

REPORT OF THE ICCAT 2024 ATLANTIC BLUE MARLIN STOCK ASSESSMENT MEETING

(hybrid, Madrid, Spain, 17-21 June 2024)

SUMMARY

The Atlantic Blue Marlin Stock Assessment meeting took place at the ICCAT Secretariat from 17-21 June 2024. Two alternative age-structured (stock synthesis) and Bayesian surplus production (JABBA) platform models were applied to the total catch data (1956-2022) and eleven abundance indices. Steepness was identified as the main axis of uncertainty with four scenarios. The Group decided to combine equally the results from the grid and model platforms to provide management advice. Assessment results indicated that the stock is currently overfished but not subject to overfishing, although there is still large uncertainty on the results. Additionally, the Group was updated on the Enhanced Programme for Billfish Research and reviewed the workplan and research needs for all billfish species

RÉSUMÉ

La réunion d'évaluation du stock de makaire bleu de l'Atlantique a été tenue au Secrétariat de l'ICCAT du 17 au 21 juin 2024. Deux plateformes de modélisation alternatives, structurée par âge (Stock Synthesis) et de production excédentaire bayésien (JABBA), ont été appliquées aux données de captures totales (1956-2022) et à onze indices d'abondance. La pente a été identifiée comme le principal axe d'incertitude avec quatre scénarios. Le Groupe a décidé de combiner de la même manière les résultats de la grille et des plateformes de modélisation pour soumettre l'avis de gestion. Les résultats de l'évaluation indiquaient que le stock n'est actuellement pas surexploité mais ne fait pas l'objet de surpêche, même si de grandes incertitudes demeurent dans les résultats. En outre, le Groupe a été tenu à jour sur le Programme de recherche intensive sur les istiophoridés et il a examiné le plan de travail et les besoins en matière de recherche pour l'ensemble des espèces d'istiophoridés.

RESUMEN

La reunión de evaluación del stock de aguja azul del Atlántico tuvo lugar en la Secretaría de ICCAT del 17 al 21 de junio de 2024. Se aplicaron dos plataformas de modelos alternativos, un modelo estructurado por edad (Stock Synthesis) y un modelo bayesiano de producción excedente (JABBA) a los datos de capturas totales (1956-2022) y a 11 índices de abundancia. La inclinación se identificó como el principal eje de incertidumbre con cuatro escenarios. El Grupo decidió combinar por igual los resultados de las plataformas de modelo y la matriz para ofrecer asesoramiento en materia de ordenación. Los resultados de la evaluación indicaron que el stock está actualmente sobrepescado pero que no es objeto de sobrepesca, aunque sigue existiendo una gran incertidumbre sobre los resultados. Además, el Grupo recibió información actualizada del Programa de investigación intensiva sobre marlines y revisó el plan de trabajo y las necesidades de investigación para todas las especies de istiofóridos.

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements

The hybrid meeting was held in person at the ICCAT Secretariat in Madrid, Spain, and online, from 17 to 21 June 2024. Ms. Fambaye Ngom Sow (Senegal), the Species Group (“the Group”) rapporteur and meeting Chair, opened the meeting and welcomed participants. Mr. Camille Manel, ICCAT Executive Secretary, welcomed the participants and wished them success in their meeting.

The Chair proceeded to review the Agenda which was adopted with some changes (**Appendix 1**). The List of Participants is included in **Appendix 2**. The List of papers and presentations presented at the meeting is attached as **Appendix 3**. The abstracts of all SCRS documents and presentations presented at the meeting are included in **Appendix 4**. The following participants served as rapporteurs:

<i>Sections</i>	<i>Rapporteur</i>
Items 1 and 11	M. Ortiz and A. Kimoto
Item 2	C. Mayor, M. Ortiz, J. Garcia
Item 3	C. Fernandez, B. Mourato, E. Kikuchi, K. Ba
Item 4	C. Fernandez, B. Mourato, E. Kikuchi
Item 5	E. Kikuchi, M. Narvaez, M. Ortiz, A. Kimoto
Item 6	A. Kimoto, M. Ortiz
Item 7	C. Brown, F. Sow, D. Die
Item 8	F. Sow, D. Angueko, M. Ortiz
Item 9	F. Sow, K. Ramirez, D. Die
Item 10	M. N. Santos, F. Sow

2. Summary of input data for stock assessment

Inputs and model settings for the Atlantic blue marlin stock assessment were amply discussed and agreed upon during the Blue Marlin Data Preparatory Meeting (Anon., 2024a). Following the Group’s intersessional workplan, the Secretariat and the modelers’ team provided all the inputs for the different model platforms including catch series, size frequency data, fleet structure, indices of abundance, and age at size data. Complete details of the Group’s decisions and recommendations are provided in the Report of the Data Preparatory Meeting (Anon., 2024a).

This section summarizes any updates or changes on data inputs that were reported and departed from the Group’s intersessional workplan and recommendations.

2.1 Biology

Document SCRS/2024/108 presented a summary of the informal meeting held by the blue marlin stock assessment modeling team to share their progress and discuss especially the treatment of growth models. The recommendations made on the growth models differed from the decisions at the Blue Marlin Data Preparatory meeting.

Following the workplan agreed during the Blue Marlin Data Preparatory Meeting (Anon., 2024a), the modeling team evaluated the two alternative data inputs of age at size (spine or otolith data) and estimated within the Stock Synthesis the growth model of Atlantic blue marlin. Initial results found that the Stock Synthesis model estimating a growth curve internally with the spine-based age at size data (Hoolihan *et al.*, 2019) resulted in a completely different growth pattern and overall population dynamics compared to the otolith-based growth curve. Results indicated huge initial biomass with low productivity and stock with large uncertainty that has never been overexploited or subject to overfishing.

Similar results were obtained with the surplus production model (SPM) JABBA runs where the priors for r were estimated using the growth parameters estimated within Stock Synthesis. The modelers concluded that the two data sources of Atlantic blue marlin growth were not compatible, and it was not possible to follow the suggestions to apply spine data to estimate the growth curve inside of the model as proposed during the Data Preparatory meeting.

The Group discussed that age estimated for a given fish size using spines results in consistently higher estimates of age for a same-size fish compared to the otolith-based age estimates (**Figure 1**), where the differences are noticeably greater for females. It was indicated that age readings from spines are highly affected by the reabsorption and vascularization of the spine, and there is a need for further age validation to resolve these apparent discrepancies in age readings. It was further suggested that alternative aging techniques including epigenetic aging be explored for blue marlin before alternative growth models are considered for the next evaluation.

The Group accepted the recommendations by the modeling team that the Stock Synthesis models use only the otolith-based data (age at size input) in conjunction with the [2018 Stock Assessment](#) growth model of Goodyear *et al.* (2002) as expected mean size at age input. It was reminded that the Group was made aware of the differences in the size-at-age data from otolith versus spine datasets at the data preparatory meeting and recommended evaluating the age-at-size data separately rather than combining the information into a single model (Table 12, Anon., 2024a). It was noted that in the 2018 Stock Assessment, the input was the expected mean size at age from Goodyear *et al.* (2002) and the expected mean size at age from Shimose *et al.* (2015) from Pacific blue marlin.

For the 2024 assessment, it was recommended by the modeler's team to use in the case of Stock Synthesis the expected mean size at age from Goodyear *et al.*, 2002 and include the additional otolith age at size observations (Krusic *et al.* 2024) from the Atlantic blue marlin. For the SPM JABBA in the estimation of the r prior for the final models, the growth parameters used were those estimated from the otolith samples (Krusic *et al.*, 2024) only. A summary of the biological input parameters considered in the assessment models is shown in **Table 1**.

However, the Group considered that it is important to include in the report the results of the initial runs with the spine-based growth model as a sensitivity run in this report because it was requested at the Data Preparatory meeting (**Figure 2**).

2.2 Catches

The Secretariat presented the Group with an updated dataset containing the most current information on Task 1 and Task 2 for blue marlin (BUM, *Makaira nigricans*). This dataset included the SCRS catalogues for all billfishes, nominal catches of blue marlin (landings and dead discards), live discards, a catch and effort catalogue, data series on size sampling and catch-at-size data, catch distribution estimates (CatDIS), and tagging information. All these files were posted in the nextCloud folder created for this meeting.

Regarding the Task 1 and Task 2 datasets, the Secretariat reported that no additional information had been received since the 2024 Data Preparatory meeting. Therefore, all input files prepared and adopted intersessionally after the Data Preparatory meeting remain unchanged. The total blue marlin nominal catches for the entire Atlantic (single stock) by fleet and year are presented in **Table 2**.

Concerning the tagging data, the Secretariat informed the group that a significant review of the data is underway. Specifically, the collaboration between USA scientists and the ICCAT Secretariat was mentioned, aiming to clarify and improve the existing information.

2.3 Size

The Secretariat informed the Group that no new size information was submitted after the blue marlin data preparatory meeting. Therefore, the input size frequency file provided to the modeler's teams represents the latest size information available for blue marlin.

2.4 Indices of abundance

The Secretariat informed the Group that no new or updates of indices of abundance were submitted after the blue marlin data preparatory meeting.

2.5 Fleet structure

During the 2024 Blue Marlin Data Preparatory Meeting, the Group agreed to use the 2018 Fleet structure for disaggregating catch and size frequency input data, which was provided to the modeler's team.

3. Methods and Model Settings

3.1 Stock Synthesis

Document SCRS/2024/107 was presented, providing a description of the explorations conducted with Stock Synthesis (SS3) after the Blue Marlin Data Preparatory meeting held in March 2024.

As in the 2018 Stock Assessment, the SS3 model was configured with 2 sexes (females and males), so that differences in biological parameters between sexes could be taken into account. All catch-per-unit effort (CPUE) and length composition data were for combined sexes.

The explorations for this year's assessment started reviewing the final SS3 configuration of the 2018 Stock Assessment, which was updated using catch until the year 2022 and with modifications applied in several steps:

1. CPUE series were updated;
2. CPUE series were updated (Step 1) and length composition data were also updated;
3. CPUE series and length data as in Step 2 and fitting growth to new otolith data (Krusic *et al.*, 2024);
4. CPUE series and length data as in Step 2, and fitting growth to spines data (Hoolihan *et al.*, 2019).

Figure 3 shows the 2018 stock assessment and the results of these four initial exploratory runs. As already noted, the growth estimated from the spine data was rather different from that estimated from the other sources of growth data and resulted in unrealistic stock trajectories. The Group agreed to estimate sex-specific growth curves within the SS3 model based on the age-at-length otolith data and the Goodyear growth model (used as “data” on mean size-at-age in SS3). A Richards growth model was estimated, as it is more flexible than a Von-Bertalanffy model and was considered better suited to fit an extremely rapid growth in the first one to two years with a significant slowing thereafter. The modeler, however, explained that the model estimated was very close to a Von-Bertalanffy model.

Sensitivity to catch assumptions using the four scenarios (i.e. base catch series, and 3 alternative scenarios of live discards mortality) agreed upon at the Data Preparatory meeting was examined (**Table 3**). The different catch scenarios made no difference to the estimated SSB trajectories, except for the fourth scenario (the one that included discards from the recreational fleet separately, modelling those discards and their mortality separately in SS3) which led to some differences, although the trends over time were similar (**Figure 4**). This fourth scenario implicitly assumed that the USA recreational data represented the entire Atlantic recreational fleet, which may be unrealistic. The Group agreed to consider the Catch scenario 1, where landings plus reported dead discards are treated as the total catch in the stock assessment, as the baseline one, as agreed at the Blue Marlin Data Preparatory meeting (where it was identified as the one to be used for management advice), and to conduct all future SS3 runs based on it.

The fleets' selectivities (for the five fishing fleets agreed at the Blue Marlin Data Preparatory meeting) were assumed to be the same for both sexes. They were either assumed to be asymptotic (longline fleet and recreational fleet) or had selectivity at the largest length estimated within the SS3 model (for the artisanal fleet). The selectivities of the other two fleets (“others” and “mFAD”) were taken to be equal to that of the artisanal fleet. As in the 2018 stock assessment, a time-varying retention curve was included for the recreational fleet to accommodate changes in regulations (minimum legal size).

The 11 CPUE series agreed at the Blue marlin Data Preparatory meeting were used in the model runs. The catchability of the early Japanese and early Chinese Taipei CPUE series was allowed to be time-varying (until 1979), using the $YFT/(YFT+BET)$ yearly ratios in those fleets as a potential covariate, as had already been done in previous SS3 assessments for this stock in the case of the early Japanese CPUE series.

Initial model runs (with the 11 CPUE series) were conducted, using as CVs the reported annual values for each CPUE series, except for those series where the minimum reported CV value was less than 0.3. In the latter case, the CVs of the series were increased by a constant to all values so that the minimum CV value was 0.3 while maintaining the same reported trend on the CVs over the time series. These initial runs showed retrospective patterns, suggesting conflicts in data. To reduce the retrospective pattern, added variance parameters for the CPUE series were included and estimated within SS3, and this model configuration became the new baseline.

Initially, detailed diagnostics were presented for the run with fixed natural mortality $M=0.148$, on both males and females and fixed steepness $h=0.5$ (see Section 4.a).

Following the agreed settings at the Blue Marlin Data Preparatory meeting, eight alternative scenarios were examined during the meeting, consisting of combinations of two values of natural mortality of females (either fixed $M = 0.148$ or M estimated within stock synthesis) and four alternatives for steepness (fixed values of $h = 0.4, 0.5, 0.7$, and h estimated within stock synthesis). As in the 2018 assessment, M was fixed at 0.148 for males. It was subsequently realized that the runs with M estimated had used a very wide prior on M (so that M was in effect being freely estimated), whereas at the Blue Marlin Data Preparatory meeting, it had been agreed to use a prior on M with mean=0.148 and standard deviation=0.018. Consequently, the runs with estimated M were conducted again using the latter prior on M (i.e. mean=0.148, std=0.018). The results of these explorations are shown in **Figure 5** and **Table 4**.

The Group then had a lengthy discussion on whether estimating M and/or h (steepness) in stock synthesis resulted in reliable estimates of these parameters. Generally, the estimates obtained for female M were considered low (around 0.095 to 0.117 depending on the run) compared to the $M=0.148$ used for the males. The results from the conducted 12 runs (**Table 4**) also indicated a strong negative correlation between the estimates of M and h and the Group concluded that there was not sufficient information in the stock assessment data to estimate these parameters.

The Group also discussed whether it would be more appropriate to present (for stock status and management advice) a single stock assessment model, based on a “best” model configuration, or a grid of models reflecting the main structural uncertainties that could not be resolved from the stock assessment data. Major sources of uncertainty identified at the Blue marlin Data Preparatory Meeting were growth and steepness. On growth, the Group had earlier made the decision not to use the spine data in this year’s assessment, but steepness remained a main source of uncertainty.

Based on these discussions, the Group concluded that, for this year’s assessment, the most appropriate option would be to consider a fixed value of $M=0.148$ for both males and females and to treat steepness as the main source of structural uncertainty, applying a grid approach with four fixed values of h (0.4, 0.5, 0.6 and 0.7).

The diagnostics for all 4 final grid configurations are shown in Section 4.a.

3.2 Surplus Production Model JABBA

The most recent version of the JABBA (v2.3.0) Bayesian surplus production model was applied to the time series of catches and indices to assess the Atlantic blue marlin stock until 2022. Document SCRS/2024/106 presented all priors settings, results, and model formulation of the preliminary JABBA models.

Based on the preliminary JABBA model results presented, the Group noted substantial differences between the trajectories estimated by the updated model compared to the trajectories of the 2018 assessment that used an earlier version of JABBA (v1.1). Hence, the Group requested a set of sensitivity analyses to evaluate whether the differences between the 2018 and 2024 JABBA assessments were caused by the different software model versions, model settings, or by the new data and/or changes in historical data.

The Group discussed the results and concluded that differences in priors, model settings, and the CPUEs used were the major factors accounting for the different trends of biomass and fishing mortality between the 2018 and 2024 assessments (**Figure 6**). In addition to the different assumptions of B_{MSY}/K , priors of K and r , and the CPUEs used, the 2018 assessment assumed a fixed process error deviation, no error on the catch data input, and a log-normal distribution for the psi prior. In contrast, the 2024 assessment estimated annual process error deviations, assumed a CV of 0.01 for the catch data and used a beta distribution for the psi prior. The sensitivity analyses also indicated that the exclusion of the Brazil recreational index (BR_rec) and the inclusion of Japan (JPN_LL_late) and Chinese-Taipei (CTP_LL_late) late longline series of relative abundance in the 2024 assessment also contributed to the substantial changes in the trends of the trajectories since the mid-2000s. Therefore, the Group concluded that given the series of changes between the JABBA 2018 and 2024 assessments, it was not unexpected to see differences in the estimated trends of biomass and fishing mortality.

The Group also discussed the issues concerning the potential changes in the catchability of blue marlin from the Japanese and Chinese Taipei longline fleets in the initial years of each respective fishery, indicating that this is likely related to changes in the target species of these fleets. Both fleets initially caught yellowfin tuna and then modified their fishing operations towards bigeye tuna as the main target species. In the SS3 model (SCRS/2024/107), a flag-specific ratio vectors were used “as data” to modulate the catchability of these two fleets by estimating a parameter to report the relationship between the catchability and the ratio. Since within the JABBA

model, it is not possible to include a time-varying catchability parameter, the Group requested during the Blue Marlin Data Preparatory meeting sensitivity analyses to account for potential changes in catchability for the CPUE series of JPN_LL_early and CTP_early outside the model. For this, two alternative scenarios were developed, the first considering a “correction factor” of the CPUEs by using a ratio of the yellowfin and bigeye tuna annual catches for each fleet, and a second scenario using the estimates of catchability (“ q ”) from the SS3 model for these indices as the “correction factor” (Table 5). The Group recommended using the square root for the catch ratio correction factor as is not expected a strict linear relationship between catchability and the catch ratios.

The results of this sensitivity run compared to the JABBA proposed base model are shown in Figure 7. The Group noted that if changes in catchability are not fully accounted for in the standardization of the CPUE series they can change the overall estimates of the blue marlin stock productivity, initial biomass, relative stock trends as well as the current stock status. Despite the changes that this analysis indicated, the Group decided not to include these catchability “corrections” to the indices for the JABBA models as part of the changes in targeting and catchability may have already been included (e.g. by using hooks per basket, depth of set, or target factors) in the standardization of the CPUE series. The Group, however, did recommend that national scientists who are familiar with these fisheries review and attempt to account for potential changes in the catchability for these early-time CPUE series for future assessment evaluations.

For this assessment, the total catch of Atlantic blue marlin spanning the period 1956-2022 included 11 standardized CPUE series from Japan (historical and current longline), Chinese Taipei (longline with three split series), USA (longline), Venezuela (longline, gillnet, and rod & reel), Brazil (longline) and Ghana (gillnet), as follows:

- Japanese historical longline: 1959 - 1993
- Japanese longline: 1994 - 2022
- Chinese Taipei longline: 1968 - 1989
- Chinese Taipei longline: 1990 - 1997
- Chinese Taipei longline: 1998 - 2022
- USA pelagic longline: 1993 - 2022
- Venezuelan longline: 1991 - 2018
- Venezuelan artisanal drift-gillnet: 1991 - 2022
- Venezuelan rod and reel recreational: 1961 - 2001
- Brazilian longline: 1978 - 2005
- Ghanaian gillnet: 2000 - 2009

After the Group discussions on the preliminary 2024 runs from both the JABBA and Stock Synthesis platforms, it was agreed that the main source of uncertainty is associated with the assumptions of steepness in the models. In the case of the surplus production model (JABBA), the steepness parameter is associated with the estimation of the r (productivity) parameter. Therefore, the Group agreed to use a grid approach with a set of equally plausible values of steepness (h) of 0.4, 0.5, 0.6, and 0.7 for estimating the JABBA r priors. Based on that, the JABBA model considered four specifications of the Pella-Tomlinson model type with different sets of r priors and fixed input values of B_{MSY}/K (Table 6). The input r priors for these four scenarios were derived from age-structured model simulations (Winker *et al.*, 2020) using the growth parameters provided by Krusic-Golub *et al.* (2024), each steepness value of the grid proposed, and other life-history parameter described in Table 7.

Table 8 depicts the main settings and priors used in all JABBA scenarios for the 2024 assessment. For the unfisher equilibrium biomass K , it was used the default settings of the JABBA R package in the form of vaguely informative lognormal prior with a large CV of 100% and a central value that corresponds to eight times the maximum total catch and is consistent with other platforms such as Catch-MSY (Martell and Froese, 2013). Initial depletion was input as a “beta” prior ($\phi = B_{1956}/K$) with mean = 0.99 and CV of 1%. All catchability parameters were formulated as uninformative uniform priors, while additional observation variances were estimated for the indices by assuming inverse-gamma priors to enable model internal variance weighting. Instead, the process error of $\log(B_y)$ in year y was estimated “freely” by the model using an uninformative inverse-gamma distribution with both scaling parameters set at 0.001. The observation error for CPUE estimates was fixed at 0.05. All model runs used a random catch error uncertainty with a CV of 0.01.

4. Model diagnostics

4.1 Stock Synthesis

Detailed diagnostics were initially presented for the run with fixed $M=0.148$ and fixed $h=0.5$, so this section starts with a discussion of the diagnostics for that model configuration. Fits to the CPUE log(indices) were examined visually and considered acceptable (**Figure 8**). Fits to the length compositions of the fleets, aggregated over the years, were also reasonable (**Figure 9**). The estimated annual recruitment deviations did not show any significant trend over time, (**Figure 10**). Overall, the joint-index residual (**Figure 11**) plot indicated only a “fair” fit, with the root mean squared error (RMSE) equal to 52.6% for the CPUE data. A better fit was obtained to the mean lengths, which had an RMSE of 5.1%.

Runs tests (for independence of residuals over time) failed for 8 of the 11 CPUE series (**Figure 12, panel (b)**). The Group, however, considered that failures can occur for a variety of reasons and that a runs test should not be seen as a definite test of the quality or usefulness of input data for the stock assessment model.

A likelihood profile on R_0 showed some conflicts in the data, nevertheless, a minimum of the likelihood for R_0 could be found, indicating the ability of the model to estimate this parameter (**Figure 13, panel (b)**).

A retrospective analysis indicated some pattern of overestimation of SSB and underestimation of F , but the Mohn’s rho (ρ_M) values were within the limits considered acceptable (**Figure 14, panel (b)**). A “rule of thumb”, proposed by Hurtado-Ferro *et al.* (2015), suggests that values of ρ_M SSB outside -0.15 to 0.20 for long-lived species would indicate an undesirable retrospective pattern. Hindcast cross-validation results for CPUE observations were in general acceptable, with the exception of the Chinese Taipei index (**Figure 15, panel (b)**). A jitter analysis reached a stable solution (**Figure 16, panel (b)**).

Removing one CPUE series at a time (jackknife) did not change results (**Figure 17**). In order to understand what datasets had more impact on the results, in particular, on the SSB increase detected by the assessment in recent years, runs were conducted excluding groups of data at a time. Specifically, a run was performed including only CPUE data, another run with only length composition data, and another run with only growth data. The run with only length composition data resulted in the biggest SSB increase in recent years. Further runs including or excluding length composition data for different fleets indicated that the length data of the longline fleet had the most influence in the estimated recent increase in SSB. The Group discussed this finding, but found no particular explanation for it, as no remarkable change in the length composition data of this fleet was apparent (see e.g. Ortiz *et al.*, 2024, SCRS/2024/025, Figure 10).

The Group then examined diagnostics for the runs corresponding to the models agreed for the final grid, i.e. fixed $M=0.148$ and $h=0.4, 0.5, 0.6, 0.7$. The diagnostics for these 4 runs are shown in **Figures 12 through 16**. Although the retrospective and hindcast cross-validation diagnostics were better for the lower values of h in the grid, the Group considered all scenarios were acceptable to conform the 4-model final SS3 grid.

4.2 Surplus Production models

JABBA model diagnostics followed the Carvalho *et al.* (2021) guidelines and included examination of patterns within and among CPUE residuals via residual plots and run tests. Goodness-of-fit was evaluated using root mean squared error (RMSE). Model convergence was evaluated by visual evaluation of the Markov chain Monte Carlo (MCMC) trace plots. In the four scenarios described in section 3.b, MCMC trace plots indicated model convergence (**Figures 18 and 19**).

The models fit poorly each standardized CPUE indices, with RMSE estimates of about 51% in all cases (**Figure 20**). The CPUE residual plots showed some patterns indicating data conflicts caused by CPUE indices’ conflicting trends. These patterns and the CPUE data-conflicting situation have been already noted in the previous assessment of the blue marlin stock with high RMSE values (e.g. greater than 50%). Run tests conducted on the log-residuals indicated that the CPUE residuals may not be randomly distributed on seven out of the eleven indices when considering all scenarios. Run tests diagnostic fail for the Japan_LL_hist, Japan_LL, CTP_LL_early, CTP_LL_late, US_LL, VEN_GIL and VEN_Rec indices (**Figure 21 and 22**).

The process error deviates plots of each model in the grid indicated a random stochastic pattern along the time series with a central tendency (median) fluctuating around zero (**Figure 23**). The 95% Bayesian credibility intervals (CIs) always included zero in all scenarios, which can be considered statistical evidence of a non-significant trend.

The marginal posterior distributions, along with prior densities for the models, are shown in **Figures 24** and **25**. The posterior-to-prior median ratio (PPMR) for r was close to 1 in all scenarios, indicating that the posterior is heavily influenced by the prior. This was expected, given the low CVs that were estimated in the development of the priors. On the other hand, the resulting small posterior to prior variance ratio (PPVRs) observed for the K parameter indicated that the input data was informative about K , which was expected since the high CVs were applied in the development of these priors. The marginal posteriors for initial depletion ϕ (φ) parameter presented both a PPMR and PPVR close to 1, which suggests that this parameter was also largely informed by the priors.

Figures 26 and **27** present the retrospective analysis diagnostics, which showed minimal retrospective deviations from the full models. **Table 9** provides Mohn's ρ statistic computed for each grid model on the five-year retrospective evaluation period. The Mohn's ρ in all models fell within the acceptable range of -0.15 and 0.20 for all parameters (B_{MSY} , F_{MSY} , MSY , and (procB) process error), indicating a negligible retrospective pattern overall (Hurtado-Ferro *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2017). The hindcasting cross-validation test results indicated that the JPN_LL, US_LL, and VEN_GIL CPUE indices had mean absolute scaled error (MASE) scores around one or less in all scenarios, which suggested these indices have good prediction skills (**Figure 28** and **29**). On the contrary, the CTP_LL_late index presented values above 1.4 in all scenarios, which indicates a low to no predictivity skill.

5. Model Results

5.1 Stock Synthesis models

The Group agreed to express the uncertainty of the Stock synthesis assessment with 4 different levels of steepness values ($h = 0.4, 0.5, 0.6,$ and 0.7) from the grid model approach. Summaries of the estimates of benchmarks are presented in **Table 10**. The trends of spawning biomass, relative fishing mortality, recruits, and SSB/SSB_{MSY} were similar among the scenarios (**Figure 30**), although absolute biomass values differ among scenarios, with higher initial biomass (1956) at the low steepness.

The trajectories of SSB/SSB_{MSY} showed a decrease at the beginning of the time series until the middle of the 1980s with a short increase at the beginning of the 1990s, followed by a decreasing trend until 2015. Since the early 2000s, the relative biomass has remained below SSB_{MSY} until 2022, after 2015 the trend shifted and shows an increase in recent years in all scenarios. The F/F_{MSY} trajectory showed a sharp increase in the mid-1960s, followed by a decrease and oscillating trend until the 1990s when fishing mortality drastically increased well above F_{MSY} reaching a peak in the early 2000s, since then the trend changed and has been decreasing until 2022. By 2022 median fishing mortality of the stock synthesis scenarios was around F_{MSY} .

Kobe plot from the combined scenarios of the stock synthesis grid showed an anti-clockwise trend pattern with the stock status moving from underexploited through a period of unsustainable fishing to the overexploited phase since the middle 1990s (**Figure 31**). In 2022 three out of four scenarios, the biomass remained below SSB_{MSY}, with a fishing mortality rate remaining close to or above F_{MSY} levels. The stock status for 2022 in the stock synthesis grid showed a 15% posterior probability of being both subject to overfishing and overfished, a 54% posterior probability of being overfished but not subject to overfishing, and 31% of the stock being in the green quadrant of the Kobe plot, i.e. not overfishing and not overfished.

5.2 Surplus Production models

The Group agreed to express the uncertainty of the JABBA stock assessment with four different r priors based on steepness values ($h = 0.4, 0.5, 0.6,$ and 0.7) from the grid model approach. Summaries of posterior quantiles for parameters and management quantities of interest are presented in **Table 11**.

The trajectories of biomass, fishing mortality, B/B_{MSY} , F/F_{MSY} and B/B_0 were similar among the scenarios (**Figure 32**). The trajectories of B/B_{MSY} showed a sharp decrease at the beginning of the time series until the middle of the 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 2022. The F/F_{MSY} trajectory showed an increasing trend since the beginning of the time series, crossing F_{MSY} in the middle of the 1980s, followed by a decreasing trend after the 2000s, but always higher than F_{MSY} until 2022.

Kobe plot from the combined scenarios in the JABBA grid showed a relatively anti-clockwise trend pattern with the stock status moving from underexploited through a period of unsustainable fishing to the overexploited phase since the middle 1980s (**Figure 33**). Under all scenarios, biomass remained below B_{MSY} in 2022, with a fishing mortality rate remaining close to or above F_{MSY} levels. The stock status for 2022 in the JABBA grid showed a 62% posterior probability of being both subject to overfishing and overfished (Kobe plot red quadrant), 37% posterior probability of being overfished but not subject to overfishing (Kobe plot yellow quadrant), and only 1% of the stock being not overfishing and not overfished (Kobe plot green quadrant).

5.3 Synthesis of assessment results

A full stock assessment was conducted for blue marlin in 2024, applying to the available data through 2022, using a grid approach for both surplus production and age-structured models to capture uncertainty around biological parameters.

Following the discussions during the meeting, the Group concluded that the 2024 Atlantic blue marlin stock status evaluation is better represented by the joint grid results from the four Stock Synthesis scenarios and four JABBA scenarios. Therefore, it was recommended that the management advice be constructed from the combined results from the two model platforms of the grid approach that considers four scenarios of steepness (0.4, 0.5, 0.6, and 0.7) as the main axis of uncertainty in the evaluation and gives equal weight to each scenario and platform.

The Group recognized that not all potential sources of uncertainty were fully reflected in the assessment results, raising special concerns about the limited information available on discards and the associated mortality. It was also noted that there were differences between the assessment model platforms. In addition, the Group concluded that there is still a need for better biological information on Atlantic blue marlin and the current data precludes the estimation of steepness in stock synthesis.

The main difference between the stock synthesis model and the surplus production model (JABBA) is that stock synthesis takes into account the stock's age structure. This alone accounts for some of the differences in the stock assessment results between the two platforms, however, there are also other assumptions and data differences that need to be considered when comparing the results from each platform, including:

- In stock synthesis the size distribution of the catch is used to inform both the fisheries selectivity and the age structure dynamics of the population;
- Stock synthesis accounts for lags in recruitment which may directly translate into the rate of stock projection changes;
- In JABBA growth parameters (von Bertalanffy model from Krusic *et al.*, 2024) are used in the estimation of the r prior while in stock synthesis growth is estimated internally in the model by sex, although catch or size data was not provided by sex. Further, SS3 used two sources of age information, the mean length at age from Goodyear (2002) and the age-at-size observations from the Krusic *et al.* (2024) study;
- And, in stock synthesis there were implemented assumptions regarding changes in catchability for the early longline CPUE series, which were explored in JABBA as sensitivity analysis but were not included in the final JABBA runs.

The Group further discussed other sources of uncertainty that were not accounted for in the present evaluation, highlighting particularly the limited number of dead discard reports in the official Task 1NC.

The Group noted that in the time series of the relative biomass and fishing mortality, there are different trends between JABBA and Stock Synthesis (**Figure 34**) particularly from the mid-1960s to early 1990s, when SS3 indicated that the stock was above B_{MSY} while JABBA showed a stock already overfished. This difference is correlated with the assumptions of changes in catchability for the early-time CPUE series from longline fleets (Japan and Chinese Taipei) that were included in stock synthesis but not considered in the JABBA model.

After 2000, both models agreed better on the trends of relative biomass and fishing mortality, indicating that the blue marlin stock has been overexploited and experiencing overfishing in the recent period. By the end of the assessment period 2022, the stock relative biomass is below B_{MSY} and fishing mortality is below F_{MSY} (**Figure 35**). However, the 95% confidence bounds are wide and expand both above and below the relative benchmarks of biomass and fishing mortality, respectively.

Nonetheless, the Group concluded that the combination of the results from both assessment platforms reflects better the overall uncertainty of the assessment evaluation.

5.4 Stock Status

The results of the 2024 Stock Assessment indicated that the current stock status is overfished but not subject to overfishing (**Figure 36**). By the end of 2022, the blue marlin stock was determined to be at relative biomass (B/B_{MSY}) of 0.667 (0.301, 1.353 95% confidence bounds) and relative fishing mortality (F/F_{MSY}) of 0.906 (0.401, 1.640 95% confidence bounds).

The estimated MSY was determined to be 3,331 t with approximate 95% confidence limits of 2,323 to 4, 659 t. The current status of the blue marlin stock is presented in **Figure 36**. The probability of the stock being in the red quadrant of the Kobe plot was estimated to be 39% by 2022. The probability of being in the yellow quadrants of the Kobe plot was estimated to be 46% and of being in the green quadrant 16%.

6. Stock Projections

The Group requested to run stock projections from the final models of the Bayesian Surplus Production model JABBA and the Age structure Stock Synthesis model assuming constant catch (i.e. landings plus dead discards) scenarios. The Group agreed to consider the combined stock status results and projections from both platforms as the basis for the proposal on the management advice on Atlantic blue marlin.

The specifications for the projections were:

- i) Catches (landings and dead discards) for 2023 and 2024 were assumed to be the average of the previous three years (2020-2022) used in the Stock Assessment, which corresponds to landings, dead discards, estimated blue marlin catch from the “BIL unclassified” catch and missing reports as agreed during the Blue Marlin Data Preparatory Meeting (Anon., 2024a);
- ii) Projections with different catch (landings and dead discards) scenarios will start in 2025 and run for 10 years, ending year 2034;
- iii) 12 different catch (landing + dead discards) scenarios, 0 catch and from 1,000 to 4,000 t;
- iv) 10,000 stochastic iterations for each scenario of the grid model and platform;
- v) Catches by fleet for the Stock Synthesis models were calculated by using the average percentage of catch by fleet between 2020 and 2022;
- vi) Projections will assume an equal weight for each scenario and platform.

The preliminary results were provided to the Group (**Figure 37**). After reviewing the preliminary projection results by JABBA, Stock Synthesis, and both methods, the Group decided to modify the catch scenarios shown above for the Species Group meeting in September. The Group emphasized that the “catch” in the projection contains both landings and dead discards in both assessment model platforms.

The Group recommended changes in the projected catch scenarios which will be finalized intersessionally. The final projections will be submitted as an SCRS document to the September 2024 Species Group meeting.

The preliminary projection results indicate that a constant catch at 2,250 t in the next 9 years would recover the stock biomass above B_{MSY} and fishing mortality below F_{MSY} . However, the Group noted that current projections should be considered with caution as part of the projections assumed a recent positive trend of recruitment, for which there is no information or indices of abundance to confirm this trend.

The Group recommends close monitoring of this stock, including the reported landings and dead discards, and if available requesting regular updates of indices of abundance to confirm the recent trends indicated in the assessment evaluation.

7. Responses to the Commission

7.1 *Estimation of live and dead discards*

A workshop for beta testing of the Bycatch Estimation Tool (BEYT) was conducted in 2023 and a training workshop on the use and application of the tool will happen later this year. The tool is primarily designed to help estimation of discards for fleets that have on-board observers and estimates of total effort.

The Group discussed whether this tool would enhance the capacity of CPCs to improve the reporting of catches of billfish. It is yet too early to see whether scientists will use it, but it is hoped that in the future CPCs scientists will prepare SCRS documents reporting the use of this tool for the estimation of discards. This will improve the chances of continued financial support for further development of the tool and of any future capacity building activities. Currently, workshops for this tool are held in English, the tool's documentation is only available in English and participants are required to be proficient in R to use the tool.

The Group agreed that the most promising initiatives to facilitate learning and use of this methodology will be:

- translating documentation and tool output to other ICCAT languages,
- having language-specific workshops in each of the ICCAT languages, with instructors speaking in the language of each workshop, and
- developing an interface that minimizes the need to be proficient in R.

The Group noted that CPCs are required to report total landings, dead and live discards for all ICCAT species.

It was noted that the BEYT is not the only way for CPCs to estimate and report live and dead discards and that the lack of familiarity with this particular tool should not preclude CPCs from complying with their reporting requirements.

The Group discussed whether workshops on capacity building for small-scale fleets conducted in West Africa in 2023 and the Caribbean in 2024 provided information on discards or their monitoring by CPCs. The information presented during the workshop on discards of billfish was limited, as small-scale fleets seldom have on-board scientific observers. The workshops, however, provided extensive information on monitoring of catch and effort by these fleets. Synthesis documents of the Annual Reports presented at those workshops are being prepared and will be presented at the September 2024 Subcommittee on Statistics and bycatch meeting.

The Group recommended that follow-up activities to these workshops are designed to improve information on any live and dead discards by small-scale fleets in the Caribbean and Western African areas.

7.2 *Fishing mortality estimates by main fleet/gears*

In its 2023 response to the Commission to this request, the SCRS agreed to provide estimates of fishing mortality by gear for each of the two sailfish stocks in 2024, as this analysis was not completed in 2023 during the sailfish assessments. The Group intends to provide a response in the case of blue marlin based on the 2024 assessment as well.

The Group discussed the Commission request and the type of information that would be most appropriate to fulfill this request. The response should also describe how the relative uncertainty of catch data by fishing gear (including lack of reporting on discards), may affect estimates of fishing mortality by gear. In particular, the Group noted that discard reporting may have different levels of uncertainty depending on the fleet and gear.

Stock Synthesis provides fleet-specific, yearly estimates of exploitation rate, in numbers and biomass. The Group agreed to report, if appropriate, both as any differences between the corresponding trends may reveal the effects of the selectivity of different gears. Jabba provides yearly estimates of the total harvest rate. Estimates of yearly harvest rate by gear can be calculated by using the proportion of yearly catch (in biomass) of each gear as a relative measure of harvest rate. This calculation is consistent with the JABBA assumption that the relative catch of each gear is proportional to fishing mortality.

The Group agreed to work intersessionally to prepare this response for the September 2024 Species Groups meeting. It was agreed that an *ad-hoc* subgroup open to any member of the Group would work intersessionally to develop a working draft of the response to the Commission, to be reviewed by the Billfish Species Group during its September 2024 meeting. The response should provide for the stocks of Eastern sailfish, Western sailfish, and blue marlin:

- information on the relative uncertainty in the reported catch by gear group,
- annual harvest rates by gear group used in the assessments for JABBA and Stock Synthesis,
- if appropriate, estimates for stock synthesis should be for biomass and number,
- ideally, estimates of annual harvest rates will include estimates of uncertainty consistent with how uncertainty was summarized during the stock assessment (i.e. describing overall uncertainty across and within model platforms).
- a summary of the historical management measures imposed by the Commission on the stocks and the gear group affected by each measure.

8. Recommendations

8.1 Research and statistics

The Group recommended that tools and resources like the BEYT be made available in all three languages for the benefit and wider participation of all ICCAT national CPC scientists. It was proposed that workshops be conducted in the three official languages when necessary and consider the translation of manuals, guidelines, and presentations in all three ICCAT languages.

It was further indicated that the SCRS Strategic Plan should include alternatives for multilanguage options within their objectives of capacity building, enhanced scientific participation, and outreach activities.

The Group recommended that the digital images of blue marlin spines be consolidated into a digital library for further analysis and evaluation.

The Group recommended that the studies on blue marlin reproductive biology be conducted in the Gulf of Mexico and be expanded to the Caribbean region and other fisheries.

The Group recommended that national scientists pay particular attention to the potential variation in catchability for all billfish species within the standardization of catch per unit of effort (CPUE) data for assessment purposes.

The Group recommended that the stock status on a given year (yr) be expressed as the “fishing mortality experienced in the given year (F_{yr})” and the stock biomass at the beginning of the given plus one year (B_{yr+1} ”). It was further suggested that the Working Group on Assessment Methods (WGSAM) could review and provide general guidelines for consistency in the reporting of stock status across all ICCAT species.

The Group recommended that a small group work intersessionally to prepare a draft response to the Commission’s request about fishing mortality by main fleet/gears for blue marlin and sailfish, using the latest stock assessment results. This draft response will be reviewed by the Group during the next 2024 SCRS Species Group meeting.

The Group recommended that follow-up activities to capacity building workshops are designed to improve information on any live and dead discards of billfish by small-scale fleets in the Caribbean and Western African areas.

The Group recommends a capacity-building training course on stock assessment methods, with a focus on Bayesian Surplus production (BSP) models. The course should focus on data inputs, model settings, model assumptions, diagnostics, model results interpretation, and stock projections.

8.2 Management Recommendations

Given that some additional work on projections will be carried out intersessionally, and therefore final Kobe strategy matrices were not available for review at this meeting, management advice discussions were deferred to the September 2024 Species Group meeting. The resulting consensus management advice will be reflected in the blue marlin Executive Summary.

9. Enhance Billfish Research Program update on ongoing activities and future planning.

9.1 Reproductive Biology

The coordinator for the West has been asked to complete Terms of Reference (ToRs) for Gulf of Mexico activities for the Enhanced Programme for Billfish Research (EPBR). The Western coordinator presented the draft ToRs for discussion by the Group. The Group agreed with the research activities described in the ToRs and recommended sending it to the ICCAT Secretariat for revision on administrative matters.

A new contract has been signed with a consortium led by Senegal to continue the collection of samples of small and adult sizes for age and growth studies on all three species of marlins, blue marlin, sailfish and white marlin in the north-eastern Atlantic. The team reported that obtaining the samples requested by the Group has been difficult. It is easier to get the spines rather than the otoliths. The ICCAT Secretariat reported that contacts have been made with the scientists working on the EU purse seine fleet to help obtain such samples.

It was also noted that an inter-sessional meeting this year (SCRS/2024/108) recommended considering other aging methods such as epigenetics to overcome some of the limitations of otolith or spine aging.

9.2 Others

As part of a tagging cruise aimed at sharks a single large blue marlin was tagged, but it died shortly after release. Another tagging survey started in June 2024 and attempts are to be made to tag billfish if they are caught during the survey.

10. Other matters

10.1 Research funding

The SCRS Chair reminded the Group that all Working Groups and Sub-Committees have been requested to develop long-term (6-year) research plans, to facilitate strategic research planning, inform on the timing and likely duration of research projects and sequencing, and aid in coordinated planning across the SCRS. In addition, specific research funding requests should be developed for 2-year periods to coincide with the Commission's primary budgeting cycle, to be reviewed at the SCRS Plenary for inclusion in the Annual SCRS Report.

The ICCAT Secretariat informed the Group that the Science budget for 2024 must be used strictly in line with the approved budget by the Commission, which is detailed in Table 1 of document "SCRS research activities requiring funding for 2024 and 2025" (STF-208B/2023). No extensions and no changes between budget line items will be permitted.

The ICCAT Secretariat emphasized the importance of receiving all ToRs for Science funding soon after the SCRS Plenary. As such, the Secretariat would have more time to complete its administrative processes for issuing contracts. In this way, Calls for Tenders or Quotation Requests could be issued earlier. The SCRS Chair pointed out that these guidelines, and particularly the deadline for developing ToRs, were consistent with both the development of longer-term research plans and detailed 2-year budget requests. This will also facilitate the discussion of proposed science budget requests for submission to the SCRS Plenary meeting. Having all the ToRs prepared before the annual Commission meeting should help the Commission consider science funding requests and should also help projects start sooner. Given the new guidelines on the use of funds, this efficiency is critical.

The SCRS Chair pointed out that the optimal process for developing ToRs would be for draft ToRs to be brought to meetings of the Group, having been developed in collaboration with the Group by correspondence to the extent possible. The long-term research plan can serve as guidance in developing such draft ToRs. This allows the Group to finalize the review and adoption of the ToRs within the limited time available at the meeting, however, it is acknowledged that some new research proposals may emerge during the meeting, with no time to develop ToRs during the meeting. In circumstances where this process cannot be followed, the ToRs could be developed by the Billfish Rapporteur and/or the SCRS Chair, or an identified Sub-Group. The development of ToRs in this manner is a common, established process within the SCRS.

The Group acknowledged the new guidelines and the importance of providing the ToRs in advance of the Commission annual meeting.

10.2 Workplan

The Group discussed the 2025 Billfish Workplan that will be finalized during the September 2024 Species Group meeting.

11. Adoption of the report and closure

The report was adopted during the meeting. The Chair of the Group thanked all the participants for their efforts, as well as the Secretariat and the interpreters for their work. The meeting was adjourned.

References

- Anonymous. 2018. Report of the 2018 ICCAT Blue Marlin Stock Assessment (Miami, United States 18-22 June 2018). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 75(5): 813-888.
- Anonymous. 2024. Report of the 2024 ICCAT Blue Marlin Data Preparatory Meeting (Miami, United States, 11-15 March 2024). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 81(1): 1-86.
- Carvalho, F., Punt, A.E., Chang, Y.J., Maunder, M.N., Piner, K.R. 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? *Fish. Res.* 192, 28–40.
- Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K. R., Maunder, M. N., Taylor, I., Wetzel, C. R., Doering, K., Johnson, K. F., Methot, R. D. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. *Fisheries Research*, 240: 105959.
- Goodyear, C.P. 2002. Simulated responses of the size distribution of blue marlin to fishing mortality. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 54 (3): 869-881.
- Hoolihan J.P., Luo J., and Arocha F. 2019. Age and growth of blue marlin *Makaira nigricans* from the central western Atlantic Ocean. *Fisheries Research*, Vol. 220, 105346. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105346>
- Hurtado-Ferro F., Szuwalski C.S., Valero J.L., Anderson S.C., Cunningham C.J., Johnson K.F., Licandeo R., McGilliard C.R., Monnahan C.C., Muradian M.L, Ono K., Vert-Pre K.A, Whitten A.R., and Punt A.E. 2015. Looking in the rear-view mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. *ICES Journal of Marine Science*, Volume 72, Issue 1, January 2015, Pages 99–110, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>.
- ICCAT. 2024. Statistical Bulletin Vol. 49 (1950-2022).
- Krusic-Golub K., Sutrovic A., Rosa D., Ngom F., Andrews A., and Coelho R. 2024. Update on Age Estimation from Atlantic Blue Marlin otoliths. SCRS/P/2024/007.
- Martell, S., Froese, R., 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience 504–514. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x>
- Shimose, T., Yokawa, K. and 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(12), pp.1116-1127
- Winker, H., Mourato, B., Chang, Y. 2020. Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: An application to Atlantic white marlin (*Kajika albida*) with simulation testing. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 76, 219–234.

RAPPORT DE LA REUNION ICCAT D'ÉVALUATION DU STOCK DE MAKAIRE BLEU DE L'ATLANTIQUE DE 2024

(hybride, Madrid, Espagne, 17-21 juin 2024)

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

La réunion hybride s'est tenue en présentiel au Secrétariat de l'ICCAT à Madrid (Espagne) et en ligne, du 17 au 21 juin 2024. Mme Fambaye Ngom Sow (Sénégal), rapporteuse du Groupe d'espèces (« le Groupe ») et Présidente de la réunion, a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants. M. Camille Jean Pierre Manel, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a souhaité la bienvenue aux participants et leur a souhaité une réunion fructueuse.

La Présidente a procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté avec quelques modifications (**appendice 1**). La liste des participants figure à l'**appendice 2**. La liste des documents et des présentations soumis à la réunion est jointe à l'**appendice 3**. Les résumés de tous les documents et présentations du SCRS fournis à la réunion sont joints à l'**appendice 4**. Les participants suivants ont assumé les fonctions de rapporteur :

<i>Points</i>	<i>Rapporteurs</i>
Points 1 et 11	M. Ortiz et A. Kimoto
Point 2	C. Mayor, M. Ortiz, J. Garcia
Point 3	C. Fernandez, B. Mourato, E. Kikuchi, K. Ba
Point 4	C. Fernandez, B. Mourato, E. Kikuchi
Point 5	E. Kikuchi, M. Narvaez, M. Ortiz, A. Kimoto
Point 6	A. Kimoto, M. Ortiz
Point 7	C. Brown, F. Sow, D. Die
Point 8	F. Sow, D. Angueko, M. Ortiz
Point 9	F. Sow, K. Ramirez, D. Die
Point 10	M. N. Santos, F. Sow

2. Résumé des données d'entrée pour l'évaluation du stock

La réunion de préparation des données sur le makaire bleu (Anon., 2024a) avait longuement discuté et convenu des données d'entrée et des configurations des modèles pour l'évaluation du stock de makaire bleu de l'Atlantique. Conformément au plan de travail intersessions du Groupe, le Secrétariat et l'équipe de modélisateurs ont fourni toutes les données d'entrée pour les différentes plateformes de modélisation, y compris les séries de captures, les données de fréquences de tailles, la structure des flottilles, les indices d'abondance et les données d'âge par taille. Le rapport de la réunion de préparation des données (Anon., 2024a) comporte des informations détaillées exhaustives sur les décisions et recommandations du Groupe.

Cette section résume toutes les mises à jour ou modifications des données d'entrée qui ont été communiquées et qui s'écartaient du plan de travail intersessions et des recommandations du Groupe.

2.1 Biologie

Le document SCRS/2024/108 présentait un résumé de la réunion informelle tenue par l'équipe de modélisation de l'évaluation du stock de makaire bleu visant à partager les progrès réalisés et à discuter notamment du traitement des modèles de croissance. Les recommandations formulées sur les modèles de croissance différaient des décisions prises à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu.

Conformément au plan de travail convenu lors de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu (Anon., 2024a), l'équipe de modélisation a évalué les deux alternatives de données d'entrée d'âge par taille (données des épines ou des otolithes) et a estimé le modèle de croissance du makaire bleu de l'Atlantique dans Stock Synthesis. Les résultats initiaux concluaient que le modèle Stock Synthesis qui estimait une courbe de croissance internement avec les données d'âge par taille basées sur les épines (Hoolihan *et al.*, 2019) donnait lieu à un schéma de croissance et à une dynamique de la population globale complètement différents par rapport à la courbe de croissance basée sur les otolithes. Les résultats indiquaient une biomasse initiale considérable avec une faible productivité et un stock entaché de grandes incertitudes qui n'a jamais été surexploité ou ne faisant l'objet de surpêche.

Des résultats similaires étaient obtenus avec les scénarios du modèle de production excédentaire (SPM) JABBA dans lesquels les distributions a priori de r étaient estimées en utilisant les paramètres de croissance estimés dans Stock Synthesis. Les modélisateurs ont conclu que les deux sources de données de croissance du makaire bleu de l'Atlantique n'étaient pas compatibles, et qu'il n'était pas possible de suivre les suggestions d'appliquer les données des épines pour estimer la courbe de croissance dans le modèle, comme cela avait été proposé à la réunion de préparation des données.

Le Groupe a discuté du fait que l'âge estimé pour une taille de poisson donnée à l'aide des épines donne lieu à des estimations systématiquement plus élevées de l'âge pour des poissons de même taille que les estimations de l'âge basées sur les otolithes (**Figure 1**), les différences étant notamment plus importantes pour les femelles. Il a été indiqué que les lectures de l'âge à partir des épines sont fortement affectées par la réabsorption et la vascularisation de l'épine et qu'il est nécessaire de procéder à des validations de l'âge complémentaires pour résoudre ces divergences apparentes dans les lectures de l'âge. Il a également été suggéré d'étudier des techniques de détermination de l'âge alternatives pour le makaire bleu, y compris la détermination de l'âge épigénétique, avant d'envisager des modèles de croissance alternatifs pour la prochaine évaluation.

Le Groupe a accepté les recommandations de l'équipe de modélisation visant à ce que les modèles Stock Synthesis n'utilisent que les données basées sur les otolithes (données d'entrée d'âge par taille) conjointement avec le modèle de croissance de l'évaluation du stock de 2018 de Goodyear *et al.* (2002) comme données d'entrée de taille par âge moyenne attendue. Il a été rappelé que le Groupe avait été informé à la réunion de préparation des données des différences entre les données de taille par âge provenant des jeux de données des otolithes et celles provenant des jeux de données des épines et qu'il avait recommandé d'évaluer les données d'âge par taille séparément plutôt que de combiner ces informations dans un seul modèle (tableau 12, Anon., 2024a). Il a été noté que dans l'évaluation du stock de 2018, les données d'entrée étaient la taille par âge moyenne attendue de Goodyear *et al.* (2002) et la taille par âge moyenne attendue de Shimose *et al.* (2015) du makaire bleu du Pacifique.

Pour l'évaluation de 2024, l'équipe de modélisateurs avait recommandé d'utiliser, dans le cas de Stock Synthesis, la taille par âge moyenne attendue de Goodyear *et al.*, 2002 et d'inclure les observations additionnelles d'âge par taille provenant des otolithes (Krusic *et al.* (2024) du makaire bleu de l'Atlantique. Pour le SPM JABBA, dans l'estimation de la distribution a priori de r pour les modèles finaux, les paramètres de croissance utilisés étaient ceux estimés uniquement à partir des échantillons d'otolithes (Krusic *et al.*, 2024). Le **tableau 1** présente un résumé des paramètres d'entrée biologiques pris en compte dans les modèles d'évaluation.

Toutefois, le Groupe a considéré qu'il est important d'inclure dans le rapport les résultats des scénarios initiaux avec le modèle de croissance basé sur les épines en tant que scénario de sensibilité dans ce rapport car cela avait été demandé à la réunion de préparation des données (**figure 2**).

2.2 Captures

Le Secrétariat a présenté au Groupe un jeu de données actualisé contenant les informations les plus récentes de la tâche 1 et de la tâche 2 pour le makaire bleu (BUM, *Makaira nigricans*). Ce jeu de données incluait les catalogues du SCRS pour l'ensemble des istiophoridés, les captures nominales de makaire bleu (débarquements et rejets morts), les rejets vivants, un catalogue de capture et effort, les séries de données sur l'échantillonnage des tailles et les données de prise par taille, les estimations de distribution des captures (CatDIS) et des informations de marquage. Tous ces fichiers ont été publiés dans le dossier nextCloud créé pour cette réunion.

En ce qui concerne les jeux de données de tâche 1 et de tâche 2, le Secrétariat a indiqué qu'aucune information supplémentaire n'avait été reçue depuis la réunion de préparation des données de 2024. Par conséquent, tous les fichiers de données d'entrée préparés et adoptés pendant la période intersessions après la réunion de préparation des données demeurent inchangés. Le **tableau 2** présente les captures nominales totales de makaire bleu pour l'ensemble de l'Atlantique (stock unique) par flottille et année.

S'agissant des données de marquage, le Secrétariat a informé le Groupe qu'une importante révision des données est en cours. Plus précisément, la collaboration entre les scientifiques des États-Unis et le Secrétariat de l'ICCAT a été évoquée, laquelle vise à clarifier et à améliorer les informations existantes.

2.3 Taille

Le Secrétariat a informé le Groupe qu'aucune nouvelle information de taille n'avait été soumise après la réunion de préparation des données sur le makaire bleu. Ainsi, le fichier de fréquence de tailles d'entrée fourni par les équipes de modélisateurs représente les informations de taille les plus récentes disponibles pour le makaire bleu.

2.4 Indices d'abondance

Le Secrétariat a informé le Groupe qu'aucun nouvel indice d'abondance ou aucune mise à jour des indices d'abondance n'avait été soumis après la réunion de préparation des données sur le makaire bleu.

2.5 Structure des flottilles

Au cours de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu de 2024, le Groupe avait convenu d'utiliser la structure des flottilles de 2018 pour ventiler les données d'entrée de captures et de fréquence de tailles, qui avait été fournie par l'équipe de modélisateurs.

3. Méthodes et configurations des modèles

3.1 Stock Synthesis

Le document SCRS/2024/107 a été présenté. Il décrivait les analyses réalisées avec Stock Synthesis (SS3) à l'issue de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu tenue en mars 2024.

Tout comme dans l'évaluation du stock de 2018, le modèle SS3 a été configuré avec 2 sexes (mâles et femelles) afin de pouvoir tenir compte des différences dans les paramètres biologiques entre les sexes. Toutes les données de capture par unité d'effort (CPUE) et de composition de longueurs étaient pour les sexes combinés.

Les analyses pour l'évaluation de cette année ont commencé par étudier la configuration finale de SS3 de l'évaluation du stock de 2018, qui avait été actualisée en utilisant les captures jusqu'en 2022 et avec des modifications appliquées à plusieurs étapes :

1. Mise à jour des séries de CPUE ;
2. Mise à jour des séries de CPUE (étape 1) et mise à jour également des données de composition des longueurs ;
3. Séries de CPUE et données de longueurs comme dans l'étape 2 et ajustement de la croissance aux nouvelles données des otolithes (Krusic *et al.* 2024) ;
4. Séries de CPUE et données de longueurs comme dans l'étape 2 et ajustement de la croissance aux données des épines (Hoolihan *et al.* 2019).

La **figure 3** présente l'évaluation du stock de 2018 et les résultats de ces quatre scénarios exploratoires initiaux. Comme noté précédemment, la croissance estimée à partir des données des épines était relativement différente de celle estimée à partir d'autres sources de données de croissance et donnait lieu à des trajectoires du stock peu réalistes. Le Groupe a convenu d'estimer des courbes de croissance spécifiques au sexe dans le modèle SS3 en se basant sur les données d'âge par taille des otolithes et le modèle de croissance de Goodyear (utilisé comme « données » pour la taille par âge moyenne dans SS3). Un modèle de croissance de Richards a été estimé étant donné qu'il est plus souple qu'un modèle de Von-Bertalanffy et a été considéré plus adapté pour ajuster une croissance extrêmement rapide dans les deux premières années avec un important ralentissement par la suite. Le modélisateur a cependant expliqué que le modèle estimé était très proche d'un modèle de Von-Bertalanffy.

La sensibilité aux postulats de captures a été étudiée en utilisant les quatre scénarios (c.-à-d. série de captures de base et 3 scénarios alternatifs de mortalité des rejets vivants) convenus à la réunion de préparation des données (**tableau 3**). Les différents scénarios de captures n'entraînaient aucune différence quant aux trajectoires de la SSB estimées, sauf le quatrième scénario (celui qui incluait les rejets de la flottille récréative séparément, modélisant ces rejets et leur mortalité séparément dans SS3) qui générerait certaines différences même si les tendances dans le temps étaient similaires (**figure 4**). Le quatrième scénario supposait implicitement que les données récréatives des États-Unis représentaient l'ensemble de la flottille récréative de l'Atlantique, ce qui pourrait être peu réaliste. Le Groupe a convenu d'étudier le scénario de captures 1, dans lequel les débarquements plus les rejets morts déclarés sont traités comme la capture totale dans l'évaluation du stock, en tant que scénario de référence, comme convenu

à la réunion de préparation des données sur le makaira bleu (au cours de laquelle il avait été identifié comme le scénario à utiliser pour l'avis de gestion), et d'exécuter tous les futurs scénarios de SS3 en se basant sur celui-ci. On est parti du principe que les sélectivités des flottilles (pour les cinq flottilles de pêche convenues à la réunion de préparation des données sur le makaira bleu) étaient identiques pour les deux sexes, et soit qu'elles étaient asymptotiques (flottille palangrière et flottille récréative) soit qu'elles avaient une sélectivité à la plus grande longueur estimée dans le modèle SS3 (pour la flottille artisanale). La sélectivité des deux autres flottilles (« autres » et « mFAD ») a été considérée équivalente à celle de la flottille artisanale. Comme dans l'évaluation du stock de 2018, une courbe de rétention variable dans le temps a été incluse pour la flottille récréative pour tenir compte des changements de réglementations (taille minimale légale).

Les 11 séries de CPUE convenues à la réunion de préparation des données sur le makaira bleu ont été utilisées dans les scénarios des modèles. On a permis à la capturabilité des séries de CPUE initiales du Japon et du Taïpei chinois d'être variable dans le temps (jusqu'en 1979) en utilisant les ratios annuels de $YFT/(YFT+BET)$ dans ces flottilles en tant que covariable potentielle, comme cela avait déjà été réalisé dans les évaluations précédentes de SS3 pour ce stock dans le cas des séries de CPUE initiales du Japon.

Les scénarios initiaux du modèle (avec les 11 séries de CPUE) ont été exécutés, en utilisant les valeurs annuelles déclarées pour chaque série de CPUE comme CV, sauf pour les séries pour lesquelles la valeur de CV minimum déclarée était inférieure à 0,3. Dans ce dernier cas, les CV des séries ont été accrues par une constante appliquée à toutes les valeurs de telle sorte que la valeur de CV minimum était 0,3 tout en maintenant la même tendance communiquée sur les CV dans les séries temporelles. Ces scénarios initiaux ont montré des schémas rétrospectifs, suggérant des conflits dans les données. Afin de réduire le schéma rétrospectif, des paramètres de variance additionnels pour les séries de CPUE ont été inclus et estimés dans SS3, et cette configuration de modèle est devenue la nouvelle base de référence.

Initialement, des diagnostics détaillés ont été présentés pour le scénario avec une mortalité naturelle fixe, $M=0,148$, pour les mâles et les femelles, et une pente fixe, $h=0,5$ (voir la section 4.a).

Conformément aux configurations convenues à la réunion de préparation des données sur le makaira bleu, huit scénarios alternatifs ont été étudiés durant la réunion, consistant en des combinaisons de deux valeurs de mortalité naturelle des femelles (soit une M fixe - $M = 0,148$ - soit une M estimée dans Stock Synthesis) et quatre alternatives pour la pente (valeurs fixes de $h = 0,4, 0,5, 0,7$, et une h estimée dans Stock Synthesis). Comme dans l'évaluation de 2018, M a été fixée à 0,148 pour les mâles. Il a été constaté par la suite que les scénarios avec une M estimée avaient utilisé une distribution a priori de M très vaste (afin que la M soit effectivement librement estimée), alors qu'à la réunion de préparation des données sur le makaira bleu il avait été convenu d'utiliser une distribution a priori de M avec une moyenne=0,148 et un écart type (STD)=0,018. Par conséquent, les scénarios avec une M estimée ont de nouveau été exécutés en utilisant cette dernière distribution a priori de M (c.-à-d. moyenne=0,148, STD=0,018). Le **figure 5** et le **tableau 4** présentent les résultats de ces analyses.

Le Groupe a ensuite longuement discuté de la question de savoir si l'estimation de M et/ou de h (pente) dans Stock Synthesis générait des estimations fiables de ces paramètres. En général, les estimations obtenues pour la M des femelles étaient considérées basses (de 0,095 à 0,117 environ en fonction du scénario) par rapport à la $M=0,148$ utilisée pour les mâles. Les résultats des 12 scénarios exécutés (**tableau 4**) indiquaient également une forte corrélation négative entre les estimations de M et de h et le Groupe a conclu que les données de l'évaluation du stock ne comportaient pas d'informations suffisantes pour estimer ces paramètres.

Le Groupe s'est demandé s'il ne serait pas plus approprié de présenter (pour l'état du stock et l'avis de gestion) un seul modèle d'évaluation du stock, basé sur une configuration de modèle « optimale », ou une grille de modèles reflétant les principales incertitudes structurelles qui ne pouvaient pas être résolues à partir des données de l'évaluation du stock. La croissance et la pente étaient les principales sources d'incertitude identifiées à la réunion de préparation des données sur le makaira bleu. En ce qui concerne la croissance, le Groupe avait précédemment décidé de ne pas utiliser les données des épines dans l'évaluation de cette année mais la pente restait une source d'incertitude majeure.

D'après ces discussions, le Groupe a conclu que pour l'évaluation de cette année, l'option la plus appropriée serait d'étudier une valeur fixe de $M=0,148$ pour les mâles et les femelles et de traiter la pente comme la principale source d'incertitude structurelle, en appliquant une approche de grille avec quatre valeurs fixes de h (0,4, 0,5, 0,6 et 0,7).

La section 4.a reprend les diagnostics de l'ensemble des quatre configurations finales de la grille.

3.2 Modèle de production excédentaire JABBA

La version la plus récente du modèle de production excédentaire bayésien JABBA (v2.3.0) a été appliquée à la série temporelle de captures et d'indices afin d'évaluer le stock de makaire bleu de l'Atlantique jusqu'en 2022. Le document SCRS/2024/106 présentait l'ensemble des configurations des distributions a priori, des résultats et des formulations des modèles préliminaires JABBA.

D'après les résultats préliminaires des modèles JABBA présentés, le Groupe a noté d'importantes différences entre les trajectoires estimées par le modèle actualisé par rapport aux trajectoires de l'évaluation de 2018 qui utilisaient une version antérieure de JABBA (v1.1). Le Groupe a donc demandé un ensemble d'analyses de sensibilité pour déterminer si les différences entre les évaluations JABBA de 2018 et de 2024 étaient dues aux différentes versions des modèles logiciels, aux configurations des modèles ou aux nouvelles données et/ou aux changements apportés aux données historiques.

Le Groupe a discuté des résultats et a conclu que les différences dans les distributions a priori, les configurations des modèles et les CPUE utilisées étaient les principaux facteurs expliquant les différentes tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche entre les évaluations de 2018 et de 2024 (**figure 6**). En plus des différents postulats pour $B_{PME/K}$, des distributions a priori de K et r et des CPUE utilisées, l'évaluation de 2018 supposait un écart de l'erreur de processus fixe, aucune erreur dans les données d'entrée de captures et une distribution lognormale pour la distribution a priori de psi . En revanche, l'évaluation de 2024 estimait des écarts annuels de l'erreur de processus, postulait un CV de 0,01 pour les données de capture et utilisait une distribution bêta pour la distribution a priori de psi . Les analyses de sensibilité indiquaient également que l'exclusion de l'indice récréatif du Brésil (BR_rec) et l'inclusion des dernières séries de la palangre du Japon (JPN_LL_late) et du Taipei chinois (CTP_LL_late) de l'abondance relative dans l'évaluation de 2024 contribuaient aussi aux importants changements dans les tendances des trajectoires depuis le milieu des années 2000. Par conséquent, le Groupe a conclu que, compte tenu des séries de changements entre les évaluations JABBA de 2018 et de 2024, il n'était pas anormal de constater des différences dans les tendances estimées de la biomasse et de la mortalité par pêche.

Le Groupe a également discuté des questions relatives aux potentiels changements de la capturabilité du makaire bleu des flottilles palangrières du Japon et du Taipei chinois dans les années initiales de chaque pêcherie respective, indiquant que cela est probablement lié aux changements d'espèces cibles de ces flottilles. Ces deux flottilles capturaient initialement l'albacore puis ont modifié leurs opérations de pêche en direction du thon obèse comme principale espèce cible. Dans le modèle SS3 (SCRS/2024/107), des vecteurs de ratios spécifiques au pavillon ont été utilisés « en tant que données » pour moduler la capturabilité de ces deux flottilles en estimant un paramètre permettant d'indiquer la relation entre la capturabilité et le ratio. Du fait de l'impossibilité d'inclure un paramètre de capturabilité variable dans le temps dans le modèle JABBA, le Groupe avait demandé, à la réunion de préparation des données sur le makaire bleu, des analyses de sensibilité pour rendre compte des potentiels changements de capturabilité pour les séries de CPUE de JPN_LL_early et CTP_early en dehors du modèle. À cet effet, deux scénarios alternatifs ont été développés : le premier étudiant un « facteur de correction » des CPUE à l'aide d'un ratio de captures annuelles d'albacore-thon obèse pour chaque flottille, et un deuxième utilisant les estimations de la capturabilité (« q ») du modèle SS3 pour ces indices en tant que « facteur de correction » (**tableau 5**). Le Groupe a recommandé d'utiliser la racine carrée pour le facteur de correction du ratio de captures car il ne s'attendait pas à une relation linéaire stricte entre la capturabilité et les ratios de captures.

La **figure 7** présente les résultats de ce scénario de sensibilité par rapport au modèle de base proposé de JABBA. Le Groupe a noté que si les changements de capturabilité ne sont pas entièrement pris en compte dans la standardisation des séries de CPUE, ils peuvent changer les estimations globales de la productivité du stock, de la biomasse initiale, des tendances relatives du stock et de l'état du stock actuel du makaire bleu. Malgré les changements indiqués par cette analyse, le Groupe a décidé de ne pas inclure ces « corrections » de la capturabilité dans les indices des modèles JABBA étant donné qu'une partie des changements de ciblage et de capturabilité pourrait déjà être incluse (par ex. en utilisant les hameçons par panier, la profondeur de la calée ou les facteurs de ciblage) dans la standardisation des séries de CPUE. Le Groupe a toutefois recommandé que les scientifiques nationaux qui sont familiarisés avec ces pêcheries examinent et tentent de rendre compte des changements potentiels de la capturabilité pour ces séries de CPUE initiales pour les futures analyses de l'évaluation.

Pour cette évaluation, les captures totales de makaire bleu de l'Atlantique couvrant la période 1956-2022 incluaient 11 séries de CPUE standardisées du Japon (palangre historique et actuelle), du Taipei chinois (palangre avec trois séries divisées), des États-Unis (palangre), du Venezuela (palangre, filet maillant et canne et moulinet), du Brésil (palangre) et du Ghana (filet maillant), comme suit :

- Indice historique de la palangre japonaise : 1959 - 1993
- Palangre japonaise : 1994 - 2022
- Palangre du Taipei chinois : 1968 - 1989
- Palangre du Taipei chinois : 1990 - 1997
- Palangre du Taipei chinois : 1998 - 2022
- Palangre pélagique des États-Unis : 1993 - 2022
- Palangre du Venezuela : 1991 - 2018
- Pêcherie artisanale vénézuélienne au filet maillant dérivant : 1991 - 2022
- Pêcherie récréative vénézuélienne de canne et moulinet : 1961 - 2001
- Palangre du Brésil : 1978 - 2005
- Filet maillant du Ghana : 2000 - 2009

Au terme des discussions tenues par le Groupe sur les scénarios préliminaires de 2024 pour les plateformes JABBA et Stock Synthesis, il a été convenu que la principale source d'incertitude est liée aux postulats sur la pente dans les modèles. Dans le cas du modèle de production excédentaire (JABBA), le paramètre de pente est lié à l'estimation du paramètre r (productivité). Par conséquent, le Groupe a convenu d'utiliser une approche de grille avec un ensemble de valeurs de pente (h) tout aussi plausibles de 0,4, 0,5, 0,6 et 0,7 pour estimer les distributions a priori de r de JABBA. Sur cette base, le modèle JABBA étudiait quatre spécifications du type de modèle de Pella-Tomlinson avec différents ensembles de distributions a priori de r et des valeurs d'entrée fixes de B_{PME}/K (**tableau 6**). Les distributions a priori de r d'entrée pour ces quatre scénarios étaient déduites des simulations du modèle structuré par âge (Winker *et al.*, 2020) en utilisant les paramètres de croissance fournis par Krusic-Golub *et al.* (2024), chaque valeur de pente de la grille proposée et d'autres paramètres du cycle vital décrits au **tableau 7**.

Le **tableau 8** décrit les principales configurations et distributions a priori utilisées dans tous les scénarios de JABBA pour l'évaluation de 2024. Pour la biomasse non-pêchée en conditions d'équilibre K , les paramètres par défaut du progiciel R JABBA ont été utilisés sous forme de distribution a priori lognormale vaguement informative avec un CV élevé de 100% et une valeur centrale qui correspond à huit fois la capture totale maximale, ce qui est en conformité avec d'autres plateformes telles que Catch-MSY (Martell and Froese, 2013). L'épuisement initial a été entré comme distribution a priori « bêta » ($\phi = B_{1956}/K$) avec une moyenne = 0,99 et un CV de 1%. Tous les paramètres de capturabilité ont été formulés comme des distributions a priori uniformes non-informatives, tandis que les variances d'observation supplémentaires ont été estimées pour les indices en postulant des distributions a priori gamma inverses afin de pouvoir pondérer la variance interne du modèle. À la place, l'erreur de processus de $\log(B_y)$ de l'année y a été estimée « librement » par le modèle en utilisant une distribution gamma inverse non-informative avec les deux paramètres de mise à l'échelle fixés à 0,001. L'erreur d'observation pour les estimations de la CPUE a été fixée à 0,05. Tous les scénarios du modèle utilisaient une incertitude d'erreur de capture aléatoire avec un CV de 0,01.

4. Diagnostics des modèles

4.1 Stock Synthesis

Des diagnostics détaillés ont été initialement présentés pour le scénario avec la $M=0,148$ fixe et la $h=0,5$ fixe. Cette section commence donc par une discussion des diagnostics pour cette configuration du modèle. Les ajustements au $\log(\text{indices})$ de la CPUE ont été examinés visuellement et ont été considérés acceptables (**figure 8**). Les ajustements aux compositions des longueurs des flottilles, agrégées sur les années, étaient également raisonnables (**figure 9**). Les écarts annuels du recrutement estimés n'affichaient pas de tendance significative dans le temps (**figure 10**). Dans l'ensemble, le diagramme des valeurs résiduelles de l'indice conjoint (**figure 11**) indiquait seulement un ajustement « équitable », avec une racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) égale à 52,6% pour les données de CPUE. Un meilleur ajustement était obtenu pour les longueurs moyennes qui avaient une RMSE de 5,1%.

Les tests des scénarios (pour l'indépendance des valeurs résiduelles dans le temps) échouaient pour 8 des 11 séries de CPUE (**figure 12, panneau (b)**). Le Groupe a toutefois considéré que des échecs peuvent se produire pour diverses raisons et que le test des scénarios ne devrait pas être perçu comme un test définitif de la qualité ou de l'utilité des données d'entrée pour le modèle d'évaluation du stock.

Un profil de vraisemblance sur R_0 montrait des conflits dans les données mais un minimum de vraisemblance a pu être trouvé pour R_0 , indiquant la capacité du modèle à estimer ce paramètre (**figure 13, panneau (b)**).

Une analyse rétrospective indiquait un certain schéma de surestimation de SSB et de sous-estimation de F , mais les valeurs du rho de Mohn (ρ_M) se situaient dans les limites considérées acceptables (**figure 14, panneau (b)**). Une « règle empirique » proposée par Hurtado-Ferro *et al.* (2015) suggère que des valeurs de ρ_M pour la SSB en dehors de -0,15 à 0,20 pour des espèces ayant une grande longévité indiqueraient un schéma rétrospectif indésirable. Les résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour les observations des CPUE étaient généralement acceptables, à l'exception de l'indice du Taipei chinois (**figure 15, panneau (b)**). Une analyse « jitter » a obtenu une solution stable (**figure 16, panneau (b)**).

Le retrait d'une série de CPUE à la fois (« *Jackknife* ») ne changeait pas les résultats (**figure 17**). Afin de comprendre quels jeux de données avaient le plus grand impact sur les résultats, en particulier sur l'augmentation de la SSB ces dernières années, détectée par l'évaluation, des scénarios ont été exécutés en excluant des groupes de données à la fois. Plus précisément, un scénario a été exécuté en incluant les données de CPUE seulement, un autre avec les données de composition des longueurs seulement et un autre avec les données de croissance seulement. Le scénario incluant les données de composition des longueurs seulement donnait lieu à la plus grande augmentation de la SSB ces dernières années. Les autres scénarios incluant ou excluant les données de composition des longueurs pour les différentes flottilles indiquaient que les données de longueurs de la flottille palangrière avaient la plus forte influence sur la récente augmentation estimée de la SSB. Le Groupe a discuté de cette conclusion mais n'est pas parvenu à l'expliquer car aucun changement notable dans les données de composition des longueurs de cette flottille n'était manifeste (voir, par exemple, Ortiz *et al.*, 2024, SCRS/2024/025, figure 10).

Le Groupe a ensuite étudié les diagnostics pour les scénarios correspondant aux modèles convenus pour la grille finale, c.-à-d. $M=0,148$ fixe et $h=0,4, 0,5, 0,6, 0,7$. Les **figures 12 à 16** présentent les diagnostics pour ces quatre scénarios. Bien que les diagnostics de la validation croisée de la simulation rétrospective et de l'analyse rétrospective étaient meilleurs pour les plus faibles valeurs de h de la grille, le Groupe a considéré que tous les scénarios étaient acceptables pour se conformer à la grille SS3 finale des 4 modèles.

4.2 Modèles de production excédentaire

Les diagnostics du modèle JABBA suivaient les directives de Carvalho *et al.* (2021) et incluaient l'examen des schémas au sein et entre les valeurs résiduelles des CPUE par le biais de diagrammes des valeurs résiduelles et de tests des scénarios. La qualité de l'ajustement a été évaluée en utilisant la racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE). La convergence du modèle a été évaluée par une évaluation visuelle des diagrammes de Monte-Carlo par chaînes de Markov (MCMC). Dans les quatre scénarios décrits à la section 3.b, les diagrammes de MCMC révélaient la convergence du modèle (**figures 18 et 19**).

Les modèles s'ajustaient mal à chaque indice de CPUE standardisée, les estimations de RMSE étant d'environ 51% dans tous les cas (**figure 20**). Les diagrammes des valeurs résiduelles de CPUE montraient des schémas indiquant des conflits dans les données, causés par les tendances contradictoires des indices de CPUE. Ces schémas et la situation de données contradictoires dans les CPUE ont déjà été notés dans l'évaluation précédente du stock de makaire bleu avec des valeurs de RMSE élevées (par ex. supérieures à 50%). Les tests des scénarios réalisés sur les valeurs logarithmiques résiduelles indiquaient que les valeurs résiduelles de CPUE pourraient ne pas être aléatoirement distribuées sur sept des onze indices quand on tient compte de tous les scénarios. Les diagnostics des tests des scénarios échouaient pour les indices Japan_LL_hist, Japan_LL, CTP_LL_early, CTP_LL_late, US_LL, VEN_GIL et VEN_Rec (**figures 21 et 22**).

Les diagrammes des écarts de l'erreur de processus de chaque modèle de la grille indiquaient un schéma stochastique aléatoire tout au long de la série temporelle avec une tendance centrale (médiane) fluctuant autour de zéro (**figure 23**). Les intervalles de crédibilité (CI) bayésiens de 95% incluaient toujours zéro dans l'ensemble des scénarios, ce qui peut être considéré comme une preuve statistique d'une tendance non-significative.

Les distributions marginales a posteriori ainsi que les densités a priori pour les modèles sont présentées aux **figures 24 et 25**. Le ratio de la médiane de la distribution a posteriori et a priori (PPMR) pour r était proche de 1 dans tous les scénarios, ce qui indique que la distribution a posteriori est fortement influencée par la distribution a priori. Ce résultat était attendu compte tenu des faibles CV qui avaient été estimés dans le développement des distributions a priori. Par ailleurs, les faibles rapports de variance de la distribution a priori par rapport à la distribution a posteriori (PPVR) en résultant, observés pour le paramètre K , indiquaient que les données d'entrée étaient informatives sur K , ce qui était escompté étant donné que les CV élevés étaient appliqués dans le développement de ces distributions a priori. Les distributions a posteriori marginales pour le paramètre ϕ (ϕ) d'épuisement initial présentaient un PPMR et un PPVR proches de 1, ce qui suggère que ce paramètre était également informé dans une grande mesure par les distributions a priori.

Les **figures 26** et **27** présentent les diagnostics de l'analyse rétrospective, qui montraient des écarts rétrospectifs minimaux par rapport aux modèles complets. Le **tableau 9** fournit la statistique du ρ de Mohn, calculée pour chaque modèle de la grille sur une période d'évaluation rétrospective de cinq ans. Le ρ de Mohn de tous les modèles s'inscrivait dans la fourchette acceptable de -0,15 et 0,20 pour tous les paramètres (B_{PME} , F_{PME} , PME , et l'erreur de processus (procB)), indiquant un schéma rétrospectif négligeable dans l'ensemble (Hurtado-Ferro *et al.*, 2015 ; Carvalho *et al.*, 2017). Les résultats du test de validation croisée de la simulation rétrospective indiquaient que les indices de CPUE JPN_LL, US_LL et VEN_GIL avaient des scores d'erreur moyenne absolue mise à l'échelle (MASE) d'environ un ou moins dans tous les scénarios, ce qui suggérait que ces indices ont de bonnes capacités de prédiction (**figures 28** et **29**). À l'inverse, l'indice CTP_LL_late présentait des valeurs supérieures à 1,4 dans tous les scénarios, ce qui indique une capacité de prédiction faible voire nulle.

5. Résultats du modèle

5.1 Modèles de Stock Synthesis

Le Groupe a convenu d'exprimer l'incertitude de l'évaluation de Stock Synthesis avec 4 niveaux différents de valeurs de pente ($h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$) à partir de l'approche du modèle de grille. Les résumés des estimations des points de référence sont présentés dans le **tableau 10**. Les tendances de la biomasse reproductrice, de la mortalité par pêche relative, des recrues et de la SSB/SSB_{PME} étaient similaires entre les scénarios (**figure 30**), bien que les valeurs absolues de la biomasse diffèrent d'un scénario à l'autre, avec une biomasse initiale plus élevée (1956) dans le cas d'une pente faible.

Les trajectoires de la SSB/SSB_{PME} ont montré une diminution au début de la série temporelle jusqu'au milieu des années 1980, avec une brève augmentation au début des années 1990, suivie d'une tendance à la baisse jusqu'en 2015. Depuis le début des années 2000, la biomasse relative est restée inférieure à SSB_{PME} jusqu'en 2022 ; après 2015, la tendance s'est modifiée et montre une augmentation ces dernières années dans tous les scénarios. La trajectoire de F/F_{PME} a montré une forte augmentation au milieu des années 1960, suivie d'une diminution et d'une tendance oscillante jusqu'aux années 1990, lorsque la mortalité par pêche a considérablement augmenté, bien au-delà de F_{PME} , atteignant un pic au début des années 2000 ; depuis lors, la tendance a changé et a diminué jusqu'en 2022. En 2022, la médiane de la mortalité par pêche des scénarios de Stock Synthesis se situait autour de F_{PME} .

Le diagramme de Kobe issu des scénarios combinés de la grille de Stock Synthesis a montré une tendance antihoraire, l'état du stock passant d'une phase de sous-exploitation à une phase de surexploitation depuis le milieu des années 1990, en passant par une période de pêche non durable (**figure 31**). En 2022, dans trois des quatre scénarios, la biomasse est restée inférieure à la SSB_{PME}, avec un taux de mortalité par pêche proche ou supérieur aux niveaux de la F_{PME} . L'état du stock pour 2022 dans la grille de Stock Synthesis a montré une probabilité postérieure de 15% d'être à la fois soumis à la surpêche et surexploité, une probabilité postérieure de 54% d'être surexploité mais non soumis à la surpêche et 31% du stock se trouvant dans le quadrant vert du diagramme de Kobe, c'est-à-dire non victime de surpêche et non surexploité.

5.2 Modèles de production excédentaire

Le Groupe a convenu d'exprimer l'incertitude de l'évaluation du stock JABBA avec quatre distributions a priori r différentes basées sur les valeurs de pente ($h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$) de l'approche du modèle de grille. Les résumés des quantiles postérieurs pour les paramètres et les quantités de gestion d'intérêt sont présentés dans le **tableau 11**.

Les trajectoires de la biomasse, de la mortalité par pêche, de B/B_{PME} , de F/F_{PME} et de B/B_0 étaient similaires pour tous les scénarios (**figure 32**). Les trajectoires de B/B_{PME} ont montré une forte diminution au début de la série temporelle jusqu'au milieu des années 1970 jusqu'à 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 2022. La trajectoire F/F_{PME} présentait une tendance à la hausse depuis le début de la série temporelle, franchissant la F_{PME} au milieu des années 1980, suivie d'une tendance à la baisse après les années 2000, mais toujours supérieure à F_{PME} jusqu'en 2022.

Le diagramme de Kobe issu des scénarios combinés dans la grille JABBA a montré une tendance relativement antihoraire, l'état du stock passant d'une phase de sous-exploitation à une phase de surexploitation depuis le milieu des années 1980, en passant par une période de pêche non durable (**figure 33**). Dans tous les scénarios, la biomasse est restée inférieure à B_{PME} en 2022, avec un taux de mortalité par pêche proche ou supérieur aux niveaux de F_{PME} . L'état du stock pour 2022 dans la grille JABBA présentait une probabilité postérieure de 62 % d'être à la fois objet

de surpêche et surexploité (quadrant rouge du diagramme de Kobe), une probabilité postérieure de 37 % d'être surexploité mais non soumis à la surpêche (quadrant jaune du diagramme de Kobe) et seulement 1 % de ne pas être victime de surpêche et non surexploité (quadrant vert du diagramme de Kobe).

5.3 Synthèse des résultats de l'évaluation

Une évaluation complète du stock a été réalisée pour le makaire bleu en 2024, en appliquant les données disponibles jusqu'en 2022, en utilisant une approche de grille pour les modèles de production excédentaire et les modèles structurés par âge afin de capturer l'incertitude entourant les paramètres biologiques.

Suite aux discussions au cours de la réunion, le Groupe a conclu que l'évaluation de l'état du stock de makaire bleu de l'Atlantique en 2024 est mieux représentée par les résultats de la grille conjointe des quatre scénarios de Stock Synthesis et des quatre scénarios de JABBA. Par conséquent, il a été recommandé que l'avis de gestion soit construit à partir des résultats combinés des deux plateformes de modèle de l'approche de la grille qui considère quatre scénarios de pente (0,4, 0,5, 0,6 et 0,7) comme l'axe principal de l'incertitude dans l'évaluation, et qui accorde une pondération égale à chaque scénario et plateforme.

Le Groupe a reconnu que toutes les sources potentielles d'incertitude n'étaient pas entièrement prises en compte dans les résultats de l'évaluation, soulevant des préoccupations particulières quant au peu d'informations disponibles sur les rejets et la mortalité associée. Il a également noté qu'il existait des différences entre les plateformes des modèles d'évaluation. En outre, le Groupe a conclu qu'il est encore nécessaire de disposer de meilleures informations biologiques sur le makaire bleu de l'Atlantique et que les données actuelles ne permettent pas d'estimer la pente de Stock Synthesis.

La principale différence entre le modèle de Stock Synthesis et le modèle de production excédentaire (JABBA) est que Stock Synthesis prend en compte la structure d'âge du stock. Cela suffit à expliquer certaines des différences dans les résultats de l'évaluation des stocks entre les deux plateformes, mais il existe également d'autres postulats et différences de données qui doivent être prises en compte lors de la comparaison des résultats de chaque plateforme, notamment :

- Dans Stock Synthesis, la distribution des tailles des captures est utilisée pour informer à la fois la sélectivité des pêcheries et la dynamique de la structure des âges de la population ;
- Stock Synthesis tient compte des décalages dans le recrutement, qui peuvent se traduire directement dans le taux de changement de la projection des stocks ;
- Dans JABBA, les paramètres de croissance (modèle de von Bertalanffy de Krusic *et al.*, 2024) sont utilisés dans l'estimation de la distribution a priori r , tandis que dans Stock Synthesis, la croissance est estimée en interne dans le modèle par sexe, bien que les données de capture ou de taille n'aient pas été fournies par sexe. En outre, SS3 a utilisé deux sources d'information sur l'âge: la longueur moyenne par âge de Goodyear (2002) et les observations de l'âge par taille de Krusic *et al.* (2024) ;
- En outre, dans Stock Synthesis, des postulats ont été mis en œuvre concernant les changements dans la capturabilité pour la série de CPUE palangrière du début de la série temporelle, qui ont été explorés dans JABBA en tant qu'analyse de sensibilité, mais qui n'ont pas été inclus dans les scénarios finaux de JABBA.

Le Groupe a également discuté d'autres sources d'incertitude qui n'ont pas été prises en compte dans la présente évaluation, en soulignant en particulier le nombre limité de déclaration de rejets morts dans la tâche INC officielle.

Le Groupe a noté que dans les séries temporelles de la biomasse relative et de la mortalité par pêche, il y a des tendances différentes entre JABBA et Stock Synthesis (**figure 34**), en particulier du milieu des années 1960 au début des années 1990, lorsque SS3 indiquait que le stock était au-dessus de B_{PME} alors que JABBA montrait un stock déjà surexploité. Cette différence est en corrélation avec les postulats de changements dans la capturabilité pour les séries de CPUE des flottilles palangrières (Japon et Taipei chinois) du début de la série temporelle qui ont été incluses dans Stock Synthesis mais non prises en compte dans le modèle JABBA.

Après 2000, les deux modèles s'accordent mieux sur les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche relatives, ce qui indique que le stock de makaire bleu a été surexploité et a fait l'objet d'une surpêche au cours de la période récente. À la fin de la période d'évaluation 2022, la biomasse relative du stock est inférieure à B_{PME} et la mortalité par pêche est inférieure à F_{PME} (**figure 35**). Toutefois, les limites de confiance à 95 % sont larges et s'étendent à la fois au-dessus et au-dessous des points de référence relatifs de la biomasse et de la mortalité par pêche, respectivement.

Néanmoins, le Groupe a conclu que la combinaison des résultats des deux plates-formes d'évaluation reflète mieux l'incertitude globale de l'évaluation.

5.4 État du stock

Les résultats de l'évaluation du stock de 2024 indiquaient que le stock était actuellement surexploité, mais qu'il ne faisait pas l'objet de surpêche (**figure 36**). À la fin de 2022, il a été déterminé que le stock de makaire bleu se trouvait à une biomasse relative (B/B_{PME}) de 0,667 (0,301-1,353, limites de confiance à 95%) et à une mortalité par pêche relative (F/F_{PME}) de 0,906 (0,401-1,640, limites de confiance à 95%).

Il a été déterminé que la PME estimée s'élevait à 3.331 t avec des limites de confiance approximatives à 95% de 2.323 à 4.659 t. L'état actuel du stock de makaire bleu est présenté à la **figure 36**. La probabilité que le stock se trouve dans le quadrant rouge du diagramme de Kobe a été estimée à 39% jusqu'en 2022. La probabilité que le stock se situe dans le quadrant jaune du diagramme de Kobe a été estimée à 46% et celle de se trouver dans le quadrant vert à 16%.

6. Projections du stock

Le Groupe a demandé d'exécuter des projections du stock à partir du cas de base du modèle de production excédentaire bayésien JABBA et du modèle Stock Synthesis structuré par âge en postulant des scénarios de capture constante (c.-à-d. débarquements et rejets morts). Le Groupe a convenu de considérer les résultats combinés de l'état du stock et des projections des deux plateformes comme la base de la proposition sur l'avis de gestion pour le makaire bleu de l'Atlantique.

Les spécifications des projections étaient les suivantes :

- i) Il a été postulé que les prises (débarquements et rejets morts) pour 2023 et 2024 correspondaient à la moyenne des trois années précédentes (2020-2022) utilisées dans l'évaluation du stock, ce qui correspond aux débarquements, aux rejets morts, à la prise estimée de makaire bleu à partir de la prise « BIL non classifiée » et aux déclarations manquantes, comme convenu lors de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu (Anon., 2024a) ;
- ii) Les projections avec différents scénarios de capture (débarquements et rejets morts) commenceront en 2025 et s'étaleront sur 10 ans, pour se terminer en 2034 ;
- iii) 12 scénarios de capture différents (débarquements + rejets morts), capture zéro et captures allant de 1.000 à 4.000 t ;
- iv) 10.000 itérations stochastiques pour chaque scénario du modèle de grille et de la plate-forme ;
- v) Les captures par flottille pour les modèles de Stock Synthesis ont été calculées en utilisant le pourcentage moyen de capture par flottille entre 2020 et 2022 ;
- vi) Les projections postuleront une pondération égale pour chaque scénario et chaque plateforme.

Les résultats préliminaires ont été fournis au Groupe (**figure 37**). Après avoir examiné les résultats des projections préliminaires de JABBA, de Stock Synthesis et des deux méthodes, le Groupe a décidé de modifier les scénarios de capture présentés ci-dessus pour la réunion du Groupe d'espèces du mois de septembre. Le Groupe a souligné que la « prise » dans la projection comprend à la fois les débarquements et les rejets morts dans les deux plates-formes du modèle d'évaluation.

Le Groupe a recommandé des changements dans les scénarios de capture projetés qui seront finalisés pendant la période intersessions. Les projections finales seront soumises en tant que document du SCRS à la réunion du Groupe d'espèces de septembre 2024.

Les résultats des projections préliminaires indiquent qu'une prise constante de 2.250 t au cours des neuf prochaines années permettrait de rétablir la biomasse du stock au-dessus de B_{PME} et la mortalité par pêche en dessous de F_{PME} . Toutefois, le Groupe a noté que les projections actuelles devraient être examinées avec prudence, étant donné qu'une partie des projections postule une tendance positive récente du recrutement, pour laquelle il n'y a pas d'informations ou d'indices d'abondance permettant de confirmer cette tendance.

Le Groupe a recommandé de surveiller attentivement ce stock, y compris des débarquements déclarés et des rejets morts, et, le cas échéant, de demander des mises à jour régulières des indices d'abondance afin de confirmer les tendances récentes indiquées dans l'évaluation.

7. Réponses à la Commission

7.1 Estimation des rejets morts et vivants

Un atelier de bêta-test de l'outil d'estimation des prises accessoires (BEYT) a été organisé en 2023 et un atelier de formation sur l'utilisation et l'application de l'outil aura lieu dans le courant de cette année 2024. L'outil est principalement conçu pour faciliter l'estimation des rejets pour les flottilles disposant d'observateurs à bord et les estimations de l'effort total.

Le Groupe a discuté de la question de savoir si cet outil renforcerait la capacité des CPC à améliorer la déclaration des captures d'istiophoridés. Il est encore trop tôt pour savoir si les scientifiques l'utiliseront, mais on espère qu'à l'avenir les scientifiques des CPC prépareront des documents du SCRS faisant état de l'utilisation de cet outil pour l'estimation des rejets. Cela améliorera les chances d'un soutien financier continu pour le développement ultérieur de l'outil et de toute activité future de renforcement des capacités. Actuellement, les ateliers consacrés à cet outil sont organisés en anglais, la documentation de l'outil n'est disponible qu'en anglais et les participants doivent maîtriser R pour utiliser l'outil.

Le Groupe a convenu que les initiatives les plus prometteuses pour faciliter l'apprentissage et l'utilisation de cette méthodologie seront les suivantes :

- traduire la documentation et les résultats de l'outil dans d'autres langues de l'ICCAT,
- organiser des ateliers spécifiques dans chacune des langues de l'ICCAT, avec des instructeurs s'exprimant dans la langue de chaque atelier, et
- élaborer une interface qui minimise la nécessité de maîtriser le langage R.

Le Groupe a noté que les CPC sont tenues de déclarer les débarquements totaux, les rejets morts et vivants de toutes les espèces de l'ICCAT.

Il a été noté que le BEYT n'est pas la seule façon pour les CPC d'estimer et de déclarer les rejets vivants et morts et que le fait de ne pas être familiarisé avec cet outil ne devrait pas empêcher les CPC de remplir leurs exigences en matière de déclaration.

Le Groupe a discuté de la question de savoir si les ateliers sur le renforcement des capacités des flottilles à petite échelle, organisés en Afrique de l'Ouest en 2023 et dans les Caraïbes en 2024, fournissaient des informations sur les rejets ou leur suivi par les CPC. Les informations présentées au cours de l'atelier sur les rejets d'istiophoridés étaient limitées, étant donné que les flottilles à petite échelle disposent rarement d'observateurs scientifiques à bord. Les ateliers ont toutefois fourni de nombreuses informations sur le suivi de la capture et de l'effort par ces flottilles. Des documents de synthèse des Rapports annuels présentés lors de ces ateliers sont en cours de préparation et seront présentés à la réunion du Sous-comité des statistiques de septembre 2024.

Le Groupe a recommandé que les activités de suivi de ces ateliers soient conçues pour améliorer les informations sur les rejets de poissons vivants et morts par les flottilles artisanales dans les zones des Caraïbes et de l'Afrique de l'Ouest.

7.2 Estimations de la mortalité par pêche par principales flottilles/principaux engins

Dans sa réponse de 2023 à la Commission à cette demande, le SCRS a convenu de fournir des estimations de la mortalité par pêche par engin pour chacun des deux stocks de voiliers en 2024, étant donné que cette analyse n'a pas été réalisée en 2023 lors de l'évaluation du voilier. Le Groupe a l'intention de fournir une réponse dans le cas du makaire bleu en se basant également sur l'évaluation de 2024.

Le Groupe a discuté de la demande de la Commission et du type d'information qui serait le plus approprié pour répondre à cette demande. La réponse devrait également décrire comment l'incertitude relative des données de capture par engin de pêche (y compris l'absence de déclaration sur les rejets) peut affecter les estimations de la mortalité par pêche par engin. En particulier, le Groupe a noté que la déclaration des rejets peut avoir différents niveaux d'incertitude en fonction de la flottille et de l'engin.

Stock Synthesis fournit des estimations annuelles du taux d'exploitation, du nombre et de la biomasse par flottille. Le Groupe a convenu de déclarer, le cas échéant, les deux, étant donné que toute différence entre les tendances correspondantes peut révéler les effets de la sélectivité des différents engins. JABBA fournit des estimations

annuelles du taux de capture total. Les estimations du taux de capture annuel par engin peuvent être calculées en utilisant la proportion de la capture annuelle (en biomasse) de chaque engin comme mesure relative du taux de capture. Ce calcul est cohérent avec le postulat de JABBA selon lequel la prise relative de chaque engin est proportionnelle à la mortalité par pêche.

Le Groupe a convenu de travailler pendant la période intersessions afin de préparer cette réponse pour la réunion des Groupes d'espèces de 2024. Il a été convenu qu'un sous-groupe ad hoc, ouvert à tout membre du Groupe, travaillerait pendant la période intersessions afin d'élaborer un projet de réponse à la Commission, qui sera examiné par le Groupe d'espèces sur les istiophoridés lors de sa réunion de septembre 2024. La réponse devrait inclure, pour les stocks de voilier oriental, de voilier occidental et de makaire bleu, les données suivantes :

- des informations sur l'incertitude relative de la prise déclarée par groupe d'engins,
- les taux de capture annuels par groupe d'engins utilisés dans les évaluations pour JABBA et Stock Synthesis,
- le cas échéant, les estimations pour Stock Synthesis devraient porter sur la biomasse et le nombre,
- idéalement, les estimations des taux de capture annuels incluront des estimations de l'incertitude cohérentes avec la manière dont l'incertitude a été résumée au cours de l'évaluation des stocks (c'est-à-dire en décrivant l'incertitude globale entre les plates-formes de modèles et au sein de celles-ci), et
- un résumé des mesures de gestion historiques imposées par la Commission sur les stocks et le groupe d'engins concerné par chaque mesure.

8. Recommandations

8.1 Recherche et statistiques

Le Groupe a recommandé que les outils et les ressources, tels que le BEYT, soient disponibles dans les trois langues afin que tous les scientifiques des CPC de l'ICCAT puissent en bénéficier et y participer plus largement. Il a été proposé que les ateliers soient organisés dans les trois langues officielles, le cas échéant, et d'envisager la traduction des manuels, des directives et des présentations dans les trois langues de l'ICCAT.

Il a également été indiqué que le Plan stratégique du SCRS devrait inclure des alternatives pour les options multilingues dans le cadre de leurs objectifs de renforcement des capacités, de participation scientifique accrue et d'activités de sensibilisation.

Le Groupe a recommandé que les images numériques des épines du makaire bleu soient consolidées dans une bibliothèque numérique aux fins d'une analyse et d'une évaluation plus approfondies.

Le Groupe a recommandé que les études sur la biologie de la reproduction du makaire bleu soient menées dans le golfe du Mexique et soient étendues à la région des Caraïbes et à d'autres pêcheries.

Le Groupe a recommandé que les scientifiques nationaux accordent une attention particulière à la variation potentielle de la capturabilité de toutes les espèces d'istiophoridés dans le cadre de la standardisation des données de prise par unité d'effort (CPUE) à des fins d'évaluation.

Le Groupe a recommandé que l'état du stock au cours d'une année donnée (*yr*) soit exprimé comme la « mortalité par pêche subie au cours d'une année donnée (F_{yr}) et la biomasse du stock au début de cette année donnée plus un an (B_{yr+1}) ». Il a également été suggéré que le Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation (WGSAM) pourrait examiner et fournir des lignes directrices générales afin d'assurer la cohérence de la déclaration de l'état des stocks de toutes les espèces de l'ICCAT.

Le Groupe a recommandé qu'un petit groupe travaille pendant la période intersessions afin de préparer un projet de réponse à la demande de la Commission concernant la mortalité par pêche par flottille/engins principaux pour le makaire bleu et le voilier, en utilisant les derniers résultats de l'évaluation des stocks. Ce projet de réponse sera examiné par le Groupe lors de la prochaine réunion du Groupe d'espèces du SCRS de 2024.

Le Groupe a recommandé que les activités de suivi des ateliers de renforcement des capacités soient conçues pour améliorer les informations sur les rejets d'istiophoridés vivants et morts par les flottilles artisanales dans les zones des Caraïbes et de l'Afrique de l'Ouest.

Le Groupe a recommandé un cours de formation au renforcement des capacités sur les méthodes d'évaluation des stocks, en mettant l'accent sur les modèles bayésiens de production excédentaire (BSP). Le cours devrait se concentrer sur les données d'entrée, les paramètres du modèle, les postulats du modèle, les diagnostics, l'interprétation des résultats du modèle et les projections des stocks.

8.2 *Recommandations de gestion*

Étant donné que certains travaux supplémentaires sur les projections seront réalisés pendant la période intersessions, et que les matrices finales de la stratégie de Kobe n'étaient donc pas disponibles pour examen lors de cette réunion, les discussions sur l'avis de gestion ont été reportées à la réunion du Groupe d'espèces du mois de septembre 2024. L'avis de gestion consensuel qui en résultera sera reflété dans le Résumé exécutif sur le makaire bleu.

9. Programme de recherche intensive sur les istiophoridés : mise à jour des activités en cours et planification future

9.1 *Biologie de la reproduction*

Il a été demandé au coordinateur pour l'Ouest de compléter les termes de référence pour les activités du Programme de recherche intensive sur les istiophoridés (EPBR) dans le golfe du Mexique. Le coordinateur de l'Ouest a présenté le projet de Termes de référence aux fins de discussion par le Groupe. Le Groupe a approuvé les activités de recherche décrites dans les Termes de référence et a recommandé de les envoyer au Secrétariat de l'ICCAT afin qu'il révise les questions administratives.

Un nouveau contrat a été signé avec un consortium dirigé par le Sénégal afin de poursuivre la collecte d'échantillons de petite taille et de taille adulte pour les études sur l'âge et la croissance des trois espèces de makaires: le makaire bleu, le voilier et le makaire blanc dans l'Atlantique Nord-Est. L'équipe a indiqué qu'il avait été difficile d'obtenir les échantillons demandés par le Groupe. Il est plus facile d'obtenir des épines que des otolithes. Le Secrétariat de l'ICCAT a indiqué que des contacts ont été établis avec les scientifiques travaillant à bord de la flottille de senners de l'UE pour aider à obtenir ces échantillons.

Il a également été noté qu'une réunion intersessions de cette année (SCRS/2024/108) a recommandé d'envisager d'autres méthodes de détermination de l'âge, telles que l'épigénétique, afin de surmonter certaines des limitations de la détermination de l'âge à partir d'otolithes ou d'épines.

9.2 *Autres*

Dans le cadre d'une campagne de marquage des requins, un seul grand makaire bleu a été marqué, mais il est mort peu après avoir été relâché. Une autre campagne de marquage a débuté en juin 2024 et des tentatives seront faites pour marquer les istiophoridés capturés au cours de la campagne.

10 Autres questions

10.1 *Financement de la recherche*

Le Président du SCRS a rappelé au Groupe qu'il a été demandé à tous les Groupes de travail et Sous-comités de développer des plans de recherche à long terme (6 ans), afin de faciliter la planification stratégique de la recherche, d'informer sur le calendrier et la durée probable des projets de recherche et de leur programmation, et de contribuer ainsi à une planification coordonnée au sein du SCRS. En outre, des demandes spécifiques de financement de la recherche devraient être élaborées pour des périodes de deux ans, afin de coïncider avec le cycle de budgétisation de la Commission, afin de les soumettre à l'examen de la Plénière du SCRS et de les inclure dans le rapport annuel du SCRS.

Le Secrétariat de l'ICCAT a informé le Groupe que le budget scientifique pour 2024 doit être utilisé en stricte conformité avec le budget approuvé par la Commission, qui est détaillé dans le tableau 1 du document « Activités de recherche du SCRS nécessitant un financement pour 2024 et 2025 » (STF-208B/2023). Aucune prolongation ni aucun changement entre les postes budgétaires ne sera autorisé.

Le Secrétariat de l'ICCAT a souligné l'importance de recevoir tous les Termes de référence pour le financement de la Science peu de temps après la plénière du SCRS. Ainsi, le Secrétariat disposerait de plus de temps pour achever ses processus administratifs en vue de l'émission de contrats. De cette façon, les appels d'offres pourraient être lancés plus tôt. Le Président du SCRS a souligné que ces lignes directrices, et en particulier la date limite pour l'élaboration des Termes de référence, étaient cohérentes avec l'élaboration de plans de recherche à plus long terme et de demandes budgétaires détaillées sur deux ans. Cela facilitera également la discussion des demandes de budget scientifique proposées en vue de leur soumission à la réunion plénière du SCRS. Le fait que tous les Termes de référence soient préparés avant la réunion annuelle de la Commission devrait aider cette dernière à examiner les demandes de financement scientifique et devrait également permettre aux projets de démarrer plus rapidement. Compte tenu des nouvelles lignes directrices sur l'utilisation des fonds, cette efficacité est cruciale.

Le Président du SCRS a souligné que le processus optimal pour l'élaboration des Termes de référence serait que les projets de Termes de référence soient présentés aux réunions du Groupe, après avoir été élaborés en collaboration avec le Groupe par correspondance, dans la mesure du possible. Le plan de recherche à long terme peut servir de guide pour l'élaboration de ces projets de termes de référence. Cela permettra au Groupe de finaliser l'examen et d'adopter les Termes de référence dans le temps limité dont il dispose lors de la réunion. Toutefois, il est admis que de nouvelles propositions de recherche peuvent émerger au cours de la réunion, sans qu'il soit possible d'élaborer les Termes de référence pendant la réunion. Si ce processus ne peut pas être appliqué, les Termes de référence pourraient être élaborés par le rapporteur du Groupe d'espèces sur les istiophoridés et/ou le Président du SCRS, ou un Sous-groupe identifié. L'élaboration des Termes de référence de cette façon est un processus habituel et établi au sein du SCRS.

Le Groupe a pris note des nouvelles lignes directrices et de l'importance de fournir les Termes de référence avant la réunion annuelle de la Commission.

10.2 Plan de travail

Le Groupe a discuté du plan de travail de 2025 sur les istiophoridés qui sera finalisé lors de la réunion du Groupe d'espèces de septembre 2024.

11. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté pendant la réunion. Le Président du Groupe a remercié tous les participants pour leurs efforts, ainsi que le Secrétariat et les interprètes pour leur travail. La réunion a été levée.

Bibliographie

- Anon. 2018. Report of the 2018 ICCAT Blue Marlin Stock Assessment (Miami, United States 18-22 June 2018). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 75(5): 813-888.
- Anon. 2024. Report of the 2024 ICCAT Blue Marlin Data Preparatory Meeting (Miami, United States, 11-15 March 2024). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 81(1): 1-86.
- Carvalho, F., Punt, A.E., Chang, Y.J., Maunder, M.N., Piner, K.R., 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? *Fish. Res.* 192, 28–40.
- Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K. R., Maunder, M. N., Taylor, I., Wetzell, C. R., Doering, K., Johnson, K. F., Methot, R. D. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. *Fisheries Research*, 240: 105959.
- Goodyear, C.P. 2002. Simulated responses of the size distribution of blue marlin to fishing mortality. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54 (3): 869-881.
- Hoolihan J.P., Luo J., and Arocha F. 2019. Age and growth of blue marlin *Makaira nigricans* from the central western Atlantic Ocean. *Fisheries Research*, Vol. 220, 105346.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105346>
- Hurtado-Ferro F., Szuwalski C.S., Valero J.L., Anderson S.C., Cunningham C.J., Johnson K.F., Licandeo R., McGilliard C.R., Monnahan C.C., Muradian M.L, Ono K., Vert-Pre K.A, Whitten A.R., and Punt A.E. 2015. Looking in the rear-view mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. *ICES Journal of Marine Science*, Volume 72, Issue 1, January 2015, Pages 99–110, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>.
- ICCAT. 2024. Statistical Bulletin Vol. 49 (1950-2022).
- Krusic-Golub K., Sutrovic A., Rosa D., Ngom F., Andrews A., and Coelho R. 2024. Update on Age Estimation from Atlantic Blue Marlin otoliths. SCRS/P/2024/007
- Martell, S., Froese, R., 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience 504–514. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x>
- Shimose, T., Yokawa, K. and 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(12), pp.1116-1127
- Winker, H., Mourato, B., Chang, Y., 2020. Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: An application to Atlantic white marlin (*Kajika albida*) with simulation testing. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 76, 219–234.

INFORME DE LA REUNIÓN DE ICCAT DE EVALUACIÓN DE STOCK DE AGUJA AZUL DEL ATLÁNTICO DE 2024

(Formato híbrido, Madrid, España, 17-21 de junio de 2024)

1. Apertura, aprobación del orden del día y organización de la reunión

La reunión híbrida se celebró presencialmente en la Secretaría de ICCAT, en Madrid, y en línea, del 17 al 21 de junio de 2024. La Sra. 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 Sr. Camille Jean Pierre Manel, secretario ejecutivo de ICCAT, dio la bienvenida a los participantes y les deseó éxito en la reunión.

La presidenta procedió a examinar el orden del día, que fue adoptado con algunos 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 y presentaciones del SCRS que se presentaron en la reunión se adjuntan en el **Apéndice 4**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

<i>Secciones</i>	<i>Relator</i>
Puntos 1 y 11	M. Ortiz and A. Kimoto
Punto 2	C. Mayor, C. Palma, J. Garcia,
Punto 3 C	Fernandez, B. Mourato, E. Kikuchi, K. Ba
Punto 4	M. Schirripa, B. Mourato, G. Merino
Punto 5	M. Ortiz, A. Kimoto
Punto 6	A. Kimoto, M. Ortiz
Punto 7	C. Brown, F. Sow,
Punto 8	F. Sow, C. Brown, M. Ortiz
Punto 9	D. Angueko, K. Geddes, D. Die
Punto 10	J. Santiago, F. Sow

2. Resumen de los datos de entrada para la evaluación de stock

Los datos de entrada y las configuraciones del modelo para la evaluación del stock de aguja azul del Atlántico se debatieron ampliamente y se acordaron en la reunión de preparación de datos de aguja azul (Anon., 2024a). Siguiendo el plan de trabajo intersesiones del Grupo, la Secretaría y el equipo de modeladores proporcionaron todas las entradas para las diferentes plataformas de modelos, incluidas las series de capturas, los datos sobre frecuencia de tallas, la estructura de la flota, los índices de abundancia y los datos de edad por talla. Todos los detalles de las decisiones y recomendaciones del Grupo figuran en el informe de la reunión de preparación de datos (Anón., 2024a).

En esta sección se resumen las actualizaciones o cambios en los datos de entrada que se comunicaron, y se alejaban del plan de trabajo y de las recomendaciones del Grupo entre sesiones.

2.1 Biología

El documento SCRS/2024/108 presentaba un resumen de la reunión informal celebrada por el equipo de modelización de la evaluación del stock de aguja azul para compartir sus progresos y discutir especialmente el tratamiento de los modelos de crecimiento. Las recomendaciones formuladas sobre los modelos de crecimiento difieren de las decisiones adoptadas en la reunión de preparación de datos de aguja azul.

Siguiendo el plan de trabajo acordado en la reunión de preparación de datos de aguja azul (Anon., 2024a), el equipo de modelización evaluó las dos alternativas de entrada de datos de talla por edad (datos de espina u otolitos) y estimó en Stock Synthesis el modelo de crecimiento de la aguja azul del Atlántico. Los resultados iniciales encontraron que el modelo de Stock Synthesis que estimaba una curva de crecimiento internamente con los datos de talla por edad basados en la espina (Hoolihan *et al.*, 2019) dio como resultado un patrón de crecimiento y una dinámica general de la población completamente diferentes en comparación con la curva de crecimiento basada en otolitos. Los resultados indicaron una biomasa inicial enorme con baja productividad y un stock con gran incertidumbre que nunca ha sido sobreexplotado ni sometido a sobrepesca.

Se obtuvieron resultados similares con los ensayos del modelo de producción excedente (SPM) JABBA, en los que las distribuciones previas para r se estimaron utilizando los parámetros de crecimiento estimados en Stock Synthesis. Los modeladores llegaron a la conclusión de que las dos fuentes de datos del crecimiento de la aguja azul del Atlántico no eran compatibles, y no se pudieron seguir las sugerencias de aplicar los datos de espina para estimar la curva de crecimiento en el modelo, tal y como se propuso en la reunión de preparación de datos.

El Grupo debatió sobre el hecho de que la edad estimada para un determinado tamaño de pez utilizando espinas da lugar a estimaciones de edad sistemáticamente superiores para un pez del mismo tamaño en comparación con las estimaciones de edad basadas en otolitos (**Figura 1**), donde las diferencias son notablemente mayores para las hembras. Se indicó que las lecturas de la edad a partir de espinas se ven muy afectadas por la reabsorción y la vascularización de la espina, siendo necesaria una mayor validación de la edad para resolver estas aparentes discrepancias en las lecturas de la edad. Se sugirió además que se exploraran técnicas alternativas de determinación de la edad para la aguja azul, incluida la edad epigenética, antes de valorar modelos de crecimiento alternativos para la próxima evaluación.

El Grupo aceptó las recomendaciones del equipo de modelización para que los modelos de Stock Synthesis utilicen únicamente los datos basados en otolitos (datos de entrada de edad por talla) junto con el modelo de crecimiento de la evaluación de stock de 2018 de Goodyear *et al.* (2002) como datos de entrada de talla por edad media esperada. Se recordó que, en la reunión de preparación de datos, se había informado al Grupo de las diferencias en los datos de talla por edad de los conjuntos de datos de otolitos y los de espina y se recomendó evaluar los datos de edad por talla por separado en lugar de combinar la información en un único modelo (Tabla 12, Anon., 2024a). Se observó que, en la evaluación de stock de 2018, los datos de entrada fueron la talla por edad media esperada de Goodyear *et al.* (2002) y la talla por edad media esperada de Shimose *et al.* (2015) de la aguja azul del Pacífico.

Para la evaluación de 2024, el equipo de modelización recomendó utilizar en el caso de Stock Synthesis la talla media por edad esperada de Goodyear *et al.*, 2002 e incluir las observaciones adicionales de edad por talla de los otolitos (Krusic *et al.* 2024) de la aguja azul del Atlántico. Para el SPM JABBA en la estimación de la distribución previa para r en los modelos finales, los parámetros de crecimiento utilizados fueron los estimados a partir de las muestras de otolitos únicamente. (Krusic *et al.*, 2024). En **la Tabla 1** se presenta un resumen de los parámetros de entrada biológicos considerados en los modelos de evaluación.

Sin embargo, el Grupo consideró importante incluir en el informe los resultados de los primeros ensayos con el modelo de crecimiento basado en la espina como ensayo de sensibilidad en este informe, dado que se solicitó en la reunión de preparación de datos (**Figura 2**).

2.2 Capturas

La Secretaría presentó al Grupo un conjunto de datos actualizados con la información más reciente sobre Tarea 1 y Tarea 2 para la aguja azul (BUM, *Makaira nigricans*). Este conjunto de datos incluía los catálogos del SCRS de todos los marlines, las capturas nominales de aguja azul (desembarques y descartes muertos), los descartes vivos, un catálogo de capturas y esfuerzo, series de datos sobre muestreo de tallas y datos de captura por talla, estimaciones de distribución de capturas (CatDIS) e información sobre marcado. Todos estos archivos se publicaron en la carpeta nextCloud creada para esta reunión.

En cuanto a los conjuntos de datos de Tarea 1 y Tarea 2, la Secretaría informó de que no se había recibido información adicional desde la reunión de preparación de datos de 2024. Por lo tanto, todos los archivos de entrada preparados y adoptados entre sesiones después de la reunión de preparación de datos permanecen sin cambios. Las capturas nominales totales de aguja azul para todo el Atlántico (stock único) por flota y año se presentan en la **Tabla 2**.

En cuanto a los datos de marcado, la Secretaría informó al grupo de que se está llevando a cabo una revisión significativa al respecto. En concreto, se mencionó la colaboración entre científicos estadounidenses y la Secretaría de ICCAT, para aclarar y mejorar la información existente.

2.3 Talla

La Secretaría informó al Grupo de que no se había presentado información nueva sobre tallas tras la reunión de preparación de datos de aguja azul. Por lo tanto, el archivo con los datos de entrada de frecuencia de tallas proporcionado a los equipos de modelización representa la información disponible más actualizada sobre tallas de aguja azul.

2.4 Índices de abundancia

La Secretaría informó al Grupo de que no se habían presentado índices de abundancia nuevos o actualizados tras la reunión de preparación de datos de aguja azul.

2.5 Estructura de la flota

En la reunión de preparación de datos de aguja azul de 2024, el Grupo acordó utilizar la estructura de la flota de 2018 para desglosar los datos de entrada de frecuencia de tallas y de captura, que se facilitó al equipo de modelización.

3. Métodos y ajustes del modelo

3.1 Modelo Stock Synthesis

Se presentó el documento SCRS/2024/107, que proporciona una descripción de las exploraciones realizadas con Stock Synthesis (SS3) tras la reunión de preparación de datos de aguja azul celebrada en marzo de 2024.

Al igual que en la evaluación de stock de 2018, el modelo SS3 se configuró con 2 sexos (hembras y machos), para poder tener en cuenta las diferencias en los parámetros biológicos entre sexos. Todos los datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y de composición por tallas correspondían a sexos combinados.

Las exploraciones para la evaluación de stock de este año comenzaron revisando la configuración final de SS3 de la evaluación de 2018, que se actualizó utilizando capturas hasta el año 2022 y con modificaciones aplicadas en varios pasos:

1. Se actualizaron las series de CPUE.
2. Se actualizaron las series de CPUE (Paso 1) y también las de composición por tallas.
3. Las series de CPUE y los datos de talla como en el Paso 2, y el ajuste del crecimiento a los nuevos datos de otolitos (Krusic *et al.* 2024).
4. Las series de CPUE y los datos de talla como en el Paso 2, y el ajuste del crecimiento a los datos de espina (Hoolihan *et al.* 2019).

La **Figura 3** muestra la evaluación del stock de 2018 y los resultados de estos cuatro ensayos exploratorios iniciales. Como ya se ha señalado, el crecimiento estimado a partir de los datos de espina difería bastante del estimado a partir de las demás fuentes de datos de crecimiento y daba lugar a trayectorias de stocks poco realistas. El Grupo acordó estimar las curvas de crecimiento específicas por sexo en el modelo SS3 basándose en los datos de edad por talla de los otolitos y en el modelo de crecimiento de Goodyear (utilizado como "datos" en la talla por edad media en SS3). Se estimó un modelo de crecimiento de Richards, ya que es más flexible que un modelo de Von-Bertalanffy, y se consideró más adecuado para ajustarse a un crecimiento extremadamente rápido en los primeros uno o dos años con una ralentización significativa a partir de entonces. El modelador, sin embargo, explicó que el modelo estimado se acercaba mucho a uno de Von-Bertalanffy.

Se examinó la sensibilidad a los supuestos de captura utilizando los cuatro escenarios (es decir, la serie de capturas base y 3 escenarios alternativos de mortalidad por descartes vivos) acordados en la reunión de preparación de datos (**Tabla 3**). Los distintos escenarios de capturas no supusieron ninguna diferencia en las trayectorias estimadas de SSB, excepto en el cuarto escenario (el que incluía los descartes de la flota de recreo por separado, modelizando dichos descartes y su mortalidad por separado en SS3), que dio lugar a algunas diferencias, aunque las tendencias a lo largo del tiempo fueron similares (**Figura 4**). Este cuarto escenario suponía implícitamente que los datos de recreo de EE.UU. representaban a toda la flota de recreo del Atlántico, lo que puede ser poco realista. El Grupo acordó considerar el escenario de captura 1, en el que los desembarques más los descartes muertos declarados se tratan como la captura total en la evaluación de stock, como el escenario de referencia, tal y como se acordó en la reunión de preparación de datos de aguja azul (en la que se identificó como el que se utilizaría para el asesoramiento en materia de ordenación), y realizar todos los futuros ensayos de SS3 basándose en él.

Se supuso que las selectividades de las flotas (para las cinco flotas pesqueras acordadas en la reunión de preparación de datos de aguja azul) eran las mismas para ambos sexos. Se supuso que eran asintóticas (flota palangrera y flota de recreo) o que tenían selectividad en la mayor talla estimada en el modelo SS3 (para la flota artesanal). Las selectividades de las otras dos flotas ("otros" y "mFAD") se consideraron las mismas que las de la flota artesanal. Al igual que en la evaluación de stock de 2018, se incluyó una curva de retención variable en el tiempo para la flota de recreo con objeto de tener en cuenta los cambios en la normativa (talla mínima legal).

En los ensayos del modelo se utilizaron las 11 series de CPUE acordadas en la reunión de preparación de datos de aguja azul. Se permitió que la capturabilidad de las primeras series de CPUE japonesas y de Taipei Chino fuera variable en el tiempo (hasta 1979), utilizando los ratios anuales de $YFT/(YFT+BET)$ en esas flotas como una covariable potencial, como ya se había hecho en anteriores evaluaciones de SS3 para este stock en el caso de las primeras series de CPUE japonesas.

Se realizaron ensayos iniciales del modelo, con las 11 series de CPUE, utilizando como CV los valores anuales comunicados para cada serie de CPUE, excepto de aquellas series en las que el valor mínimo de CV comunicado era inferior a 0,3. En este último caso, los CV de las series se incrementaron en una constante aplicada a todos los valores, de modo que el valor mínimo de CV fuera 0,3, manteniendo la misma tendencia señalada en los CV a lo largo de la serie temporal. Estos ensayos iniciales mostraron patrones retrospectivos, lo que sugiere conflictos en los datos. Para reducir el patrón retrospectivo, se incluyeron y estimaron parámetros de varianza añadidos para las series de CPUE dentro del SS3, y esta configuración del modelo se convirtió en la nueva línea de base.

Inicialmente, se presentaron diagnósticos detallados para el ensayo con mortalidad natural fija $M=0,148$, tanto en machos como en hembras y una inclinación fija $h=0,5$ (véase la sección 4.a).

Siguiendo los ajustes acordados en la reunión de preparación de datos de aguja azul, en la reunión se examinaron ocho escenarios alternativos, consistentes en combinaciones de dos valores de mortalidad natural de las hembras (ya sea $M = 0,148$ fijo o M estimado en Stock Synthesis) y cuatro alternativas para la inclinación (valores fijos de $h = 0,4, 0,5, 0,7$ y h estimada en Stock Synthesis). Al igual que en la evaluación de 2018, M se fijó en 0,148 para los varones. Posteriormente, se observó que en los ensayos con M estimada se había utilizado una distribución previa muy amplia sobre M (de modo que, en efecto, M se estaba estimando libremente), mientras que en la reunión de preparación de datos de aguja azul se había acordado utilizar una distribución previa sobre M con una media=0,148 y una desviación estándar=0,018. Por tanto, los ensayos con M estimada se realizaron de nuevo utilizando esta última distribución previa para M (es decir, media=0,148, y std=0,018). Los resultados de estas exploraciones se muestran en la **Figura 5** y la **Tabla 4**.

A continuación, el Grupo mantuvo un largo debate sobre si la estimación de M y/o h (inclinación) en Stock Synthesis daba lugar a estimaciones fiables de estos parámetros. En general, las estimaciones obtenidas para la M de las hembras se consideraron bajas (entre 0,095 y 0,117 aproximadamente según el ensayo) en comparación con la $M=0,148$ utilizada para los machos. Los resultados de los 12 ensayos realizados (**Tabla 4**) también indicaron una fuerte correlación negativa entre las estimaciones de M y h , y el Grupo concluyó que no había suficiente información en los datos de evaluación de stock para estimar estos parámetros.

El Grupo también debatió si sería más apropiado presentar (para el estado del stock y el asesoramiento de ordenación) un único modelo de evaluación de stock, basado en la "mejor" configuración de modelos, o una matriz de modelos que reflejara las principales incertidumbres estructurales que no pudieran resolverse a partir de los datos de evaluación de stock. Las principales fuentes de incertidumbre identificadas en la reunión de preparación de datos sobre aguja azul fueron el crecimiento y la inclinación. En cuanto al crecimiento, el Grupo había tomado anteriormente la decisión de no utilizar los datos de espina en la evaluación de este año, pero la inclinación seguía siendo una de las principales fuentes de incertidumbre.

Basándose en estas discusiones, el Grupo concluyó que, para la evaluación de este año, la opción más adecuada sería considerar un valor fijo de $M=0,148$ tanto para machos como para hembras, y tratar la inclinación como la principal fuente de incertidumbre estructural, aplicando un enfoque de matriz con cuatro valores fijos de h (0,4, 0,5, 0,6 y 0,7).

Los diagnósticos de las 4 configuraciones finales de la red se muestran en la sección 4.a.

3.2 Modelo de producción excedente (JABBA)

La versión más reciente del modelo bayesiano de producción excedente JABBA (v2.3.0) se aplicó a las series temporales de capturas y a los índices para evaluar el stock de aguja azul del Atlántico hasta 2022. El documento SCRS/2024/106 presentaba todos los ajustes de distribuciones previas, los resultados y la formulación de los modelos JABBA preliminares.

Basándose en los resultados preliminares presentados de los modelos JABBA, el Grupo observó diferencias sustanciales entre las trayectorias estimadas por el modelo actualizado y las trayectorias de la evaluación de 2018, que utilizó una versión anterior de JABBA (v1.1). De ahí que el Grupo solicitara una serie de análisis de

sensibilidad para evaluar si las diferencias entre las evaluaciones JABBA de 2018 y 2024 se debían a las distintas versiones del modelo de software, a los ajustes del modelo o a los datos nuevos y/o a los cambios de los datos históricos.

El Grupo debatió los resultados y llegó a la conclusión de que las diferencias en las distribuciones previas, los ajustes de modelo y las CPUE que se utilizaron eran los principales factores que explicaban las diferentes tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca entre las evaluaciones de 2018 y 2024 (**Figura 6**). Además de los diferentes supuestos de B_{RMS}/K , las distribuciones previas para K y r y las CPUE utilizadas, la evaluación de 2018 asumió una desviación de error de proceso fija, la ausencia de errores en los datos de entrada sobre capturas y una distribución log-normal de la distribución previa de psi . En cambio, en la evaluación de 2024 se estimaron las desviaciones anuales de error de proceso, se asumió un CV de 0,01 para los datos de capturas y se utilizó una distribución beta para la distribución previa de psi . Los análisis de sensibilidad también indicaron que la exclusión del índice de la pesquería de recreo de Brasil (BR_rec) y la inclusión de las últimas series de abundancia relativa de palangre de Japón (JPN_LL_late) y Taipei Chino (CTP_LL_late) en la evaluación de 2024 también contribuyeron a los cambios sustanciales que se produjeron en las tendencias de las trayectorias desde mediados de la década de 2000. Por lo tanto, el Grupo concluyó que, dada la serie de cambios entre las evaluaciones JABBA de 2018 y 2024, era de esperar ver diferencias en las tendencias estimadas de la biomasa y la mortalidad por pesca.

El Grupo también debatió las cuestiones sobre los posibles cambios en la capturabilidad de aguja azul de las flotas palangreras japonesa y de Taipei Chino en los primeros años de cada pesquería respectiva, indicando que es probable que esto esté relacionado con cambios en las especies objetivo de estas flotas. Ambas flotas capturaron inicialmente rabil y luego modificaron sus operaciones pesqueras hacia el patudo como principal especie objetivo. En el modelo SS3 (SCRS/2024/107) se utilizaron "como datos" vectores de ratio específicos de cada pabellón para modular la capturabilidad de estas dos flotas mediante la estimación de un parámetro que informara de la relación entre la capturabilidad y el ratio. Dado que en el modelo JABBA no se puede incluir un parámetro de capturabilidad variable en el tiempo, en la reunión de preparación de datos de aguja azul el Grupo solicitó efectuar análisis de sensibilidad para tener en cuenta los posibles cambios en la capturabilidad de las series de CPUE de JPN_LL_early y CTP_early fuera del modelo. Para ello, se desarrollaron dos escenarios alternativos, el primero considerando un "factor de corrección" de las CPUE utilizando un ratio de las capturas anuales de rabil y patudo para cada flota, y un segundo escenario utilizando las estimaciones de capturabilidad (" q ") del modelo SS3 para estos índices como «factor de corrección» (**Tabla 5**). El Grupo recomendó utilizar la raíz cuadrada para el factor de corrección de la proporción de capturas, ya que no se espera una relación lineal estricta entre la capturabilidad y las proporciones de capturas.

Los resultados de esta prueba de sensibilidad comparados con el modelo base propuesto por JABBA se muestran en la **Figura 7**. El Grupo señaló que, si los cambios en la capturabilidad no se tienen plenamente en cuenta en la estandarización de las series de CPUE, pueden cambiar las estimaciones globales de la productividad del stock de aguja azul, la biomasa inicial, las tendencias relativas del stock, y el estado actual del stock. A pesar de los cambios que indicaba este análisis, el Grupo decidió no incluir estas "correcciones" de la capturabilidad en los índices para los modelos JABBA, ya que puede que parte de los cambios en la capturabilidad y en la estrategia de pesca en función de la especie objetivo estén ya incluidos en la estandarización de las series de CPUE (por ejemplo, utilizando anzuelos por cesta, profundidad de calado o factores de especie objetivo). No obstante, el Grupo recomendó que los científicos nacionales que estuvieran familiarizados con estas pesquerías revisen e intenten tener en cuenta los posibles cambios en la capturabilidad de estas series iniciales de CPUE para futuros análisis de la evaluación.

Para esta evaluación, la captura total de aguja azul del Atlántico en el periodo 1956-2022 incluyó 11 series de CPUE estandarizadas de Japón (palangre histórico y actual), Taipei Chino (palangre con tres series divididas), Estados Unidos (palangre), Venezuela (palangre, red de enmalle y caña y carrete), Brasil (palangre) y Ghana (red de enmalle), como se indica a continuación:

- Palangre histórico japonés: 1959 - 1993
- Palangre japonés: 1994 - 2022
- Palangre de Taipei Chino: 1968 - 1989
- Palangre de Taipei Chino: 1990 - 1997
- Palangre de Taipei Chino: 1998 - 2022
- Palangre pelágico estadounidense: 1993 - 2022
- Palangre venezolano: 1991 - 2018
- Redes de enmalle a la deriva artesanales venezolanas: 1991 - 2022
- Caña y carrete de recreo venezolana: 1961 - 2001
- Palangre de Brasil: 1978 - 2005
- Red de enmalle de Ghana: 2000 - 2009

Tras los debates del Grupo sobre los ensayos preliminares de 2024 de las plataformas JABBA y Stock Synthesis, se acordó que la principal fuente de incertidumbre está asociada a los supuestos de inclinación de los modelos. En el caso del modelo de producción de excedente (JABBA), el parámetro de inclinación está asociado a la estimación del parámetro r (productividad). Por lo tanto, el Grupo acordó utilizar un enfoque de matriz con un conjunto de valores igualmente plausibles de inclinación (h) de 0,4, 0,5, 0,6 y 0,7 para estimar las distribuciones previas de r en JABBA. Basándose en esto, el modelo JABBA consideró cuatro especificaciones del tipo de modelo Pella-Tomlinson con distintos conjuntos de distribuciones previas de r y valores de entrada fijos de B_{RMS}/K (**Tabla 6**). Las distribuciones previas de r de entrada para estos cuatro escenarios se obtuvieron a partir de simulaciones de modelos estructurados por edades (Winker *et al.*, 2020) utilizando los parámetros de crecimiento proporcionados por Krusic-Golub *et al.* (2024), cada valor de inclinación de la matriz propuesta y otro parámetro de ciclo vital descrito en la **Tabla 7**.

En la **Tabla 8** se presentan los principales parámetros y las distribuciones previas que se utilizaron en todos los escenarios JABBA para la evaluación de 2024. Para la biomasa de equilibrio sin pescar K , se utilizó la configuración por defecto del paquete JABBA R en forma de distribución previa lognormal vagamente informativa con un gran CV del 100 % y un valor central que corresponde a ocho veces las capturas totales máximas y es coherente con otras plataformas como la Catch-MSY (Martell and Froese, 2013) La merma inicial se introdujo como un distribución previa "beta" ($\phi = B_{1956}/K$) con media = 0,99 y CV del 1 %. Todos los parámetros de capturabilidad se formularon como distribuciones previas uniformes no informativas, mientras que las varianzas de la observación adicional se estimaron para los índices asumiendo distribuciones previas gamma inversas para permitir la ponderación de la varianza interna del modelo. En vez de esto, el error de proceso log (B_y) en el año y fue estimado «libremente» por el modelo usando una distribución gamma inversa no informativa con ambos parámetros de escala fijados en 0,001. El error de observación para las estimaciones de CPUE se fijó en 0,05. Todos los ensayos del modelo utilizaron una incertidumbre de error de captura aleatoria con un CV de 0,01.

4. Diagnósticos de los modelos

4.1 Stock Synthesis

Los diagnósticos detallados se presentaron inicialmente para el ensayo con $M=0,148$ fijo y $h=0,5$ fijo, por lo que esta sección comienza con un debate sobre los diagnósticos para esa configuración del modelo. Los ajustes del log (índices) de la CPUE se examinaron visualmente y se consideraron aceptables (**Figura 8**). Los ajustes de la composición por tallas de las flotas, agregados a lo largo de los años, también fueron razonables (**Figura 9**). Las desviaciones estimadas del reclutamiento anual no mostraron ninguna tendencia significativa en el tiempo (**Figura 10**). En general, el gráfico de residuos de índice conjunto (**Figura 11**) indica un ajuste "aceptable", con un error cuadrático medio (RMSE) del 52,6 % para los datos de CPUE. Se obtuvo un mejor ajuste a las tallas medias, que tuvieron un RMSE del 5,1 %.

Las pruebas de ensayo (de independencia de los residuos en el tiempo) fallaron en 8 de las 11 series de CPUE (**Figura 12, panel (b)**). No obstante, el Grupo consideró que los fallos pueden producirse por diversas razones y que una prueba de ensayo no debe considerarse una prueba definitiva de la calidad o la utilidad de los datos de entrada para el modelo de evaluación de stock.

Un perfil de verosimilitud en R_0 mostró algunos conflictos en los datos, sin embargo, se pudo encontrar un mínimo de la verosimilitud en R_0 , indicando la capacidad del modelo para estimar este parámetro (**Figura 13, panel (b)**).

Un análisis retrospectivo indicó un cierto patrón de sobreestimación de SSB y subestimación de F , pero los valores rho de Mohn (ρ_M) estaban dentro de los límites considerados aceptables (**Figura 14, panel (b)**). Una "regla empírica", propuesta por Hurtado-Ferro *et al.* (2015), sugiere que los valores de ρ_M para SSB que no se encuentren en el rango de -0,15 a 0,20 para especies longevas indicarían un patrón retrospectivo indeseable. Los resultados de la validación cruzada retrospectiva para las observaciones de CPUE fueron en general aceptables, con la excepción del índice de Taipei Chino (**Figura 15, panel (b)**). Un análisis de fluctuaciones llegó a una solución estable (**Figura 16, panel (b)**).

La eliminación de una serie de CPUE cada vez (jackknife) no cambió los resultados (**Figura 17**). Para entender qué conjuntos de datos tenían más impacto en los resultados, en particular, en el aumento de SSB detectado en la evaluación en los últimos años, se realizaron ensayos excluyendo varios grupos de datos a la vez. En concreto, se realizó un ensayo incluyendo sólo datos de CPUE, otro ensayo con datos de composición por tallas y otro con datos de crecimiento exclusivamente. El ensayo con sólo datos de composición por tallas dio como resultado el

mayor aumento de SSB de los últimos años. Otros ensayos que incluían o excluían los datos de composición por tallas de las distintas flotas indicaron que los datos de tallas de la flota palangrera eran los que más influían en el aumento reciente estimado de SSB. El Grupo discutió este hallazgo, pero no encontró ninguna explicación particular para el mismo dado que no se apreciaba ningún cambio destacable en los datos de composición por tallas de la flota (véase, por ejemplo, Ortiz *et al.* 2024, SCRS/2024/025 Ortiz *et al.*, Figura 10).

A continuación, el Grupo examinó los diagnósticos de los ensayos correspondientes a los modelos acordados para la matriz final, es decir, $M=0,148$ fijo y $h= 0,4, 0,5, 0,6, 0,7$. Los diagnósticos de estos 4 ensayos se muestran en las **Figuras 12 a 16**. Aunque los diagnósticos retrospectivos y de validación cruzada retrospectiva fueron mejores para los valores más bajos de h en la matriz, el Grupo consideró que todos los escenarios eran aceptables para conformar la matriz SS3 final de 4 modelos.

4.2 Modelo de producción excedente

Los diagnósticos del modelo JABBA siguieron las directrices de Carvalho *et al.* (2021) e incluyeron el examen de los patrones en y entre los residuos de la CPUE a través de gráficos de residuos y de pruebas de ensayos. La bondad del ajuste se estimó utilizando una raíz de error cuadrático medio (RMSE). La convergencia del modelo se evaluó mediante la evaluación visual de los diagramas Markov Monte Carlo (MCMC). En los cuatro escenarios descritos en la sección 3.b, los diagramas MCMC indicaron la convergencia del modelo (**Figuras 18 y 19**).

Los modelos se ajustaron mal a cada uno de los índices estandarizados de CPUE, con estimaciones de RMSE de alrededor del 51 % en todos los casos (**Figura 20**). Los gráficos de residuos de CPUE mostraron algunos patrones que indicaban conflictos de datos producidos por las tendencias contradictorias de los índices de CPUE. Estos patrones y la situación de conflicto de datos de CPUE ya se habían observado en la evaluación anterior del stock de aguja azul con valores de RMSE elevados (por ejemplo, superiores al 50 %). Las pruebas de ensayos realizadas con los log-residuos indicaron que los residuos de la CPUE podrían no estar distribuidos aleatoriamente para siete de los once índices, teniendo en cuenta todos los escenarios. Las pruebas de ensayos fallan para los índices Japan_LL_hist, Japan_LL, CTP_LL_early, CTP_LL_late, US_LL, VEN_GIL y VEN_Rec (**Figuras 21 y 22**).

Los gráficos de desviación del error de proceso de cada modelo de la matriz indicaban un patrón estocástico aleatorio en la serie temporal con una tendencia central (mediana) que fluctuaba en torno a cero (**Figura 23**). Los intervalos de credibilidad (IC) bayesianos del 95 % siempre incluían el cero en todos los escenarios, lo que puede considerarse una prueba estadística de una tendencia no significativa.

Las distribuciones marginales posteriores, junto con las densidades de distribución previa de los modelos, se muestran en las **Figuras 24 y 25**. La ratio de la mediana de la distribución posterior y la distribución previa (PPMR) para r se situó cerca de 1 en todos los escenarios para r , lo que indica que la distribución posterior está muy influenciada por la distribución previa. Esto era de esperar, dado el bajo CV se estimó en el desarrollo de las distribuciones previas. Por otro lado, la pequeña ratio resultante entre la varianza posterior y la anterior (PPVR) observada para el parámetro K indicaba que los datos de entrada eran informativos sobre K , algo de esperar ya que se aplicaron CV elevados en el desarrollo de estas distribuciones previas. Las distribuciones posteriores marginales para ϕ de merma inicial (ϕ) el parámetro presentaba tanto un PPMR como un PPVR cercanos a 1), lo que sugiere que también se informó en gran medida de este parámetro a través de las distribuciones previas.

Las **Figuras 26 y 27** presentan los diagnósticos de los análisis retrospectivos, que mostraron desviaciones retrospectivas mínimas respecto a los modelos completos. La **Tabla 9** presenta la estadística del ρ de Mohn calculado para cada modelo de matriz en el periodo de evaluación retrospectiva de cinco años. El ρ de Mohn en todos los modelos cayó dentro del rango aceptable de -0,15 y 0,20 para todos los parámetros (B_{RMS} , F_{RMS} , RMS y error de proceso (procB)), lo que indica un patrón retrospectivo insignificante en general (Hurtado-Ferro *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2017). Los resultados de las pruebas de validación cruzada retrospectiva indicaron que los índices de CPUE JPN_LL, US_LL y VEN_GIL tenían puntuaciones de error medio absoluto a escala (MASE) en torno a uno o menos en todos los escenarios, lo que sugería que estos índices tenían una buena capacidad de predicción (**Figuras 28 y 29**). Por el contrario, el índice CTP_LL_late presentó valores superiores a 1,4 en todos los escenarios, lo que indica una capacidad de predicción baja o nula.

5. Resultados del modelo

5.1 Modelos Stock Synthesis

El Grupo acordó expresar la incertidumbre de la evaluación de Stock Synthesis con cuatro niveles diferentes de valores de inclinación ($h = 0,4; 0,5; 0,6$ y $0,7$) a partir del enfoque del modelo de matriz. En la **Tabla 10** se presenta un resumen de las estimaciones de niveles de referencia. Las tendencias de la biomasa reproductora, la mortalidad por pesca relativa, los reclutas y la SSB/SSB_{RMS} fueron similares en los escenarios (**Figura 30**), aunque los valores absolutos de biomasa difieren entre los escenarios, con una biomasa inicial más alta (1956) en la inclinación baja.

Las trayectorias de SSB/SSB_{RMS} mostraron una disminución al principio de la serie temporal hasta mediados de la década de 1980, con un breve aumento a principios de la década de 1990, seguido de una tendencia decreciente hasta 2015. Desde principios de la década de 2000, la biomasa relativa se ha mantenido por debajo de SSB_{RMS} hasta 2022, después de 2015 la tendencia cambió y muestra un aumento en los últimos años en todos los escenarios. La trayectoria de F/F_{RMS} mostró un fuerte aumento a mediados de la década de 1960, seguido de un descenso y una tendencia oscilante hasta la década de 1990, cuando la mortalidad por pesca aumentó drásticamente muy por encima de F_{RMS} alcanzando un pico a principios de la década de 2000, desde entonces la tendencia cambió y ha ido disminuyendo hasta 2022. En 2022, la mediana de la mortalidad por pesca de los escenarios de Stock Synthesis se situaba en torno a la F_{RMS} .

El diagrama de Kobe de los escenarios combinados de la matriz de Stock Synthesis mostraba un patrón de tendencia en sentido contrario a las agujas del reloj, con el estado del stock pasando de la subexplotación a través de un periodo de pesca insostenible a la fase de sobreexplotación desde mediados de la década de 1990 (**Figura 31**). En 2022, en tres de los cuatro escenarios, la biomasa se mantuvo por debajo del SSB_{RMS} , con una tasa de mortalidad por pesca que se mantuvo cercana o por encima de los niveles de F_{RMS} . El estado del stock para 2022 en la matriz de Stock Synthesis mostraba una probabilidad posterior del 15 % de que el stock sea objeto de sobrepesca y esté sobrepescado, una probabilidad posterior del 54 % de que sea objeto de sobrepesca pero no esté sobrepescado y un 31% de que el stock se sitúe en el cuadrante verde del diagrama de Kobe, es decir, no objeto de sobrepesca ni sobrepescado.

5.2 Modelos de producción excedente

El Grupo acordó expresar la incertidumbre de la evaluación de stock de JABBA con cuatro distribuciones previas de r diferentes basadas en valores de inclinación ($h = 0,4; 0,5; 0,6$ y $0,7$) a partir del enfoque del modelo de matriz. Los resúmenes de los cuantiles de la distribución posterior para los parámetros y las cantidades de ordenación de interés se presentan en la **Tabla 11**.

Las trayectorias de biomasa, mortalidad por pesca, B/B_{RMS} , F/F_{RMS} y B/B_0 fueron similares en todos los escenarios (**Figura 32**). Las trayectorias de B/B_{RMS} mostraron un fuerte descenso al principio de la serie temporal hasta mediados de los años setenta, hasta alcanzar un estado de sobrepesca, seguido de una tendencia decreciente hasta el año 2000. A comienzos de la década de 2000 la biomasa relativa se mantuvo estable en niveles inferiores a B_{RMS} hasta 2022. La trayectoria de F/F_{RMS} mostró una tendencia creciente desde el inicio de la serie temporal, superando a F_{RMS} a mediados de la década de 1980, a lo que siguió una tendencia decreciente a partir de la década de 2000, pero siempre superior a F_{RMS} hasta 2022.

El diagrama de Kobe de los escenarios combinados en la matriz de JABBA mostró un patrón de tendencia relativamente contrario a las agujas del reloj, con el estado del stock pasando de la subexplotación a través de un periodo de pesca insostenible a la fase de sobreexplotación desde mediados de la década de 1980 (**Figura 33**). En todos los escenarios, la biomasa se mantuvo por debajo del B_{RMS} en 2022, con una tasa de mortalidad por pesca que se mantuvo cercana o por encima de los niveles de F_{RMS} . El estado del stock para 2022 en la matriz de JABBA mostraba una probabilidad posterior del 62 % de que el stock sea objeto de sobrepesca y esté sobrepescado (cuadrante rojo del diagrama de Kobe), una probabilidad posterior del 37 % de que el stock sea objeto de sobrepesca pero no esté sobrepescado (cuadrante amarillo del diagrama de Kobe) y sólo un 1% de que el stock no sea objeto de sobrepesca ni esté sobrepescado (cuadrante verde del diagrama de Kobe).

5.3 Síntesis de los resultados de la evaluación

Se llevó a cabo una evaluación completa del stock de aguja azul en 2024, aplicando a los datos disponibles hasta 2022, utilizando un enfoque de matriz tanto para los modelos de producción excedente como para los modelos estructurados por edad con el fin de captar la incertidumbre en torno a los parámetros biológicos.

Tras los debates mantenidos durante la reunión, el Grupo llegó a la conclusión de que la evaluación del estado del stock de aguja azul del Atlántico en 2024 está mejor representada por los resultados de la matriz conjunta de los cuatro escenarios de Stock Synthesis y los cuatro escenarios de JABBA. Por lo tanto, se recomendó que el asesoramiento en materia de ordenación se formulara a partir de los resultados combinados de las dos plataformas de modelos del enfoque de matriz que considera cuatro escenarios de pendiente (0,4; 0,5; 0,6 y 0,7) como eje principal de incertidumbre en la evaluación, y que pondera del mismo modo cada escenario y plataforma.

El Grupo reconoció que no todas las fuentes potenciales de incertidumbre estaban plenamente reflejadas en los resultados de la evaluación, lo que suscitaba especial preocupación por la limitada información disponible sobre los descartes y la mortalidad asociada. También se observaron diferencias entre las plataformas de los modelos de evaluación. Además, el Grupo concluyó que sigue siendo necesaria una mejor información biológica sobre la aguja azul del Atlántico y que los datos actuales impiden estimar la inclinación de Stock Synthesis.

La principal diferencia entre el modelo de Stock Synthesis y el modelo de producción de excedente (JABBA) es que el primero tiene en cuenta la estructura de edad del stock. Esto por sí solo explica algunas de las diferencias en los resultados de la evaluación de stock entre las dos plataformas, sin embargo, también hay otros supuestos y diferencias en los datos que deben tenerse en cuenta al comparar los resultados de cada plataforma, entre ellos:

- En Stock Synthesis: la distribución por tallas de las capturas se utiliza para aportar información tanto a la selectividad de las pesquerías como a la dinámica de la estructura por edades de la población.
- Stock Synthesis tiene en cuenta los desfases en el reclutamiento, que pueden traducirse directamente en la tasa de los cambios de proyección del stock.
- En JABBA los parámetros de crecimiento (modelo de von Bertalanffy de Krusic *et al.*, 2024) se utilizan en la estimación de la distribución previa de r , mientras que en Stock Synthesis el crecimiento se estima internamente en el modelo por sexo, aunque no se proporcionaron datos de capturas o tallas por sexo. Además, SS3 utilizó dos fuentes de información sobre la edad, la talla media por edad de Goodyear (2002) y las observaciones de la edad por talla del estudio de Krusic *et al.* (2024).
- Además, en Stock Synthesis se aplicaron supuestos relativos a los cambios en la capturabilidad para las series tempranas de CPUE del palangre, que se exploraron en JABBA como análisis de sensibilidad pero no se incluyeron en los ensayos finales de JABBA.

El Grupo debatió además otras fuentes de incertidumbre que no se habían tenido en cuenta en la presente evaluación, destacando en particular el número limitado de declaraciones de descartes muertos en la Tarea INC oficial.

El Grupo observó que, en las series temporales de la biomasa y la mortalidad por pesca relativas existen tendencias diferentes entre JABBA y Stock Synthesis (**Figura 34**), en particular desde mediados de los años 60 hasta principios de los 90, cuando SS3 indicaba que el stock se situaba por encima de B_{RMS} mientras que JABBA mostraba un stock ya sobrepescado. Esta diferencia está correlacionada con los supuestos de cambios en la capturabilidad de las series de CPUE tempranas de las flotas palangreras (Japón y Taipei Chino) que se incluyeron en Stock Synthesis pero no se tuvieron en cuenta en el modelo JABBA.

Después de 2000, ambos modelos coincidieron mejor en las tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca relativas, lo que indica que el stock de aguja azul ha estado sobrepescado y ha sido objeto de sobrepesca en el periodo reciente. Al final del periodo de evaluación de 2022, la biomasa relativa del stock se situaba por debajo de B_{RMS} y la mortalidad por pesca por debajo de F_{RMS} (**Figura 35**). Sin embargo, los límites de confianza del 95 % son amplios y se expanden tanto por encima como por debajo de los puntos de referencia relativos de la biomasa y mortalidad por pesca, respectivamente.

No obstante, el Grupo concluyó que la combinación de los resultados de ambas plataformas de evaluación refleja mejor la incertidumbre global de la evaluación.

5.4 Estado del stock

Los resultados de la evaluación de stock de 2024 indicaban que el estado actual del stock es sobrepescado pero no objeto de sobrepesca (**Figura 36**). A finales de 2022, se determinó que el stock de aguja azul tenía una biomasa relativa (B/B_{RMS}) de 0,667 (0,301-1,35; límites de confianza del 95 %) y una mortalidad por pesca relativa (F/F_{RMS}) de 0,906 (0,401- 1,640 límites de confianza del 95 %).

Se determinó que el RMS estimado era de 3.331 t con unos límites de confianza del 95 % aproximados de 2.323 a 4.659 t. El estado actual del stock de aguja azul se presenta en la **Figura 36**. La probabilidad de que el stock se sitúe en el cuadrante rojo del diagrama de Kobe se estimó en un 39 % para 2022. La probabilidad de que el stock se sitúe en el cuadrante amarillo del diagrama de Kobe se estimó en el 46 % y la de situarse en el cuadrante verde solo en el 16%.

6. Proyecciones del stock

El Grupo solicitó realizar proyecciones del stock a partir de los modelos finales del modelo de producción excedente bayesiano - JABBA y del modelo Stock Synthesis estructurado por edad, asumiendo escenarios de capturas constantes (es decir, desembarques más descartes muertos). El Grupo acordó considerar los resultados combinados sobre el estado del stock y las proyecciones de ambas plataformas como base para la propuesta sobre el asesoramiento en materia de ordenación para la aguja azul del Atlántico.

Las especificaciones de las proyecciones eran:

- i) Se partió del supuesto de que las capturas (desembarques y descartes muertos) para 2023 y 2024 eran la media de los tres años anteriores (2020-2022) utilizada en la evaluación de stock, que corresponde a desembarques, descartes muertos, captura estimada de aguja azul de la captura "BIL no clasificada" y las comunicaciones que faltan según lo acordado en la Reunión de preparación de datos de aguja azul (Anón., 2024a);
- ii) Las proyecciones con diferentes escenarios de capturas (desembarques y descartes muertos) comenzarán en 2025 y se prolongarán 10 años, hasta 2034.
- iii) Doce escenarios diferentes de capturas (desembarques + descartes muertos), capturas cero y capturas de 1.000 a 4.000 t.
- iv) 10.000 iteraciones estocásticas para cada escenario de la plataforma y del modelo de matriz;
- v) Las capturas por flota para los modelos Stock Synthesis se calcularon utilizando el porcentaje medio de captura por flota entre 2020 y 2022;
- vi) Las proyecciones se ponderarán del mismo modo para cada escenario y plataforma.

Los resultados preliminares se facilitaron al Grupo (**Figura 37**). Tras revisar los resultados preliminares de las proyecciones realizadas por JABBA, Stock Synthesis y ambos métodos, el Grupo decidió modificar los escenarios de captura indicados anteriormente para la reunión de septiembre del Grupo de especies. El Grupo subrayó que la "captura" en la proyección contiene tanto los desembarques como los descartes muertos en ambas plataformas de modelos de evaluación.

El Grupo recomendó cambios en los escenarios de capturas proyectados, que se ultimarán en el periodo intersecciones. Las proyecciones finales se presentarán como documento del SCRS en la reunión del Grupo de especies de septiembre de 2024.

Los resultados preliminares de la proyección indican que una captura constante de 2.250 t en los próximos nueve años recuperaría la biomasa del stock por encima de B_{RMS} y situaría la mortalidad por pesca por debajo de F_{RMS} . No obstante, el Grupo observó que las proyecciones actuales debían considerarse con cautela, ya que parte de ellas suponían una tendencia de reclutamiento positiva reciente, para la que no se dispone de información ni de índices de abundancia que la confirmen.

El Grupo recomienda efectuar un seguimiento constante de este stock, incluidos los desembarques declarados y los descartes muertos, y, si están disponibles, solicitar actualizaciones periódicas de los índices de abundancia para confirmar las tendencias recientes indicadas en la evaluación.

7. Respuestas a la Comisión

7.1 Estimación de descartes vivos y muertos

En 2023 se celebró un taller para probar la versión beta de la herramienta de estimación de capturas fortuitas (BEYT), y a finales de 2024 tendrá lugar un taller de formación sobre el uso y la aplicación de la herramienta. La herramienta está diseñada principalmente para ayudar a estimar los descartes de las flotas que disponen de observadores a bordo y el esfuerzo total.

El Grupo debatió si esta herramienta aumentaría la capacidad de las CPC para mejorar la comunicación de las capturas de istiofóridos. Aún es pronto para saber si los científicos la utilizarán, pero se espera que en el futuro los científicos de las CPC preparen documentos del SCRS en los que informen del uso de esta herramienta para estimar los descartes. De este modo, aumentarán las posibilidades de seguir recibiendo apoyo financiero para el desarrollo de la herramienta y para las futuras actividades de creación de capacidad. Actualmente, los talleres sobre esta herramienta se imparten en inglés, la documentación de la herramienta sólo está disponible en inglés y se exige a los participantes que dominen R para utilizar la herramienta.

El Grupo acordó que las iniciativas más prometedoras para facilitar el aprendizaje y el uso de esta metodología serán:

- traducir la documentación y los resultados de la herramienta a otras lenguas de ICCAT,
- organizar talleres específicos en cada una de las lenguas de ICCAT, con instructores que hablen en la lengua de cada taller, y
- desarrollar una interfaz que minimice la necesidad de dominar R.

El Grupo señaló que las CPC deben comunicar los desembarques totales y los descartes vivos y muertos de todas las especies de ICCAT.

Se indicó que la BEYT no es la única forma que tienen las CPC de estimar y notificar los descartes vivos y muertos, y que el hecho de no estar familiarizado con esta herramienta en particular no debería impedir a las CPC cumplir con sus requisitos de comunicación.

El Grupo debatió si los talleres sobre creación de capacidad para flotas artesanales celebrados en África occidental en 2023 y en el Caribe en 2024 proporcionaban información sobre los descartes o su seguimiento por parte de las CPC. La información que se presentó en el taller sobre descartes de istiofóridos fue limitada, ya que las flotas artesanales rara vez cuentan con observadores científicos a bordo. Sin embargo, los talleres proporcionaron amplia información sobre el seguimiento de las capturas y el esfuerzo de estas flotas. Se están preparando documentos de síntesis de los informes nacionales presentados en esos talleres, que se expondrán en la reunión del Subcomité de estadísticas y capturas fortuitas de septiembre de 2024.

El Grupo recomendó que las actividades de seguimiento de estos talleres se diseñaran para mejorar la información sobre descartes de peces vivos y muertos por parte de las flotas artesanales en las zonas del Caribe y África occidental.

7.2 Estimaciones de mortalidad por pesca por flotas principales/artes

En su respuesta de 2023 a esta solicitud de la Comisión, el SCRS acordó ofrecer estimaciones de mortalidad por pesca por arte para cada uno de los stocks de pez vela en 2024, ya que este análisis no se completó en 2023 en las evaluaciones del pez vela. El Grupo tiene previsto dar una respuesta en el caso de la aguja azul, basándose también en la evaluación de 2024.

El Grupo debatió la solicitud de la Comisión y el tipo de información que sería más adecuada para satisfacerla. La respuesta también debería describir cómo la incertidumbre relativa de los datos de captura por arte de pesca, incluida la falta de comunicación de los descartes, puede afectar a las estimaciones de mortalidad por pesca por arte. En particular, el Grupo observó que la notificación de los descartes puede tener distintos niveles de incertidumbre en función de la flota y del arte de pesca.

Stock Synthesis ofrece estimaciones anuales específicas de cada flota relativas a la tasa de explotación, en número y biomasa. El Grupo acordó informar, en su caso, de ambas, ya que cualquier diferencia entre las tendencias correspondientes puede revelar los efectos de la selectividad de los distintos artes. JABBA proporciona estimaciones anuales de la tasa total de captura. Las estimaciones de la tasa anual de captura por arte pueden calcularse utilizando la proporción de capturas anuales (en biomasa) de cada arte como medida relativa de la tasa de captura. Este cálculo es coherente con el supuesto de JABBA de que la captura relativa de cada arte es proporcional a la mortalidad por pesca.

El Grupo acordó trabajar en el periodo intersesiones para preparar esta respuesta para la reunión de los Grupos de especies de septiembre. Se acordó que un subgrupo *ad hoc* abierto a cualquier miembro del Grupo trabajaría en el periodo intersesiones para desarrollar un proyecto de respuesta a la Comisión, que sería examinado por el Grupo de especies de istiofóridos en la reunión de septiembre de 2024. La respuesta debería incluir lo siguiente para los stocks de pez vela oriental, pez vela occidental y aguja azul:

- información sobre la incertidumbre relativa de las capturas declaradas por grupo de artes,
- tasas anuales de capturas por grupo de artes utilizados en las evaluaciones para JABBA y Stock Synthesis,
- si procede, las estimaciones de Stock Synthesis deben expresarse en biomasa y número,
- a ser posible, las estimaciones de las tasas de captura anuales incluirán estimaciones de incertidumbre coherentes con la forma en que se resumió la incertidumbre durante la evaluación de stock (es decir, describiendo la incertidumbre global entre y dentro de las plataformas de modelos), y
- un resumen de las medidas de ordenación históricas impuestas por la Comisión a los stocks y el grupo de artes al que afecta cada medida.

8. Recomendaciones

8.1 Investigación y estadísticas

El Grupo recomendó que las herramientas y los recursos como la BEYT estén disponibles en los tres idiomas para beneficio y mayor participación de todos los científicos nacionales de las CPC de ICCAT. Se propuso que los talleres se celebraran en los tres idiomas oficiales cuando fuera necesario y que se considerara la traducción de manuales, directrices y presentaciones a los tres idiomas oficiales de ICCAT.

Se indicó además que el Plan estratégico del SCRS debería incluir alternativas para opciones multilingües en el marco de sus objetivos de creación de capacidad, mejora de la participación científica y actividades de divulgación.

El Grupo recomendó que las imágenes digitales de espinas de aguja azul se consolidaran en una biblioteca digital para su posterior análisis y evaluación.

El Grupo recomendó que se realicen estudios sobre la biología reproductiva de la aguja azul en el golfo de México y que se amplíen a la región del Caribe y a otras pesquerías.

El Grupo recomendó que los científicos nacionales presten especial atención a la variación potencial de la capturabilidad de todas las especies de istiofóridos en el marco de la estandarización de los datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para fines de evaluación.

El Grupo recomendó que el estado del stock en un año determinado (yr) se exprese como la "mortalidad por pesca experimentada en un año determinado (F_{yr}) y la biomasa del stock al principio de ese año determinado más un año (B_{yr+1})". Además, se sugirió que el Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock (WGSAM) podría revisar y proporcionar directrices generales para la coherencia en la notificación del estado de los stocks de todas las especies de ICCAT.

El Grupo recomendó que un pequeño grupo trabajara en el periodo intersesiones para preparar un proyecto de respuesta a la solicitud de la Comisión relacionada con la mortalidad por pesca de la aguja azul y el pez vela por flota/artes principales, utilizando los últimos resultados de las evaluaciones de stocks. Este proyecto de respuesta será revisado por el Grupo durante la próxima reunión del grupo de especies del SCRS de 2024.

El Grupo recomendó que las actividades de seguimiento de los talleres de creación de capacidad se diseñen para mejorar la información sobre cualquier descarte de ejemplares vivos y ejemplares muertos de istiofóridos por parte de flotas artesanales en las zonas del Caribe y África occidental.

El Grupo recomendó un curso de formación para la creación de capacidad en métodos de evaluación de stocks, centrado en los modelos bayesianos de producción excedente (BSP). El curso debería centrarse en las entradas de datos, la configuración del modelo, los supuestos del modelo, los diagnósticos, la interpretación de los resultados del modelo y las proyecciones de stocks.

8.2 Recomendaciones de ordenación

Dado que se realizarán algunos trabajos adicionales sobre las proyecciones en el periodo intersesiones y que, por lo tanto, las matrices finales de la estrategia de Kobe no estaban disponibles para su examen durante la reunión, los debates sobre el asesoramiento en materia de ordenación se aplazaron hasta la reunión del Grupo de especies de septiembre de 2024. El asesoramiento de ordenación consensuado resultante se reflejará en el resumen ejecutivo de la aguja azul.

9. Programa de investigación intensiva sobre marlines (EPBR): actualización de las actividades en curso y planificación futura

9.1 *Biología reproductiva*

Se solicitó al coordinador para el oeste que completase los términos de referencia para las actividades en el golfo de México para el EPBR. El coordinador del oeste presentó el proyecto de términos de referencia para que fueran debatidos por el Grupo. El Grupo se mostró de acuerdo con las actividades de investigación descritas en los términos de referencia y recomendó que se enviaran a la Secretaría de ICCAT para que revisara las cuestiones administrativas.

Se ha firmado un nuevo contrato con un consorcio liderado por Senegal para continuar la recogida de muestras de ejemplares de tallas pequeñas y adultas para estudios de edad y crecimiento de las tres especies de marlines (aguja azul, pez vela y aguja blanca) en el Atlántico nororiental. El equipo informó de que la obtención de las muestras solicitadas por el Grupo ha sido difícil. Es más fácil obtener las espinas que los otolitos. La Secretaría de ICCAT informó de que se han establecido contactos con los científicos que trabajan en la flota de cerco de la UE para ayudar a obtener dichas muestras.

También se señaló que en una reunión intersesiones celebrada este año (SCRS/2024/108) se recomendó considerar otros métodos de determinación de la edad, como la epigenética, para superar algunas de las limitaciones de la determinación de la edad a partir de otolitos o de espinas.

9.2 *Otros*

En el marco de un crucero de marcado de tiburones, se marcó una aguja azul de gran tamaño que murió poco después de ser liberada. En junio de 2024 se inició otra prospección de marcado y se intentará marcar los istiofóridos que se capturen durante la prospección.

10. Otros asuntos

10.1 *Financiación para investigación*

El presidente del SCRS recordó al Grupo que se ha solicitado a todos los Grupos de trabajo y Subcomités que desarrollen planes de investigación a largo plazo (seis años), para facilitar la planificación estratégica de la investigación, informar sobre el calendario y la duración probable de los proyectos de investigación y su programación, y ayudar a una planificación coordinada en todo el SCRS. Además, deberían desarrollarse solicitudes específicas de financiación de la investigación por periodos de dos años para que coincidan con el ciclo presupuestario principal de la Comisión, que se revisarán en las sesiones plenarias del SCRS para su inclusión en el Informe anual del SCRS.

La Secretaría de ICCAT informó al Grupo de que el presupuesto científico para 2024 debe utilizarse estrictamente de acuerdo con el presupuesto aprobado por la Comisión, que se detalla en la Tabla 1 del documento “Actividades de investigación del SCRS que requieren financiación para 2024 y 2025” [STF 208B/2023]. En consecuencia, no se concederán ampliaciones ni se permitirán cambios entre partidas presupuestarias.

La Secretaría hizo hincapié en la importancia de recibir todos los términos de referencia para la financiación de la ciencia poco después de las sesiones plenarias del SCRS. De este modo, la Secretaría dispondría de más tiempo para completar sus procesos administrativos de emisión de contratos. De este modo, las convocatorias de ofertas o solicitudes de presupuesto podrían publicarse antes. El presidente del SCRS señaló que estas directrices, y en particular el plazo para la elaboración de los términos de referencia, eran coherentes tanto con la elaboración de planes de investigación a más largo plazo como con las solicitudes presupuestarias detalladas para dos años. Esto también facilitará el debate sobre las solicitudes de presupuesto científico propuestas para su presentación en las sesiones plenarias del SCRS. Tener todos los términos de referencia preparados antes de la reunión anual de la Comisión debería ayudar a ésta a estudiar las solicitudes de financiación científica y también a que los proyectos comiencen antes. Dadas las nuevas directrices sobre el uso de los fondos, esta eficiencia es fundamental.

El presidente del SCRS señaló que el proceso óptimo para el desarrollo de los términos de referencia sería que los proyectos de términos de referencia se presentaran a las reuniones del Grupo, tras haber sido desarrollados en colaboración con el Grupo por correspondencia en la medida de lo posible. El plan de investigación a largo plazo

puede servir de orientación para elaborar dichos proyectos de términos de referencia. Esto permitirá al Grupo finalizar el examen y adopción de los términos de referencia dentro del limitado tiempo disponible en la reunión, sin embargo, se reconoce que durante la reunión pueden surgir algunas nuevas propuestas de investigación sin que dé tiempo a desarrollar los términos de referencia durante esta. En circunstancias en las que no pueda seguirse este proceso, los términos de referencia podrían ser desarrollados por el relator del grupo de especies de istiofóridos y/o el presidente del SCRS, o un subgrupo identificado. Este modo de elaborar los términos de referencia es un proceso habitual y establecido dentro del SCRS.

El Grupo tomó nota de las nuevas directrices y de la importancia de facilitar los términos de referencia antes de la reunión anual de la Comisión.

10.2 Plan de trabajo

El Grupo debatió el plan de trabajo para istiofóridos de 2025, que se finalizará durante la reunión del Grupo de especies de septiembre de 2024.

11. Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado durante la reunión. El presidente del Grupo dio las gracias a todos los participantes por sus esfuerzos, así como a la Secretaría y a los intérpretes por su trabajo. La reunión fue clausurada.

Referencias

- Anon. 2018. Report of the 2018 ICCAT Blue Marlin Stock Assessment (Miami, United States 18-22 June 2018). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 75(5): 813-888.
- Anon. 2024. Report of the 2024 ICCAT Blue Marlin Data Preparatory Meeting (Miami, United States, 11-15 March 2024). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 81(1): 1-86.
- Carvalho, F., Punt, A.E., Chang, Y.J., Maunder, M.N., Piner, K.R., 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? *Fish. Res.* 192, 28–40.
- Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K. R., Maunder, M. N., Taylor, I., Wetzell, C. R., Doering, K., Johnson, K. F., Methot, R. D. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. *Fisheries Research*, 240: 105959.
- Goodyear, C.P. 2002. Simulated responses of the size distribution of blue marlin to fishing mortality. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 54 (3): 869-881.
- Hoolihan J.P., Luo J., and Arocha F. 2019. Age and growth of blue marlin *Makaira nigricans* from the central western Atlantic Ocean. *Fisheries Research*, Vol. 220, 105346.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105346>
- Hurtado-Ferro F., Szuwalski C.S., Valero J.L., Anderson S.C., Cunningham C.J., Johnson K.F., Licandeo R., McGilliard C.R., Monnahan C.C., Muradian M.L, Ono K., Vert-Pre K.A, Whitten A.R., and Punt A.E. 2015. Looking in the rear-view mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. *ICES Journal of Marine Science*, Volume 72, Issue 1, January 2015, Pages 99–110, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>.
- ICCAT. 2024. Statistical Bulletin Vol. 49 (1950-2022).
- Krusic-Golub K., Sutrovic A., Rosa D., Ngom F., Andrews A., and Coelho R. 2024. Update on Age Estimation from Atlantic Blue Marlin otoliths. SCRS/P/2024/007
- Martell, S., Froese, R., 2013. A simple method for estimating MSY from catch and resilience 504–514. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2012.00485.x>
- Shimose, T., Yokawa, K. and 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(12), pp.1116-1127
- Winker, H., Mourato, B., Chang, Y., 2020. Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: An application to Atlantic white marlin (*Kajika albida*) with simulation testing. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 76, 219–234.

Tableaux

Tableau 1. Paramètres biologiques du makaire bleu de l'Atlantique pris en compte pour les données d'entrée de l'évaluation du stock.

Tableau 2. Captures estimées (débarquements + rejets morts, t) de makaire bleu de l'Atlantique (*Makaira nigricans*) en 1984 – 2023 par engin principal et pavillon (source T1NC).

Tableau 3. Ponctions annuelles totales de makaire bleu (débarquements, rejets morts) par ID de flottille et scénarios de sensibilité de la capture (1-3) basés sur trois postulats différents de mortalité des rejets vivants déclarés.

Tableau 3. Suite.

Tableau 4. Résultats des scénarios exploratoires SS3, estimant la mortalité naturelle (M) et/ou la pente (h). Les modèles sont illustrés dans la **figure 5**.

Tableau 5. Indice original d'abondance à partir des séries historiques palangrières du Japon (1959-1993) et du Taipei chinois (1968-1989) et des séries de « CPUE corrigées » estimées en utilisant le ratio YFT/BET (CPUE corrigée 2) ou la capturabilité estimée q du modèle de Stock Synthesis (CPUE corrigée 3).

Tableau 5. Suite.

Tableau 6. Les résultats pour les distributions a priori de r et la médiane du paramètre de forme avec les valeurs B_{PME}/K correspondantes ont été générés à partir d'un modèle structuré par âge en conditions d'équilibre (ASEM) sur la base des niveaux de la grille d'incertitude de la pente.

Tableau 7. Paramètres du cycle vital utilisés pour estimer les distributions a priori de r et la médiane du paramètre de forme avec les valeurs B_{PME}/K correspondantes de l'évaluation JABBA du makaire bleu de l'Atlantique Nord. Les distributions a priori sont générées au moyen d'un modèle structuré par âge en conditions d'équilibre (ASEM). Les paramètres de croissance proviennent du modèle de von Bertalanffy de Krusic *et al.* (2024).

Tableau 8. Paramètres utilisés dans la configuration JABBA 2024 pour tous les scénarios.

Tableau 9. Résumé des modèles statistiques du rho de Mohn de la période d'évaluation rétrospective de cinq ans pour chaque scénario basé sur la grille d'incertitude de la pente (h).

Tableau 10. Estimations des points de référence par Stock Synthesis avec 4 scénarios de pente (h) dans la grille, y compris la moyenne et les intervalles de confiance de 95 %.

Tableau 11. Résumé des quantiles postérieurs présentés sous la forme de médianes marginales a posteriori et intervalles de crédibilité de 95% associés des paramètres pour la grille finale JABBA du makaire bleu de l'Atlantique de 2024 (pente $h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$).

Tablas

Tabla 1. Parámetros biológicos de la aguja azul del Atlántico que se han tenido en cuenta para la evaluación de stock.

Tabla 2. Capturas estimadas (desembarques + descartes muertos, t) de aguja azul del Atlántico (*Makaira nigricans*) 1984 – 2023, por arte principal y pabellón (fuente T1NC).

Tabla 3. Extracciones anuales totales de captura de aguja azul (desembarques, descartes muertos) por ID de flota y escenarios de sensibilidad de captura (1-3) basados en tres supuestos diferentes de mortalidad de los descartes vivos declarados.

Tabla 3. Continuación...

Tabla 4. Resultados de los ensayos exploratorios de SS3, con estimaciones de la mortalidad natural (M) y/o la inclinación (h). Los modelos están etiquetados como en la **Figura 5**.

Tabla 5. Índice original de abundancia a partir de las series históricas de palangre de Japón (1959-1993) y Taipei Chino (1968-1989) y las series estimadas de "CPUE corregida" utilizando la ratio YFT/BET (CPUE corregida 2) o la capturabilidad q estimada a partir del modelo Stock Synthesis (CPUE corregida 3). Tabla 5. Continúa.

Tabla 6. Resultados para las distribuciones previas de r y la mediana del parámetro de forma con los correspondientes valores BRMS/K generados a partir del modelo en equilibrio estructurado por edad (ASEM) basado en los niveles de la matriz de incertidumbre de inclinación.

Tabla 7. Parámetros del ciclo vital utilizados para estimar distribuciones previas de r y la mediana del parámetro de forma con los correspondientes valores BRMS/K para la evaluación de aguja azul del Atlántico. Las distribuciones previas se generan mediante un modelo de equilibrio estructurado por edad (ASEM). Los parámetros de crecimiento proceden del modelo de von Bertalanffy de Krusic et al. (2024).

Tabla 8. Parámetros utilizados en la configuración de JABBA 2024 para todos los escenarios.

Tabla 9. Resumen de los modelos estadísticos rho de Mohn del periodo de evaluación retrospectiva de cinco años para cada escenario basado en la matriz de incertidumbre de inclinación (h).

Tabla 10. Estimaciones de referencia realizadas por Stock Synthesis con 4 escenarios de inclinación (h) en la matriz, incluida la media y los intervalos de confianza del 95%.

Tabla 11. Resumen de cuantiles posteriores presentados en forma de medianas marginales posteriores y los parámetros de credibilidad asociados del 95 % para la matriz final de JABBA de aguja azul del Atlántico de 2024 (inclinación $h = 0,4, 0,5, 0,6$ y $0,7$).

Figures

Figure 1. Diagrammes des observations de la taille par âge du makaire bleu pour les femelles (en haut) et les mâles (en bas) à partir d'échantillons d'épines de l'Atlantique (petits points violets), d'échantillons d'otolithes de l'Atlantique (points jaunes) et d'échantillons d'otolithes du Pacifique (points verts). Les lignes continues représentent les modèles de croissance de von Bertalanffy estimés. Les échantillons de taille par âge ou le modèle de croissance estimé du Pacifique (Shimose *et al.* 2015) n'ont pas été utilisés dans l'évaluation du stock de makaire bleu de 2024.

Figure 2. Biomasse reproductrice annuelle du makaire bleu, t (en haut) et SSB/SSB_{PME} (en bas) des modèles Stock Synthesis dans lesquels les paramètres de croissance ont été estimés à partir : a) de la taille par âge moyenne de Goodyear 2002 (2015) et des échantillons d'otolithes de l'Atlantique (lignes 2018_conv, Step_1, Step_2, Step_3) par rapport à b) les paramètres de croissance estimés en utilisant uniquement les échantillons d'épines de l'Atlantique (Holligan *et al.*, 2019) (ligne rouge Step_4).

Figure 3. Évaluation du stock de 2018 avec SS3 et quatre scénarios exploratoires initiaux avec des captures jusqu'en 2022 : Étape 1 : mise à jour uniquement des données de CPUE, Étape 2 : mise à jour des données de CPUE et de composition des longueurs, Étape 3 : identique à l'étape 2 et estimation de la croissance à partir des données d'otolithes, Étape 4 : identique à l'étape 2 et estimation de la croissance à partir des données des épines.

Figure 4. Résultats des premiers scénarios SS3 avec les 4 scénarios de capture convenus lors de la réunion de préparation des données sur le makaire bleu.

Figure 5. Résultats des scénarios exploratoires de SS3. Dans les deux panneaux, les modèles 1-4 ont une M fixe de 0,148 et une h fixe de 0,5 (modèle 1), 0,4 (modèle 2), 0,7 (modèle 3), et une h estimée (modèle 4). Dans le panneau supérieur, les modèles 5 à 8 estiment librement M , alors que h est fixée à 0,4 (modèle 5), 0,5 (modèle 6) ou 0,7 (modèle 7), et h est estimée (modèle 8). Les modèles 5 à 8 du panneau inférieur sont configurés comme dans le panneau supérieur, à la seule différence que M est estimée en appliquant une moyenne a priori de 0,148 et un écart type de 0,018.

Figure 6. Trajectoires dérivées d'une analyse de sensibilité comparant les modèles de base JABBA 2018 et 2024 (voir le texte pour plus de détails).

Figure 7. Analyse de sensibilité des « corrections » dans la capturabilité des CPUE JPN_LL_early et CTP_early. Le « base_model » représente les trajectoires du modèle de référence préliminaire issu du document SCRS/2024/106.

Figure 8. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Ajustements aux indices logarithmiques de CPUE. USA LL, Ven LL, Ven Art, Ven RR, CTP early, CTP mid, CTP late, Brazil LL, JPN late, Ghana Gillnet, JPN early.

Figure 9. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Ajustements aux compositions des longueurs des flottilles, agrégées au fil des ans. Note : les données relatives à la composition des longueurs de la flottille 5 (« DCP ») n'ont pas été utilisées pour ajuster le modèle.

Figure 10. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Écarts logarithmiques estimés du recrutement.

Figure 11. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Diagramme conjoint des valeurs résiduelles pour les indices et la longueur moyenne des différentes flottilles. Note : les données relatives à la composition des longueurs de la flottille 5 (« mDCP ») n'ont pas été utilisées pour ajuster le modèle.

Figure 12. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à $0,148$ et h fixée à $0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$. Test des scénarios sur les CPUE.

Figure 13. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à $0,148$ et h fixée à $0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$. Profil de vraisemblance de $R0$.

Figure 14. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à $0,148$ et h fixée à $0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$. Résultats d'une analyse rétrospective, en retirant jusqu'à 5 années de données à la fin de la série temporelle.

Figure 15. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à $0,148$ et h fixée à $0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$. Résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour les observations de CPUE, en retirant jusqu'à 5 années de données à la fin de la série temporelle.

Figure 16. Diagnostics pour le scénario SS3 avec M fixée à $0,148$ et h fixée à $0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$. Analyse de *jitter* avec 100 itérations.

Figure 17. Diagnostics pour le scénario SS3 avec $M=0,148$ et $h=0,5$. Sensibilité des résultats obtenus par *Jackknife* à l'exclusion de certains jeux de données. Dans tous les panneaux (a)-(c), la mention « All (Tous) » fait référence à la série incluant toutes les données, c'est-à-dire toutes les séries de CPUE et les données de composition des longueurs de toutes les flottilles et les données utilisées pour estimer la croissance au sein de SS3.

Figure 18. Diagrammes MCMC pour les scénarios des modèles JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique avec une pente de $0,4$ et $0,5$.

Figure 19. Diagrammes MCMC pour les scénarios des modèles JABBA pour le makaire bleu de l'Atlantique avec une pente de $0,6$ et $0,7$.

Figure 20. Diagrammes de diagnostic des valeurs résiduelles de JABBA pour les indices de CPUE utilisés pour le makaire bleu de l'Atlantique pour chaque scénario basé sur la grille d'incertitude de la pente. Les diagrammes en boîte à moustaches indiquent la médiane et les quantiles de toutes les valeurs résiduelles disponibles pour une année donnée, et les lignes noires continues indiquent un lissage de loess plus lisse pour toutes les valeurs résiduelles.

Figure 21. Tests des scénarios pour évaluer le caractère aléatoire des séries temporelles des valeurs résiduelles de la CPUE par flottille pour les scénarios ayant une pente de $0,4$ et de $0,5$. Les panneaux verts n'indiquent pas de preuve de l'absence de caractère aléatoire des valeurs résiduelles des séries temporelles ($p>0,05$), tandis que les panneaux rouges indiquent une possible auto-corrélation. La zone ombrée intérieure montre trois erreurs standard par rapport à la moyenne générale et les cercles rouges identifient une année spécifique dont les valeurs résiduelles sont supérieures à cette valeur seuil (règle des $3x$ sigma).

Figure 22. Tests des scénarios pour évaluer le caractère aléatoire des séries temporelles des valeurs résiduelles de la CPUE par flottille pour les scénarios ayant une pente de $0,6$ et de $0,7$. Les panneaux verts n'indiquent pas de preuve de l'absence de caractère aléatoire des valeurs résiduelles des séries temporelles ($p>0,05$), tandis que les panneaux rouges indiquent une possible auto-corrélation. La zone ombrée intérieure montre trois erreurs standard par rapport à la moyenne générale et les cercles rouges identifient une année spécifique dont les valeurs résiduelles sont supérieures à cette valeur seuil (règle des $3x$ sigma).

Figure 23. Écart d'erreur de processus (médiane : ligne continue) pour le makaire bleu de l'Atlantique pour chaque scénario basé sur la grille d'incertitude de la pente au moyen du modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien (JABBA). La zone ombrée grise indique les intervalles de crédibilité de 95%.

Figure 24. Distributions a posteriori par rapport aux distributions a priori de divers paramètres de modèle et de gestion du modèle bayésien de production excédentaire (JABBA) pour les scénarios concernant le makaire bleu de l'Atlantique avec une pente de 0,4 et 0,5. PPMR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des médianes ; PPVR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des variances.

Figure 25. Distributions a posteriori par rapport aux distributions a priori de divers paramètres de modèle et de gestion du modèle bayésien de production excédentaire (JABBA) pour les scénarios concernant le makaire bleu de l'Atlantique avec une pente de 0,6 et 0,7. PPMR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des médianes ; PPVR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des variances.

Figure 26. Analyse rétrospective réalisée pour les scénarios de JABBA avec des valeurs de pente de 0,4 et 0,5 pour le makaire bleu de l'Atlantique en retirant séquentiellement une année à la fois ($n=5$) et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à la PME (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche par rapport à la PME (F/F_{PME}) (panneaux centraux), ainsi que les écarts de l'erreur de processus et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs).

Figure 27. Analyse rétrospective réalisée pour les scénarios de JABBA avec des valeurs de pente de 0,6 et 0,7 pour le makaire bleu de l'Atlantique en retirant séquentiellement une année à la fois ($n=5$) et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à la PME (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche par rapport à la PME (F/F_{PME}) (panneaux centraux), ainsi que les écarts de l'erreur de processus et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs).

Figure 28. Résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour les scénarios des modèles JABBA avec des valeurs de pente de 0,4 et 0,5 pour le makaire bleu de l'Atlantique, montrant les prévisions à un an d'avance des valeurs de CPUE (2018-2022), au moyen de cinq scénarios du modèle de simulation rétrospective par rapport à la CPUE escomptée. Les observations de la CPUE, utilisées pour la validation croisée, sont mises en évidence par des cercles pleins codés par couleur avec un intervalle de confiance associé de 95%, ombré en gris clair. L'année de référence du modèle se réfère aux points finaux de chaque prévision à un an et à l'observation correspondante (c'est-à-dire l'année de l'élimination + 1).

Figure 29. Résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour les scénarios des modèles JABBA avec des valeurs de pente de 0,6 et 0,7 pour le makaire bleu de l'Atlantique, montrant les prévisions à un an d'avance des valeurs de CPUE (2018-2022), au moyen de cinq scénarios du modèle de simulation rétrospective par rapport à la CPUE escomptée. Les observations de la CPUE, utilisées pour la validation croisée, sont mises en évidence par des cercles pleins codés par couleur avec un intervalle de confiance associé de 95%, ombré en gris clair. L'année de référence du modèle se réfère aux points finaux de chaque prévision à un an et à l'observation correspondante (c'est-à-dire l'année de l'élimination + 1).

Figure 30. Biomasse du stock reproducteur (t), SSB/SSB_{PME} , recrues (âge 0) et mortalité par pêche relative (F/F_{PME}) pour la grille finale de Stock Synthesis du makaire bleu de l'Atlantique 2024 avec une pente (h) de 0,4 (Model_1_h4), 0,5 (Model_2_h5), 0,6 (Model_4_h6) et 0,7 (Model_3_h7).

Figure 31. Diagramme de Kobe conjoint pour le modèle final de la grille de Stock Synthesis du makaire bleu de l'Atlantique 2024 (pente $h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$). Le camembert inséré indique la proportion de résultats stochastiques dans chaque quadrant de Kobe : 15 % dans le quadrant rouge, 54 % dans le quadrant jaune et 31 % dans le quadrant vert.

Figure 32. Biomasse par rapport à la PME (B/B_{PME}), mortalité par pêche par rapport à la PME (F/F_{PME}), biomasse, mortalité par pêche (panneaux supérieurs), biomasse par rapport à K (B/B_0) et courbe de production excédentaire pour la grille finale de JABBA du makaire bleu de l'Atlantique 2024 (pente $h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$). La ligne rouge en pointillé indique une B_{PME} à 50%, et les zones ombrées illustrent les intervalles de crédibilité de 95% du modèle bayésien de production excédentaire.

Figure 33. Diagramme de Kobe conjoint pour les modèles finaux de la grille de JABBA du makaire bleu de l'Atlantique 2024 (distributions a priori de r reposant sur une pente $h = 0,4, 0,5, 0,6$ et $0,7$). Le camembert inséré indique la proportion de résultats stochastiques dans chaque quadrant de Kobe : 62% dans le quadrant rouge, 37% dans le quadrant jaune et 1% dans le quadrant vert.

Figure 34. Tendances annuelles de la biomasse (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche (F/F_{PME}) relatives des scénarios finaux des modèles combinés de la grille pour le makaire bleu de l'Atlantique. La ligne sombre indique la moyenne de tous les scénarios, les lignes de couleur plus claire indiquent les tendances des scénarios individuels, et la zone ombrée les limites de confiance globales de 95 % des résultats. Les résultats des modèles JABBA commencent en 1956, tandis que ceux de Stock Synthesis commencent en 1958.

Figure 35. Tendances annuelles de la biomasse (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche (F/F_{PME}) relatives des scénarios finaux des modèles combinés de la grille pour le makaire bleu de l'Atlantique. La ligne sombre indique la moyenne de tous les scénarios, les lignes de couleur plus claire indiquent les tendances des scénarios individuels, et la zone ombrée les limites de confiance globales de 95 % des résultats.

Figure 36. Diagramme de Kobe illustrant l'état du stock de makaire bleu de l'Atlantique en 2024 (à la fin de l'année de pêche 2022) estimé à partir des modèles combinés de la grille. La ligne indique la trajectoire de l'état du stock à partir de 1965, le grand point bleu indique l'état du stock en 2022.

Figure 37. Résultats préliminaires des projections. Tendances de la biomasse (panneau supérieur, B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche (panneau inférieur, F/F_{PME}) relatives et projetées du makaire bleu de l'Atlantique, selon différents scénarios de capture fixe de 0 à 4.000 t sur la base des projections des grilles de JABBA et de Stock Synthesis. Chaque ligne représente la médiane de 80.000 itérations de chaque scénario de la grille et des projections des stocks de la plateforme à partir de 2025.

Figuras

Figura 1. Gráficos de observaciones de talla por edad de aguja azul para hembras (arriba) y machos (abajo) de muestras de espinas del Atlántico (puntos pequeños morados), muestras de otolitos del Atlántico (puntos amarillos) y muestras de otolitos del Pacífico (puntos verdes). Las líneas continuas representan los modelos de crecimiento estimados de von Bertalanffy. Las muestras de talla por edad o el modelo de crecimiento estimado del Pacífico (Shimose et al. 2015) no se utilizaron en la evaluación de stock de aguja azul de 2024.

Figura 2. Biomasa reproductora anual de aguja azul t (arriba) y SSB/SSBRMS (abajo) de los modelos de Stock Synthesis en los que los parámetros de crecimiento se estimaron a partir de a) la talla media por edad de Goodyear 2002 (2015) y las muestras de otolitos del Atlántico (líneas 2018_conv, Step_1, Step_2, Step_3) frente a b) los parámetros de crecimiento estimados utilizando únicamente las muestras de espinas del Atlántico (Holligan et al., 2019) (línea roja Step_4). REUNION DE EVALUACION DE STOCK DE BUM - FORMATO HIBRIDO, MADRID, 2024 18

Figura 3. Evaluación de stock de 2018 con SS3 y cuatro ensayos exploratorios iniciales con capturas hasta 2022: Paso 1 actualizando sólo los datos de CPUE, Paso 2 actualizando tanto los datos de CPUE como los de composición por tallas, Paso 3 como Paso 2 y estimando el crecimiento a partir de los datos de otolitos, Paso 4 como Paso 2 y estimando el crecimiento a partir de los datos de espinas.

Figura 4. Resultados de los primeros ensayos de SS3 con los 4 escenarios de capturas acordados en la reunión de preparación de datos de aguja azul.

Figura 5. Resultados de los ensayos exploratorios de SS3. En ambos paneles, los modelos 1-4 tienen M fija = 0,148 y h fija en 0,5 (Modelo 1), 0,4 (Modelo 2), 0,7 (Modelo 3) y h estimada (Modelo 4). En el panel superior, los modelos 5-8 estiman M libremente, mientras que h se fija en 0,4 (Modelo 5), 0,5 (Modelo 6) o 0,7 (Modelo 7), y h se estima (Modelo 8). Los modelos 5-8 del panel inferior están configurados como en el panel superior, con la única diferencia de que M se estima aplicando una media de distribución previa de 0,148 y una desviación típica de 0,018.

Figura 6. Trayectorias derivadas de un análisis de sensibilidad que compara los modelos de base JABBA de 2018 y 2024 (véase el texto para más detalles).

Figura 7. Análisis de sensibilidad de las "correcciones" en la capturabilidad de las CPUE JPN_LL_early y CTP_early. El "base_model" representa las trayectorias del modelo de referencia preliminar sacado del documento SCRS/2024/106.

Figura 8. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,5$ fijas. Ajustes a los índices log de CPUE. USA LL, Ven LL, Ven Art, Ven RR, CTP early, CTP mid, CTP late, Brazil LL, JPN late, Ghana Gillnet, JPN early.

Figura 9. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,5$ fijas. Ajustes a las composiciones por talla de las flotas, agregadas a lo largo de los años. Nota: los datos de composición por tallas de la flota 5 ("FAD") no se utilizaron para ajustar el modelo.

Figura 10. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,5$ fijas. Desviaciones logarítmicas del reclutamiento estimadas.

Figura 11. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,5$ fijas. Gráfico de residuos conjuntos para los índices y la talla media de las distintas flotas. Nota: los datos de composición por tallas de la flota 5 ("mFAD") no se utilizaron para ajustar el modelo.

Figura 12. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ fijas. Pruebas de ensayo en las CPUE.

Figura 13. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ fijas. Perfil de verosimilitud en R_0 .

Figura 14. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ fijas. Resultados del análisis retrospectivo, eliminando hasta cinco años de datos del final de la serie temporal.

Figura 15. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ fijas. Resultados de la validación cruzada de la simulación retrospectiva para las observaciones de CPUE, eliminando hasta 5 años de datos del final de la serie temporal.

Figura 16. Diagnóstico del ensayo de SS3 con $M=0,148$ y $h=0,4; 0,5; 0,6; 0,7$ fijas. Jitter con 100 iteraciones.

Figura 17. Diagnóstico del ensayo SS3 con $M=0,148$ y $h=0,5$ fijas. Sensibilidad Jackknife de los resultados a la exclusión de determinados conjuntos de datos. En todos los paneles (a)-(c), la etiqueta "All" (todos) se refiere al ensayo que incluye todos los datos, es decir, todas las series de CPUE y los datos de composición por tallas de todas las flotas y los datos utilizados para estimar el crecimiento en SS3. REUNION DE EVALUACION DE STOCK DE BUM - FORMATO HIBRIDO, MADRID, 2024 19

Figura 18. Gráficos de seguimiento de MCMC para los escenarios de los modelos JABBA de aguja azul del Atlántico con inclinación en 0,4 y 0,5.

Figura 19. Gráficos de seguimiento de MCMC para los escenarios de los modelos JABBA de aguja azul del Atlántico con inclinación en 0,6 y 0,7.

Figura 20. Gráficos de diagnóstico de residuos de JABBA para los índices de CPUE utilizados en la aguja azul del Atlántico para cada escenario basado en la matriz de incertidumbre de la inclinación. Los gráficos de caja indican la mediana y los cuantiles de todos los residuos disponibles para cualquier año determinado, y las líneas negras continuas indican un alisado loess MAS LISO en todos los residuos.

Figura 21. Pruebas de ensayos para evaluar la aleatoriedad de las series temporales de residuos de CPUE por flota para escenarios con una inclinación de 0,4 y 0,5. Los paneles verdes indican que no hay evidencias de falta de aleatoriedad de los residuos en las series temporales ($p>0,05$) mientras que los paneles rojos indican una posible autocorrelación. La zona sombreada interior muestra tres errores estándar de la media global y los círculos rojos identifican un año específico con residuos superiores a este valor umbral (norma 3σ).

Figura 22. Pruebas de ensayos para evaluar la aleatoriedad de las series temporales de residuos de CPUE por flota para escenarios con una inclinación de 0,6 y 0,7. Los paneles verdes indican que no hay evidencias de falta de aleatoriedad de los residuos en las series temporales ($p>0,05$) mientras que los paneles rojos indican una posible autocorrelación. La zona sombreada interior muestra tres errores estándar de la media global y los círculos rojos identifican un año específico con residuos superiores a este valor umbral (norma 3σ).

Figura 23. Desviaciones del error de proceso (mediana: línea continua) para la aguja azul del Atlántico en cada escenario basándose en la matriz de incertidumbre de la inclinación utilizando el modelo JABBA de producción excedente bayesiano estado-espacio. La zona sombreada en gris indica intervalos de credibilidad del 95 %.

Figura 24. Distribuciones previas y posteriores de varios parámetros del modelo y de parámetros de ordenación para el modelo bayesiano de producción excedente estado-espacio (JABBA) para los escenarios de aguja azul del Atlántico con inclinación en 0,4 y 0,5. PPMR: Ratio de la distribución posterior y la distribución previa de las medianas; PPVR: Ratio de la distribución posterior y la distribución previa de las varianzas.

Figura 25. Distribuciones previas y posteriores de varios parámetros del modelo y de parámetros de ordenación para el modelo bayesiano de producción excedente estado-espacio (JABBA) para los escenarios de aguja azul del Atlántico con inclinación en 0,6 y 0,7. PPMR: Ratio de la distribución posterior y la distribución previa de las medianas; PPVR: Ratio de la distribución posterior y la distribución previa de las varianzas.

Figura 26. Análisis retrospectivo realizado para los escenarios JABBA con inclinación en 0,4 y 0,5 para la aguja azul del Atlántico eliminando un año cada vez de forma secuencial ($n=5$) y prediciendo las tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca (paneles superiores), la biomasa relativa con respecto a BRMS (B/BRMS), la mortalidad por pesca relativa con respecto a FRMS (F/FRMS) (paneles centrales) y las desviaciones del error de proceso y la curva de producción excedente (paneles inferiores).

Figura 27. Análisis retrospectivo realizado para los escenarios JABBA con inclinación en 0,6 y 0,7 para la aguja azul del Atlántico eliminando un año cada vez de forma secuencial ($n=5$) y prediciendo las tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca (paneles superiores), la biomasa relativa con respecto a BRMS (B/BRMS), la mortalidad por pesca relativa con respecto a FRMS (F/FRMS) (paneles centrales) y las desviaciones del error de proceso y la curva de producción excedente (paneles inferiores).

Figura 28. Resultados de validación cruzada de la simulación retrospectiva para los escenarios de los modelos JABBA con inclinación en 0,4 y 0,5 para la aguja azul del Atlántico, que muestran previsiones a un año vista de los valores de CPUE (2018-2022), realizadas con cinco ensayos del modelo de simulación retrospectiva en relación con la CPUE esperada. Las observaciones de CPUE, usadas para la validación cruzada, están resaltadas como círculos sólidos con código de colores con el intervalo de confianza asociado REUNION DE EVALUACION DE STOCK DE BUM - FORMATO HIBRIDO, MADRID, 2024 20 del 95 % sombreado en gris claro. El año de referencia del modelo se refiere a los puntos finales de cada previsión a un año vista y a la observación correspondiente (es decir, el año de eliminación + 1).

Figura 29. Resultados de validación cruzada de la simulación retrospectiva para los escenarios de los modelos JABBA con inclinación en 0,6 y 0,7 para la aguja azul del Atlántico, que muestran previsiones a un año vista de los valores de CPUE (2018-2022), realizadas con cinco ensayos del modelo de simulación retrospectiva en relación con la CPUE esperada. Las observaciones de CPUE, usadas para la validación cruzada, están resaltadas como círculos sólidos con código de colores con el intervalo de confianza asociado del 95 % sombreado en gris claro. El año de referencia del modelo se refiere a los puntos finales de cada previsión a un año vista y a la observación correspondiente (es decir, el año de eliminación + 1).

Figura 30. Biomasa reproductora (t), SSB/SSBRMS, reclutas (edad 0) y mortalidad por pesca relativa (F/FRMS) para la matriz final de Stock Synthesis de aguja azul del Atlántico de 2024 con inclinación $h = 0,4$ (Model_1_h4), $0,5$ (Model_2_h5), $0,6$ (Model_4_h6) y $0,7$ (Model_3_h7).

Figura 31. Diagrama de Kobe conjunto para el modelo de matriz final de Stock Synthesis de aguja azul del Atlántico en 2024 (inclinación $h = 0,4, 0,5, 0,6$ y $0,7$). La tarta insertada indica la proporción de resultados estocásticos dentro de cada cuadrante de color de Kobe: 15 % en el cuadrante rojo, 54 % en el cuadrante amarillo y 31 % en el cuadrante verde.

Figura 32. Biomasa relativa con respecto a SSBRMS (B/SSBRMS), mortalidad por pesca relativa con respecto a FRMS (F/FRMS), biomasa, mortalidad por pesca (paneles superiores), biomasa relativa con respecto a K (B/B0) y curva de producción excedente para la matriz final de JABBA de aguja azul del Atlántico de 2024 (inclinación $h = 0,4, 0,5, 0,6$ y $0,7$). La línea roja discontinua indica el 50 % de BRMS, y las áreas sombreadas en color indican los intervalos de credibilidad del 95 % del SPM bayesiano.

Figura 33. Diagrama de Kobe conjunto para los modelos de matriz final de JABBA para la aguja azul del Atlántico en 2024 (distribuciones previas r basadas en una inclinación $h = 0,4, 0,5, 0,6$ y $0,7$). La tarta insertada indica la proporción de resultados estocásticos dentro de cada cuadrante de color de Kobe del 62 % en el cuadrante rojo, del 37 % en el cuadrante amarillo y del 1 % en el cuadrante verde.

Figura 34. Tendencias anuales de la biomasa (B/BRMS) y la mortalidad por pesca (F/FRMS) relativas de los escenarios finales combinados del modelo de matriz para la aguja azul del Atlántico. La línea oscura indica la media de todos los escenarios, las líneas de color más claro indican las tendencias de los escenarios individuales y el área sombreada es el límite de confianza global del 95 % de los resultados. Los resultados de los modelos JABBA comenzaron en 1956, mientras que los de Stock Synthesis en 1958.

Figura 35. Tendencias anuales de la biomasa (B/BRMS) y la mortalidad por pesca (F/FRMS) relativas de los escenarios finales combinados del modelo de matriz para la aguja azul del Atlántico. La línea oscura indica la media de todos los escenarios, las líneas de color más claro indican las tendencias de los escenarios individuales y el área sombreada es el límite de confianza global del 95 % de los resultados.

Figura 36. Diagrama de Kobe para el estado del stock de aguja azul del Atlántico en 2024 (a finales de la campaña de pesca de 2022) estimado a partir de los modelos combinados de la matriz. La línea indica la trayectoria del estado del stock a partir de 1965, el punto azul grande indica el estado del stock en 2022.

Figura 37. Resultados preliminares de las proyecciones. Tendencias de la biomasa (panel superior, B/BRMS) y de la mortalidad por pesca (panel inferior, F/FRMS) relativas del stock proyectadas para la aguja azul del Atlántico en diferentes escenarios de capturas fijas de 0-4.000 t, basadas en las proyecciones de las matrices de JABBA y Stock Synthesis. Cada línea representa la mediana de 80.000 iteraciones de cada escenario de matriz y proyecciones de stock de la plataforma a partir de 2025.

Appendices

Appendice 1. Ordre du jour

Appendice 2. Liste des participants

Appendice 3. Liste des documents présentés pendant la réunion

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

Apéndices

Apéndice 1. Orden del día

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos presentados durante la reunión.

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

Table 3. Annual blue marlin total catch removals (landing, dead discards) by fleet ID and catch sensitivity scenarios (1-3) based three different assumptions of mortality of reported live discards.

Blue marlin Catch								SENSITIVITY 1							
Landings + dead discards, PLUS included BUM from the BIL unclassified split, allocated among fleet according to annual proportions															
Catch t	FleetSS3					JABBA	Grand Total	Catch t	FleetSS3					JABBA	Grand Total
YearC	ART	LL	mFAD	OTH	SPT	YearC		ART	LL	mFAD	OTH	SPT			
1956	-	39	-	-	-	39	1956	-	39	-	-	-	39		
1957	-	764	-	-	-	764	1957	-	764	-	-	-	764		
1958	-	772	-	-	-	772	1958	-	772	-	-	-	772		
1959	-	841	-	-	-	841	1959	-	841	-	-	-	841		
1960	-	2,712	-	-	103	2,815	1960	-	2,712	-	-	103	2,815		
1961	-	3,961	-	-	122	4,083	1961	-	3,961	-	-	122	4,083		
1962	-	7,187	-	-	121	7,308	1962	-	7,187	-	-	121	7,308		
1963	-	8,906	-	1	131	9,038	1963	-	8,906	-	1	131	9,038		
1964	-	7,846	-	1	164	8,011	1964	-	7,846	-	1	164	8,011		
1965	-	5,990	-	1	165	6,156	1965	-	5,990	-	1	165	6,156		
1966	-	3,703	-	4	156	3,863	1966	-	3,703	-	4	156	3,863		
1967	-	2,037	-	6	203	2,246	1967	-	2,037	-	6	203	2,246		
1968	-	2,341	-	12	174	2,527	1968	-	2,341	-	12	174	2,527		
1969	-	2,877	-	15	214	3,106	1969	-	2,877	-	15	214	3,106		
1970	-	2,653	-	22	211	2,886	1970	-	2,653	-	22	211	2,886		
1971	-	3,184	-	31	183	3,398	1971	-	3,184	-	31	183	3,398		
1972	-	2,173	-	48	193	2,414	1972	-	2,173	-	48	193	2,414		
1973	-	2,967	-	49	210	3,226	1973	-	2,967	-	49	210	3,226		
1974	-	2,597	-	262	236	3,095	1974	-	2,597	-	262	236	3,095		
1975	-	2,792	-	236	243	3,271	1975	-	2,792	-	236	243	3,271		
1976	-	1,911	-	240	268	2,419	1976	-	1,911	-	240	268	2,419		
1977	-	1,615	-	267	299	2,181	1977	-	1,615	-	267	299	2,181		
1978	-	1,079	-	260	303	1,642	1978	-	1,079	-	260	303	1,642		
1979	-	970	-	257	300	1,527	1979	-	970	-	257	300	1,527		
1980	119	1,142	-	283	303	1,848	1980	119	1,142	-	283	303	1,848		
1981	140	1,268	-	386	313	2,107	1981	140	1,268	-	386	313	2,107		
1982	60	1,996	-	351	301	2,708	1982	60	1,996	-	351	301	2,708		
1983	216	1,360	-	367	199	2,142	1983	216	1,360	-	367	199	2,142		
1984	403	1,915	-	363	207	2,888	1984	403	1,915	-	363	207	2,888		
1985	337	2,595	11	285	170	3,399	1985	337	2,595	11	285	170	3,399		
1986	193	1,420	11	260	215	2,100	1986	193	1,420	11	260	215	2,100		
1987	202	1,558	36	301	181	2,279	1987	202	1,558	36	301	181	2,279		
1988	201	2,186	36	229	215	2,868	1988	201	2,186	36	229	215	2,868		
1989	677	3,236	46	198	168	4,324	1989	677	3,236	46	198	168	4,324		
1990	429	3,778	64	252	68	4,592	1990	429	3,778	64	252	68	4,592		
1991	240	3,605	74	195	82	4,196	1991	240	3,605	74	195	82	4,196		
1992	244	2,465	88	168	111	3,077	1992	244	2,465	88	168	111	3,077		
1993	374	2,309	140	192	140	3,156	1993	374	2,309	140	192	140	3,156		
1994	658	3,077	149	176	157	4,216	1994	658	3,077	149	176	157	4,216		
1995	746	2,999	154	177	110	4,187	1995	746	2,999	154	177	110	4,187		
1996	1,084	3,835	197	145	105	5,366	1996	1,084	3,835	197	145	105	5,366		
1997	916	4,209	232	147	167	5,670	1997	916	4,209	232	147	167	5,670		
1998	1,394	3,515	257	308	164	5,637	1998	1,394	3,515	257	308	164	5,637		
1999	1,501	3,311	285	127	102	5,326	1999	1,501	3,311	285	127	102	5,326		
2000	1,790	3,028	307	206	102	5,432	2000	1,790	3,028	307	206	102	5,432		
2001	1,443	2,300	331	165	160	4,398	2001	1,443	2,300	331	165	160	4,398		
2002	1,421	1,622	340	143	282	3,808	2002	1,421	1,622	340	143	282	3,808		
2003	1,536	1,909	341	150	388	4,324	2003	1,536	1,909	341	150	388	4,324		
2004	837	1,525	348	175	246	3,130	2004	837	1,525	348	175	246	3,130		
2005	1,224	1,668	369	154	141	3,556	2005	1,224	1,668	369	154	141	3,556		
2006	693	1,618	360	197	202	3,070	2006	693	1,622	360	197	202	3,075		
2007	1,275	2,064	353	248	332	4,272	2007	1,275	2,070	353	248	332	4,278		
2008	440	2,141	383	217	433	3,613	2008	440	2,143	383	217	433	3,615		
2009	317	1,864	259	376	326	3,143	2009	317	1,870	259	376	326	3,149		
2010	307	1,772	241	400	311	3,031	2010	307	1,775	241	400	311	3,034		
2011	572	1,285	270	341	391	2,859	2011	572	1,296	270	341	391	2,870		
2012	495	1,231	231	400	498	2,855	2012	495	1,242	231	400	498	2,866		
2013	456	903	146	323	321	2,148	2013	456	917	146	323	321	2,162		
2014	734	1,082	273	287	393	2,770	2014	734	1,092	273	287	393	2,779		
2015	222	1,218	158	295	184	2,077	2015	222	1,232	158	295	184	2,092		
2016	344	1,167	119	158	381	2,169	2016	344	1,174	119	158	381	2,176		
2017	376	1,501	166	286	458	2,788	2017	376	1,511	166	286	458	2,797		
2018	180	1,224	121	222	387	2,134	2018	180	1,231	121	222	387	2,140		
2019	145	1,329	141	264	240	2,118	2019	145	1,336	141	264	240	2,125		
2020	457	1,010	265	211	229	2,172	2020	457	1,013	265	211	229	2,175		
2021	640	981	102	284	240	2,247	2021	640	984	102	284	240	2,249		
2022	230	859	135	265	254	1,743	2022	230	862	135	265	254	1,746		

Table 3. Continued.

SENSITIVITY 2							SENSITIVITY 3						
Catch t	FleetSS3					JABBA	Catch t	FleetSS3					JABBA
YearC	ART	LL	mFAD	OTH	SPT	Grand Total	YearC	ART	LL	mFAD	OTH	SPT	Grand Total
1956	-	39	-	-	-	39	1956	-	39	-	-	-	39
1957	-	764	-	-	-	764	1957	-	764	-	-	-	764
1958	-	772	-	-	-	772	1958	-	772	-	-	-	772
1959	-	841	-	-	-	841	1959	-	841	-	-	-	841
1960	-	2,712	-	-	103	2,815	1960	-	2,712	-	-	103	2,815
1961	-	3,961	-	-	122	4,083	1961	-	3,961	-	-	122	4,083
1962	-	7,187	-	-	121	7,308	1962	-	7,187	-	-	121	7,308
1963	-	8,906	-	1	131	9,038	1963	-	8,906	-	1	131	9,038
1964	-	7,846	-	1	164	8,011	1964	-	7,846	-	1	164	8,011
1965	-	5,990	-	1	165	6,156	1965	-	5,990	-	1	165	6,156
1966	-	3,703	-	4	156	3,863	1966	-	3,703	-	4	156	3,863
1967	-	2,037	-	6	203	2,246	1967	-	2,037	-	6	203	2,246
1968	-	2,341	-	12	174	2,527	1968	-	2,341	-	12	174	2,527
1969	-	2,877	-	15	214	3,106	1969	-	2,877	-	15	214	3,106
1970	-	2,653	-	22	211	2,886	1970	-	2,653	-	22	211	2,886
1971	-	3,184	-	31	183	3,398	1971	-	3,184	-	31	183	3,398
1972	-	2,173	-	48	193	2,414	1972	-	2,173	-	48	193	2,414
1973	-	2,967	-	49	210	3,226	1973	-	2,967	-	49	210	3,226
1974	-	2,597	-	262	236	3,095	1974	-	2,597	-	262	236	3,095
1975	-	2,792	-	236	243	3,271	1975	-	2,792	-	236	243	3,271
1976	-	1,911	-	240	268	2,419	1976	-	1,911	-	240	268	2,419
1977	-	1,615	-	267	299	2,181	1977	-	1,615	-	267	299	2,181
1978	-	1,079	-	260	303	1,642	1978	-	1,079	-	260	303	1,642
1979	-	970	-	257	300	1,527	1979	-	970	-	257	300	1,527
1980	119	1,142	-	283	303	1,848	1980	119	1,142	-	283	303	1,848
1981	140	1,268	-	386	313	2,107	1981	140	1,268	-	386	313	2,107
1982	60	1,996	-	351	301	2,708	1982	60	1,996	-	351	301	2,708
1983	216	1,360	-	367	199	2,142	1983	216	1,360	-	367	199	2,142
1984	403	1,915	-	363	207	2,888	1984	403	1,915	-	363	207	2,888
1985	337	2,595	11	285	170	3,399	1985	337	2,595	11	285	170	3,399
1986	193	1,420	11	260	215	2,100	1986	193	1,420	11	260	215	2,100
1987	202	1,558	36	301	181	2,279	1987	202	1,558	36	301	181	2,279
1988	201	2,186	36	229	215	2,868	1988	201	2,186	36	229	215	2,868
1989	677	3,236	46	198	168	4,324	1989	677	3,236	46	198	168	4,324
1990	429	3,778	64	252	68	4,592	1990	429	3,778	64	252	68	4,592
1991	240	3,605	74	195	82	4,196	1991	240	3,605	74	195	82	4,196
1992	244	2,465	88	168	111	3,077	1992	244	2,465	88	168	111	3,077
1993	374	2,309	140	192	140	3,156	1993	374	2,309	140	192	140	3,156
1994	658	3,077	149	176	157	4,216	1994	658	3,077	149	176	157	4,216
1995	746	2,999	154	177	110	4,187	1995	746	2,999	154	177	110	4,187
1996	1,084	3,835	197	145	105	5,366	1996	1,084	3,835	197	145	105	5,366
1997	916	4,209	232	147	167	5,670	1997	916	4,209	232	147	167	5,670
1998	1,394	3,515	257	308	164	5,637	1998	1,394	3,515	257	308	164	5,637
1999	1,501	3,311	285	127	102	5,326	1999	1,501	3,311	285	127	102	5,326
2000	1,790	3,028	307	206	102	5,432	2000	1,790	3,028	307	206	102	5,432
2001	1,443	2,300	331	165	160	4,398	2001	1,443	2,300	331	165	160	4,398
2002	1,421	1,622	340	143	282	3,808	2002	1,421	1,622	340	143	282	3,808
2003	1,536	1,909	341	150	388	4,324	2003	1,536	1,909	341	150	388	4,324
2004	837	1,525	348	175	246	3,130	2004	837	1,525	348	175	247	3,130
2005	1,224	1,668	369	154	141	3,556	2005	1,224	1,668	369	154	141	3,556
2006	693	1,625	360	197	202	3,078	2006	693	1,618	360	197	202	3,070
2007	1,275	2,074	353	248	332	4,282	2007	1,275	2,064	353	248	332	4,272
2008	440	2,144	383	217	433	3,616	2008	440	2,141	383	217	433	3,613
2009	317	1,874	259	376	326	3,153	2009	317	1,864	259	376	326	3,143
2010	307	1,777	241	400	311	3,036	2010	307	1,772	241	400	311	3,031
2011	572	1,303	270	341	391	2,877	2011	572	1,285	270	341	391	2,859
2012	495	1,250	231	400	498	2,873	2012	495	1,231	231	400	498	2,855
2013	456	926	146	323	321	2,172	2013	456	903	146	323	321	2,148
2014	734	1,098	273	287	393	2,785	2014	734	1,082	273	287	393	2,770
2015	222	1,242	158	295	184	2,101	2015	222	1,218	158	295	184	2,077
2016	344	1,179	119	158	381	2,181	2016	344	1,167	119	158	381	2,169
2017	376	1,517	166	286	458	2,803	2017	376	1,501	166	286	459	2,789
2018	180	1,235	121	222	387	2,145	2018	180	1,224	121	222	390	2,137
2019	145	1,340	141	264	240	2,129	2019	145	1,329	141	264	240	2,118
2020	457	1,015	265	211	229	2,177	2020	457	1,010	265	211	230	2,173
2021	640	985	102	284	240	2,251	2021	640	981	102	284	240	2,247
2022	230	863	135	265	254	1,748	2022	230	859	135	265	255	1,744

Table 4. Results of exploratory SS3 runs, estimating natural mortality (M) and/or steepness (h). Models are labelled as in **Figure 5**.

Model	M	h	M result	h result
4	0.148	Estimated	0.148	<i>0.43</i>
5 (top)	Estimated freely	0.4	<i>0.115</i>	0.4
6 (top)	Estimated freely	0.5	<i>0.107</i>	0.5
7 (top)	Estimated freely	0.7	<i>0.095</i>	0.7
8 (top)	Estimated freely	Estimated	<i>0.098</i>	<i>0.63</i>
5 (bottom)	Estimated (prior mean=0.148, SD=0.018)	0.5	<i>0.117</i>	0.5
6 (bottom)	Estimated (prior mean=0.148, SD=0.018)	0.4	<i>0.109</i>	0.4
7 (bottom)	Estimated (prior mean=0.148, SD=0.018)	0.7	<i>0.095</i>	0.7
8 (bottom)	Estimated (prior mean=0.148, SD=0.018)	Estimated	<i>0.101</i>	<i>0.60</i>

Table 5. Original index of abundance from Japan (1959-1993) and Chinese Taipei (1968-1989) longline historical series and the estimated “corrected CPUE” series using the YFT/BET ratio (CPUE corrected 2) or the estimated catchability q from Stock synthesis model (CPUE corrected 3).

Use in 2024	Use 1959-1993		JPN LL catch ratio YFT/(BET+YFT)						
Name	JPN_LL_hist								
Fleet	Japan								
Gear	LL					exponent			
Docs	SCRS/2000/081					0.5			
Catch definition	Retained								
Year	Index Number	CV	YearC	%YFT	proxy	proxy2	CPUE corrected 2	q SS3 scaled	CPUE corrected 3
1956			1956	0.98388645					
1957			1957	0.9667448					
1958			1958	0.98359409					
1959	2.221	0.125	1959	0.96755143	2.649	1.628	2.649	1.80E+00	1.232
1960	1.964	0.125	1960	0.94594796	2.590	1.609	2.590	1.77E+00	1.111
1961	3.820	0.125	1961	0.79415876	2.174	1.475	2.174	1.54E+00	2.478
1962	3.456	0.125	1962	0.73258835	2.006	1.416	2.006	1.46E+00	2.371
1963	2.777	0.125	1963	0.72683101	1.990	1.411	1.990	1.45E+00	1.917
1964	1.776	0.125	1964	0.68417415	1.873	1.369	1.873	1.40E+00	1.273
1965	1.216	0.125	1965	0.5784481	1.584	1.258	1.584	1.26E+00	0.963
1966	1.005	0.125	1966	0.61130398	1.674	1.294	1.674	1.30E+00	0.772
1967	0.974	0.125	1967	0.6822621	1.868	1.367	1.868	1.39E+00	0.700
1968	1.176	0.125	1968	0.67466735	1.847	1.359	1.847	1.38E+00	0.851
1969	1.299	0.125	1969	0.57082499	1.563	1.250	1.563	1.25E+00	1.036
1970	1.048	0.125	1970	0.47889023	1.311	1.145	1.311	1.15E+00	0.910
1971	0.652	0.125	1971	0.40576961	1.111	1.054	1.111	1.08E+00	0.606
1972	0.747	0.125	1972	0.38805041	1.062	1.031	1.062	1.05E+00	0.708
1973	0.579	0.125	1973	0.34433358	0.943	0.971	0.943	1.01E+00	0.571
1974	0.966	0.125	1974	0.35261257	0.965	0.983	0.965	1.02E+00	0.944
1975	0.699	0.125	1975	0.24767417	0.678	0.823	0.678	9.26E-01	0.755
1976	0.485	0.125	1976	0.50415731	1.380	1.175	1.380	1.18E+00	0.412
1977	0.558	0.125	1977	0.28558349	0.782	0.884	0.782	9.57E-01	0.583
1978	0.590	0.125	1978	0.25461004	0.697	0.835	0.697	9.30E-01	0.634
1979	0.601	0.125	1979	0.19525765	0.535	0.731	0.535	8.77E-01	0.685
1980	0.733	0.125	1980	0.13745053	0.376	0.613	0.376	7.27E-01	1.009
1981	0.651	0.125	1981	0.20925654	0.573	0.757	0.573	7.27E-01	0.896
1982	0.827	0.125	1982	0.19470877	0.533	0.730	0.533	7.27E-01	1.138
1983	0.741	0.125	1983	0.21957726	0.601	0.775	0.601	7.27E-01	1.020
1984	0.828	0.125	1984	0.17768814	0.486	0.697	0.486	7.27E-01	1.140
1985	0.873	0.125	1985	0.1981667	0.543	0.737	0.543	7.27E-01	1.202
1986	0.605	0.125	1986	0.19907697	0.545	0.738	0.545	7.27E-01	0.833
1987	0.663	0.125	1987	0.24545346	0.672	0.820	0.672	7.27E-01	0.913
1988	0.640	0.125	1988	0.2037152	0.558	0.747	0.558	7.27E-01	0.881
1989	0.674	0.125	1989	0.18641975	0.510	0.714	0.510	7.27E-01	0.928
1990	0.524	0.125	1990	0.17784467	0.487	0.698	0.487	7.27E-01	0.721
1991	0.358	0.125	1991	0.16880699	0.462	0.680	0.462	7.27E-01	0.493
1992	0.366	0.125	1992	0.11590365	0.317	0.563	0.317	7.27E-01	0.504
1993	0.479	0.125	1993	0.08115547	0.222	0.471	0.222	7.27E-01	0.659
1994	0.503	0.125	1994	0.11049762	0.303	0.550	0.303	7.27E-01	0.692
1995	0.472	0.125	1995	0.1284149	0.352	0.593	0.352	7.27E-01	0.650
1996	0.513	0.125	1996	0.13664402	0.374	0.612	0.374	7.27E-01	0.706
1997	0.459	0.125	1997	0.11785274	0.323	0.568	0.323	7.27E-01	0.632
1998	0.475	0.125	1998	0.1753381	0.480	0.693	0.480	7.27E-01	0.654

Table 5. Continued.

Use 1968-1989			CTP LL catch ratio							
CTP_LL_early Chinese Taipei LL SCRS/2024/030						exponent 0.5				
Retained										
Year	Num.	CV	YearC	% YFT	proxy	proxy2	CPUE corrected	CPUE corrected 2	q SS3 scaled	CPUE corrected 3
1956										
1957										
1958										
1959										
1960										
1961										
1962			1962	0.933						
1963			1963	0.895						
1964			1964	0.880						
1965			1965	1.000						
1966			1966	0.649						
1967			1967	0.545						
1968	0.304	0.095	1968	0.595	1.545	1.243	0.197	0.245	2.46	0.123
1969	0.334	0.083	1969	0.591	1.533	1.238	0.218	0.270	2.43	0.137
1970	0.231	0.080	1970	0.483	1.255	1.120	0.184	0.206	1.80	0.128
1971	0.185	0.087	1971	0.444	1.152	1.073	0.161	0.172	1.61	0.115
1972	0.149	0.102	1972	0.485	1.260	1.122	0.118	0.133	1.81	0.082
1973	0.159	0.122	1973	0.410	1.065	1.032	0.149	0.154	1.46	0.109
1974	0.115	0.100	1974	0.429	1.114	1.055	0.103	0.109	1.54	0.075
1975	0.065	0.111	1975	0.374	0.971	0.986	0.067	0.066	1.31	0.049
1976	0.120	0.127	1976	0.346	0.899	0.948	0.133	0.127	1.21	0.099
1977	0.032	0.130	1977	0.100	0.258	0.508	0.124	0.063	0.57	0.056
1978	0.029	0.134	1978	0.114	0.297	0.545	0.098	0.053	0.60	0.049
1979	0.044	0.142	1979	0.295	0.765	0.874	0.058	0.050	1.04	0.042
1980	0.057	0.100	1980	0.212	0.549	0.741	0.104	0.077	0.41	0.138
1981	0.049	0.096	1981	0.315	0.817	0.904	0.060	0.054	0.41	0.118
1982	0.042	0.094	1982	0.221	0.574	0.758	0.073	0.055	0.41	0.101
1983	0.029	0.111	1983	0.249	0.647	0.804	0.045	0.036	0.41	0.070
1984	0.033	0.102	1984	0.411	1.067	1.033	0.031	0.032	0.41	0.080
1985	0.025	0.101	1985	0.432	1.120	1.058	0.022	0.024	0.41	0.060
1986	0.034	0.102	1986	0.556	1.444	1.202	0.024	0.028	0.41	0.082
1987	0.059	0.114	1987	0.377	0.980	0.990	0.060	0.060	0.41	0.142
1988	0.088	0.162	1988	0.557	1.446	1.203	0.061	0.073	0.41	0.212
1989	0.083	0.154	1989	0.477	1.239	1.113	0.067	0.075	0.41	0.200

Table 6. Results for r prior distributions and median shape parameter with corresponding B_{MSY}/K values generated from the Age-Structured Equilibrium Model (ASEM) based on the steepness uncertainty grid levels.

<i>Steepness</i>	<i>0.4</i>	<i>0.5</i>	<i>0.6</i>	<i>0.7</i>
<i>MEAN R</i>	0.076	0.092	0.105	0.112
<i>SD OF LOG (R)</i>	0.217	0.222	0.231	0.228
B_{MSY}/K	0.42	0.38	0.36	0.33

Table 7. Life history parameters used to estimate r prior distributions and median shape parameter with corresponding B_{MSY}/K values of the Atlantic blue marlin assessment. The priors are generated using an Age-Structured Equilibrium Model (ASEM). Growth parameters are from the Krusic *et al.* (2024) von Bertalanffy model.

SEX	Female	Male
L_{INF} (CM)	279.99	
K	0.427	
T_0	-1.78	
L_{50} (CM)	206	
M	0.148	
T_{MAX} (Y)	42	
A (LENGTH-WEIGHT)	1.90e-06	2.47e-06
B (LENGTH-WEIGHT)	3.2842	3.2243

Table 8. Settings used in the 2024 JABBA settings for all scenarios.

<i>Settings</i>	<i>2024 assessment</i>
PERIOD	1956-2022
MODEL TYPE	Pella
CATCH CV	0.01
CATCH ERROR	Random
PSI.PRIOR	C(0.99,0.01)
PSI.DIST	Beta
INVERSE GAMMA	(0.001,0.001)
FIXED	0.05
OBSERVATION ERROR MODEL	
K (T)	Ln(72303,1)

Table 9. Summary of models Mohn’s rho statistic from the retrospective evaluation period of five years for each scenario based on the steepness (h) uncertainty grid.

<i>Steepness (h) scenario</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	B_{MSY}	F_{MSY}	<i>process error</i>	<i>MSY</i>
0.4	-0.040	0.04	-0.07	0.08	-0.01	0.001
0.5	-0.004	0.005	0.006	0.003	-0.005	-0.011
0.6	-0.01	0.01	-0.03	0.02	0.001	0.02
0.7	0.02	-0.01	0.01	-0.02	0.01	0.01

Table 10. Estimates of benchmark by Stock Synthesis with 4 steepness (h) scenarios in the grid, including the mean and the 95% confidence intervals.

<i>Estimates</i>	<i>Mean</i>	<i>2.50%</i>	<i>97.50%</i>	<i>Mean</i>	<i>2.50%</i>	<i>97.50%</i>
Steepness (h)=0.4				h=0.5		
Unfished SSB t	70,808	64,372	77,244	59,796	54,966	64,626
F_{MSY}	0.052	0.052	0.053	0.078	0.078	0.079
SSB_{MSY} t	27,416	24,896	29,937	20,674	18,963	22,384
MSY t	2,519	2,323	2,715	2,900	2,706	3,094
SSB_{MSY}/K	0.387	0.386	0.389	0.346	0.344	0.348
h=0.6				h=0.7		
Unfished SSB t	52,521	48,484	56,558	47,590	43,733	51,447
F_{MSY}	0.106	0.106	0.107	0.139	0.138	0.140
SSB_{MSY} t	16,170	14,874	17,465	12,885	11,779	13,990
MSY t	3,150	2,959	3,341	3,365	3,162	3,568
SSB_{MSY}/K	0.308	0.305	0.310	0.271	0.268	0.274

Table 11. Summary of posterior quantiles presented in the form of marginal posterior medians and associated 95% credibility intervals of parameters for the 2024 Atlantic blue marlin final JABBA grid (steepness $h = 0.4, 0.5, 0.6,$ and 0.7).

<i>Estimates</i>	<i>Median</i>	<i>2.50%</i>	<i>97.50%</i>	<i>Median</i>	<i>2.50%</i>	<i>97.50%</i>
h 04 (r prior based on steepness 0.4)				h_05 (r prior based on steepness 0.5)		
K	100,895	69,279	165,154	83,602	57,878	133,430
r	0.102	0.067	0.148	0.115	0.079	0.165
ψ (psi)	0.993	0.964	1.000	0.993	0.965	1.000
σ_{proc}	0.126	0.084	0.185	0.130	0.087	0.188
m	1.32	1.32	1.32	1.068	1.068	1.068
F_{MSY}	0.077	0.051	0.112	0.108	0.074	0.155
B_{MSY}	42,371	29,094.	69,357	31,772	21,996	50,709
MSY	3,297	2,346	4,659	3,422	2,653	4,648
B_{MSY}/K	0.420	0.420	0.420	0.380	0.380	0.380
h 06 (r prior based on steepness 0.6)				h 07 (r prior based on steepness 0.7)		
K	70,845	50,030	106,834	66,562	47,020	98,674
r	0.127	0.088	0.181	0.125	0.088	0.176
ψ (psi)	0.993	0.963	1.000	0.993	0.964	1.000
σ_{proc}	0.131	0.088	0.187	0.135	0.090	0.191
m	0.958	0.958	0.958	0.811	0.811	0.811
F_{MSY}	0.133	0.091	0.189	0.155	0.108	0.217
B_{MSY}	25,505	18,012	38,462	21,971	15,521	32,571
MSY	3,408	2,744	4,243	3,407	2,813	4,159
B_{MSY}/K	0.360	0.360	0.360	0.330	0.330	0.330

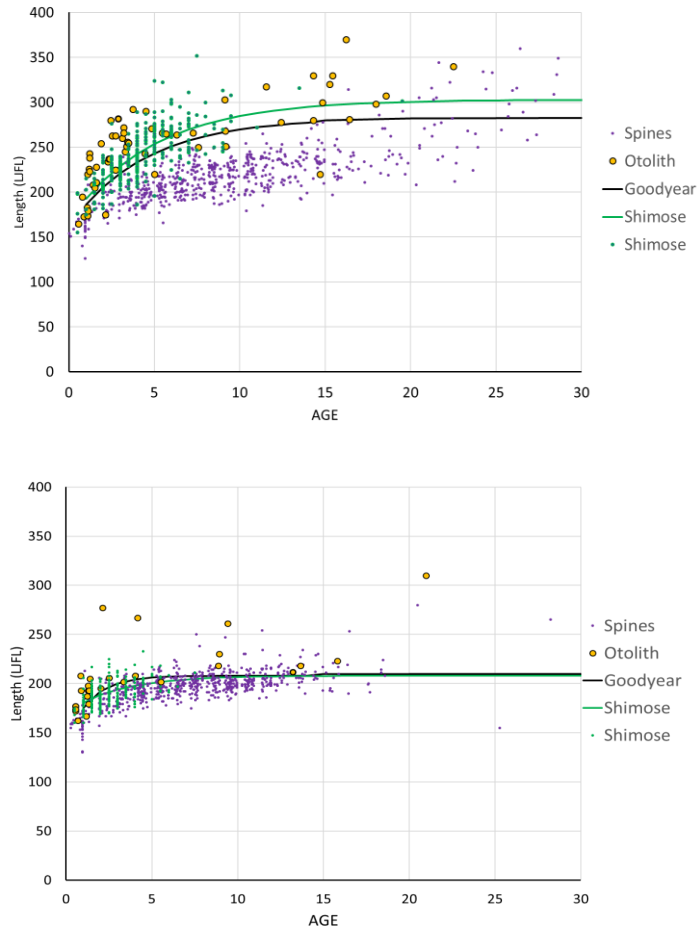


Figure 1. Plots of size at age observations for blue marlin for females (top) and males (bottom) from Atlantic spine samples (purple small dots), Atlantic otolith samples (yellow dots), and Pacific otolith samples (green dots). The solid lines represent the estimated von Bertalanffy growth models. The size at age samples or estimated growth model from the Pacific (Shimose *et al.* 2015) were not used in the 2024 blue marlin stock assessment.

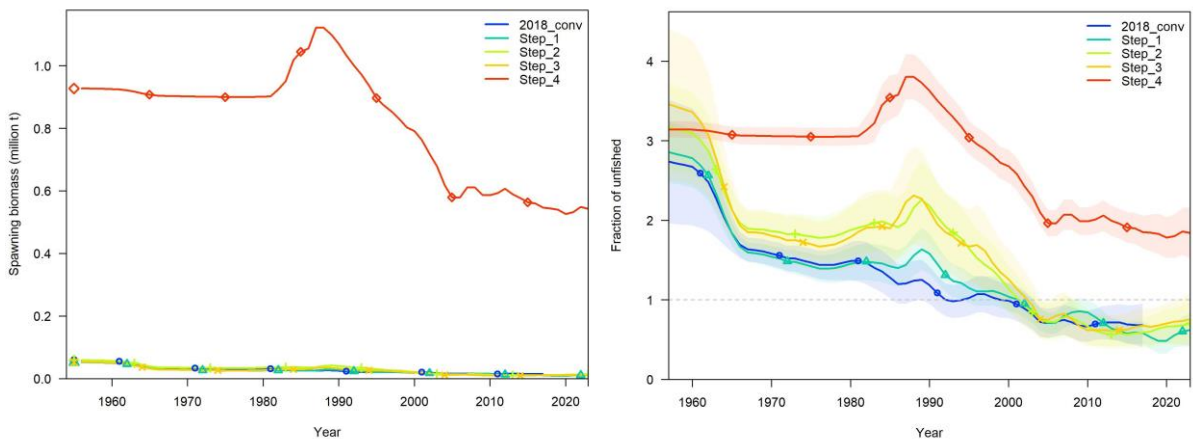


Figure 2. Annual blue marlin spawning biomass t (top) and SSB/SSB_{MSY} (bottom) from the Stock Synthesis models in which growth parameters were estimated from a) the mean size at age Goodyear 2002 (2015) and Atlantic otolith samples (lines 2018_conv, Step_1, Step_2, Step_3) versus b) the growth parameters estimated using only the Atlantic spine samples (Holligan *et al.*, 2019) (Step_4 red line).

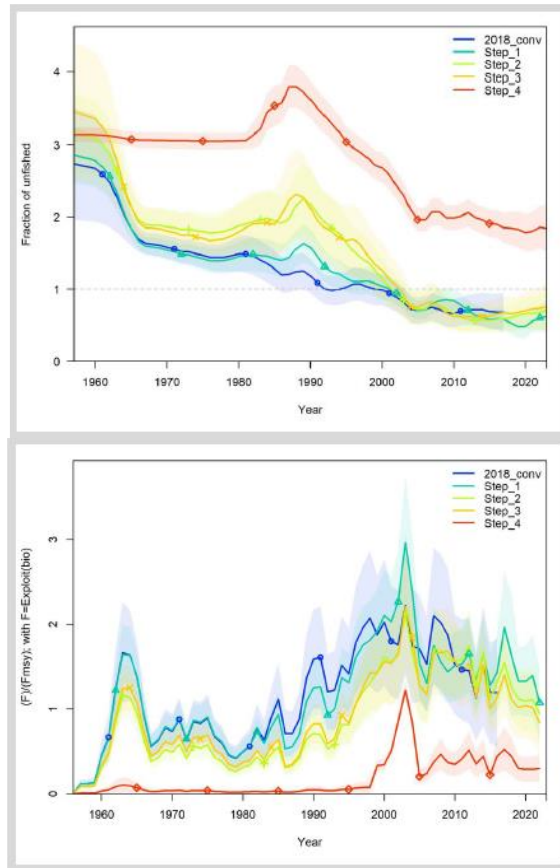


Figure 3. 2018 stock assessment with SS3 and four initial exploratory runs with catch until 2022: Step 1 updating only CPUE data, Step 2 updating both CPUE and length composition data, Step 3 as Step 2 and estimating growth from otolith data, Step 4 as Step 2 and estimating growth from spine data.

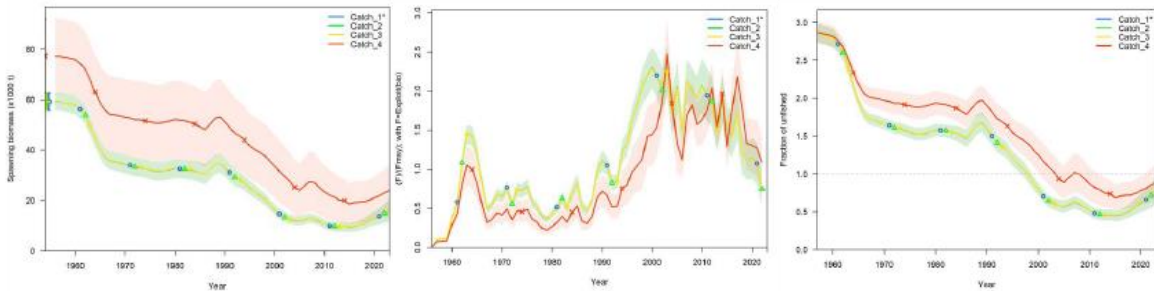


Figure 4. Results of initial SS3 runs with the 4 catch scenarios agreed at the Blue marlin Data Preparatory meeting.

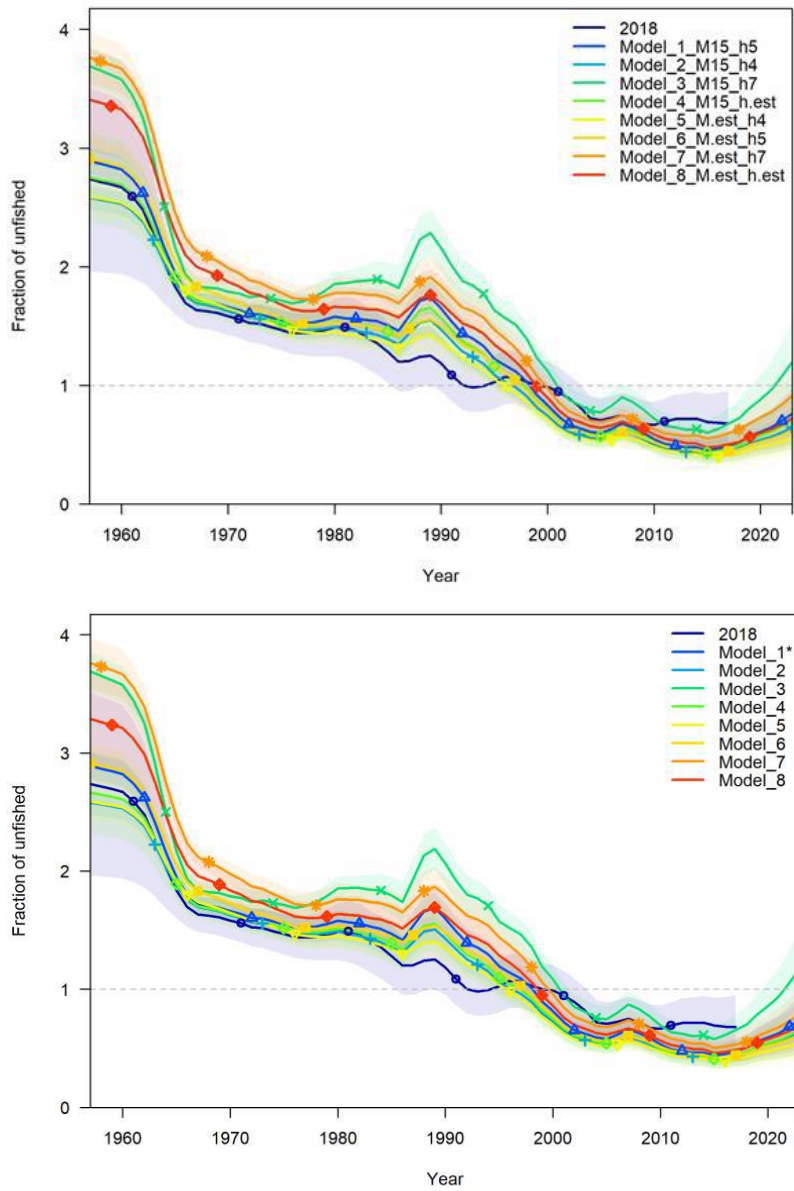


Figure 5. Results of exploratory SS3 runs. In both panels, Models 1-4 have fixed $M=0.148$ and h fixed at 0.5 (Model 1), 0.4 (Model 2), 0.7 (Model 3), and h estimated (Model 4). In top panel, Models 5-8 estimate M freely, whereas h is fixed at 0.4 (Model 5), 0.5 (Model 6), or 0.7 (Model 7), h estimated (Model 8). Models 5-8 in the bottom panel are configured as in the top panel, with the only difference that M is estimated applying a prior mean of 0.148 and a standard deviation of 0.018.



Figure 6. Trajectories derived from a sensitivity analysis comparing the 2018 and 2024 JABBA base models (see text for further details).

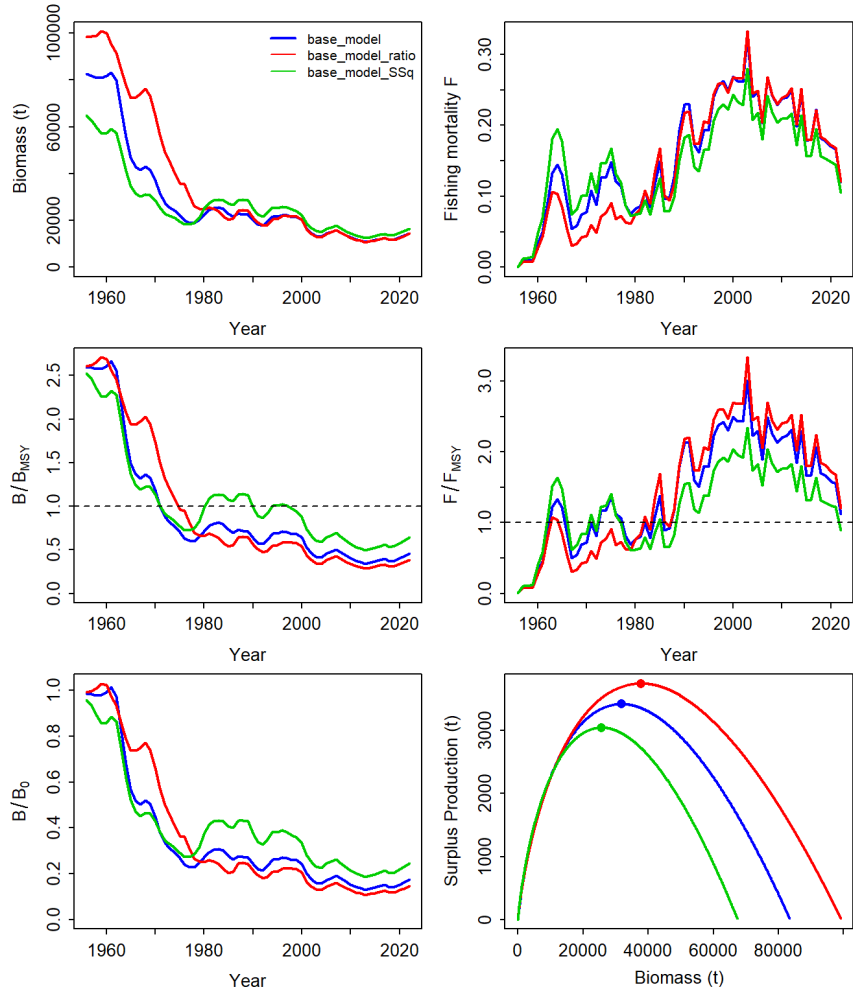
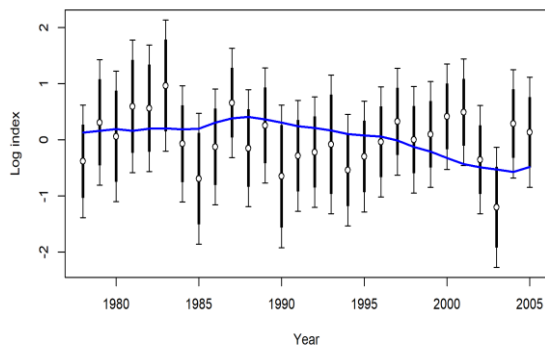
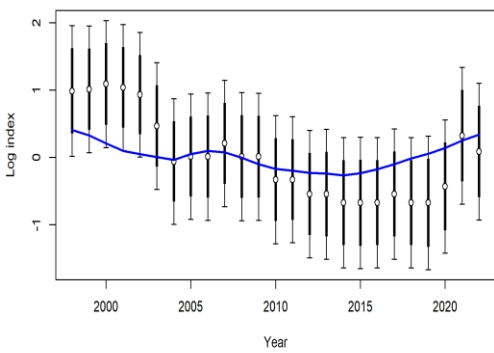
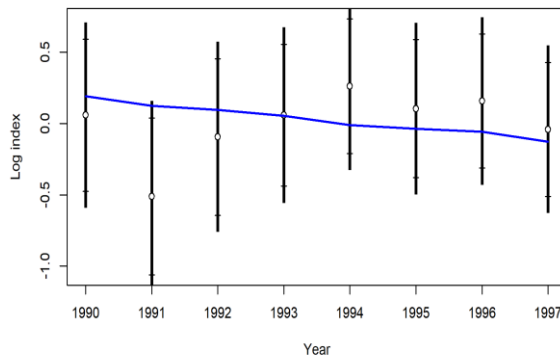
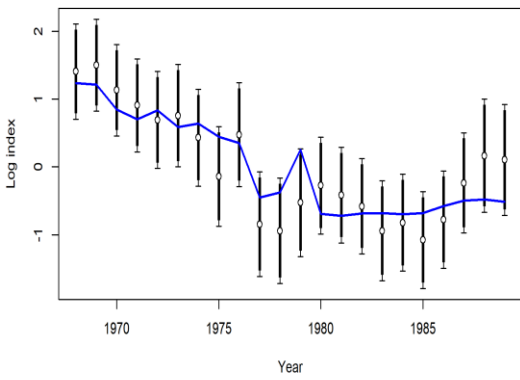
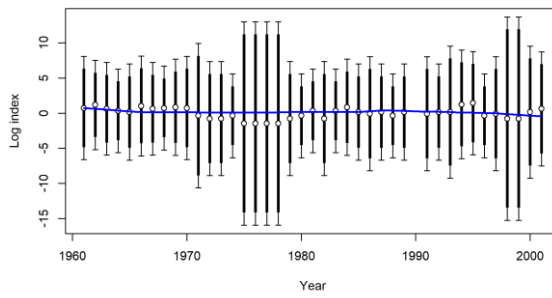
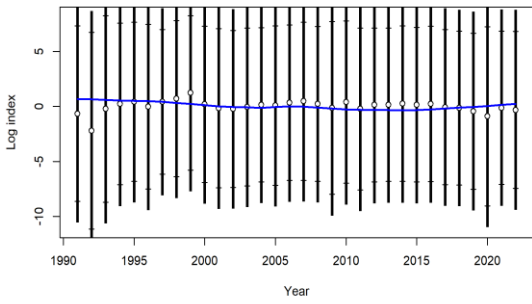
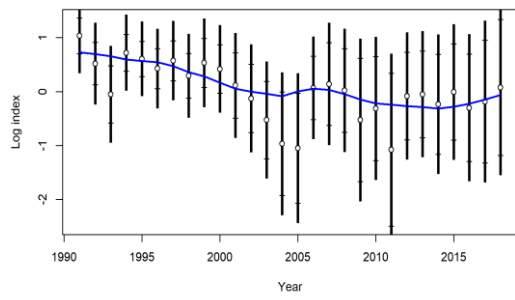
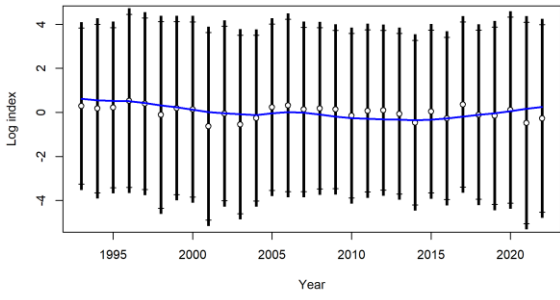


Figure 7. Sensitivity analysis of “corrections” in the catchability of JPN_LL_early and CTP_early CPUEs. “base_model” represents the trajectories of the SCRS/2024/106 preliminary reference model.



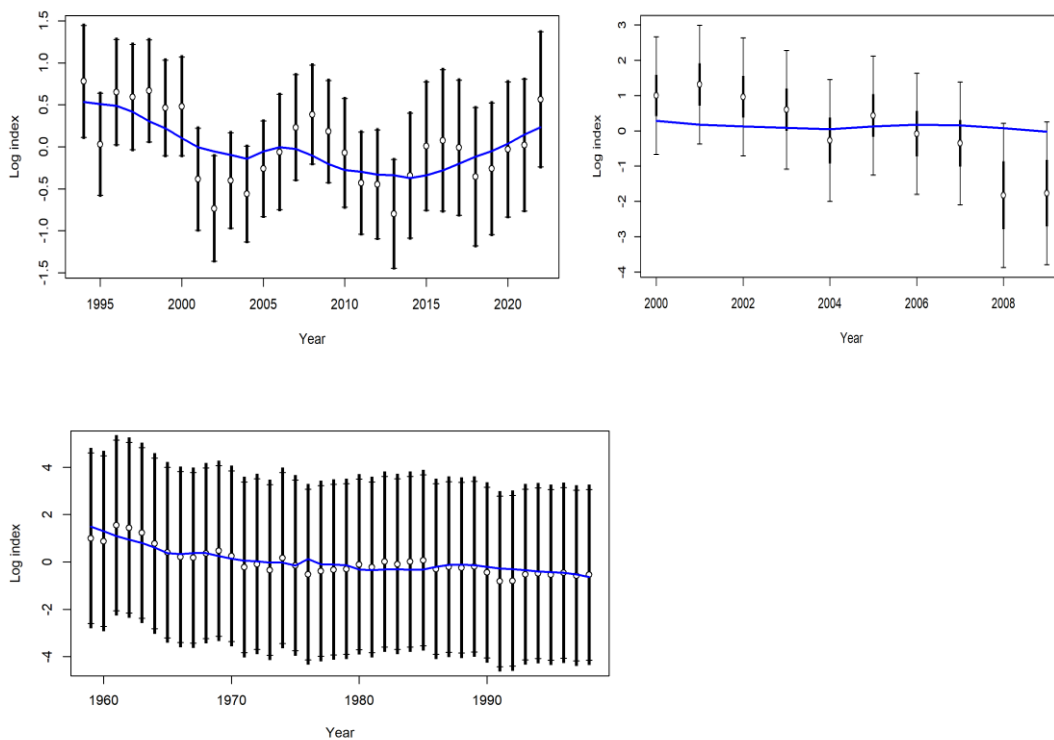


Figure 8. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Fits to log CPUE indices. USA LL, Ven LL, Ven Art, Ven RR, CTP early, CTP mid, CTP late, Brazil LL, JPN late, Ghana Gillnet, JPN early.

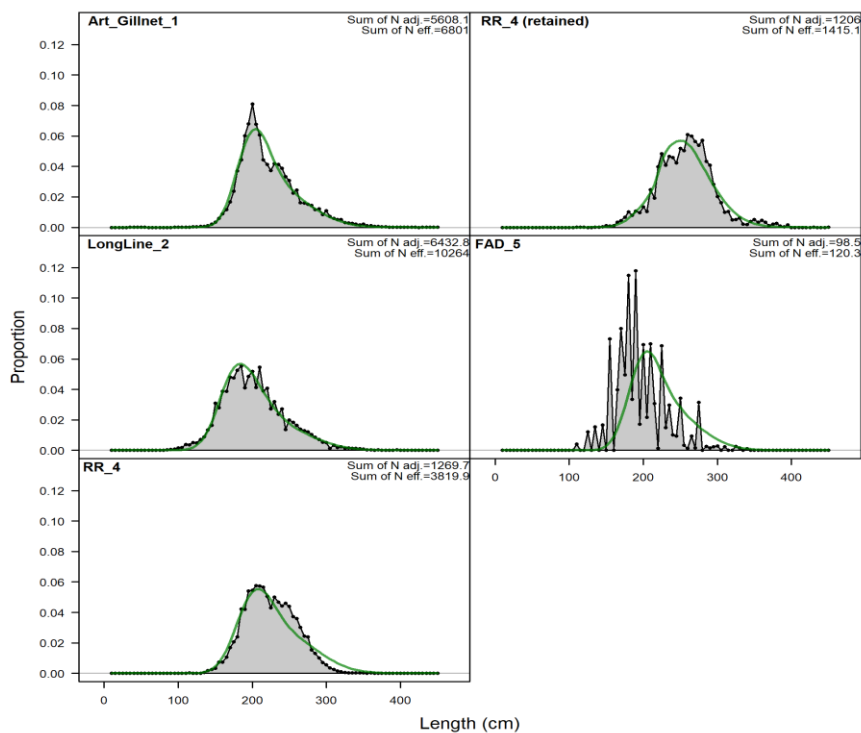


Figure 9. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Fits to the length compositions of the fleets, aggregated over the years. Note: length composition data of Fleet 5 (“FAD”) was not used to fit the model.

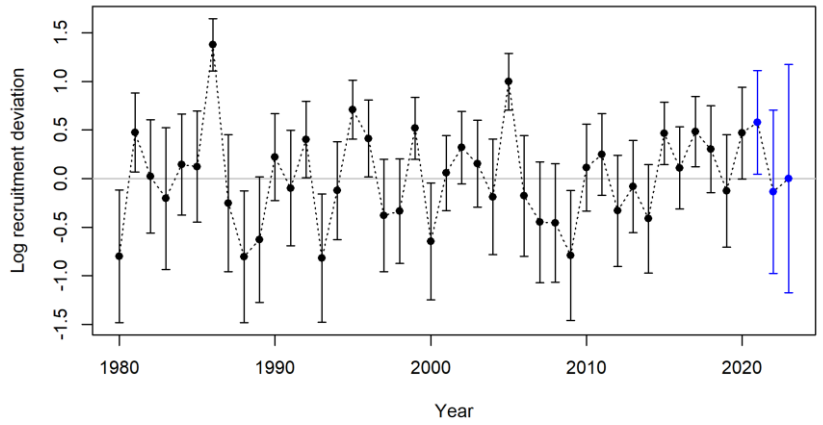


Figure 10. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Estimated log recruitment deviations.

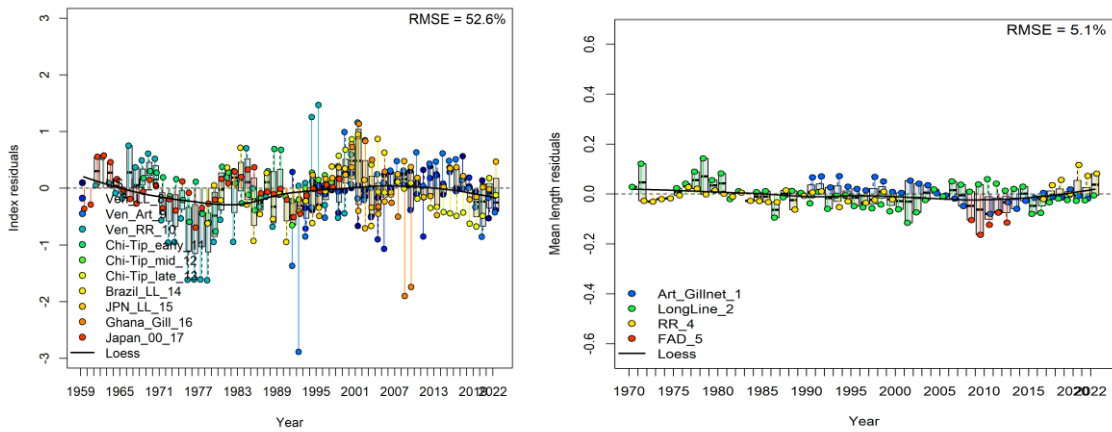
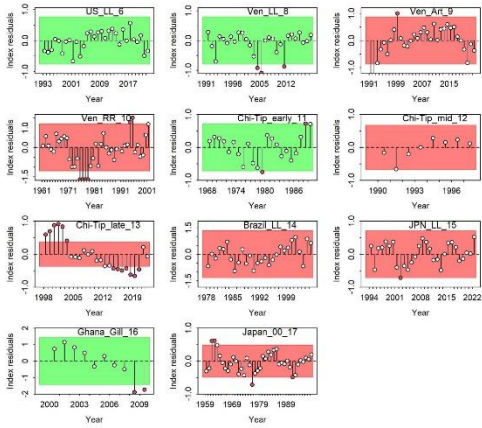
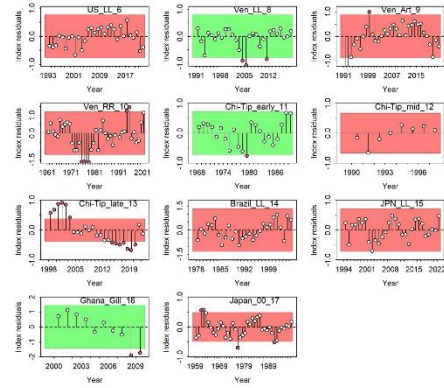


Figure 11. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Joint residual plot for indices and mean length of the different fleets. Note: length composition data of Fleet 5 (“mFAD”) was not used to fit the model.

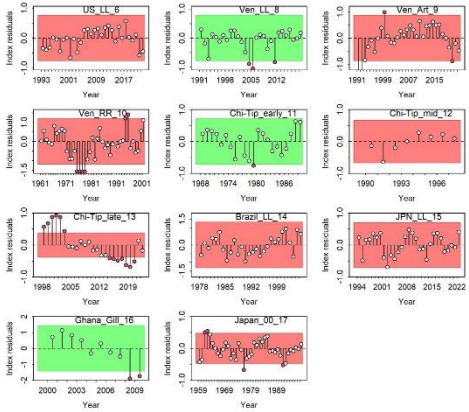
(a) $h=0.4$



(b) $h=0.5$



(c) $h=0.6$



(d) $h=0.5$

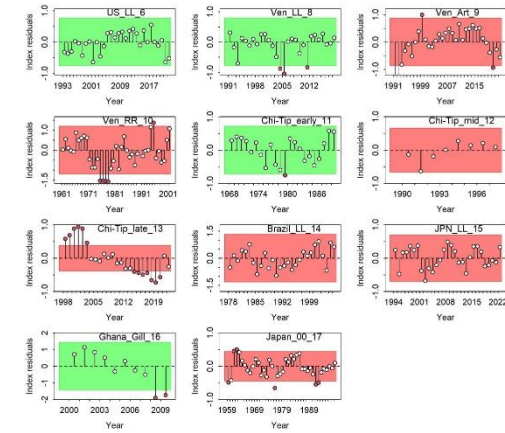
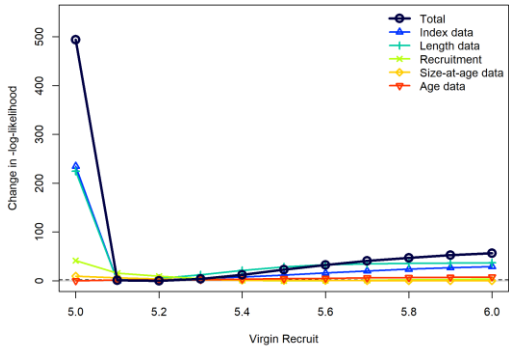
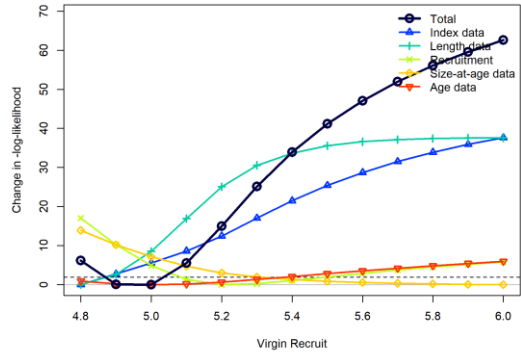


Figure 12. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4, 0.5, 0.6, 0.7$. Runs test on CPUEs.

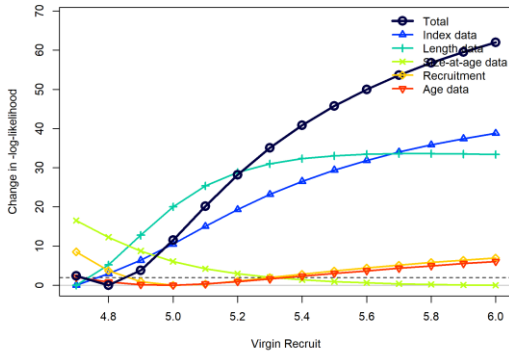
(a) $h=0.4$



(b) $h=0.5$



(c) $h=0.6$



(d) $h=0.5$

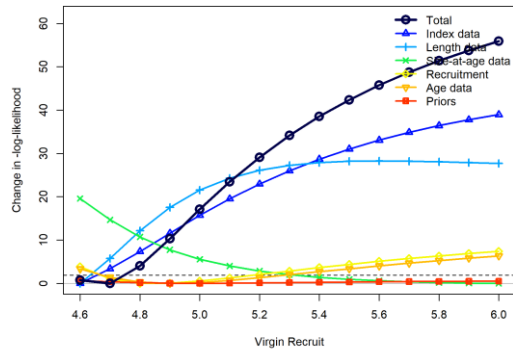
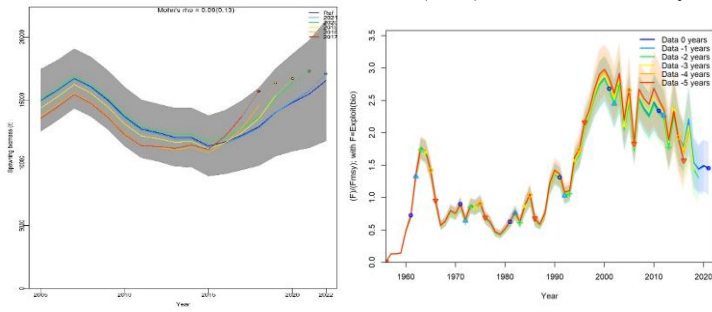
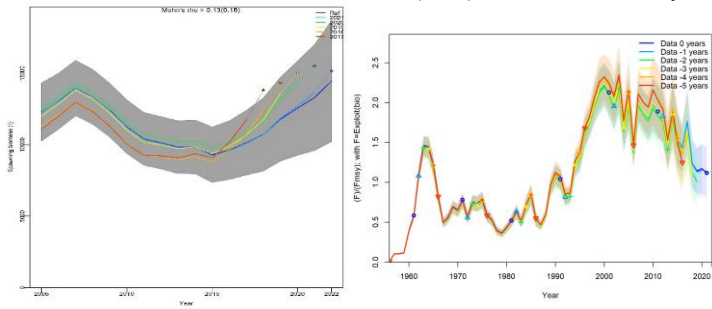


Figure 13. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4,0.5,0.6,0.7$. Likelihood profile on R_0 .

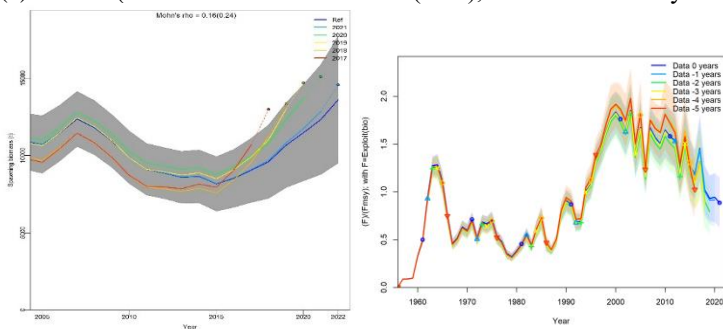
(a) $h=0.4$ (Mohn's rho on SSB = 0.09 (0.13), final assessment year and hindcast rho)



(b) $h=0.5$ (Mohn's rho on SSB = 0.13(0.18), final assessment year and hindcast rho)



(c) $h=0.6$ (Mohn's rho on SSB = 0.16(0.24), final assessment year and hindcast rho)



(d) $h=0.7$ (Mohn's rho on SSB = 0.19(0.28), final assessment year and hindcast rho)

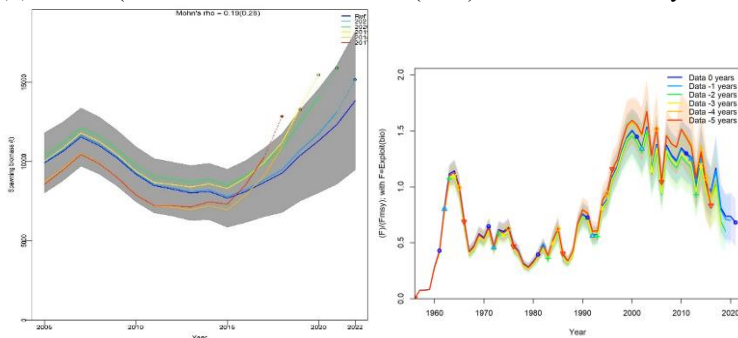
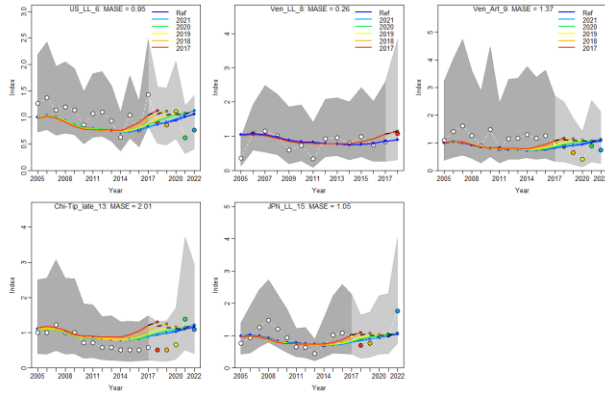
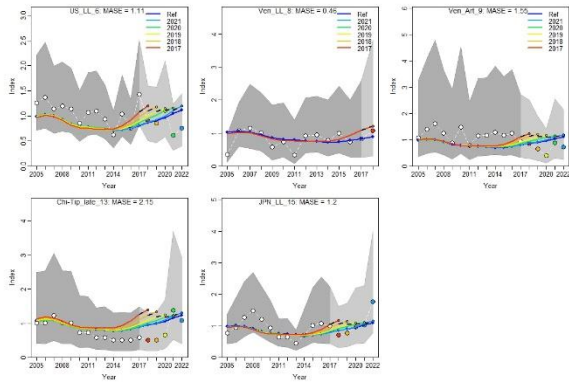


Figure 14. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4,0.5,0.6,0.7$. Results from retrospective analysis, removing up to 5 years of data from the end of the time series.

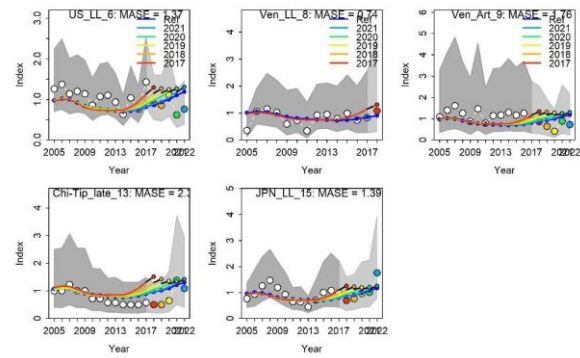
(a) $h=0.4$ (MASE for US LL=0.95, Ven LL=0.26, Ven Art=1.37, CTP late=2.01, JPN late=1.05)



(b) $h=0.5$ (MASE for US LL=1.11, Ven LL=0.46, Ven Art=1.55, CTP late=2.15, JPN late=1.2)



(c) $h=0.6$ (MASE for US LL=1.37, Ven LL=0.74, Ven Art=1.76, CTP late=2.30, JPN late=1.39)



(d) $h=0.7$ (MASE for US LL=1.66, Ven LL=1.06, Ven Art=2.02, CTP late=2.60, JPN late=1.61)

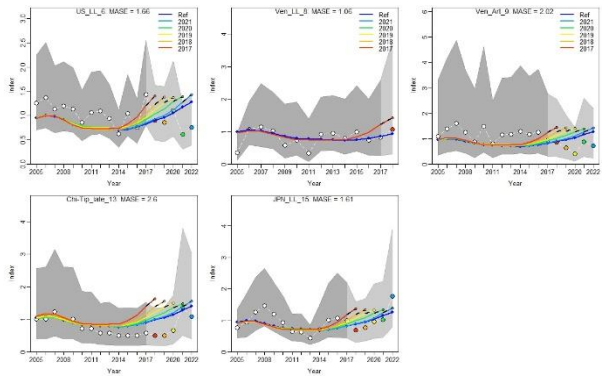
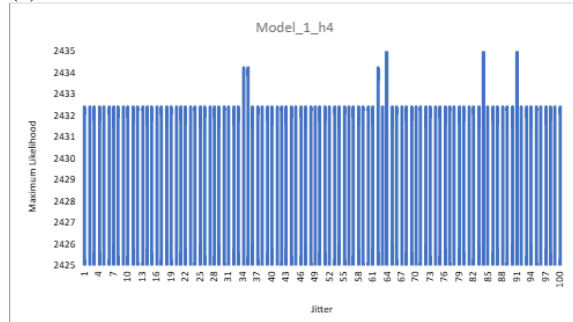
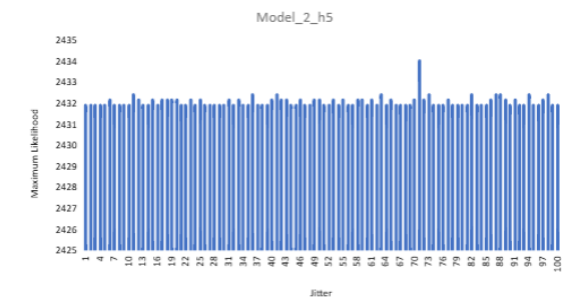


Figure 15. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4,0.5,0.6,0.7$. Hindcast cross-validation results for CPUE observations, removing up to 5 years of data from the end of the time series.

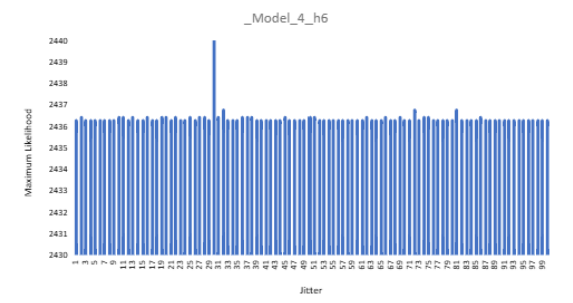
(a) $h=0.4$



(b) $h=0.5$



(c) $h=0.6$



(d) $h=0.7$

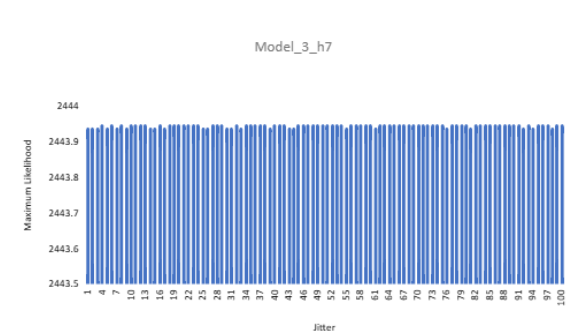
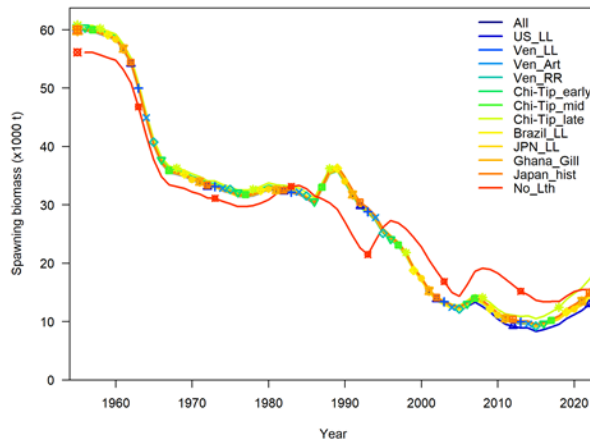
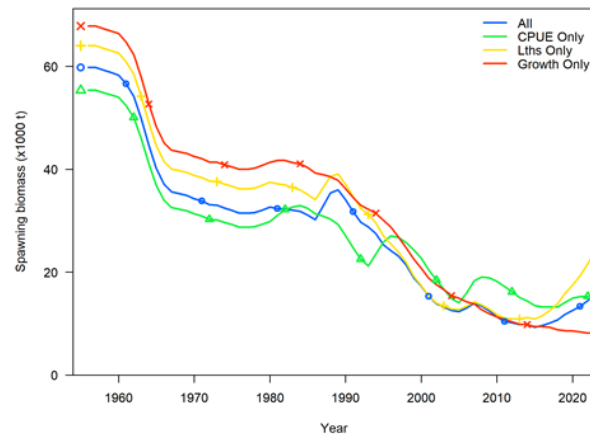


Figure 16. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.4,0.5,0.6,0.7$. Jitter with 100 iterations.

(a) Results of runs excluding 1 CPUE series at a time, and a run excluding all the length composition data (but including all CPUE series).



(b) Results of runs including only 1 type of data (CPUE only, length composition data only, growth data only).



(c) Excluding the length composition data from one fleet at a time.

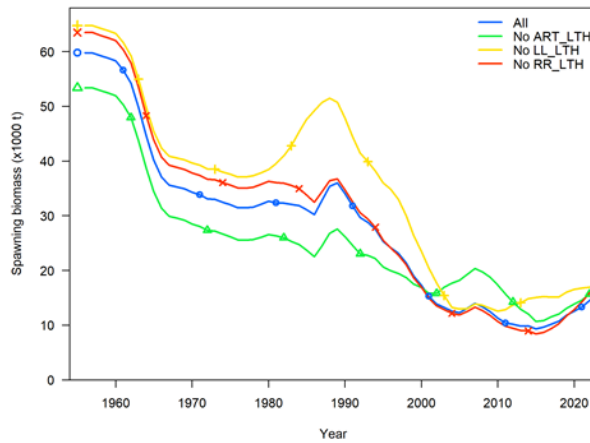


Figure 17. Diagnostics for SS3 run with fixed $M=0.148$ and $h=0.5$. Jackknife sensitivity of results to the exclusion of certain datasets. In all panels (a)-(c), the label “All” refers to the run including all data, i.e. all CPUE series and the length composition data of all fleets and the data used to estimate growth within SS3.

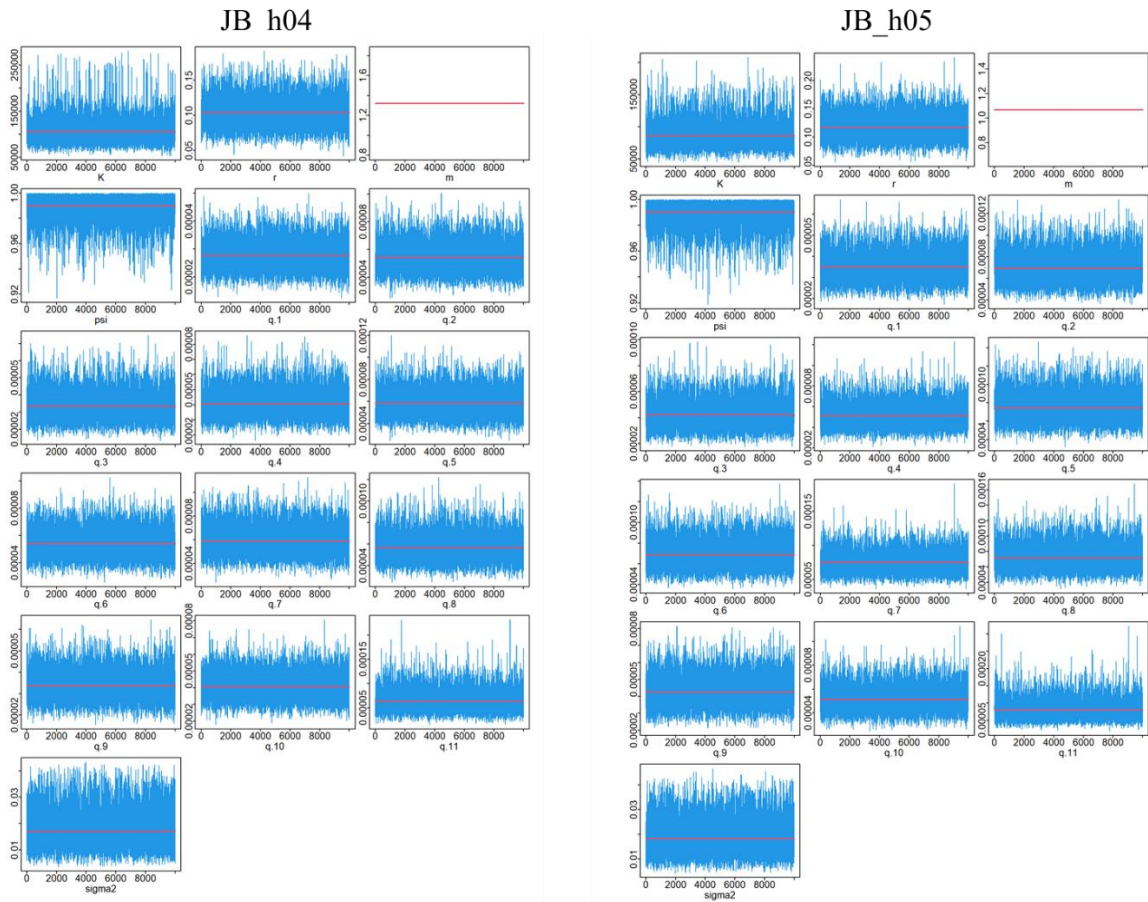


Figure 18. MCMC trace plots for the Atlantic blue marlin JABBA models scenarios with steepness in 0.4 and 0.5.

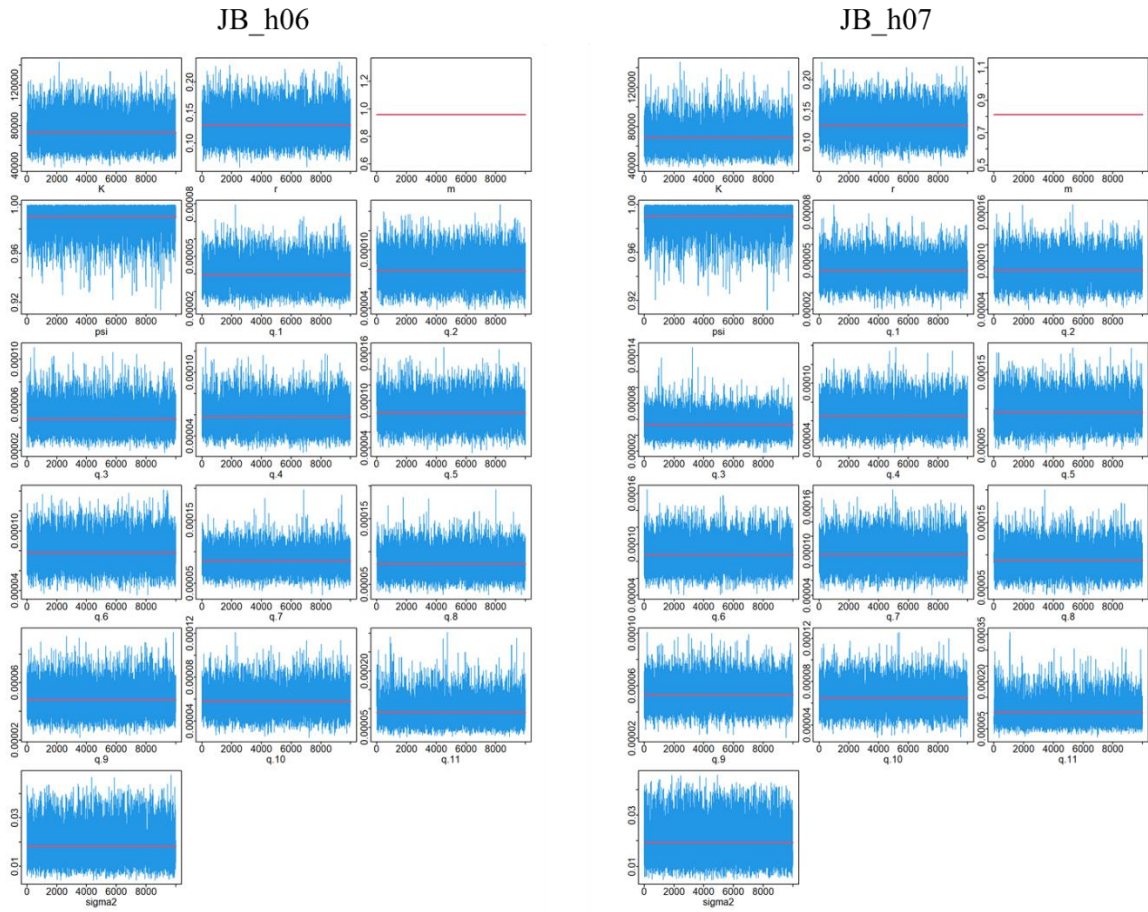
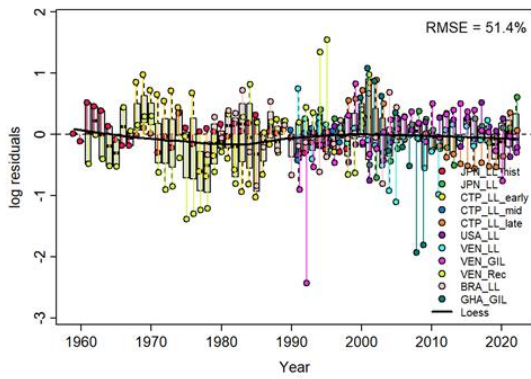
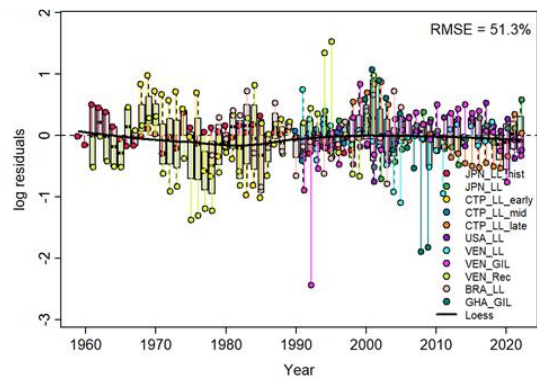


Figure 19. MCMC trace plots for the Atlantic blue marlin JABBA models scenarios with steepness in 0.6 and 0.7.

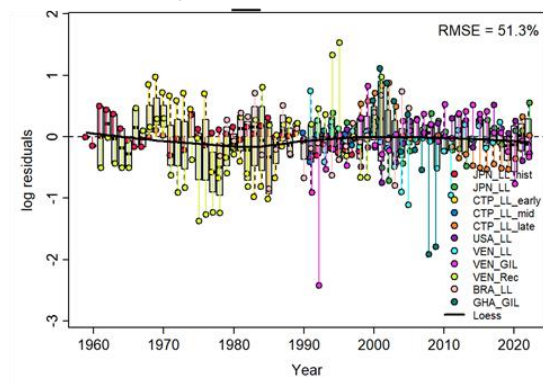
JB_h04



JB_h05



JB_h06



JB_h07

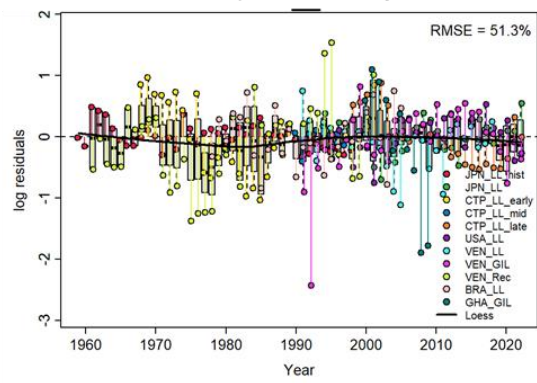
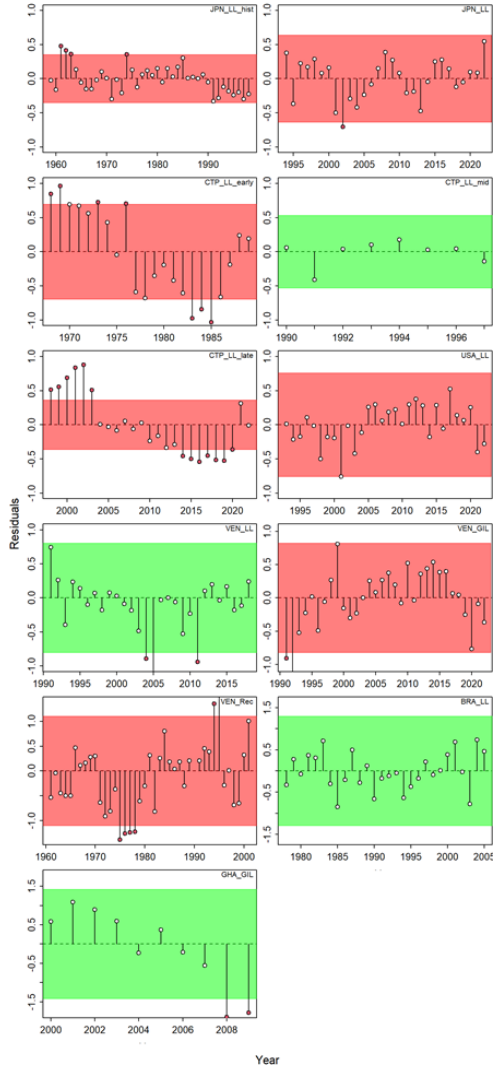


Figure 20. JABBA residual diagnostic plots for the CPUE indices used in the Atlantic blue marlin for each scenario based on the steepness uncertainty grid. Boxplots indicate the median and quantiles of all residuals available for any given year, and solid black lines indicate loess smoother through all residuals.

JB_h04



JB_h05

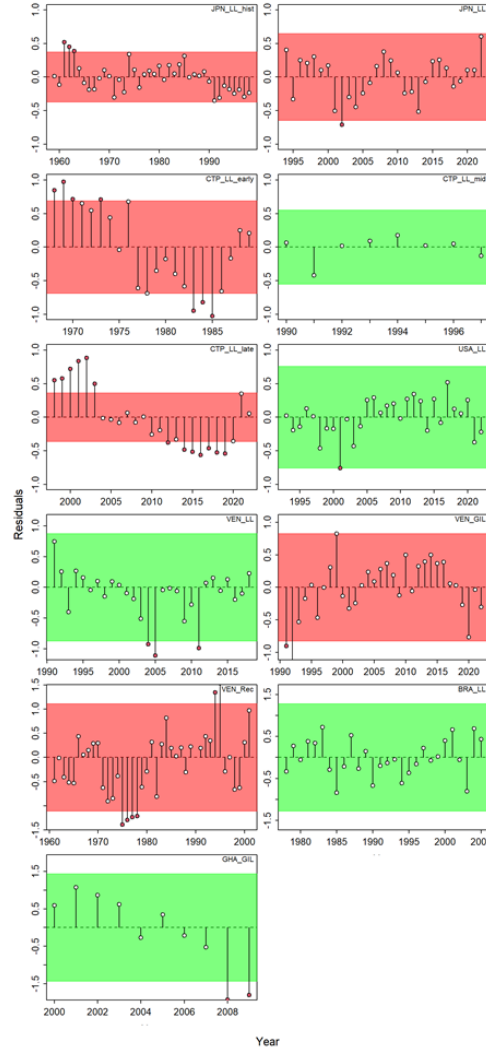
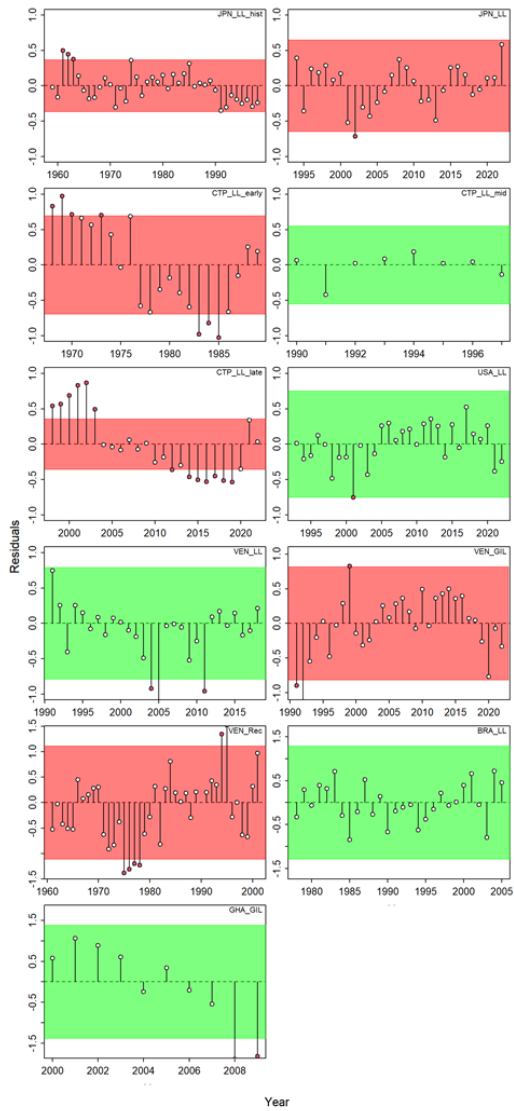


Figure 21. Runs tests to evaluate the randomness of the time series of CPUE residuals by fleet for scenarios with steepness in 0.4 and 0.5. Green panels indicate no evidence of lack of randomness of time-series residuals ($p > 0.05$), while red panels indicate possible autocorrelation. The inner shaded area shows three standard errors from the overall mean, and red circles identify a specific year with residuals greater than this threshold value (3x sigma rule).

JB_h06



JB_h07

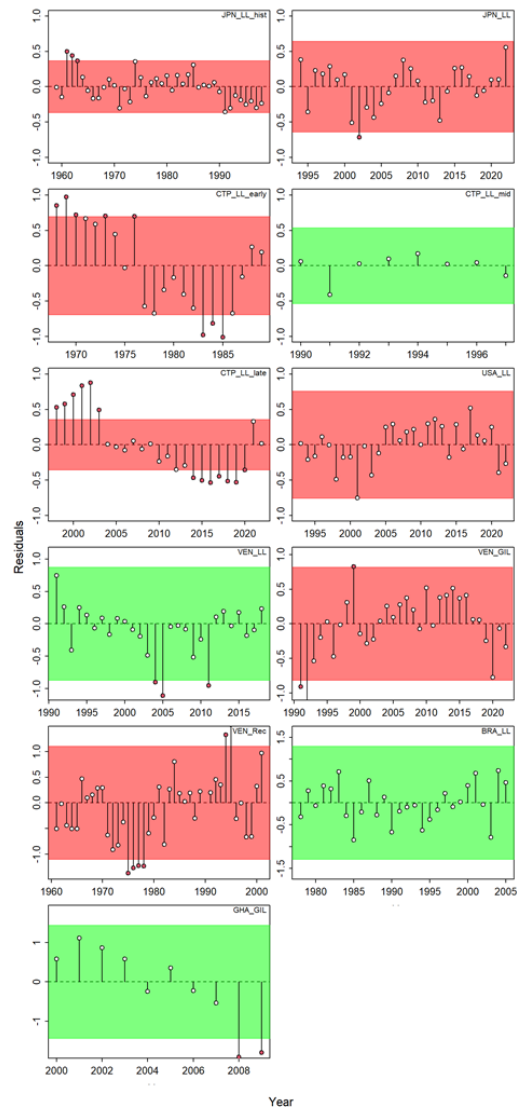


Figure 22. Runs tests to evaluate the randomness of the time series of CPUE residuals by fleet for scenarios with steepness in 0.6 and 0.7. Green panels indicate no evidence of lack of randomness of time-series residuals ($p > 0.05$), while red panels indicate possible autocorrelation. The inner shaded area shows three standard errors from the overall mean, and red circles identify a specific year with residuals greater than this threshold value (3x sigma rule).

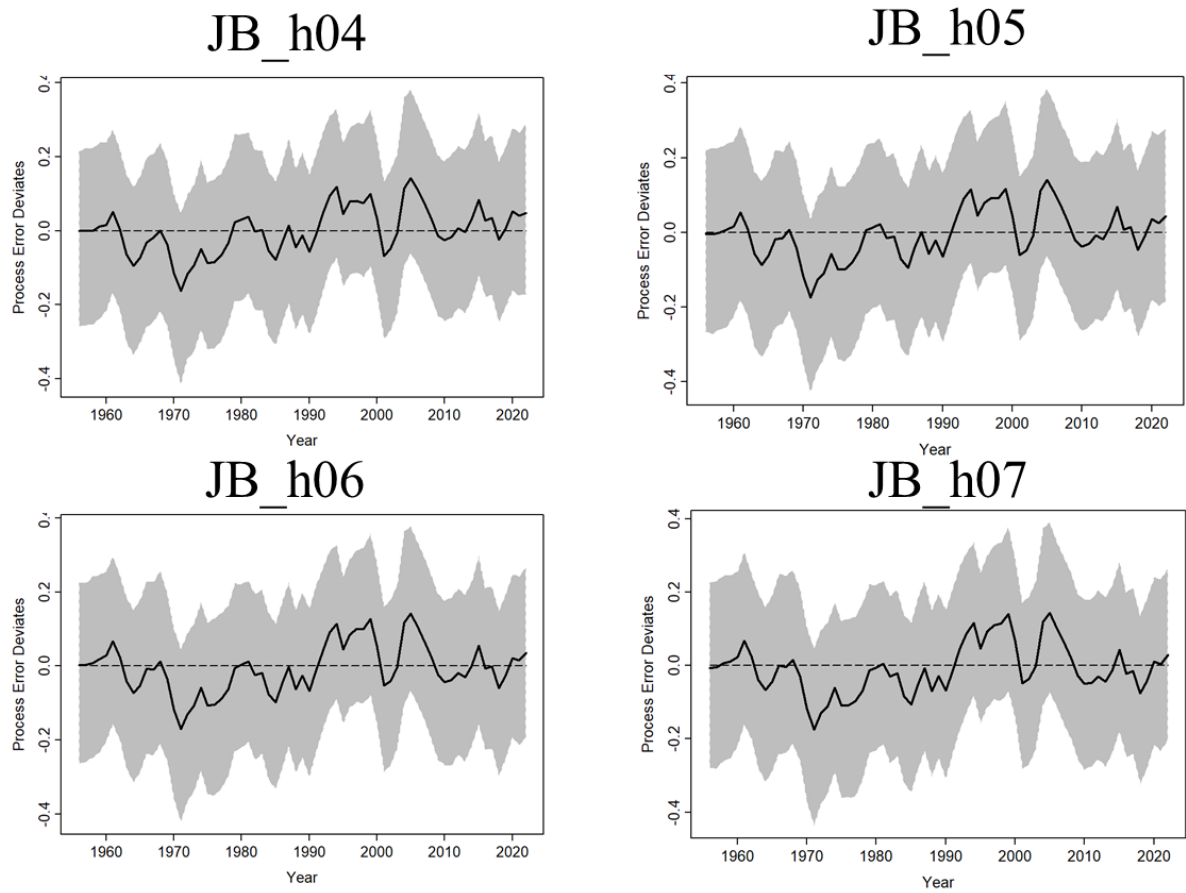


Figure 23. Process error deviates (median: solid line) for the Atlantic blue marlin for each scenario based on the steepness uncertainty grid using the Bayesian state-space surplus production model JABBA. The shaded grey area indicates 95% credibility intervals.

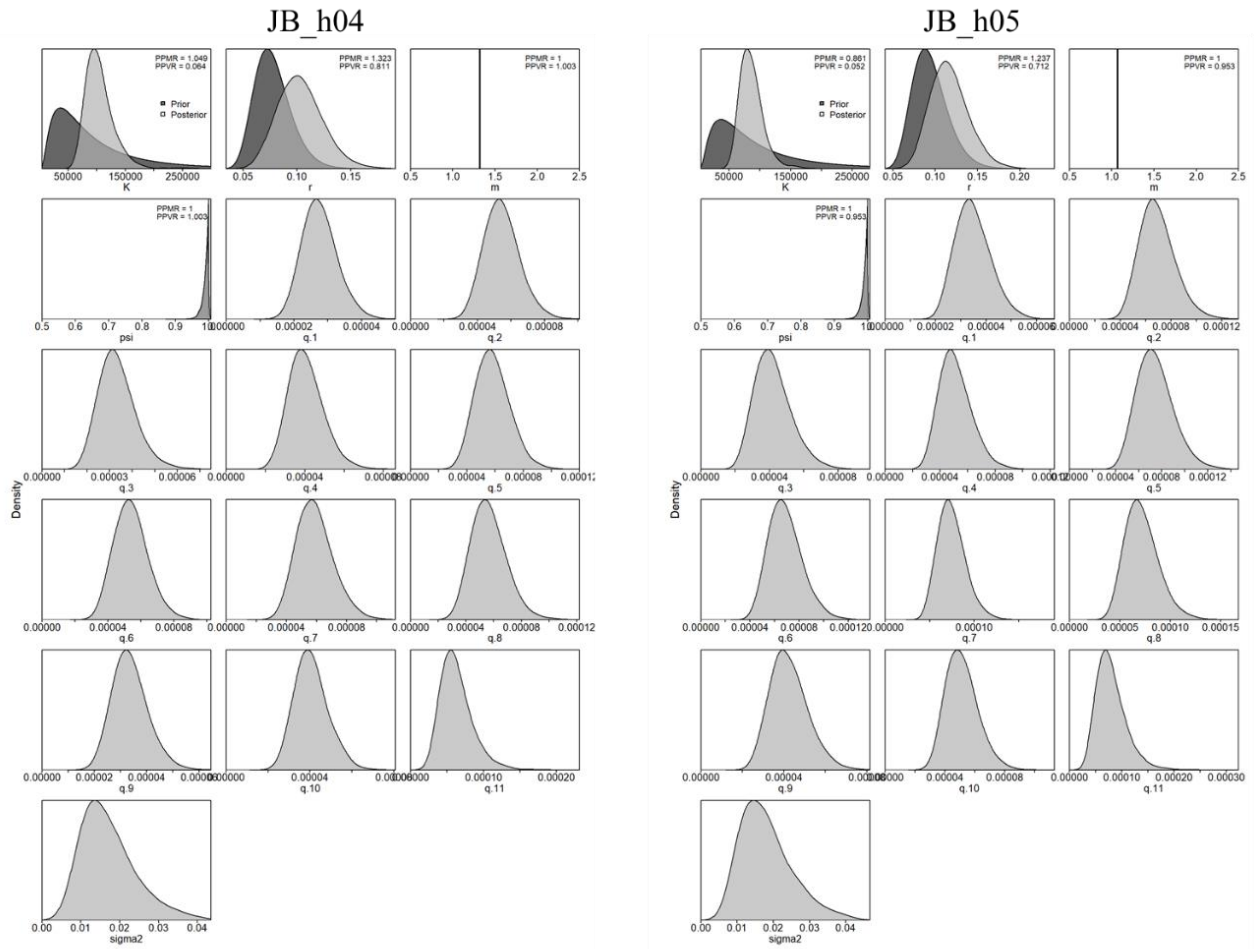


Figure 24. Posterior to prior distributions of various model and management parameters for the Bayesian state-space surplus production model (JABBA) for the Atlantic blue marlin scenarios with steepness in 0.4 and 0.5. PPMR: Posterior to Prior Ratio of Median; PPVRM: Posterior to Prior Ratio of Variances.

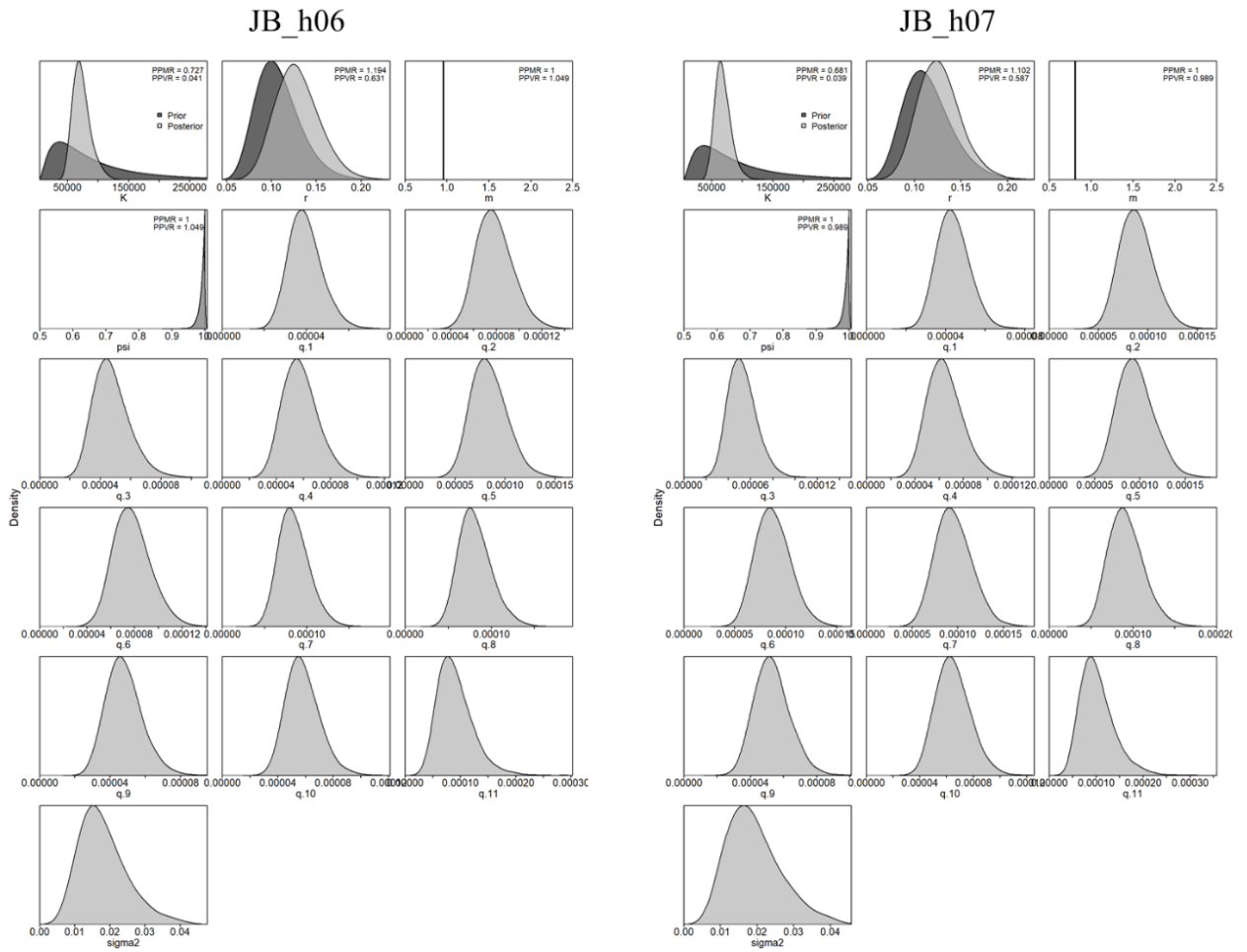


Figure 25. Posterior to prior distributions of various model and management parameters for the Bayesian state-space surplus production model (JABBA) for the Atlantic blue marlin scenarios with steepness in 0.6 and 0.7. PPMR: Posterior to Prior Ratio of Medians; PPVR: Posterior to Prior Ratio of Variances.

JB_h04

JB_h05

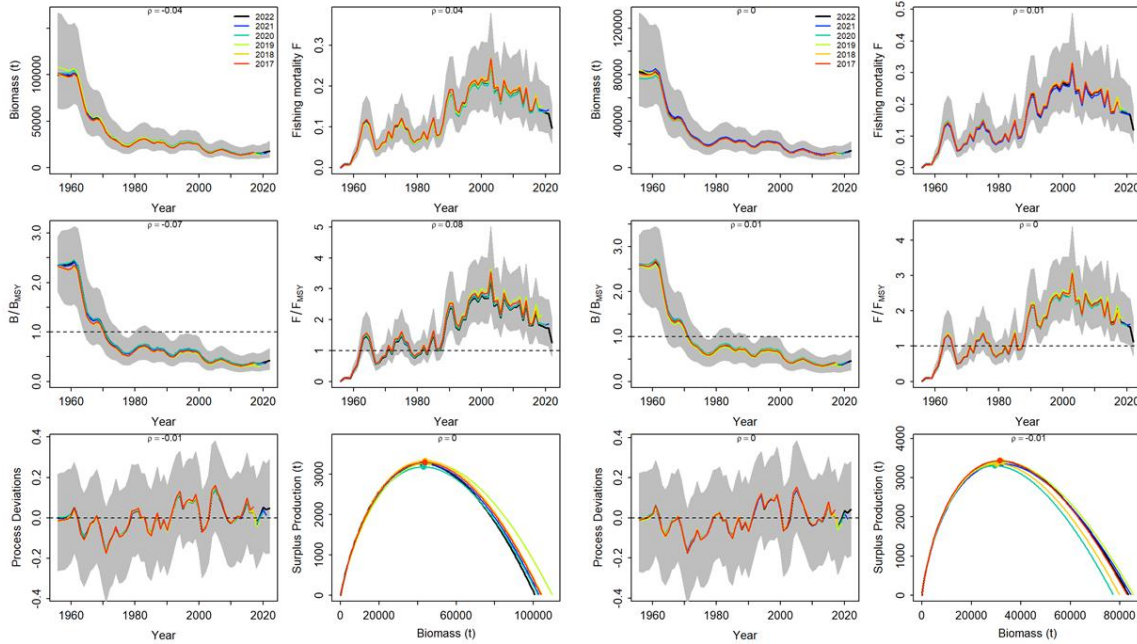


Figure 26. Retrospective analysis performed on the JABBA scenarios with steepness 0.4 and 0.5 for the Atlantic blue marlin by removing one year at a time sequentially ($n=5$) and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}), fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels), and process error deviations and surplus production curve (bottom panels).

JB_h06

JB_h07

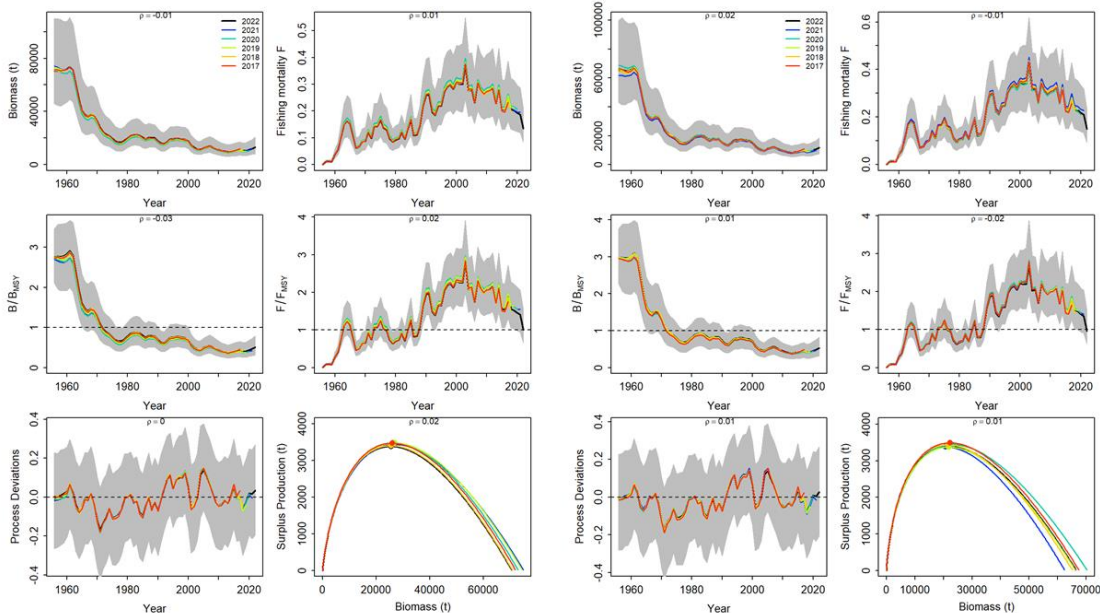
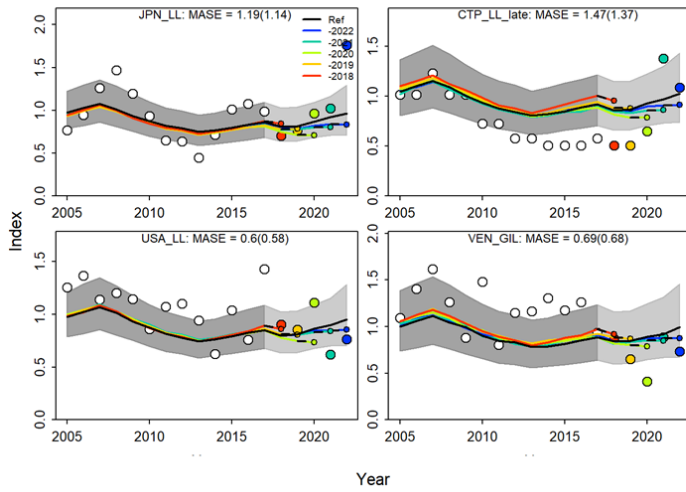


Figure 27. Retrospective analysis performed on the JABBA scenarios with steepness 0.6 and 0.7 for the Atlantic blue marlin by removing one year at a time sequentially ($n=5$) and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}), fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels), and process error deviations and surplus production curve (bottom panels).

JB_h04



JB_h05

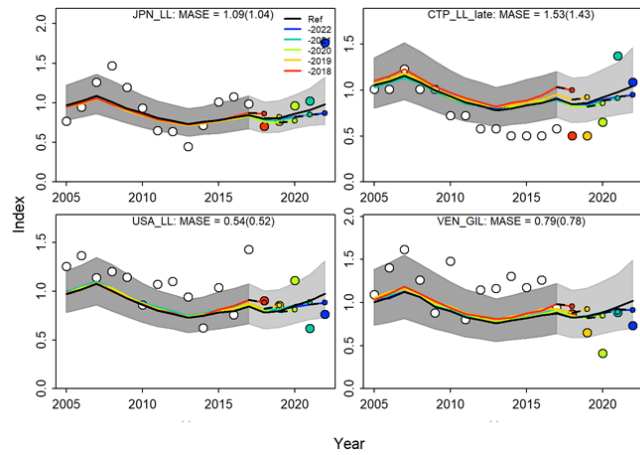
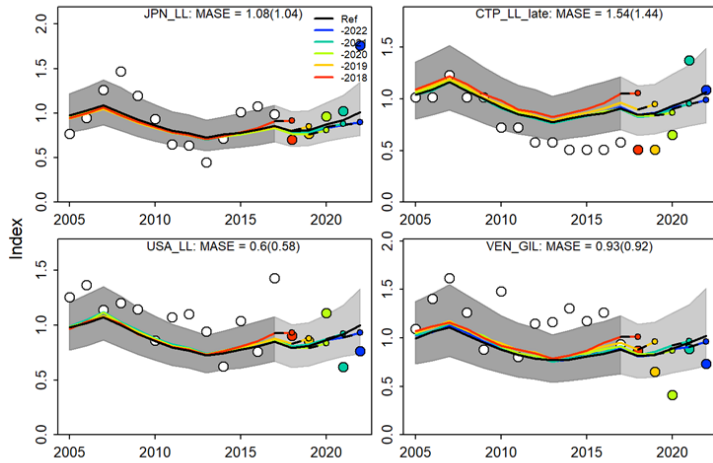


Figure 28. Hindcasting cross-validation results for the JABBA models scenarios with steepness 0.4 and 0.5 for the Atlantic blue marlin, showing one-year-ahead forecasts of CPUE values (2018-2022), performed with five hindcast model runs relative to the expected CPUE. The CPUE observations, used for cross-validation, are highlighted as color-coded solid circles with associated light-grey shaded 95% confidence interval. The model reference year refers to the endpoints of each one-year-ahead forecast and the corresponding observation (i.e., year of peel + 1).

JB_h06



JB_h07

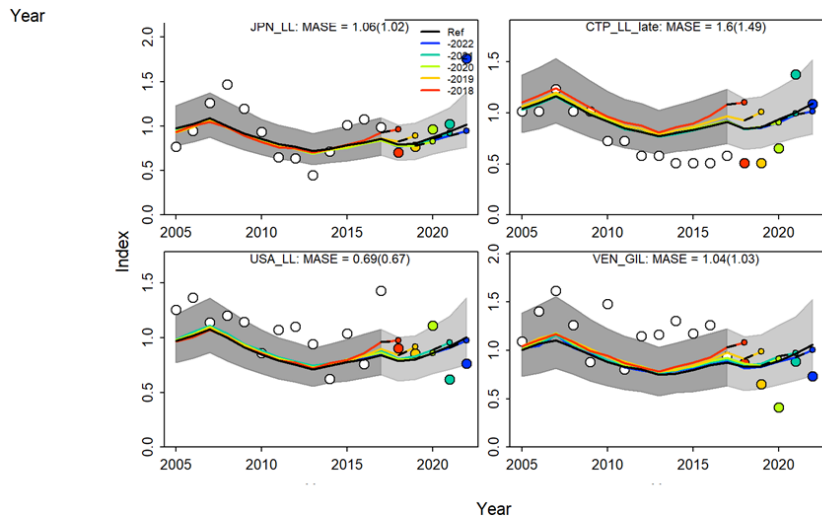


Figure 29. Hindcasting cross-validation results for the JABBA models scenarios with steepness 0.6 and 0.7 for the Atlantic blue marlin, showing one-year-ahead forecasts of CPUE values (2018-2022), performed with five hindcast model runs relative to the expected CPUE. The CPUE observations, used for cross-validation, are highlighted as color-coded solid circles with associated light-grey shaded 95% confidence interval. The model reference year refers to the endpoints of each one-year-ahead forecast and the corresponding observation (i.e., year of peel + 1).

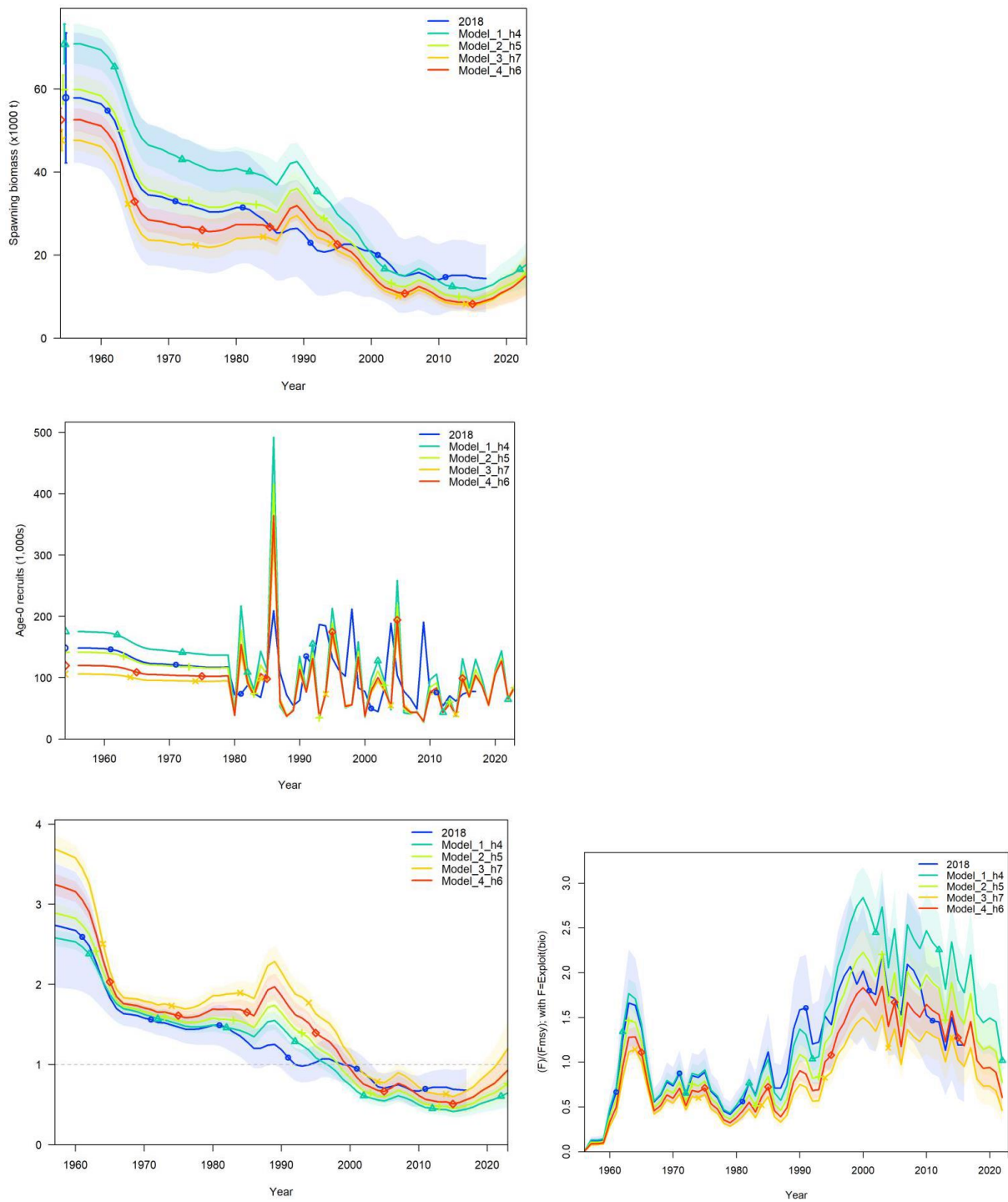


Figure 30. Spawning biomass (t), SSB/SSB_{MSY} , recruits (age 0), and relative fishing mortality (F/F_{MSY}) for the 2024 Atlantic blue marlin final Stock Synthesis grid with steepness $h = 0.4$ (Model_1_h4), 0.5 (Model_2_h5), 0.6 (Model_4_h6), and 0.7 (Model_3_h7).

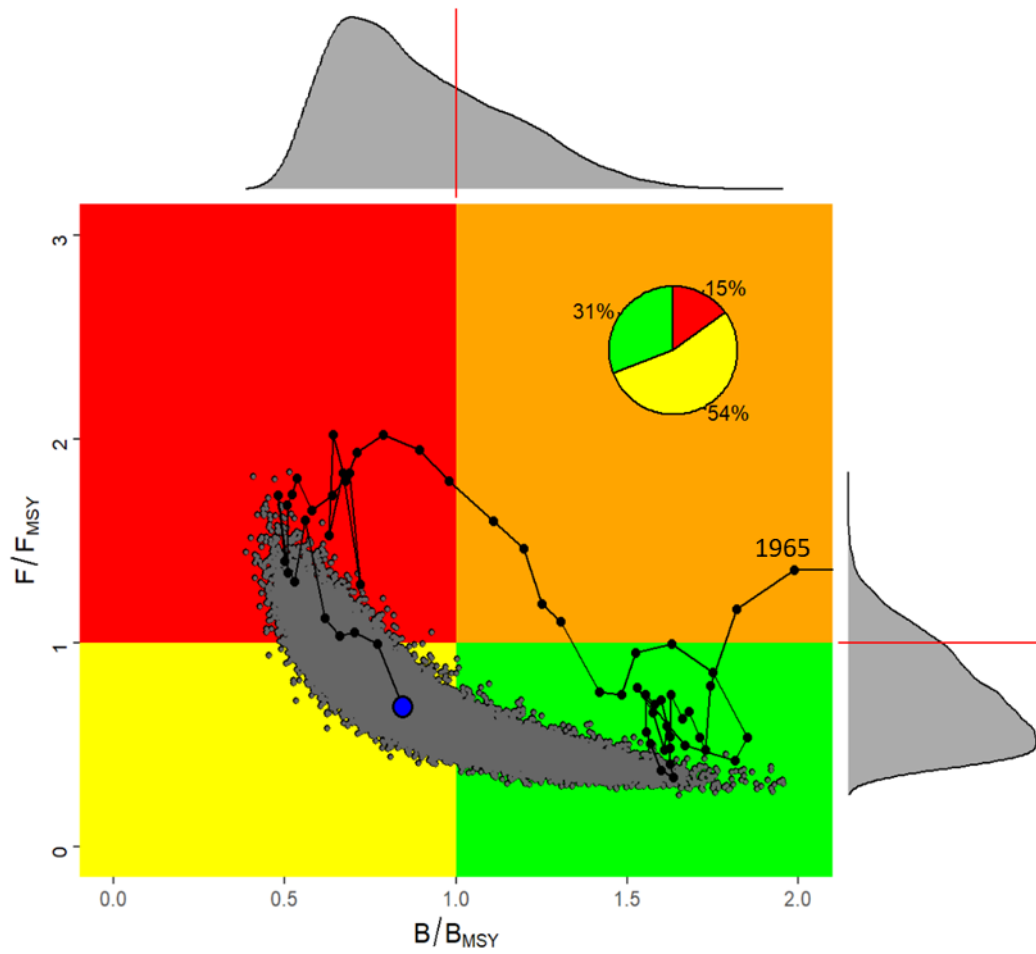


Figure 31. Joint Kobe plot for the 2024 Atlantic blue marlin final Stock Synthesis grid model (steepness $h = 0.4, 0.5, 0.6,$ and 0.7). The inserted pie indicates the proportion of stochastic results within each Kobe color quadrant, 15% in the red quadrant, 54% in the yellow quadrant, and 31% in the green quadrant.

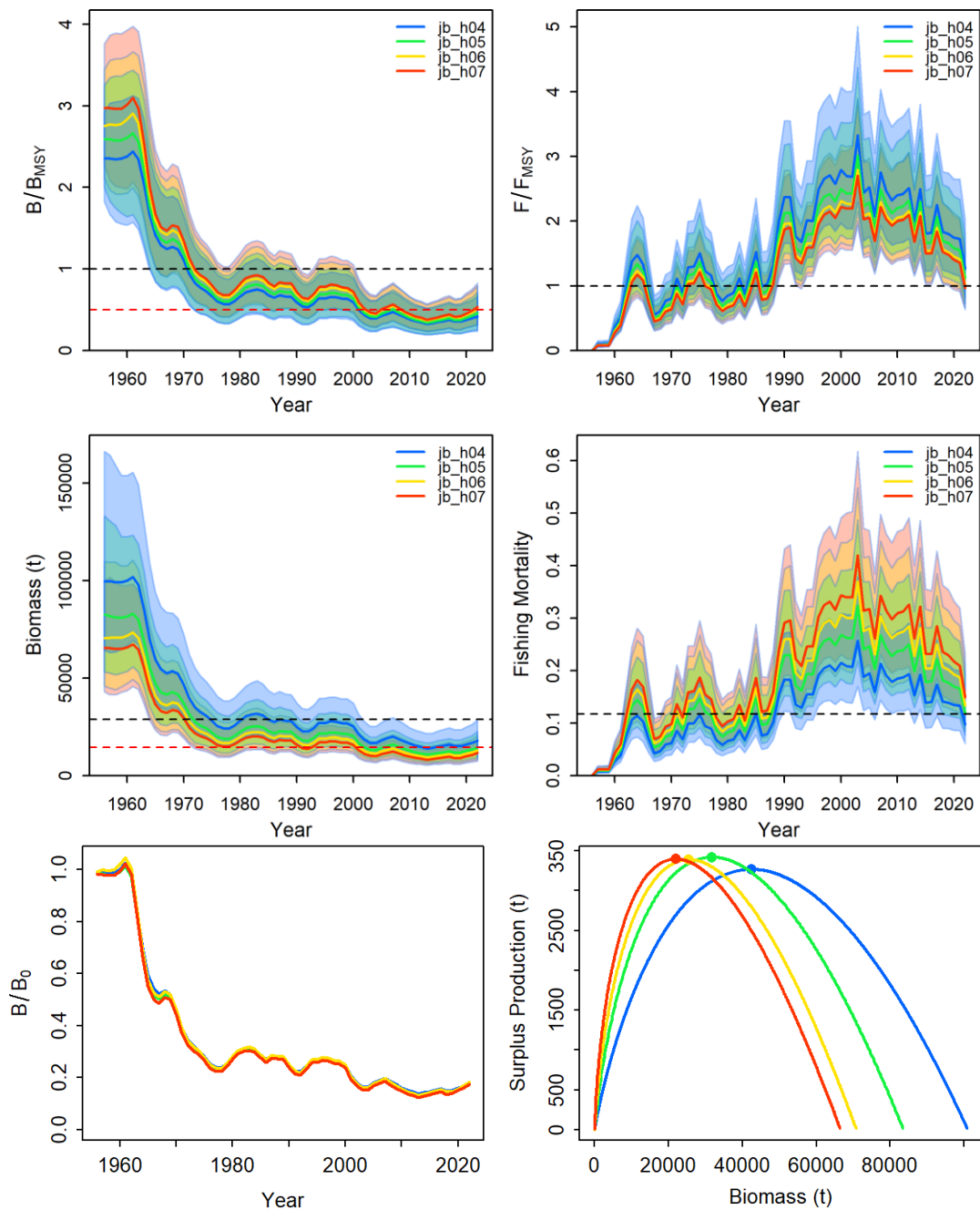


Figure 32. Biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}), fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}), biomass, fishing mortality (upper panels), biomass relative to K (B/B_0) and surplus production curve for the 2024 Atlantic blue marlin final JABBA grid (steepness $h = 0.4, 0.5, 0.6,$ and 0.7). The dashed red line indicates the 50% B_{MSY} , and the shade areas in color indicate the 95% credibility intervals from the Bayesian SPM.

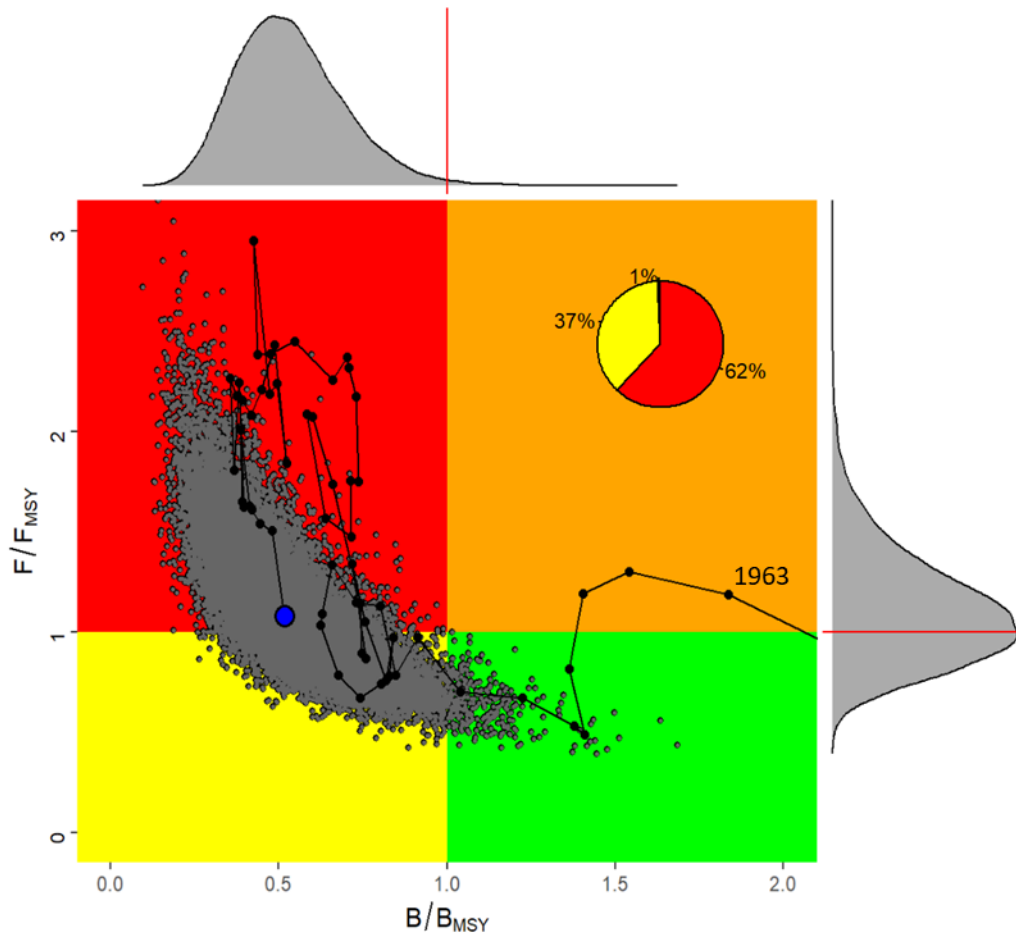


Figure 33. Joint Kobe plot for the 2024 Atlantic blue marlin final JABBA grid models (r priors based on steepness $h = 0.4, 0.5, 0.6,$ and 0.7). The inserted pie indicates the proportion of stochastic results within each Kobe color quadrant, 62% in the red quadrant, 37% in the yellow quadrant, and 1% in the green quadrant.

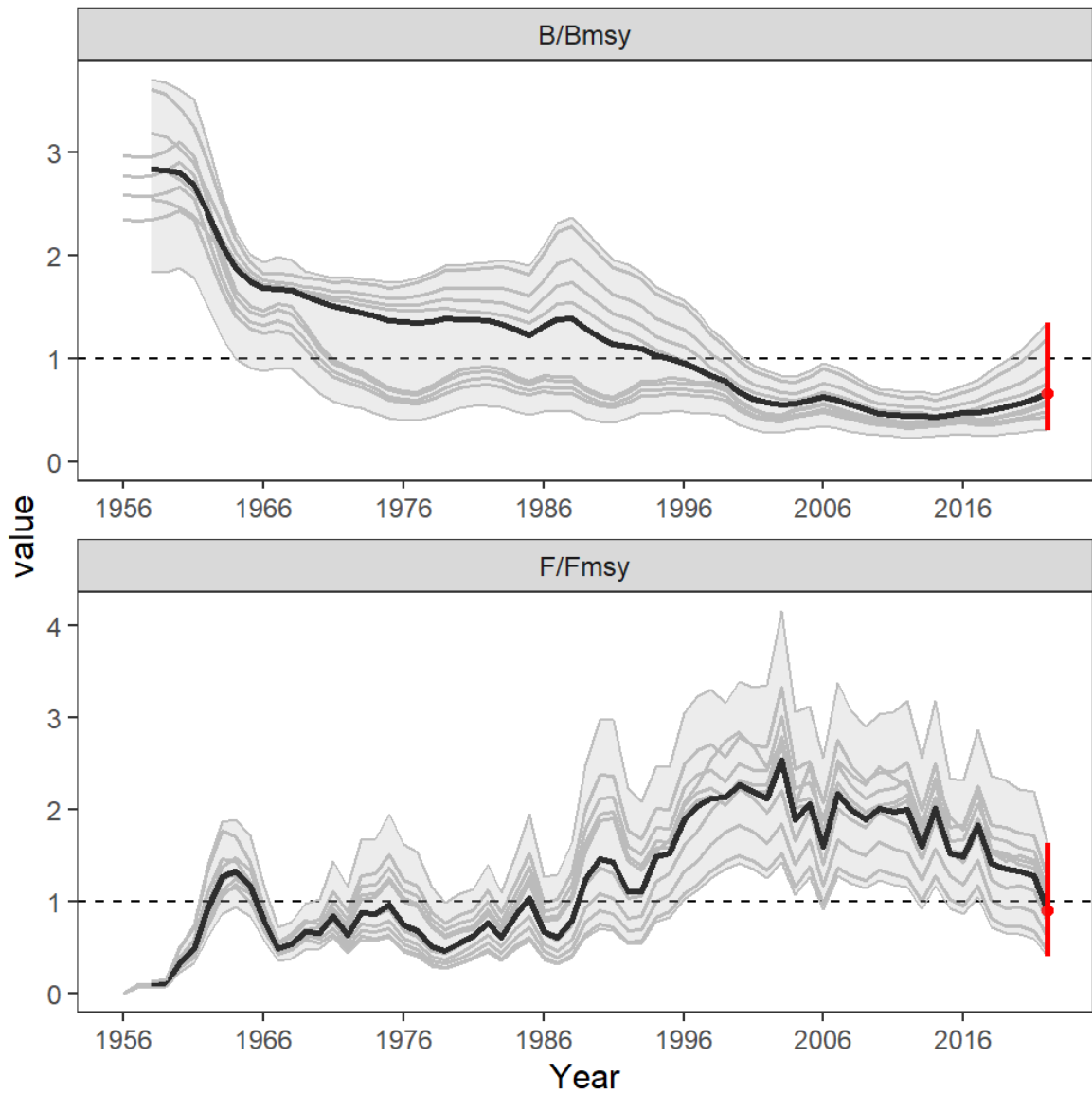


Figure 34. Annual trends of relative biomass (B/B_{MSY}) and fishing mortality (F/F_{MSY}) from the final combined grid model scenarios for Atlantic blue marlin. The dark line indicates the mean of all scenarios, lighter color lines indicate the individual scenario trends, and the shaded area is the overall 95% confidence bounds of the results. The results from the JABBA models started in 1956, while the ones for Stock Synthesis in 1958.

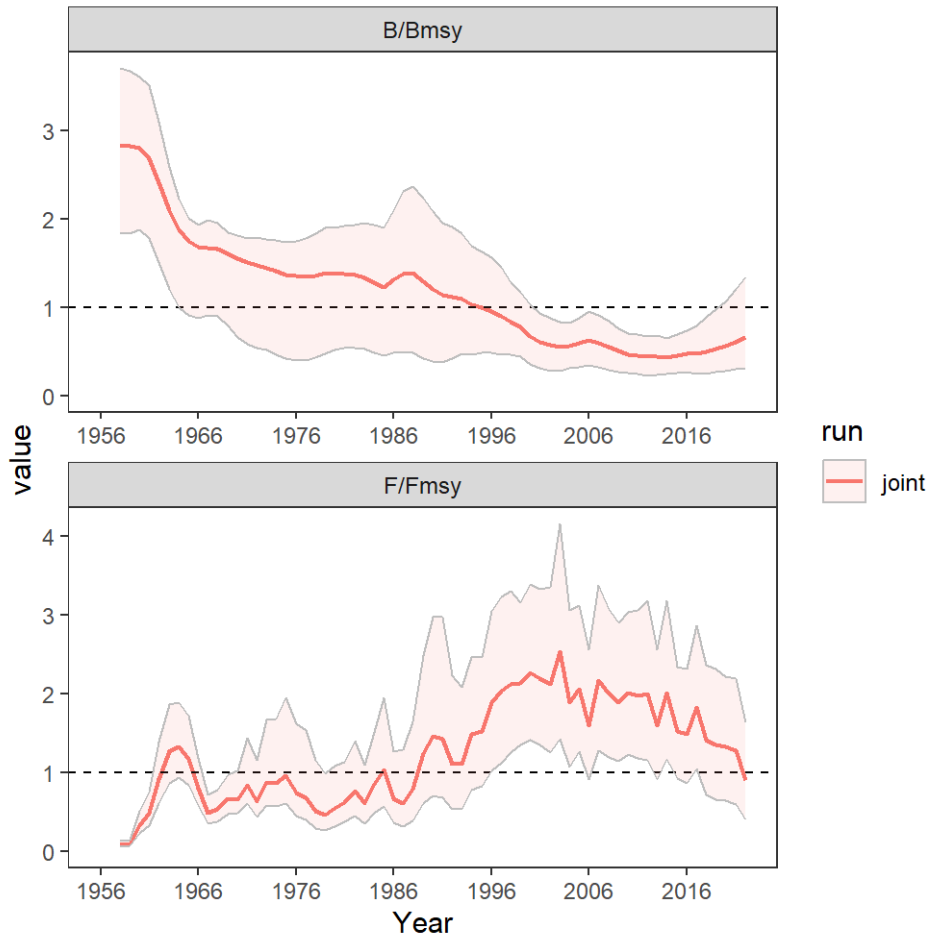


Figure 35. Annual trends of relative biomass (B/B_{MSY}) and fishing mortality (F/F_{MSY}) from the final combined grid model scenarios for Atlantic blue marlin. The dark line indicates the mean of all scenarios, lighter color lines indicate the individual scenarios trends, and the shaded area the overall 95% confidence bounds of the results.

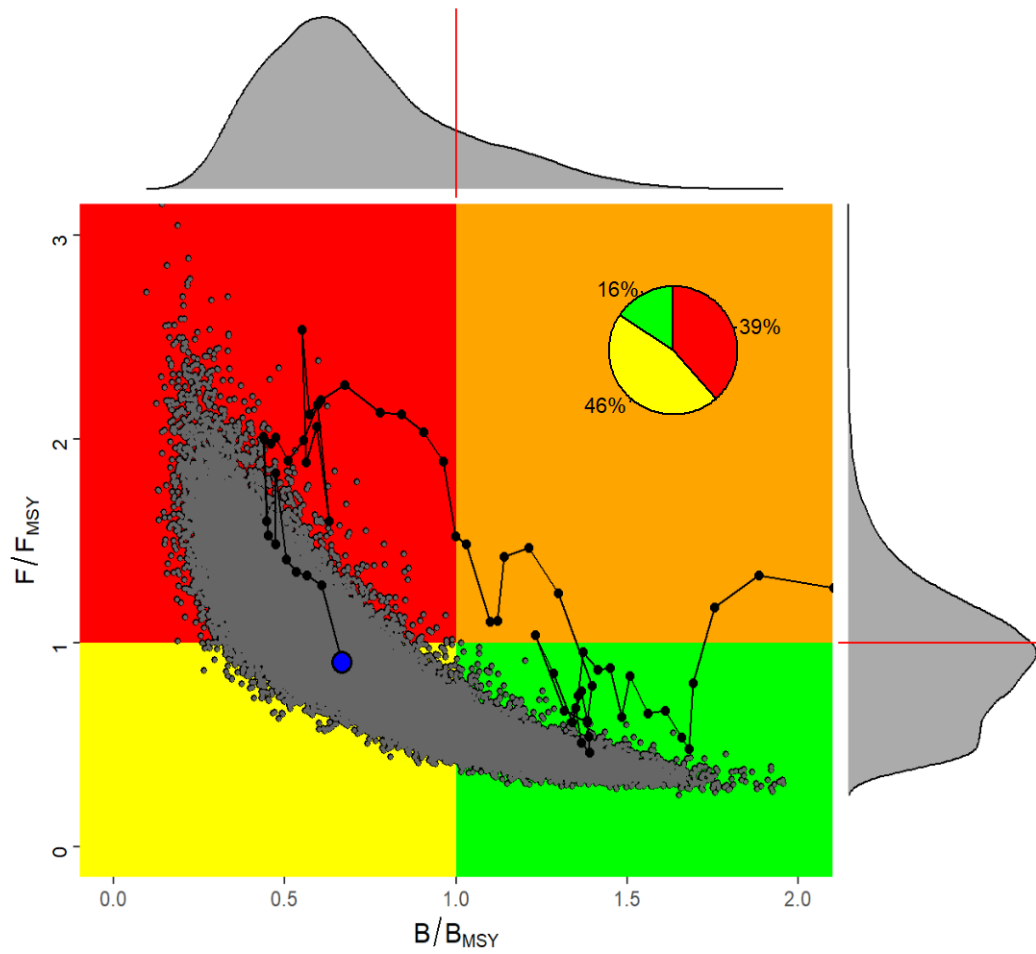


Figure 36. Kobe plot for the 2024 Atlantic blue marlin stock status (as of the end of 2022 fishing year) estimated from the combined grid models. The line indicates the stock status trajectory starting in 1965, the large blue dot indicates the stock status in 2022.

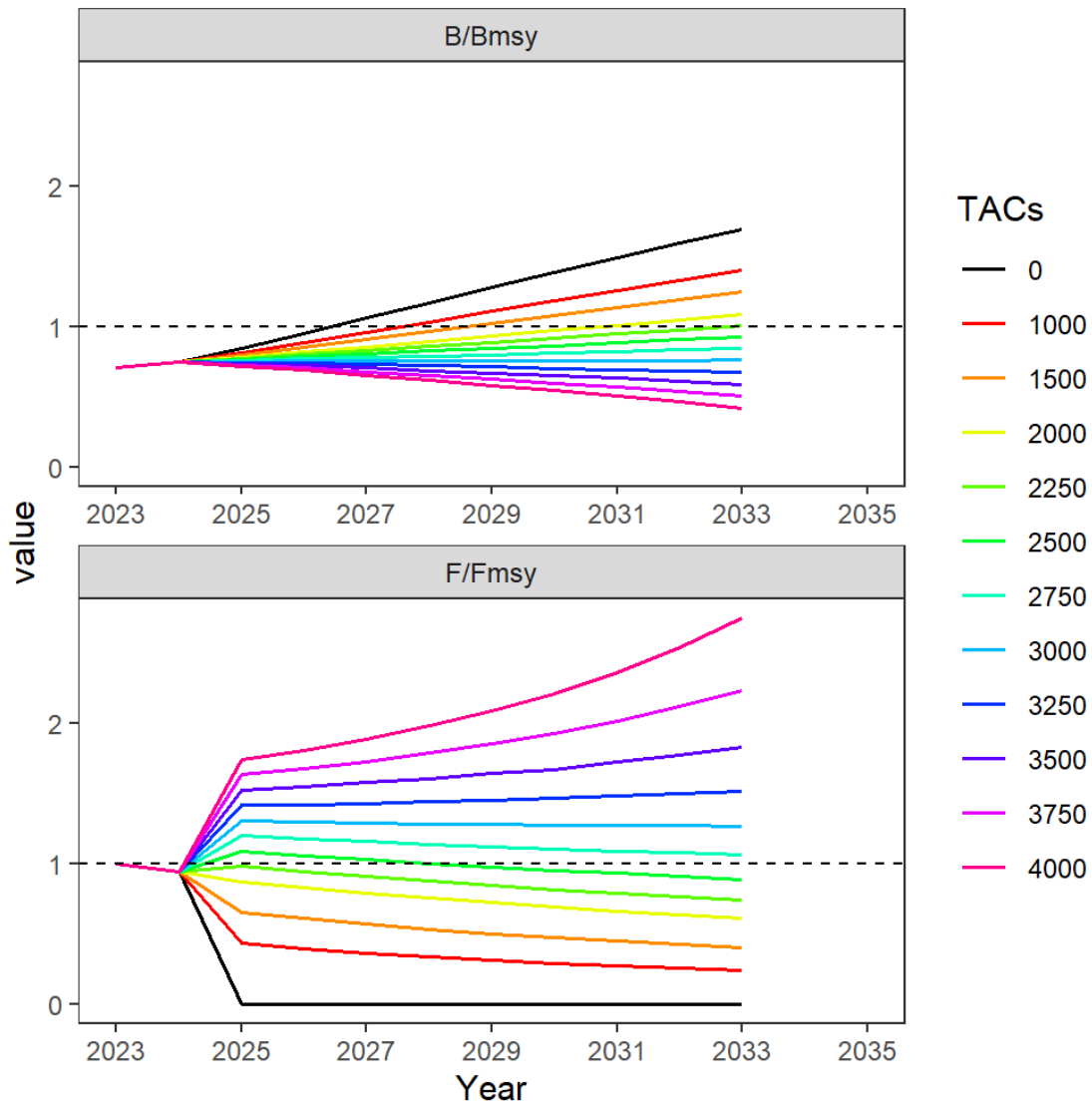


Figure 37. Preliminary projection results. Trends of projected relative stock biomass (upper panel, B/B_{MSY}) and fishing mortality (bottom panel, F/F_{MSY}) for Atlantic blue marlin under different fixed catch scenarios of 0–4,000 t, based upon the projections of both JABBA and Stock Synthesis grids. Each line represents the median of 80,000 iterations of each grid scenario and platform stock projections starting in 2025.

Agenda

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements
2. Summary of input data for stock assessment
 - a. Biology
 - b. Catches
 - c. Size
 - d. Indices of abundance
 - e. Fleet structure
3. Methods and Model Settings
 - a. Stock Synthesis
 - b. Surplus Production models
4. Model diagnostics
 - a. Stock Synthesis
 - b. Surplus Production models
5. Model results
 - a. Stock Synthesis
 - b. Surplus Production models
 - c. Synthesis of assessment results
6. Stock projections
7. Responses to the Commission:
 - a. Estimation of live and dead discards
 - b. Fishing mortality estimates by main fleet/gears
8. Recommendations
 - a. Research and statistics
 - b. Management
9. Enhance Billfish Research Program update on ongoing activities and future planning.
 - a. Reproductive biology
 - b. Others
10. Other matters
 - a. Research Funding
 - b. Workplan BIL Group
11. Adoption of the report and closure

List of participants*¹**CONTRACTING PARTIES****BRAZIL****Leite Mourato, Bruno**

Professor Adjunto, Laboratório de Ciências da Pesca - LabPesca Instituto do Mar - IMar, Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, Rua Carvalho de Mendonça, 144, Encruzilhada, 11070-100 Santos, São Paulo
Tel: +55 1196 765 2711, Fax: +55 11 3714 6273, E-Mail: bruno.mourato@unifesp.br; bruno.pesca@gmail.com; mourato.br@gmail.com

Kikuchi Santos, Eidi

Federal University of Rio Grande - Institute of Oceanography, 96201-900 Rio Grande
Tel: +55 53 991 641 561, E-Mail: eidikikuchi@hotmail.com

CHINA, (P. R.)**Feng, Ji**

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Rd, 201306 Shanghai
Tel: +86 159 215 36810, E-Mail: fengji_shou@163.com; fji13_shou@yeah.net; 276828719@qq.com; f52e@qq.com

CÔTE D'IVOIRE**Konan, Kouadio Justin**

Chercheur Hydrobiologiste, Centre de Recherches Océanologiques (CRO), 29 Rue des Pêcheurs, BP V 18, Abidjan 01
Tel: +225 07 625 271, Fax: +225 21 351155, E-Mail: konankouadjustin@yahoo.fr

EUROPEAN UNION**Báez Barrionuevo, José Carlos**

Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Málaga, Puerto Pesquero de Fuengirola s/n, 29640, Spain
Tel: +34 669 498 227, E-Mail: josecarlos.baez@ieo.csic.es

Fernández Costa, Jose Ramón

Instituto Español de Oceanografía, Ministerio de Ciencia e Innovación - CSIC, Centro Costero de A Coruña, Paseo Marítimo Alcalde Francisco Vázquez, 10 - P.O. Box 130, 15001 A Coruña, Spain
Tel: +34 981 218 151, Fax: +34 981 229 077, E-Mail: jose.costa@ieo.csic.es

Fernández Llana, Carmen

Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, C/ Corazón de María, 8, 28002 Madrid, Spain
Tel: +34 91 342 11 32, E-Mail: carmen.fernandez@ieo.csic.es

Liniers Terry, Gonzalo

Instituto Español de Oceanografía (IEO, CSIC), Calle Corazón de María 8, 28002 Madrid, Spain
Tel: +34 915 107 540, E-Mail: gonzalo.liniers@ieo.csic.es; g7linierst@gmail.com

GABON**Angueko, Davy**

Chargé d'Etudes du Directeur Général des Pêches, Direction Générale des Pêche et de l'Aquaculture, BP 9498, Libreville Estuaire
Tel: +241 6653 4886, E-Mail: davyangueko83@gmail.com; davyangueko@yahoo.fr

GHANA**Kwame Dovlo, Emmanuel**

Director, Fisheries Scientific Survey Division, Fisheries Commission, P.O. Box GP 630, Accra, Tema
Tel: +233 243 368 091, E-Mail: emmanuel.dovlo@fishcom.gov.gh

* Head Delegate

¹Some delegate contact details have not been included following their request for data protection.

Addi, Ebenezer Adinortey

Research Manager, Fisheries Scientific Survey Division, P.O. Box BT 62, Tema

Tel: +233 573 542 608; +233 245 538 962, E-Mail: ebenezer.addi@fishcom.gov.gh; addiebenezer@yahoo.com

Baah Essel, Peter

Assitant Research Manager, Accra, Tema

Tel: +233 501 588 024, E-Mail: Peter.essel@fishcom.gov.gh

Tigyimah, Benedicta

Assistant Fisheries Manager, Fisheries Commission, Post Office Box BT 62, Tema, Accra

Tel: +233 550 035 728, E-Mail: benedicta.tigyimah@fishcom.gov.gh

GUINEA (REP.)

Kolié, Lansana

Chef de Division Aménagement, Ministère de la Pêche et de l'Economie maritime, 234, Avenue KA 042 - Commune de Kaloum BP: 307, Conakry

Tel: +224 624 901 068, E-Mail: klansana74@gmail.com

Soumah, Mohamed

Centre National des Sciences Halieutiques de Boussoura (CNSHB), 814, Rue MA 500, Corniche Sud Madina, Boussoura, 3738 Conakry

Tel: +224 622 01 70 85, E-Mail: soumahmohamed2009@gmail.com

JAPAN

Kawano, Masataka

Technical Official, Fisheries Agency, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, International Affairs Division, Tokyo Kasumigaseki, Chiyoda-ku 100-8907

Tel: +81 335 028 460, Fax: +81 335 042 649, E-Mail: masataka_kawano320@maff.go.jp

Uozumi, Yuji

Advisor, Japan Tuna Fisheries Co-operation Association, Japan Fisheries Research and Education Agency, Tokyo Koutou ku Eitai 135-0034

MEXICO

Ramírez López, Karina

Instituto Mexicano de Pesca y Acuicultura Sustentables (IMIPAS), Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera - Veracruz, Av. Ejército Mexicano No.106 - Colonia Exhacienda, Ylang Ylang, C.P. 94298 Boca de Río, Veracruz

Tel: +52 5538719500, Ext. 55756, E-Mail: karina.ramirez@imipas.gob.mx; kramirez_inp@yahoo.com

PANAMA

Molina, Laura

Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá - ARAP, Dirección General de Investigación y Desarrollo, Edificio Riviera, Ave. Justo Arosemena, Calle 45 Bella Vista, 0819-05850

Tel: +507 511 6036, E-Mail: lmolina@arap.gob.pa

SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE

Da Conceição, Ilair

Director das Pescas, Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Bairro 3 de Fevereiro - PB 59, Sao Tomé

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

SENEGAL

Ba, Kamarel

Docteur en Sciences halieutiques et modélisation, Ministère de l'Agriculture et de l'Equipment Rural, Institut Senegalais de Recherches Agricoles (ISRA), Centre de Recherches Oceanographiques de Dakar Thiaroye (CRODT), Pôle de Recherches de Hann, Route du Front de Terre, 2241 Dakar

Tel: +221 76 164 8128; +221 766 055 999, Fax: +221 338 328 262, E-Mail: bakamarel@gmail.com; kamarel2@hotmail.com

Sow, Fambaye Ngom

Chercheur Biologiste des Pêches, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye, CRODT/ISRA, LNERV - 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: ngomfambaye2015@gmail.com; famngom@yahoo.com

UNITED STATES

Cass-Calay, Shannon

Director, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, NOAA, National Marine Fisheries Service, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149

Tel: +1 305 361 4231, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: shannon.calay@noaa.gov

Díaz, Guillermo

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

Tel: +1 305 361 4227; +1 305 898 4035, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

Die, David

Research Associate Professor, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami, Florida 33149

Tel: +1 305 421 4607, E-Mail: ddie@earth.miami.edu; dddejean@kutaii.com; ddie@rsmas.miami.edu

Fernández, Michelle

4600 Rickenbacker Causeway, Key Biscayne, Florida 33149

Tel: +1 305 582 9112, E-Mail: maf45257@miami.edu

Schirripa, Michael

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

Tel: +1 305 445 3130; +1 786 400 0649, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: michael.schirripa@noaa.gov

Zhang, Xincheng

NOAA/NMFS/SEFSC, 3500 Delwood Beach Rd., Florida 32408

Tel: +1 850 234 6541 ext. 264, Fax: +1 850 235 3559, E-Mail: Xincheng.Zhang@noaa.gov; Xincheng.Zhang0115@gmail.com

URUGUAY

Domingo, Andrés *

Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - DINARA, Laboratorio de Recursos Pelágicos, Constituyente 1497, 11200 Montevideo

Tel: +5982 400 46 89, Fax: +5982 401 32 16, E-Mail: dimanchester@gmail.com

VENEZUELA

Narváez Ruiz, Mariela del Valle

Lab. 34, Edif. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Departamento de Biología Pesquera, Av. Universidad, Cerro Colorado, DBP-31 Laboratory, 6101 Cumaná Estado Sucre

Tel: +58 412 085 1602, E-Mail: mnarvaezruiz@gmail.com

Arocha, Freddy

Asesor Científico, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, A.P. 204, 6101 Cumaná, Estado Sucre

Tel: +58 424 823 1698; +58 412 692 8089, E-Mail: farochap@gmail.com

Rodríguez Rosales, Arvin Alejandro

Analista de Multilaterales de la Oficina de Integración y Asuntos Internacionales, Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura, Parque Central. Piso 17, 1040 Caracas

Tel: +58 424 175 6221, E-Mail: arvinalejandr@gmail.com; oai.minpesca@gmail.com

Vásquez, Ruth

Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura Torre Este. Piso 17. Oficina de Integración y Asuntos Internacionales, Oficina de Integración y Asuntos Internacionales, Torre Este. Piso 17. Parque Central. Caracas

E-Mail: conocimientocenipa@gmail.com

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

CHINESE TAIPEI

Su, Nan-Jay

Associate Professor, Department of Environmental Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University, No. 2 Beining Rd., Zhongzheng Dist., 202301 Keelung City
Tel: +886 2 2462 2192 #5046, Fax: +886-2-24622192, E-Mail: nanjay@ntou.edu.tw

COSTA RICA

Pacheco Chaves, Bernald

Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, INCOPECA, Departamento de Investigación, Cantón de Montes de Oro, Puntarenas, 333-5400
Tel: +506 899 22693, E-Mail: bpacheco@incopesca.go.cr

OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

FISHERY IMPROVEMENT PLAN - FIP

Martínez de Lagos Guevara, Estíbaliz

FIP, Gran vía 45, 2º, 36204 Vigo, Pontevedra, Spain
Tel: +34 604 077 868, E-Mail: emartinez@datafishts.com

Oihenarte Zubiaga, Aintzina

FIP, Bizkaiko Jaureria, 2 1ºizq, 48370 Bermeo, Bizkaia, Spain
Tel: +34 944 000 660, E-Mail: aoihenarte@datafishts.com

OTHER PARTICIPANTS

SCRS CHAIRMAN

Brown, Craig A.

SCRS Chairman, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, NOAA, National Marine Fisheries Service, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149, United States
Tel: +1 305 586 6589, E-Mail: craig.brown@noaa.gov

EXTERNAL EXPERT

Palma, Carlos

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

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

Manel, Camille Jean Pierre

Neves dos Santos, Miguel

Ortiz, Mauricio

Kimoto, Ai

Taylor, Nathan

Mayor, Carlos

Fiorellato, Fabio

De Andrés, Marisa

García, Jesús

ICCAT INTERPRETERS

Baena Jiménez, Eva J.

Calmels, Ellie

Godfrey, Claire

Liberas, Christine

Linaae, Cristina

Pinzon, Aurélie

List of papers provided during the meeting

<i>Doc. Ref.</i>	<i>Title</i>	<i>Authors</i>
SCRS/2024/106	Assessment of Atlantic blue marlin (<i>Makaira nigricans</i>) using JABBA model (1956-2022)	Mourato B., Kikuchi E., Sant'Ana R., Cardoso L.G., Ngom F.; Narvaez Ruiz M., Arocha F., Kimoto A., and Ortiz M.
SCRS/2024/107	Current status of the blue marlin (<i>Makaira nigricans</i>) stock in the Atlantic Ocean 2024: Pre-decisional stock assessment model	Schirripa M.
SCRS/2024/108	Summary report of the informal intersessional online meeting modeling team BUM stock assessment 2024	Anonymous

SCRS documents and presentations abstracts as provided by the authors

SCRS/2024/106 - We applied the JABBA model for the Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*) with the best available data through 2022. Preliminary JABBA stock assessment results suggest reasonably robust fits to the data as judged by the presented model diagnostic results. The resulting stock status for 2022 was generally consistent and predicted with high probabilities that current fishing levels are generating overfishing ($F_{2022} > F_{MSY}$), whereas biomass is below the sustainable levels that can produce MSY ($B_{2022} < B_{MSY}$). As such, our models conclusively estimate that stock is overfished and subject to overfishing, with probability of 69.4% for the red quadrant of Kobe.

SCRS/2024/107 - This document describes the pre-decisional base case model configured to estimate the status of the blue marlin (*Makaira nigricans*) stock for the June 2024 stock assessment meeting. The model configuration is based on the 2018 model used to provide management advice. Uncertainties specifically accounted for were growth, stock-recruitment steepness, natural mortality and conflicting CPUE trends. Uncertainties not accounted for were, 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 four steepness values (0.40, 0.50, 0.70 and model estimated) and two natural mortality values (0.148 and model estimated for females).

SCRS/2024/108 - The modeling team for the 2024 Atlantic blue marlin stock assessment met intersessionally on May 9, 2024, to present progress on the assessment models following the recommendations and workplan agreed upon by the Billfish Species Group at the data preparatory meeting. A review of the growth information provided by the two sources of size at age observations otoliths versus spines suggested different growth model patterns, particularly for females. The group recommended that further exploration and validation of spine-derived age estimates were needed before integrating both age-at-size data into the assessment models. Hence it was recommended to use only otolith data for the 2024 assessment models.