was assumed a catch equal to the Task I nominal catch of 2016 (2,036 t); ii) different catch scenarios will start in 2019 and run for 10 years (2028); and iii) scenarios included catch from 0 up to 3,500 t, with increments of 250 t after 1,000 t.



Overall projections of stock recovering with the JABBA are more optimistic (**Figure 21**), in the sense that with equivalent catches, the stock will reach target objectives in a shorter time compared to those from the Stock Synthesis model (**Figure 22**). Although, the overall estimates of total stock (K) and the current biomass ( $B_{2016}/B_{MSY}$ ) status are very similar between the two models the estimate of  $F_{2016}/F_{MSY}$  is greater for SS than for JABBA. After discussions, it was noted that the age-structure will play an important role in the recovery of the population, a feature that is not explicitly captured with Surplus Production models.

### **5.2 Length-based age-structured models: Stock Synthesis**

Deterministic projections were carried out with the final base case model assuming values for landings in 2017 and 2018 equal to those in 2016 (2,036 t). Projections were made from 2019-2028 with landings of zero and from 1,500-3,500 in increments of 250 t. The time series of the projected relative biomass are shown in **Figure 22**. Catch levels between 2,250 t and 2,500 t are projected to maintain the relative biomass at current levels. Catches below 2,250 t are projected to result in an increasing trend in  $B/B_{MSY}$  in the future. Catches of 1,500 t are projected to achieve a  $B/B_{MSY}$  to reach 0.90 by the year 2028.

### **5.3 Synthesis of projections**

As was the case for stock status results, the Group agreed to use a combination of projection results from JABBA and SS to produce the advice outlook, including the Kobe strategy matrices. The resulting combination of results would reflect more of the uncertainty associated with not only the estimates of current stock status, but also the different assumptions regarding population dynamics inherent in each model. The model based on aggregated biomass (JABBA) does not estimate age structure within the stock, whereas SS3 does. Therefore, the two models might be expected to predict different population responses to future catch levels. The Group considered that this might especially be the case, given the estimated biomass depletion level (around 0.68), and corresponding shift in age structure. As was the case for the stock status results, the Group agreed that both models would be given equal weight in such combination.

Projections were made by assuming the current reported catch for 2016 (2,036 t) will have also been taken in 2017 and 2018. Projections were made at constant catch levels, ranging from 1,000 t – 3,500 t at 250 t intervals (plus a projection at zero catch). For each model, 4910 projections were made at each constant catch level (**Figure 23** and **Table 5**). According to these projections the current TAC of 2000 t will only provide a 46% probability of being in the green quadrant by 2028. In contrast, TACs lower than 2000 t will allow the stock to rebuild with more than 50 % probability by the year 2028.

## **6. Recommendations**

### **6.1 Research and statistics**

In order to improve the monitoring and reporting of billfish statistics the:

- Group recognizes that the most significant source of uncertainty in the blue marlin assessment is in the landings data. Furthermore, the number of dead discards and fate of the live discards is also not well known and a large contributor to uncertainty. As has been recommended in the past, data on landings as well as dead and live discards need to be more complete and accounted for.
- Group recognizes the benefit of the effort that WECAFC is pursuing to develop software and monitoring structures through capacity building that could help Caribbean countries report ICCAT species fishery statistics to both the WECAFC and ICCAT databases. The Group recommends the Secretariat and CPCs support this effort by collaborating with WECAFC.
- SCRS should develop an inventory of sport fishing activities that may interact with billfish through a collaboration with organizations such as the IGFA and The Billfish Foundation. Such inventory should seek to establish a list of countries, and where possible, ports within the ICCAT Convention area, where sport fishing activities are known to be interacting with billfish. Activities should include, established charter companies and tournaments. This inventory will help the SCRS and CPCs in the design of data collections and sampling programs.

- Commission should continue to support the initiatives that seek to improve data collection for billfishes in the Caribbean and West African regions through activities that implement the most important recommendations provided by the initial fact finding projects conducted by ICCAT in recent years.
- SCRS should put in place tools and mechanisms that encourage scientists from all CPCs with fisheries that have significant interactions with billfishes to support the work of the Billfish Species Group by contributing papers, relative abundance indices and by being present during the data preparatory and assessment meetings of billfish stocks.
- Group recommends a study that will provide photographic and biological sampling evidence to confirm sex determination in samples from the western Gulf of Mexico longline fisheries.

## **6.2 Management**

The 2018 stock assessment confirms the advice provided in 2011 that a 2000 t TAC would have allowed the stock to rebuild. Because the catches have generally exceeded the TAC, the stock has not rebuilt. The first recommendation from the SCRS is that the Commission should find ways to make sure that the catches are not allowed to exceed established TACs. As the stock has not rebuilt catches need to be lower than the current TAC.

The Group expressed concern that paragraph 2 of Rec. 15-05 limits the effectiveness of the recommendation to reduce fishing mortality of billfish. This paragraph states the following:

*“To the extent possible, as the CPC approaches its landings limits, such CPC shall take appropriate measures to ensure that all blue marlin and white marlin/spearfish that are alive by the time of boarding are released in a manner that maximizes their survival.”*

This implies that: 1) CPCs do not need to release live marlin while their catch limit has not been reached; 2) it also implies that CPCs which reach the limit, will produce mortality in excess of the limit, because many fish caught after the limit will be dead upon haul back and some of the live-released fish will not survive; 3) Because the recommendation specifically refers to fish “...alive by the time of boarding...” it is not as effective as if it referred to fish alive at haul back. Fish alive at haul back could be dead by the time they are boarded, depending on the fishery operation.

- The Group therefore recommends that if the Commission wanted to further reduce fishing mortality, the Commission could consider doing so by modifying Rec. 15-05 so that fishermen should be required to release all marlins that are alive at haul back through methods that maximise their survival. This would eliminate the provision from Rec. 15-05 that requires this only when CPCs are about to reach the catch limits.
- The Group also recommends that CPCs consider that their monitoring programs should be designed to be able to monitor the billfish effectively as required in Rec. 15-05. Given the intention of requiring live releases as a means to reduce fishing mortality it is essential that monitoring should include recording and reporting accurate estimates of live releases and dead discards. The Group recommends that such monitoring should be supported through observer programs at a greater level of coverage than those being currently implemented by most CPCs.

## **7. Responses to the Commission**

### **7.1 Analysis of recommendations emanating from the Second ICCAT Performance Review and possible actions**

The Group reviewed the extract provided by the Secretariat regarding the recommendations made by the Ad Hoc Working Group to Follow-up on the Second ICCAT Performance Review (Anon. 2018). In its discussions it was agreed that several of those recommendations were pertinent to the Group and that some needed enhancements and clarifications to make them clearer with regard to their ultimate goal.

The table below addresses the items discussed and are numbered in the same order as they appear in the Recommendations of the Second ICCAT Performance Review.

<b>Chapter</b>	<b>Recommendations</b>	<b>Bilfish Species Group comments</b>
Data Collection and Sharing	<p>6bis. The Panel concludes that ICCAT scores well in terms of agreed forms and protocols for data collection but, while progress has been made, more needs to be done particularly for bycatch species and discards.</p> <p>7. The Panel considers that major progress in data availability is necessary and recommends that substantial improvements in data quality and data completeness can only be achieved by simplifying and automating the process of collecting data in a systematic and integrated way. This may not be possible for artisanal fleets but should be possible for most of the fleets in developed CPCs.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Currently billfish have catch limits and are often bycatch. These limits may have changed the discarding practices of fishing fleets. Unfortunately few CPCs report discards (dead or alive).</li> <li>- Accurate discard information for reporting Task I and II, requires observers at-sea. Billfish species are rare occurrences, therefore, need more observer coverage and complete reporting than presently provided.</li> <li>- Marlin species are under a rebuilding program that requires to live releases. Therefore, marlin species require information on live discards more than any other ICCAT species.</li> <li>- It is possible to improve data for artisanal/small scale fleets. The recent ICCAT initiatives for improving the data collection for these fleets in West Africa and Caribbean have been effective but need to continue to be supported and expanded.</li> </ul>
Trends in the Status of Non-Target Species	4. The Panel recommends that the precautionary approach be consistently applied for associated species considering that the assessments for these species are highly uncertainty and that their status is often poorly known.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The catch advice provided for billfishes has, in general, been followed by the Commission.</li> <li>- However, billfishes assessments tend to be among the most uncertain of all assessments conducted at ICCAT. Therefore catch limits should be more precautionary than for other species. In general the Commission has not exerted more precaution for BILL than for other species.</li> <li>- In addition, recent blue marlin harvests have exceeded the levels of catch that in 2011 the SCRS had predicted would allow the stock to rebuild (2,000 t or less, including dead discards). The SCRS emphasizes to the Commission that persistent over-harvest will compromise stock rebuilding and will potentially lead to further stock declines.</li> <li>- The Commission should consider other management measures such as time/area closures or gear modifications (circle hooks) to reduce fishing mortality of blue marlin.</li> </ul>

Blue and White Marlins	38. The Panel supports the SCRS advice that ICCAT actively encourage, or make obligatory, the use of non-offset circle hooks on longline fisheries to reduce the mortality of released marlin.	- The Billfish SG continues to support the use of non-offset circle hooks because it will reduce the mortality of live releases and increase the probability of fish to be alive upon haul back.
Best Scientific Advice	112. The Panel re-iterates the recommendation of the 2008 Panel that a better balance of scientists with knowledge of the fishery and modelling expertise be sent to the assessment meetings of the SCRS.	- The Billfish SG notes that there has been a lack of participation in recent times from countries that account for significant proportions of the catch of billfish species, and that have produced indices in abundances that now are not being updated. The Group wants to encourage participation in SCRS meetings of all CPCs that have fisheries interacting with billfish. The SCRS should consider mechanisms to encourage scientists from all CPCs to engage in the work which supports the Billfish SG.
	113. The Panel recommends that Management Strategy Evaluation should be used on a few stocks to estimate the costs and benefits of collecting more detailed information.	- The Billfish SG agreed that MSE for billfish species should consider the overall strategic plan for MSE before the SCRS could be asked to engage in such MSE process. Many of the experts engaged in billfishes assessments and that potentially could engage in billfishes MSE are already involved in the other MSE processes in ICCAT.
Adequacy SCRS and Secretariat	118. The Panel recommends that ICCAT evaluates the benefits of outsourcing its stock assessments to an external science provider while retaining the SCRS as a body to formulate the advice based on the stock assessments.	- The Billfish SG does not support the outsourcing of the whole assessment. The current system ensures broad input from scientists familiar with relevant knowledge on the fish and fisheries been assessed. - The Billfish SG supports the use of external experts with special knowledge when this is required and also support the current peer review process. - The presence of peer reviewers during the assessment is strongly preferred.

## 7.2 *Analysis of the ICCAT exception fact sheet for billfishes*

The Group reviewed and provided a few comments to the sheet (see **Appendix 6**). In addition the Group discussed shortcomings in the monitoring of fishing mortality related to Rec. 15-05. Recommendations related to such monitoring are contained in section 6 of this report.

## 8. Other matters

No other matters were discussed.

## 9. 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: 4.4) Synthesis of assessment results, 5.3) Synthesis of projections and 6.2) Management recommendations. Therefore, these sections of the report were adopted electronically after the meeting. The remainder of the report was adopted during the meeting. The meeting was adjourned.

## References

- Anonymous. (in press). 2018 Blue Marlin Data Preparatory Meeting, Madrid, Spain, 12-16 March 2018. Document SCRS/2018/001: 39 pp.
- Anonymous. 2018. 4.3 Report for biennial period, 2016-17, Part II (2017) – Vol. 1. Report of the Meeting of the Ad Hoc Working Group on Follow Up of the Second ICCAT Performance Review, Madrid, Spain, 27-28 June 2017).
- Gelman, A., Rubin, D.B. 1992. Inference from iterative simulation using multiple sequences. *Stat. Sci.* 7: 457-511.
- Goodman, C.P. 2015. NZ50 a new metric for maximum size in the catch: an example with blue marlin. Document SCRS/2016/028 (withdrawn).
- Goodyear, C.P. 2015. Understanding maximum size in the catch: Atlantic blue marlin as an example. *Transactions of the American Fisheries Society* 144, 274-282.
- Heidelberger, P., Welch, P.D. 1983. Simulation run length control in the presence of an initial transient. *Oper. Res.* 31: 1109-1144.
- Hewitt, D.A., Hoenig, J.M. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fishery Bulletin* 103, 433-437.
- Hoenig, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin* 82, 898-902.
- Shimose, T., Yokawa, K., Tachihara, K. 2015. Age determination and growth estimation from otolith micro-increments and fin spine sections of blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western North Pacific. *Marine and Freshwater Research* 66, 1116-1127.
- Winker, H.; Carvalho, F. and Kapur, M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. *Fish. Res.* 204: 275–288.

# RAPPORT DE LA RÉUNION ICCAT D'ÉVALUATION DU STOCK DE MAKAIRE BLEU DE 2018

(Miami, États-Unis – 18-22 juin 2018)

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

La réunion a été tenue à la *Rosenstiel School of Marine Science, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, University of Miami*, du 18 au 22 juin 2018. Mme Fambaye Ngom (Sénégal), rapporteur du groupe d'espèces (« le groupe ») et présidente de la réunion, a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants. Le Dr Miguel Neves dos Santos (Secrétaire exécutif adjoint de l'ICCAT) s'est adressé au groupe au nom du Secrétaire exécutif de l'ICCAT pour souhaiter la bienvenue aux participants et remercier les États-Unis d'accueillir la réunion et le Dr David Die d'avoir pris toutes les dispositions nécessaires au niveau local. Il a également souligné l'importance que revêt cette réunion car le makaire bleu est l'un des deux stocks étant évalués en 2018 et faisant l'objet d'un programme de rétablissement en vigueur. La présidente a passé en revue l'ordre du jour qui a été adopté avec de légères modifications (**appendice 1**).

La liste des participants se trouve à l'**appendice 2**. La liste des documents et des présentations de la réunion est jointe à l'**appendice 3**. Les résumés de tous les documents SCRS présentés à la réunion sont joints à l'**appendice 4**. Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de rapporteur :

<i>Points</i>	<i>Rapporteur</i>
Points 1, 9	M. Neves dos Santos
Point 2.1	M. Ortiz
Point 2.2	D. Die
Point 2.3	J. Hoolihan
Point 2.4	M. Lauretta
Point 2.5	A. Norelli, B. Gibbs
Point 3.1	M. Lauretta, B. Mourato
Point 3.2, 3.3	M. Lauretta, D. Die
Point 4.1	M. Lauretta, B. Mourato
Point 4.2, 4.3	M. Schirripa
Point 5	M. Schirripa, B. Mourato, M. Ortiz
Point 6	F. Sow, D. Die
Point 7	F. Arocha, D. Die
Point 8	D. Die, M. Neves dos Santos

## 2. Résumé des données actualisées soumises à l'issue de la réunion de préparation des données, avant la date limite de soumission des données pour l'évaluation

### 2.1 Captures

Le Secrétariat a présenté la dernière version de la tâche I NC pour le makaire bleu au 13 juin 2018 (**tableau 1** et **figure 1**). Les prises déclarées de makaire bleu en 2017 étaient très préliminaires, c'est pourquoi le groupe a décidé que, pour les projections, les prises de 2016 devraient être reportées pour 2017 et 2018.

Le groupe s'est enquis des prises récentes de makaire bleu déclarées par le Maroc qui sont passées d'une moyenne de 10 tonnes en 2010-2016 à 82 tonnes en 2017.

Le groupe a souhaité savoir pourquoi les déclarations de rejets morts n'ont pas augmenté et pourquoi les rejets morts n'ont pas été déclarés par un plus grand nombre de CPC, alors que le nombre total de débarquements déclarés a diminué ces dernières années, ce qui reflète probablement la mise en œuvre des réglementations récentes concernant la rétention des espèces d'istiophoridés. Il a été noté que pour obtenir une estimation non biaisée des poissons rejetés morts, la présence d'un observateur à bord est généralement requise et des études sur la mortalité suivant la remise à l'eau sont nécessaires pour améliorer davantage les estimations de la mortalité totale par rejet. Par conséquent, le groupe réitère l'importance du respect par les CPC de la couverture des observateurs et de la déclaration des espèces d'istiophoridés tant en ce qui concerne les rejets vivants que les rejets morts.

## 2.2 Indices d'abondance

Au cours de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu de 2018 (Anon., sous presse), le groupe a examiné tous les indices mis à jour présentés à la réunion ainsi que les indices historiques disponibles. Il a été convenu d'utiliser douze indices d'abondance dans l'évaluation (tableaux 13 et 14 de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu) : Japon LL, Taipei chinois LL (début, milieu et fin), États-Unis LL, Ven LL, Bra LL, US Rec, Bra Rec, Ven Rec, Ven Gill, Gha Gill. Ces indices ont tous été utilisés dans les scénarios initiaux de SS3, JABBA et ASPIC, présentés lors de la réunion d'évaluation.

Le groupe a noté que certains de ces indices présentent parfois des tendances contradictoires de la biomasse relative. Il a été mentionné que, dans le passé, le SCRS avait recommandé de développer des hypothèses alternatives sur la manière de sélectionner et d'attribuer une pondération aux indices. Par exemple, les matrices de corrélation entre les indices ont été utilisées pour établir des ensembles d'indices sans tendances contradictoires en tant que scénarios plausibles. La préférence avait été accordée à cette méthode dans le passé pour éviter les ajustements aux indices qui traversent des tendances contradictoires. Cela suppose qu'une meilleure représentation de l'incertitude est obtenue en ajustant différents jeux d'indices plutôt qu'en utilisant tous les indices. De même, il a été proposé que les indices soient regroupés par type d'engin, car il est probable que les types d'engins individuels aient une sélectivité plus constante que les groupes d'indices qui incluent tous les types d'engins. Des propositions concernant un jeu regroupant tous les indices palangriers et un jeu d'indices récréatifs ont été présentées au groupe et partiellement adoptées par les modélisateurs comme moyens de développer des essais de sensibilité dans les modèles de production. Le groupe s'est opposé à la suggestion de développer des hypothèses alternatives sur l'état du stock sur la base de ces regroupements et a préféré se baser sur un ensemble d'indices pour le cas de base. Les partisans d'une telle approche ont fait valoir qu'il est difficile pour la Commission d'interpréter les résultats avec des perceptions très différentes de l'état du stock et qu'il est préférable d'intégrer l'incertitude dans un seul ensemble de résultats.

Il a été souligné à plusieurs reprises qu'il était préférable de sélectionner les indices avant d'exécuter les modèles d'évaluation et d'éviter d'éliminer les indices sur la base des diagnostics des modèles d'évaluation. Il était également préférable de conserver les indices sauf si la présence éventuelle de biais dans les indices pouvait être justifiée. La présence de tels biais éventuels a été discutée en ce qui concerne l'indice LL du Taipei chinois de la fin de la série et l'indice récréatif des États-Unis. Lors de la réunion de préparation des données, les développeurs de l'indice ont signalé au groupe que l'indice LL de la fin de la série du Taipei chinois pourrait être affecté par les changements d'opérations pendant la période où l'ICCAT a introduit l'exigence de réduire les captures de makaire bleu et de libérer les makaires vivants capturés à la palangre. Le groupe a également noté que l'indice récréatif des États-Unis pourrait avoir des biais méconnus liés aux changements dans les opérations des tournois de pêche causés par la pression du passage de la pratique de la « prise totale » à celle de la « remise à l'eau totale ».

Lors de la réunion de préparation des données, le groupe avait également convenu de se servir des erreurs types des séries standardisées de la CPUE comme pondération dans les modèles d'évaluation. En outre, en ce qui concerne SS3, il a été convenu que lorsque ces erreurs types étaient jugées faibles et suggéraient des indices trop précis, une erreur type minimale de 0,3 serait attribuée à l'indice. Le groupe a indiqué que, par le passé, d'autres options de pondération avaient également été utilisées, notamment une pondération égale, une pondération par zone et une pondération par prise. Il a été souligné que la pondération par zone et par prise fournit souvent des ajustements similaires au modèle car ces pondérations sont souvent fortement corrélées. Le groupe a finalement décidé de n'utiliser que les erreurs-types convenues dans tous les scénarios du modèle d'évaluation.

## 2.3 Biologie

Le SCRS/2018/089 décrivait les prises et les aspects biologiques des prises accessoires de makaire bleu de la pêcherie palangrière du Mexique opérant dans le golfe du Mexique entre 2013 et 2016. Les distributions des tailles, les relations taille-poids et le ratio des sexes ont été analysés. Les proportions entre les sexes présentaient une prédominance des mâles. Au total, 4.286 mâles et 2.433 femelles ont été analysés. La longueur et le poids maximums observés des mâles étaient de 367 cm LJFL et de 292 kg, et de 283 cm LJFL et de 280 kg dans le cas des femelles. Les distributions des tailles ont été évaluées pour détecter les tendances modales qui peuvent servir à calculer les classes d'âge.

Le groupe a exprimé des inquiétudes sur le fait que les données montrent que les mâles atteignent des tailles plus grandes que les femelles, ce qui est contraire aux connaissances actuelles sur cette espèce. Le groupe a demandé un échantillonnage photographique et biologique pour confirmer la détermination du sexe.

L'estimation de la croissance du makaire bleu a été abordée dans la SCRS/P/2018/038 dans le but de décrire la façon dont les protocoles d'échantillonnage peuvent fausser et biaiser les modèles de croissance. Lorsque l'on se penche sur les observations de taille et d'âge, la détermination de l'âge est plus sujette à erreur que celle de la taille. Cependant, l'erreur pertinente pour la taille se manifeste dans la taille moyenne par âge - une caractéristique globale de l'échantillon entier. Les effets des biais d'échantillonnage sélectifs des tailles sur les estimations de la taille moyenne par âge et l'estimation des paramètres de croissance de von Bertalanffy (VB) ont été évalués en utilisant des données de croissance simulées. Les résultats des analyses de simulation ont montré que l'échantillonnage aléatoire et stratifié par âge fournissait des estimations non biaisées de la taille moyenne par âge et des paramètres VB. En revanche, les stratégies d'échantillonnage qui impliquaient la collecte de données stratifiées par taille ou les mélanges d'échantillons aléatoires complétés par de grands spécimens biaiseraient fortement les tailles moyennes vers le haut avec des âges plus avancés. Les estimations de  $L_{\infty}$  étaient également biaisées vers le haut alors que VB  $k$  étaient biaisées vers le bas, et l'ampleur des biais peut être importante. Les estimations de  $L_{\infty}$  calculées à partir du makaire bleu de l'océan Pacifique sont plus élevées que les valeurs utilisées pour représenter la croissance dans l'Atlantique dans les précédents rapports de l'ICCAT, mais cette différence est inférieure à la gamme du biais observé dans les analyses de simulation. Il est impossible de savoir dans quelle mesure un biais ou une erreur d'échantillonnage aléatoire a pu avoir affecté les estimations de la croissance du makaire bleu disponibles pour les analyses dérivées. Par conséquent, même si les estimations de la croissance disponibles fournissent des orientations, elles ne devraient pas excessivement limiter les analyses d'évaluation.

Les progrès atteints dans les analyses de l'âge et de la croissance du makaire bleu des pêcheries palangrières et artisanales vénézuéliennes ont été présentés à la réunion de préparation des données de 2018 (Anon., sous presse). Il a été noté que les âges maximums déterminés pour les mâles et les femelles étaient de 31,3 et 36,7, respectivement. À ce moment-là, les échantillons d'épines de spécimens plus grands n'avaient pas été complètement traités. L'âge de ces spécimens a maintenant été déterminé, mais on a estimé que l'attribution du sexe d'un groupe d'environ 300 spécimens échantillonnés en 2003 et 2004 pourrait être erronée. Les fiches de données de terrain nécessaires pour valider l'identité sexuelle ne seront pas disponibles avant septembre 2018. Pour cette raison, les chercheurs ont remis en question la validité des données et ont décidé de ne pas inclure la croissance estimée dans l'évaluation du stock de 2018, mais ont retenu l'âge maximum (37 ans) pour estimer les paramètres de mortalité naturelle.

Le groupe a convenu d'utiliser les estimations de la taille par âge suggérées par Shimose et al. (2015) et Goodyear (2015) pour les analyses d'évaluation du stock de makaire bleu de 2018. Le groupe a également convenu de tester les taux de mortalité naturelle suivants :  $M = 0,139$  (30 ans) pour les essais de continuité avec l'évaluation de 2011 (Hoenig, 1983) ;  $M = 0,122$  (37 ans) et  $M = 0,100$  (45 ans) pour les tests de sensibilité (Hewitt et Hoenig, 2005).

#### **2.4 Compositions des tailles**

Le groupe a examiné les données sur la composition par taille présentées lors de la réunion de préparation des données. Les échantillons de fréquence de taille ont été extraits des données relatives à la taille du makaire bleu, agrégées pour la structure de flottille du modèle SS, l'année et le type d'engin principal (ART, LL, RR, mFAD). Un minimum de 50 poissons mesurés a été imposé pour une fréquence de taille d'une strate donnée et un minimum de 5 ans d'échantillonnage de tailles par flottille/pêcherie. En outre, les données de taille de certaines flottilles artisanales récemment fournies ont été exclues car leur fréquence de taille s'écarte sensiblement d'autres flottilles similaires dans la région d'Afrique de l'Ouest, et des doutes ont été soulevés concernant l'identification des espèces. La taille effective de l'échantillon pour le modèle SS a été ajustée au *log* du nombre de poissons mesurés et échelonnée à un maximum de 100. Sur la base de l'évaluation des données de longueur, il a été postulé que les sélectivités des flottilles palangrières et récréatives étaient asymptotiques pour le paramétrage du modèle SS. Différents changements de la composition par taille des prises des flottilles récréatives ont été discutés, car cela représente un changement potentiel de la conservation à bord des flottilles.

Le groupe a déterminé que la sélectivité divisée en blocs temporels dans SS entre les périodes montrant une composition par taille différente était justifiée.

Le groupe a souhaité en savoir plus sur les données de tailles du Taipei chinois qui, dans le passé, indiquaient que les tailles échantillonnées d'autres espèces étaient nettement inférieures à la taille minimale réglementaire. Le Secrétariat a informé que, suite à la réunion de préparation des données, les scientifiques du Taipei chinois ont révisé les données soumises et corrigé les informations de taille sur la base des données du programme d'observateurs et des données actualisées sur la taille ont été incluses dans les informations sur la composition par taille fournies au groupe.



## 2.5 Autres données pertinentes

Une présentation a été faite (SCRS/P/2018/039) qui résumait le projet istiophoridés des Caraïbes en ce qui concerne les réalisations et les plans de développement. La Grenade et la République dominicaine ont été utilisées comme pays pilotes d'essai pour le projet istiophoridés des Caraïbes. Ces deux pays débarquent des quantités d'istiophoridés substantiellement plus importantes que d'autres pays des Caraïbes, mais leur nombre n'est majoritairement pas déclaré à l'ICCAT. La culture de la pêche variait également d'un pays à l'autre, la Grenade comptant principalement des pêcheries palangrières, tandis que la République dominicaine compte essentiellement des pêcheries récréatives et artisanales.

Le groupe a discuté des aspects socio-économiques du projet istiophoridés des Caraïbes, y compris une étude sur la « volonté de payer » (une méthode d'évaluation économique basée sur le montant que l'utilisateur est disposé à payer pour un poisson supplémentaire). On a noté que les pêcheurs sportifs américains ont réagi le plus à l'enquête sur la « volonté de payer » menée en République dominicaine et ont généralement manifesté leur intérêt pour les permis de pêche aux istiophoridés délivrés par le gouvernement. Le groupe a exprimé son intérêt pour de futures collaborations avec les experts économiques du projet istiophoridés des Caraïbes dans les Caraïbes pour augmenter les études interdisciplinaires comme celles-ci.

Le groupe a été informé que, depuis que la Grenade est devenue membre de l'ICCAT, on s'attend à une amélioration de la déclaration des statistiques sur les istiophoridés. Dans certains cas, quelques pays ont déjà communiqué une partie de ces statistiques à la FAO, mais pas à l'ICCAT. Il a été noté que l'inclusion de plus de pays des Caraïbes dans les discussions de l'ICCAT encouragerait la région à déclarer davantage les espèces exploitées. De nombreux pays ont des scientifiques désireux et capables de compiler les données et de compléter les analyses. Cependant, un manque de motivation et de logiciels nécessaires a empêché une déclaration efficace et complète. De plus, même si de nombreux pays des Caraïbes sont à même d'enregistrer manuellement les données halieutiques, cette méthode est inefficace et on a donc constaté la nécessité de mettre à disposition des logiciels qui doivent être coordonnés avec les bases de données régionales élaborées par la WECAFC pour les registres numériques requis pour l'analyse moderne des istiophoridés.

Enfin, le groupe a été informé que le principal problème lié à l'avancée du projet istiophoridés des Caraïbes est le manque de fonds, provenant de sources externes ou gouvernementales, pour équiper convenablement tous les pays des Caraïbes des outils appropriés.

## 3. Méthodes en rapport avec l'évaluation

### 3.1 Modèles de production

Deux modèles d'évaluation de production excédentaire (SPM), ASPIC et JABBA, ont été appliqués aux indices et aux séries temporelles des débarquements de makaire bleu. Le développement des distributions a priori sur le taux de croissance de la population ( $r$ ) pour les modèles de production excédentaires bayésiens (JABBA/ASPIC) était basé sur un algorithme développé par Winker *et al.* dans SCRS/2018/092.

L'approche a appliqué un modèle structuré par âge en conditions d'équilibre pour traduire l'ensemble des paramètres du cycle vital (croissance, mortalité naturelle, maturité, pente à l'origine de la relation stock-recrutement (*steepness*)) sélectionnés pour le modèle Stock Synthèse (SS) dans une distribution fonctionnelle de  $r$  (distribution gamma ajustée). Les effets des principaux paramètres d'entrée, la mortalité naturelle  $M$  et la *steepness*  $h$  de la relation stock-frai-recrutement, sur les paramètres SPM  $r$  et  $m$  ont été démontrés. La forme fonctionnelle d'une courbe de production pour un modèle d'évaluation structuré par âge et par sexe (par exemple SS) peut être étroitement estimée par la courbe de production excédentaire de Pella à deux paramètres. Sur la base des trois scénarios de *steepness* modélisés ( $h = 0,4$ ,  $h = 0,5$  et  $h = 0,6$ ) et incluant l'incertitude sur  $M$ , trois jeux de priors pour  $r$  ont été estimés pour les SPM. Les distributions lognormales ont ensuite été ajustées aux distributions gamma estimées pour l'entrée dans JABBA.

Le document SCRS/2018/091 présentait les résultats préliminaires et la formulation du modèle de l'évaluation du makaire bleu en utilisant le modèle de production excédentaire JABBA (pour plus de détails, voir l'**appendice 5**).

Pour le modèle JABBA, des scénarios supplémentaires ont été demandés par le groupe (SCRS/P/2018/042), sur la base de l'analyse de sensibilité (**figure 2**), qui comprend :

- **S1\_All** – un cas de base du modèle ( $h = 0,5$  avec le prior  $r$  ajusté par une distribution lognormale avec une moyenne de 0,098 et un écart-type de 0,18), incluant toutes les séries de CPUE ;
- **S2\_drop2** - même prior  $r$  ( $h = 0,5$ ), excluant la fin de la série TAI-LL et US-Rec et ;
- **S3\_LL** - même prior  $r$  ( $h = 0,5$ ), utilisant tous les indices de CPUE des palangriers, à l'exclusion de toutes les séries de CPUE TAI-LL.

Le modèle ASPIC utilisé dans l'évaluation précédente a été mis à jour avec la série temporelle révisée afin d'élaborer un scénario de continuité. Le modèle de continuité comprenait 10 indices ; le début et le milieu des séries du Taipei chinois ont été réunis en une seule série, et la fin de la série du Taipei chinois a été exclue. Un modèle ASPIC mis à jour (ver 7.0) a ensuite été développé pour inclure les 12 indices sélectionnés lors de la réunion de préparation des données, ainsi que pour permettre l'inclusion de priors sur les paramètres estimés. Le paramétrage de base de ASPIC7 incluait les postulats suivants : B1/K fixé à 1, courbe de production logistique de Schaeffer postulée, et incluait un prior non informatif sur  $r$  (distribution uniforme de 0,01 à 1). Les paramètres estimés étaient  $r$ ,  $PME$  et les capturabilités spécifiques à la flottille ( $q$ , 12 paramètres).

### 3.2 Modèles structurés par âge basés sur la taille : Stock Synthèse

Le document SCRS/2018/097 a fourni une description du paramétrage et des résultats provisoires de Stock Synthèse (SS).

Le groupe a passé en revue la configuration, les diagnostics et les sensibilités de SS et a recommandé plusieurs autres sensibilités supplémentaires du modèle SS, notamment : 1) en supprimant les séries de fin de période USA RR et CTP LL (dont on a vu dans la procédure par eustachage (*jackknife*) qu'elles avaient chacune une forte influence sur les résultats du modèle et suscitaient des préoccupations quant à la représentativité de l'indice, voir point 2.2) ; 2) l'exclusion des séries de CPUE qui commencent après 2008 (pour explorer l'influence de l'élimination de ces séries sur le schéma rétrospectif du modèle, **figure 3**) et l'estimation de la mortalité naturelle et de la *steepness*. En particulier, le groupe a examiné en détail le schéma rétrospectif du modèle qui indiquait que les tendances de la biomasse du stock changeaient avec chaque année additionnelle de données ajoutées de 2009 à 2016 (**figure 3**). De nombreuses configurations de SS ont été explorées pour identifier la cause du schéma rétrospectif. Aucun des traitements du modèle n'a supprimé le schéma rétrospectif de la période récente. Cependant, l'élimination des deux indices susmentionnés a entraîné une stabilité améliorée des estimations de la biomasse historique.

Le groupe a déterminé que le cas de base du modèle SS éliminerait à la fois la CPUE de canne et moulinet des États-Unis et la fin de la série du Taipei chinois, utiliserait une longueur inférieure à 50% de maturité de 206 cm LJFL et estimerait  $M$  et  $h$ . La configuration du cas de base du modèle SS comprenait cinq flottilles : (1) flottille opérant au filet maillant artisanal, (2) à la palangre, (3) à la senne, (4) à la canne et moulinet et (5) avec des dispositifs de concentration des poissons (DCP). La gamme de données d'observation utilisées dans le cas de base du modèle est présentée à la **figure 4**.

### 3.3 Autres méthodes

On a présenté une étude de simulation concernant l'utilisation de mesures reposant sur la taille maximale par rapport aux différents niveaux de mortalité par pêche (Goodman, 2015). La méthode part du principe que la distribution des tailles de la prise est l'une des caractéristiques importantes de la population prise en considération dans les évaluations de stock. On peut rapidement avoir une indication de la santé de la population en se basant sur les tailles moyennes et maximales. La taille moyenne est clairement définie et facilement comprise, alors que la taille maximale, en raison de ses propriétés, est moins adaptée aux évaluations de stocks en tant que paramètre de référence. NZ50 est le nombre minimum d'observations qui inclura, la moitié du temps, des poissons  $\geq$  à un seuil défini de tailles. Le concept est étendu pour définir LNZ50, N, la taille maximale la plus petite (L) escomptée dans la moitié des ensembles N des observations.

Des commentaires ont été formulés sur les effets potentiels de la croissance liée à la densité, la mortalité, la fécondité et la force de la cohorte. On a estimé que la force de la cohorte n'était pas un facteur important étant donné que la variation de la taille se doit à une variation individuelle de la croissance et n'est pas influencée en grande mesure par la force de la cohorte de plus grandes tailles. Il serait utile de comparer la méthode avec des évaluations de stocks riches en données afin d'en évaluer l'utilité. Il pourrait être important de se pencher sur la définition d'unité d'échantillonnage, par exemple, les tournois de pêche dans le cadre desquels le nombre total de poissons capturés pour atteindre le seuil peut être mesuré. La méthode fournit un bon indicateur des modifications de la mortalité par pêche, car elle est plus sensible que l'estimateur de la taille moyenne. Les résultats concernant le ciblage, et notamment les modifications de la sélectivité au cours du temps, devront être analysés plus en profondeur.

L'estimateur de la taille moyenne devrait être plus sensible aux changements de la sélectivité. Une solution éventuelle consisterait à suivre une partie de la pêche ciblant les grands poissons et il serait dès lors moins probable d'observer un changement de sélectivité, ou dans tous les cas dans lesquels la sélectivité est constante, les poissons les plus grands étant constamment ciblés. Une simulation plus poussée pourrait dissiper les inquiétudes entourant les changements de la sélectivité. Le temps passé avant d'observer des changements de la taille maximale est supérieur aux estimateurs moyens reposant sur la taille, ceux-ci étant probablement plus sensibles à la variabilité du recrutement. Aux fins de la sélection d'une valeur seuil, une cible au 90e percentile de la distribution de probabilité cumulative pourrait servir de norme générale.

Cette méthode (NZ50) a été en fait appliquée aux données sur le makaire bleu et les résultats de ce travail figuraient dans la présentation BUM/SS. Le point important des résultats était que la tendance de  $F$  à partir de l'analyse NZ50 concordait avec les tendances globales de  $F$  estimées par le modèle SS.

#### 4. Résultats de l'état des stocks

##### 4.1 Modèles de production excédentaire

###### ASPIC

Les estimations de l'état actuel du stock et les points de référence de gestion estimés dans ASPIC sont résumés dans le **tableau 2**. Les estimations de ASPIC n'ont pas été jugées fiables car les résultats étaient sensibles aux postulats du modèle.

Les diagnostics du modèle du scénario du cas de base ASPIC ont montré un mauvais ajustement du modèle à la série de CPUE (**figure 5**). Cette absence d'ajustement peut être le résultat d'indices contrastés qui ne peuvent pas être réconciliés dans le modèle ASPIC. Pour évaluer l'influence des données divergentes sur les estimations du modèle, deux scénarios supplémentaires ont été exécutés dans ASPIC, un scénario incluant les 7 indices LL exclusivement et un scénario incluant les 3 indices RR uniquement. Les deux modèles n'ont pas convergé.

L'état relatif dans le temps comparé aux trois scénarios a montré une forte incertitude dans la trajectoire du stock et l'état actuel (**figure 6**), en fonction du paramétrage du modèle, et ASPIC n'a donc pas été sélectionné pour formuler un avis de gestion en faveur d'autres plates-formes de modélisation.

###### JABBA

Tous les scénarios de JABBA ont pu converger adéquatement, à en juger par le test de diagnostic de Gelman et Rubin (1992) et Heidelberger et Welch (1983) et le comportement stationnaire satisfaisant des chaînes MCMC. Les médianes de la distribution a posteriori pour  $K$ ,  $PME$ ,  $B_{PME}$ ,  $F_{PME}$ ,  $B/B_{PME}$  et  $F/F_{PME}$  étaient généralement uniformes d'un scénario à l'autre (**figure 7**), avec seulement de légères différences entre  $K$ ,  $B_{PME}$  et  $F_{PME}$  pour S3\_LL. Une analyse rétrospective de neuf années a également été présentée, laquelle n'a montré aucun signe de forts schémas rétrospectifs et était très cohérente entre les scénarios (**figures 8 à 10**). Tous les scénarios ont indiqué que les résultats étaient robustes en termes d'état de stock similaire ( $F/F_{PME}$  ;  $B/B_{PME}$ ) et  $PME$ .

Le groupe a exprimé son inquiétude concernant la distribution a priori développée pour la capacité de charge  $K$ , notant que la distribution a priori aurait pu être très informative et qu'elle affectait les médianes des distributions a posteriori pour ce paramètre. Pour remédier à cela, une analyse de sensibilité supplémentaire a été présentée sur la base des variations suivantes de la distribution a priori d'entrée pour  $K$  : 1) un cas de base avec une distribution log-normale avec une moyenne de 50.000 t et un CV de 200% ; 2) avec une fourchette de 15.000 à 150.000 t, qui est convertie en intrants pour une distribution log-normale (voir les détails dans Winker *et al*, 2018) et ; 3) avec une distribution log-normale avec une moyenne de 150.000 t et un CV de 200%. Les résultats étaient très similaires et cohérents d'un scénario à l'autre, indiquant que les données d'entrée étaient informatives et remplacent les informations antérieures. Les estimations de  $K$  résultantes étaient assez insensibles à la distribution a priori d'entrée et les estimations de  $K$  se sont situées dans une fourchette de 82.000 à 85.000 t pour tous les scénarios (**figure 11**).

Le cas de base du modèle final qui a été sélectionné était le scénario 2 (c'est-à-dire  $h = 0,5$ , à l'exclusion de TAI-LL tardif et US-Rec). La justification de ce choix reposait sur l'influence des séries de CPUE individuelles et sur les préoccupations du groupe à l'égard de ces indices (voir la section 2.4 pour plus de détails sur les indices de CPUE). Le RMSE, un indicateur de la qualité de l'ajustement, s'est amélioré en excluant ces deux indices. Les valeurs résiduelles du cas de base du modèle final ont indiqué des divergences entre les séries de CPUE et les prévisions du modèle (RMSE = 58,2%), en particulier pour les flottilles vénézuéliennes, brésiliennes et ghanéennes, qui pourraient toutes être caractérisées comme des séries de CPUE avec une forte variation (**figure 12**).

Les indices de CPUE prédits à partir de l'ajustement du modèle ont été comparés à la CPUE observée (**figure 13**). Les ajustements du modèle aux CPUE du makaire bleu ont indiqué une absence d'ajustement des pêcheries palangrières du Taipei chinois, du Brésil et du Venezuela, ainsi que des pêcheries récréatives brésiliennes et vénézuéliennes et de la pêche au filet maillant du Ghana (**figure 13**). Les graphiques des densités a posteriori et des densités a priori pour le cas de base du modèle final sont représentés dans la **figure 14** et les résumés des quantiles a posteriori pour les paramètres et les quantités de gestion d'intérêt sont présentés dans le **tableau 3**.

La trajectoire de  $B/B_{PME}$  a montré une forte diminution jusqu'au milieu des années 1970 jusqu'à atteindre un état de surexploitation suivi d'une tendance à la baisse jusqu'en 2000. Depuis le début des années 2000, la biomasse relative est restée stable à des niveaux inférieurs à  $B_{PME}$  jusqu'en 2016 (**figure 15**). La trajectoire de  $F/F_{PME}$  a dégagé une tendance croissante depuis le début des séries temporelles, dépassant la  $F_{PME}$  au milieu des années 1980, suivie d'une tendance décroissante après les années 2000, mais demeurant supérieure à  $F_{PME}$  jusqu'à la dernière année (**figure 15**). Le diagramme de Kobe a révélé un schéma typique allant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, l'état du stock passant de sous-exploité, traversant une période de pêche non soutenable, jusqu'à la phase de surexploitation depuis le milieu des années 1980 (**figure 16**). La distribution a posteriori de l'état du stock résultant pour 2016 a montré que le stock de makaire bleu de l'Atlantique a 41,9% de probabilité de faire l'objet de surpêche et d'être surpêché (**figure 17**). Les résultats de JABBA démontrent que la biomasse du makaire bleu de l'Atlantique est restée inférieure à  $B_{PME}$  en 2016.

#### 4.2 Modèles structurés par âge basés sur la taille : Stock Synthèse

L'ensemble des paramètres, des valeurs et des écarts-types pour le cas de base du modèle final SS est mentionné dans le **tableau 4**. Il a été démontré que les valeurs de  $M$ , de steepness et de  $R_0$  pouvaient toutes être estimées avec succès dans le modèle, sans priors informatifs. Les distributions a posteriori résultantes des paramètres englobaient les valeurs prédéterminées convenues pour l'analyse de sensibilité. Les valeurs estimées de la mortalité naturelle ( $M = 0,148$ ,  $SD = 0,018$ ) et de la steepness ( $h = 0,497$ ,  $SD = 0,124$ ) étaient semblables aux valeurs suggérées pour l'exploration lors de la réunion de préparation des données (valeurs  $M$  de 0,10, 0,122 et 0,139 ; les valeurs de steepness de 0,40, 0,50 et 0,60). Estimer ces paramètres au lieu de les fixer a permis de propager l'incertitude de leurs valeurs jusqu'aux estimations de la biomasse, de la mortalité par pêche et des points de référence associés. Comme les valeurs estimées de la mortalité naturelle et de la steepness étaient semblables aux valeurs déjà explorées, on a supposé que nombre de diagnostics des modèles précédents cernaient adéquatement les caractéristiques du cas de base du modèle final.

La production maximale équilibrée (PME) a été estimée à 2.701 t (2.072-3.329 t). Cette valeur est similaire à la valeur estimée en 2011 (2.837 t). Les tendances historiques de  $B/B_{PME}$  et de  $F/F_{PME}$  étaient similaires à celles obtenues lors de l'évaluation de 2011 (**figure 18**). La tendance de  $B/B_{PME}$  était à la baisse de façon quasi continue jusqu'en 2005. Après 2005, la  $B/B_{PME}$  s'est stabilisée et est restée stable jusqu'en 2016. La valeur estimée de  $B/B_{PME}$  en 2016 était de 0,68 (0,43 - 0,93). Cette valeur est très similaire à la valeur projetée de l'évaluation de 2011 pour 2016 ( $B/B_{PME} = 0,64$ ) lorsque les valeurs de capture réelles pour 2010-2016 ont été utilisées.  $F/F_{PME}$  a suivi les tendances des débarquements de très près (comme prévu). La valeur estimée de  $F/F_{PME}$  en 2016 était de 1,16 (0,56-1,77). Les estimations de  $B/B_{PME}$  et  $F/F_{PME}$  étaient telles que le stock est actuellement surexploité et est victime de surpêche.

Après la réunion, le diagramme de Kobe a été actualisé sur la base de 4.910 scénarios MCMC (**figure 19**) et le pourcentage de la dispersion dans chacun des quadrants était de 65% dans le rouge, de 29% dans le jaune et de 6% dans le vert.

#### 4.3 Synthèse des résultats de l'évaluation

Le groupe a convenu d'utiliser une combinaison de résultats de JABBA et SS3 pour formuler un avis sur l'état des stocks et les perspectives. La combinaison de résultats qui en découleraient refléterait davantage l'incertitude associée aux estimations de l'état du stock. Un modèle se base sur la biomasse agrégée (JABBA) et utilise moins de données, et l'autre modèle utilise plus de données et considère les changements dans la distribution par âge de la population (SS3). L'utilisation des résultats des deux modèles fournit donc une meilleure représentation de certaines erreurs de processus dans l'évaluation. Le groupe est également convenu que les deux modèles recevraient un poids égal dans une telle combinaison. Les paramètres utilisés dans l'ajustement des données à chaque « cas de base » du modèle ont été établis afin de refléter autant que possible une productivité équivalente.

Le groupe a accepté de calculer l'incertitude en combinant 5.000 scénarios MCMC de chaque modèle. Les scénarios MCMC de JABBA ont été exécutés pendant la réunion. Les scénarios MCMC de SS3 ont eu lieu après la réunion. Les calculs combinés ont été effectués sur la base de 4.910 scénarios MCMC de JABBA et 4.910 scénarios MCMC de SS3, juste en dessous des 5.000 scénarios initialement prévus. Lors de la réunion, l'incertitude préliminaire pour SS3 a été estimée en extrayant des paires aléatoires à corrélation bivariable de  $SSB/SSB_{PME}$  et de  $F/F_{PME}$  tirées des distributions définies par les estimations des paramètres.

Les deux modèles estimaient des tendances annuelles similaires de la biomasse et de la mortalité par pêche. La biomasse a diminué rapidement dans les années 1970, s'est brièvement stabilisée et a continué de diminuer, mais beaucoup plus légèrement depuis les années 1990. Lorsque les résultats des deux modèles ont été combinés après la réunion, la médiane du ratio actuel (2016) de biomasse est de 0,69 avec des intervalles de confiance de 10% et 90% de 0,52 et 0,91 respectivement (**figure 20**). La mortalité par pêche a grimpé rapidement et dépasse  $F_{PME}$  depuis 1990. Le ratio actuel de mortalité par pêche  $F_{2016}/F_{PME}$  est de 1,03 avec des limites de confiance de 10% et 90% de 0,74 et 1,50.

Cela implique qu'en 2016 le stock de makaire bleu de l'Atlantique était surpêché et faisait l'objet de surpêche. La probabilité d'être dans le quadrant rouge du diagramme de Kobe a été estimée à 54% (**figure 20**). La probabilité d'être dans les quadrants jaunes du diagramme de Kobe a été estimée à 42% et celle d'être dans le quadrant vert à 4% seulement. La PME estimée a été déterminée à 3.056 t avec 10% et 90% de limites de confiance de 2.384 à 3.536 t. La valeur estimée de la PME en 2011 était de 2.837 t.

L'ICCAT a établi un plan de rétablissement pour les makaires [Rec. 00-13]. Le plan fixait d'abord des limites de débarquement annuelles pour 2001 et 2002 de 50% des débarquements de 1999 pour les palangriers pélagiques et les senneurs. Plus tard, la Recommandation 12-04 a établi une limite de débarquement de 2.000 t (maintenue dans la Recommandation 15-05) pour la période débutant en 2013.

Suite à l'évaluation de 2011, le SCRS a indiqué que les captures (y compris les rejets morts) devaient rester à 2.000 t ou moins pour permettre au stock d'augmenter. Les prises annuelles ont généralement dépassé 2.000 t depuis 2012 et, comme prévu, le stock n'a pas augmenté. La biomasse du stock en 2016, estimée à 0,69 de  $B_{PME}$ , est très proche de 0,67 de  $B_{PME}$ , le niveau estimé par le Groupe pour 2009, ce qui implique que le stock ne s'est pas beaucoup rétabli au cours de la période 2009-2016. Cela correspond aux prévisions présentées dans la matrice de Kobe de 2011, qui prédisait qu'avec des prises de 2.500 t par an, la biomasse en 2016 serait de 0,69 de  $B_{PME}$  (les captures pour la période 2010-2016 étaient en moyenne de 2.468 t par an). En résumé, les principaux effets du plan de rétablissement ont été de réduire la mortalité par pêche à un niveau très proche de  $F_{PME}$  et d'arrêter le déclin de la biomasse.

## 5. Projections

Il est à noter que pour les deux modèles, les projections de la biomasse se réfèrent à la biomasse au début de l'année, tandis que la mortalité par pêche se réfère à l'année entière. Par conséquent, la biomasse déclarée pour 2019 n'est affectée que par les captures antérieures à 2019, tandis que la mortalité par pêche de 2019 est déterminée par les captures de 2019.

### 5.1 Modèles de production

Le groupe a demandé d'exécuter des projections à partir du cas de base final de production excédentaire bayésien JABBA et du modèle Stock Synthèse structuré par âge en postulant des scénarios de capture constante. Les spécifications pour les projections étaient les suivantes : i) pour 2017 et 2018, on a postulé une capture égale à la capture nominale de la tâche I de 2016 (2.036 t) ; ii) différents scénarios de capture commenceront en 2019 et s'étendront sur 10 ans (2028) et iii) les scénarios comprenaient des prises allant de 0 à 3.500 t, avec des augmentations de 250 t à partir de 1.000 t.

Les projections globales de rétablissement des stocks avec JABBA sont plus optimistes (**figure 21**), en ce sens qu'avec des captures équivalentes, le stock atteindra les objectifs cibles dans un délai plus court que celui du modèle de Stock Synthèse (**figure 22**). Même si les estimations globales du stock total (K) et de l'état de la biomasse actuelle ( $B_{2016}/B_{PME}$ ) sont très similaires entre les deux modèles, l'estimation de  $F_{2016}/F_{PME}$  est plus grande pour SS que pour JABBA. À l'issue des discussions, il a été noté que la structure de l'âge jouera un rôle important dans le rétablissement de la population, caractéristique qui n'est pas explicitement reflétée par les modèles de production excédentaire.

## 5.2 Modèles structurés par âge basés sur la taille : Stock Synthèse

Des projections déterministes ont été effectuées avec le cas de base du modèle final en postulant que les valeurs des débarquements en 2017 et 2018 étaient égales à celles de 2016 (2.036 t). Les projections ont été faites à partir de 2019-2028 avec des débarquements de zéro et de 1.500 à 3.500 t par incréments de 250 t. Les séries temporelles de la biomasse relative projetée sont présentées à la **figure 22**. Des niveaux de capture compris entre 2.250 t et 2.500 t sont projetés afin de maintenir la biomasse relative aux niveaux actuels. On projette que des captures inférieures à 2.250 t entraîneront une tendance à la hausse de  $B/B_{PME}$  à l'avenir. Selon les projections, des captures de 1.500 t devraient permettre que  $B/B_{PME}$  atteigne 0,90 d'ici 2028.

## 5.3 Synthèse des projections

Comme ce fut le cas pour les résultats de l'état des stocks, le groupe a accepté d'utiliser une combinaison de résultats de projection de JABBA et de SS pour produire les perspectives d'avis, y compris les matrices de stratégie de Kobe. La combinaison des résultats qui en résulte refléterait davantage l'incertitude associée non seulement aux estimations de l'état actuel du stock, mais aussi aux différents postulats concernant la dynamique de la population inhérente à chaque modèle. Le modèle basé sur la biomasse agrégée (JABBA) n'estime pas la structure de l'âge à l'intérieur du stock, contrairement au modèle SS3. Par conséquent, on peut s'attendre à ce que les deux modèles prédisent différentes réactions de la population face aux futurs niveaux de capture. Le groupe a estimé que cela pourrait être le cas, compte tenu du niveau estimé d'épuisement de la biomasse (environ 0,68) et du changement correspondant de la structure par âge. Comme c'était le cas pour les résultats de l'état des stocks, le groupe a décidé que les deux modèles recevraient un poids égal dans une telle combinaison.

Les projections ont été faites en postulant que les prises actuellement déclarées pour 2016 (2.036 t) auront également été réalisées en 2017 et 2018. Les projections ont été effectuées à des niveaux de capture constante, allant de 1.000 t à 3.500 t à des intervalles de 250 t (plus une projection à zéro capture). Pour chaque modèle, 4.910 projections ont été faites à chaque niveau de capture constante (**figure 23** et **tableau 5**). Selon ces projections, le TAC actuel de 2.000 t ne fournira qu'une probabilité de 46% d'être dans le quadrant vert d'ici 2028. En revanche, les TAC inférieurs à 2.000 t permettront au stock de se rétablir avec une probabilité de plus de 50% d'ici à 2028.

## 6. Recommandations

### 6.1 Recherche et statistiques

Afin d'améliorer le suivi et la déclaration des statistiques sur les istiophoridés :

- Le groupe reconnaît que la source d'incertitude la plus importante dans l'évaluation du makaire bleu se trouve dans les données de débarquement. En outre, le nombre de rejets morts et le sort des rejets vivants sont également mal connus et contribuent grandement à l'incertitude. Comme cela a été recommandé par le passé, les données sur les débarquements ainsi que sur les rejets de poissons morts et vivants doivent être plus complètes et mieux prises en compte.
- Le groupe reconnaît les avantages de l'effort de la COPACO pour développer des logiciels et des structures de suivi à travers le renforcement des capacités qui pourraient aider les pays des Caraïbes à déclarer les statistiques halieutiques des espèces relevant de l'ICCAT destinées aux bases de données de la COPACO et de l'ICCAT. Le groupe recommande que le Secrétariat et les CPC soutiennent cet effort en collaborant avec la COPACO.
- Le SCRS devrait dresser un inventaire des activités de pêche sportive susceptibles d'interagir avec les istiophoridés grâce à la collaboration avec des organisations telles que l'IGFA et la Billfish Foundation. Cet inventaire devrait chercher à établir une liste des pays et, si possible, des ports dans la zone de la Convention ICCAT, où l'on sait que les activités de pêche sportive interagissent avec les istiophoridés. Les activités devraient inclure les compagnies d'affrètement établies et les tournois. Cet inventaire aidera le SCRS et les CPC à concevoir les collectes de données et les programmes d'échantillonnage.
- La Commission devrait continuer à soutenir les initiatives visant à améliorer la collecte des données sur les istiophoridés dans les Caraïbes et les régions d'Afrique de l'Ouest par le biais d'activités mettant en œuvre les principales recommandations formulées par les projets initiaux d'enquête menés par l'ICCAT ces dernières années.

- Le SCRS devrait mettre en place des outils et des mécanismes encourageant les scientifiques de toutes les CPC dotées de pêcheries qui ont des interactions significatives avec les istiophoridés à soutenir le travail du groupe d'espèces sur les istiophoridés en apportant des articles et des indices de l'abondance relative et en assistant aux réunions de préparation des données et d'évaluation des stocks d'istiophoridés.
- Le groupe recommande de réaliser une étude qui fournira des preuves d'échantillonnage photographique et biologique pour confirmer la détermination du sexe dans des échantillons prélevés dans les pêcheries palangrières de l'ouest du golfe du Mexique.

## 6.2 Gestion

L'évaluation de 2018 confirme l'avis formulé fourni en 2011 selon lequel un TAC de 2.000 t aurait permis le rétablissement du stock. Les captures ayant généralement dépassé le TAC, le stock ne s'est pas rétabli. La première recommandation du SCRS est que la Commission devrait trouver des moyens de s'assurer que les captures ne dépassent pas les TAC établis. Le stock ne s'étant pas rétabli, les captures doivent être inférieures au TAC actuel.

Le groupe s'est déclaré préoccupé par le fait que le paragraphe 2 de la Recommandation 15-05 limite l'efficacité de la recommandation visant à réduire la mortalité par pêche des istiophoridés. Ce paragraphe est libellé comme suit :

« Dans la mesure du possible, au fur et à mesure que la CPC s'approche de ses limites de débarquement, celle-ci devra prendre les mesures appropriées pour s'assurer que tous les makaires bleus et les makaires blancs/Tetrapturus spp. qui sont en vie au moment où ils sont hissés à bord sont remis à l'eau de façon à leur donner un maximum de chances de survie. »

Cela implique que : 1) Les CPC n'ont pas besoin de remettre à l'eau le makaire vivant tant que leur limite de capture n'a pas été atteinte ; 2) les CPC qui atteignent la limite produiront une mortalité supérieure à la limite, car beaucoup de poissons capturés après la limite mourront lors de la remontée et certains poissons relâchés vivants ne survivront pas ; 3) parce que la recommandation fait spécifiquement référence au poisson "... vivant au moment où il est hissé à bord ...", ce n'est pas aussi efficace que s'il s'agissait du poisson vivant lors de la remontée. Les poissons vivants lors de la remontée pourraient être morts au moment où ils sont hissés à bord, en fonction des opérations de pêche.

- Le groupe recommande donc que, si la Commission souhaite réduire davantage la mortalité par pêche, qu'elle envisage de le faire en modifiant la Rec. 15-05 de façon à ce que les pêcheurs soient tenus de relâcher tous les makaires remontés vivants par le biais de méthodes qui maximisent leur survie. Cela éliminerait la disposition de la Recommandation 15-05 qui exige cela uniquement lorsque les CPC sont sur le point d'atteindre les limites de capture.
- Le groupe recommande aussi que les CPC considèrent que leurs programmes de surveillance devraient être conçus pour surveiller efficacement les istiophoridés, comme l'exige la Rec. 15-05. L'intention étant d'exiger des rejets vivants comme moyen de réduire la mortalité par pêche, il est essentiel que la surveillance comprenne l'enregistrement et la déclaration d'estimations précises des rejets vivants et des rejets morts. Le groupe recommande que ce suivi soit soutenu par des programmes d'observateurs à un niveau de couverture plus élevé que ceux actuellement mis en œuvre par la plupart des CPC.

## 7. Réponses à la Commission

### 7.1 Analyse des recommandations formulées par la deuxième évaluation des performances de l'ICCAT et actions envisageables

Le groupe a examiné l'extrait fourni par le Secrétariat concernant les recommandations formulées par le groupe de travail *ad hoc* chargé d'assurer le suivi de la deuxième évaluation des performances de l'ICCAT (Anon., 2018). Lors des discussions, il a été convenu que plusieurs de ces recommandations étaient pertinentes pour le groupe et que certaines devaient être améliorées et précisées pour les rendre plus claires dans leur but ultime.

Le tableau ci-dessous traite des points discutés, lesquels sont numérotés dans le même ordre d'apparition que dans les recommandations de la deuxième évaluation des performances de l'ICCAT.

<i>Chapitre du rapport</i>	<i>Recommandations</i>	<i>Commentaires formulés par le groupe d'espèces sur les istiophoridés</i>
Collecte et partage des données	<p>6bis. Le Comité conclut que l'ICCAT est très performante en termes de formulaires convenus et de protocoles de collecte de données, mais, en dépit des progrès accomplis, il reste encore beaucoup à faire particulièrement dans le cas des espèces accessoires et des rejets.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Actuellement, les istiophoridés font l'objet de limites de capture et sont souvent des prises accessoires. Ces limites peuvent avoir modifié les pratiques de rejet des flottilles de pêche. Malheureusement, peu de CPC déclarent les rejets (morts ou vivants).</li> <li>- Des informations précises sur les rejets pour les tâches I et II nécessitent des observateurs en mer. Les espèces d'istiophoridés sont des occurrences rares ; elles ont donc besoin d'une plus grande couverture d'observateurs et d'une déclaration plus complète que ce qui est fourni actuellement.</li> <li>- Les espèces de makaires font l'objet d'un programme de rétablissement qui prévoit des remises à l'eau de spécimens vivants. Par conséquent, les espèces de makaires ont besoin de plus d'informations sur les rejets vivants que toute autre espèce de l'ICCAT.</li> </ul>
	<p>7. Le Comité considère que des progrès majeurs sont nécessaires en matière de disponibilité des données et recommande une simplification et une automatisation du processus de collecte de données de façon systématique et intégrée, seule issue pour améliorer sensiblement la qualité et l'exhaustivité des données. Ceci pourrait s'avérer impossible pour les flottilles artisanales mais devrait être possible pour la plupart des flottilles des CPC développées.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il est possible d'améliorer les données pour les flottilles artisanales/de petits métiers. Les récentes initiatives de l'ICCAT visant à améliorer la collecte des données pour ces flottilles en Afrique de l'Ouest et dans les Caraïbes ont été efficaces mais doivent continuer à être appuyées et élargies.</li> </ul>
Tendances de l'état des espèces non ciblées	<p>4. Le Comité recommande d'appliquer systématiquement l'approche de précaution pour les espèces associées étant donné que les évaluations de ces espèces sont très incertaines et que leur état est souvent méconnu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'avis formulé sur les captures d'istiophoridés a généralement été suivi par la Commission.</li> <li>- Cependant, les évaluations d'istiophoridés ont tendance à être parmi les plus incertaines de toutes les évaluations menées à l'ICCAT. Par conséquent, les limites de capture devraient être plus prudentes que pour les autres espèces. En général, la Commission n'a pas fait preuve de plus de précaution pour les</li> </ul>



		<p>istiophoridés que pour d'autres espèces.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En outre, les récentes ponctions de makaires bleus ont dépassé les niveaux de capture qui, selon les prévisions de 2011 du SCRS, permettraient au stock de se rétablir (2.000 t ou moins, rejets morts compris). Le SCRS souligne à la Commission que la surconsommation persistante compromettra le rétablissement du stock et pourrait conduire à de nouvelles chutes du stock.</li> <li>- La Commission devrait envisager d'autres mesures de gestion telles que des fermetures spatio-temporelles ou des modifications d'engins (hameçons circulaires) pour réduire la mortalité par pêche du makaire bleu.</li> </ul>
Makaire bleu et makaire blanc	38. Le Comité appuie le conseil du SCRS selon lequel l'ICCAT devrait encourager activement ou rendre obligatoire l'utilisation d'hameçons circulaires à courbure dans l'axe dans les pêcheries palangrières afin de réduire la mortalité des makaires remis à l'eau.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le groupe d'espèces sur les istiophoridés continue d'appuyer l'utilisation des hameçons circulaires à courbure dans l'axe, car ils réduiront la mortalité des poissons remis à l'eau vivants et augmenteront la probabilité que les poissons soient remontés.</li> </ul>
Meilleur avis scientifique	112. Le Comité réitère la recommandation du Comité de 2008, selon laquelle les réunions d'évaluation du SCRS devraient être mieux équilibrées en termes de la participation de scientifiques ayant des connaissances des pêcheries et de l'expérience en modélisation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le groupe d'espèces sur les istiophoridés note ces dernières années une absence de participation des pays qui représentent une part importante de la prise d'espèces d'istiophoridés, ce qui se traduit par des indices d'abondance qui ne sont pas mis à jour. Le groupe veut encourager la participation de toutes les CPC aux réunions du SCRS dont les pêcheries interagissent avec les istiophoridés. Le SCRS devrait envisager des mécanismes pour encourager les scientifiques de toutes les CPC à s'engager dans les travaux en appui au groupe d'espèces sur les istiophoridés.</li> </ul>
	113. Le Comité recommande de recourir à une évaluation de la stratégie de gestion pour quelques stocks afin d'estimer les coûts/bénéfices de la collecte de données plus détaillées.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le groupe d'espèces sur les istiophoridés a convenu que la MSE pour les espèces d'istiophoridés devrait tenir compte du plan stratégique global de la MSE avant que le SCRS puisse être invité à s'engager dans un tel processus de MSE. Un grand nombre d'experts engagés dans des évaluations d'istiophoridés et qui</li> </ul>

		pourraient potentiellement participer à des MSE sur les istiophoridés sont déjà impliqués dans les autres processus de MSE à l'ICCAT.
Adéquation SCRS et Secrétariat	118. Le Comité recommande que l'ICCAT évalue les avantages d'externaliser ses évaluations de stocks à un prestataire de services scientifiques tout en maintenant le SCRS en tant qu'organe chargé de formuler l'avis basé sur les évaluations des stocks.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le groupe d'espèces sur les istiophoridés est défavorable à l'externalisation de l'évaluation dans son ensemble. Le système actuel garantit la contribution de nombreux scientifiques dotés des connaissances pertinentes sur les poissons et les pêcheries faisant l'objet des évaluations.</li> <li>- Le groupe d'espèces sur les istiophoridés appuie le recours à des experts externes ayant des connaissances spécialisées lorsque cela s'avère nécessaire et il soutient également le processus actuel d'évaluation par les pairs.</li> <li>- La présence d'évaluateurs pairs pendant l'évaluation est fortement préférée.</li> </ul>

## 7.2 Analyse de la fiche pratique d'exception pour les istiophoridés de l'ICCAT

Le groupe a examiné et fourni quelques commentaires sur la fiche (voir l'**appendice 6**). En outre, le groupe a discuté des insuffisances dans le suivi de la mortalité par pêche concernant la Rec. 15-05. Les recommandations relatives à ce suivi figurent à la section 6 du présent rapport.

## 8. Autres questions

Aucune autre question n'a été discutée.

## 9. 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. 4.4) Synthèse des résultats de l'évaluation, 5.3) Synthèse des projections et 6.2) Recommandations de gestion. Par conséquent, ces sections du rapport ont été adoptées par voie électronique après la réunion. Le reste du rapport a été adopté pendant la réunion. La réunion a été levée.

## Références

- Anonymous. (in press). 2018 Blue Marlin Data Preparatory Meeting, Madrid, Spain, 12-16 March 2018. Document SCRS/2018/001: 39 pp.
- Anonymous. 2018. 4.3 Report for biennial period, 2016-17, Part II (2017) – Vol. 1. Report of the Meeting of the Ad Hoc Working Group on Follow Up of the Second ICCAT Performance Review, Madrid, Spain, 27-28 June 2017).
- Gelman, A., Rubin, D.B. 1992. Inference from iterative simulation using multiple sequences. *Stat. Sci.* 7: 457-511.
- Goodman, C.P. 2015. NZ50 a new metric for maximum size in the catch: an example with blue marlin. Document SCRS/2016/028 (withdrawn).
- Goodyear, C.P. 2015. Understanding maximum size in the catch: Atlantic blue marlin as an example. *Transactions of the American Fisheries Society* 144, 274-282.
- Heidelberger, P., Welch, P.D. 1983. Simulation run length control in the presence of an initial transient. *Oper. Res.* 31: 1109-1144.
- Hewitt, D.A., Hoenig, J.M. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fishery Bulletin* 103, 433-437.
- Hoenig, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin* 82, 898-902.
- Shimose, T., Yokawa, K., Tachihara, K. 2015. Age determination and growth estimation from otolith micro-increments and fin spine sections of blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western North Pacific. *Marine and Freshwater Research* 66, 1116-1127.
- Winker, H.; Carvalho, F. and Kapur, M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. *Fish. Res.* 204: 275–288.

# INFORME DE LA REUNIÓN DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE AGUJA AZUL DE 2018

(Miami, Estados Unidos – 18-22 de junio de 2018)

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

La reunión se celebró en la Rosenstiel School of Marine Science, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, Universidad de Miami, entre el 18 y el 22 de junio de 2018. La Dra. Fambaye Ngom (Senegal), relatora del Grupo de especies ("el Grupo") y presidenta de la reunión, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes. El Dr. Miguel Neves dos Santos (Secretario ejecutivo adjunto) se dirigió al Grupo en nombre del Secretario Ejecutivo de ICCAT para dar la bienvenida a los participantes y agradecer a Estados Unidos que haya acogido la reunión y al Dr. David Die por realizar todas las disposiciones necesarias. Asimismo, destacó la importancia de la reunión dado que la aguja azul es uno de los dos stocks que se van a evaluar en 2018 y cuenta con un plan de recuperación en vigor. La presidenta procedió a revisar el orden del día, que se adoptó con algunos pequeños cambios (**Apéndice 1**).

La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 2**. La lista de documentos y presentaciones de la reunión se adjunta como **Apéndice 3**. Los resúmenes de todos los documentos SCRS presentados a la reunión se adjuntan en el **Apéndice 4**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
Puntos 1, 9	M. Neves dos Santos
Punto 2.1	M. Ortiz
Punto 2.2	D. Die
Punto 2.3	J. Hoolihan
Punto 2.4	M. Lauretta
Punto 2.5	A. Norelli, B. Gibbs
Punto 3.1	M. Lauretta, B. Mourato
Puntos 3.2, 3.3	M. Lauretta, D. Die
Punto 4.1	M. Lauretta, B. Mourato
Puntos 4.2, 4.3	M. Schirripa
Punto 5	M. Schirripa, B. Mourato, M. Ortiz
Punto 6	F. Sow, D. Die
Punto 7	F. Arocha, D. Die
Punto 8	D. Die, M. Neves Santos

## 2. Resumen de los datos actualizados presentados tras la reunión de preparación de datos, antes de la fecha límite para los datos de evaluación

### 2.1 Capturas

La Secretaría presentó la última versión de Tarea I NC para la aguja azul hasta el 13 de junio de 2018 (**Tabla 1** y **Figura 1**). Las capturas declaradas de 2017 de aguja azul eran muy preliminares, por ello, el Grupo decidió que, para las proyecciones, las capturas de 2016 deberían traspasarse a 2017 y 2018.

El Grupo preguntó sobre las recientes capturas de aguja azul comunicadas por Marruecos, que aumentaron de una media de 10 t en 2010-2016 a 82 t en 2017.

El Grupo preguntó por qué los informes de descartes muertos no han aumentado o si están siendo comunicados por más CPC, mientras que los desembarques totales comunicados han descendido en años recientes reflejando, probablemente, la implementación de reglamentaciones recientes relacionadas con la retención de las especies de istiofóridos. Se indicó que, para producir una estimación sin sesgar de los peces descartados muertos, se requiere normalmente un observador a bordo, y son necesarios también estudios sobre la mortalidad posterior a la liberación para contar con estimaciones mejoradas de la mortalidad total por descarte. Por lo tanto, el Grupo reiteró la importancia de que las CPC cumplan la cobertura de observadores y declaren las especies de istiofóridos tanto en las liberaciones de ejemplares vivos como en los descartes muertos.

## **2.2 Índices de abundancia**

Durante la Reunión de 2018 de preparación de datos de aguja azul (Anón., in press), el Grupo revisó todos los índices actualizados presentados a la reunión y los históricos disponibles. Se acordó que doce de los índices de abundancia eran adecuados para utilizarlos en la evaluación (tablas 13 y 14 del informe de la reunión de preparación de datos de BUM). Japón LL, Tapei Chino LL (principio, medio y final), Estados Unidos LL, Ven LL, Bra LL, Estados Unidos Rec, Bra Rec, Ven Rec, Ven Gill, Gha Gill. Estos índices se utilizaron todos para los ensayos iniciales para SS3, JABBA y ASPIC, presentados durante la reunión de evaluación.

El Grupo señaló que algunos de los índices a veces representan tendencias contradictorias en la biomasa relativa. Se mencionó que, en el pasado, el SCRS ha recomendado desarrollar hipótesis alternativas sobre cómo seleccionar y asignar ponderación a los índices. Por ejemplo, las matrices de correlación entre los índices se han utilizado para establecer conjuntos de índices sin tendencias contradictorias como escenarios plausibles. Este método ha sido fomentado en el pasado para evitar ajustes a los índices que pasan por en medio de tendencias contradictorias. Esto asume que una mejor representación de la incertidumbre se consigue ajustando diferentes conjuntos de índices más que utilizando todos los índices. De manera similar, se propuso agrupar los índices por tipo de arte, ya que se prevé que los tipos de arte individuales podrían tener una selectividad más constante que grupos de índices que incluyan todos los tipos de arte. Se presentaron al Grupo propuestas para un conjunto de todos los índices de palangre y para un conjunto de índices recreativos, y fueron parcialmente adoptados por los encargados de los modelos como forma de desarrollar ensayos de sensibilidad para los modelos de producción. El Grupo objetó a la sugerencia de desarrollar hipótesis alternativas del estado del stock basándose en dichas agrupaciones y prefirió basarse en un conjunto de índices para el caso base. Los que proponían dicho enfoque argumentaron que es difícil para la Comisión interpretar los resultados con percepciones muy diferentes del estado del stock y que es mejor integrar la incertidumbre en un único conjunto de resultados.

Se indicó repetidas veces que era mejor seleccionar los índices antes de ejecutar los modelos de evaluación. Debería evitarse eliminar índices en base a los diagnósticos del modelo de evaluación. Asimismo, se indicó que es mejor retener los índices a menos que pueda aportarse una justificación sobre la posible presencia de sesgos en los índices. Se discutió la posible presencia de dichos sesgos respecto al índice tardío de Taipei Chino LL y al índice recreativo de Estados Unidos. Los que elaboraron el índice en la reunión de preparación de datos informaron al Grupo de que el índice de Taipei Chino LL tardío podría estar afectado por cambios en las operaciones durante el periodo en que ICCAT introdujo el requisito de reducir las capturas de aguja azul y liberar a los marlines capturados vivos en los palangres. El Grupo indicó también que el índice de recreo de Estados Unidos podría tener sesgos desconocidos relacionados con cambios en las operaciones de los torneos de pesca causados por la presión del cambio de las prácticas, de todo captura a todo liberación.

En la reunión de preparación de datos, el Grupo había acordado utilizar los errores estándar de las series estandarizadas de CPUE como ponderaciones en los modelos de evaluación. Además, para el SS3 se acordó que cuando dichos errores estándar se consideren pequeños y sugieran índices demasiado precisos, se aportará al índice un error estándar mínimo de 0,3. El Grupo discutió sobre que, en el pasado, se habían utilizado también otras opciones de ponderación, lo que incluye la ponderación igual, ponderación por área y ponderación por captura. Se indicó que la ponderación por zona y por captura a menudo proporcionan similares ajustes al modelo, porque dichas ponderaciones están a menudo muy correlacionadas. Por último, el Grupo decidió utilizar solo los errores estándar acordados en todos los ensayos del modelo de evaluación.

## **2.3 Biología**

El documento SCRS/2018/089 describía los aspectos biológicos y de captura de la captura fortuita de aguja azul de la pesquería de palangre mexicana que operaba en el golfo de México entre 2013 y 2016. Se analizaron las distribuciones de tallas, las relaciones talla-peso y la ratio de sexos. Las proporciones de sexos mostraban una predominancia de machos. Se analizaron en total 4.286 machos y 2.433 hembras. La talla y peso máximos observados para los machos era de 367 cm LJFL y de 292 kg, y de 283 cm LJFL y 280 kg para las hembras. Se evaluaron las distribuciones de tallas para detectar tendencias modales que podrían usarse para inferir clases de edad.

El Grupo expresó alguna inquietud respecto a que los datos reflejaban que los machos alcanzaban mayores tallas que las hembras, lo que contradice los actuales conocimientos sobre esta especie. El Grupo solicitó un muestreo biológico y fotográfico para confirmar la determinación de sexos.

En la SCRS/P/2018/038 se estimaba el crecimiento de la aguja azul con el objetivo de describir cómo los protocolos de muestreo pueden aportar información errónea y sesgos a los modelos de crecimiento. Al considerar las observaciones de talla y edad, la asignación de edad es más propensa al error que la asignación de talla. Sin embargo, el error pertinente respecto a la talla se manifiesta en la talla media por edad, una propiedad agregada de toda la muestra. Se evaluaron los efectos de sesgos del muestreo selectivo de tallas en las estimaciones de la talla media por edad y en la estimación de los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy (VB) utilizando datos de crecimiento simulados. Los resultados de los análisis de simulación mostraron que el muestreo aleatorio y estratificado por edad proporcionaba estimaciones sin sesgar de la talla media por edad y los parámetros VB. Por el contrario, las estrategias de muestreo que implicaban la recopilación de datos estratificados por talla o mezclas de muestras aleatorias complementadas con grandes ejemplares sesgaban enormemente las tallas medias al alza con el aumento de la edad. Las estimaciones de  $L_{\infty}$  estaban también sesgadas hacia arriba mientras que las de VB  $k$  estaban sesgadas hacia abajo, y la magnitud de los sesgos puede ser importante. Las estimaciones de  $L_{\infty}$  derivadas de la aguja azul del Pacífico son superiores que para aquellos valores utilizados para representar el crecimiento en el Atlántico en informes anteriores de ICCAT, pero esta diferencia es menor en comparación con el rango de sesgos observados en los análisis de simulación. Es imposible conocer el alcance en que, en el pasado, han afectado el sesgo o el error de muestreo aleatorio a las estimaciones de crecimiento de la aguja azul disponibles para los análisis derivativos. Por consiguiente, aunque las estimaciones de crecimiento disponible sirven de orientación, no deberían limitar demasiado los análisis de evaluación.

En la reunión de preparación de datos de 2018 (Anón., en imprenta), se presentó el progreso de los análisis de edad y crecimiento para la aguja azul de las pesquerías artesanales y de palangre de Venezuela (SCRS/P/2018/001). Se indicó que las edades máximas determinadas para los machos y las hembras, respectivamente, fueron de 31,3 y 36,7. En aquel momento, las muestras de espinas de los ejemplares más grandes no habían sido finalizadas. Ya se ha determinado la edad de esos ejemplares, sin embargo, se determinó que existen posibles errores de asignación de sexos para un grupo de aproximadamente 300 ejemplares muestrados en 2003-2004. Las hojas de datos de campo necesarias para validar las identidades sexuales no estarán disponibles hasta septiembre de 2018. Por esta razón, los investigadores cuestionaron la validez de los datos y decidieron no incluir el crecimiento estimado en la evaluación del stock de 2018, sin embargo, retuvieron la edad máxima (37 años) para estimar los parámetros de mortalidad natural.

El Grupo acordó utilizar las estimaciones de talla por edad sugeridas por Shimose *et al.* (2015) y Goodyear (2015) para los análisis de la evaluación del stock de aguja azul de 2018. El Grupo también convino en probar las siguientes tasas de mortalidad natural:  $M = 0,139$  (30 años) para la prueba de continuidad con respecto a la evaluación de 2011 (Hoenig, 1983);  $M = 0,122$  (37 años) y  $M = 0,100$  (45 años) para la prueba de sensibilidad (Hewitt y Hoenig, 2005).

#### **2.4 Composiciones de tallas**

El Grupo revisó los datos de composición de tallas presentados en la reunión de preparación de datos. Se extrajeron muestras de frecuencias de tallas de los datos de talla de la aguja azul, agregados para la estructuración por flota del modelo SS, año, y principal tipo de arte (ART, LL, RR, mFAD). Se impuso un mínimo de 50 peces medidos para una determinada frecuencia de talla por estrato y un mínimo de 5 años de muestreo de tallas por flota/pesquería. Además, se excluyeron los datos de talla de algunas flotas artesanales que habían sido facilitados recientemente ya que su frecuencia de tallas se alejaba enormemente de las de otras flotas similares en la región de África occidental, y se plantearon dudas respecto a la identificación de especies. El tamaño de la muestra efectivo para el modelo SS se ajustó al log del número de ejemplares medidos y se escaló hasta un máximo de 100. Basándose en la evaluación de los datos de talla, se asumió que las selectividades de la flota de recreo y de palangre eran asintóticas para la parametrización del modelo SS. Se discutieron cambios separados de las composiciones de talla de la captura de las flotas de recreo, ya que esto supone un cambio potencial en la retención de la flota.

El Grupo determinó que la selectividad dividida en bloques temporales en SS entre los periodos que muestran composiciones por talla diferentes estaba justificada.

El Grupo preguntó acerca de la información de los datos de talla de Taipei Chino, que para otras especies en el pasado habían mostrado un corte abrupto de las tallas muestradas por debajo de las reglamentaciones sobre talla mínima. La Secretaría informó de que después de la reunión de preparación de datos esto fue solucionado por los científicos de Taipei Chino que revisaron los datos enviados y corrigieron la información sobre tallas basándose en los datos del programa de observadores y los datos de talla actualizados fueron incluidos en la información sobre composición por tallas presentados al Grupo.

## 2.5 Otros datos relevantes

Se realizó una presentación (SCRS/P/2018/039) que resumía los logros y los planes de desarrollo del Proyecto de istiofóridos del Caribe. Granada y la República Dominicana se utilizaron como países piloto de prueba para el Proyecto de istiofóridos del Caribe. Ambos países desembarcan cantidades bastante mayores de istiofóridos que otros países del Caribe, aunque sus cifras no son siempre comunicadas a ICCAT. La cultura pesquera también varía entre los dos países, ya que Granada cuenta principalmente con pesquerías de palangre mientras que la República Dominicana cuenta principalmente con pesquerías artesanales y de recreo.

El Grupo discutió los aspectos socioeconómicos del Proyecto de istiofóridos del Caribe, lo que incluye un estudio sobre la disposición a pagar (un método de evaluación económica basado en cuánto está dispuesto a pagar el usuario por un pez adicional). Se observó que los que más respondieron a las encuestas llevadas a cabo en la República Dominicana fueron los pescadores deportivos americanos que respondieron su disposición a pagar y, en general, expresaron su interés en licencias para istiofóridos expedidas por el gobierno. El Grupo expresó su interés en colaboraciones futuras con los expertos económicos del Proyecto de istiofóridos del Caribe en el Caribe para realizar más estudios interdisciplinarios como estos.

Se informó al Grupo de que desde que Granada se ha convertido en miembro de ICCAT, se espera una mejora en la presentación de estadísticas de istiofóridos. En algunos casos, algunos países habían comunicado algunas de estas estadísticas a la FAO, pero no a ICCAT. Se indicó que incluir más países del Caribe en las discusiones de ICCAT fomentaría la comunicación por parte de la región de información sobre las especies explotadas. Muchos países cuentan con científicos dispuestos y capaces de recopilar los datos y finalizar los análisis. Sin embargo, una falta de incentivos y del software necesario impide una comunicación completa y eficaz. Además, aunque muchas naciones del Caribe pueden consignar los datos pesqueros a mano, este método es ineficaz y, por tanto, se indicó la necesidad de poner a su disposición software, ya que debe coordinarse con las bases de datos regionales preparadas por la WECAFC para contar con los registros digitales requeridos para los modernos análisis para los istiofóridos.

Por último, se informó al Grupo de que el principal problema para que avance el Proyecto de istiofóridos del Caribe es la falta de fondos, de fuentes externas o gubernamentales, para dotar a todas las naciones del Caribe de las herramientas adecuadas.

## 3. Métodos relevantes para la evaluación de stock

### 3.1 Modelos de producción

Se aplicaron dos modelos de evaluación excedentes (SPM), ASPIC y JABBA, a los índices y las series temporales de los desembarques de aguja azul. El desarrollo de las distribuciones a priori sobre la tasa de crecimiento de la población ( $r$ ) para los modelos de producción excedente bayesianos (JABBA/ASPIC) se basaba en un algoritmo desarrollado por Winker *et al.* SCRS/2018/092.

El enfoque aplicaba un modelo en equilibrio estructurado por edad para traducir el conjunto de parámetros del ciclo vital (crecimiento, mortalidad natural, madurez, inclinación del reclutamiento del stock) seleccionados para el modelo Stock Synthesis (SS) en una distribución funcional de  $r$  (distribución gamma ajustada). Se demostraron los efectos de los principales parámetros de entrada, mortalidad natural ( $M$ ) e inclinación ( $h$ ) de la relación reproducción reclutamiento sobre los parámetros del SPM  $r$  y  $m$ . La forma funcional de una curva de rendimiento para un modelo de evaluación estructurado por edad y por sexo (por ejemplo, SS) puede aproximarse mucho mediante la curva de producción excedente de dos parámetros de Pella. Basándose en los tres escenarios de inclinación modelados ( $h = 0,4$ ,  $h = 0,5$  y  $h = 0,6$ ) e incluyendo la incertidumbre acerca de  $M$ , se estimaron tres conjuntos de distribuciones a priori para  $r$  para los SPM. Posteriormente se ajustaron las distribuciones lognormales a las distribuciones gamma estimadas para introducirlas en JABBA.

El documento SCRS/2018/091 presentaba los resultados preliminares de la formulación del modelo de la evaluación de aguja azul utilizando el modelo de producción excedente JABBA (véase el **Apéndice 5** para más detalles).

El Grupo solicitó ensayos adicionales para el modelo JABBA (SCRS/P/2018/042) basándose en el análisis de sensibilidad (**Figura 2**) que incluye:

- **S1\_ALL** - un caso base del modelo ( $h=0,5$  con la distribución a priori para  $r$  ajustada mediante una distribución lognormal con una media de 0,098 y una desviación estándar de 0,18), incluyendo todas las series de CPUE;
- **S2\_drop2** - misma distribución a priori para  $r$  ( $h=0,5$ ) excluyendo TAI-LL tardío y US\_Rec., y;
- **S3\_LL** - misma distribución a priori para  $r$  ( $h=0,5$ ) utilizando todos los índices de CPUE de palangre, excluyendo todas las series de CPUE de TAI-LL.

El modelo ASPIC utilizado en la evaluación anterior fue actualizado con la serie temporal revisada para desarrollar un ensayo de continuidad. El modelo de continuidad incluía 10 índices: las series temprana y media de Taipei Chino se unieron en una única serie y la serie tardía de Taipei Chino fue excluida. Posteriormente se desarrolló un modelo ASPIC actualizado (ver. 7.0) para incluir los 12 índices seleccionados en la reunión de preparación de datos, así como para permitir la inclusión de distribuciones a priori de los parámetros estimados. La parametrización de base de ASPIC7 incluía los siguientes supuestos: B1/K fijado en 1, curva de producción logística de Schaeffer asumida e incluida una distribución a priori no informativa en  $r$  (distribución uniforme desde 0,01 hasta 1). Los parámetros estimados fueron  $r$ ,  $RMS$  y capturas específicas de la flota ( $q$ , 12 parámetros).

### **3.2 Modelos estructurados por edad basados en la talla Stock Synthesis**

El documento SCRS/2018/097 presentaba una descripción de la parametrización y los resultados provisionales del modelo Stock Synthesis (SS).

El Grupo revisó la configuración, los diagnósticos y las sensibilidades del SS y recomendó varias sensibilidades adicionales del modelo SS, lo que incluye: 1) eliminar la serie del periodo tardío de USA RR y CTP LL (que en el jackknife demostraron cada uno tener una gran influencia en los resultados del modelo y crean inquietud respecto a la representatividad del índice, véase la sección 2.2); 2) exclusión de la serie de CPUE que empieza después de 2008 (para explorar la influencia de eliminar estas series en el patrón retrospectivo del modelo, **Figura 3**) y estimación de la mortalidad natural y la inclinación. En particular, el Grupo discutió el patrón retrospectivo del modelo en detalle, que indicaba que las tendencias en la biomasa del stock cambiaban con cada año adicional de datos añadido desde 2009 a 2016 (**Figura 3**). Se exploraron muchas configuraciones de SS para identificar la causa del patrón retrospectivo. Ninguno de los tratamientos del modelo eliminó el patrón retrospectivo en el periodo reciente. Sin embargo, la eliminación de los dos índices mencionados demostraba la mejor estabilidad de las estimaciones de la biomasa histórica.

El Grupo determinó que el caso base del modelo SS eliminaría tanto la CPUE del USA caña y carrete y la serie tardía de Taipei Chino, usaría una talla menor al 50 % de madurez de 206 cm LJFL y estimaría tanto M como h. La configuración del caso base del modelo SS incluía cinco flotas: (1) redes de enmalle-artesanal, (2) palangre, (3) cerco, (4) caña y carrete y (5) flota con dispositivos de concentración de peces (DCP). El rango de datos observacionales utilizado en el caso base del modelo se muestra en la **Figura 4**.

### **3.3 Otros métodos**

Se presentó un estudio de simulación que exploraba el uso de mediciones basadas en la talla máxima respecto a diversos niveles de mortalidad por pesca (Goodman, 2015). El método se basa en el principio de que la distribución por tallas de la captura es una característica importante de una población considerada en las evaluaciones de stock. Las tallas medias y máximas son indicadores fácilmente comprensibles de la salud de la población. La talla media está claramente definida y se comprende fácilmente, pero las propiedades de la talla máxima la convierten en un parámetro de referencia menos adecuado para su inclusión en evaluaciones de stock. NZ50 es el número mínimo de observaciones que incluirá peces  $\geq$  a un amplio umbral de tallas definido la mitad del tiempo. El concepto se amplía para definir LNZ50, N, la talla máxima más pequeña (L) prevista en la mitad de los conjuntos N de observaciones.

Se comentaron los posibles efectos del crecimiento dependiente de la densidad, mortalidad, fecundidad y fuerza de la cohorte. La fuerza de la cohorte no se consideró un factor tan importante ya que la mayor parte de la variación en la talla se debe a la variación individual en el crecimiento y no está muy influida por la fuerza de la cohorte en las tallas más grandes. Sería útil una comparación del método con evaluaciones de stocks ricos en datos para evaluar su utilidad. La definición de unidad de muestra podría ser una consideración importante, por ejemplo, los torneos, en las que puede medirse el número total de ejemplares capturados para lograr el umbral. El método



proporciona un buen indicador de cambios en la mortalidad por pesca ya que es más sensible que el estimador de la talla media. El rendimiento en relación con la especie objetivo, y específicamente los cambios en la selectividad a lo largo del tiempo, merece un mayor análisis. Se espera que el estimador de la talla máxima sea sensible a cambios en la selectividad, y una posible solución sería hacer un seguimiento de una parte de la pesquería que se dirija a peces grandes y en la que, por tanto, sea menos probable observar un cambio en la selectividad o, en cualquier caso, en la que la selectividad sea una constante cuando se dirige de forma constante a los peces más grandes. Las inquietudes relacionadas con cambios en la selectividad podrían solucionarse con una simulación más profunda. El desfase temporal de los cambios en la talla máxima es mayor que los estimadores medios basados en la talla, que probablemente son más sensibles a la variabilidad en el reclutamiento. Para la selección del valor umbral, un objetivo del percentil 90 de la distribución de probabilidad acumulativa podría ser una buena norma general.

Este método (NZ50) se aplicó a los datos de aguja azul, y los resultados de este trabajo se mostraron en la presentación BUM/SS. El punto importante de los resultados era que la tendencia en F a partir del análisis NZ50 concordaba con las tendencias globales en F estimadas por el modelo SS.

#### 4. Resultados del estado del stock

##### 4.1 Modelos de producción excedente

###### ASPIC

Las estimaciones de estado actual del stock y los elementos de referencia de la ordenación estimados en ASPIC se resumen en la **Tabla 2**. Las estimaciones de ASPIC no se consideraron fiables debido a que los resultados eran sensibles a los supuestos del modelo.

Los diagnósticos del modelo del ensayo de base de ASPIC demostraron un peor ajuste del modelo a la serie de CPUE (**Figura 5**). La falta de ajuste podría ser el resultado de índices contradictorios que no pueden conciliarse en el modelo ASPIC. Para evaluar la influencia de los datos divergentes en las estimaciones del modelo, se llevaron a cabo dos ensayos adicionales en ASPIC, un ensayo con exclusivamente 7 índices LL y un ensayo con 3 índices RR. Ambos modelos demostraron falta de convergencia.

El estado relativo en el tiempo comparado entre los tres ensayos demostró una gran incertidumbre en la trayectoria del stock y en el estado actual (**Figura 6**), dependiendo de la parametrización del modelo, y por tanto, ASPIC no se seleccionó para formular el asesoramiento de ordenación a favor de las otras plataformas.

###### JABBA

Todos los escenarios de JABBA eran capaces de converger adecuadamente, con arreglo a la prueba de diagnóstico de Gelman y Rubin (1992) y Heidelberger y Welch (1983) y al comportamiento estacionario satisfactorio de las cadenas MCMC. Las medianas de la distribución posterior para  $K$ ,  $RMS$ ,  $B_{RMS}$ ,  $F_{RMS}$ ,  $B/B_{RMS}$  y  $F/F_{RMS}$  eran coherentes en general en los diferentes escenarios (**Figura 7**), con solo ligeras diferencias en  $K$ ,  $B_{RMS}$  y  $F_{RMS}$ , para S3-LL. También se presentó un análisis retrospectivo para nueve años, que no mostraba evidencias de fuertes patrones retrospectivos, y que fue muy coherentes en los diferentes escenarios (**Figuras 8 a 10**). Todos los ensayos indicaban que los resultados eran robustos en términos de similitudes en cuanto al estado del stock ( $F/F_{RMS}$  y  $B/B_{RMS}$ ) y  $RMS$ .

El grupo manifestó su preocupación con respecto a la distribución a priori desarrollada para la capacidad de transporte  $K$ , constatando que la distribución a priori podría haber sido muy informativa y haber afectado a las medianas de la distribución posterior para este parámetro. Para abordar esta cuestión, se presentaron análisis de sensibilidad adicionales basándose en las siguientes variaciones de la distribución a priori de entrada para  $K$ : 1) un caso base con distribución lognormal con una media de 50.000 t y un CV de 200%; 2) con una gama de 15.000-150.000 t, que se convierte en entradas para una distribución lognormal (véanse los detalles en Winker *et al.* 2018) y 3) con una distribución lognormal con una media de 150.000 t y un CV de 200%. Los resultados fueron muy similares y coherentes en los diferentes ensayos, lo que indica que los datos de entrada eran informativos e invalidan la información de la distribución a priori. Las estimaciones resultantes de  $K$  fueron bastante insensibles a la distribución a priori de datos de entrada y las estimaciones de  $K$  oscilaron entre 82.000 y 85.000 t para todos los ensayos (**Figura 11**).

El caso base final del modelo elegido fue el escenario 2 (a saber,  $h = 0,5$ , excluyendo la fase tardía de TAI\_LL y US-Rec.). La justificación para esta elección fue la influencia de las series de CPUE individuales y la preocupación del grupo con respecto a dichos índices (véase la sección 2.4 con información detallada sobre los índices de CPUE). El RMSE, un indicador de la bondad del ajuste, mejoró con la exclusión de estos dos índices. Los residuos del caso base final del modelo indicaban algunas discrepancias entre las series de CPUE y las predicciones del modelo (RMSE = 58,2%), especialmente para las flotas venezolana, brasileña y ghanesa, que podrían caracterizarse todas como series de CPUE con una variación elevada (**Figura 12**).

Los índices de CPUE predichos a partir del ajuste del modelo se compararon con la CPUE observada (**Figura 13**). Los ajustes del modelo para las CPUE de aguja azul indicaban que había una ausencia de ajuste para las pesquerías de palangre de Taipei Chino, Brasil y Venezuela, las pesquerías de recreo de Brasil y Venezuela y la pesquería de red de enmalle de Ghana (**Figura 13**). Los gráficos de densidades posteriores junto con las densidades previas para el caso base del modelo se representan en la **Figura 14**, y los resúmenes de los cuantiles posteriores para los parámetros y cantidades de ordenación de interés se presentan en la **Tabla 3**.

La trayectoria de  $B/B_{RMS}$  mostraba un marcado descenso hasta mediados de los setenta hasta un estado de sobrepesca seguido de una tendencia descendente hasta 2000. A comienzos de la década de 2000 la biomasa relativa se mantuvo estable en niveles inferiores a  $B_{RMS}$  hasta 2016 (**Figura 15**). La trayectoria de  $F/F_{RMS}$  mostraba una tendencia creciente desde el comienzo de la serie temporal, superando  $F_{RMS}$  a mediados de los ochenta, seguida de una tendencia decreciente después de los años 2000, pero permaneciendo por encima de  $F_{RMS}$  hasta el último año (**Figura 15**). El diagrama de Kobe revelaba un clásico patrón de movimiento contrario a las manecillas del reloj; el stock pasó de subexplotado a través de un periodo de pesca no sostenible a la fase de sobreexplotación desde mediados de los ochenta (**Figura 16**). Las distribuciones posteriores del estado del stock resultantes para 2016 mostraban que el stock de aguja azul del Atlántico tenía una probabilidad del 41,9% de estar sobrepescado y siendo objeto de sobrepesca (**Figura 17**). Los resultados de JABBA proporcionan pruebas de que la biomasa de aguja azul del Atlántico se mantuvo por debajo de  $B_{RMS}$  en 2016.

#### 4.2 Modelos estructurados por edad basados en la talla Stock Synthesis

Todos los parámetros, valores y desviaciones estándar para el caso base final del modelo SS se muestran en la **Tabla 4**. Se demostró que los valores de  $M$ , inclinación y  $R0$  podrían estimarse todos con éxito en el modelo sin distribuciones a priori informativas. Las distribuciones a posteriori resultantes de los parámetros englobaban los valores predeterminados acordados para el análisis de sensibilidad. Los valores estimados de mortalidad natural ( $M = 0,148$ ;  $SD = 0,018$ ) e inclinación ( $h = 0,497$ ;  $SD = 0,124$ ) fueron similares a los valores que fueron sugeridos para la exploración durante la reunión de preparación de datos (valores de  $M$  de 0,10; 0,122 y 0,139; valores de inclinación de 0,40; 0,50 y 0,60). La estimación de estos parámetros en contraposición a fijarlos garantizó que la incertidumbre en sus valores se propagaba a través de las estimaciones de biomasa, mortalidad por pesca y niveles de referencia asociados. Como los valores estimados de la mortalidad natural e inclinación fueron similares a los valores ya explorados, se asumió que muchos de los diagnósticos del modelo anteriores captaban adecuadamente las características del caso base final del modelo.

El rendimiento máximo sostenible (RMS) estimado fue 2.701 t (2.072-3.329 t). Este valor es similar al valor estimado en 2011 (2.837 t). Las tendencias históricas en  $B/B_{RMS}$  y  $F/F_{RMS}$  fueron similares a las que se observaron durante la evaluación de 2011 (**Figura 18**). La  $B/B_{RMS}$  mostraba una tendencia descendente casi continua hasta 2005. Después de 2005  $B/B_{RMS}$  se estabilizó y se mantuvo plana hasta 2016. El valor estimado de  $B/B_{RMS}$  en 2016 fue de 0,68 (0,43 – 0,93). Este valor fue muy similar al valor que se proyectó en la evaluación de 2011 para 2016 ( $B/B_{RMS} = 0,64$ ) cuando se utilizaron los valores reales de captura para 2010-2016. La tendencia en  $F/F_{RMS}$  siguió muy de cerca (como era de esperar) a las tendencias en los desembarques. El valor estimado  $F/F_{RMS}$  en 2016 fue de 1,16 (0,56 -1,77). Las estimaciones de  $B/B_{RMS}$  y  $F/F_{RMS}$  fueron tales que se estimó que estado actual del stock es sobrepescado y objeto de sobrepesca.

Después de la reunión, el diagrama de Kobe se actualizó basándose en 4910 ensayos MCMC (**Figura 19**) y el porcentaje de la dispersión en cada uno de los cuadrantes fue 65% en el rojo, 29% en el amarillo y 6% en el verde.

#### 4.3 Síntesis de los resultados de la evaluación

El Grupo acordó utilizar una combinación de resultados de JABBA y SS3 para producir el asesoramiento sobre el estado del stock y las perspectivas. La combinación de resultados resultante reflejaría más la incertidumbre asociada con las estimaciones del estado de los stocks. Un modelo se basa en la biomasa agregada (JABBA) y utiliza menos datos y el otro modelo utiliza más datos y considera cambios en la distribución por edades de la

población (SS3). Utilizando los resultados de ambos modelos se obtiene, por tanto, una mejor representación de algunos de los errores de proceso en la evaluación. El Grupo acordó también que se asignaría el mismo peso a ambos modelos en dicha combinación. Los parámetros utilizados en el ajuste de los datos para cada "caso base" del modelo se establecieron con el fin de que reflejasen en la mayor medida posible la productividad equivalente.

El Grupo se mostró de acuerdo en calcular la incertidumbre combinando 5000 ensayos MCMC de cada modelo. Los ensayos MCMC para JABBA fueron finalizados durante la reunión. Los ensayos MCMC para SS3 fueron realizados después de la reunión. Los cálculos combinados se realizaron basándose en 4910 ensayos MCMC para JABBA y 4910 ensayos MCMC para SS3, justo por debajo de los 5000 ensayos inicialmente previstos. En la reunión, la incertidumbre preliminar para SS3 se estimó extrayendo aleatoriamente pares de  $SSB/SSB_{RMS}$  y  $F/F_{RMS}$  correlacionados bivariados de distribuciones definidas por las estimaciones de parámetros.

Ambos modelos estimaban tendencias anuales similares de biomasa y mortalidad por pesca. La biomasa descendió rápidamente en la década de los setenta, se estabilizó brevemente y continuó disminuyendo, pero mucho más ligeramente desde la década de los noventa. Cuando se combinaron los resultados de ambos modelos después de la reunión, la mediana de la ratio actual (2016) de la biomasa fue 0,69 con intervalos de confianza del 10% y 90% de 0,52 y 0,91, respectivamente (**Figura 20**). La mortalidad por pesca se incrementó rápidamente y ha superado  $F_{RMS}$  desde 1990. La ratio de mortalidad de pesca actual  $F_{2016}/F_{RMS}$  es 1,03 con límites de confianza de 10% y 90% que se sitúan en 0,74 y 1,50.

Esto implica que, en 2016, el stock de aguja azul del Atlántico estaba sobrepescado y experimentando sobrepesca. Se estimó que la probabilidad de encontrarse en el cuadrante rojo del diagrama de Kobe es del 54% (**Figura 20**). La probabilidad de encontrarse en los cuadrantes amarillos se estimó en el 42% y la de encontrarse en el cuadrante verde solo en el 4%. Se determinó que el RMS estimado se situaba en 3.056 t con límites de confianza del 10% y 90% de 2384 a 3536. El valor estimado para RMS en 2011 fue 2.837 t.

ICCAT estableció un plan de recuperación para los marlines [Rec. 00-13]. El plan estableció primero límites de desembarque anuales en 2001 y 2002 del 50% de los desembarques de 1999 para los buques de palangre pelágico y de cerco. Más tarde, la Rec. 12-04 estableció un límite de desembarques de 2.000 (que se mantuvo en la Rec. 15-05) para el período que comenzaba en 2013.

Después de la evaluación de 2011, el SCRS aconsejó que la captura (incluidos los descartes muertos) siguiera manteniéndose en 2.000 t o menos para permitir que el stock se incremente. Las capturas anuales han superado generalmente las 2.000 t desde 2012, y como era de esperar no ha aumentado el stock. La biomasa del stock en 2016, estimada en 0,69 de  $B_{RMS}$ , es muy similar al 0,67 de  $B_{RMS}$ , el nivel que el Grupo estimó para 2009, lo que implica que el stock no se ha recuperado mucho durante el periodo 2009-2016. Esto se corresponde con las predicciones presentadas en la matriz de Kobe de 2011, que predecía que, con capturas de 2.500 t por año, la biomasa en 2016 sería el 0,69 de  $B_{RMS}$  (las capturas para el periodo 2010-2016 han sido, de media, 2.468 por año). En resumen, los principales efectos del plan de recuperación han sido reducir la mortalidad por pesca hasta un nivel muy cercano a  $F_{RMS}$  y detener el descenso de la biomasa.

## 5. Proyecciones

Cabe señalar que las proyecciones de biomasa de ambos modelos se refieren a la biomasa al inicio del año, mientras que la mortalidad por pesca se refiere a todo el año. Por tanto, la biomasa comunicada para 2019 solo está afectada por capturas anteriores a 2019, mientras que la mortalidad por pesca de 2019 está determinada por las capturas en 2019.

### 5.1 Modelos de producción

El Grupo pidió que se realizaran proyecciones los casos base finales del modelo de producción excedente bayesiano JABBA y del modelo de stock synthesis estructurado por edad, asumiendo escenarios de captura constante. Las especificaciones para las proyecciones fueron: i) para 2017 y 2018 se asumió una captura igual a la captura nominal de Tarea I de 2016 (2.036 t); II) los diferentes escenarios de captura comenzarían en el año 2019 y se desarrollarían durante 10 años (2028); y iii) los escenarios incluirían capturas desde 0 hasta 3.500 t, con incrementos de 250 t a partir de 1.000 t.

En general son más optimistas las proyecciones de recuperación de stock realizadas con JABBA (**Figura 21**), en el sentido de que, con capturas equivalentes, el stock llegaría a los niveles objetivo en menos tiempo que en las proyecciones realizadas con el modelo stock synthesis (**Figura 22**). Aunque las estimaciones totales del stock total ( $K$ ) y el estado de la biomasa actual ( $B_{2016}/B_{RMS}$ ) son muy similares en los dos modelos, la estimación de  $F_{2016}/F_{RMS}$  es mayor para SS que para JABBA. Tras el debate, se observó que la estructura de edad desempeñará un papel importante en la recuperación de la población, una característica que no se capta explícitamente en los modelos de producción excedente.

### **5.2 Modelos estructurados por edad basados en la talla Stock Synthesis**

Se llevaron a cabo proyecciones deterministas con el caso base final del modelo, asumiendo que los valores para los desembarques de 2017 y 2018 eran iguales a los de 2016 (2.036 t). Se realizaron proyecciones para 2019-2028 con desembarques de cero y de 1.500 a 3.500 t, con incrementos de 250 t. Las series temporales de la biomasa relativa proyectada se muestran en la **Figura 22**. Se proyectaron niveles de captura de entre 2.250 y 2.500 t para mantener la biomasa relativa en los niveles actuales. Se proyectaron niveles de captura por debajo de 2.250 t para generar una tendencia creciente en  $B/B_{RMS}$  en el futuro. Se proyectaron niveles de captura de 1.500 t para lograr que  $B/B_{RMS}$  alcance un nivel de 0,90 en el año 2028.

### **5.3 Síntesis de proyecciones**

Al igual que en el caso de los resultados del estado del stock, el Grupo acordó utilizar una combinación de los resultados de la proyección de JABBA y SS para producir las perspectivas del asesoramiento, lo que incluye las matrices de estrategia de Kobe. El resultado de la combinación de resultados reflejaría mejor la incertidumbre asociada no únicamente con las estimaciones del estado actual del stock, sino también con los diferentes supuestos con respecto a la dinámica de la población inherentes a cada modelo. El modelo basado en biomasa agregada (JABBA) no estima la estructura por edad en el stock, mientras que SS3 sí la estima. Por lo tanto, podría esperarse que los dos modelos establezcan predicciones diferentes de las respuestas de la población a niveles de captura futuros. El Grupo considera que esto podría ser especialmente el caso, dado el nivel de merma de la biomasa estimada (en torno a 0,68 y el correspondiente cambio en la estructura de edad). Al igual que en el caso de los resultados del estado del stock, el Grupo acordó asignar el mismo peso a ambos modelos en dicha combinación.

Las proyecciones se hicieron asumiendo que la captura actual comunicada para 2016 (2.036 t) se habría producido también en 2017 y 2018. Las proyecciones se realizaron asumiendo niveles de capturas constantes, que oscilan entre 1.000 y 3.500 t con intervalos de 250 t (además de una proyección con capturas iguales a cero). Para cada modelo, se realizaron 4910 proyecciones en cada nivel de captura constante (**Figura 23** y **Tabla 5**). De acuerdo con estas proyecciones, el TAC actual de 2000 t solo proporcionará un 46% de probabilidades de situarse en el cuadrante verde desde ahora hasta 2028. Por el contrario, TAC inferiores a 2000 t permitirán que el stock se recupere con más de un 50% de probabilidades desde ahora hasta 2028.

## **6. Recomendaciones**

### **6.1 Investigación y estadísticas**

Para mejorar el seguimiento y la comunicación de estadísticas sobre istiofóridos:

- El Grupo reconoce que la fuente de incertidumbre más importante en la evaluación del stock de aguja azul son los datos de desembarques. Además, el número de descartes muertos y el destino de los descartes de ejemplares vivos no se conocen bien, lo que contribuye en gran medida a la incertidumbre. Como se ha recomendado en el pasado, los datos de desembarques, así como los de descartes de ejemplares vivos y muertos, deben ser más completos y más tenidos en cuenta.
- El Grupo reconoce los beneficios de los esfuerzos realizados por la COPACO para intentar desarrollar estructuras de seguimiento y software, mediante la creación de capacidad, que podrían ayudar a los países caribeños a comunicar las estadísticas pesqueras de especies de ICCAT destinadas a las bases de datos de la COPACO y de ICCAT. El Grupo recomienda que la Secretaría y las CPC presten su apoyo a este esfuerzo mediante la colaboración con la COPACO.

- El SCRS debería desarrollar un inventario de actividades de pesca deportiva susceptibles de interactuar con los istiofóridos, mediante una colaboración con organizaciones como IGFA y The Billfish Foundation. En dicho inventario se debería intentar establecer una lista de países y, cuando sea posible, puertos de la zona del Convenio en los que se sabe que la pesca deportiva interactúa con los istiofóridos. En estas actividades deberían participar tanto los torneos como las empresas de fletamento establecidas. Dicho inventario ayudará al SCRS y a las CPC a la hora de diseñar programas de muestreo y de recopilación de datos.
- La Comisión debería seguir respaldando las iniciativas que tratan de mejorar la recopilación de datos de istiofóridos en las regiones del Caribe y África occidental, mediante actividades que pongan en práctica las recomendaciones más importantes proporcionadas en los proyectos de investigación iniciales llevados a cabo por ICCAT en años recientes.
- El SCRS debería establecer herramientas y mecanismos para animar a los científicos de todas las CPC con pesquerías que tienen interacciones importantes con istiofóridos a que respalden los trabajos del Grupo de especies de istiofóridos aportando documentos e índices de abundancia relativa, así como asistiendo a las reuniones de preparación de datos y de evaluación de stocks de istiofóridos.
- El Grupo recomienda que se realice un estudio que facilite una evidencia de muestreo fotográfica y biológica que confirme la determinación del sexo en las muestras de las pesquerías de palangre del golfo de México occidental.

## 6.2 Ordenación

La evaluación de 2018 confirma el asesoramiento formulado en 2011 de que un TAC de 2000 t habría permitido que el stock se recuperara. A causa de que las capturas han superado por lo general el TAC, el stock no se ha recuperado. La primera recomendación del SCRS es que la Comisión debería buscar formas de asegurar que no se permite que las capturas superen los TAC establecidos. Como el stock no se ha recuperado, las capturas deben ser inferiores al TAC actual.

El Grupo manifestó su preocupación en cuanto a que el párrafo 2 de la Rec. 15-05 limita la eficacia de la recomendación a la hora de reducir la mortalidad por pesca de los istiofóridos. Dicho párrafo establece que:

*"En la medida de lo posible, a medida que una CPC se aproxime a sus límites de desembarque, dicha CPC emprenderá las medidas adecuadas para garantizar que todos los ejemplares de aguja azul y aguja blanca/Tetrapturus spp que estén vivos en el momento de izarlos a bordo se liberan de tal modo que se incremente al máximo sus posibilidades de supervivencia".*

Esto implica lo siguiente: 1) las CPC no tienen que liberar vivos los marlines vivos mientras no hayan alcanzado sus límites de captura; 2) también implica que las CPC que hayan alcanzado su límite, generarán una mortalidad que supera el límite, porque muchos peces capturados tras alcanzarse el límite morirán en el momento de la virada y algunos de los peces liberados vivos no sobrevivirán, 3) dado que la recomendación se refiere específicamente a peces "...vivos en el momento de izarlos a bordo...", no es tan eficaz como si se refiriera a peces vivos en la virada. Los peces vivos en la virada podrían estar muertos en el momento en que son izados a bordo, dependiendo de la operación de pesca.

- El Grupo, por tanto, recomienda que, si la Comisión quiere una reducción adicional de la mortalidad por pesca, podría considerar hacerlo modificando la Rec. 15-05 para que requiera a los pescadores que liberen todos los marlines que estén vivos en el momento de la virada mediante métodos que maximicen su supervivencia. Esto eliminaría la disposición de la Rec. 15-05, que requiere esto solo cuando las CPC están cerca de alcanzar sus límites de captura.
- El Grupo recomienda también que las CPC consideren que sus programas de seguimiento deberían estar concebidos de tal modo que puedan realizar un seguimiento efectivo de los istiofóridos, tal y como requiere la Rec. 15-05. Dada la intención de requerir liberaciones de ejemplares vivos como medio de reducir la mortalidad por pesca, es esencial que el seguimiento incluya consignar y declarar estimaciones precisas de liberaciones de ejemplares vivos y descartes de ejemplares muertos. El Grupo recomienda que dicho seguimiento sea respaldado mediante programas de observadores con un mayor nivel de cobertura que el actualmente implementado por la mayor parte de las CPC.

## 7. Respuestas a la Comisión

### 7.1 Análisis de las recomendaciones formuladas por la segunda revisión del desempeño de ICCAT y posibles acciones

El Grupo revisó el extracto facilitado por la Secretaría de las recomendaciones formuladas por el Grupo de trabajo ad hoc para dar seguimiento a la segunda revisión del desempeño de ICCAT (Anon. 2018). En esta discusión se acordó que varias de estas recomendaciones eran pertinentes para el Grupo y que algunas requieren mejoras y aclaraciones para definir mejor cuál es su objetivo final.

En la siguiente tabla se presentan los puntos debatidos. La numeración que aparece en la tabla es la de las recomendaciones de la segunda revisión del desempeño de ICCAT.

<i>Capítulo</i>	<i>Recomendaciones</i>	<i>Comentarios del grupo de especies de istiofóridos</i>
Recopilación e intercambio de datos	6bis. El Panel concluye que ICCAT obtiene una buena calificación en términos de formularios y protocolos acordados para la recopilación de datos, pero, aunque se han realizado progresos, deben realizarse más, especialmente en lo que se refiere a las especies de captura fortuita y los descartes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Los istiofóridos cuentan actualmente con límites de captura y a menudo son captura fortuita. Estos límites podrían haber cambiado las prácticas de descarte de las flotas pesqueras. Lamentablemente, pocas CPC comunican los descartes (vivos o muertos).</li> <li>– Para contar con una información sobre descartes precisa para comunicar la Tarea I y II se requieren observadores en el mar. Las especies de istiofóridos aparecen pocas veces, por tanto, requieren mayor cobertura de observadores y una comunicación más completa que la que ahora tienen.</li> <li>– Las especies de marlines están encuadradas en un programa de recuperación que requiere las liberaciones de ejemplares vivos. Por lo tanto, las especies de marlines requieren de más información sobre descartes vivos que cualquier otra especie de ICCAT.</li> </ul>
	7. El Panel considera que es necesario avanzar más en la disponibilidad de los datos y recomienda que solo pueden lograrse mejoras sustanciales en la calidad y exhaustividad de los datos simplificando y automatizando el proceso de recopilación de datos de una forma sistemática e integrada. Esto podría no ser posible para las flotas artesanales, pero debería ser posible para la mayoría de las flotas en las CPC desarrolladas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Es posible mejorar los datos para las flotas artesanales/de pequeña escala. Las recientes iniciativas de ICCAT para mejorar la recopilación de datos para estas flotas en África occidental y el Caribe han sido eficaces, pero deben continuar respaldándose y ampliándose.</li> </ul>
Tendencias en la situación de las especies no objetivo	4. El Panel recomienda que se aplique de forma coherente el enfoque precautorio a las especies asociadas considerando que las evaluaciones de estas especies son altamente inciertas y que, a	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El asesoramiento sobre captura proporcionado para los istiofóridos ha sido, en general, seguido por la Comisión.</li> <li>– Sin embargo, las evaluaciones de istiofóridos tienden a ser de las más inciertas de todas las evaluaciones que</li> </ul>

	menudo, el conocimiento sobre su estado es insuficiente.	<p>lleva a cabo ICCAT. Por lo tanto, los límites de captura deberían ser más precautorios que para otras especies. En general, la Comisión no ha tenido más precaución con los istiofóridos que con otras especies.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Además, las capturas recientes de aguja azul han superado los niveles de captura que, en 2011, el SCRS había predicho que permitirían al stock recuperarse (2000 t o menos, incluidos los descartes muertos). El SCRS destaca ante la Comisión que el exceso de captura persistente comprometerá la recuperación del stock y podría conducir a mayores descensos del stock.</li> <li>– La Comisión debería considerar otras medidas de ordenación como vedas espacio-temporales o modificaciones en el arte (anzuelos circulares) para reducir la mortalidad por pesca de la aguja azul.</li> </ul>
Aguja azul y aguja blanca	38. El Panel respalda el asesoramiento del SCRS de que ICCAT anime activamente, o convierta en obligatorio, el uso de anzuelos circulares alineados en las pesquerías de palangre con el fin de reducir la mortalidad de los marlines liberados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El Grupo de especies de istiofóridos continúa respaldando el uso de anzuelos circulares alineados porque reducirá la mortalidad de los descartes vivos y aumentará la probabilidad de que los peces estén vivos en la virada.</li> </ul>
Mejor asesoramiento científico	112. El Panel reitera la recomendación del Panel 2008 en cuanto a que se establezca un mejor equilibrio entre los científicos con conocimientos de las pesquerías y conocimientos de modelación que asisten a las reuniones de evaluación del SCRS.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El Grupo de especies de istiofóridos indica que, en tiempos recientes, ha existido una falta de participación de países que responden de importantes proporciones de captura de istiofóridos, lo que ha producido índices de abundancia que no están actualizados. El grupo desea fomentar la participación en las reuniones del SCRS de todas las CPC que cuentan con pesquerías que interactúan con los istiofóridos. El SCRS debería considerar mecanismos para fomentar la participación de científicos de todas las CPC en los trabajos del Grupo de especies de istiofóridos.</li> </ul>
	113. El Panel recomienda que se utilice la evaluación de estrategias de ordenación en algunos stocks para estimar los costes y beneficios de la recopilación de información más detallada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El Grupo de especies de istiofóridos se mostró de acuerdo en que la MSE para las especies de istiofóridos debería tener en cuenta el plan estratégico global para la MSE antes de que se pida al SCRS que se involucre en dicho proceso de MSE. Muchos de los expertos involucrados en evaluaciones de istiofóridos y que podrían posiblemente participar en la MSE para los istiofóridos están ya involucrados</li> </ul>

		en otros procesos de MSE dentro de ICCAT.
Adecuación del SCRS y la Secretaría	118. El Panel recomienda que ICCAT evalúe los beneficios de externalizar sus evaluaciones de stock a un proveedor de ciencia externo, conservando el SCRS como un organismo para formular el asesoramiento basado en las evaluaciones de stock.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– El Grupo de especies de istiofóridos no apoya la contratación externa de toda la evaluación. El actual sistema garantiza grandes aportaciones de científicos familiarizados con los conocimientos pertinentes sobre los peces y pesquerías que se van a evaluar.</li> <li>– El Grupo de especies de istiofóridos respalda el recurso a expertos externos con conocimientos especiales cuando sea necesario y también el proceso de revisión por pares.</li> <li>– Se prefiere claramente la presencia de revisores por pares durante la evaluación.</li> </ul>

### **7.2 Análisis de la ficha técnica de excepción de ICCAT para istiofóridos**

El Grupo revisó y facilitó una serie de comentarios a la ficha (véase el **Apéndice 6**). Además, el Grupo debatió las deficiencias en el seguimiento de la mortalidad por pesca relacionado con la Rec. 15-05. Las recomendaciones relacionadas con dicho seguimiento se incluyen en la sección 6 de este informe.

### **8. Otros asuntos**

No se debatieron otros asuntos.

### **9. 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: 4.4 Síntesis de los resultados de la evaluación; 5.3 Síntesis de proyecciones y 6.2 Recomendaciones de ordenación. Por tanto, dichas secciones del informe se adoptaron electrónicamente tras la reunión. El resto del informe fue adoptado durante la reunión. La reunión fue clausurada.



## Referencias

- Anonymous. (in press). 2018 Blue Marlin Data Preparatory Meeting, Madrid, Spain, 12-16 March 2018. Document SCRS/2018/001: 39 pp.
- Anonymous. 2018. 4.3 Report for biennial period, 2016-17, Part II (2017) – Vol. 1. Report of the Meeting of the Ad Hoc Working Group on Follow Up of the Second ICCAT Performance Review, Madrid, Spain, 27-28 June 2017).
- Gelman, A., Rubin, D.B. 1992. Inference from iterative simulation using multiple sequences. *Stat. Sci.* 7: 457-511.
- Goodman, C.P. 2015. NZ50 a new metric for maximum size in the catch: an example with blue marlin. Document SCRS/2016/028 (withdrawn).
- Goodyear, C.P. 2015. Understanding maximum size in the catch: Atlantic blue marlin as an example. *Transactions of the American Fisheries Society* 144, 274-282.
- Heidelberger, P., Welch, P.D. 1983. Simulation run length control in the presence of an initial transient. *Oper. Res.* 31: 1109-1144.
- Hewitt, D.A., Hoenig, J.M. 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fishery Bulletin* 103, 433-437.
- Hoenig, J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality rates. *Fishery Bulletin* 82, 898-902.
- Shimose, T., Yokawa, K., Tachihara, K. 2015. Age determination and growth estimation from otolith micro-increments and fin spine sections of blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western North Pacific. *Marine and Freshwater Research* 66, 1116-1127.
- Winker, H.; Carvalho, F. and Kapur, M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. *Fish. Res.* 204: 275–288.

## TABLEAUX

**Tableau 1.** Captures estimées (débarquements et rejets morts, t) de makaire bleu de l'Atlantique (*Makaira nigricans*) par zone, engin et pavillon.

**Tableau 2.** Résultats de ASPIC montrant la variabilité en fonction des postulats du modèle. Les résultats n'ont pas été pris en compte pour formuler un avis de gestion.

**Tableau 3.** Résumé des quantiles a posteriori indiquant les intervalles de confiance de 95% des paramètres pour le modèle de production excédentaire bayésien d'état-espace JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique.

**Tableau 4.** Paramètres, valeurs et écarts-types pour le cas de base du modèle SS pour le makaire bleu de l'Atlantique.

**Tableau 5.** Matrices de Kobe II pour le makaire bleu de l'Atlantique fournissant la probabilité que  $F < F_{PME}$ ,  $B > B_{PME}$  et la probabilité conjointe que  $F < F_{PME}$  et  $B > B_{PME}$ , entre 2019 et 2028, avec divers niveaux de capture constante sur la base des résultats du cas de base des modèles JABBA et SS3.

## TABLAS

**Tabla 1.** Capturas estimadas (desembarques y descartes muertos, t) de aguja azul del Atlántico (*Makaira nigricans*) por área, arte y pabellón.

**Tabla 2.** Resultados de ASPIC que muestran la variabilidad en función de los supuestos del modelo. Los resultados del modelo no se tuvieron en cuenta para el asesoramiento en materia de ordenación.

**Tabla 3.** Resumen de los cuantiles de la distribución a posteriori que indican los intervalos de confianza del 95% de los parámetros para el modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio (JABBA) para la aguja azul del Atlántico.

**Tabla 4.** Parámetros, valores y desviaciones estándar para el caso base del modelo SS de la aguja azul del Atlántico.

**Tabla 5.** Matrices de Kobe II para la aguja azul del Atlántico que representan la probabilidad de que  $F < F_{RMS}$ ,  $B > B_{RMS}$ , y la probabilidad conjunta de que  $F < F_{RMS}$  y  $B > B_{RMS}$ , entre 2019 y 2028, para diversos niveles de captura constante basada en los resultados de los casos base de JABBA y SS3.

## FIGURES

**Figure 1.** Prises cumulées de la tâche I de makaire bleu de l'Atlantique (*Makaira nigricans*) (débarquements + rejets morts) (t) par type d'engin entre 1950 et 2016.

**Figure 2.** Analyse de sensibilité montrant l'influence de la suppression d'une série de CPUE à la fois sur les trajectoires de l'état du stock  $F/F_{PME}$  et  $B/B_{PME}$  pour le modèle JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique. Les valeurs entre parenthèses représentent le RMSE (%) utilisé pour juger de la qualité de l'ajustement aux séries de CPUE conservées.

**Figure 3.** Schéma rétrospectif de la biomasse du stock observé dans la configuration provisoire de l'évaluation du stock de makaire bleu de l'Atlantique avec SS.

**Figure 4.** Présence de données par année pour chaque flottille, où la zone où se trouvent les cercles est relative à l'intérieur de chaque type de données, proportionnelle à la précision pour les indices et les compositions et capture absolue pour les captures. Il est à noter que les cercles sont mis à l'échelle par rapport au maximum pour chaque série de données.

**Figure 5.** Ajustements du cas de base du modèle ASPIC aux indices d'abondance du makaire bleu. Les points noirs représentent les CPUE observées et les lignes grises représentent l'ajustement du cas de base du modèle ASPIC.

**Figure 6.** Comparaison des estimations de l'état des stocks par les scénarios ASPIC.

**Figure 7.** Comparaison entre les médianes a posteriori pour les 3 scénarios du modèle de production excédentaire bayésien d'état-espace JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique. **S1\_All** – un cas de base du modèle ( $h = 0,5$  avec le prior  $r$  ajusté par une distribution lognormale avec une moyenne de 0,098 et un écart-type de 0,18), incluant toutes les séries de CPUE ; **S2\_drop2** - même prior  $r$  ( $h = 0,5$ ), excluant TAI-LL tardif et US-Rec et ; **S3\_LL** - même prior  $r$  ( $h = 0,5$ ), excluant toutes les séries de CPUE TAI-LL.

**Figure 8.** Diagramme rétrospectif pour le modèle de production excédentaire bayésien d'état-espace JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique (scénario S1\_All).

**Figure 9.** Diagramme rétrospectif pour le modèle de production excédentaire bayésien d'état-espace JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique (scénario S2\_drop2).

**Figure 10.** Diagramme rétrospectif pour le modèle de production excédentaire bayésien d'état-espace JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique (scénario S3\_all).

**Figure 11.** Analyse de sensibilité concernant le prior développé pour la capacité de charge  $K$  pour le modèle de production excédentaire bayésien état-espace JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique

**Figure 12.** Diagramme de diagnostic des valeurs résiduelles pour le cas de base final du modèle (S2\_drop2) à partir du modèle de production excédentaire bayésien état-espace JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique.

**Figure 13.** Séries temporelles de CPUE observées (cercles et barres d'erreur standard) et prédites (en trait plein) du makaire bleu dans l'océan Atlantique pour le cas de base final (S2\_drop2) du modèle de production excédentaire bayésien état-espace JABBA. La zone ombrée en gris indique un CI de 95%.

**Figure 14.** Distribution a priori et a posteriori de divers paramètres de modèle et de gestion pour le modèle de production excédentaire bayésien états-espace (cas de base final du modèle S2\_drop2) pour le makaire bleu de l'océan Atlantique.

**Figure 15.** Tendances du taux de capture par rapport à  $F_{PME}$  et de la biomasse par rapport à  $B_{PME}$  pour le cas de base final (S2\_drop2) du modèle de production excédentaire bayésien état-espace JABBA ajusté au makaire bleu de l'Atlantique. La zone ombrée en gris indique un CI de 95%.

**Figure 16.** Diagramme de Kobe montrant les trajectoires estimées (1959-2016) de  $B/B_{PME}$  et  $F/F_{PME}$  pour le modèle de production excédentaire bayésien état-espace JABBA (cas de base final du modèle S2\_drop2) pour le makaire bleu de l'Atlantique.

**Figure 17.** Diagramme de phase de Kobe pour le cas de base final du modèle (S2\_drop2) pour le modèle de production excédentaire bayésien état-espace JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique.

**Figure 18.** Tendances de  $B/B_{PME}$  (en haut) et  $F/F_{PME}$  (en bas) pour le cas de base du modèle SS, y compris les intervalles de confiance d'environ 95%.

**Figure 19.** Diagramme de Kobe et parcours du makaire bleu de l'Atlantique à partir du cas de base du modèle SS sur la base des scénarios MCMC.

**Figure 20.** Diagrammes de Kobe combinés pour les cas de base finaux des modèles JABBA (bleu) et SS (rose) du makaire bleu de l'Atlantique.

**Figure 21.** Tendances de la biomasse relative ( $B/B_{PME}$ ) des projections de l'état actuel du makaire bleu selon différents scénarios de TAC à partir du cas de base final du modèle de production excédentaire bayésien JABBA.

**Figure 22.** Projections de  $B/B_{PME}$  pour le makaire bleu de l'Atlantique à partir du cas de base du modèle SS pour la gamme des futures captures.

**Figure 23.** Résultats combinés des projections de  $B/B_{PME}$  pour le makaire bleu de l'Atlantique pour les cas de base des modèles SS3 et JABBA selon différents scénarios de TAC.

## FIGURAS

**Figura 1.** Capturas acumuladas (desembarques y descartes muertos, t) de Tarea I de aguja azul del Atlántico (*Makaira nigricans*) por tipo de arte entre 1950 y 2016.

**Figura 2.** Análisis de sensibilidad que muestran la influencia sobre las trayectorias del estado del stock,  $F/F_{RSM}$  y  $B/B_{RSM}$ , de eliminar una serie de CPUE cada vez para el modelo JABBA para la aguja azul del Atlántico. Los valores entre paréntesis describen el RMSE (%) utilizado para juzgar la bondad del ajuste a las series de CPUE mantenidas.

**Figura 3.** Patrón retrospectivo de la biomasa del stock observado en la configuración provisional de la evaluación de la aguja azul del Atlántico con SS.

**Figura 4.** Presencia de datos por año para cada flota, en la que la zona donde está situado el círculo es relativa dentro de cada tipo de datos, proporcional a la precisión para los índices y las composiciones y captura absoluta para las capturas. Cabe señalar que los círculos están escalados en relación al máximo para cada serie de datos.

**Figura 5.** Ajustes del caso base del modelo ASPIC a los índices de abundancia de la aguja azul. Los puntos negros representan las CPUE observadas y las líneas grises representan el ajuste del caso base del modelo ASPIC.

**Figura 6.** Comparación de las estimaciones del estado del stock de los ensayos de ASPIC.

**Figura 7.** Comparación entre las medianas de la distribución a posteriori para 3 escenarios del modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio (JABBA) para la aguja azul del Atlántico. **S1\_All** - un caso base ( $h = 0,5$  con la distribución a priori para  $r$  ajustada mediante una distribución lognormal con una media de 0,098 y una desviación estándar de 0,18), incluyendo todas las series de CPUE; **S2\_drop2** - misma distribución a priori para  $r$  ( $h=0,5$ ) excluyendo TAI-LL tardío y US\_Rec., y; **S3\_LL** - misma distribución a priori para  $r$  ( $h=0,5$ ) excluyendo todas las series de CPUE de TAI-LL.

**Figura 8.** Diagrama retrospectivo para el modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA para la aguja azul del Atlántico (escenario S1\_All).

**Figura 9.** Diagrama retrospectivo para el modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA para la aguja azul del Atlántico (escenario S2\_drop2).

**Figura 10.** Diagrama retrospectivo para el modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA para la aguja azul del Atlántico (escenario S3\_all).

**Figura 11.** Análisis de sensibilidad de la distribución a priori desarrollada para la capacidad de transporte,  $K$ , para el modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA para la aguja azul del Atlántico.

**Figura 12.** Diagramas de diagnóstico residuales para el caso base final (S2\_drop2) del modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA para la aguja azul del Atlántico.

**Figura 13.** Serie temporal de la CPUE observada (círculos y barras de error estándar) y predicha (línea continua) de la aguja azul para el caso base final (S2\_drop2) del modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA. La zona sombreada en gris indica un I.C. del 95%.

**Figura 14.** Distribución a priori y a posteriori de varios parámetros del modelo y de ordenación para el modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio (caso base final S2\_drop2) para la aguja azul del Atlántico.

**Figura 15.** Tendencias en la tasa de captura respecto a  $F_{RMS}$  y en la biomasa respecto a  $B_{RMS}$  para el caso base final del modelo (S2\_drop2) del modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA ajustado para la aguja azul del Atlántico. La zona sombreada en gris indica un I.C. del 95%.

**Figura 16.** Diagrama de Kobe que muestra las trayectorias estimadas (1959-2016) de  $B/B_{RMS}$  y  $F/F_{RMS}$  para el modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA (caso base final S2\_drop2) para la aguja azul del Atlántico.

**Figura 17.** Diagramas de fase de Kobe para el caso base final (S2\_drop2) del modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA para la aguja azul del Atlántico.

**Figura 18.** Tendencia en  $B/B_{RMS}$  (arriba) y  $F/F_{RMS}$  (abajo) para el caso base del modelo SS, incluidos los intervalos de confianza aproximados del 95%. **Figura 19.** Diagrama de Kobe y trayectorias para la aguja azul del Atlántico a partir del caso base del modelo SS en base a los ensayos MCMC.

**Figura 20.** Diagramas de Kobe combinados para los casos base finales de los modelos JABBA (azul) y SS (rosa) para la aguja azul del Atlántico.

**Figura 21.** Tendencias de la biomasa relativa ( $B/B_{RMS}$ ) de las proyecciones del estado actual de la aguja azul en el marco de diferentes escenarios de TAC a partir del caso base final del modelo de producción excedente bayesiano de estado espacio JABBA.

**Figura 22.** Proyecciones de  $B/B_{RMS}$  para la aguja azul del Atlántico a partir del caso base del modelo SS para el rango de capturas futuras.

**Figura 23.** Resultados combinados de las proyecciones de  $B/B_{RMS}$  para la aguja azul del Atlántico a partir de los casos base de SS3 y JABBA en el marco de diferentes escenarios de TAC.

## APPENDICES

**Appendice 1.** Ordre du jour.

**Appendice 2.** Liste des participants.

**Appendice 3.** Listes des documents et des présentations.

**Appendice 4.** Résumés des documents et présentations SCRS fournis par les auteurs.

**Appendice 5.** Modèle de production excédentaire bayésien (BSPM) : « Juste un autre modèle d'évaluation de la biomasse de type bayésien » (JABBA) - Formulation du modèle

**Appendice 6.** Feuille de contrôle pour les istiophoridés

## APÉNDICES

**Apéndice 1.** Orden del día

**Apéndice 2.** Lista de participantes.

**Apéndice 3.** Lista de documentos y presentaciones.

**Apéndice 4.** Resúmenes de documentos y presentaciones SCRS tal y como fueron presentadas por los autores.

**Apéndice 5.** Modelo de producción excedente bayesiano (BSP): Solo otro modelo de evaluación bayesiano de biomasa (JABBA) - formulación del modelo.

**Apéndice 6.** Hoja de comprobación de datos de istiofóridos.



**Table 2.** Results from ASPIC demonstrating the variability depending upon model assumptions. Results were not considered for management advice.

<b>Parameter</b>	<b>2018 Continuity</b>	<b>2018 estimate K</b>	<b>2018 Base</b>
F2016	0.132	0.043	0.021
F <sub>MSY</sub>	0.38	0.017	0.025
F2016:F <sub>MSY</sub>	0.34	2.5	0.37
B2016	14130	47130	99530
B <sub>MSY</sub>	11960	90580	99,180
B:B <sub>MSY</sub>	1.2	0.52	1.00

**Table 3.** Summary of posterior quantiles denoting the 95% credibility intervals of parameters for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for Atlantic blue marlin.

<b>Estimates</b>	<b>Median</b>	<b>2.50%</b>	<b>97.50%</b>
<i>K</i>	89156	67864	121324
<i>r</i>	0.098	0.072	0.131
$\psi(\psi)$	0.922	0.712	1.112
$\sigma_{proc}$	0.071	0.071	0.071
<i>F</i> <sub>MSY</sub>	0.102	0.076	0.137
<i>B</i> <sub>MSY</sub>	32097	24432	43679
<i>MSY</i>	3302	2806	3864
<i>B</i> <sub>1959</sub> / <i>K</i>	0.922	0.714	1.042
<i>B</i> <sub>2016</sub> / <i>K</i>	0.233	0.155	0.348
<i>B</i> <sub>2016</sub> / <i>B</i> <sub>MSY</sub>	0.646	0.43	0.967
<i>F</i> <sub>2016</sub> / <i>F</i> <sub>MSY</sub>	0.957	0.626	1.474

**Table 4.** Parameters, values and standard deviations for the Atlantic blue marlin SS base case model.

Num	Label	Value	Active_Cnt	Phase	Min	Max	Init	Status	Parm_StDev	PR_type	Prior	Pr_SD
1	NatM_p_1_Fem_GP_1	0.148083	1	3	0.1	0.3	0.148392	OK	0.0182821	No_prior		
2	L_at_Amin_Fem_GP_1	179.859	2	2	160	210	185.85	OK	4.31388	Normal	185.85	5.58
3	L_at_Amax_Fem_GP_1	286.603	3	2	270	310	288.8	OK	2.80451	Normal	288.8	5
4	VonBert_K_Fem_GP_1	0.212745	4	3	0.1	0.3	0.226	OK	0.0199259	Normal	0.226	0.05
8	CV_young_Fem_GP_1	0.12		-6	0.1	0.5	0.12	NA		Normal	0.12	0.2
9	CV_old_Fem_GP_1	0.12		-6	0.1	0.5	0.12	NA		Normal	0.12	0.2
10	NatM_p_1_Mal_GP_1	0.148392		-3	0.1	0.3	0.148392	NA		No_prior		
11	L_at_Amin_Mal_GP_1	172.1		-1	160	210	172.1	NA		Normal	172.1	5.58
12	L_at_Amax_Mal_GP_1	208.577	5	2	200	220	209.95	OK	1.99697	Normal	209.95	4
13	VonBert_K_Mal_GP_1	0.299658	6	3	0.2	0.8	0.504	OK	0.0568123	Normal	0.504	0.1
17	CV_young_Mal_GP_1	0.12		-6	0.1	0.5	0.12	NA		Normal	0.12	0.2
18	CV_old_Mal_GP_1	0.12		-6	0.1	0.5	0.12	NA		Normal	0.12	0.2
19	Wtlen_1_Fem	1.90E-06		-2	0	1	1.90E-06	NA		Normal	1.90E-06	0.8
20	Wtlen_2_Fem	3.2842		-2	0	4	3.2842	NA		Normal	3.2842	0.8
21	Mat50%_Fem	206		-3	0	300	206	NA		No_prior		
22	Mat_slope_Fem	-0.125		-3	-3	3	-0.125	NA		No_prior		
23	Eggs/kg_inter_Fem	1		-3	-3	3	1	NA		No_prior		
24	Eggs/kg_slope_wt_Fem	0		-3	-3	3	0	NA		No_prior		
25	Wtlen_1_Mal	2.47E-06		-2	0	1	2.47E-06	NA		Normal	2.47E-06	0.8
26	Wtlen_2_Mal	3.2243		-2	0	4	3.2243	NA		Normal	3.2243	0.8
31	SR_LN(R0)	4.97412	7	1	4.8	5.2	5.03	OK	0.282998	No_prior		
32	SR_BH_steep	0.469786	8	2	0.3	0.99	0.5	OK	0.123689	No_prior		
33	SR_sigmaR	0.6		-4	0	2	0.6	NA		No_prior		
77	Q_envlink_17_Japan_00_17	1.23204	44	4	0	3	0	OK	0.209541	No_prior		
90	LnQ_base_17_Japan_00_17	-6.86163	45	1	-7.1	-6.6	-6.88	OK	0.280349	No_prior		
91	SizeSel_1P_1_Art_Gillnet_1	220.874	46	2	200	240	232	OK	9.2998	No_prior		
92	SizeSel_1P_2_Art_Gillnet_1	-11.7198	47	3	-15	-8	-11.72	OK	2.19912	Normal	-11.72	2.2
93	SizeSel_1P_3_Art_Gillnet_1	7.79647	48	4	1	10	8.2696	OK	0.331247	No_prior		
94	SizeSel_1P_4_Art_Gillnet_1	-9	49	3	-12	-6	-9	OK	1.79935	Normal	-9	1.8
95	SizeSel_1P_5_Art_Gillnet_1	-15		-2	-16	5	-15	NA		No_prior		
96	SizeSel_1P_6_Art_Gillnet_1	1.80977	50	2	0.2	5	1	OK	0.987377	No_prior		
97	SizeSel_2P_1_LongLine_2	91.1199	51	2	90	120	91.226	OK	34.3366	No_prior		
99	SizeSel_2P_3_LongLine_2	10.5808	52	3	3	12	10.5456	OK	30.065	No_prior		
103	SizeSel_3P_1_Purse_Seine_3	1		-1	1	1	1	NA		Normal	1	99
104	SizeSel_3P_2_Purse_Seine_3	89		-6	89	89	89	NA		Normal	89	99
105	SizeSel_4P_1_RR_4	259.646	53	2	160	270	255	OK	13.1553	Normal	220	44
106	SizeSel_4P_2_RR_4	-0.00098	54	3	-1	1	0.199	OK	22.6111	No_prior		
107	SizeSel_4P_3_RR_4	9.38342	55	4	5	12	9.3806	OK	0.329243	No_prior		
108	SizeSel_4P_4_RR_4	2	56	5	-2	6	2	OK	3.99601	Normal	2	4
109	SizeSel_4P_5_RR_4	-15		-2	-15	5	-15	NA		No_prior		
110	SizeSel_4P_6_RR_4	15		-5	-5	15	15	NA		No_prior		
111	Retain_4P_1_RR_4	161		-2	15	370	161	NA		No_prior		
112	Retain_4P_2_RR_4	1		-4	-1	40	1	NA		No_prior		
113	Retain_4P_3_RR_4	1		-2	0	1	1	NA		No_prior		
114	Retain_4P_4_RR_4	0		-4	-1	2	0	NA		No_prior		
115	DiscMort_4P_1_RR_4	10		-2	-1	30	10	NA		No_prior		
116	DiscMort_4P_2_RR_4	1		-4	-1	2	1	NA		No_prior		
117	DiscMort_4P_3_RR_4	0.05		-2	-1	2	0.05	NA		No_prior		
118	DiscMort_4P_4_RR_4	0		-4	-1	2	0	NA		No_prior		
149	Retain_4P_1_RR_4_BLK1repl_1987	222		-6	220	250	222	NA		Sym_Beta	222	99
150	Retain_4P_1_RR_4_BLK1repl_1994	225		-6	220	250	225	NA		Sym_Beta	225	99
151	Retain_4P_1_RR_4_BLK1repl_1999	251		-6	200	260	251	NA		Sym_Beta	251	99
152	Retain_4P_2_RR_4_BLK1repl_1987	23.9226	57	4	-1	30	26	OK	4.40348	No_prior		
153	Retain_4P_2_RR_4_BLK1repl_1994	3.66216	58	4	-1	10	4	OK	0.924429	No_prior		
154	Retain_4P_2_RR_4_BLK1repl_1999	6.43381	59	4	-1	10	6	OK	1.78841	No_prior		
155	Retain_4P_3_RR_4_BLK2repl_1956	1		-6	0	1	1	NA		No_prior		
156	Retain_4P_3_RR_4_BLK2repl_1987	0.795396	60	6	0	1	0.519	OK	0.16538	No_prior		
157	Retain_4P_3_RR_4_BLK2repl_1989	0.594878	61	6	0	1	0.57	OK	0.125629	No_prior		
158	Retain_4P_3_RR_4_BLK2repl_1994	0.531376	62	6	0	1	0.52	OK	0.175249	No_prior		
159	Retain_4P_3_RR_4_BLK2repl_1998	0.333397	63	6	0	1	0.324	OK	0.378168	No_prior		
160	Retain_4P_3_RR_4_BLK2repl_1999	0.305204	64	6	0	1	0.466	OK	0.267064	No_prior		
161	Retain_4P_3_RR_4_BLK2repl_2005	0.236239	65	6	0	1	0.328	OK	0.186788	No_prior		



**Table 5.** Kobe II matrices for Atlantic blue marlin giving the probability that  $F < F_{MSY}$ ,  $B > B_{MSY}$  and the joint probability of  $F < F_{MSY}$  and  $B > B_{MSY}$ , between 2019 and 2028, with various constant catch levels based on JABBA and SS3 base case model results.

a) Probability that  $F < F_{MSY}$

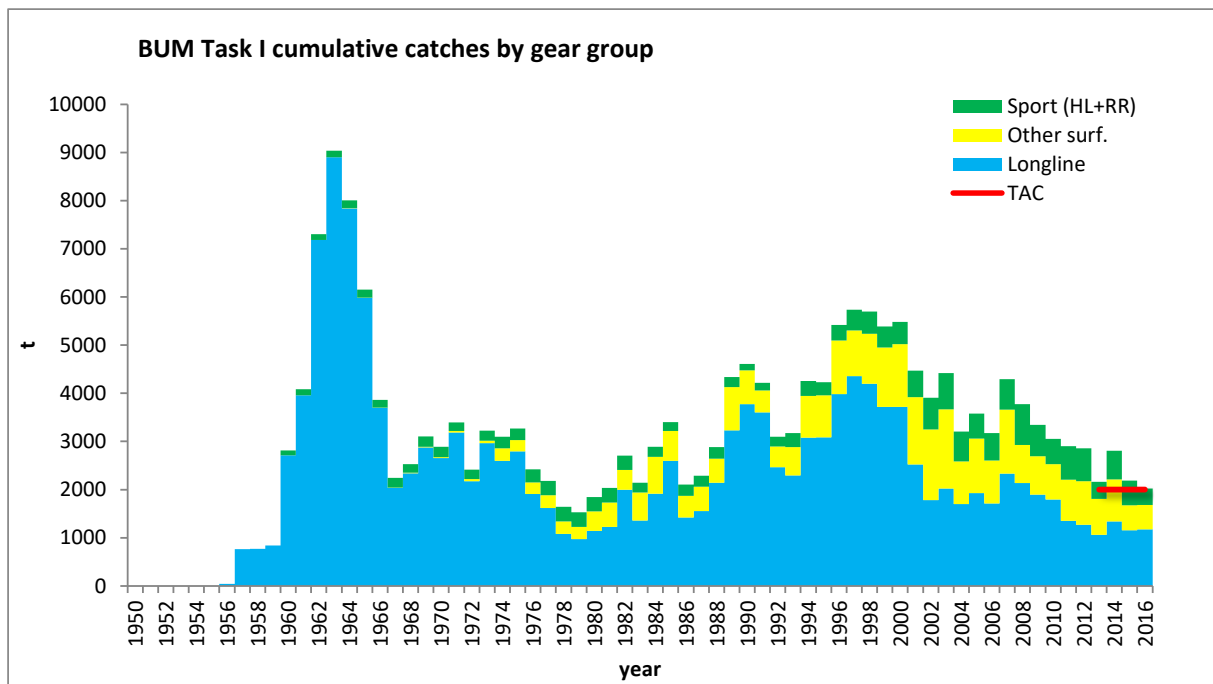
TAC   Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1000	97	98	98	98	98	98	98	98	98	98
1250	92	93	93	93	93	94	94	94	94	94
1500	84	85	85	86	86	87	87	88	88	89
1750	73	74	76	77	78	79	80	80	80	81
2000	60	62	64	65	67	69	70	71	72	73
2250	45	48	51	53	55	57	58	59	60	62
2500	33	36	38	40	42	44	46	47	49	51
2750	23	25	27	29	31	32	34	35	37	39
3000	15	17	18	20	21	23	24	26	27	30
3250	9	9	10	11	12	13	15	17	19	22
3500	6	6	7	7	9	10	12	14	17	19

b) Probability that  $B > B_{MSY}$

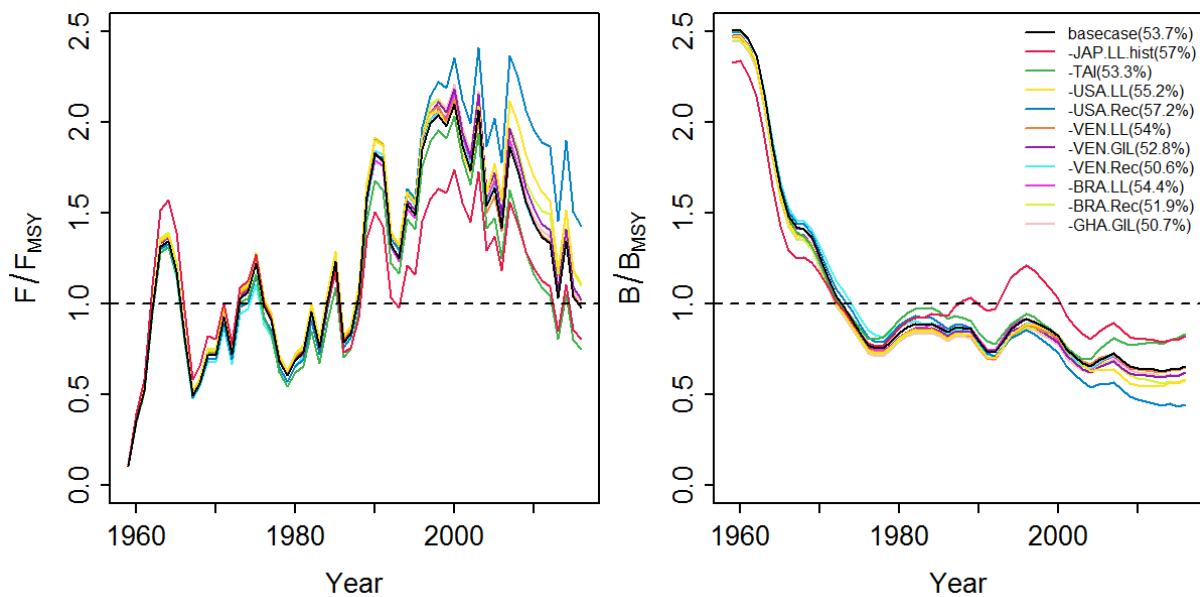
TAC   Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	10	21	34	47	59	68	75	80	84	86
1000	10	18	26	35	43	51	57	63	68	71
1250	10	16	24	31	39	46	51	57	61	66
1500	10	16	22	28	34	40	46	51	56	60
1750	10	15	20	25	31	36	41	46	49	53
2000	10	14	19	24	28	32	36	40	43	46
2250	10	14	17	21	24	27	31	34	37	39
2500	10	13	16	18	21	24	27	28	31	33
2750	10	12	14	16	18	20	21	23	24	26
3000	10	12	13	14	16	17	18	19	19	20
3250	10	11	12	12	13	14	14	14	15	15
3500	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11

c) Probability that  $F < F_{MSY}$  and  $B > B_{MSY}$

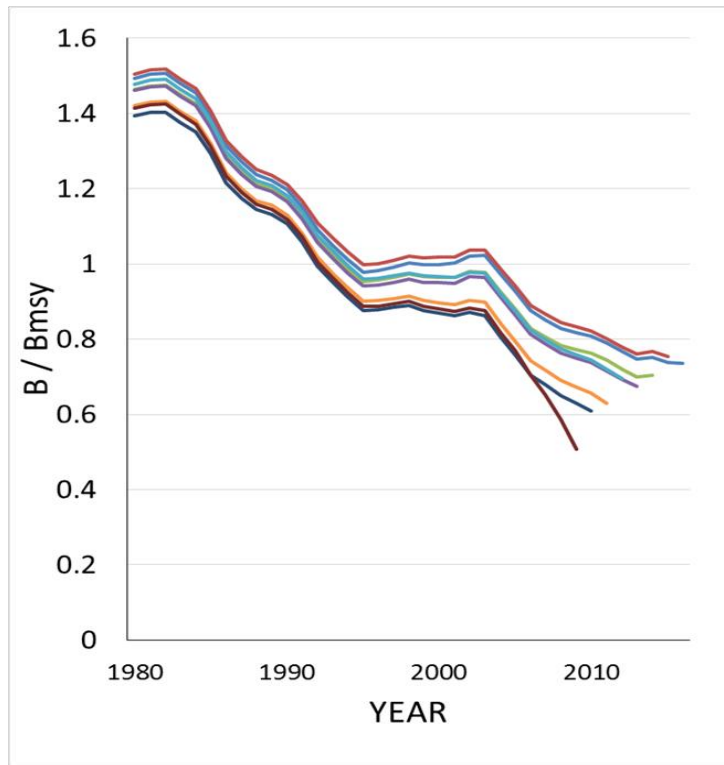
TAC   Year	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
0	10	21	34	47	59	68	75	80	84	86
1000	10	18	26	35	43	51	57	63	68	71
1250	10	16	24	31	39	46	51	57	61	66
1500	10	16	22	28	34	40	46	51	56	60
1750	10	15	20	25	31	36	41	46	49	53
2000	10	14	19	24	28	32	36	40	43	46
2250	10	14	17	20	24	27	31	34	36	39
2500	10	13	15	18	20	23	26	28	30	32
2750	10	11	13	15	17	19	20	22	23	25
3000	10	10	12	12	14	15	16	17	17	18
3250	9	8	8	9	10	10	11	11	12	12
3500	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8



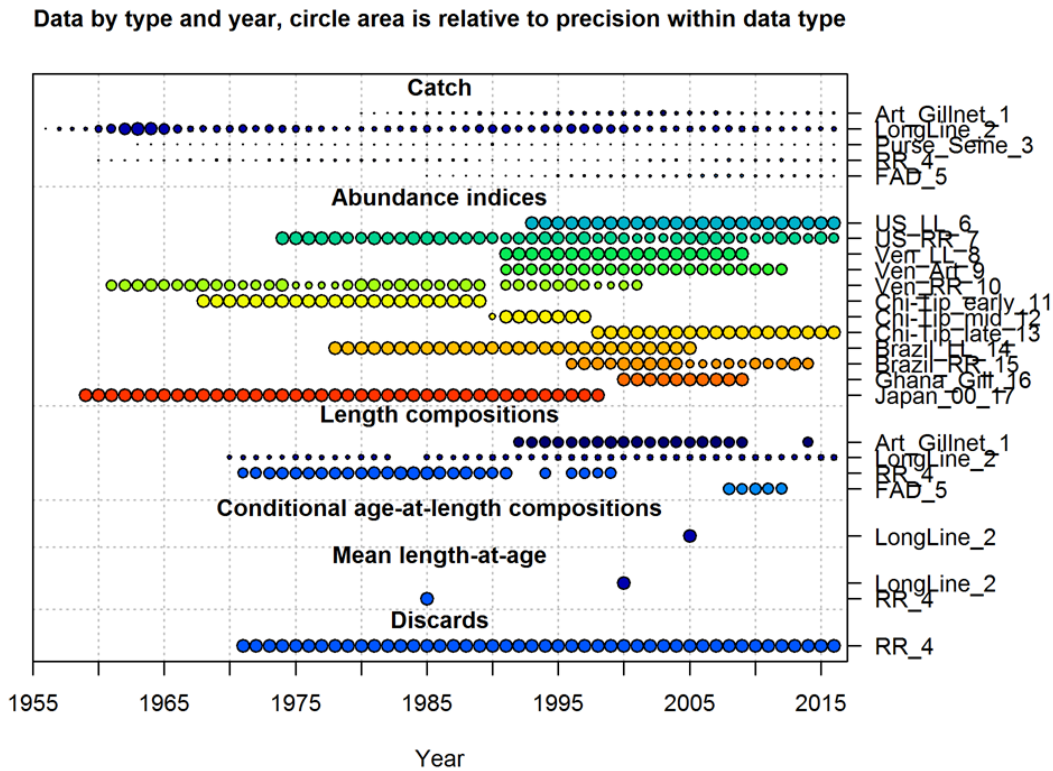
**Figure 1.** Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) Task I cumulative catches (landings + dead discards) (t) by gear type between 1950 and 2016.



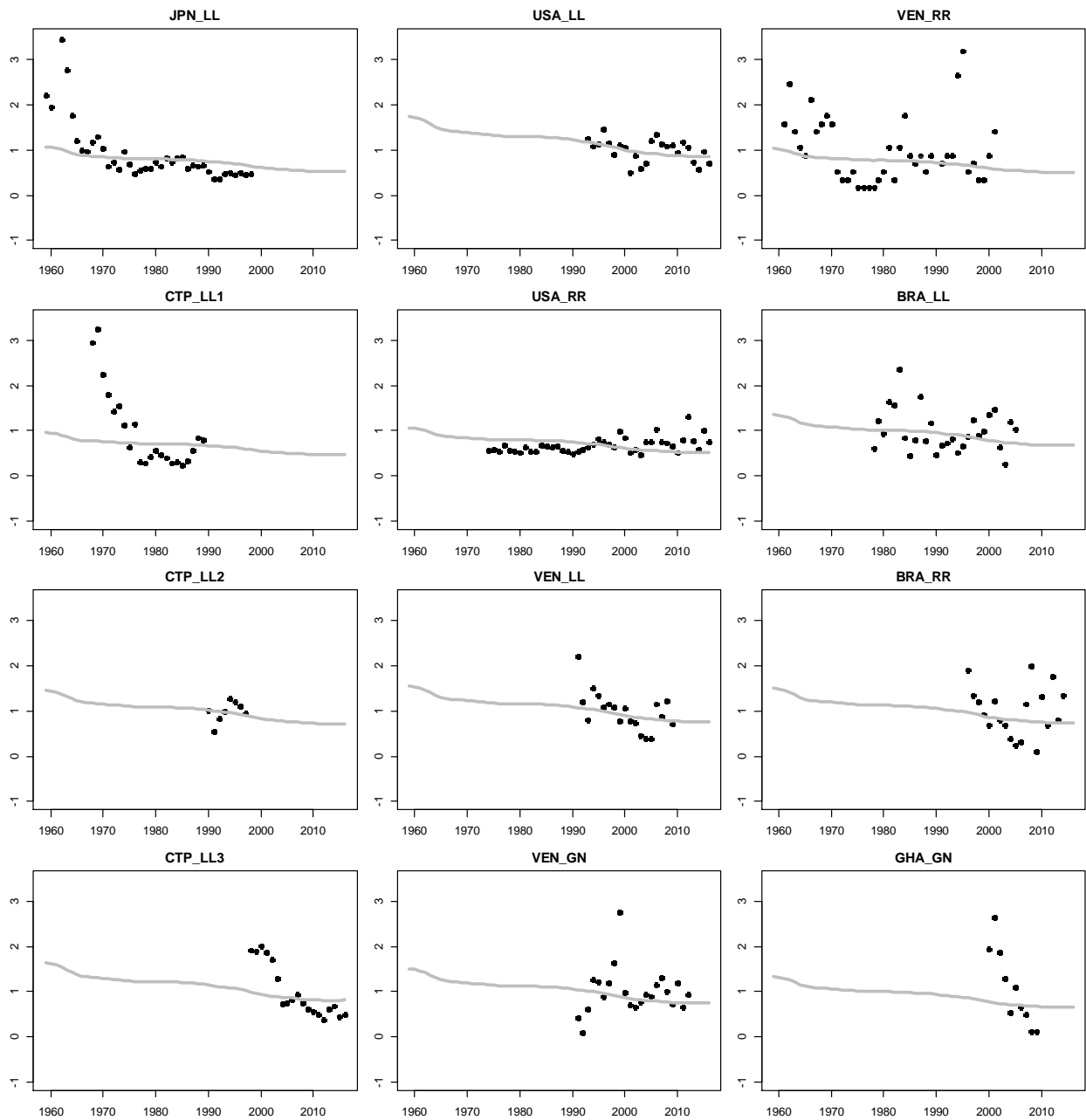
**Figure 2.** Sensitivity analysis showing the influence of removing one CPUE series at a time on the stock status trajectories  $F/F_{MSY}$  and  $B/B_{MSY}$  for the model JABBA for Atlantic blue marlin. Values in parenthesis depict the RMSE (%) used to judge the goodness-of-fit to the retained CPUE series.



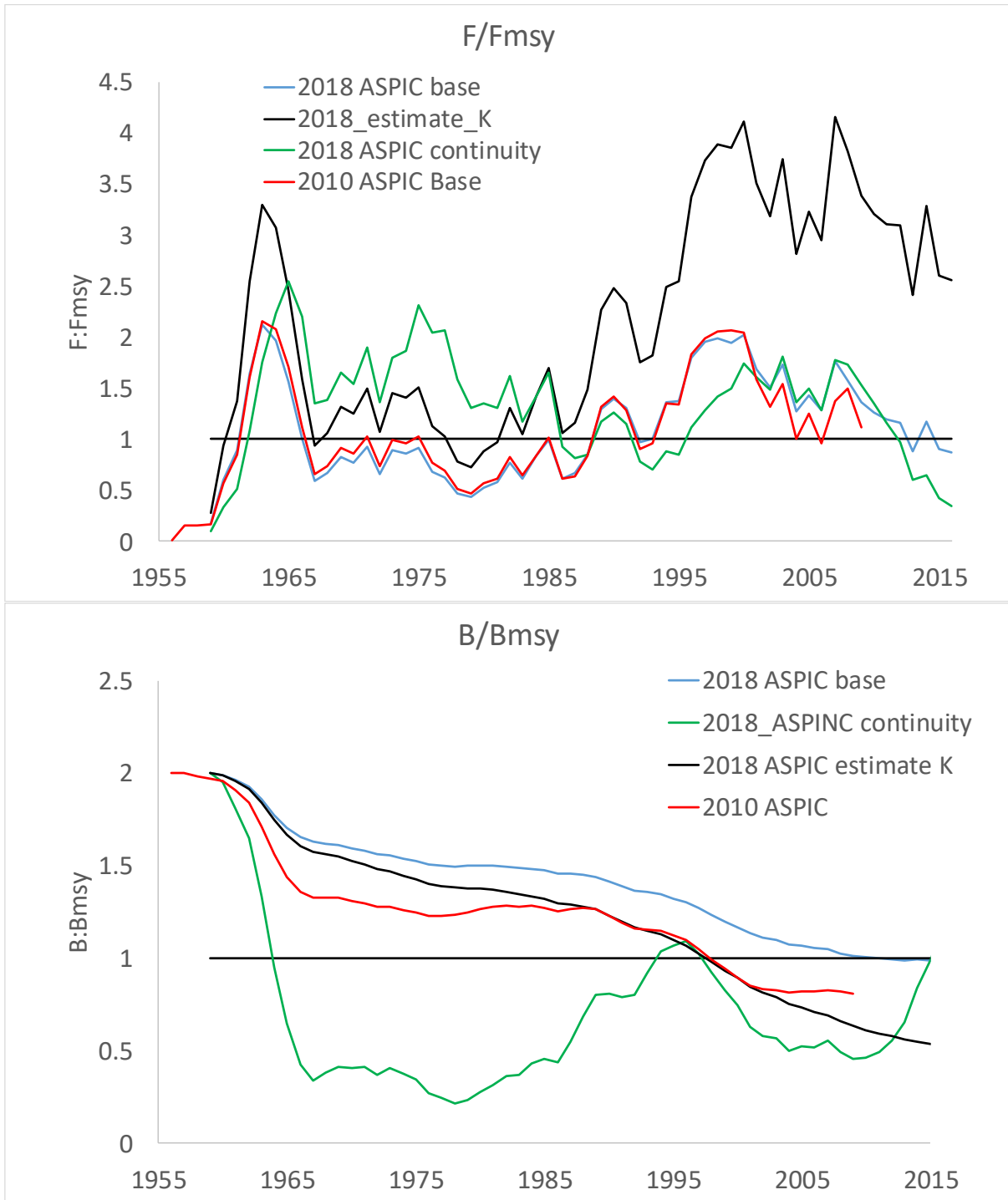
**Figure 3.** Stock biomass retrospective pattern observed in the provisional configuration of the SS assessment of Atlantic blue marlin.



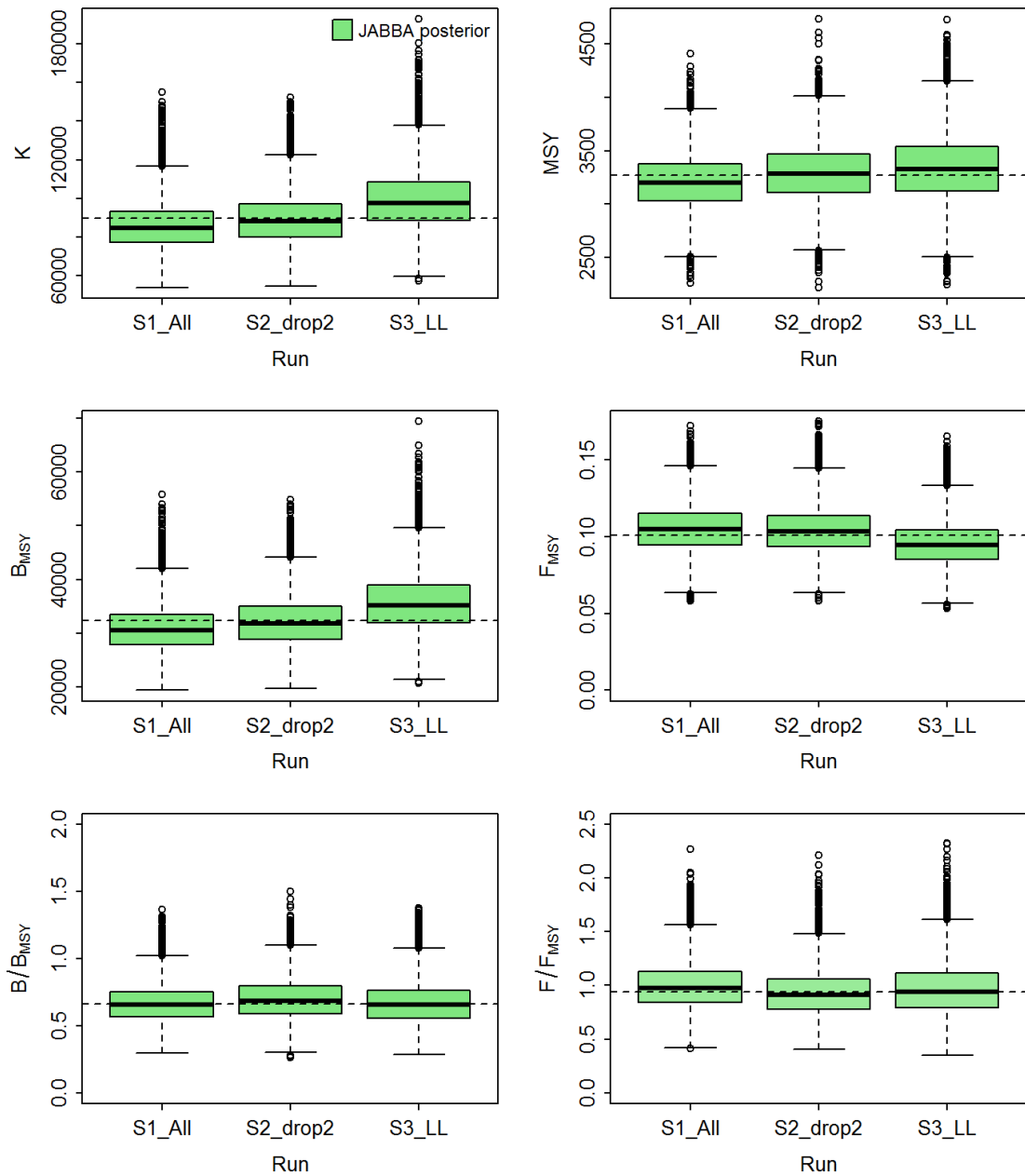
**Figure 4.** Data presence by year for each fleet, where circle area is relative within a data type, and proportional to precision for indices and compositions, and absolute catch for catches. Note that the circles are scaled relative to maximum for each data series.



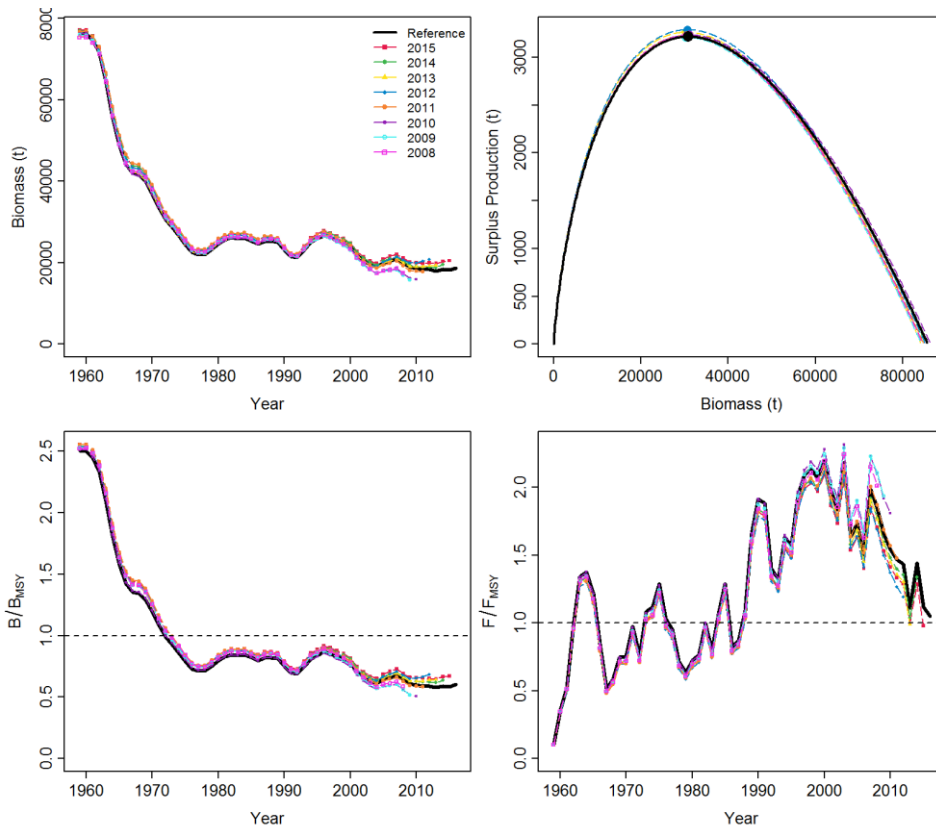
**Figure 5.** ASPIC base model fits to blue marlin indices of abundance. Black points represent the observed CPUEs and the gray lines represent the ASPIC base model fit.



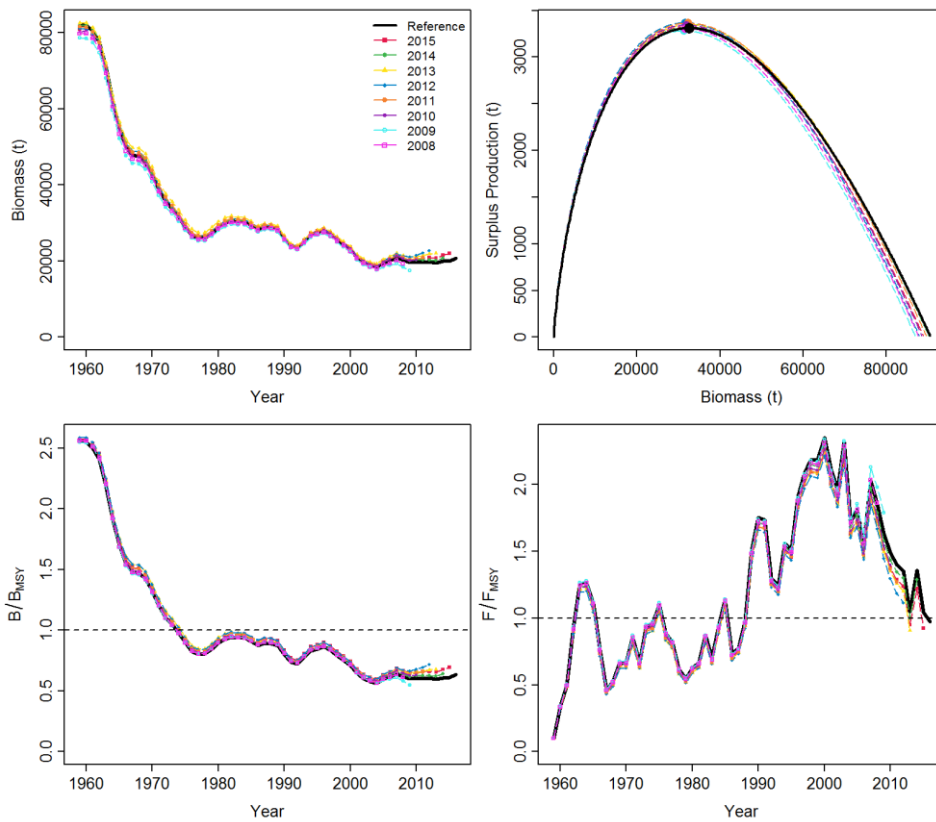
**Figure 6.** Comparison of stock status estimates from ASPIC runs.



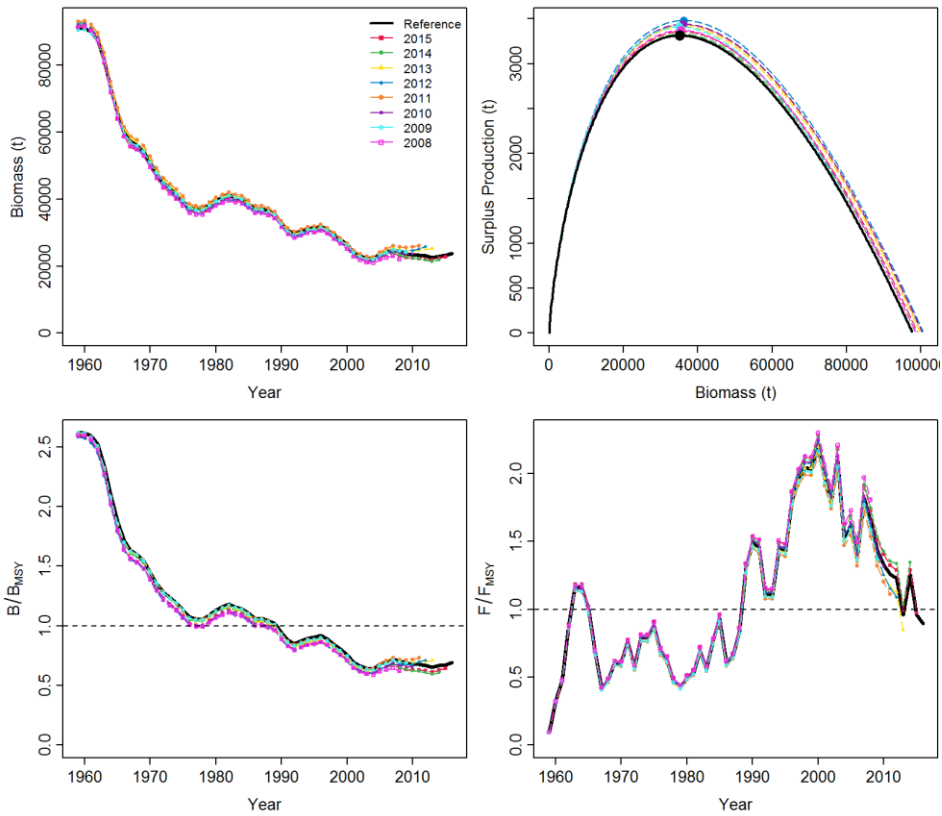
**Figure 7.** Comparison between posterior medians for the 3 scenarios from the Bayesian state-space surplus production model JABBA for Atlantic blue marlin. **S1\_All** - a base case model ( $h = 0.5$  with  $r$  prior fitted by a lognormal distribution with mean 0.098 and standard deviation of 0.18), including all CPUE series; **S2\_drop2** - same  $r$  prior ( $h = 0.5$ ), excluding TAI-LL late and US-Rec and; **S3\_LL** - same  $r$  prior ( $h = 0.5$ ), excluding all TAI-LL CPUE series.



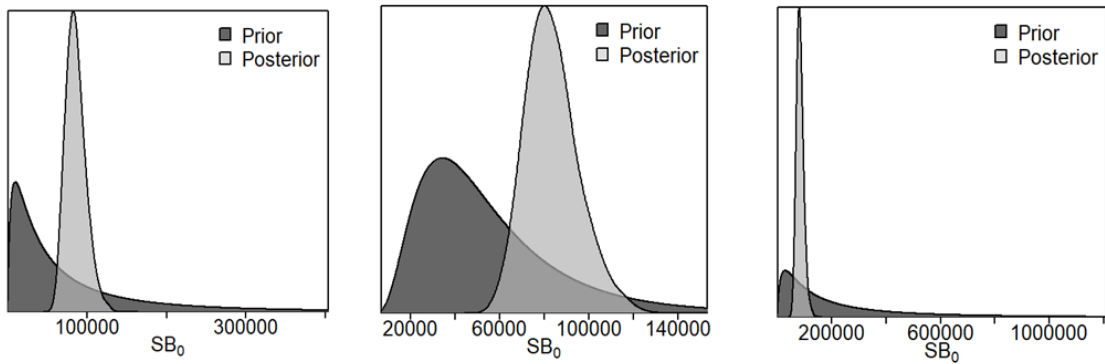
**Figure 8.** Retrospective plot for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for Atlantic blue marlin (Scenario S1\_All).



**Figure 9.** Retrospective plot for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for Atlantic blue marlin (Scenario S2\_drop2).

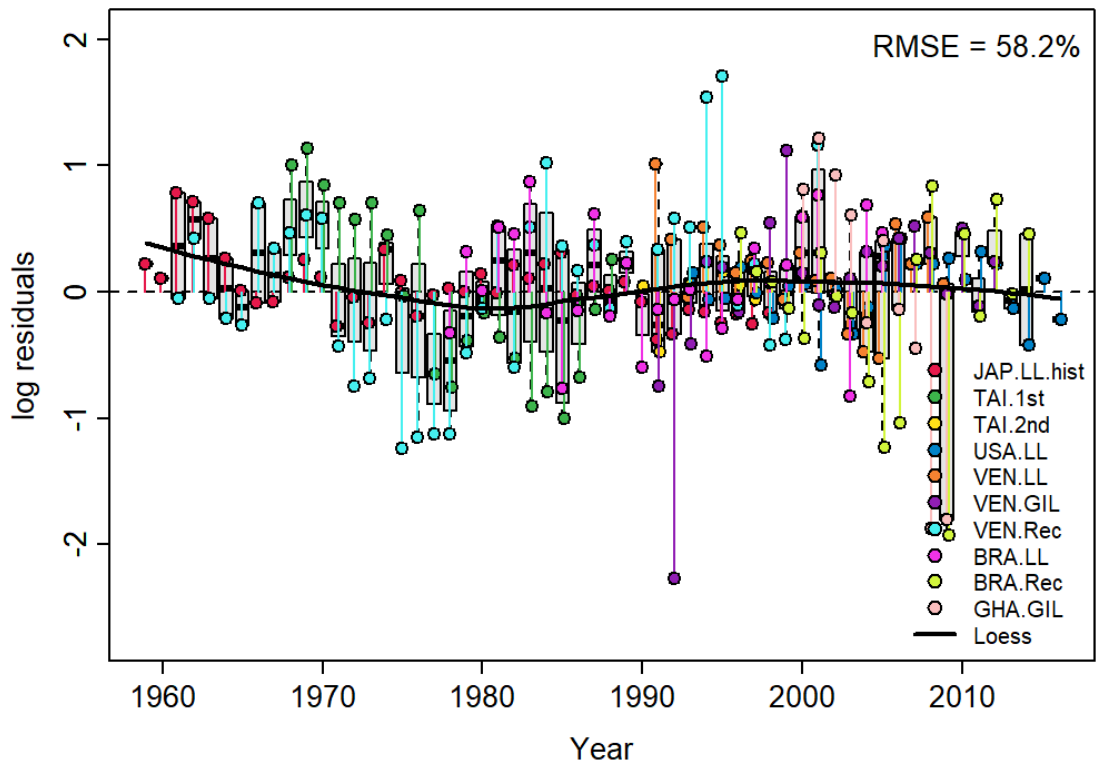


**Figure 10.** Retrospective plot for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for Atlantic blue marlin (Scenario S3\_all).

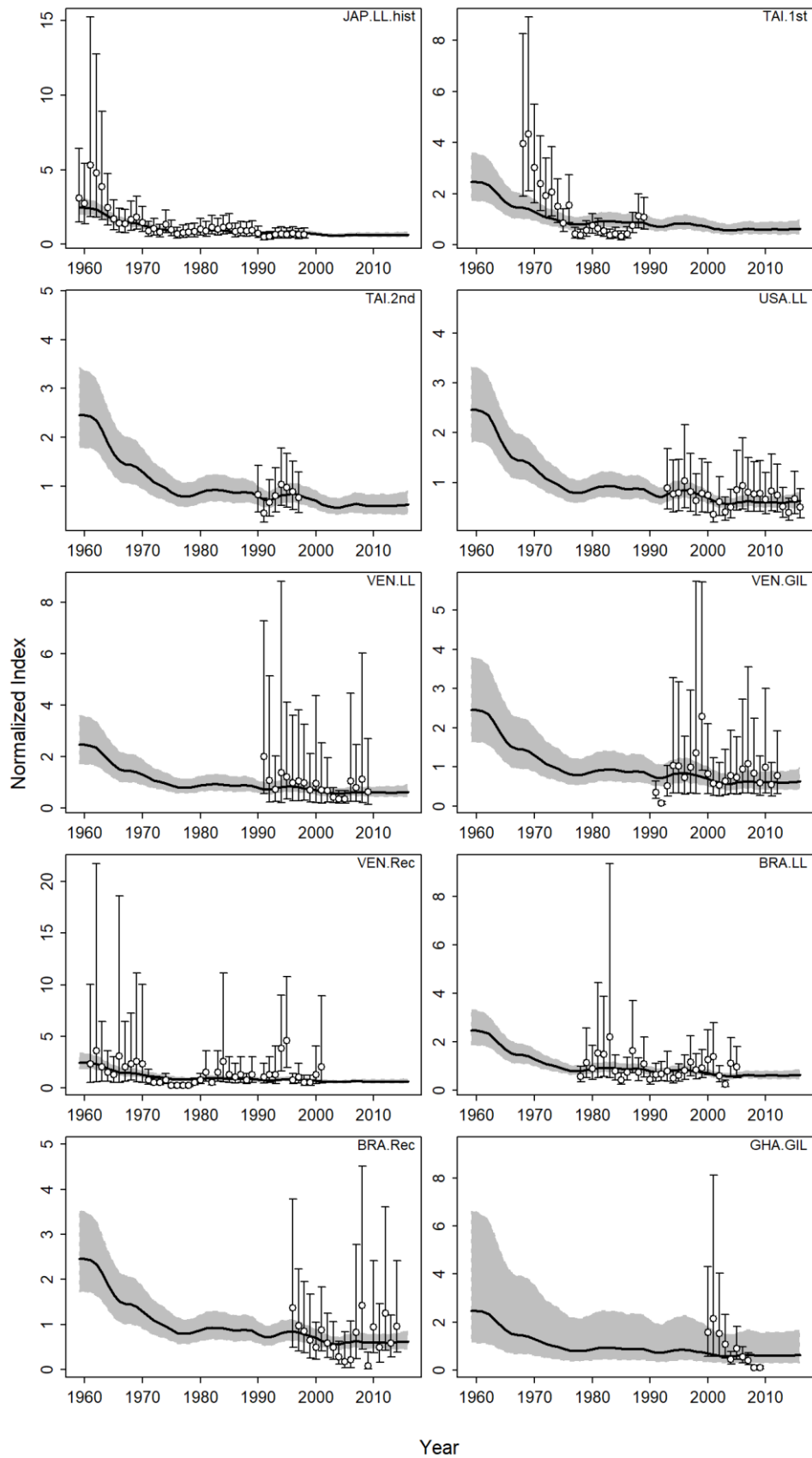


**Figure 11.** Sensitivity analysis regarding the prior developed for the carrying capacity  $K$  for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for Atlantic blue marlin

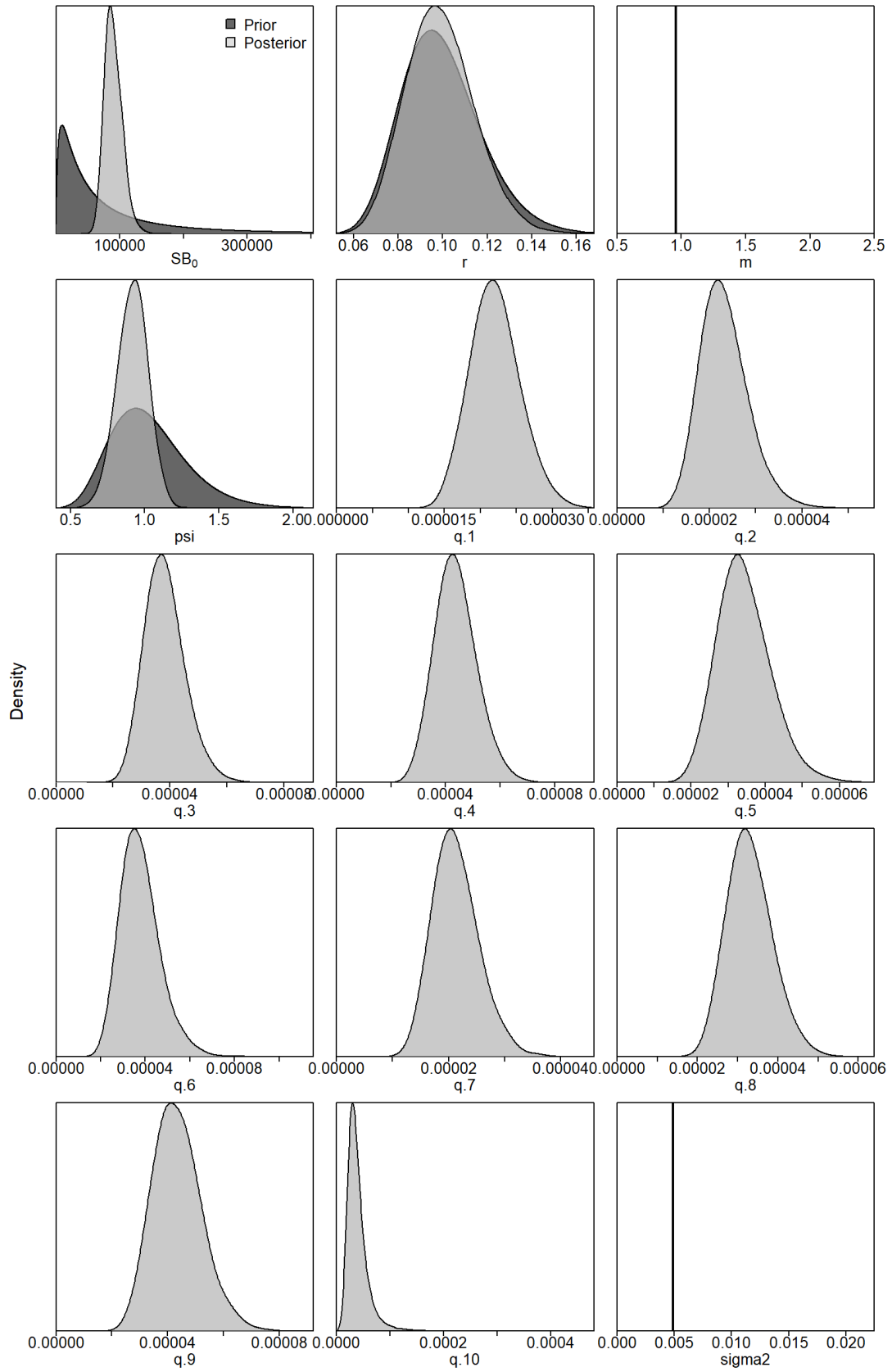




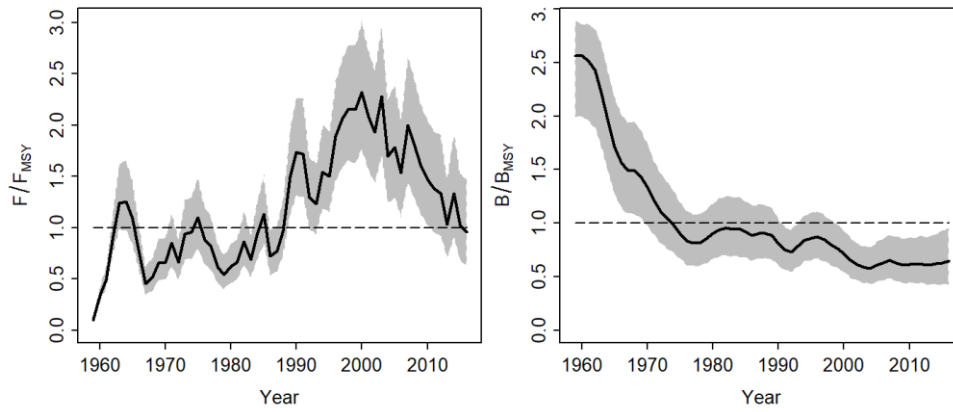
**Figure 12.** Residual diagnostics plots for final base model (S2\_drop2) from the Bayesian state-surplus production model JABBA for the Atlantic blue marlin.



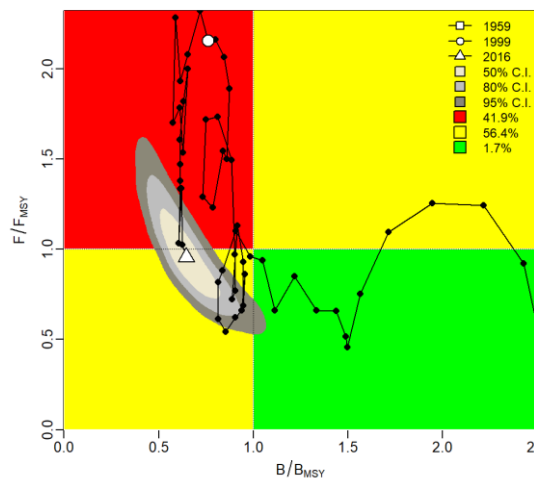
**Figure 13.** Time-series of observed (circle and SE error bars) and predicted (solid line) CPUE of blue marlin in the Atlantic Ocean for the final base model (S2\_drop2) from the Bayesian state-space surplus production model JABBA. Shaded grey area indicates 95% C.I.



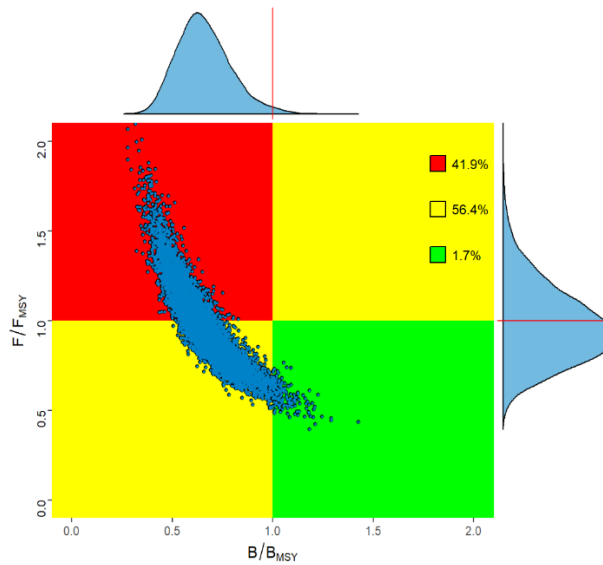
**Figure 14.** Prior and posterior distribution of various model and management parameters for the Bayesian state-space surplus production model (final base model S2\_drop2) for blue marlin in the Atlantic Ocean.



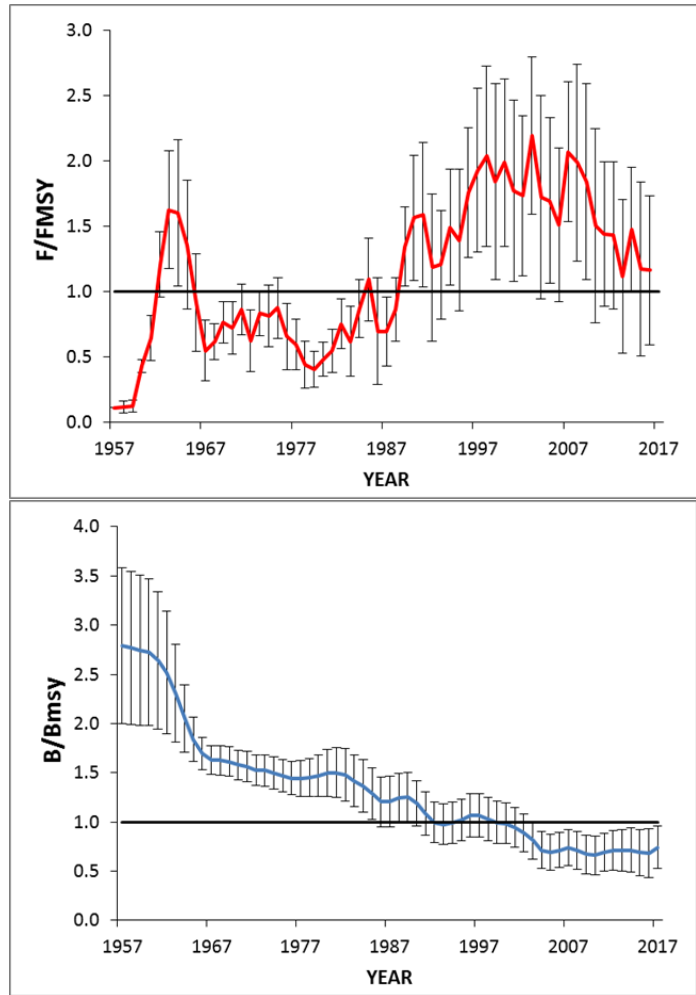
**Figure 15.** Trends in harvest rate relative to  $F_{MSY}$  and biomass relative to  $B_{MSY}$  for the final base model (S2\_drop2) from the Bayesian state-space surplus production model JABBA fits to Atlantic blue marlin. Shaded grey area indicates 95% C.I.



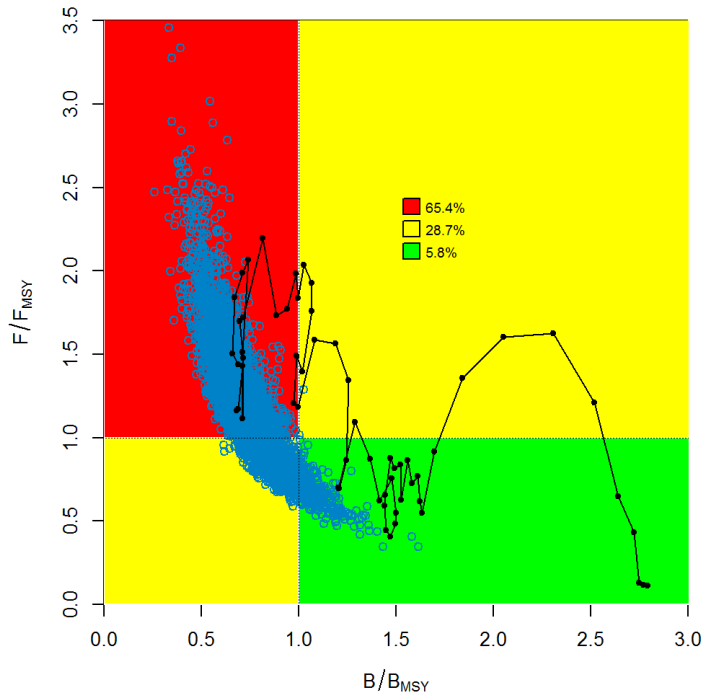
**Figure 16.** Kobe diagram showing the estimated trajectories (1959-2016) of  $B/B_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$  for the Bayesian state-space surplus production model JABBA (final base model S2\_drop2) for the Atlantic blue marlin.



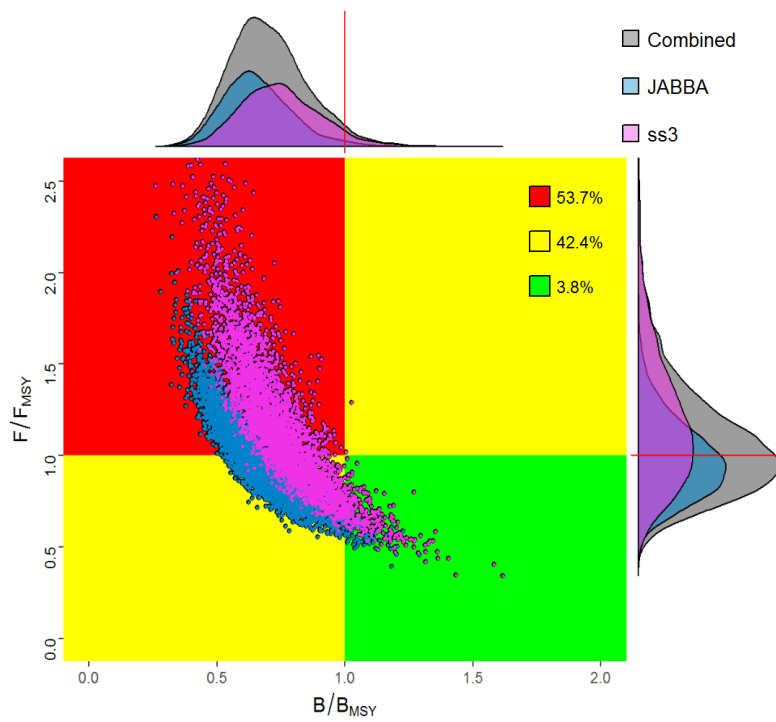
**Figure 17.** Kobe phase plot for the final base model (S2\_drop2) for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for the Atlantic blue marlin.



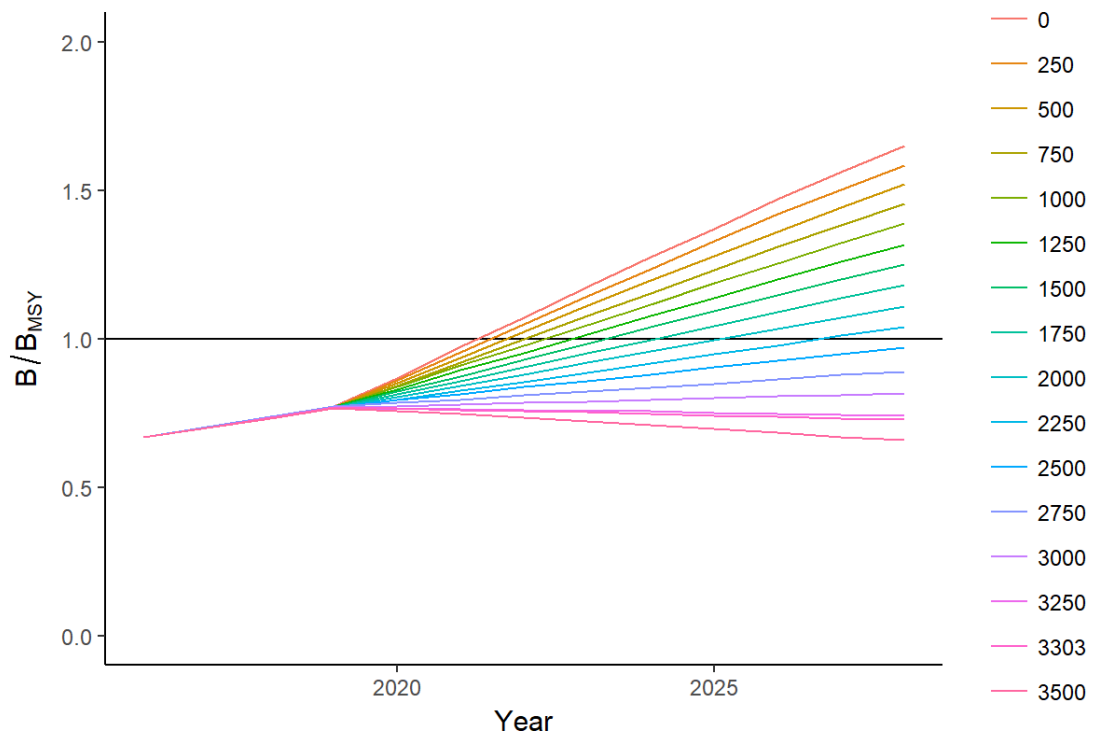
**Figure 18.** Trend in  $B/B_{MSY}$  (top) and  $F/F_{MSY}$  (bottom) for the SS base case model, including approximate 95% confidence intervals.



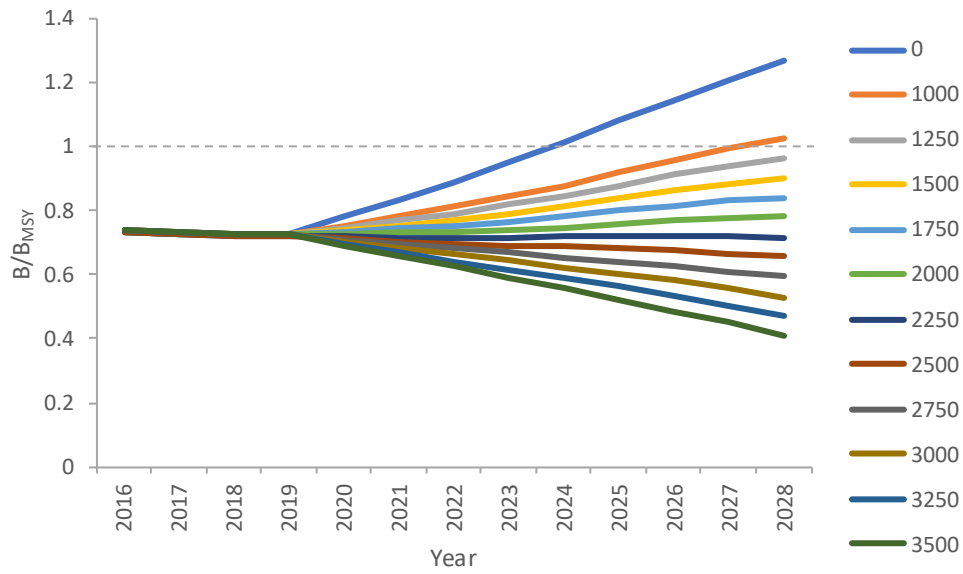
**Figure 19.** Kobe plot and tracks for the Atlantic blue marlin from the SS base case model on the basis of MCMC runs.



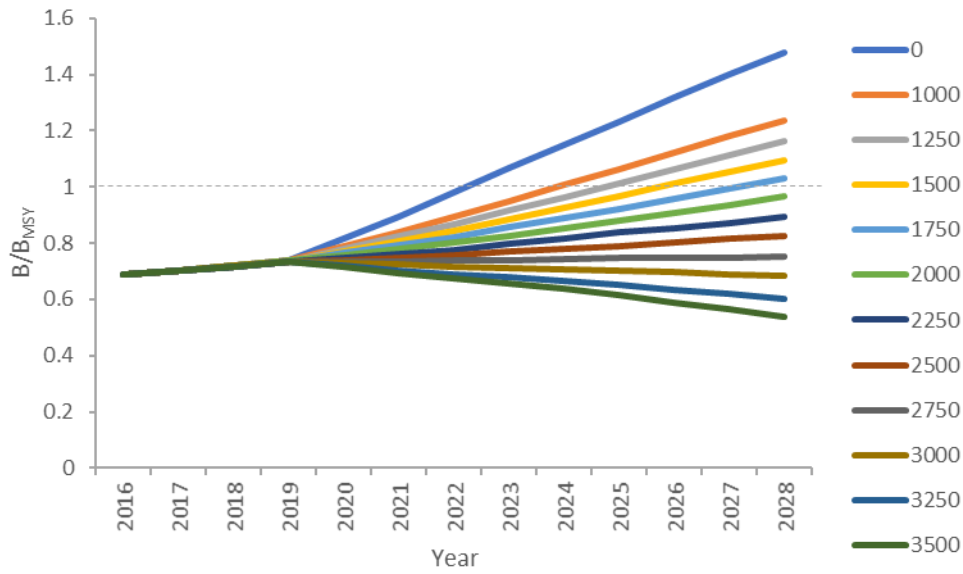
**Figure 20.** Combined Kobe plots for the final base cases of JABBA (blue) and SS (pink) models for the Atlantic blue marlin.



**Figure 21.** Trends of relative biomass ( $B/B_{MSY}$ ) of projections of blue marlin current status under different TAC scenarios from the SPM JABBA final base model.



**Figure 22.** Projections of  $B/B_{MSY}$  for Atlantic blue marlin from the SS base case model for the range of future catches.



**Figure 23.** Combined results of projections of  $B/B_{MSY}$  for Atlantic blue marlin for both the SS3 and JABBA base case models under different TAC scenarios.

**Agenda**

1. Opening, adoption of Agenda and meeting arrangements
2. Summary of updated data submitted after the Data Preparatory meeting, before the assessment data deadline (30 March 2018)
  - 2.1 Catches
  - 2.2 Indices of abundance
  - 2.3 Biology
  - 2.4 Length compositions
  - 2.5 Other relevant data
3. Methods relevant to the assessment
  - 3.1 Production models
  - 3.2 Length-based age-structured models: Stock Synthesis
  - 3.3 Other methods
4. Stock status results
  - 4.1 Production models
  - 4.2 Length-based age-structured models: Stock Synthesis
  - 4.3 Synthesis of assessment results
5. Projections
  - 5.1 Production models
  - 5.2 Length-based age-structured models: Stock Synthesis
  - 5.3 Synthesis of projections
6. Recommendations
  - 6.1 Research and statistics
  - 6.2 Management
7. Responses to the Commission
  - 7.1 Analysis of recommendations emanating from the Second ICCAT Performance Review and possible actions
  - 7.2 Analysis of the ICCAT exception fact sheet for billfishes
8. Other matters
  - 8.1 Start discussion on Exec Summary billfish
9. Adoption of the report and closure



## List of participants

**CONTRACTING PARTIES****BRAZIL****Leite Mourato, Bruno**

Profesor Adjunto, Departamento de Ciências do Mar, Universidade Federal de São Paulo Rua Carvalho de Mendonça, 144, Encruzilhada, 11070-100 Santos, SP

Tel: +55 61 2023 3540, Fax: +55 61 2023 3909, E-Mail: bruno.pesca@gmail.com; mourato.br@gmail.com

**EUROPEAN UNION****Reynal, Lionel**

IFREMER, 79, Pointe Fort, 97231 Le Robert, Martinique

Tel: +33 596 696 94 46 33, Fax: +33 05 9665 1941, E-Mail: lionel.reynal@ifremer.fr

**MEXICO****Ramírez López, Karina**

Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura - Veracruz, Av. Ejército Mexicano No.106 - Colonia Exhacienda, Ylang Ylang, C.P. 94298 Boca de Río Veracruz

Tel: +52 22 9130 4520, E-Mail: kramirez\_inp@yahoo.com; kramirez.inp@gmail.com

**S. TOMÉ E PRÍNCIPE****Da Conceição, Ilair**

Chef du Département de Recherche, Statistiques et de l'aquaculture, Direcção das Pescas, Responsavel pelo serviço de Estatística Pesqueira Bairro 3 de Fevereiro - PB 59

Tel: +239 990 9315, Fax: +239 12 22 414, E-Mail: ilair1984@gmail.com

**SENEGAL****Sow, Fambaye Ngom**

Chercheur Biologiste des Pêches, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye, CRODT/ISRALNERV - Route du Front de Terre - BP 2241, Dakar

Tel: +221 3 0108 1104; +221 77 502 67 79, Fax: +221 33 832 8262, E-Mail: famngom@yahoo.com

**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

Tel: +1 305 586 6589, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: craig.brown@noaa.gov

**Díaz, Guillermo**

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

Tel: +1 305 898 4035, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

**Gibbs, Briana**

University of Miami, Office 205 CIMAS, Rosenstiel School for Marine and Atmospheric Sciences, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami FL 33149

Tel: +1 949 274 0600, E-Mail: briana.gibbs@rsmas.miami.edu; b.gibbs@miami.edu

**Goodyear, Philip**

1214 North Lakeshore Drive, Niceville Florida 32578

Tel: +1 850 897 2666, Fax: +1 850 897 2666, E-Mail: phil\_goodyear@msn.com

**Hoolihan, John**

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

Tel: +1 305 282 8376, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: john.hoolihan@noaa.gov

**Lauretta, Matthew**

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

Tel: +1 305 361 4481, E-Mail: matthew.lauretta@noaa.gov

**Luo, Jiangang**

University of Miami, RSMAS, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami FL 33149

Tel: +1 305 421 4847, E-Mail: jl原因@rsmas.miami.edu

**Norelli, Alexandra**  
University of Miami, CIMAS Office 303, RSMAS4600 Rickenbacker Causeway, Miami FL 33149-1098  
Tel: +1 203 918 0949, E-Mail: alexandra.norelli@rsmas.miami.edu; apn26@miami.edu

**Schirripa, Michael**  
NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149  
Tel: +1 305 361 4568, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: michael.schirripa@noaa.gov

**Snodgrass, Derke**  
Sustainable Fisheries Division, NOAA Fisheries, 75 Virginia Beach Drive, Miami FL 33149  
Tel: +1 305 361-4590, E-Mail: derke.snodgrass@noaa.gov

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

**CHINESE TAIPEI**

**Lu, Yi-Sin**  
Department of Environmental Biology and Fisheries Science, No. 2 Pei-Ning Rd. Keelung  
Tel: +886 2 2462 2192 # 5046, E-Mail: z5834211@gmail.com

**Su, Nan-Jay**  
Assistant Professor, Department of Environmental Biology and Fisheries Science, No. 2 Pei-Ning Rd. Keelung, 202  
Tel: +886 2 2462-2192 #5046, E-Mail: nanjay@ntou.edu.tw

***OBSERVERS FROM INTERGOVERNMENTAL ORGANIZATIONS***

**WESTERN CENTRAL ATLANTIC FISHERY COMMISSION - WECAFC**

**Bealey, Roy**  
Food and Agriculture Organization of the United Nations, Caribbean Billfish Project, Subregional Office for the Caribbean (FAO-SLC), 2nd floor, United Nations House, Marine Gardens, Hastings, Christ Church, BB11000 Barbados  
Tel: +1 246 426 7110/11 Ext. 244, Fax: +1 246 427 6075, E-Mail: roy.bealey@fao.org

**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: +34 673 985 817, Fax: +1 305 421 4607, E-Mail: ddie@rsmas.miami.edu

\*\*\*\*\*

**ICCAT Secretariat**

C/ 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

**Neves dos Santos, Miguel**  
**Ortiz, Mauricio**

**EXPERT GUEST**

**Arocha, Freddy**, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, A.P. 204, 6101 Cumaná Estado Sucre, Venezuela  
Tel: +58-293-400-2111 - móvil: 58 416 693 0389, E-Mail: farocha@udo.edu.ve; farochap@gmail.com

## List of Papers and Presentations

Reference	Title	Authors
SCRS/2018/089	Análisis de la captura, distribución de longitud, relación longitud-peso y proporción de sexo del marlín azul ( <i>Makaira nigricans</i> ) capturado incidentalmente por la flota palangrera mexicana en el golfo de México	Ramírez- López K. and Gutiérrez-Benítez O.
SCRS/2018/090	Catch estimates and size compositions of blue marlin for the Taiwanese tuna longline fishery in the Atlantic Ocean	Su N.-J. and Lu Y.-S.
SCRS/2018/091	Stock assessment of Atlantic blue marlin ( <i>Makaira nigricans</i> ) using a Bayesian state-space surplus production model JABBA	Mourato B.L., Winker H., Carvalho F. and Ortiz M.
SCRS/2018/092	Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: an application to Atlantic blue marlin ( <i>Makaira nigricans</i> )	Winker H., Carvalho F., Sow F.N. and Ortiz M.
SCRS/2018/097	Current status of the blue marlin ( <i>Makaira nigricans</i> ) stock in the Atlantic Ocean 2018: Pre-decisional stock assessment model	Schirripa M.

SCRS/P/2018/037	Short-term contract Comprehensive study of strategic investments related to artisanal fisheries data collection in iccat fisheries of the Caribbean/Central American region - Mid-term report	Arocha F.
SCRS/P/2018/038	Perspectives on estimates of blue marlin growth	Goodyear P.
SCRS/P/2018/039	The Caribbean Billfish Project Summary of achievements and developing plans	Bealey R.
SCRS/P/2018/040	Current status of the blue marlin ( <i>Makaira nigricans</i> ) stock in the Atlantic Ocean 2018: Pre-decisional stock assessment model	Schirripa M.
SCRS/P/2018/041	Stock production models using ASPIC for blue marlin in the Atlantic Ocean from 1959-2016	Forrestal F.C. and Schirripa M.J.
SCRS/P/2018/042	JABBA Atlantic Blue Marlin Assessment: Robustness runs and retrospectives analysis	Winker H., Mourato B., Carvalho F. and Ortiz M.

### SCRS Document and Presentations Abstracts as provided by the authors

*SCRS/2018/089* - Se analiza la captura y algunos aspectos biológicos del marlín azul (*Makaira nigricans*). Los análisis para la captura se hicieron mediante el método Singulas Spectrum Analysis (SSA), para las distribuciones de la Longitud Mandíbula Inferior a la Furca (LMIF) se utilizaron los estimadores de densidad por Kernel, asimismo se exploró la relación longitud-peso y la proporción de sexos. Se identificó la tendencia y un componente armónico, los cuales explican el 93.724% de la variabilidad de la captura. Se identificaron de 4-5 modas para machos y 3-4 modas para hembras. La proporción de sexo mostró predominancia de machos.

*SCRS/2018/090* – Blue marlin (*Makaira nigricans*) are highly migratory pelagic species in the three oceans. Catches from the Taiwanese tuna longline fishery in the Atlantic Ocean vary dramatically in the early period (late 1960s and early 1970s) and the 1990s. Annual catches for certain year increased to more than 1,000 t but dropped substantially after the peak occurred. Size data (eye fork length, EFL) of blue marlin were collected and analyzed by year based on information from logbooks, with the sample sizes ranging from 276 to 674. The mean lengths for each year remain stable from 200.1 to 213.9 cm EFL during the period between 2012 and 2016.

*SCRS/2018/091* – Bayesian State-Space Surplus Production Models were fitted to Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) catch and CPUE data using the open-source stock assessment tool JABBA. The first three scenarios (S1-S3) were based on alternative hypotheses about the stock's productivity and fitted to 12 individual CPUE series, while the fourth scenario (S4) was fitted using an averaged CPUE index based on the same specifications as for S1. The results for the four alternative scenarios estimated MSY between 3158 tons and 3265 tons. Stock status trajectories showed a typical anti-clockwise pattern, moving from initially underexploited through a period of unsustainable fishing, leading to a > 95% probability of stock biomass in 2016 being below levels that can produce MSY when inferred from combined posteriors for S1-S3. The 2016 harvest rate estimates were close to or exceeding the sustainable exploitation levels that would be required to achieve rebuilding to biomass levels at MSY in the short- to medium term, albeit associated with high uncertainty. Despite a number of CPUE indices indicating relatively poor fits, considering all CPUEs in the assessment appears to be an objective option that would enable to produce reasonable model diagnostics and plausible stock status estimates. Options for possible alternative scenarios are discussed.

*SCRS/2018/092* – Age-structured models (ASMs; e.g. ss3) and surplus production models (SPMS; e.g. ASPIC, JABBA) are increasingly run in parallel during stock assessments conducted by tuna Regional Management Organizations (trFOMs). Yet, the choice of parameterization for the two different model types may not always be compatible, which can violate the validity model comparison and consequently inferences about the stock status. Here, we propose an approach for unifying the model parameterization between ASMs and SPMS. Central to this approach is the application of an age-structured equilibrium model (ASEM) to translate a set of typical ASM input parameters into the intrinsic rate of population increase  $r$  and the shape parameter  $m$  of the Pella-Tomlison SPM. We apply this approach using the age- and sex-specific stock parameters for Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) and specifically explore the effects of the key input parameters natural mortality  $M$  and the steepness  $h$  of the spawning recruitment relationship on the SPM parameters  $r$  and  $m$ . We demonstrate that the functional form of a 16-parameter yield curve for an age- and sex-structured stock (i.e. ss3-type) can be closely approximated by the 2-parameter Pella surplus production curve. Based on the three steepness  $h$  scenarios ( $h = 0.4$ ,  $h = 0.5$  and  $h = 0.6$ ) put forward for the 2018 ICCAT blue marlin assessment and admitting reasonable uncertainty about  $M$ , we propose three sets steepness-specific priors for  $r$  and  $m$  input values for consideration in SPM assessments scenarios for Atlantic blue marlin.

*SCRS/2018/097* – this document describes the pre-decisional base case model configured to estimate the status of the blue marlin (*Makaira nigricans*) stock for the June 2018 stock assessment meeting. The model configuration is based on the 2011 model used to provide management advice. Uncertainties specifically accounted for were growth, length at 50% maturity, stock-recruitment steepness, natural mortality and conflicting CPUE trends. Uncertainties not accounted for where, inter alia, seasonal and/or aerial differences in life history traits and illegal, unreported and unregulated (IUU) landings. Several assumptions were investigated via different model configurations, namely three steepness values (0.40, 0.50 and 0.60) and three natural mortality values (0.10, 0.122 and 0.139). Uncertainty distributions around all nine combinations the terminal year estimates of  $B/B_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$  were constructed using the means and standard deviations and assuming bivariate normal distributions. When considering all combinations simultaneously, 81 percent of the points were in the red zone of the KOBE matrix (both overfished and overfishing) 18 percent in the yellow, and 1 percent in the green (neither overfishing nor overfished).

*SCRS/P/2018/037* – No summary provided by author.

*SCRS/P/2018/038* – No summary provided by author.

*SCRS/P/2018/039* – provided a project update on behalf of the project executing Western Central Atlantic Fisheries Commission (WECAFC). This project is achieving its objective of developing business plans for one or more long-term pilot projects aimed at sustainable management and conservation of billfish within the Western Central Atlantic Ocean. Completed studies have provided holistic assessments of various billfish sustainability issues in the region, while various project actions have improved the regional capacity to more sustainably manage harvests from the stocks of blue marlin and other regionally shared stocks. Project completion is expected by the end of 2018 and further cooperation between ICCAT and the WECAFC, to collectively address relevant fishery issues, was actively encouraged.

*SCRS/P/2018/040* – No summary provided by author.

*SCRS/P/2018/041* – Indices of abundance presented at the 2018 blue marlin data preparatory meeting were to update stock production models (ASPIC) developed for the 2011 blue marlin assessment. A continuity run was conducted using updated CPUE indices that were available in 2011 and 2018 under the “low production” assumptions of a set  $K$  of 100,000. Additional model runs were conducted with all the available CPUEs and all the model parameters estimated.

*SCRS/P/2018/042* – No summary provided by authors.

**Bayesian Surplus production model (BSPM):  
Just Another Bayesian Biomass Assessment (JABBA) - model formulation**

Blue marlin BSPM assessment was implemented using the Bayesian state-space surplus production model framework JABBA, version v1.1 (Winker *et al.* 2018). The JABBA software includes options for: (1) automatic fitting of multiple CPUE time series and associated standard errors; (2) estimating or fixing the process variance, (3) optional estimation of additional observation variance for individual or grouped CPUE time series, and (4) specifying a Fox, Schaefer or Pella-Tomlinson production function by setting the inflection point  $B_{MSY}/K$  and converting this ratio into shape a parameter  $m$ . A full JABBA model description, including formulation and state-space implementation, prior specification options and diagnostic tools is available in Winker *et al.* 2018.

For  $K$ , it was assumed a vaguely informative lognormal prior with a mean 50,000 metric tons and CV of 200%. Initial depletion lognormal prior ( $\phi = B_{1959}/K$ ) was set with mean = 1 and CV of 25%. All catchability parameters were formulated as uniform priors, while the observation variance was implemented by assuming inverse-gamma prior. Initial trials indicated that estimating the process error (sigma) resulted in large variance estimates that would result implausible large variations in annual stock biomass. Instead, the process error was therefore fixed at 0.07 (see Ono *et al.*, 2012 for details). JABBA is implemented in R (R Development Core Team, <https://www.r-project.org/>) with JAGS interface (Plummer, 2003) to estimate the Bayesian posterior distributions of all quantities of interest by means of a Markov Chains Monte Carlo (MCMC) simulation. In the preliminary run, two MCMC chains were used. The model was run for 30,000 iterations, sampled with a burn-in period of 5,000 for each chain. Basic diagnostics of model convergence included visualization of the MCMC chains throughout trace-plots.

To evaluate CPUE fits, the model predicted CPUE indices were compared to the observed CPUE. JABBA residual plots were also examined, and the randomness of model residuals was evaluated by means of the Root-Mean-Squared-Error (RMSE). To provide additional model performance diagnostics, we focused on the relative influence of individual CPUE series on the stock status estimates for scenario S1 by removing one CPUE series at a time and predicting the stock status in the form of  $B/B_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$  trajectories.

## References

- Ono, K., Punt, A.E., and Rivot, E. 2012. Model performance analysis for Bayesian biomass dynamics models using bias, precision and reliability metrics. *Fish. Res.* 125: 173–183.
- Plummer, M., 2003. JAGS: a program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. In: 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing (DSC 2003). Vienna, Austria.
- Winker, H.; Carvalho, F. and Kapur, M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. *Fish. Res.* 204: 275–288.

## Billfish Check Sheet

(Name of CPC) \_\_\_\_\_

Note: Each ICCAT requirement must be implemented in a legally binding manner. Just requesting fishermen to implement measures should not be regarded as implementation.

Rec. #	Para #	Requirement	Status of implementation	<i>Relevant domestic laws, regulations or industry/public initiatives in support of recommendation (e.g. best practice codes, monitoring programs) (as applicable). Include text, references, or links to where this information is codified.</i>	Notes/explanations
15-05	1	<p>Landings limits – <i>Blue marlin landings limits.</i> Para. 1 establishes CPC-specific landing limits for certain CPCs and a generally applicable landing limit for all other CPCs.</p> <p>Were your CPC’s total landings (from all fisheries, including commercial, recreational, sport, artisanal, subsistence) for blue marlin within the applicable limit in paragraph 1 or (or in the case of CPCs with a specific landings limit, within that CPC’s adjusted landings limit on the relevant marlin compliance table)?</p>	Yes or No		If No, please indicate total landings and explain steps being taken to ensure landings do not exceed the ICCAT limit or adjusted limit applicable to the CPC. (N/A is not a permissible response.)
15-05	1	<p><i>White marlin/spearfish combined landings limits.</i> Para. 1 establishes CPC-</p>	Yes or No		If No, please indicate total landings and

		<p>specific landings limits for certain CPCs and a generally applicable landing limit for all other CPCs.</p> <p>Were your CPC's total landings (from all fisheries, including commercial, recreational, sport, artisanal, subsistence) for white marlin/spearfish (combined) within the applicable limit in paragraph 1 or (or in the case of CPCs with a specific landings limit, within that CPC's adjusted landings limit on the relevant marlin compliance table)?</p>			<p>explain steps being taken to ensure landings do not exceed the ICCAT limit or adjusted limit applicable to the CPC. (N/A is not a permissible response.)</p>
15-05	2	<p>"To the extent possible, as the CPC approaches its landings limits, such CPC shall take appropriate measures to ensure that all blue marlin and white marlin/spearfish that are alive by the time of boarding are released in a manner that maximizes their survival."</p>	Yes or No or N/A (Not applicable)		<p>If "No" or "N/A", explain the reason.</p> <p>If "No", please explain any steps your CPC plans to implement this requirement.</p> <p>(N/A is only a permissible response if your CPC did not approach its landings limit, which includes CPCs without a specific landings limit and therefore subject to the generally applicable limit in para. 1.)</p>
15-05	2	<p>15-05 provides: "For CPCs that prohibit dead discards, the landings of blue marlin and white marlin/spearfish that are dead when brought alongside the vessel and that are not sold or entered into commerce shall not count against the limits established in paragraph 1, on the condition that such prohibition be clearly explained."</p> <p>Does your CPC prohibit dead discard of blue marlin and white marlin/spearfish?</p>	Yes or No		<p>If "Yes", please also explain your dead discard prohibition and rules concerning sale/entry into commerce here. (N/A is not a permissible response.)</p>
15-05	4	<p>"CPCs shall work to minimize the post-release mortality of marlins/spearfish"</p>	Yes or No		<p>If "No", please explain the reason. If Yes, please explain how.</p>



					<p>Include any information on best practices for handling bycatch of marlins if those have been adopted. (N/A is not a permissible response.)</p>
15-05	5-7	Does the CPC have recreational fisheries that interact with blue marlin or white marlin/spearfish?	Yes or No		(N/A is not a permissible response.)
15-05	5	<p>“CPCs with recreational fisheries shall maintain 5% scientific observer coverage of blue marlin and white marlin/spearfish tournament landings”</p> <p>Does your CPC meet the 5% requirement?</p>	Yes or No or N/A (Not applicable)		<p>If "No" or "N/A", explain the reason.</p> <p>If “No”, please also explain any steps your CPC plans to implement this requirement.</p> <p>(“N/A” only a permissible response if your CPC has confirmed in this check sheet that it does not have any recreational fisheries that interact with blue marlin or white marlin/spearfish.)</p>
15-05	6	<p>“CPCs with recreational fisheries shall adopt domestic regulations that establish minimum sizes in their recreational fisheries that meet or exceed the following lengths: 251 cm LJFL for blue marlin and 168 cm LJFL for white marlin/spearfish, or comparable limits by weight.</p> <p>Has your CPC adopted minimum size requirements consistent with these?</p>	Yes or No or N/A (Not applicable)		<p>If “Yes”, please indicate what minimum size your CPC has set for each species, including if your CPC implements through a comparable weight limit.</p> <p>If "No" or "N/A", explain the reason.</p> <p>If “No”, please also explain any steps your CPC plans to implement this requirement.</p> <p>(“N/A” is only a permissible response if your CPC has confirmed</p>

					in this check sheet that it does not have any recreational fisheries that interact with blue marlin or white marlin/spearfish.)
15-05	7	<p>“CPCs shall prohibit the sale, or offering for sale, of any part or whole carcass of blue marlin or white marlin/spearfish caught in recreational fisheries.”</p> <p>Has your CPC implemented this no sale provision?</p>	Yes or No or N/A (Not applicable)		<p>If "No" or "N/A", please explain the reason.</p> <p>If “No”, please also explain any steps your CPC plans to implement this requirement.</p> <p>(“N/A” may only be used if the CPC has confirmed in this check sheet that it does not have any recreational fisheries that interact with blue marlin or white marlin/spearfish.)</p>
15-05	8	<p>“CPCs shall inform the Commission of steps taken to implement the provisions of this Recommendation through domestic law or regulations, including monitoring, control and surveillance measures.”</p> <p>Does your CPC provide this information to ICCAT?</p>	Yes or No		<p>If “Yes”, please provide here information on implementation (including monitoring, control, and surveillance measures) not otherwise covered elsewhere on this check sheet.</p> <p>If "No", please explain the reason, and any steps your CPC plans to implement this requirement.</p>
15-05	9	Does your CPC have non-industrial fisheries that interact with blue marlin or white marlin/sailfish?	Yes or No		“N/A” is not a permissible response.
15-05	9	“CPCs with non-industrial fisheries shall provide information about their data collection programs.”	Yes or No or N/A (Not applicable)		<p>If “Yes”, please briefly describe the data collection program.</p> <p>If "No" or "N/A", explain the reason.</p> <p>If “No”, please also</p>

					<p>explain any steps your CPC plans to implement this requirement.</p> <p>("N/A" may only be used if the CPC has confirmed in this check sheet that it does not have any non-industrial fisheries that interact with blue marlin or white marlin/spearfish.)</p>
	10	<p>"CPCs shall provide their estimates of live and dead discards, and all available data including observer data on landings and discards for blue marlin, white marlin/spearfish, annually by July 31 as part of their Task I and II data submission to support the stock assessment process."</p> <p>Has your CPC provided this data by the deadline?</p>	Yes or No		<p>If "No", please explain the reason and any steps your CPC plans to implement this requirement.</p>
16-11	1	<p>"Contracting Parties and Cooperating non-Contracting Parties, Entities or Fishing Entities (CPCs) whose vessels catch Atlantic sailfish (<i>Istiophorus albicans</i>) in the Convention Area shall ensure that management measures are in place to support the conservation of this species in line with ICCAT's Convention objective by undertaking the following: ....</p> <p>(b) To prevent catches from exceeding this level for either stock of sailfish, CPCs shall take or maintain appropriate measures to limit sailfish mortality. Such measures could include, for example: releasing live sailfish, encouraging or requiring the use of circle hooks or other effective gear modifications, implementing a minimum size, and/or limiting days at sea."</p>	Yes or No		<p>If Yes, please explain management measures taken or maintained to implement this requirement.</p> <p>If "No", explain the reason, and any steps your CPC plans to implement this requirement.</p> <p>("N/A" is not a permissible response.)</p>

16-11	2	<p>“CPCs shall enhance their efforts to collect data on catches of sailfish, including live and dead discards, and report these data annually as part of their Task I and II data submission to support the stock assessment process.”</p> <p>Has your CPC enhanced its data collection efforts as required?</p>	Yes or No		<p>If yes, please explain actions taken.</p> <p>If "No", please explain the reason [and any implementation steps your CPC plans to take].</p> <p>("N/A" is not a permissible response.)</p>
16-11	3	<p>CPCs shall describe their data collection programmes and steps taken to implement this Recommendation</p> <p>Has your CPC described its data collection programmes?</p>	Yes or No		<p>If "Yes", please provide the information here, or if the information has been reported to ICCAT through means other than this check sheet, please indicate where.</p> <p>If "No" the reason, and any implementation steps the CPC plans to take.</p> <p>("N/A" is not a permissible response.)</p>

Notes: