

REPORT OF THE 2024 ICCAT YELLOWFIN TUNA STOCK ASSESSMENT MEETING

(hybrid/ Madrid, Spain, 8-12 July 2024)

SUMMARY

The Atlantic Yellowfin Tuna Stock Assessment meeting was held at the ICCAT Secretariat from 8 to 11 July 2024. Three alternative platform models were applied to the total catch data (1950-2022), including an age-structured (Stock Synthesis) and two surplus production models (JABBA and mpb) with three abundance indices. Steepness and natural mortality were identified as the main axes of uncertainty that were evaluated using a Monte Carlo (MC) approach. The results from the Stock Synthesis platform with the MC approach were used to provide management advice. Assessment results indicated that the stock in 2022 was not overfished and not subject to overfishing, although there was still large uncertainty regarding the results. Additionally, the Group was updated on the tropical stocks MSE process and the Tropical Tuna Research and Data Collection Program (TTRaD), and also reviewed the workplan and research needs for all tropical tuna species.

RÉSUMÉ

La réunion d'évaluation du stock d'albacore de l'Atlantique a été tenue au Secrétariat de l'ICCAT du 8 au 11 juillet 2024. Trois modèles de plate-forme alternatifs ont été appliqués aux données de captures totales (1950-2022), y compris un modèle structuré par âge (Stock Synthesis) et deux modèles de production excédentaire (JABBA et mpb) avec trois indices d'abondance. La steepness et la mortalité naturelle ont été identifiées comme les principaux axes d'incertitude qui ont été évalués à l'aide d'une approche de Monte Carlo (MC). Les résultats de la plate-forme de Stock Synthesis avec l'approche MC ont été utilisés pour fournir un avis de gestion. Les résultats de l'évaluation ont indiqué que le stock en 2022 n'était pas surexploité et ne faisait pas l'objet de surpêche, même si de grandes incertitudes demeuraient dans les résultats. En outre, le Groupe a été informé du processus de MSE pour les stocks de thonidés tropicaux et du programme de recherche et de collecte de données sur les thonidés tropicaux (TTRaD), et a également examiné le plan de travail et les besoins en matière de recherche pour toutes les espèces de thonidés tropicaux.

RESUMEN

La reunión de evaluación del stock de rabil del Atlántico se celebró en la Secretaría de ICCAT del 8 al 11 de julio de 2024. Se aplicaron tres modelos de plataforma alternativos a los datos de capturas totales (1950-2022), entre ellos uno estructurado por edad (Stock Synthesis) y dos modelos de producción excedente (JABBA y mpb) con tres índices de abundancia. La inclinación y la mortalidad natural se identificaron como los principales ejes de incertidumbre que se evaluaron mediante un enfoque de Monte Carlo (MC). Los resultados de la plataforma de Stock Synthesis con el enfoque MC se utilizaron para proporcionar asesoramiento en materia de ordenación. Los resultados de la evaluación indicaron que el stock en 2022 no estaba sobrepescado ni era objeto de sobrepesca, aunque seguía existiendo una gran incertidumbre con respecto a los resultados. Además, el Grupo recibió información actualizada sobre el proceso de la MSE de los stocks de tónidos tropicales y el Programa de recopilación de datos e investigación sobre tónidos tropicales (TTRaD), y también revisó el plan de trabajo y las necesidades de investigación para todas las especies de tónidos tropicales.

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements and assignment of rapporteurs

The hybrid meeting was held in person at the ICCAT Secretariat in Madrid Spain, and online, from 8 to 11 July 2024. Dr Shannon Cass-Calay (U.S.), the Yellowfin Tuna Rapporteur and meeting Chair, opened the meeting and welcomed participants (the “Group”). On behalf of the Executive Secretary, Dr Miguel Neves dos Santos, Assistant 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:

Sections	Rapporteur
Items 1, 12	M. Ortiz
Item 2a	R. Forselledo,
Item 2b, 2c	F. Fiorello, C. Mayor, M. Ortiz, A. Kimoto
Item 2d	S. Sagarese, A. Kimoto
Item 3a, 4a, 5a	M. Lauretta, S. Sagarese, D. Courtney, A. Kimoto
Item 3b, 4b, 5b	R. Sant’Ana, G. Merino, G. Correa, M. Narváez, A. Kimoto
Item 6	S. Cass-Calay, A. Kimoto, M. Ortiz
Item 7a, 7b	R. Sant’Ana
Item 7c	G. Merino, A. Urtizberea
Item 7d	S. Cass-Calay, R. Sant’Ana, G. Merino
Item 8	C. Brown, S. Wright
Items 9, 11	S. Cass-Calay
Item 10	S. Wright

2. Summary of input data for stock assessment

2.1 Biology

Document SCRS/2024/121 presented estimates of natural and fishing mortality rates derived from the Atlantic Ocean Tropical Tuna Tagging Programme (AOTTP) conventional tagging dataset. Tag recovery data were analyzed using Brownie models as parameterized in terms of instantaneous rates of fishing (F) and natural (M) mortality, with mixing window, tag shedding, and tag reporting rates obtained from previously published work. The total mortality rate (Z) was estimated at 0.44/year, with M estimated at 0.35/year and F estimated at 0.09/year.

The Group acknowledged the value of the results of this study due to the importance of natural mortality for the stock assessment of the species. Also, the Group highlighted that this is a very important research result obtained from the AOTTP, which confirms the importance of the ICCAT research programmes.

There was a question regarding tag-induced mortality, as other studies conducted in other oceans consider much higher values (Hoyle *et al.*, 2015). Phi (Φ) in the model is the probability that an animal survives any initial tag shedding and initial tag-induced mortality. The author noted that the AOTTP does not have information on tag-induced mortality, it was therefore assumed negligible. The tag-shedding rate used in the study (3%), based on Gaertner *et al.* (2022), represents the probability of losing the tag in the short term. A sensitivity run considering a higher value of tag-induced mortality (37%) as observed in other studies was conducted.

The Group commented that other uncertainties exist, including the likely lower reporting rates impacting larger size classes mainly captured with other fishing gears. The author agreed that this was a source of uncertainty and explained that there is probably a lower reporting rate for fishing gears such as longline, and since the AOTTP ended there has been less awareness raising and personnel coverage to encourage tag recapture reporting. However, to account for this, a sensitivity analysis was conducted, considering a lower reporting rate (60%), that did not result in major changes in the resulting M. The study also identified other sources of uncertainty that should be considered.

The author was consulted about the exploration of historical tagging information to estimate time varying M, and expressed that there is available information on tagging. However, that information lacks estimates of reporting rates, and therefore would be very difficult to use or combine with the study’s data input. Many assumptions and

sensitivity analyses should be done when using historical information. The development of the AOTTP considered many variables to accomplish the objectives of the programme. Despite all this planning, many problems arose associated with unforeseen events.

The Group noted that even though the results presented were not being used as data input in the current stock assessment, the estimated value of M was similar to the assessment M assumptions used and that can be used to confirm or reject the different hypotheses used. A comment was made that this estimate of M was derived from mostly younger fish (ages 1-4) and that it is therefore slightly lower than the estimate of M used in the assessment once Lorenzen scaling was applied. Also, the confidence intervals of M and Z were discussed and explained to be tight due to the strict assumptions of the analysis.

Document SCRS/2024/124 presented a comparison of the age estimates using different hard parts from the same individual, including otoliths, spines, and vertebrae. The study assumed otoliths as the “correct” age estimation source and compared them to estimates from spines and vertebrae. At the level of the spines and vertebrae, only one band is deposited per year as is the case with otoliths. Based on the bias and precision indices and the bias curves, the otolith would be the best structure for the estimation of the age of yellowfin tuna. Results indicated similar age estimates for fish up to 5 years old for the 3 structures used. However, for older/larger fish it was concluded that there is a significant overestimation of age from 5 to 7 years from spine reading (**Figure 1**), while there is an underestimation of age from vertebrae of fish ages 7 and 9 compared to the otolith (**Figure 2**).

The Group welcomed the presentation of this important study. Regarding the use of spines, the authors were consulted if mark readings were corrected considering missing marks due to the reabsorption in the core area of spines. Authors commented that reabsorption was observed starting even in small individuals (40 cm SFL) and that larger individuals have higher reabsorption areas, so readings become more complex. In the study, however, if reabsorption was observed, readings were corrected using an estimated correction factor from fish individuals that showed none or minimal reabsorption.

It was noted that otoliths are commonly the main structure used for age estimation and growth studies. However, given the results of this study for Atlantic yellowfin tuna the use of other structures (vertebrae and spines) could be useful, taking into consideration the size/age ranges for which similar results were observed. This could benefit or be considered in research programmes, since in general, hard structures such as spines and vertebrae samples are easier to obtain on the field compared to otoliths. This study also provided potential correction factors between the different hard structures used for yellowfin tuna. With this information, the Group could recommend the use of these other structures for age and growth studies.

2.2 Catches

The Secretariat reported on the intersessional work done following the data preparatory meeting for the species (SCRS/P/2024/087).

The Group was made aware that Task 1 and Task 2 datasets were updated with information received until 30 June 2024, and that these new data resulted almost exclusively in additional nominal catch and size-frequency records (including catch-at-size (CAS)) for the year 2023, which were still considered preliminary and not included in the assessment.

Therefore, the Group confirmed that modelers could use the Task 1 and Task 2 datasets as provided at the end of the data preparatory meeting in April 2024. **Table 1** reflects the total nominal catches for yellowfin tuna in the period 1950 to 2023.

Document SCRS/2024/039 reviewed catch by fleet and size sampling data of Atlantic yellowfin tuna for its use within the stock evaluation models by the Secretariat. Catch and size data were reviewed and estimated for the fleet structure ID used at the 2019 yellowfin tuna stock assessment.

Document SCRS/2024/119 reviewed catch and effort data for bigeye and skipjack tuna from the Mexican longline fleet in the Gulf of Mexico. The revision of the data submitted to ICCAT is based on the national observer programme data that spans from 1993 to 2021. Significant discrepancies between observed and reported data to ICCAT were noted for years before 2002.

The Group considers the updates better information and recommends them to be included in the ICCAT databases replacing the previous information. It was noted that the update catches of western skipjack were minimal and did not substantially change the catch series input used for the SKJ-W management strategy evaluation (MSE) operating models.

2.3 Size

Document SCRS/2024/120 presented updated catch-at-size (CAS) estimates for the Chinese longline fleet targeting tropical tuna in the Atlantic from 2015 to 2021. This update was in response to the request for CPCs targeting tropical tuna species to enhance their catch-at-size estimation (T2CS) for yellowfin tuna stock assessment.

Presentation SCRS/P/2024/088 provided the Group with the latest yellowfin catch-at-size data from 1960 to 2022. It detailed the calculation methodology and proposed steps toward a more systematic or automated approach.

2.4 Fleet structure

During the development of Stock Synthesis (SCRS/2024/110), the fleet structure was modified slightly from the data preparatory recommendations (ICCAT, 2024) to better align with the tropical tunas multi-stock MSE fleet structure (**Table 2**). Specifically, the purse seine free school and floating object (FOB) associated fleets were revised to single individual fleets with seasonal observations, as opposed to four separate fleets each by season. The Group agreed with the changes to move from 25 to 19 fleets in the Stock Synthesis model.

3. Methods and model settings

3.1 Stock Synthesis

An initial assessment of the Atlantic yellowfin tuna stock using Stock Synthesis 3.30.18 (Methot and Wetzel, 2013) was provided to the Group (SCRS/2024/110) that incorporated the recommendations from the 2024 Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (ICCAT, 2024). Key changes from the data preparatory meeting recommendations included:

- Increasing the coefficient of variation (CV) of input catch data from 0.01 to 0.02 to get a better model fit.
- Reducing the number of fleets from 25 to 19 to better align with the tropical tunas multi-stock MSE fleet structure (**Table 2**), and to better account for growth across seasons.
- Fitting to the more recent period of 1979-2022 for the joint catch per unit effort (CPUE) longline index for the tropical Atlantic (region 2), upweighting this index by 10.
- Estimating growth within Stock Synthesis in combination with age data input as conditional age-at-length and refining the size at the minimum age parameter (L at A_{MIN})
- Refining selectivity patterns, time blocks, and prior selectivity values for select fleets, including mirroring fewer fleets than recommended.

A seasonal model was constructed covering a timeframe from 1950-2022 (**Figure 3**) with the stock starting in an unfished, virgin condition.

Three abundance indices were modeled (**Table 3 and 4, Figure 4**), 1) the joint-CPC region 2 (tropical Atlantic) longline index (1979-2022); 2) the acoustic echosounder buoy index associated with FOBs (2010-2022, seasonally); and 3) the purse seine free school index (1993-2022, seasonally). The joint longline index was assumed to have a selectivity equivalent to the Japan longline fleet in the tropical Atlantic (fleet 11). The acoustic buoy index was assumed to have the same selectivity as the purse seine fleet operating on FOBs (fleet 4), and the purse seine free school index was assumed to have the same selectivity as the purse seine free school fleet (fleet 3). All indices were scaled to a mean of 1, and index CVs for the purse seine free school index and acoustic echosounder buoy index were scaled to an average CV of 0.2 while retaining the interannual variability estimated by the standardization models.

Length data for each fleet, year, and season were provided by the Secretariat after all CPC data updates were completed following the data preparatory meeting (**Figure 5**). Length compositions were input as the number of fish observed per 4 cm size bin. The effective sample sizes were equal to the natural log of the number of observations to reduce the effect of pseudo-replication in sampling and decrease the weight of length data in the overall model likelihood.

The assumption of growth was modified from the 2019 assessment and modeled as a Richards growth curve, consistent with the findings and recommendations of Pacicco *et al.* (2021) (**Table 5**). Growth was estimated within Stock Synthesis without parameter priors using the conditional age-at-length data (**Figure 6**) available for the period 2007-2021 for fleets 13 (Longline North Other) and 17 (RR US). Weight (kg) was estimated from current SCRS straight fork length (cm) conversion factors $W = 2.1527 \times 10^{-5} * SFL^{2.976}$ (Caverivière, 1976).

Maturity and fecundity assumptions remain unchanged from the 2019 assessment. Fecundity was modeled as a direct function of female body weight. The maturity at length was based on Diaha *et al.* (2016), with 50% maturity at 115.1 cm straight fork length (SFL). The sex ratio was assumed to be 50:50 males-females. Birth date was adjusted to the first month of each season (January, April, July, October).

As detailed in the Report of the 2024 Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (ICCAT, 2024), age-specific M assumptions were modified from the 2019 stock assessment, based on new information on the regression (Hamel and Cope, 2022) used to estimate the scale of M at older ages. A value of natural mortality of 0.3 was assigned to age 7 (baseline M), consistent with the Hamel and Cope (2022) estimator of M, and assuming a maximum age of 18. This treatment differs from the 2019 stock assessment where the baseline M of 0.30 was based on the Then *et al.* (2015) estimator of M (ICCAT, 2019) assuming a maximum age of 18.

Length-based selectivity was estimated for the fleets with some deviations from the recommendations from the data preparatory meeting. Selectivity was estimated directly for 17 out of the 19 fleets, assuming a cubic spline function for fleets 1-5 to model the bimodality of length composition observations. Fleets 6-10, 12-13, and 15-19 were modeled as double normal functions, and fleets 11 and 14 were assumed to have asymptotic logistic selectivity (**Table 2**). Fleets 9 (BB North Azores) and 16 (HL Brazil) were mirrored to fleet 8 (BB Dakar late), since there was limited size composition data for those fleets. Selectivity at age was derived by stock synthesis, based on the model estimated fleet selectivity-at-length.

The stock-recruitment relationship followed a Beverton-Holt function with virgin recruitment (R_0) and mean log-scale recruitment standard deviation (σ_R) freely estimated. Steepness was fixed at 0.8 for the reference case, but a Monte Carlo analysis included a uniform random distribution between 0.7 and 0.9 to assess alternative values, similar to the analysis conducted on M. Annual recruitment deviations were estimated for the period 1974 to 2021. Prior to 1974, recruitment was derived from the estimated stock-recruitment relationship. The lognormal bias correction ($-0.5\sigma^2$) for the mean of the stock-recruit relationship was applied with a bias correction ramp as recommended by Methot and Taylor (2011). The estimated total annual recruitment was distributed across the four seasons according to seasonal allocations estimated in the model.

The length data component variance adjustments followed the method of Francis (2011). Relative data weighting followed the same assumptions as the 2019 stock assessment (ICCAT, 2019), with a 50% weight ($\lambda = 0.5$) applied to the length composition data, and a 100% weight value ($\lambda = 1$) applied to the indices of abundance. A major deviation from the 2019 stock assessment model and the data preparatory recommendation was to upweight ($\lambda = 10$) the joint LL region 2 index to improve model fit to the long-term abundance series. This decision was reviewed by the Group and was agreed to represent a major improvement to the model.

Overall, the model estimated 173 parameters, consisting of 114 selectivity parameters, 2 stock recruitment parameters, 6 growth parameters, 3 seasonal recruitment allocations, and 48 recruitment deviations. Model parameter standard deviations were derived from the variance-covariance matrix. It was noted that model reported estimates of spawning stock biomass (SSB) refer to the beginning of the year, and fishing mortality refers to the mortality rates over the entire year.

To evaluate the effect of alternative M assumptions, a Monte Carlo resampling analysis was conducted, with 4000 random M values drawn from a lognormal distribution ($\log(\text{mean})=0.3$, Std Dev = 0.31) and the reference case model iterated assuming those alternative M values (**Figure 7**).

A continuity model run was constructed for comparison with the 2019 stock assessment based on the same biological assumptions. Additional sensitivity analyses were provided based on the preliminary reference case including the Age Structured Production Model (ASPM) analysis (SCRS/2024/116), removing indices of abundance one at a time (SCRS/2024/110), removing recruitment deviates, down weighting the EU purse seine (PS) free schools index, and removing the size frequency data from the last 5 years (2018-2022) (SCRS/2024/111).

Document SCRS/2024/111 also explored an uncertainty grid of 9 models with a cross combination of fixed alternative assumptions on natural mortality ($M = 0.25, 0.3, \text{ and } 0.35$) and steepness ($h = 0.7, 0.8, \text{ and } 0.9$). The natural mortality estimates of 0.25, 0.3, and 0.35 correspond to maximum ages for the population of 21.6, 18, and 15.4 years, respectively. These alternative runs of the proposed uncertainty grid are listed in **Table 6**. Model diagnostics included retrospective analyses, runs tests on CPUEs and length data, and jackknife runs with each abundance index removed, following the approach proposed by Carvalho *et al.* (2021).

The Group received some technical suggestions for the Stock Synthesis implementation, mostly related to selectivity and recruitment settings for the preliminary reference model to improve parameterization:

- For selectivity type 27 (cubic spline), fix one of the node selectivity parameter values as recommended in the Stock Synthesis manual (Methot *et al.*, 2024).
- Allow for time-varying recruitment deviations between seasons, which are currently held constant across time in the reference model (i.e., the relative proportion of recruitment between seasons is constant which assumes no variation in the spawning season over time).
- Additional changes were recommended based on best practices including the use of the natural cubic spline, the Dirichlet-Multinomial approach for data weighting, estimating recruitment deviations without the explicit constraint to sum to zero, and using the fleet-specific parameter/hybrid F method.
- Refinements to selectivity estimation by including time-varying selectivity for the fleets with conditional age-at-length and random walks instead of blocks.

The Group welcomed and considered the recommendations and after further evaluation, it decided that the reference model would estimate all five node selectivity parameter values for each fleet to allow flexibility in model estimation (e.g., growth) for both the Monte Carlo analysis and the grid approach.

Analyses of alternative models based on these recommendations were conducted during the meeting, and it was determined that the alternative treatments did not substantially improve model information content or have significant effects on the model estimates. It was also noted that for selectivity type 27 (cubic spline), one of the parameters has a prior with a CV of 10% (i.e. highly informative prior) in the reference case model to facilitate the convergence when the parameters are modified in the grid approach or the Monte Carlo runs while the rest of the selectivity parameters are estimated freely. Therefore, it was recommended to retain the proposed reference case model presented for use in estimating the stock status and stock projections.

The Group briefly discussed the outcome of the alternative models of the step-by-step changes to the reference model:

- Use Stock Synthesis version 3.30.22.1.
- Holding one of the node selectivity parameter values constant for each fleet.
- Time-varying recruitment distribution between seasons.
- Recruitment deviations not constrained to sum to zero.
- Fleet-specific parameter/hybrid F method.

While these exploratory runs did provide additional insights into parameters causing the retrospective patterns (e.g., spline parameters causing issues), they did not substantially improve model diagnostics or have a large impact on assessment results. As a result, the Group agreed to move forward with the reference model described in Document SCRS/2024/110.

3.2 Surplus production models

3.2.1 mpb

The stock assessment model *mpb* (Kell, 2016) in Document SCRS/2024/113 was configured with total catch and two indices of abundance: the CPUEs from the Joint Longline in Region 2 (SCRS/2024/036) and the EU purse seine index operating on free schools (Kaplan *et al.*, 2024). The *mpb* package has methods for plotting, examining goodness of fit, deriving quantities used to provide management advice, estimating uncertainty, and other statistical diagnostics to evaluate model performance.

The Group noted that this model was used as part of the ensemble of models used to develop management advice in the 2019 yellowfin tuna stock assessment (ICCAT, 2019). The model was configured with the initial values used in 2019 with a narrower constraint on the intrinsic growth rate parameter (r) (**Table 7**).

3.2.2 JABBA

The most recent version of JABBA (v2.3.0, Winker *et al.*, 2018) Bayesian surplus production was applied to the time series of catches and indices to assess the yellowfin tuna stock of the Atlantic until 2022. Document SCRS/2024/114 presented all priors settings, results, and model formulation of the JABBA models. JABBA was implemented in R (R Development Core Team) with Just Another Gibbs Sampler (JAGS) interface (Plummer, 2003) to estimate the Bayesian posterior distributions of all quantities of interest using a Markov Chains Monte Carlo (MCMC) simulation. In this study, four MCMC chains were used. The models were run for 50,000 iterations, and sampled with a burn-in period of 5,000 for each chain.

Document SCRS/2024/114 included the continuity run (S05) of the 2019 stock assessment and the preliminary reference case (S06) with several sensitivity analyses. Both models applied the total catch series of Atlantic yellowfin tuna between 1950 and 2022 (**Figure 3**) and 2 indices (**Tables 3** and **4**, **Figure 4**): the joint CPUE longline index for Region 2 (tropical area) and the EU Purse Seine fleet targeting free-swimming schools of adult yellowfin tuna. The continuity run S05 assumed the r prior as the 2019 JABBA stock assessment posterior distributions, which resulted in a r prior of $\log(r) \sim N(\log(0.154), 0.200)$ with a fixed input value of $B_{MSY}/K = 0.342$. The r prior for the preliminary reference case S06 was derived from the age-structured equilibrium model (ASEM, Winker *et al.*, 2019) using the reference point estimates in the 2024 Stock Synthesis preliminary reference case. This assumed an r prior of $\log(r) \sim N(\log(0.3740), 0.374)$ with a fixed input value of $B_{MSY}/K = 0.270$.

The Group pointed out that the Stock Synthesis preliminary reference case up weighted the joint longline index in Region 2 by a factor of 10. This decision was made after the 2024 Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (ICCAT, 2024), and the Group agreed with the change (section 3.1). However, the Group decided not to investigate this change during the meeting in the JABBA models.

4. Model diagnostics

4.1 Stock Synthesis

Stock Synthesis converged to a stable solution, with a negative log-likelihood consistent across the jittered parameter starting values (**Figure 8**). The final model gradient was 0.000089, lower than a target of 0.0001, and was considered acceptable for model convergence, particularly since the solution was stable across different starting parameter values.

The model showed a general lack-of-fit to the purse seine free school index, but relatively better fits to the acoustic buoy and joint-CPUE longline indices (**Figure 9**). The residual errors of the indices showed consistent centralized distributions, evidenced by the diagnostic runs test (**Figure 10**). A conflict in recent trend between the purse seine free school and all three regions joint-CPC longline indices was apparent (**Figure 9**), with a decline in the purse seine and an increase in the longline observed since 2019. Applying a 10-times likelihood weight to the joint CPUE longline index, which represents the most informative dataset on long-term spawner biomass across space and time, greatly improved the model fit to the time series, especially in the more recent years (SCRS/2024/110). Only the acoustic buoy index exhibited good predictive skill according to the hindcast analysis ($MASE < 1$; **Figure 11**).

Fits to the aggregated length composition (**Figure 12**) provided a primary diagnostic of model selectivity estimation. Overall, the reference case demonstrated an acceptable fit to the aggregated length composition data of all fleets. The annual residual patterns appeared mostly randomly distributed and deemed adequate for the major harvesting fleets, while the fleets with relatively smaller removals showed some non-random patterns in residuals (**Figure 13**). This was, in part, a result of shifting length composition over time not accounted for in time varied estimates and was particularly observed in fleets with multi-modal length compositions. Time blocks were not considered for fleets with sparse data (i.e. low sample size) because of concerns that the model may chase noise. Predictive skill of mean length was acceptable for Fleets 5, 11, 13-14, 17, and 19 ($MASE < 1$; **Figure 14**).

A list of model parameters is presented in **Table 8**, including estimated values, standard deviation, and prior distribution assumptions where necessary. Selectivity parameters were estimated with good precision, with select priors added to the spline (GradeLo and Val1) and double-normal (top-logit) parameters to improve model stability (**Table 8**). Growth parameters were well estimated without priors (**Figure 15**) and resulted in a growth curve very similar to the size-modified Richards curve published by Pacicco *et al.* (2021) and presented at the data preparatory meeting (**Figure 16**). Estimation of growth was possible due to the inclusion of conditional age-at-length, which was not modeled directly in the 2019 yellowfin tuna stock assessment (ICCAT, 2019).

Estimated recruitment deviates indicated high variability from year-to-year, with periods of lower than average predicted recruitments (prior to 1980 and 2003-2007) and periods where recruitment deviations were relatively high, including the most recent years (**Figure 17**).

Since the steepness (h) of the Beverton-Holt curve was fixed, the main productivity parameters estimated in Stock Synthesis were the average level of age-0 recruitment at unfished equilibrium spawning biomass (R_0) and σ_R . The likelihood profile of R_0 from the reference case indicated a maximum likelihood estimate near 11 (natural log scale), equivalent to approximately 60 million age 0 recruits, with slightly lower values supported by the length (10.6) and index (10.8) data (**Figure 18**). The likelihood profile of σ_R indicated a maximum likelihood estimate near 0.24, although the index and length data supported larger values while the age data supported lower values (**Figure 18**). Almost all data series supported estimates of steepness near the upper bound (**Figure 18**).

In the reference case for the current assessment, the spawning stock biomass was estimated to decline throughout the time series until the most recent three years (**Figure 19**). The scale of biomass estimates was very sensitive to the alternative data and parameter assumptions, which was also apparent in an age-structured production model sensitivity run (**Figure 20**; SCRS/2024/116). The recent spawning stock biomass trend was greatly influenced by the different indices as evidenced by the jackknife analysis because of conflicts in the most recent years, particularly between the purse seine free school and joint CPUE longline indices. Recent period biomass estimates increased when the PS free school index was removed, while it declined considerably when the joint CPUE LL index was removed (**Figure 21**).

Fishing mortality (reported as an exploitation rate in biomass) increased sharply between 1965 and 1982, and further increased between 2005 to 2015, with peak fishing mortality estimated in 2020 at a 13% exploitation rate (**Figure 22**). Since 2015, exploitation rate has remained between 10-13% of the stock biomass removed by fishing annually (**Table 9**, **Figure 22**).

Results from the retrospective analysis indicated strong directional patterns (**Figure 23**). Mohn's rho, which measures the severity of retrospective patterns, was equal to -0.139 and 0.21 for the SSB and F time series, respectively, which were just within and outside the acceptable range, respectively (-0.15 to $+0.20$; see Hurtado-Ferro *et al.*, 2015). As the last few years of data are removed, the model estimates of SSB are much lower, while estimates of F increase, although they appear to remain within the confidence interval of the model with data through 2022. It was noted that retrospective diagnostics were substantially better for the ratio reference of biomass and fishing mortality (to -0.062 and 0.230 for the SSB/SSB_{M_{SY}} and F/F_{M_{SY}} time series) compared to the absolute values (**Figure 23**).

The Group reviewed the proposed 9-model uncertainty grid (SCRS/2024/111) suggested by the technical team that included three natural mortality vectors and three values of steepness. All models achieved similar levels of likelihood without parameters hitting bounds. Overall, there are no major differences regarding the statistical performance, although the high M and low steepness scenarios did not converge in all the retrospective diagnostic peels. Retrospective patterns were less pronounced for lower M values, while recruitment deviate trends and convergence suggest higher values of M.

4.2 Surplus production models

4.2.1 mpb

A suite of diagnostics was used to evaluate the performance of the biomass dynamic model *mpb* to fit total catch and CPUE data. Overall, the model showed an acceptable distribution of residuals (**Figure 24**) and reasonable retrospective trends (**Figure 25**). However, a likelihood exploration showed that the model is converging to estimate biological parameters (r and K (carrying capacity)) that show a poorer likelihood than other options (lower penalty function, residual sum of squares), i.e. larger and darker points in **Figures 26 to 30**. Furthermore, the model shows the lowest penalty function at implausible biological values of r (<0.001). This was confirmed by the likelihood exploration for the estimated reference points and stock status.

The Group discussed options to improve these diagnostics but acknowledged that most of the options had already been explored. Overall, the Group noted that it is difficult for biomass dynamic models to fit the conflicting trends of the two abundance indices, probably because this model cannot use process error to improve the fit to the data. The Group decided to stop exploring this model and not use it for developing the management advice.

4.2.2 JABBA

The diagnostics included the JABBA-residual plot (Winker *et al.*, 2018), the Root-Mean-Squared-Error (RMSE) fit to the loess smoother of all residuals CPUE indices combined and the runs test to detect non-randomness in CPUE residuals (Carvalho *et al.*, 2017). The runs test diagnostic was applied to residuals of the CPUE fit on log-scale using the function “runs.test” in the R package tseries (Trapletti, 2011), considering the 2-sided p -value of the Wald-Wolfowitz runs test. A retrospective analysis ($n = 5$ years) and jackknife analysis on CPUEs were also provided.

The visual inspection of trace plots (Figure 3 in SCRS/2024/114) of the key model parameters showed good mixing of the four chains (i.e. moving around the parameter space). This also indicates convergence in the MCMC chains, and that the posterior distribution of the model parameters was adequately sampled with the MCMC simulations. A summary of posterior quantiles for parameters and management quantities of interest is presented in **Table 10**.

JABBA residual plots showed that distributions of residuals were similar between the preliminary reference case S06 and the continuity run S05 with RMSE values around 14%, which indicates a good fit to CPUE data (**Figures 31 and 32**). However, the two indices (Joint_LL_R2 and EU_PS_FS) showed an opposite trend in fitting for the most recent 4 years. Only the Joint_LL_R2 passed the runs test diagnostic for the preliminary JABBA reference case (S06) (**Figure 33**).

Plots of process error (**Figure 34**) deviates by year indicate that the models presented a similar stochastic pattern, with a pronounced negative trend after 2008, which stabilizes towards the end of the time series when observing the central tendency (e.g. median signal). The 95% Bayesian credibility interval (CI) always included zero, which might be considered statistical evidence for a non-significant effect of this trend.

The medians of the marginal posterior for r in S05 and S06 were 0.138 and 0.181, respectively (**Table 10, Figure 35**). The posterior distributions for K indicate that the input data were very informative about K (**Figure 35**) and the medians of the marginal posterior for K in S05 and S06 were 2,299,725 and 1,649,524 metric tons (**Table 10, Figure 35**). The shape of the production curve function for S06 (preliminary reference case) was skewed to the left indicating a more productive stock with a smaller carrying capacity compared to the ones for S05 (continuity run) (**Figure 35**).

Retrospective analyses were conducted over eight sequential years for S05 and S06 (**Figures 36 and 37**) did not show any systematic patterns, and the estimated Mohn’s rho (**Table 11**) fell within the acceptable range of -0.15 and 0.20 proposed by Hurtado-Ferro *et al.* (2015). However, the hindcasting cross-validation results suggest that none of the indices presented mean absolute scaled error (MASE) scores around one or less, which suggests these indices did not have good prediction skills (**Figure 38**).

The Jackknife analyses for S05 and S06 showed that removing the EU_PS Free school index (i.e. use only Joint_LL_R2) affected the stock status after 2010, resulting in less fishing mortality and stable biomass (**Figures 39 and 40**). While removing the Joint_LL_R2 affected the stock status in the recent 3 years resulting in lower B/B_{MSY} and higher F/F_{MSY} in S05 (**Figure 39**). In S06, the removal completely changed the fitting and stock status, however, the estimates were highly uncertain (**Figure 40**).

5. Model results

5.1 Stock Synthesis

All recommendations made by the Group at the data preparatory meeting were implemented in Stock Synthesis as stepwise, iterative model revisions from the continuity to a proposed reference case model (SCRS/2024/110). The effect of each revision on spawning stock biomass estimates is highlighted in **Figure 41**. Overall, the range of biomass scale estimates across the 2024 model revisions was notably larger than those observed in the 2019 uncertainty grid (**Figure 42**), highlighting the influence of alternative data and parameter assumptions on spawning stock biomass estimates.

While reviewing the step-by-step approach used to develop the reference model, a few questions were raised by the Group. First, the Group noted a large change in SSB trajectories, specifically a large reduction in SSB in the mid-1970s (**Figure 41**). This change resulted from removing the estimation of early recruitment deviations with estimation solely from 1974-2021 when length compositions and indices were available. Other technical questions centered around refinements to selectivity, in particular the declining slope parameter for the West purse seine fleet, where initial model runs were showing a clear misfit in the length compositions.

The Group questioned whether the Stock Synthesis model was more appropriate for feeding into the tropical tunas multi-stock MSE as opposed to providing management advice. The technical team responded that the model was thoroughly vetted and carefully developed considering the recommendations from the data preparatory meeting. The Group supported this observation by highlighting the major improvements over the 2019 Stock Synthesis model regarding improved diagnostic performance and better methodology for addressing uncertainty.

Much of the Group discussions focused on the application of the Monte Carlo analysis for the 2024 yellowfin tuna assessment. Given the nature of the uncertainty being considered in the assessment (e.g., natural mortality and steepness) it was noted that the Monte Carlo approach is an improvement over a structural uncertainty grid.

This additional analysis was considered a very useful addition to the process and the Group decided to prioritize the Monte Carlo analysis for estimating stock status and projected stock. In the case of the 2024 yellowfin tuna assessment, the Monte Carlo approach better encompasses uncertainty in key fixed parameters (namely natural mortality and steepness), and was considered an improvement over the 2019 assessment uncertainty grid. The Group recognized that this approach requires an established process, specifically decisions regarding which parameters to focus on and how to specify informative priors. The parameters chosen for yellowfin were M and h , which are often correlated. As a result, runs from the Monte Carlo analysis will require screening for inclusion in the final results (e.g., excluding models with poor convergence criteria and retaining only those with biologically plausible time series estimates). The Group noted that in cases where the uncertainty includes changes to the data and or data weighting (removals, indices, etc.) the uncertainty grid approach may better capture structural uncertainty.

The Group expressed interest in comparing the results of both the Monte Carlo analysis and the uncertainty grid approach but recognized this was a longer-term scientific exploration. Additional efforts are needed to set appropriate upper and lower limits for M for the uncertainty grid, especially in light of the independent M estimates discussed (SCRS/2024/121). Applying the Hamel and Cope (2022) approach for estimating M for use in an uncertainty grid could also help specify an appropriate distribution for M .

While discussing the grid approach, the Group considered the importance of weighting model runs and recommended further exploring this as a research recommendation for the Group and the SCRS.

5.2 *Surplus production models*

5.2.1 *mpb*

Noting the problems with the diagnostics, the Group decided not to include the results of the *mpb* model for developing the management advice.

5.2.2 *JABBA*

The trajectories of B/B_{MSY} in scenarios S05 and S06 showed continuous decreasing trends (**Figure 43**). F/F_{MSY} trajectories showed an increasing trend from the beginning of the time series, with some decreases around the late 2000s.

In the JABBA preliminary reference case S06, fishing mortality has been mostly below F_{MSY} and biomass has been above B_{MSY} during the stock assessment period. At the beginning of 2022, the median of B/B_{MSY} was 1.036 with a 95% credibility interval between 0.597 and 1.898 (**Table 10**), and the median of F/F_{MSY} was 1.052 (95% credibility interval: 0.381-1.97). The continuity run scenario (S05) showed slightly more pessimistic results for the same estimated benchmarks, the median of B/B_{MSY} was 0.781 with a 95% credibility interval between 0.493 and 1.224 (**Table 10**), and the median of F/F_{MSY} was 1.539 (95% credibility interval: 0.82-2.491).

The Group noted that even with the structuring of the process error, the state-space surplus production model adjusted using JABBA could not directly respond to the upward trend observed in the joint longline abundance index. The authors explained that this was caused by the strong conflict observed between the two abundance indices (Join_LL_R02 and EUPSFS) used in scenarios S05 and S06, mainly at the end of the time series.

6. Stock status and projections

6.1 *Synthesis of stock assessment results*

The Group reviewed and discussed the results by three stock assessment platforms: Stock Synthesis, *mpb*, and JABBA for the Atlantic yellowfin stock in 2024.

Although the models fitted using *mpb* showed relatively acceptable residual distributions and retrospective patterns, a more detailed exploration of the likelihood patterns in relation to the minimization of the likelihood function showed that the *r* and *K* parameters converged to biologically implausible values. In addition, it was difficult for the model to capture the change in trends observed in the most recent period of the relative abundance joint index. For these reasons, the Group chose not to utilize the *mpb* framework for the management advice.

The Bayesian surplus production models (JABBA) showed full convergence of the models and acceptable diagnostics. It was noted that the preliminary JABBA reference case showed an opposite trend in index fits for the most recent 4 years given equal weighting on the indices. The authors could investigate more JABBA scenarios by upweighting the index deemed better informed and with greater spatial-temporal coverage (i.e. the Joint LL index) to improve model fit to the long-term spawner abundance index. However, the Group considered the Monte Carlo framework applied in the Stock Synthesis models allowed for a fuller exploration of parameter uncertainty, the Group decided to only use Stock Synthesis for the management advice of the 2024 yellowfin tuna stock assessment.

6.2 Methodology to incorporate stock assessment model uncertainty

The Group discussed alternative methodological approaches (see section 5.1) to incorporate uncertainty in the influential fixed parameters of *M* and steepness (*h*) from the Stock Synthesis reference case. The Monte Carlo approach considers uncertainty around the main fixed parameters within the reference case model, and the results obtained from the Monte Carlo approach are weighted based on the probability distributions of the resampling method. The grid approach accompanied by multi-variate log-normal approximation has been used in the 2019 yellowfin tuna stock assessment and several other ICCAT stock assessments, e.g. Atlantic bigeye tuna, and Atlantic blue marlin.

The Group concluded that the Monte Carlo approach better encompasses uncertainty in the most influential fixed parameters (namely natural mortality and steepness) for the 2024 yellowfin tuna stock assessment, and it was considered an improvement over the 2019 assessment uncertainty grid. The Group recommended adopting this method for estimating stock status and projected yields.

Alternative values of *M* were randomly drawn (7,200 iterations) from a lognormal distribution (log mean = 0.3, stdev = 0.31) and values of *h* were drawn from a uniform distribution between 0.7 and 0.9. The Group agreed to filter to 4000 combinations of *M* and *h* (**Figure 44**) from the total iterations by excluding biologically implausible assumptions and non-converged runs.

The results of the Monte Carlo analysis showed a very broad range of stock status outcomes, depending on the values of *M* and *h* (**Figure 44**). The Group discussed the need to more appropriately characterize the confidence intervals of the management references. To identify plausible parameter combinations, the Group evaluated the proportion of random draws at each combination of *M* and *h* that produced acceptable diagnostics (with a non-significant trend in recruitment deviations over the time series) (**Figure 45**). The best performing models were encompassed within a confidence interval narrower than 95%. Therefore, an 80% confidence interval was selected to define the uncertainty in stock status.

6.3 2024 YFT Stock Assessment results

The 2024 yellowfin tuna stock assessment results were provided based on the Stock Synthesis model applying a Monte Carlo approach for the basis of the management advice. The trend in the spawning stock biomass (SSB) relative to the level that would produce MSY (SSB_{MSY}) shows a general continuous decline over time (**Figure 46**). The results indicated that spawning stock biomass has remained above SSB_{MSY} over the entire time series. The SSB/SSB_{MSY} in the last few years showed a slightly increasing trend.

Estimates of fishing mortality relative to F_{MSY} increased steadily until the early 1980s, and it varied at around 0.8 (F/F_{MSY}) until the early 2010s (**Figure 46**). The fishing mortality since the mid-2010s increased to F_{MSY} , but dropped in the recent 2 years (2021 and 2022). The median estimate of SSB_{2022}/SSB_{MSY} was 1.37 (80% confidence interval: 0.91 - 2.15), indicating the stock was not overfished in 2022. The median estimate of F_{2022}/F_{MSY} was 0.89 (0.40 - 1.46), indicating that overfishing was not occurring in 2022. The median MSY estimated is 121,661 t with 80% confidence intervals of 107,485 and 188,456 t (**Table 12**). The probability of the stock being in each quadrant of the Kobe plot in 2022 is provided in **Figure 47**. The corresponding probabilities are 58% of the 4000 trials occurred in the green (not being overfished not subject to overfishing), 23% were in the orange (subject to overfishing but not being overfished), and 18% in the red (being overfished and subject to overfishing).

6.4 Projections

The Group requested to conduct stock projections by applying the Monte Carlo approach assuming constant catch (i.e. landings plus dead discards) scenarios for the basis of the proposal on management advice on Atlantic yellowfin tuna.

The Group agreed to the following specifications for the projections:

- 2023 and 2024 catches set equal to the average of the last 3 years (2020-2022) at 141,805 t.
- Projections with different constant catch (landings and dead discards) scenarios started in 2025 and were run for 10 years and end year 2034.
- 14 different constant catch (landing + dead discards) scenarios, 0 catch and from 100,000 to 160,000 t with an interval of 5,000 t.
- For the projected constant catch scenarios (2025-2034) the proportions of catch by fleet and season used the average percentages between 2020 and 2022 estimated by the model.
- Projected annual recruitment is estimated from the Stock Synthesis reference case stock-recruitment curve (with recruitment deviations equal to zero). The relative proportions of annual recruitment by season were obtained from the Synthesis reference case model (2020-2021) and held constant for the projection period.
- Fleet selectivities for the projection period were equivalent to the average of the terminal 3 years (2020-2022) from the Stock Synthesis reference case.

Because this Monte Carlo projection method is time-consuming, the Group reviewed the deterministic projection results from the reference case Stock Synthesis model during the meeting (**Figure 48**). These provisional projections indicated that a catch greater than 130,000 t would result in overfishing by the end of the year 2034. The Group agreed to finalize the stochastic projections intersessionally and the final projection results, including the Kobe 2 strategy matrix, will be submitted as an SCRS document to the 2024 September Species Groups meeting.

7. Tropical tunas MSE process

7.1 Western skipjack (SKJ-W) MSE

Document SCRS/2024/115 document presented an update on the development and status of the Western Atlantic Skipjack Management Strategy Evaluation (W-SKJ MSE) process including the revisions in the operating models, in terms of dealing with multiple relative abundance indices, and management procedures, like tuning process and rules to lead with symmetric and/or asymmetric variations on TAC inter management periods were present. Operating models are now using a combined relative abundance index. This index is created from the distinct indices available (BB Brazil, PS Venezuela, LL USA GOM) and the empirical index-based (free-model based). The indices are weighted based on the inverse variance of each index. It was informed also that all candidate management procedures (CMPs) include now a tuning parameter that could allow the maximization of the yields at a desired level (e.g. as defined in the operational management objectives). It has also implemented a symmetrical and/or asymmetrical decision rule for both classes of MPs. The Group agreed and welcomed the advances presented in the W-SKJ MSE process.

Document SCRS/2024/122 described the Brazilian baitboat standardized index update and review. The authors highlighted that this index is associated with a major harvesting fleet that accounts for a high proportion of western skipjack landings and covers a relatively long period. Catch and effort data from the Brazilian baitboat fishery in the southwestern Atlantic Ocean, from 2000 to 2023, were included in this updated index. The standardization used a similar model structure as the last standardization work, a Bayesian Spatial-Temporal Hierarchical model using Integrated Nested Laplace Approximations with a Lognormal distribution. The estimated model showed an interesting poleward movements of the abundance of the stock over time. No change in the historical index trend was observed, and the updated recent years shown an increased trend in the relative abundance of western skipjack.

Once again, the Group highlighted the importance of the spatio-temporal model applications that make it possible to understand the movements of the stocks studied. This structuring makes it possible to understand possible responses to changes in the habitats of these species linked to the influences of climate change.

Document SCRS/2024/117 presented an update on the standardized index of relative abundance for skipjack tuna estimated from logbook data (1987-2023) using a delta lognormal generalized linear model (GLM) approach. Factors considered for the analysis were year, season, area, association with whales, association with whale sharks, seiner capacity, and help by baitboat. Diagnostic plots showed no significant departure from expected distributions. The standardized skipjack tuna catch rate index shows a declining trend since 2015, with a sharp drop for the last two years of the series (2022 and 2023).

This last point was of concern for the Group as it would indicate a substantial reduction in the stock size in a short period. It was noted that such a drop is not reflected in the other indices. The Group also pointed out that the estimated CVs are particularly high for those two years and considered the possibility of excluding those years or the complete index. For this reason, the Group requested the authors to present additional maps and plots during the meeting to check whether the drop in the last two years could be caused by a reduction in the coverage of the sampling area or a decrease of operations of the Venezuelan purse seiners in the area.

The new figures requested by the Group were presented by the authors and discussed during the meeting. **Figures 49 and 50** showed that in general, purse seine fleet spatial coverage of fishing sets in the Caribbean for the last 10 years has not changed considerably. There was a decrease in the total number of sets per year after 2017, and the spatial coverage of the fleet has been reduced only when compared with its fishing activities from 20 years ago. However, this does not explain the sharp decrease in the CPUE standardized index in the last 2 years (2022 and 2023). Also, skipjack total annual catches remained relatively stable during the period 2018-2023, as well as the number of total fishing sets. Furthermore, the coverage of the sampling area does not appear to be particularly different for 2022 and 2023. These matters require more detailed research about the factors influencing fleet dynamics. Considering this new information, the Group recommended that this issue be explored further in the future, particularly to include a deeper more comprehensive analysis of the Venezuelan purse seine fleet, to explore possible changes in fishing power. The Group did not find evidence to exclude the last two years of the standardized index from the Venezuela purse seine fleet.

Presentation SCRS/P/2024/095 provided a strict update of the US pelagic longline index, including three additional years of data (2021-2023) for western skipjack. The frequency of occurrence in recent years was close to 10% of observed sets, similar to the long-term average. No change in the historical index trend was observed with the updated data, and the most recent years indicated an increase in skipjack relative abundance since the last update.

7.2 Tropical tunas multi-stock MSE

The Group agreed to follow the empirical approach proposed in Document SCRS/2024/118 to characterize the impacts of climate change with both a linear change to growth and recruitment and changes in the form of regime shifts. In this regard, the development of sudden changes that are generally evaluated in robustness tests may not be appropriate for tunas, as these may be less affected by sudden changes in the environment, compared for example with the small pelagic stocks in the Pacific Ocean in the years when the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) produces drastic changes in the environment. However, there are studies (e.g. Báez *et al.*, 2011) that predict that tunas may be also affected by short-term environmental events like ENSO. The Group also noted the difficulties that the MP could have in reacting under a regime shift on recruitment due to the general lack of indices for young fish on most tuna stocks.

Document SCRS/P/2024/081 presented simulations that assumed that the total selectivity of the stocks does not vary when the fishing efforts of the different gears are modulated under the alternative harvest control rules. It was emphasized that the CMPs tested so far would provide catch limits for the three tropical tuna stocks assuming that catch proportions between fleets are held constant, but the model allows changes in catch proportions to be explored. However, the Group noted the potential to investigate different management options for mixed fisheries under different conditions, for example, changes in selectivity as well as to evaluate the estimated impact of hypothetical changes in fishing effort between free school and fish aggregating device (FAD)/FOB fishing mode within the PS fleets. It is acknowledged that the current MSE is not evaluating the feasibility and/or social-economic impacts of such changes to fishing effort.

The Group noted that the Commission has reiteratively requested scientific advice to reduce the fishing pressure on bigeye and yellowfin juveniles. The Group still needs to decide how to use this MSE (or other tools) to respond to these requests, and this requires a dialogue with the Commission to define management objectives.

7.3 Update MSE Roadmap

The Group reviewed and updated the roadmap of the two tropical tunas MSEs in light of the advances and new information presented at the meeting. In general, the updates rearrange existing tasks within a time frame that aligns better with the results recently presented and the remaining tasks (**Appendix 5**).

8. Workplan to prepare the Responses to the Commission

During the 2024 Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (ICCAT, 2024), the Group reviewed the spreadsheet of Active Responses maintained by the Secretariat and considered the comprehensive list of questions from Panel 1 listed in Appendix 4 of the Report of the Third Intersessional Meeting of Panel 1 in 2023. At that Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (ICCAT, 2024), the Group developed an intersessional workplan for 2024 to address the three pending requests for responses to the Commission contained in active ICCAT Recommendations, as well as actions to take with respect to the questions from Panel 1. The following subsections reflect the progress accomplished at the Yellowfin Tuna Stock Assessment Meeting and any updates to this 2024 intersessional workplan.

8.1 SKJ-W MSE (Res. 22-02, paragraph 4)

As part of the process for the development and adoption of a Management Procedure for SKJ-W, the SCRS should provide input to the Commission as referenced in the *Resolution by ICCAT on development of initial conceptual management objectives for western Atlantic skipjack* (Res. 22-02), para 4: "...Panel 1 will provide its recommendations for final management objectives for western Atlantic skipjack tuna, considering the SCRS input, to the Commission for consideration as part of the selection of a management procedure at its 2023 Annual Meeting or as soon as possible thereafter...".

As described in section 7.1 of this report, the Group reviewed the progress to date of the SKJ-W MSE and the plan for the completion of this work. The Group will prepare a response describing the progress of the SKJ-W MSE before the 2024 SCRS Plenary meeting. The workplan for the SKJ-W MSE has the objective of providing suitable CMPs to the Commission in 2024.

8.2 An update of the MSE Roadmap (Rec. 22-01, paragraph 62)

The Commission has requested, in the *Recommendation by ICCAT replacing Recommendation 21-01 on a multi-annual conservation and management programme for tropical tunas* (Rec. 22-01), para 62, that "...The SCRS shall refine the MSE process in line with the SCRS roadmap and continue testing the candidate management procedures...".

As described in section 7.3 of this report, the Group updated the MSE Roadmap. Updates to the MSE roadmap will be finalized at the September 2024 Tropical Tunas Species Group meeting and SCRS Plenary taking into consideration all ICCAT MSE processes.

8.3 Regarding advice on the maximum number of FAD sets (Rec. 22-01, paragraph 31)

The Commission has requested, in Rec. 22-01 para 31, that: "...With a view to establishing FAD set limits to keep the catches of juvenile tropical tunas at sustainable levels, in (2023) SCRS should inform the Commission about the maximum number of FAD sets which should be established per vessel or per CPC...".

The Group discussed alternative options to respond to the Commission request, concluding that one alternative would be addressed through analyses requiring high resolution fisheries statistics from each purse seine vessel fishing operation, with the estimates of catch composition, size distribution, and total catch, as well as the associated factors that may potentially affect catch rates (such as fishing mode, time, area, buoy type, associated biomass from echosounder signals, and or oceanographic variables). This information would permit estimating the average catch rate of an FAD set with confidence bounds and the associated factors that may explain the variability observed. These analyses would potentially allow to estimate the catch capacity per vessel type on a FAD/FOB for a given spatial-temporal structure model and optimize for example a given total catch, or the number of sets to reach a given catch, etc. It would also provide information on the relative fishing capacity of a given vessel/FAD to a selected "reference FAD fishing operation" and follow up on potential changes in fleet structure or FAD/FOB structures through a given period of time.

It would be important to ensure that each fishing operation is well monitored so that, to the extent feasible, estimates of catch composition, size distribution, and total catch reflect a single set and records whether the set is on a monitored FAD (i.e. active buoy), FAD/FOB random encounter, or other vessel associated operation.

The data that are available at the ICCAT Secretariat and provided by the CPCs is at best in 1x1 Lat-Lon spatial resolution and by month, and thus generally represent aggregated information from more than one FAD/FOBs fishing set operation. Also, the Catch and Effort (task 2CE) usually do not cover the total catch (Task 1 NC), and the size distribution of the catch (Task 2SZ, 2CAS) is not associated with a particular set. Therefore, with the data available in the Secretariat databases, it is not feasible to achieve these analyses.

Other options were discussed by the Group, which might still provide useful advice on this topic to the Commission. Such options included requesting CPC scientists to collect high-resolution data on the FAD/FOB operations of their CPC's PS fleet and carry out a similar analysis as described above. Another suggestion was that, if the required information is available in the Secretariat databases, the average catch per FAD/FOB set (without accounting for the various factors that might influence the catch rate) could be calculated from a subset of data, where FAD/FOB catches could be associated with a specific number of FAD/FOB sets.

The Group agreed to consider these alternatives and to develop a draft response in advance of the September 2024 Tropical Tunas Species Group meeting.

8.4 Panel 1 questions

With regard to the extensive list of questions from Panel 1 in Appendix 4 of the Report of the Third Intersessional Meeting of Panel 1 in 2023, the Group noted the number and complexity of the questions, as well as the fact that some questions may require further clarification from Panel 1. The SCRS Chair commented that, although there is a general intent to improve communication and collaboration between the SCRS and Commission, including being responsive to questions raised at intersessional meetings of ICCAT Panels when possible, the process by which these questions were developed (through correspondence over an extended period following the conclusion of the Panel 1 meeting) proved problematic. It may be advisable that future questions for the SCRS be raised and agreed to during the meetings of the Commission or its subsidiary bodies.

The Group noted that the Panel 1 questions could be roughly divided into three general categories: 1) questions related to numbers/limits of FADs or FAD/FOB sets (see section 8.3 above for the plan to address that topic); 2) proportion of juveniles in the catch and the impact of the FAD set moratorium; and 3) implications of changing overall selectivity (e.g. shifting catch proportions between fleets). The Group agreed that the best way to address these questions would be through the application of stock assessment models. In this way, the population numbers and stock dynamics could be considered.

The analyses to be carried out would include:

- Calculating relative fishing mortality by fleet/ fishing mode for all gears using Stock Synthesis model results.
- Describing the structure of the catch in age/size from the Stock Synthesis results.
- Comparing the results above with an analysis of the CAS.
- Examining the relative impact on the potential reproductive capacity of the stock (i.e. potential spawning stock biomass from each major gear).

The Group agreed to carry out these analyses for yellowfin tuna, using results of the stock assessment, during 2024 in advance of the September 2024 Tropical Tunas Species Group meeting. For bigeye tuna, these analyses would be carried out in 2025, following the planned BET stock assessment. To facilitate the 2025 analyses, the submission of CAS for bigeye, yellowfin and skipjack before the bigeye tuna data preparatory meeting will be noted in the 2025 Tropical Tunas Workplan and requested in the 2025 Statistical Call for fisheries data.

The Group agreed to form an Ad Hoc Sub-group (hereafter referred to as the Tropical Tunas Sub-group on Responses) to draft responses to the Commission. This Sub-group, open to all interested SCRS Scientists (as well as observers, as approved by the Yellowfin Tuna Rapporteur and supported by the SCRS Chair), would work intersessionally through correspondence or online meetings as appropriate. During this meeting, 19 meeting attendees agreed to participate in this Tropical Tunas Responses Sub-group.

9. Recommendations

9.1 Research and statistics

The Group recommended that resources be identified to develop a more systematic and reproducible approach for the estimation of catch-at-size (CAS), and noting the limitations of the current approach, also recommended that alternative methodologies be considered to address Commission requests that may currently require a CAS matrix.

The Group noted that available size frequency data are not fully representative of the dynamics of the ICCAT fleets and fisheries and that this could bias the results of the stock assessment models used to develop management advice. The Group recommended the development of a standard methodology to statistically reweight raw size frequency data to ensure they are as representative of fleet/fishery operations as possible. For this purpose, a dedicated SCRS workshop would be helpful.

The Group recommended that national scientists associated with the main tropical tunas purse seine fisheries address the research proposals proposed for responding to the Commission request on the maximum number of FAD sets or FAD deployments, providing SCRS documents for reviewing by the Tropical Tunas Species Group.

9.2 Management advice (YFT Executive Summary)

The Group recommended continued research into the approaches used in constant catch scenarios in projections, in particular: 1) time periods for stock projections that balance management needs, the biology of the species, and current stock status (including age structure of the population); 2) how to conduct projections when recent recruitment conditions are considered to be significantly different from an average or equilibrium conditions; and 3) screening criteria for the exclusion of runs under either the multivariate-lognormal (MVLN) or Monte Carlo simulations approaches.

The Group strongly supported efforts to identify and better incorporate the impacts of climate change on fish populations, and the continued evaluation of the robustness of management advice to the effects of climate change.

The Group continued to support and recommended capacity building initiatives to increase the number of scientists and managers who are able to participate and contribute to the development and implementation of Management Strategy Evaluations.

The Group recommended continued efforts to solicit specific input from the Commission on management objectives for the multi-stock MSE, including probabilities and timelines.

The Group noted that many Commission requests (e.g. impacts of past/potential regulatory actions) are most appropriately considered in a multi-stock context. Therefore, the Group strongly supported the continued development of the tropical tunas multi-stock MSE framework, and the communication of the capabilities of that framework to address important management questions.

10. Tropical Tuna Research and Data Collection Program (TTRaD)

10.1 Tropical Tuna Research and Data Collection Program update

Presentation SCRS/P/2024/094 provided an update on the workplan for the review of the Tropical Tuna Research and Data Collection Program (TTRaD). The plan is to pursue a comprehensive multi-year research programme. The Group agreed to continue to develop this plan in 2024 according to the following steps: 1) continuing to populate the template with the Group and species leads; 2) adding detail about what the work will entail including the outputs in the short, medium and long-term; 3) factoring in outputs and work plans for other relevant projects; 4) developing relevant ToRs for 2025 work; and 5) finalizing the plan at the Tropical Tunas Species Group meeting in September 2024. A request was made to the Group for any new contributors to contact the Tropical Tunas Species Group Coordinator to help with intersessional developments of the plan.

Linked to discussions about tropical tunas research activities under the ICCAT TTRaD and other relevant programmes, a presentation was provided to the Group from the ITUNNES project (Improving tropical TuNa biological knowledge for eNd-usErS). Some of the research objectives of the ITUNNES project are closely related to the ICCAT identified research needs for Atlantic tropical tunas and the Group highlighted the potential for coordination of respective research needs and sampling programmes. The Group noted the potential scientific

benefits for both programmes with the active participation and collaboration of ICCAT CPCs that are not currently part of the ITUNNES consortium, in particular for sampling and observations from the western Atlantic region. It was highlighted especially the research activities on tropical tuna age and growth of tropical tunas, noting that there are ongoing research projects in the ICCAT TTRaD and the need to avoid potential duplication of efforts/funding in both programmes.

10.2 Ongoing activities and future planning

An update was provided to the Group on ongoing tropical tunas data collection and routine ageing of samples by the Oceanographic Research Center of Dakar-Thiaroye (CRODT). Since 2019, hard part processing and reading has been undertaken by CRODT, including samples from fish marked with oxytetracycline (OTC). Recent processing of historical and new tropical tuna samples (including yellowfin and bigeye tuna < 40 cm SFL) has meant that over 135 hard parts have been processed by CRODT to date. Preliminary results were highlighted. The research team involved in this work agreed to provide an update to the Tropical Tunas Species Group at the September 2024 meeting.

The Group noted that there are a number of outstanding Terms of Reference (ToRs) which need drafting and circulating in the coming weeks, including the extension of age and growth sampling, and the coordination of an MSE workshop for managers and scientists. The Group provided feedback on the ToRs, with revisions made to the age and growth ToRs to reflect a focus on bigeye tuna data collection and analyses ahead of the bigeye tuna stock assessment proposed for 2025. The ToRs for the MSE workshop(s) were discussed, with updates requested to ensure that the next MSE workshop focuses on a more applied approach to training with practical tropical tunas MSE examples rather than theory. The tropical tuna officers agreed to update and draft the ToRs in line with the advice provided by the Group.

With regard to the 2025 ToRs to be presented at the September 2024 Species Group meeting, the Group reflected on the funding approved by the Commission in 2023 for 2024/2025 ICCAT Research Activities (Appendix 2 to Annex 7 to the *Report for Biennial Period, 2022-23 Part II (2023), Vol. 1*). The Group recommended further discussions about the funding constraints applied to species group data collection and research programmes and requested the Commission consider further flexibility to maximize utilization of funds for the multi-year research programmes required to address priorities for highly migratory species, including tropical tunas.

The Group maintains the recommendation from 2023 for the Ghana capacity building on fisheries statistics. The Secretariat noted that for this request that has financial implications, there have been identified additional funding sources that can support the proposal. Initial contacts with the Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (the French National Research Institute for Sustainable Development) and Ghana scientists are ongoing for this workshop to take place by the end of 2024.

11. Other matters

There were no other matters discussed during the meeting.

12. Adoption of the report and closure

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

References

- ICCAT. 2019. Report of the 2019 ICCAT Yellowfin Tuna Stock Assessment Meeting (Grand-Bassam, Cote d'Ivoire, 8-16 July 2019). ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap., Vol. 76(6): 344-515.
- ICCAT. 2024. Report of the 2024 ICCAT Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (hybrid/Madrid, Spain, 8-12 April 2024). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 81(2), SCRS/2024/002: 1-109 (2024).
- Báez J. C., Urbina M.O., Real R., Macías D. 2011. Cumulative effect of the North Atlantic Oscillation on age-class abundance of albacore (*Thunnus alalunga*). J. Appl. Ichthyol., 27: 1356–1359. doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01799.x.
- Carvalho F., Punt A.E., Chang Y.J., Maunder M.N., and Piner K.R. 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? Fisheries Research, 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. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. Fisheries Research, 240: 105959. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105959>.
- Caverivière A., Conand F., Suisse de Sainte Claire E. 1976. Distribution et abondance des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental. Étude des données de 1963 à 1974. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Vol. VII, n°2, Décembre : 49-70.
- Diaha N.C., Zudaire I, Chassot E., Barrigah D.B. Irie, Y.D. Gbeazere D.A., Kouadio D., Pecoraro C., Romeo M.U., Murua H., Amande M.J., Dewals P., Bodin N. 2016. Annual monitoring of reproductive traits of female yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. ICCAT Collect. Vol.Sci. Pap., Vol. 72 (2): 534–548.
- Francis R.I.C.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68: 1124–1138. <https://doi.org/10.1139/f2011-025>.
- Gaertner D., Guéry L., Goni N., Amande J., Alayon P.P., N'Gom F., Pereira J., Addi E., Ailloud L. and Beare D. 2022. Tag-shedding rates for tropical tuna species in the Atlantic Ocean estimated from double-tagging data. Fisheries Research, 248:106211.
- Hamel, O.S, Cope J.M. 2022. Development and considerations for application of a longevity-based prior for the natural mortality rate. Fisheries Research, 256: 106477. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106477>.
- Hoyle S.D., Leroy B.M., Nicol S.J. and Hampton W.J. 2015. Covariates of release mortality and tag loss in large-scale tuna tagging experiments. Fisheries Research, 163: 106-118.
- 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. 2015. Looking in the rearview mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. ICES Journal of Marine Science 72(1): 99–110. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>.
- Kaplan D., Morón-Correa G., Ramos Alonso M.L., Duparc A., Uranga J., Floch L., Rojo Méndez V., Pascual Ayón P., Merino G. 2024. Standardized CPUE abundance indices for adult yellowfin tuna caught in free-swimming school sets by the European purse-seine fleet in the Atlantic Ocean, 1993-2022. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 81(2), SCRS/2024/041: 1-54.
- Kell L. 2016. mpb 1.0.0. A package for implementing management procedures, that can be simulation testing using Management Strategy Evaluation. <https://github.com/laurieKell/mpb>.
- Methot R.D., Taylor I.G. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(10): 1744–1760. <https://doi.org/10.1139/f2011-092>
- Methot R.D., Wetzel C.R. 2013. Stock Synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142: 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.10.012>

- Methot R.D., Wetzel C.R., Taylor I.G. Doering K. 2024. Stock Synthesis User Manual Version 3.30.22.1. NOAA Fisheries, Seattle Washington. 256 pp.
- Then A.Y., Hoenig J.M., Hall N.G., Hewitt D.A. 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES (International Council for the Exploration of the Sea) Journal of Marine Science, 72: 82–92.
- Trapletti A. 2011. tseries: Time series analysis and computational finance. R package version 0. 10-25. <http://CRAN.R-project.org/package=tseries>.
- Pacicco A.E., Allman R.J., Lang E.T., Murie D.J., Falterman B.J., Ahrens R., Walter III J.F. 2021. Age and growth of yellowfin tuna in the US Gulf of Mexico and western Atlantic. Marine and Coastal Fisheries, 13 (4): 345-361. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10158>
- Plummer M., 2003. JAGS: a program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. In: 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing (DSC 2003). Vienna, Austria.
- Winker H., Carvalho F. and Kapur M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. Fisheries Research, 204: 275–288.
- Winker H., Carvalho F., Sow F.N., Ortiz M. 2019. Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: An application to Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*). ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap., 76 (4): 219-234.

RAPPORT DE LA REUNION ICCAT D'EVALUATION DU STOCK D'ABACORE DE 2024

(hybride, Madrid, Espagne, 8-12 juillet 2024)

1. Ouverture, adoption de l'ordre du jour, organisation de la réunion et désignation des rapporteurs

La réunion hybride s'est tenue en présentiel au Secrétariat de l'ICCAT à Madrid (Espagne) et en ligne, du 8 au 11 juillet 2024. La Dre Shannon Cass-Calay (États-Unis), rapporteuse du Groupe d'espèces sur l'albacore et Présidente de la réunion, a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants (« le Groupe »). Au nom du Secrétaire exécutif, le Dr Miguel Neves dos Santos, Secrétaire exécutif adjoint, a accueilli les participants et leur a souhaité beaucoup de succès dans leur réunion.

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 présentés à la réunion sont joints à l'**appendice 4**. Les participants suivants ont assumé les fonctions de rapporteur :

Points	Rapporteurs
Points 1, 12	M. Ortiz
Point 2a	R. Forselledo,
Point 2b, 2c	F. Fiorello, C. Mayor, M. Ortiz, A. Kimoto
Point 2d	S. Sagarese, A. Kimoto
Point 3a, 4a, 5a	M. Lauretta, S. Sagarese, D. Courtney, A. Kimoto
Point 3b, 4b, 5b	R. Sant'Ana, G. Merino, G. Correa, M. Narváez, A. Kimoto
Point 6	S. Cass-Calay, A. Kimoto, M. Ortiz
Point 7a, 7b	R. Sant'Ana
Point 7c	G. Merino, A. Urtizberea
Point 7d	S. Cass-Calay, R. Sant'Ana, G. Merino
Point 8	C. Brown, S. Wright
Points 9, 11	S. Cass-Calay
Point 10	S. Wright

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

2.1 Biologie

Le document SCRS/2024/121 présentait les estimations des taux de mortalité naturelle et de mortalité par pêche obtenues du jeu de données de marquage conventionnel du Programme de marquage des thonidés tropicaux dans l'océan Atlantique (AOTTP). Les données de récupération de marques ont été analysées en utilisant des modèles de Brownie paramétrés en termes de taux instantanés de mortalité par pêche (F) et de mortalité naturelle (M), avec la fenêtre de mélange et les taux de déclaration de marques et de perte de marques issus de travaux précédemment publiés. Le taux de mortalité totale (Z) a été estimé à 0,44/an, M étant estimée à 0,35/an et F à 0,09/an.

Le Groupe a reconnu l'intérêt des résultats de cette étude compte tenu de l'importance de la mortalité naturelle pour l'évaluation du stock de cette espèce. Le Groupe a également souligné la très haute importance du résultat des recherches obtenu de l'AOTTP, confirmant l'importance des programmes de recherche de l'ICCAT.

Une question a été posée en ce qui concerne la mortalité induite par le marquage car d'autres études menées dans d'autres océans tiennent compte de valeurs bien plus élevées (Hoyle *et al.*, 2015). Phi (Φ) dans le modèle est la probabilité qu'un animal survive à toute mortalité induite par la perte de marque initiale et à toute mortalité induite par le marquage initial. L'auteur a noté que l'AOTTP ne dispose pas d'informations sur la mortalité induite par le marquage qui est donc supposée négligeable. Le taux de perte de marque utilisé dans l'étude (3%), basé sur Gaertner *et al.* (2022), représente la probabilité de perdre la marque à court terme. Un scénario de sensibilité étudiant une valeur de mortalité induite par le marquage plus élevée (37%), observée dans d'autres études, a été réalisé.

Le Groupe a noté qu'il existe d'autres incertitudes, y compris des taux de déclaration probablement inférieurs affectant les plus grandes classes de tailles essentiellement capturées avec d'autres engins de pêche. L'auteur a convenu que cela était une source d'incertitude et a expliqué que le taux de déclaration est probablement inférieur pour des engins de pêche comme la palangre et que, suite à la clôture de l'AOTTP, les campagnes de sensibilisation et la couverture du personnel sont plus limitées pour encourager la déclaration des récupérations de marques. Toutefois, afin d'en tenir compte, une analyse de sensibilité a été réalisée étudiant un taux de déclaration inférieur (60%) qui n'a pas donné lieu à des changements majeurs de la M résultante. L'étude identifiait aussi d'autres sources d'incertitude qui devraient être prises en considération.

L'auteur a été consulté sur l'analyse des informations historiques du marquage pour estimer la M variable dans le temps et il a indiqué que des informations sont disponibles sur ce marquage. Cependant, ces informations ne comportent pas d'estimations des taux de déclaration et il serait donc difficile de les utiliser ou de les combiner aux données d'entrée de l'étude. Un grand nombre de postulats et d'analyses de sensibilité devraient être effectués lors de l'utilisation des informations historiques. Le développement de l'AOTTP a étudié de nombreuses variables pour atteindre les objectifs du programme. Malgré toute cette planification, de nombreux problèmes se sont posés consécutivement à des événements imprévus.

Le Groupe a noté que même si les résultats présentés n'avaient pas été utilisés en tant que données d'entrée dans l'évaluation du stock actuelle, la valeur estimée de M était similaire aux postulats sur M utilisés dans l'évaluation et qu'elle peut être utilisée pour confirmer ou rejeter les différentes hypothèses utilisées. Il a été signalé que cette estimation de M était obtenue de poissons généralement plus jeunes (âges 1-4) et qu'elle est donc légèrement inférieure à l'estimation de M utilisée dans l'évaluation après avoir appliqué la mise à l'échelle de Lorenzen. Les intervalles de confiance de M et Z ont également été discutés et il a été expliqué qu'ils étaient étroits en raison des stricts postulats de l'analyse.

Le document SCRS/2024/124 présentait une comparaison des estimations de l'âge en utilisant différentes pièces dures du même spécimen, incluant les otolithes, les épines et les vertèbres. L'étude partait du principe que la source d'estimations de l'âge « correcte » était les otolithes et les comparait aux estimations réalisées à partir des épines et des vertèbres. Au niveau des épines et des vertèbres, une seule bande est déposée par an comme dans le cas des otolithes. Sur la base du biais et des indices de précision et des courbes de biais, l'otolithe serait la meilleure structure pour estimer l'âge de l'albacore. Les résultats indiquaient des estimations de l'âge similaires pour des poissons jusqu'à 5 ans pour les 3 structures utilisées. Toutefois, pour les poissons plus âgés/grands, il a été conclu qu'il y a une importante sur-estimation de l'âge, de 5 à 7 ans, à partir de la lecture des épines (**figure 1**), et une sous-estimation de l'âge à partir des vertèbres de poissons de 7 et 9 ans par rapport aux otolithes (**figure 2**).

Le Groupe a favorablement accueilli la présentation de cette importante étude. En ce qui concerne l'utilisation des épines, il a été demandé aux auteurs si les lectures des marques avaient été corrigées compte tenu des marques manquantes dues à la réabsorption dans la zone centrale des épines. Les auteurs ont indiqué qu'il a été observé que la réabsorption commençait même chez de petits spécimens (40 cm SFL) et que les plus grands spécimens ont des zones de réabsorption majeures et que les lectures deviennent donc plus complexes. Toutefois, dans l'étude, si une réabsorption était observée, les lectures étaient corrigées en utilisant un facteur de correction estimé provenant de spécimens de poissons qui présentaient une réabsorption minimale voire nulle.

Il a été noté que les otolithes étaient fréquemment la principale structure utilisée pour l'estimation des âges et les études sur la croissance. Cependant, au vu des résultats de cette étude pour l'albacore de l'Atlantique, il pourrait être utile d'utiliser d'autres structures (vertèbres et épines), compte tenu des gammes de tailles/d'âges pour lesquelles des résultats similaires étaient constatés. Cela pourrait être avantageux ou envisagé dans les programmes de recherche étant donné que les structures dures comme les échantillons d'épines et de vertèbres sont généralement plus faciles à obtenir sur le terrain que les otolithes. Cette étude fournissait également des facteurs de correction potentiels entre les différentes structures dures utilisées pour l'albacore. Avec ces informations, le Groupe pourrait recommander l'utilisation de ces autres structures pour les études sur l'âge et la croissance.

2.2 Captures

Le Secrétariat a fait rapport sur les travaux intersessions réalisés à l'issue de la réunion de préparation des données pour cette espèce (SCRS/P/2024/087).

Le Groupe a été informé que les jeux de données de la tâche 1 et de la tâche 2 avaient été actualisés avec les informations reçues jusqu'au 30 juin 2024, et que ces nouvelles données généraient presque exclusivement des registres additionnels de captures nominales et de fréquences de tailles (y compris de prise par taille (CAS)) pour 2023, qui étaient toujours considérés préliminaires et qui n'ont pas été inclus dans l'évaluation.

Par conséquent, le Groupe a confirmé que les modélisateurs pourraient utiliser les jeux de données de la tâche 1 et de la tâche 2 fournis à la fin de la réunion de préparation des données du mois d'avril 2024. Le **tableau 1** reflète les captures nominales totales d'albacore au cours de la période 1950-2023.

Le document SCRS/2024/039 examinait les données de capture par flottille et d'échantillonnage des tailles de l'albacore de l'Atlantique à utiliser par le Secrétariat dans les modèles d'évaluation du stock. Les données de captures et de tailles ont été révisées et estimées pour l'identification de la structure des flottilles utilisée lors de l'évaluation du stock d'albacore de 2019.

Le document SCRS/2024/119 étudiait les données de capture et d'effort pour le thon obèse et le listao de la flottille palangrière mexicaine dans le Golfe du Mexique. La révision des données soumises à l'ICCAT se base sur les données du programme national d'observateurs couvrant la période 1993-2021. D'importantes divergences ont été constatées entre les données observées et déclarées à l'ICCAT pour les années antérieures à 2002.

Le Groupe considère que les actualisations constituent de meilleures informations et recommande de les inclure dans les bases de données de l'ICCAT pour remplacer les informations précédentes. Il a été noté que les captures actualisées de listao de l'Ouest étaient minimales et ne modifiaient pas, dans une grande mesure, les données d'entrée des séries de captures utilisées pour les modèles opérationnels de l'évaluation de la stratégie de gestion (MSE) pour le listao de l'Ouest.

2.3 Taille

Le document SCRS/2024/120 présentait les estimations actualisées de la prise par taille (CAS) pour la flottille palangrière chinoise ciblant les thonidés tropicaux dans l'Atlantique de 2015 à 2021. Cette actualisation faisait suite à une demande visant à ce que les CPC ciblant les espèces de thonidés tropicaux renforcent leur estimation de prise par taille (T2CS) pour l'évaluation du stock d'albacore.

La présentation SCRS/P/2024/088 mettait à la disposition du Groupe les données de prise par taille les plus récentes de 1960 à 2022. Elle détaillait la méthodologie de calcul et les étapes proposées vers une approche plus systématique ou automatisée.

2.4 Structure des flottilles

Au cours du développement de Stock Synthesis (SCRS/2024/110), la structure des flottilles a été légèrement modifiée par rapport aux recommandations de la réunion de préparation des données (ICCAT, 2024) afin de mieux s'aligner sur la structure des flottilles de la MSE multi-stocks pour les thonidés tropicaux (**tableau 2**). Plus précisément, les flottilles de senneurs sur bancs libres et associées aux objets flottants (FOB) ont été révisées en flottilles individuelles avec des observations saisonnières, au lieu de quatre flottilles séparées chacune par saison. Le Groupe a convenu des changements visant à passer de 25 à 19 flottilles dans le modèle Stock Synthesis.

3. Méthodes et configurations du modèle

3.1 Stock Synthesis

Le Groupe a pris connaissance d'une évaluation initiale du stock d'albacore de l'Atlantique utilisant Stock Synthesis 3.30.18 (Methot et Wetzel, 2013) (SCRS/2024/110) qui intégrait les recommandations de la réunion de préparation des données sur l'albacore de 2024 (ICCAT, 2024). Les principaux changements par rapport aux recommandations de la réunion de préparation des données incluaient :

- Augmenter le coefficient de variation (CV) des données d'entrée de capture, de 0,01 à 0,02, pour obtenir un meilleur ajustement du modèle.
- Réduire le nombre de flottilles, de 25 à 19, pour mieux s'aligner sur la structure des flottilles de la MSE multi-stocks pour les thonidés tropicaux (**tableau 2**) et mieux rendre compte de la croissance au cours des saisons.
- Ajustement à la période la plus récente de 1979-2022 pour l'indice conjoint de la capture par unité d'effort (CPUE) palangrière pour l'Atlantique tropical (région 2), en pondérant cet indice à la hausse par 10.
- Estimer la croissance dans Stock Synthesis conjointement avec les données d'entrée d'âge, comme l'âge par taille conditionnel, et améliorer le paramètre de taille à l'âge minimum (L à A_{MIN})
- Améliorer les schémas de sélectivité, les blocs temporels et les valeurs de sélectivité précédentes pour certaines flottilles, y compris en reflétant moins de flottilles que recommandé.

Un modèle saisonnier a été élaboré couvrant la période 1950-2022 (**figure 3**), le stock commençant dans un état vierge et non-exploité.

Trois indices d'abondance ont été modélisés (**tableaux 3 et 4, figure 4**), 1) l'indice conjoint de la palangre des CPC de la région 2 (Atlantique tropical) (1979-2022) ; 2) l'indice des bouées échosondeurs acoustiques associées aux FOB (2010-2022, de façon saisonnière) ; et 3) l'indice des senneurs sur bancs libres (1993-2022, de façon saisonnière). Il a été postulé que l'indice conjoint de la palangre avait une sélectivité équivalente à celle de la flottille palangrière japonaise dans l'océan Atlantique tropical (flottille 11). Il a été postulé que l'indice des bouées acoustiques avait la même sélectivité que la flottille de senneurs opérant sur FOB (flottille 4), et que l'indice de senneurs sur bancs libres avait la même sélectivité que la flottille de senneurs opérant sur bancs libres (flottille 3). Tous les indices ont été mis à l'échelle à une moyenne de 1, et les CV des indices pour l'indice de senneurs sur bancs libres et l'indice des bouées échosondeurs acoustiques ont été mis à l'échelle à un CV moyen de 0,2 tout en retenant la variabilité interannuelle estimée par les modèles de standardisation.

Le Secrétariat a fourni les données de taille pour chaque flottille, année et saison, après avoir mis à jour les données des CPC à l'issue de la réunion de préparation des données (**figure 5**). Les compositions par taille ont été entrées en tant que nombre de poissons observés par intervalle de tailles de 4 cm. Les tailles des échantillons effectives étaient équivalentes au logarithme naturel du nombre d'observations afin de réduire l'effet de pseudo-réplication dans l'échantillonnage et réduire la pondération des données de tailles dans la vraisemblance globale du modèle.

Le postulat sur la croissance a été modifié par rapport à l'évaluation de 2019 et modélisé en tant que courbe de croissance de Richards, conformément aux conclusions et recommandations de Pacicco *et al.* (2021) (**tableau 5**). La croissance a été estimée dans Stock Synthesis sans les distributions à priori des paramètres en utilisant les données d'âge par taille conditionnel (**figure 6**) disponibles pour la période 2007-2021 pour les flottilles 13 (palangre Nord Autre) et 17 (RR US). Le poids (kg) a été estimé à partir des facteurs de conversion de la longueur droite à la fourche (cm) actuels du SCRS $W = 2,1527 \times 10^{-5} * SFL^{2,976}$ (Caverivière, 1976).

Les postulats sur la maturité et la fécondité demeurent inchangés par rapport à l'évaluation de 2019. La fécondité a été modélisée comme une fonction directe du poids corporel de la femelle. La maturité par taille se basait sur Diaha *et al.* (2016), avec une maturité de 50% à 115,1 cm de longueur droite à la fourche (SFL). Il a été supposé que le sex-ratio était de 50:50 mâles-femelles. La date de naissance a été ajustée au premier mois de chaque saison (janvier, avril, juillet, octobre).

Comme détaillé dans le Rapport de la réunion de préparation des données sur l'albacore de 2024 (ICCAT, 2024), les postulats de la M spécifique à l'âge ont été modifiés par rapport à l'évaluation de 2019, en se basant sur de nouvelles informations sur la régression (Hamel et Cope, 2022) utilisées pour estimer l'échelle de M aux âges plus avancés. Une valeur de mortalité naturelle de 0,3 a été attribuée à l'âge 7 (M de référence), conformément à l'estimateur de M de Hamel et Cope (2022) et en postulant un âge maximum de 18. Ce traitement diffère de l'évaluation du stock de 2019 où la M de référence de 0,30 se basait sur l'estimateur de M de Then *et al.* (2015) (ICCAT, 2019) postulant un âge maximum de 18.

La sélectivité basée sur la taille a été estimée pour les flottilles en s'écartant quelque peu des recommandations de la réunion de préparation des données. La sélectivité a été estimée directement pour 17 des 19 flottilles, en postulant une fonction spline cubique pour les flottilles 1-5 afin de modéliser la bimodalité des observations de composition par taille. Les flottilles 6-10, 12-13 et 15-19 ont été modélisées en tant que fonctions normales doubles et il a été postulé que les flottilles 11 et 14 avaient une sélectivité logistique asymptotique (**tableau 2**). Les flottilles 9 (BB Açores Nord) et 16 (HL Brésil) ont été mises en miroir sur la flottille 8 (BB Dakar fin de période), étant donné que les données de composition par taille étaient limitées pour ces flottilles. La sélectivité par âge a été déduite par Stock Synthesis, en se basant sur la sélectivité par taille des flottilles estimée par le modèle.

La relation stock-recrutement suivait une fonction de Beverton-Holt avec un recrutement vierge (R_0) et un écart type du recrutement moyen à l'échelle logarithmique (σ_R) librement estimé. La pente a été fixée à 0,8 pour le cas de référence mais une analyse Monte Carlo incluait une distribution aléatoire uniforme entre 0,7 et 0,9 pour évaluer des valeurs alternatives, de façon similaire à l'analyse réalisée sur M. Les écarts du recrutement annuels ont été estimés pour la période 1974-2021. Avant 1974, le recrutement était déduit de la relation stock-recrutement estimée. La correction du biais log-normal ($-0.5\sigma^2$) pour la moyenne de la relation stock-recrutement a été appliquée avec une rampe de correction du biais, tel que recommandé par Methot et Taylor (2011). Le recrutement annuel total estimé a été distribué sur les quatre saisons selon des allocations saisonnières estimées dans le modèle.

Les ajustements de la variance des composantes des données de taille suivaient la méthode de Francis (2011). La pondération relative des données suivait les mêmes postulats que dans l'évaluation du stock de 2019 (ICCAT, 2019), avec une valeur de pondération de 50% ($\lambda = 0,5$) appliquée aux données de composition par taille et une valeur de pondération de 100% ($\lambda = 1$) appliquée aux indices d'abondance. Un écart majeur par rapport au modèle d'évaluation du stock de 2019 et à la recommandation de la réunion de préparation des données était de pondérer à la hausse ($\lambda = 10$) l'indice conjoint de la palangre de la région 2 afin d'améliorer l'ajustement du modèle à la série d'abondance à long terme. Le Groupe a étudié cette décision et a convenu qu'elle constituait une importante amélioration du modèle.

Dans l'ensemble, le modèle estimait 173 paramètres, composés de 114 paramètres de sélectivité, 2 paramètres du stock-recrutement, 6 paramètres de croissance, 3 allocations saisonnières du recrutement et 48 écarts du recrutement. Les écarts types des paramètres du modèle ont été dérivés de la matrice variance-covariance. Il a été noté que les estimations de la biomasse du stock reproducteur (SSB) fournies par le modèle renvoient au début de l'année et que la mortalité par pêche renvoie aux taux de mortalité tout au long de l'année.

Afin d'évaluer l'effet de postulats de M alternatifs, une analyse de rééchantillonnage de Monte Carlo a été réalisée avec 4.000 valeurs de M aléatoires tirées d'une distribution lognormale ($\log(\text{mean})=0,3$, écart type = 0,31) et le cas de référence du modèle itéré en postulant ces valeurs de M alternatives (**figure 7**).

Un scénario du modèle de continuité a été élaboré à des fins de comparaison avec l'évaluation du stock de 2019 en se basant sur les mêmes postulats biologiques. Des analyses de sensibilité supplémentaires ont été fournies basées sur le cas de référence préliminaire, incluant des analyses du modèle de production structuré par âge (ASPM) (SCRS/2024/116), en retirant les indices d'abondance un par un (SCRS/2024/110), en supprimant les écarts du recrutement, en pondérant à la baisse l'indice des senneurs européens sur bancs libres et en retirant les données de fréquences de tailles des 5 dernières années (2018-2022) (SCRS/2024/111).

Le document SCRS/2024/111 étudiait également une grille d'incertitude de 9 modèles avec une combinaison croisée de postulats alternatifs fixes sur la mortalité naturelle ($M = 0,25, 0,3$ et $0,35$) et la pente ($h = 0,7, 0,8$ et $0,9$). Les estimations de la mortalité naturelle de 0,25, 0,3 et 0,35 correspondent aux âges maximums pour la population de 21,6, 18 et 15,4 ans, respectivement. Ces scénarios alternatifs de la grille d'incertitude proposée sont répertoriés au **tableau 6**. Les diagnostics des modèles incluaient des analyses rétrospectives, des tests des scénarios sur les CPUE et les données de taille et des scénarios Jackknife en retirant chaque indice d'abondance, en suivant l'approche proposée par Carvalho *et al.* (2021).

Le Groupe a reçu des suggestions techniques pour l'application de Stock Synthesis, concernant essentiellement les paramètres de sélectivité et de recrutement pour le modèle de référence préliminaire afin d'améliorer le paramétrage :

- Pour le type de sélectivité 27 (spline cubique), fixer l'une des valeurs du nœud des paramètres de sélectivité, tel que recommandé dans le manuel de Stock Synthesis (Methot *et al.*, 2024).
- Prévoir des écarts du recrutement variables dans le temps entre les saisons, qui sont actuellement maintenus constants dans le temps dans le modèle de référence (c.-à-d. la proportion relative du recrutement est constante entre les saisons, ce qui ne suppose aucune variation dans la saison du frai au fil du temps).
- Des modifications supplémentaires ont été recommandées basées sur les meilleures pratiques, y compris l'utilisation d'une spline cubique naturelle, l'approche multinomiale de Dirichlet pour la pondération des données, l'estimation des écarts du recrutement sans la contrainte explicite de somme nulle et l'utilisation d'un paramètre spécifique aux flottilles/une méthode F hybride.
- Des améliorations de l'estimation de la sélectivité en incluant une sélectivité variable dans le temps pour les flottilles avec un âge par taille conditionnel et des marches aléatoires à la place de blocs.

Ces recommandations ont été favorablement accueillies et étudiées par le Groupe. Faisant suite à un examen approfondi, il a décidé que le modèle de référence estimerait les cinq valeurs du nœud des paramètres de sélectivité pour chaque flottille pour permettre une certaine souplesse dans l'estimation des modèles (croissance, par exemple) tant pour l'analyse de Monte Carlo que pour l'approche de grille.

Des analyses des modèles alternatifs basées sur ces recommandations ont été effectuées au cours de la réunion, et il a été déterminé que les traitements alternatifs n'amélioreraient pas, dans une large mesure, le contenu des informations du modèle ni n'avaient d'importants effets sur les estimations du modèle. Il a également été noté que pour le type de sélectivité 27 (spline cubique), un des paramètres a une distribution a priori avec un CV de 10%

(c-à-d. une distribution a priori très informative) dans le cas de référence du modèle pour faciliter la convergence lorsque les paramètres sont modifiés dans l'approche de grille ou les scénarios de Monte Carlo tandis que le reste des paramètres de sélectivité sont estimés librement. Il a donc été recommandé de retenir le cas de référence du modèle proposé présenté à des fins d'utilisation dans l'estimation de l'état du stock et des projections du stock.

Le Groupe a brièvement discuté du résultat des modèles alternatifs obtenu par des modifications graduelles du modèle de référence :

- Utiliser la version 3.30.22.1 de Stock Synthesis
- Maintenir l'une des valeurs du nœud des paramètres de sélectivité constante pour chaque flottille
- Une distribution du recrutement variable dans le temps entre les saisons
- Des écarts du recrutement non limités à une somme nulle
- Un paramètre spécifique aux flottilles/une méthode F hybride

Même si ces scénarios exploratoires apportaient des renseignements additionnels sur les paramètres causant les schémas rétrospectifs (par ex. les paramètres de spline causant les problèmes), ils n'amélioreraient pas sensiblement les diagnostics du modèle ni n'avaient un fort impact sur les résultats de l'évaluation. Par conséquent, le Groupe a convenu de poursuivre ses travaux avec le modèle de référence décrit dans le document SCRS/2024/110.

3.2 Modèles de production excédentaire

3.2.1 *mpb*

Le modèle d'évaluation du stock *mpb* (Kell, 2016) du document SCRS/2024/113 a été configuré avec la capture totale et deux indices d'abondance : les CPUE palangrières conjointes de la région 2 (SCRS/2024/036) et l'indice des senneurs européens opérant sur bancs libres (Kaplan *et al.*, 2024). Le progiciel *mpb* comporte des méthodes permettant de réaliser des tracés graphiques, d'étudier la qualité de l'ajustement, de déduire des quantités utilisées pour fournir l'avis de gestion, d'estimer l'incertitude ainsi que d'autres diagnostics statistiques visant à évaluer la performance du modèle.

Le Groupe a noté que ce modèle avait été utilisé dans le cadre d'un ensemble de modèles utilisés pour élaborer l'avis de gestion dans l'évaluation du stock d'albacore de 2019 (ICCAT, 2019). Le modèle a été configuré avec les valeurs initiales utilisées en 2019 avec une contrainte plus étroite sur le paramètre du taux intrinsèque d'accroissement (r) (**tableau 7**).

3.2.2 JABBA

La version la plus récente du modèle de production excédentaire bayésien JABBA (v2.3.0, Winker *et al.*, 2018) a été appliquée à la série temporelle de captures et aux indices pour évaluer le stock d'albacore de l'Atlantique jusqu'en 2022. Le document SCRS/2024/114 présentait l'ensemble des configurations des distributions a priori, des résultats et des formulations des modèles JABBA. JABBA a été appliqué dans R (équipe centrale du développement de R) avec une interface Just Another Gibbs Sampler (JAGS) (Plummer, 2003) afin d'estimer les distributions a posteriori bayésiennes de toutes les quantités présentant un intérêt au moyen d'une simulation de Monte-Carlo par chaînes de Markov (MCMC). Quatre chaînes MCMC ont été utilisées dans cette étude. Les modèles ont été exécutés pour 50.000 itérations et échantillonnés avec une période de rodage de 5.000 pour chaque chaîne.

Le document SCRS/2024/114 incluait le scénario de continuité (S05) de l'évaluation du stock de 2019 et le cas de référence préliminaire (S06) avec plusieurs analyses de sensibilité. Les deux modèles appliquaient la série de captures totales d'albacore de l'Atlantique de 1950 à 2022 (**figure 3**) et 2 indices (**tableaux 3 et 4, figure 4**) : l'indice conjoint de la CPUE palangrière pour la région 2 (zone tropicale) et la flottille de senneurs européens ciblant l'albacore adulte sur bancs libres. Le scénario de continuité S05 présupposait la distribution a priori de r comme les distributions a posteriori de l'évaluation du stock JABBA de 2019, ce qui entraînait une distribution a priori de r de $\log(r) \sim N(\log(0,154), 0,200)$ avec une valeur d'entrée fixe de $B_{PME}/K = 0,342$. La distribution a priori de r pour le cas de référence préliminaire S06 a été déduite du modèle structuré par âge en conditions d'équilibre (ASEM, Winker *et al.*, 2019) en utilisant les estimations du point de référence du cas de référence préliminaire de Stock Synthesis de 2024. Cela présupposait une distribution a priori de r : $\log(r) \sim N(\log(0,3740), 0,374)$ et une valeur d'entrée fixe de $B_{PME}/K = 0,270$.

Le Groupe a souligné que le cas de référence préliminaire de Stock Synthesis pondérait à la hausse l'indice conjoint de la palangre de la région 2 par un facteur de 10. Cette décision avait été prise après la réunion de préparation des données sur l'albacore de 2024 (ICCAT, 2024), et le Groupe a convenu de ce changement (section 3.1). Toutefois, le Groupe a décidé de ne pas analyser ce changement au cours de la réunion dans les modèles JABBA.

4. Diagnostics des modèles

4.1 Stock Synthesis

Stock Synthesis a convergé à une solution stable, avec une vraisemblance logarithmique négative uniforme sur des valeurs de paramètres de départ qui ont légèrement varié (**figure 8**). Le gradient du modèle final était 0,000089, inférieur à la cible de 0,0001, et a été considéré comme acceptable pour la convergence du modèle, notamment étant donné que la solution était stable parmi différentes valeurs des paramètres de départ.

Le modèle présentait un manque d'ajustement général à l'indice des senneurs sur bancs libres mais un ajustement bien meilleur à l'indice des bouées acoustiques et à l'indice conjoint de la CPUE palangrière (**figure 9**). Les erreurs résiduelles des indices présentaient des distributions centralisées uniformes, comme le montre le test des scénarios des diagnostics (**figure 10**). Un conflit était apparent dans la tendance récente entre l'indice des senneurs sur bancs libres et l'indice conjoint de la CPUE palangrière de l'ensemble des trois régions (**figure 9**), avec un déclin dans la senne et une augmentation dans la palangre, observés depuis 2019. En appliquant une pondération de vraisemblance de 10 fois à l'indice conjoint de la CPUE palangrière, qui représente le jeu de données le plus informatif sur la biomasse reproductrice à long terme dans le temps et l'espace, l'ajustement du modèle à la série temporelle s'améliorait considérablement, surtout dans les années les plus récentes (SCRS/2024/110). Seul l'indice des bouées acoustiques présentait une bonne capacité de prédiction d'après l'analyse de simulation rétrospective ($MASE < 1$; **figure 11**).

Les ajustements à la composition par tailles agrégée (**figure 12**) fournissaient un diagnostic de base de l'estimation de la sélectivité du modèle. Globalement, le cas de référence présentait un ajustement acceptable aux données agrégées de composition par taille de toutes les flottilles. Les schémas des valeurs résiduelles annuels semblaient être distribués aléatoirement pour la plupart et ont été considérés adéquats pour les principales flottilles de pêche, tandis que les flottilles ayant des ponctions relativement inférieures présentaient des schémas des valeurs résiduelles non-aléatoires (**figure 13**). Cela était, en partie, le résultat de l'évolution de la composition par taille dans le temps, non prise en compte dans les estimations variant dans le temps et était surtout observé dans les flottilles avec des compositions par tailles multi-modales. Les blocs temporels n'ont pas été étudiés pour les flottilles avec une pénurie de données (c.-à-d. avec une faible taille d'échantillon) en raison des préoccupations liées au fait que le modèle pourrait se focaliser sur une variabilité peu importante. La capacité de prédiction de la longueur moyenne était acceptable pour les flottilles 5, 11, 13-14, 17 et 19 ($MASE < 1$; **figure 14**).

Le **tableau 8** présente une liste des paramètres du modèle, dont les valeurs estimées, l'écart type et les postulats sur la distribution a priori le cas échéant. Les paramètres de sélectivité ont été estimés avec une bonne précision, en ajoutant certaines distributions a priori aux paramètres de la spline (GradeLo et Val1) et double-normal (top-logit) pour améliorer la stabilité du modèle (**tableau 8**). Les paramètres de croissance étaient bien estimés sans les distributions a priori (**figure 15**) et donnaient lieu à une courbe de croissance très similaire à la courbe de Richards modifiée par la taille, publiée par Pacicco *et al.* (2021) et présentée à la réunion de préparation des données (**figure 16**). L'estimation de la croissance a été possible du fait de l'inclusion de l'âge par taille conditionnel, qui n'avait pas été directement modélisé dans l'évaluation du stock d'albacore de 2019 (ICCAT, 2019).

Les écarts du recrutement estimés présentaient une grande variabilité d'une année sur l'autre, avec des périodes de recrutements prédits inférieurs à la moyenne (avant 1980 et en 2003-2007) et des périodes où les écarts du recrutement étaient relativement élevés, y compris pendant les années les plus récentes (**figure 17**).

La pente (h) de la courbe de Beverton-Holt ayant été fixée, les principaux paramètres de productivité estimés dans Stock Synthesis étaient le niveau moyen de recrutement d'âge 0 à la biomasse reproductrice en conditions d'équilibre non pêchée (R_0) et σ_R . Le profil de vraisemblance de R_0 issu du cas de référence indiquait une estimation de la vraisemblance maximale proche de 11 (échelle logarithmique naturelle), équivalant à environ 60 millions de recrues d'âge 0, avec des valeurs légèrement inférieures soutenues par les données de longueur (10,6) et les indices (10,8) (**figure 18**). Le profil de vraisemblance de σ_R indiquait une estimation de la vraisemblance maximale proche de 0,24, mais les données des indices et de longueur soutenaient des valeurs supérieures alors que les données d'âge soutenaient des valeurs inférieures (**figure 18**). Presque toutes les séries de données étaient des estimations de la pente proches de la limite supérieure (**figure 18**).

Dans le cas de référence de l'évaluation actuelle, la biomasse du stock reproducteur était estimée à la baisse tout au long de la série temporelle jusqu'aux trois années les plus récentes (**figure 19**). L'échelle des estimations de la biomasse était très sensible aux données alternatives et aux postulats sur les paramètres, ce qui était également apparent dans un scénario de sensibilité du modèle de production structuré par âge (**figure 20** ; SCRS/2024/116). La tendance récente de la biomasse du stock reproducteur était largement influencée par les différents indices, comme le montre l'analyse de Jackknife en raison de conflits dans les années les plus récentes, surtout entre l'indice de senneurs sur bancs libres et l'indice conjoint de la CPUE palangrière. Les estimations de la biomasse de la période récente augmentaient lorsque l'indice de senneurs sur bancs libres était retiré et diminuaient considérablement en retirant l'indice conjoint de la CPUE palangrière (**figure 21**).

La mortalité par pêche (communiquée comme un taux d'exploitation dans la biomasse) augmentait fortement entre 1965 et 1982, et augmentait de nouveau de 2005 à 2015, avec un pic de la mortalité par pêche estimé en 2020 avec un taux d'exploitation de 13% (**figure 22**). Depuis 2015, le taux d'exploitation s'est maintenu entre 10 et 13% de la biomasse du stock prélevée par la pêche tous les ans (**tableau 9, figure 22**).

Les résultats de l'analyse rétrospective indiquaient des schémas directionnels marqués (**figure 23**). Le rho de Mohn, qui mesure l'intensité des schémas rétrospectifs, était égal à $-0,139$ et $0,21$ pour les séries temporelles de SSB et de F, respectivement, valeurs qui se situaient juste dans la fourchette acceptable et en dehors, respectivement ($-0,15$ à $+0,20$; voir Hurtado-Ferro *et al.*, 2015). En retirant les dernières années de données, les estimations du modèle de la SSB sont bien inférieures et les estimations de F augmentent mais semblent se maintenir dans l'intervalle de confiance du modèle avec des données jusqu'en 2022. Il a été noté que les diagnostics rétrospectifs étaient nettement meilleurs pour les points de référence du ratio de la biomasse et de la mortalité par pêche (à $-0,062$ et $0,230$ pour la série temporelle de SSB/SSB_{PME} et de F/F_{PME}) par rapport aux valeurs absolues (**figure 23**).

Le Groupe a étudié la grille d'incertitude à 9 modèles proposée (SCRS/2024/111), suggérée par l'équipe technique, incluant trois vecteurs de mortalité naturelle et trois valeurs de pente. Tous les modèles obtenaient des niveaux de vraisemblance similaires sans que les paramètres ne dépassent les limites. Globalement, il n'y avait pas de différences majeures en ce qui concerne la performance statistique, même si les scénarios d'une M élevée et d'une pente faible ne convergeaient pas dans toutes les éliminations des diagnostics rétrospectifs. Les schémas rétrospectifs étaient moins prononcés pour les plus faibles valeurs de M, alors que les tendances de l'écart du recrutement et la convergence suggèrent des valeurs de M plus élevées.

4.2 Modèles de production excédentaire

4.2.1 *mpb*

Un ensemble de diagnostics a été utilisé pour évaluer la performance du modèle de dynamique de la biomasse *mpb* pour ajuster les données de capture totale et de CPUE. Dans l'ensemble, le modèle présentait une distribution des valeurs résiduelles acceptable (**figure 24**) ainsi que des tendances rétrospectives raisonnables (**figure 25**). Toutefois, une analyse de vraisemblance montrait que le modèle converge pour estimer les paramètres biologiques (r et K (capacité de charge)) présentant une vraisemblance moindre que les autres options (fonction de pénalité inférieure, somme des carrés résiduelle), c.-à-d. des points plus grands et sombres aux **figures 26 à 30**. En outre, le modèle présente la fonction de pénalité la plus faible à des valeurs biologiques de r peu plausibles ($<0,001$). Cela a été confirmé par l'analyse de la vraisemblance pour les points de référence et l'état du stock estimés.

Le Groupe a discuté des options permettant d'améliorer ces diagnostics mais a reconnu que la plupart des options avaient déjà été explorées. Le Groupe a noté qu'il est globalement difficile pour les modèles de dynamique de la biomasse d'ajuster les tendances contradictoires des deux indices d'abondance, probablement car ce modèle ne peut pas utiliser l'erreur de processus pour améliorer l'ajustement aux données. Le Groupe a décidé de cesser d'explorer ce modèle et de ne pas l'utiliser pour l'élaboration de l'avis de gestion.

4.2.2 JABBA

Les diagnostics incluaient le diagramme des valeurs résiduelles de JABBA (Winker *et al.*, 2018), l'ajustement de la racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) à un lissage de Loess de l'ensemble des indices de CPUE résiduels combinés et le test des scénarios pour détecter l'absence de caractère aléatoire dans les valeurs résiduelles de la CPUE (Carvalho *et al.*, 2017). Le diagnostic du test des scénarios a été appliqué aux valeurs résiduelles de l'ajustement de la CPUE sur l'échelle logarithmique en utilisant la fonction « runs.test » dans le progiciel tseries R (Trapletti, 2011), en étudiant la valeur p bilatérale du test de Wald-Wolfowitz. Une analyse rétrospective ($n = 5$ ans) et une analyse Jackknife sur les CPUE ont également été fournies.

L'inspection visuelle des diagrammes (figure 3 du document SCRS/2024/114) des principaux paramètres du modèle révélait un bon mélange des quatre chaînes (c.-à-d. se déplaçant de façon aléatoire dans l'espace des paramètres). Cela indique également une convergence dans les chaînes MCMC et que la distribution a posteriori des paramètres du modèle était échantillonnée de façon adéquate avec les simulations MCMC. Le **tableau 10** présente un résumé des quantiles de la distribution a posteriori pour les paramètres et les quantités de gestion d'intérêt.

Les diagrammes des valeurs résiduelles JABBA montraient que les distributions des valeurs résiduelles étaient similaires entre le cas de référence préliminaire S06 et le scénario de continuité S05 avec des valeurs RMSE de 14% environ, ce qui indique un bon ajustement aux données de CPUE (**figures 31 et 32**). Toutefois, les deux indices (Joint_LL_R2 et EU_PS_FS) affichaient une tendance opposée dans l'ajustement pour les 4 dernières années. Seul l'indice Joint_LL_R2 réussissait le diagnostic des tests des scénarios pour le cas de référence JABBA préliminaire (S06) (**figure 33**).

Les diagrammes des écarts de l'erreur de processus par an (**figure 34**) indiquent que les modèles présentaient un schéma stochastique similaire, avec une tendance négative prononcée après 2008, qui se stabilise vers la fin de la série temporelle lorsque l'on observe la tendance centrale (par ex. signal de la médiane). L'intervalle de crédibilité (CI) bayésien de 95% incluait toujours zéro, ce qui pourrait être considéré comme une preuve statistique d'un effet non-significatif de cette tendance.

Les médianes de la distribution a posteriori marginale de r dans S05 et S06 étaient, respectivement, de 0,138 et 0,181 (**tableau 10, figure 35**). Les distributions a posteriori de K indiquent que les données d'entrée sont très informatives en ce qui concerne K (**figure 35**) et les médianes de la distribution a posteriori marginale de K dans S05 et S06 étaient de 2.299.725 et 1.649.524 tonnes (**tableau 10, figure 35**). La forme de la fonction de la courbe de production pour S06 (cas de référence préliminaire) était désaxée vers la gauche, indiquant un stock plus productif avec une capacité de charge plus faible par rapport à S05 (scénario de continuité) (**figure 35**).

Des analyses rétrospectives réalisées sur huit années séquentielles pour S05 et S06 (**figures 36 et 37**) n'ont pas révélé de schémas systématiques et le rho de Mohn estimé (**tableau 11**) s'inscrivait dans la fourchette acceptable de -0,15 et 0,20 proposée par Hurtado-Ferro *et al.* (2015). Toutefois, les résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective suggèrent qu'aucun des indices ne présentaient de scores d'erreur moyenne absolue mise à l'échelle (MASE) d'environ un ou moins, ce qui suggère que ces indices n'avaient pas de bonnes capacités de prédiction (**figures 38**).

Les analyses Jackknife pour S05 et S06 montraient que l'élimination de l'indice sur bancs libres EU_PS (c.-à-d. en utilisant seulement Joint_LL_R2) affectait l'état du stock après 2010, entraînant une mortalité par pêche inférieure et une biomasse stable (**figures 39 et 40**). Alors que l'élimination de l'indice Joint_LL_R2 affectait l'état du stock au cours des 3 années récentes entraînant une B/B_{PME} plus faible et une F/F_{PME} plus élevée dans le S05 (**figure 39**). Dans le S06, l'élimination changeait complètement l'ajustement et l'état du stock mais les estimations étaient très incertaines (**figure 40**).

5. Résultats des modèles

5.1 Stock Synthesis

Toutes les recommandations formulées par le Groupe à la réunion de préparation des données ont été appliquées dans Stock Synthesis en tant que révisions graduelles et itératives du modèle depuis le scénario de continuité jusqu'au cas de référence du modèle proposé (SCRS/2024/110). La **figure 41** présente l'effet de chaque révision sur les estimations de la biomasse du stock reproducteur. Dans l'ensemble, la gamme des estimations de l'échelle de la biomasse dans les révisions du modèle de 2024 étaient bien supérieures à celles observées dans la grille d'incertitude de 2019 (**figure 42**), ce qui met en évidence l'influence de données alternatives et des postulats des paramètres sur les estimations de la biomasse du stock reproducteur.

Lors de l'examen de l'approche graduelle utilisée pour développer le modèle de référence, le Groupe a soulevé quelques questions. Tout d'abord, le Groupe a noté un grand changement dans les trajectoires de la SSB, et plus précisément une forte réduction de la SSB au milieu des années 1970 (**figure 41**). Ce changement provenait de l'élimination de l'estimation des écarts du recrutement initiaux avec une estimation de 1974 à 2021 seulement, période pour laquelle la composition par tailles et des indices étaient disponibles. D'autres questions techniques ont porté sur les améliorations de la sélectivité, et notamment le paramètre de pente déclinant pour la flottille de senneurs de l'ouest, où les scénarios initiaux du modèle montraient un mauvais ajustement évident dans les compositions par tailles.

Le Groupe a demandé si le modèle Stock Synthesis était plus approprié pour alimenter la MSE multi-stock des thonidés tropicaux plutôt que pour formuler l'avis de gestion. L'équipe technique a répondu que le modèle avait été étudié et développé avec soin eu égard aux recommandations de la réunion de préparation des données. Le Groupe a soutenu cette observation en soulignant les améliorations majeures par rapport au modèle Stock Synthesis de 2019 en ce qui concerne l'amélioration de la performance des diagnostics et une meilleure méthodologie pour traiter l'incertitude.

Une grande partie des discussions du Groupe a porté sur l'application de l'analyse Monte Carlo pour l'évaluation de l'albacore de 2024. Compte tenu de la nature de l'incertitude étudiée dans l'évaluation (par ex. la mortalité naturelle et la pente), il a été noté que l'approche Monte Carlo représente une amélioration par rapport à la grille d'incertitude structurelle.

Cette analyse supplémentaire a été considérée être un complément très utile au processus et le Groupe a décidé d'accorder la priorité à l'analyse Monte Carlo pour estimer l'état du stock et le stock projeté. Dans le cas de l'évaluation de l'albacore de 2024, l'approche Monte Carlo englobe mieux l'incertitude entourant les principaux paramètres fixes (à savoir la mortalité naturelle et la pente), et a été considérée une amélioration par rapport à la grille d'incertitude de l'évaluation de 2019. Le Groupe a reconnu que cette approche doit s'appuyer sur un processus établi, et plus précisément sur des décisions quant aux paramètres sur lesquels se focaliser et à la façon de spécifier les distributions a priori informatives. Les paramètres choisis pour l'albacore étaient M et h, qui sont souvent corrélés. Par conséquent, les scénarios de l'analyse Monte Carlo nécessiteront une sélection pour inclusion dans les résultats finaux (par ex. exclure les modèles ayant des critères de convergence médiocres et conserver uniquement ceux ayant des estimations des séries temporelles plausibles d'un point de vue biologique). Le Groupe a noté que dans les cas où l'incertitude inclut des modifications des données et/ou de la pondération des données (ponctions, indices, etc.) l'approche de grille d'incertitude pourrait mieux refléter l'incertitude structurelle.

Le Groupe a fait part de son intérêt à comparer les résultats de l'analyse Monte Carlo et de l'approche de grille d'incertitude mais a reconnu que cela était une analyse scientifique à plus long terme. Il est nécessaire de déployer des efforts supplémentaires pour établir des limites inférieures et supérieures appropriées pour M pour la grille d'incertitude, notamment au regard des estimations indépendantes de M discutées (SCRS/2024/121). L'application de l'approche de Hamel et Cope (2022) pour estimer la M à utiliser dans la grille d'incertitude pourrait également permettre de spécifier une distribution appropriée pour M.

Lors de la discussion sur l'approche de grille, le Groupe a étudié l'importance de pondérer les scénarios des modèles et a recommandé d'étudier cette question de façon approfondie en tant que recommandation de recherche pour le Groupe et le SCRS.

5.2 Modèles de production excédentaire

5.2.1 *mpb*

Notant les problèmes liés aux diagnostics, le Groupe a décidé de ne pas inclure les résultats du modèle *mpb* pour élaborer l'avis de gestion.

5.2.2 JABBA

Les trajectoires de B/B_{PME} dans les scénarios S05 et S06 affichaient des tendances à la baisse continues (**figure 43**). Les trajectoires de F/F_{PME} affichaient une tendance à la hausse à partir du début de la série temporelle avec des réductions vers la fin des années 2000.

Dans le cas de référence préliminaire S06 de JABBA, la mortalité par pêche se situait essentiellement en dessous de F_{PME} et la biomasse au-dessus de B_{PME} au cours de la période d'évaluation du stock. Début 2022, la médiane de B/B_{PME} était de 1,036 avec un intervalle de crédibilité de 95% entre 0,597 et 1,898 (**tableau 10**), et la médiane de F/F_{PME} était de 1,052 (intervalle de crédibilité de 95% : 0,381-1,97). Le scénario de continuité (S05) présentait les résultats les plus pessimistes pour les mêmes points de référence estimés, la médiane de B/B_{PME} était de 0,781 avec un intervalle de crédibilité de 95% entre 0,493 et 1,224 (**tableau 10**), et la médiane de F/F_{PME} était de 1,539 (intervalle de crédibilité de 95% : 0,82-2,491).

Le Groupe a noté que même avec la structuration de l'erreur de processus, le modèle de production excédentaire état-espace ajusté en utilisant JABBA ne pouvait pas répondre directement à la tendance à la hausse observée dans l'indice d'abondance conjoint de la palangre. Les auteurs ont expliqué que cela était dû au fort conflit observé entre les deux indices d'abondance (Join_LL_R02 et EUPSFS) utilisés dans les scénarios S05 et S06, surtout à la fin de la série temporelle.

6. État des stocks et projections

6.1 Synthèse des résultats de l'évaluation du stock

Le Groupe a examiné les résultats de trois plates-formes d'évaluation des stocks et en a discuté. À savoir: Stock Synthesis, mpb et JABBA pour le stock d'albacore de l'Atlantique en 2024.

Bien que les modèles ajustés à l'aide de mpb aient montré des distributions résiduelles et des schémas rétrospectifs relativement acceptables, une exploration plus détaillée des schémas de vraisemblance en relation avec la minimisation de la fonction de probabilité a montré que les paramètres r et K convergeaient vers des valeurs biologiquement peu plausibles. En outre, le modèle capturait difficilement le changement de tendances observé dans la période la plus récente de l'indice conjoint d'abondance relative. Pour ces raisons, le Groupe a choisi de ne pas utiliser le cadre mpb pour l'avis de gestion.

Les modèles bayésiens de production excédentaire (JABBA) ont montré une convergence totale des modèles et des diagnostics acceptables. Il a été noté que le cas de référence préliminaire JABBA montrait une tendance opposée dans les ajustements de l'indice pour les quatre années les plus récentes avec une pondération égale des indices. Les auteurs pourraient étudier davantage de scénarios JABBA en pondérant à la hausse l'indice estimé mieux informé et avec une plus grande couverture spatio-temporelle (c'est-à-dire l'indice palangrier conjoint) afin d'améliorer l'ajustement du modèle à l'indice d'abondance des reproducteurs à long terme. Toutefois, le Groupe a considéré que le cadre de Monte Carlo appliqué dans les modèles de Stock Synthesis permettait une exploration plus complète de l'incertitude des paramètres. Par conséquent, le Groupe a décidé d'utiliser uniquement le modèle de Stock Synthesis pour l'avis de gestion de l'évaluation du stock d'albacore de 2024.

6.2 Méthodologie d'incorporation de l'incertitude dans le modèle d'évaluation des stocks

Le Groupe a discuté d'approches méthodologiques alternatives (voir section 5.1) pour incorporer l'incertitude dans les paramètres fixes influents de M et de la pente (h) du cas de référence de Stock Synthesis. L'approche de Monte Carlo prend en compte l'incertitude entourant des principaux paramètres fixes dans le modèle de référence et les résultats obtenus par l'approche de Monte Carlo sont pondérés sur la base des distributions de probabilité de la méthode de rééchantillonnage. L'approche de grille accompagnée d'une approximation log-normale multi-variée a été utilisée dans l'évaluation du stock d'albacore de 2019 et dans plusieurs autres évaluations de stocks de l'ICCAT, par exemple le thon obèse de l'Atlantique et le makaire bleu de l'Atlantique.

Le Groupe a conclu que l'approche de Monte Carlo englobe mieux l'incertitude des paramètres fixes les plus influents (à savoir la mortalité naturelle et la pente) pour l'évaluation du stock d'albacore de 2024, et elle a été considérée comme une amélioration par rapport à la grille d'incertitude de l'évaluation de 2019. Le Groupe a recommandé l'adoption de cette méthode pour estimer l'état du stock et des productions projetées.

Les valeurs alternatives de M ont été obtenues de manière aléatoire (7.200 itérations) à partir d'une distribution log-normale (moyenne logarithmique = 0,3, écart-type = 0,31) et les valeurs de h ont été obtenues à partir d'une distribution uniforme entre 0,7 et 0,9. Le Groupe a convenu de filtrer jusqu'à 4.000 combinaisons de M et h (**figure 44**) du nombre total d'itérations en excluant les postulats biologiquement non plausibles et les scénarios non convergés.

Les résultats de l'analyse de Monte Carlo ont montré une très large gamme de résultats de l'état du stock, en fonction des valeurs de M et de h (**figure 44**). Le Groupe a discuté de la nécessité de caractériser de manière plus appropriée les intervalles de confiance des références de gestion. Afin d'identifier les combinaisons de paramètres plausibles, le Groupe a évalué la proportion de tirages aléatoires pour chaque combinaison de M et h qui ont produit des diagnostics acceptables (avec une tendance non significative dans les écarts de recrutement au cours de la série temporelle) (**figure 45**). Les modèles les plus performants étaient compris dans un intervalle de confiance inférieur à 95 %. Par conséquent, un intervalle de confiance de 80 % a été choisi pour définir l'incertitude de l'état du stock.

6.3 Résultats de l'évaluation du stock d'albacore de 2024

Les résultats de l'évaluation du stock d'albacore de 2024 ont été fournis sur la base du modèle de Stock Synthesis appliquant une approche de Monte Carlo pour former la base de l'avis de gestion. La tendance de la biomasse du stock reproducteur (SSB) par rapport au niveau qui produirait la PME (SSB_{PME}) montre un déclin général continu au fil du temps (**figure 46**). Les résultats indiquaient que la biomasse du stock reproducteur est restée supérieure à SSB_{PME} sur l'ensemble de la série temporelle. Au cours des dernières années, SSB/SSB_{PME} présentait une légère tendance à la hausse.

Les estimations de la mortalité par pêche par rapport à F_{PME} ont augmenté de manière constante jusqu'au début des années 1980 et ont varié autour de 0,8 (F/F_{PME}) jusqu'au début des années 2010 (**figure 46**). Depuis le milieu des années 2010, la mortalité par pêche a augmenté jusqu'à F_{PME} , mais a chuté au cours des deux dernières années (2021 et 2022). La médiane de l'estimation de SSB_{2022}/SSB_{PME} était de 1,37 (intervalle de confiance de 80 % : 0,91 - 2,15), ce qui indique que le stock n'était pas surexploité en 2022. La médiane de l'estimation de F_{2022}/F_{PME} était de 0,89 (0,40 - 1,46), indiquant qu'il n'y avait pas de surpêche en 2022. La médiane de l'estimation de la PME est de 121.661 t avec des intervalles de confiance de 80 % de 107.485 t et 188.456 t (**tableau 12**). La probabilité que le stock se trouve dans chaque quadrant du diagramme de Kobe en 2022 est présentée à la **figure 47**. Les probabilités correspondantes sont les suivantes : 58 % des 4.000 essais aboutissaient dans le quadrant vert (non surexploité et non victime de surpêche), 23 % dans le quadrant orange (victime de surpêche, mais non surexploité) et 18 % dans le quadrant rouge (surexploité et victime de surpêche).

6.4 Projections

Le Groupe a demandé de réaliser des projections du stock en appliquant l'approche de Monte Carlo en postulant des scénarios de prise constante (c'est-à-dire les débarquements plus les rejets morts) pour la base de la proposition sur l'avis de gestion pour l'albacore de l'Atlantique.

Le Groupe a convenu des spécifications suivantes pour les projections.

- Les captures de 2023 et 2024 sont égales à la moyenne des trois dernières années (2020-2022), soit 141.805 t ;
- Les projections avec différents scénarios de prise constante (débarquements et rejets morts) ont commencé en 2025 et ont été exécutées pendant 10 ans jusqu'à l'année 2034.
- 14 différents scénarios de prise constante (débarquements + rejets morts), prise nulle et de 100.000 à 160.000 t avec un intervalle de 5.000 t.
- Pour les scénarios de prise constante projetés (2025-2034), les proportions de captures par flottille et par saison ont utilisé les pourcentages moyens entre 2020 et 2022 estimés par le modèle.
- Le recrutement annuel projeté est estimé à partir de la courbe stock-recrutement du cas de référence de Stock Synthesis (avec des écarts de recrutement égaux à zéro). Les proportions relatives du recrutement annuel par saison ont été obtenues à partir du modèle de référence de Stock Synthesis (2020 - 2021) et maintenues constantes pour la période de projection.
- Les sélectivités de la flottille pour la période de projection étaient équivalentes à la moyenne des trois dernières années (2020-2022) du cas de base de Stock Synthesis.

Étant donné que cette méthode de projection Monte Carlo prend du temps, le Groupe a examiné les résultats de la projection déterministe du cas de base du modèle Stock Synthesis au cours de la réunion (**figure 48**). Ces projections provisoires indiquaient qu'une prise supérieure à 130.000 t entraînerait une surpêche à la fin de l'année 2034. Le Groupe a convenu de finaliser les projections stochastiques pendant la période intersessions et les résultats de la projection finale, y compris la matrice de la stratégie de Kobe 2, seront soumis en tant que document du SCRS à la réunion du Groupe d'espèces de septembre 2024.

7. Processus de la MSE pour les thonidés tropicaux

7.1 MSE du listao de l'Ouest (W-SKJ)

Le document SCRS/2024/115 présentait une actualisation du développement et de l'état d'avancement du processus d'évaluation de la stratégie de gestion du listao de l'Atlantique Ouest (W-SKJ MSE), y compris les révisions des modèles opérationnels, en termes de traitement des indices d'abondance relative multiples, et des procédures de gestion, telles que le processus de calibrage et les règles visant à gérer les variations symétriques et/ou asymétriques du TAC entre les périodes de gestion. Les modèles opérationnels utilisent désormais un indice d'abondance relative combiné. Cet indice est créé à partir des différents indices disponibles (BB Brésil, PS Venezuela, LL USA GOM) et de l'indice empirique basé sur les résultats du modèle de simulation. Les indices sont pondérés sur la base de l'inverse de la variance de chaque indice. Il a également été noté que toutes les procédures de gestion candidates (CMP) comprennent désormais un paramètre de calibrage qui pourrait permettre de maximiser les productions à un niveau souhaité (par exemple, tel que défini dans les objectifs de gestion opérationnelle). Une règle de décision symétrique et/ou asymétrique pour les deux catégories de MP a également été mise en œuvre. Le Groupe a approuvé et salué les avancées présentées dans le processus de MSE pour le W-SKJ.

Le document SCRS/2024/122 décrit l'actualisation et la révision de l'indice standardisé des canneurs brésiliens. Les auteurs ont souligné que cet indice est associé à une importante flottille de pêche qui représente une proportion élevée des débarquements de listao de l'Ouest et couvre une période relativement longue. Les données de prise et d'effort de la pêcherie brésilienne de canneurs dans le Sud-Ouest de l'océan Atlantique, de 2000 à 2023, ont été incluses dans cet indice actualisé. La standardisation a utilisé une structure de modèle similaire à celle de la dernière standardisation, un modèle hiérarchique spatio-temporel bayésien utilisant des approximations de Laplace imbriquées et intégrées avec une distribution lognormale. Le modèle estimé a montré des mouvements intéressants vers les pôles de l'abondance du stock au fil du temps. Aucun changement dans la tendance historique de l'indice n'a été observé, et les dernières années mises à jour ont montré une tendance à l'augmentation de l'abondance relative du listao occidental.

Une fois de plus, le Groupe a souligné l'importance des applications des modèles spatio-temporels qui permettent de comprendre les mouvements des stocks étudiés. Cette structuration permet de comprendre les réponses possibles aux changements des habitats de ces espèces liés aux influences du changement climatique.

Le document SCRS/2024/117 présentait une mise à jour de l'indice standardisé d'abondance relative du listao estimé à partir des données des carnets de pêche (1987-2023) en utilisant une approche du modèle linéaire généralisé (GLM) delta lognormale. Les facteurs pris en compte pour l'analyse étaient l'année, la saison, la zone, l'association avec les baleines, l'association avec les requins-baleines, la capacité du senneur et l'assistance apportée par le canneur. Les diagrammes de diagnostic n'ont montré aucun écart significatif par rapport aux distributions attendues. L'indice standardisé du taux de capture du listao montre une tendance à la baisse depuis 2015, avec une chute brutale pour les deux dernières années de la série (2022 et 2023).

Ce dernier point a préoccupé le Groupe car il indiquerait une réduction substantielle de la taille du stock sur une courte période. Il a été noté qu'une telle baisse n'apparaît pas dans les autres indices. Le Groupe a également souligné que les CV estimés sont particulièrement élevés pour ces deux années et a envisagé la possibilité d'exclure ces années ou l'indice complet. Pour cette raison, le Groupe a demandé aux auteurs de présenter des cartes et des diagrammes supplémentaires au cours de la réunion afin de vérifier si la baisse des deux dernières années pourrait être due à une réduction de la couverture de la zone d'échantillonnage ou à une diminution des opérations des senneurs vénézuéliens dans la zone.

Les nouvelles figures demandées par le Groupe ont été présentées par les auteurs et examinées au cours de la réunion. Les **figures 49 et 50** ont montré qu'en général, la couverture spatiale des calées de pêche de la flottille de senneurs dans les Caraïbes au cours des dix dernières années n'a pas considérablement changé. Le nombre total de calées par an a diminué après 2017, et la couverture spatiale de la flottille n'a été réduite que par rapport à ses activités de pêche d'il y a 20 ans. Toutefois, cela n'explique pas la forte diminution de l'indice standardisé de la CPUE au cours des deux dernières années (2022 et 2023). Par ailleurs, les captures annuelles totales de listao sont restées relativement stables au cours de la période 2018-2023, de même que le nombre total de calées de pêche. En outre, la couverture de la zone d'échantillonnage ne semble pas être particulièrement différente pour 2022 et 2023. Ces questions nécessitent des recherches plus approfondies sur les facteurs qui influencent la dynamique de la flottille. Compte tenu de ces nouvelles informations, le Groupe a recommandé que cette question soit explorée plus avant à l'avenir, notamment pour inclure une analyse plus approfondie et plus complète de la flottille vénézuélienne de senneurs, afin d'explorer les changements possibles dans la puissance de pêche. Le Groupe n'a pas trouvé de preuve permettant d'exclure les deux dernières années de l'indice standardisé de la flottille de senneurs du Venezuela.

La présentation SCRS/P/2024/095 a fourni une mise à jour stricte de l'indice palangrier pélagique des États-Unis, incluant trois années supplémentaires de données (2021-2023) pour le listao occidental. La fréquence d'occurrence au cours de ces dernières années était proche de 10% des calées observées, similaire à la moyenne à long terme. Aucun changement dans la tendance historique de l'indice n'a été observé avec les données actualisées, et les années les plus récentes ont indiqué une augmentation de l'abondance relative du listao depuis la dernière actualisation.

7.2 MSE multi-stocks pour les thonidés tropicaux

Le Groupe a convenu de suivre l'approche empirique proposée dans le document SCRS/2024/118 afin de caractériser les impacts du changement climatique avec à la fois un changement linéaire de la croissance et du recrutement et des changements sous la forme de changements de régime. À cet égard, l'apparition de changements soudains qui sont généralement évalués dans les tests de robustesse pourrait ne pas être appropriée pour les thonidés, étant donné que ceux-ci pourraient être moins affectés par des changements soudains dans

l'environnement, par rapport, par exemple, aux stocks de petits pélagiques de l'océan Pacifique au cours des années où le système El Niño-Oscillation australe (ENSO) produit des changements drastiques dans l'environnement. Cependant, certaines études (par exemple Báez *et al.*, 2011) prédisent que les thonidés peuvent également être affectés par des événements environnementaux à court terme tels que l'ENSO. Le Groupe a également noté les difficultés que la MP pourrait avoir à réagir à un changement de régime sur le recrutement en raison de l'absence générale d'indices pour les jeunes poissons dans la plupart des stocks de thonidés.

La présentation SCRS/P/2024/081 montrait des simulations qui supposent que la sélectivité totale des stocks ne varie pas lorsque les efforts de pêche des différents engins sont modulés dans le cadre des règles alternatives de contrôle de l'exploitation. Il a été souligné que les CMP testées jusqu'à présent fourniraient des limites de capture pour les trois stocks de thonidés tropicaux en postulant que les proportions de capture des flottilles sont maintenues à des niveaux constants, mais le modèle permet d'explorer les changements dans les proportions des captures. Toutefois, le Groupe a noté la possibilité d'étudier différentes options de gestion pour les pêcheries mixtes dans différentes conditions, par exemple, des changements dans la sélectivité, ainsi que d'évaluer l'impact estimé de changements hypothétiques dans l'effort de pêche sur banc libre et le mode de pêche sous dispositifs de concentration des poissons (DCP)/FOB au sein des flottilles de senneurs. Il est reconnu que la MSE actuelle n'évalue pas la faisabilité et/ou les impacts socio-économiques de ces changements de l'effort de pêche.

Le Groupe a noté que la Commission a demandé à plusieurs reprises un avis scientifique pour réduire la pression de pêche sur les juvéniles de thon obèse et d'albacore. Le Groupe doit encore décider comment utiliser cette MSE (ou d'autres outils) pour répondre à ces demandes, ce qui nécessite un dialogue avec la Commission pour définir les objectifs de gestion.

7.3 Mise à jour de la feuille de route de la MSE

Le Groupe a examiné et mis à jour la feuille de route des deux MSE sur les thonidés tropicaux à la lumière des avancées et des nouvelles informations présentées lors de la réunion. En général, les mises à jour réorganisent les tâches existantes dans un calendrier qui correspond mieux aux résultats récemment présentés et aux tâches restantes (**appendice 5**).

8. Plan de travail pour préparer les réponses à la Commission

Au cours de la réunion de préparation des données sur l'albacore de 2024 (ICCAT, 2024), le Groupe a examiné la feuille de calcul des réponses actives maintenue par le Secrétariat et a pris en considération la liste complète des questions de la Sous-commission 1 énumérées à l'Appendice 4 du Rapport de la troisième réunion intersessions de la Sous-commission 1 de 2023. Lors de cette réunion de préparation des données sur l'albacore (ICCAT, 2024), le Groupe a élaboré un plan de travail intersessions pour 2024 afin de traiter les trois demandes de réponses à la Commission en suspens contenues dans les Recommandations actives de l'ICCAT, ainsi que les mesures à prendre en ce qui concerne les questions de la Sous-commission 1. Les sous-sections suivantes reflètent les progrès accomplis à la réunion d'évaluation du stock d'albacore et toutes les mises à jour de ce plan de travail intersessions pour 2024.

8.1 MSE du listao de l'Ouest (Rés. 22-02, paragraphe 4)

Dans le cadre du processus d'élaboration et d'adoption d'une procédure de gestion pour le listao de l'Ouest, le SCRS doit fournir une contribution à la Commission, tel que le stipule le paragraphe 4 de la Résolution de l'ICCAT concernant l'élaboration d'objectifs de gestion conceptuels initiaux pour le listao de l'Atlantique Ouest (Rés. 22-02) : « La Sous-commission 1 soumettra ses recommandations relatives aux objectifs de gestion finaux pour le listao de l'Atlantique Ouest, en tenant compte de la contribution du SCRS, à la Commission à des fins d'examen dans le cadre de la sélection d'une procédure de gestion, à sa réunion annuelle de 2023, ou dès que possible par la suite. »

Comme indiqué à la section 7.1 du présent rapport, le Groupe a examiné les progrès accomplis à ce jour dans le cadre de la MSE du listao de l'Ouest et le plan d'achèvement de ces travaux. Le Groupe préparera une réponse décrivant les progrès de la MSE consacrée au listao de l'Ouest avant la réunion plénière du SCRS de 2024. Le plan de travail de la MSE du listao de l'Ouest a pour objectif de fournir des CMP appropriées à la Commission en 2024.

8.2 Mise à jour de la feuille de route de la MSE (Rec. 22-01, paragraphe 62)

La Commission a demandé dans la *Recommandation de l'ICCAT remplaçant la Recommandation 21-01 sur un programme pluriannuel de conservation et de gestion pour les thonidés tropicaux* (Rec. 22-01) paragraphe 62, que « Le SCRS affine le processus MSE conformément à la feuille de route du SCRS et continue à tester les procédures de gestion potentielles. » .

Comme décrit à la section 7.3 du présent rapport, le Groupe a actualisé la feuille de route de la MSE. Les mises à jour de la feuille de route du MSE seront finalisées lors de la réunion du Groupe d'espèces de thonidés tropicaux et de la plénière du SCRS de septembre 2024, en prenant en considération tous les processus de MSE de l'ICCAT.

8.3 Avis sur le nombre maximal d'opérations sous DCP (Rec. 22-01, paragraphe 31)

La Commission a demandé dans la Rec. 22-01 paragraphe 31, que « Dans le but d'établir des limites d'opérations sous DCP afin de maintenir les prises de thonidés tropicaux juvéniles à des niveaux soutenables, le SCRS devrait informer la Commission en 2023 du nombre maximal d'opérations sous DCP qui devrait être fixé par navire ou par CPC. »

Le Groupe a discuté des différentes solutions pour répondre à la demande de la Commission, concluant qu'une alternative serait abordée par le biais d'analyses nécessitant des statistiques de pêche à haute résolution de chaque opération de pêche des senneurs, avec les estimations de la composition des captures, la distribution des tailles et la capture totale, ainsi que les facteurs associés qui peuvent potentiellement affecter les taux de capture (tels que le mode de pêche, le moment, la zone, le type de bouée, la biomasse associée à partir des signaux des échosondeurs, et/ou les variables océanographiques). Ces informations permettraient d'estimer le taux de capture moyen d'une opération sous DCP avec des limites de confiance et les facteurs associés qui peuvent expliquer la variabilité observée. Ces analyses permettraient potentiellement d'estimer la capacité de capture par type de navire sous un DCP/FOB pour un modèle de structure spatio-temporelle donné et d'optimiser par exemple une capture totale donnée, ou le nombre de calées pour atteindre une capture donnée, etc. Elles fourniraient également des informations sur la capacité de pêche relative d'un navire/DCP donné par rapport à une « opération de pêche sous DCP de référence » sélectionnée et assureraient le suivi des changements potentiels de la structure de la flottille ou des structures DCP/FOB au cours d'une période donnée.

Il serait important de s'assurer que chaque opération de pêche est bien suivie afin que, dans la mesure du possible, les estimations de la composition de la capture, de la distribution des tailles et de la prise totale reflètent une seule calée et enregistrent si la calée est réalisée sous un DCP surveillé (c.-à-d. une bouée active), une rencontre aléatoire avec un DCP/FOB ou une autre opération associée à un navire.

Les données fournies par les CPC dont dispose le Secrétariat de l'ICCAT ont, au mieux, une résolution spatiale de 1°x1° de latitude-longitude par mois, et représentent donc généralement des informations agrégées provenant de plus d'une opération de pêche sous DCP/FOB. En outre, la prise et l'effort (tâche 2CE) ne couvrent généralement pas la prise totale (tâche 1 NC) et la distribution de la taille de la prise (tâche 2SZ, 2CAS) n'est pas associée à une opération spécifique. Par conséquent, avec les données disponibles dans les bases de données du Secrétariat, il n'est pas possible de réaliser ces analyses.

D'autres options ont été discutées par le Groupe, qui pourraient être utiles pour fournir un avis sur ce sujet à la Commission. Ces options incluaient de demander aux scientifiques des CPC de collecter des données de haute résolution sur les opérations sous DCP/FOB de la flottille de senneurs de leur CPC et d'effectuer une analyse similaire à celle décrite ci-dessus. Une autre suggestion était que, si l'information requise est disponible dans les bases de données du Secrétariat, la prise moyenne réalisée sous DCP/FOB (sans tenir compte des divers facteurs qui pourraient influencer le taux de capture) pourrait être calculée à partir d'un sous-ensemble de données, dans lequel les prises de DCP/FOB pourraient être associées à un nombre spécifique d'opérations sous DCP/FOB.

Le Groupe a convenu d'examiner ces alternatives et d'élaborer un projet de réponse avant la réunion du Groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux de septembre 2024.

8.4 Questions de la Sous-commission 1

En ce qui concerne la longue liste de questions de la Sous-commission 1 figurant à l'appendice 4 du rapport de la troisième réunion intersessions de la Sous-commission 1 de 2023, le Groupe a noté le nombre et la complexité des questions, ainsi que le fait que certaines questions pourraient nécessiter des clarifications supplémentaires de la

part de la Sous-commission 1. Le Président du SCRS a indiqué que, bien qu'il existe une intention générale d'améliorer la communication et la collaboration entre le SCRS et la Commission, y compris de répondre aux questions soulevées lors des réunions intersessions des Sous-commissions de l'ICCAT lorsque cela est possible, le processus par lequel ces questions ont été élaborées (par le biais d'une correspondance au cours d'une période prolongée après la conclusion de la réunion de la Sous-commission 1) s'est avéré difficile. Il pourrait être souhaitable que les futures questions pour le SCRS soient soulevées et approuvées lors des réunions de la Commission ou de ses organes subsidiaires.

Le Groupe a noté que les questions de la Sous-commission 1 pouvaient être divisées en trois catégories générales : 1) les questions relatives aux nombres/limites des DCP ou des opérations sous DCP/FOB (cf. section 8.3 ci-dessus concernant le plan visant à aborder ce sujet) ; 2) la proportion de juvéniles dans la capture et l'impact du moratoire des opérations sous DCP ; et 3) les implications du changement de la sélectivité globale (par exemple, la modification des proportions de capture entre les flottilles). Le Groupe a convenu que la meilleure façon de répondre à ces questions serait d'appliquer des modèles d'évaluation des stocks. De cette manière, les chiffres de la population et la dynamique du stock pourraient être pris en compte.

Les analyses à effectuer comprendraient :

- Calculer la mortalité par pêche relative par flottille/mode de pêche pour tous les engins sur la base des résultats du modèle Stock Synthesis.
- Décrire la structure des captures par âge/taille à partir des résultats du modèle Stock Synthesis.
- Comparer les résultats ci-dessus avec une analyse de la CAS.
- Examiner l'impact relatif sur la capacité de reproduction potentielle du stock (c'est-à-dire la biomasse potentielle du stock reproducteur pour chaque engin principal).

Le Groupe a convenu d'effectuer ces analyses pour l'albacore, en utilisant les résultats de l'évaluation du stock, au cours de 2024, avant la réunion du Groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux de septembre 2024. Pour le thon obèse, ces analyses seront réalisées en 2025, suite à l'évaluation prévue du stock du thon obèse. Afin de faciliter les analyses de 2025, la soumission de la CAS pour le thon obèse, l'albacore et le listao avant la réunion de préparation des données sur le thon obèse sera inscrite dans le plan de travail 2025 pour les thonidés tropicaux et demandée dans l'appel de données statistiques halieutiques de 2025.

Le Groupe a convenu de former un sous-groupe ad hoc (ci-après dénommé le « sous-groupe des réponses sur les thonidés tropicaux ») afin de rédiger les réponses à la Commission. Ce sous-groupe, ouvert à tous les scientifiques du SCRS intéressés (ainsi qu'aux observateurs, approuvés par le rapporteur pour l'albacore et soutenus par le Président du SCRS), travaillerait pendant la période intersessions par correspondance ou par des réunions en ligne, selon le cas. Au cours de cette réunion, 19 participants ont accepté de participer à ce sous-groupe dédié aux réponses concernant les thonidés tropicaux.

9. Recommandations

9.1 Recherche et statistiques

Le Groupe a recommandé que des ressources soient identifiées afin de développer une approche plus systématique et reproductible pour l'estimation de la prise par taille (CAS) et, notant les limites de l'approche actuelle, il a également recommandé que des méthodologies alternatives soient envisagées afin de répondre aux demandes de la Commission qui pourraient actuellement exiger une matrice CAS.

Le Groupe a noté que les données de fréquence de tailles disponibles ne sont pas totalement représentatives de la dynamique des flottilles et des pêcheries de l'ICCAT et que cela pourrait fausser les résultats des modèles d'évaluation des stocks utilisés pour élaborer l'avis de gestion. Le Groupe a recommandé le développement d'une méthodologie standard visant à repondérer statistiquement les données brutes de fréquence de tailles afin de s'assurer qu'elles sont aussi représentatives que possible des opérations des flottilles/pêcheries. À cette fin, il serait utile d'organiser un atelier spécifique du SCRS.

Le Groupe a recommandé que les scientifiques nationaux associés aux principales pêcheries de senneurs de thonidés tropicaux traitent les propositions de recherche pour répondre à la demande de la Commission sur le nombre maximum d'opérations sous DCP ou de déploiement sous des DCP, en fournissant des documents du SCRS pour examen par le Groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux.

9.2 Avis de gestion (résumé exécutif de l'albacore)

Le Groupe a recommandé de poursuivre les recherches sur les approches utilisées dans les scénarios de captures constantes dans les projections, en particulier : 1) les périodes de temps pour les projections de stock qui équilibrent les besoins en matière de gestion, la biologie de l'espèce et l'état actuel du stock (y compris la structure d'âge de la population) ; 2) la manière de mener les projections lorsque les conditions de recrutement récentes sont considérées comme étant significativement différentes d'une moyenne ou de conditions d'équilibre ; et 3) les critères de sélection pour l'exclusion des séries dans le cadre des approches lognormales-multivariées (MVLN) ou des approches de simulations de Monte Carlo.

Le Groupe a fortement soutenu les efforts visant à identifier et à mieux intégrer les impacts du changement climatique sur les populations de poissons, ainsi que l'évaluation continue de la solidité des avis de gestion face aux effets du changement climatique.

Le Groupe a continué à soutenir et à recommander des initiatives de renforcement des capacités afin d'augmenter le nombre de scientifiques et de gestionnaires capables de participer et de contribuer à l'élaboration et à la mise en œuvre des évaluations des stratégies de gestion.

Le Groupe a recommandé de poursuivre les efforts visant à solliciter des contributions spécifiques de la Commission sur les objectifs de gestion pour la MSE multi-stocks, y compris les probabilités et les calendriers.

Le Groupe a noté que de nombreuses demandes de la Commission (par exemple, l'impact des actions réglementaires passées/potentielles) sont mieux prises en compte dans un contexte multi-stocks. Par conséquent, le Groupe a fortement soutenu la poursuite du développement du cadre de la MSE multi-stocks pour les thonidés tropicaux et la communication des capacités de ce cadre à répondre à des questions de gestion importantes.

10. Programme de recherche et de collecte de données pour les thonidés tropicaux (TTRaD)

10.1 État des lieux du Programme de recherche et de collecte de données pour les thonidés tropicaux

La présentation SCRS/P/2024/094 a fourni une mise à jour du plan de travail pour l'examen du Programme de recherche et de collecte de données pour les thonidés tropicaux (TTRaD). Le plan consiste à poursuivre un programme de recherche pluriannuel complet. Le Groupe a convenu de poursuivre l'élaboration de ce plan en 2024 selon les étapes suivantes : 1) continuer à le consolider avec le Groupe et les responsables de chaque espèce ; 2) ajouter des détails sur ce que le travail impliquera, y compris les résultats à court, moyen et long terme ; 3) prendre en compte les résultats et les plans de travail pour d'autres projets pertinents ; 4) développer des Termes de référence pertinents pour le travail de 2025 ; et 5) finaliser le plan lors de la réunion du Groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux en septembre 2024. Il a été demandé au Groupe que tout nouveau contributeur prenne contact le Coordinateur du Groupe d'espèces de thonidés tropicaux afin de contribuer aux développements intersessions du plan.

En lien avec les discussions sur les activités de recherche sur les thonidés tropicaux dans le cadre du TTRaD de l'ICCAT et d'autres programmes pertinents, une présentation du projet ITUNNES (*Amélioration des connaissances biologiques sur les thonidés tropicaux* pour les utilisateurs finaux) a été faite au Groupe. Certains des objectifs de recherche du projet ITUNNES sont étroitement liés aux besoins de recherche identifiés par l'ICCAT pour les thonidés tropicaux de l'Atlantique et le Groupe a souligné le potentiel de coordination des besoins de recherche et des programmes d'échantillonnage respectifs. Le Groupe a noté les avantages scientifiques potentiels pour les deux programmes avec la participation active et la collaboration des CPC de l'ICCAT qui ne font pas actuellement partie du consortium ITUNNES, en particulier pour l'échantillonnage et les observations de la région de l'Atlantique Ouest. Les activités de recherche sur l'âge et la croissance des thonidés tropicaux ont été particulièrement soulignées, notant qu'il existe des projets de recherche en cours dans le cadre du TTRaD de l'ICCAT et qu'il est nécessaire d'éviter une duplication potentielle des efforts/du financement dans les deux programmes.

10.2 Activités en cours et planification future

Une mise à jour a été fournie au Groupe sur la collecte de données en cours sur les thonidés tropicaux et la détermination de l'âge de routine des échantillons par le Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye (CRODT). Depuis 2019, le traitement et la lecture des parties dures ont été entrepris par le CRODT, y compris les

échantillons de poissons marqués à l'Oxytétracycline (OTC). Le traitement récent d'échantillons historiques et nouveaux de thonidés tropicaux (y compris l'albacore et le thon obèse < 40 cm SFL) signifie que plus de 135 pièces dures ont été traitées par le CRODT à ce jour. Les résultats préliminaires ont été présentés. L'équipe de recherche impliquée dans ce travail a accepté de fournir une mise à jour au Groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux lors de la réunion de septembre 2024.

Le Groupe a noté qu'il existe plusieurs termes de référence en suspens qui doivent être rédigés et circulés dans les semaines à venir, ce qui inclut l'extension de l'échantillonnage de l'âge et de la croissance et la coordination d'un atelier MSE pour les gestionnaires et les scientifiques. Le Groupe a fourni un retour d'information sur les Termes de référence et y a apporté des révisions en ce qui concerne l'âge et la croissance afin mettre l'accent sur la collecte et l'analyse des données sur le thon obèse avant l'évaluation du stock de thon obèse proposée pour 2025. Les Termes de référence pour le(s) atelier(s) sur la MSE ont été discutés, et des mises à jour ont été demandées afin de s'assurer que le prochain atelier sur la MSE se concentre sur une approche plus appliquée de la formation avec des exemples pratiques de MSE sur les thonidés tropicaux plutôt que sur la théorie. Les mandataires responsables des thonidés tropicaux ont accepté de mettre à jour et de rédiger les Termes de référence conformément à l'avis fourni par le Groupe.

En ce qui concerne les Termes de référence de 2025 qui seront présentés à la réunion du Groupe d'espèces de septembre 2024, le Groupe a réfléchi au financement approuvé par la Commission en 2023 pour les activités de recherche de l'ICCAT en 2024/2025 (appendice 2 de l'ANNEXE 7 du *Rapport pour la période biennale 2022-2023, IIe partie (2023), Vol. 1*). Le Groupe a recommandé de poursuivre les discussions sur les contraintes de financement appliquées aux programmes de collecte de données et de recherche du Groupe d'espèces et a demandé à la Commission d'envisager une plus grande flexibilité afin de maximiser l'utilisation des fonds pour les programmes de recherche pluriannuels requis pour répondre aux priorités des espèces hautement migratoires, y compris les thonidés tropicaux.

Le Groupe maintient la recommandation de 2023 en ce qui concerne le renforcement des capacités du Ghana en matière de statistiques de pêche. Le Secrétariat a noté que pour cette demande qui a des implications financières, il a été identifié des sources de financement supplémentaires qui peuvent soutenir la proposition. Les premiers contacts avec l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et les scientifiques ghanéens sont en cours pour que cet atelier ait lieu d'ici la fin de l'année 2024.

11. Autres questions

Aucune autre question n'a été abordée cours de la réunion.

12. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté pendant la réunion. Le Président du Groupe a remercié tous les participants et les interprètes pour les efforts déployés. La réunion a été levée.

Bibliographie

- ICCAT. 2019. Report of the 2019 ICCAT Yellowfin Tuna Stock Assessment Meeting (Grand-Bassam, Cote d'Ivoire, 8-16 July 2019). ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap., Vol. 76(6): 344-515.
- ICCAT. 2024. Report of the 2024 ICCAT Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (hybrid/Madrid, Spain, 8-12 April 2024). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 81(2), SCRS/2024/002: 1-109 (2024).
- Báez J. C., Urbina M.O., Real R., Macías D. 2011. Cumulative effect of the North Atlantic Oscillation on age-class abundance of albacore (*Thunnus alalunga*). J. Appl. Ichthyol., 27: 1356–1359. doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01799.x.
- Carvalho F., Punt A.E., Chang Y.J., Maunder M.N., and Piner K.R. 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? Fisheries Research, 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. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. Fisheries Research, 240: 105959. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105959>.
- Caverivière A., Conand F., Suisse de Sainte Claire E. 1976. Distribution et abondance des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental. Étude des données de 1963 à 1974. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Vol. VII, n°2, Décembre : 49-70.
- Diaha N.C., Zudaire I, Chassot E., Barrigah D.B. Irie, Y.D. Gbeazere D.A., Kouadio D., Pecoraro C., Romeo M.U., Murua H., Amande M.J., Dewals P., Bodin N. 2016. Annual monitoring of reproductive traits of female yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. ICCAT Collect. Vol.Sci. Pap., Vol. 72 (2): 534–548.
- Francis R.I.C.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68: 1124–1138. <https://doi.org/10.1139/f2011-025>.
- Gaertner D., Guéry L., Goni N., Amande J., Alayon P.P., N'Gom F., Pereira J., Addi E., Ailloud L. and Beare D. 2022. Tag-shedding rates for tropical tuna species in the Atlantic Ocean estimated from double-tagging data. Fisheries Research, 248:106211.
- Hamel, O.S, Cope J.M. 2022. Development and considerations for application of a longevity-based prior for the natural mortality rate. Fisheries Research, 256: 106477. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106477>.
- Hoyle S.D., Leroy B.M., Nicol S.J. and Hampton W.J. 2015. Covariates of release mortality and tag loss in large-scale tuna tagging experiments. Fisheries Research, 163: 106-118.
- 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. 2015. Looking in the rearview mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. ICES Journal of Marine Science 72(1): 99–110. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>.
- Kaplan D., Morón-Correa G., Ramos Alonso M.L., Duparc A., Uranga J., Floch L., Rojo Méndez V., Pascual Ayón P., Merino G. 2024. Standardized CPUE abundance indices for adult yellowfin tuna caught in free-swimming school sets by the European purse-seine fleet in the Atlantic Ocean, 1993-2022. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 81(2), SCRS/2024/041: 1-54.
- Kell L. 2016. mpb 1.0.0. A package for implementing management procedures, that can be simulation testing using Management Strategy Evaluation. <https://github.com/laurieKell/mpb>.
- Methot R.D., Taylor I.G. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(10): 1744–1760. <https://doi.org/10.1139/f2011-092>
- Methot R.D., Wetzel C.R. 2013. Stock Synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142: 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.10.012>

- Methot R.D., Wetzel C.R., Taylor I.G. Doering K. 2024. Stock Synthesis User Manual Version 3.30.22.1. NOAA Fisheries, Seattle Washington. 256 pp.
- Then A.Y., Hoenig J.M., Hall N.G., Hewitt D.A. 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES (International Council for the Exploration of the Sea) Journal of Marine Science, 72: 82–92.
- Trapletti A. 2011. tseries: Time series analysis and computational finance. R package version 0. 10-25. <http://CRAN.R-project.org/package=tseries>.
- Pacicco A.E., Allman R.J., Lang E.T., Murie D.J., Falterman B.J., Ahrens R., Walter III J.F. 2021. Age and growth of yellowfin tuna in the US Gulf of Mexico and western Atlantic. Marine and Coastal Fisheries, 13 (4): 345-361. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10158>
- Plummer M., 2003. JAGS: a program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. In: 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing (DSC 2003). Vienna, Austria.
- Winker H., Carvalho F. and Kapur M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. Fisheries Research, 204: 275–288.
- Winker H., Carvalho F., Sow F.N., Ortiz M. 2019. Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: An application to Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*). ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap., 76 (4): 219-234.

INFORME DE LA REUNIÓN DE 2024 DE ICCAT DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE RABIL

(Formato híbrido, Madrid, España, 8-12 de julio de 2024)

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

La reunión híbrida se celebró presencialmente en la Secretaría de ICCAT, en Madrid (España), y en línea, del 8 al 11 de julio de 2024. La Dr. Shannon Cass-Calay (Estados Unidos), relatora para el rabil y presidenta de la reunión, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes (el “Grupo”). En nombre del secretario ejecutivo, el Dr. Miguel Neves dos Santos, secretario ejecutivo adjunto, dio la bienvenida a los participantes y les deseó éxito en su 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:

Secciones	Relatores
Puntos 1, 12	M. Ortiz
Punto 2 ^a	R. Forselledo,
Punto 2b, 2c	F. Fiorelletto, C. Mayor, M. Ortiz, A. Kimoto
Punto 2d	S. Sagarese, A. Kimoto
Punto 3a, 4a, 5a	M. Lauretta, S. Sagarese, D. Courtney, A. Kimoto
Punto 3b, 4b, 5b	R. Sant'Ana, G. Merino, G. Correa, M. Narváez, A. Kimoto
Punto 6	S. Cass-Calay, A. Kimoto,
Punto 7a, 7b	R. Sant'Ana
Punto 7c	G. Merino, A. Urtizberea
Punto 7d	R. Sant'Ana, G. Merino
Punto 8	C. Brown, S. Wright
Puntos 9, 11	S. Cass-Calay
Punto 10	S. Wrieth

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

2.1 Biología

El documento SCRS/2024/121 presentaba estimaciones de las tasas de mortalidad natural y por pesca derivadas del conjunto de datos de marcado convencional del Programa de marcado de tónidos tropicales en el océano Atlántico (AOTTP). Los datos de recuperación de marcas se analizaron con modelos Brownie parametrizados en términos de tasas instantáneas de mortalidad por pesca (F) y natural (M), con ventana de mezcla, tasas de desprendimiento de marcas y de comunicación de marcas obtenidas de trabajos publicados anteriormente. La tasa de mortalidad total (Z) se estimó en 0,44/año, con M estimada en 0,35/año y F estimada en 0,09/año.

El Grupo reconoció el valor de los resultados de este estudio debido a la importancia de la mortalidad natural para la evaluación del stock de la especie. Asimismo, el Grupo destacó que se trata de un resultado de investigación muy importante obtenido del AOTTP, que confirma la importancia de los programas de investigación de ICCAT.

Se planteó la cuestión de la mortalidad inducida por las marcas, ya que otros estudios realizados en otros océanos tienen en cuenta valores mucho más elevados (Hoyle *et al.*, 2015). Phi (Φ) en el modelo es la probabilidad de que un animal sobreviva a la mortalidad producida por el desprendimiento de marca inicial o a toda mortalidad inducida por la pérdida de marca inicial. El autor señaló que el AOTTP no dispone de información sobre la mortalidad inducida por las marcas, por lo que se consideró insignificante. La tasa de desprendimiento de marcas utilizada en el estudio (3 %), basada en Gaertner *et al.* (2022), representa la probabilidad de perder la marca a corto plazo. Se realizó una prueba de sensibilidad considerando un valor más alto de mortalidad inducida por las marcas (37 %), como se ha observado en otros estudios.

El Grupo comentó que existen otras incertidumbres, incluida la probabilidad de que las tasas de comunicación más bajas afecten a las clases de mayor tamaño capturadas principalmente con otros artes de pesca. El autor estuvo de acuerdo en que se trataba de una fuente de incertidumbre y explicó que la tasa de comunicación es probablemente menor en el caso de artes de pesca como el palangre, y que desde que finalizó el AOTTP, ha habido menos sensibilización y cobertura de personal para fomentar la comunicación de recapturas de marcas. Sin embargo, para tenerlo en cuenta, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad, considerando una tasa de comunicación inferior (60 %), que no dio lugar a cambios importantes en la M resultante. El estudio también identificó otras fuentes de incertidumbre que deberían tenerse en cuenta.

Se consultó al autor sobre la exploración de información histórica de mercado para estimar M variables en el tiempo, y expresó que existe información disponible sobre mercado. Sin embargo, esa información carece de estimaciones de las tasas de comunicación, por lo que sería muy difícil utilizarla o combinarla con los datos de entrada del estudio. Cuando se utiliza información histórica, deben hacerse muchas suposiciones y análisis de sensibilidad. El desarrollo del AOTTP tuvo en cuenta muchas variables para lograr los objetivos del programa. A pesar de toda esta planificación, surgieron muchos problemas relacionados con imprevistos.

El Grupo observó que, aunque los resultados presentados no se utilizaban como datos de entrada en la evaluación actual del stock, el valor estimado de M era similar a los supuestos de M utilizados en la evaluación y que podía utilizarse para confirmar o rechazar las distintas hipótesis empleadas. Se comentó que esta estimación de M procedía principalmente de peces jóvenes (edades 1-4) y que, por tanto, es ligeramente inferior a la estimación de M utilizada en la evaluación una vez aplicada la escala de Lorenzen. También se discutieron los intervalos de confianza de M y Z y se explicó que eran ajustados debido a los estrictos supuestos del análisis.

El documento SCRS/2024/124 presentaba una comparación de las estimaciones de edad utilizando distintas partes duras del mismo ejemplar, incluyendo otolitos, espinas y vértebras. El estudio asumió los otolitos como la fuente "correcta" de estimación de la edad y los comparó con las estimaciones a partir de espinas y de vértebras. A nivel de las espinas y las vértebras, sólo se deposita una banda al año, como ocurre con los otolitos. Basándose en los índices de sesgo y de precisión y en las curvas de sesgo, el otolito sería la mejor estructura para la estimación de la edad del rabil. Los resultados indicaron estimaciones similares de la edad de los peces de hasta 5 años para las 3 estructuras utilizadas. Sin embargo, en el caso de los peces de mayor edad/más grandes se concluyó que existe una sobreestimación significativa de la edad de 5 a 7 años basada en la lectura de las espinas (**Figura 1**), y que hay una subestimación de la edad basada en las vértebras de los peces de 7 y 9 años en comparación con el otolito (**Figura 2**).

El Grupo acogió con satisfacción la presentación de este importante estudio. En cuanto al uso de espinas, se consultó a los autores si las lecturas de las marcas se corregían teniendo en cuenta las marcas perdidas debido a la reabsorción en la zona central de las espinas. Los autores comentaron que la reabsorción se observó a partir incluso de ejemplares pequeños (40 cm SFL) y que los individuos más grandes tienen áreas de reabsorción mayores, por lo que las lecturas resultan más complejas. En el estudio, sin embargo, si se observaba reabsorción, las lecturas se corregían utilizando un factor de corrección estimado basado en los ejemplares de peces que no mostraban reabsorción alguna o en los que ésta era mínima.

Se observó que los otolitos suelen ser la principal estructura utilizada para la estimación de la edad y los estudios de crecimiento. Sin embargo, dados los resultados de este estudio para el rabil del Atlántico, el uso de otras estructuras (vértebras y espinas) podría ser útil, teniendo en cuenta los rangos de tamaño/edad para los que se observaron resultados similares. Esto podría beneficiar a o tenerse en cuenta en los programas de investigación, ya que, en general, las estructuras duras, como las muestras de espinas y de vértebras, son más fáciles de obtener sobre el terreno que los otolitos. Este estudio también proporcionó posibles factores de corrección entre las diferentes estructuras duras utilizadas para el rabil. Con esta información, el Grupo podría recomendar el uso de estas otras estructuras para estudios de edad y crecimiento.

2.2 Capturas

La Secretaría informó sobre el trabajo intersesiones realizado tras la reunión de preparación de datos para la especie (SCRS/P/2024/087).

Se informó al Grupo de que los conjuntos de datos de Tarea 1 y Tarea 2 se actualizaron con la información recibida hasta el 30 de junio de 2024, y que estos nuevos datos dieron como resultado casi exclusivamente registros adicionales de capturas nominales y frecuencia de tallas (incluidas las capturas por talla (CAS)) para el año 2023, que aún se consideraban preliminares y no se incluyeron en la evaluación.

Por lo tanto, el Grupo confirmó que los modelizadores podrían utilizar los conjuntos de datos de Tarea 1 y Tarea 2 tal y como se proporcionaron al final de la reunión de preparación de datos de abril de 2024. La **Tabla 1** refleja las capturas nominales totales de rabil en el periodo 1950-2023.

El documento SCRS/2024/039 revisó los datos de captura por flota y de muestreo de tallas del rabil del Atlántico para que la Secretaría los empleara en los modelos de evaluación de stock. Se revisaron y estimaron los datos de capturas y tallas para identificar la estructura de la flota utilizada en la evaluación de stock de rabil de 2019.

El documento SCRS/2024/119 revisó los datos de captura y esfuerzo de patudo y listado de la flota palangrera mexicana en el Golfo de México. La revisión de los datos presentados a ICCAT se basa en los datos del programa nacional de observadores que abarcan de 1993 a 2021. Se observaron discrepancias significativas entre los datos observados y los comunicados a ICCAT para los años anteriores a 2002.

El Grupo considera que las actualizaciones mejoran la información y recomienda que se incluyan en las bases de datos de ICCAT y replacen la información anterior. Se observó que las capturas actualizadas de listado occidental fueron mínimas y no modificaron sustancialmente la entrada de series de capturas utilizada para los modelos operativos de la evaluación de estrategias de ordenación (MSE) para el listado occidental.

2.3 Talla

El documento SCRS/2024/120 presentó estimaciones actualizadas de captura por talla (CAS) para la flota palangrera china cuya actividad se dirige a los túnidos tropicales del Atlántico de 2015 a 2021. Esta actualización respondía a la petición de que las CPC que se dedican a las especies de túnidos tropicales mejoren su estimación de capturas por talla (T2CS) para la evaluación del stock de rabil.

La presentación SCRS/P/2024/088 proporcionó al Grupo los últimos datos de captura por talla de rabil de 1960 a 2022. Detallaba la metodología de cálculo y proponía pasos hacia un enfoque más sistemático o automatizado.

2.4 Estructura de las flotas

Durante el desarrollo de Stock Synthesis (SCRS/2024/110), la estructura de las flotas se modificó ligeramente a partir de las recomendaciones sobre preparación de datos (ICCAT, 2024) para alinearse mejor con la estructura de las flotas de MSE multistock de túnidos tropicales (**Tabla 2**). En concreto, se revisaron las flotas asociadas de cerco en bancos libres y las flotas de pesca con objetos flotantes (FOB), pasando a ser flotas individuales con observaciones estacionales, en lugar de cuatro flotas separadas cada una por temporada. El Grupo acordó aceptar los cambios y pasar de 25 a 19 flotas en el modelo Stock Synthesis.

3. Métodos y ajustes del modelo

3.1 Stock Synthesis

Se proporcionó al Grupo una evaluación inicial del stock de rabil del Atlántico utilizando Stock Synthesis 3.30.18 (Methot y Wetzel, 2013) (SCRS/2024/110) que incorporaba las recomendaciones de la Reunión de preparación de datos sobre rabil de 2024 (ICCAT, 2024). Entre los cambios clave respecto a las recomendaciones de la Reunión de preparación de datos se incluyen:

- Aumentar el coeficiente de variación (CV) de los datos de entrada de capturas de 0,01 a 0,02 para mejorar el ajuste del modelo.
- Reducir el número de flotas de 25 a 19 para ajustarse mejor a la estructura de la flota de la MSE multistock para tropicales, (**Tabla 2**), y para tener más en cuenta el crecimiento a lo largo de las temporadas.
- Ajustar al periodo más reciente de 1979-2022 el índice de CPUE de palangre conjunto para el Atlántico tropical (región 2), ponderando al alza este índice por 10.
- Estimar el crecimiento en el marco de Stock Synthesis junto con la entrada de datos de edad como la edad condicional por talla y perfeccionar el parámetro de talla a la edad mínima (L en A_{\min}).
- Perfeccionar los patrones de selectividad, los bloques temporales y los valores anteriores de selectividad para flotas seleccionadas, reflejando menos flotas de las recomendadas.

Se construyó un modelo estacional que abarcaba el periodo 1950-2022 (**Figura 3**), partiendo de un stock virgen sin pescar.

Se modelaron tres índices de abundancia (**Tablas 3 y 4, Figura 4**), 1) el índice de palangre conjunto de las CPC de la región 2 (Atlántico tropical) (1979-2022); 2) el índice de boyas con ecosonda acústicas asociadas a FOB (2010-2022, estacionalmente); y 3) el índice de cerco en bancos libres (1993-2022, estacionalmente). Se asumió que el índice de palangre conjunto tenía una selectividad de peces equivalente a la flota palangrera de Japón en el Atlántico tropical (flota 11). Se supuso que el índice de boyas acústicas tenía la misma selectividad que la flota de cerco que opera en FOB (flota 4), y se supuso que el índice de cerco en bancos libres tenía la misma selectividad que la flota de cerco en bancos libres (flota 3). Todos los índices se escalaron a una media de 1, y los CV de índices para el índice de cerco en bancos libres y el índice de boyas con ecosonda acústicas se escalaron a un CV medio de 0,2 conservando la variabilidad interanual estimada por los modelos de estandarización.

Los datos de talla de cada flota, año y temporada los proporcionó la Secretaría una vez completadas todas las actualizaciones de datos de las CPC tras la reunión de preparación de datos (**Figura 5**). Las composiciones de talla se introdujeron como número de peces observados por cada intervalo de clase de talla de 4 cm. Los tamaños efectivos de las muestras fueron iguales al logaritmo natural del número de observaciones para reducir el efecto de la pseudoreplicación en el muestreo y disminuir la ponderación de los datos de talla en la verosimilitud global del modelo.

La hipótesis de crecimiento se modificó con respecto a la evaluación de 2019 y se modeló como una curva de crecimiento de Richards, en consonancia con las conclusiones y recomendaciones de Pacicco *et al.* (2021) (**Tabla 5**). El crecimiento se estimó en Stock Synthesis sin distribuciones previas de los parámetros utilizando los datos de edad condicional por talla (**Figura 6**) disponibles para el periodo 2007-2021 para las flotas 13 (Palangre Norte Otros) y 17 (RR US). El peso (kg) se estimó a partir de los factores de conversión actuales de longitud recta a la horquilla (cm) del SCRS $W = 2,1527 \times 10^{-5} * SFL^{2,976}$ (Caverivière, 1976).

Los supuestos de madurez y fecundidad se mantienen sin cambios con respecto a la evaluación de 2019. La fecundidad se modeló como una función directa del peso corporal de las hembras. La madurez por talla se basó en Diaha *et al.* (2016), con una madurez del 50 % a 115,1 cm de longitud recta a la horquilla (SFL). Se supuso que la ratio de sexos era de 50:50 machos-hembras. La fecha de nacimiento se ajustó al primer mes de cada temporada (enero, abril, julio y octubre).

Como se detalla en el Informe de la reunión de preparación de datos de rabil de 2024 (ICCAT, 2024), los supuestos de M por edad se modificaron con respecto a la evaluación de 2019, basándose en la nueva información sobre la regresión (Hamel Y Cope, 2022) utilizada para estimar la escala de M en edades más avanzadas. Se asignó un valor de mortalidad natural de 0,3 a la edad de 7 años (línea de base M), coherente con la estimación de M de Hamel y Cope (2022) y asumiendo una edad máxima de 18 años. Este tratamiento difiere de la evaluación de 2019, en la que la línea de base M de 0,30 se basó en el estudio de la estimación de M de Then *et al.* (2015) (ICCAT, 2019) asumiendo una edad máxima de 18 años.

La selectividad basada en la talla se estimó para las flotas con algunas desviaciones respecto a las recomendaciones de la reunión de preparación de datos. La selectividad se estimó directamente para 17 de las 19 flotas, asumiendo una función spline cúbica para las flotas 1- 5 para modelar la bimodalidad de las observaciones de composición por tallas. Las flotas 6-10, 12-13, y 15-19 se modelaron como funciones normales dobles, y se asumió que las flotas 11 y 14 tenían una selectividad logística asintótica (**Tabla 2**). Las flotas 9 (BB Azores Norte) y 16 (HL Brasil) se reflejaron en la flota 8 (BB Dakar tardía), ya que los datos de composición por tallas de esas flotas eran limitados. La selectividad por edad se obtuvo mediante Stock Synthesis, basándose en la selectividad por talla de la flota estimada por el modelo.

La relación stock-reclutamiento siguió una función Beverton-Holt con un reclutamiento virgen (R_0) y una desviación media estándar del reclutamiento a escala logarítmica (σ_R) estimada libremente. La inclinación se fijó en 0,8 para el caso de referencia, pero un análisis Monte Carlo incluyó una distribución aleatoria uniforme de entre 0,7 y 0,9 para evaluar valores alternativos, de forma similar al análisis realizado sobre M. Se estimaron las desviaciones anuales de reclutamiento para el periodo comprendido entre 1974 y 2021. Antes de 1974 el reclutamiento se derivaba de la relación stock-reclutamiento estimada. La corrección de sesgo lognormal ($-0,5\sigma^2$) para la media de la relación stock- reclutamiento se aplicó con la rampa de corrección de sesgo recomendada por Methot y Taylor, (2011)). El reclutamiento anual total estimado se distribuyó entre las cuatro estaciones según las asignaciones estacionales estimadas en el modelo.

Los ajustes de la varianza de los componentes de los datos de talla siguieron el método de Francis (2011). La ponderación relativa de los datos siguió los mismos supuestos que en la evaluación de stock de 2019 (ICCAT, 2019), con una ponderación del 50 % ($\lambda = 0,5$) aplicada a los datos de composición por tallas, y un

valor de ponderación del 100 % ($\lambda = 1$) aplicado a los índices de abundancia. Una desviación importante con respecto al modelo de evaluación de stock de 2019 (ICCAT 2019) y de la recomendación de preparación de datos fue ponderar al alza ($\lambda = 10$) el índice de palangre conjunto de la región 2 para mejorar el ajuste del modelo a las series de abundancia a largo plazo. Esta decisión fue revisada por el Grupo y se acordó que representaba una mejora importante del modelo.

En total, el modelo estimó 173 parámetros, que consistían en 114 parámetros de selectividad, 2 parámetros de reclutamiento del stock, 6 parámetros de crecimiento, 3 asignaciones estacionales de reclutamiento y 48 desviaciones de reclutamiento. Las desviaciones estándar de los parámetros del modelo se derivaron de la matriz de varianza-covarianza. Se señaló que las estimaciones de la biomasa del stock reproductor (SSB) proporcionadas por el modelo se refieren al inicio de año, y la mortalidad por pesca se refiere a las tasas de mortalidad de todo el año.

Para evaluar el efecto de supuestos de M alternativos, se llevó a cabo un análisis de remuestreo Monte Carlo, con 4.000 valores de M aleatorios extraídos de una distribución lognormal ($\log(\text{media})=0,3$, desviación estándar = 0,31) y se iteró el caso de referencia del modelo asumiendo esos valores de M alternativos (**Figura 7**).

Se construyó un ensayo del modelo de continuidad para compararlo con la evaluación de stock de 2019 basada en los mismos supuestos biológicos. Se proporcionaron análisis de sensibilidad adicionales basados en el caso de referencia preliminar, incluido el análisis del modelo de producción estructurado por edad (ASPM) (SCRS/2024/116), eliminando los índices de abundancia de uno en uno (SCRS/2024/110), eliminando las desviaciones de reclutamiento, ponderando a la baja el índice de cercos europeos en bancos libres y eliminando los datos de frecuencia de tallas de los últimos 5 años (2018-2022) (SCRS/2024/111).

El documento SCRS/2024/111 también exploró una matriz de incertidumbre de 9 modelos con una combinación cruzada de supuestos alternativos fijos sobre la mortalidad natural ($M = 0,25, 0,3$ y $0,35$) y la inclinación ($h = 0,7, 0,8$ y $0,9$). Las estimaciones de mortalidad natural de 0,25, 0,3 y 0,35 corresponden a edades máximas de la población de 21,6, 18 y 15,4 años, respectivamente. Estos ensayos alternativos de la matriz de incertidumbre propuesta se enumeran en la **Tabla 6**. Los diagnósticos del modelo incluyeron análisis retrospectivos, pruebas de ensayo en las CPUE y datos de talla, y ensayos de jackknife con cada índice de abundancia eliminado, siguiendo el enfoque propuesto por Carvalho *et al.* (2021).

El Grupo recibió algunas sugerencias técnicas para implementar Stock Synthesis, principalmente relacionadas con los ajustes de selectividad y reclutamiento del modelo de referencia preliminar para mejorar la parametrización:

- Para el tipo de selectividad 27 (spline cúbica), fijar uno de los valores de nodo del parámetro de selectividad como se recomienda en el manual de Stock Synthesis (Methot *et al.*, 2024).
- Prever desviaciones de reclutamiento variables en el tiempo entre estaciones, que actualmente se mantienen constantes a lo largo del tiempo en el modelo de referencia (es decir, la proporción relativa de reclutamiento entre estaciones es constante, lo que supone que no hay variación en la estación de desove a lo largo del tiempo).
- Se recomendaron cambios adicionales basados en las mejores prácticas, incluyendo el uso de spline cúbica natural, el enfoque Dirichlet-Multinomial para la ponderación de los datos, la estimación de las desviaciones del reclutamiento sin la restricción explícita de sumar a cero y el uso del parámetro específico de la flota/método F híbrido.
- Perfeccionamiento de la estimación de la selectividad mediante la inclusión de la selectividad variable en el tiempo para las flotas con edad condicional por talla y desarrollos aleatorios en lugar de bloques.

El Grupo acogió favorablemente y estudió las recomendaciones y, tras una nueva evaluación, decidió que el modelo de referencia estimaría los cinco valores de nodo del parámetro de selectividad para cada flota, con objeto de permitir flexibilizar la estimación de los modelos (por ejemplo, el crecimiento) tanto para el análisis Monte Carlo como para el enfoque de matriz.

En la reunión se realizaron análisis de modelos alternativos basados en estas recomendaciones, y se determinó que los tratamientos alternativos no mejoraban sustancialmente el contenido informativo del modelo ni tenían efectos significativos en las estimaciones del modelo. También se observó que para el tipo de selectividad 27 (spline cúbica), uno de los parámetros tiene una distribución previa con un CV del 10 % (es decir, una distribución previa muy informativa) en el caso de referencia del modelo para facilitar la convergencia cuando se modifican los parámetros en el enfoque de matriz o en los ensayos Monte Carlo, mientras que el resto de los parámetros de selectividad se estiman libremente. Por lo tanto, se recomendó mantener el caso de referencia del modelo propuesto presentado para utilizarlo en la estimación del estado del stock y en las proyecciones del stock.

El Grupo debatió brevemente el resultado de los modelos alternativos de los cambios graduales del modelo de referencia:

- Uso de la versión 3.30.22.1 de Stock Synthesis
- Mantenimiento constante de uno de los valores de nodo del parámetro de selectividad para cada flota
- Distribución temporal del reclutamiento entre las temporadas.
- Desviaciones de reclutamiento sin la restricción de sumar a cero
- Parámetro específico de la flota/método F híbrido

Aunque estos ensayos exploratorios proporcionaron información adicional sobre los parámetros que causaban los patrones retrospectivos (por ejemplo, los parámetros spline que daban problemas), no mejoraron sustancialmente el diagnóstico del modelo ni tuvieron un gran impacto en los resultados de la evaluación. Por tanto, el Grupo acordó seguir adelante con el modelo de referencia descrito en el Documento SCRS/2024/110.

3.2 Modelos de producción excedente

3.2.1 *mpb*

El modelo de evaluación de stock *mpb* (Kell, 2016) del documento SCRS/2024/113 se configuró con la captura total y dos índices de abundancia: Las CPUE del palangre conjunto en la región 2 (SCRS/2024/036) (Matsumoto *et al.*, 2024) y el índice de cerco de la flota de la UE que opera en bancos libres (Kaplan *et al.*, 2024). El paquete *mpb* dispone de métodos para trazar gráficos, examinar la bondad del ajuste, derivar cantidades utilizadas para proporcionar asesoramiento de ordenación, estimar la incertidumbre y otros diagnósticos estadísticos para evaluar el desempeño del modelo.

El Grupo señaló que este modelo se utilizó como parte del conjunto de modelos empleados para desarrollar el asesoramiento de ordenación en la evaluación del stock de rabil de 2019 (ICCAT, 2019). El modelo se configuró con los valores iniciales utilizados en 2019 con una restricción más estrecha en el parámetro de la tasa intrínseca de crecimiento (r) (**Tabla 7**).

3.2.2 JABBA

La versión más reciente de la producción excedente bayesiana de JABBA (v2.3.0, Winker *et al.*, 2018) se aplicó a las series temporales de capturas y a los índices para evaluar el stock de rabil del Atlántico hasta 2022. El documento SCRS/2024/114 presentaba todos los ajustes de distribución previa, los resultados y la formulación de modelo de los modelos JABBA. JABBA se implementó en R (R Development Core Team) con la interfaz Just Another Gibbs Sampler (JAGS) (Plummer, 2003) para estimar las distribuciones posteriores bayesianas de todas las cantidades de interés utilizando una simulación de las cadenas de Markov Monte Carlo (MCMC). En este estudio se utilizaron cuatro cadenas MCMC. Los modelos se ejecutaron para 50.000 iteraciones muestreadas con un período de prueba de 5.000 para cada cadena.

El documento SCRS/2024/114 incluía el ensayo de continuidad (S05) de la evaluación de stock de 2019 y el caso de referencia preliminar (S06) con varios análisis de sensibilidad. Ambos modelos aplicaron la serie de capturas totales de rabil del Atlántico entre 1950 y 2022 (**Figura 3**) y 2 índices (**Tablas 3 y 4, Figura 4**): el índice de CPUE de palangre conjunto para la Región 2 (zona tropical) y la flota europea de cerco en bancos libres de rabil adulto. El ensayo de continuidad S05 asumió la distribución previa r como las distribuciones posteriores de la evaluación de stock de JABBA de 2019, lo que resultó en una distribución previa r de $\log(r) \sim N(\log(0,154), 0,200)$ con un valor de entrada fijo de $B_{RMS}/K = 0,342$. La distribución previa de r para el caso de referencia preliminar S06 se derivó del modelo de equilibrio estructurado por edad (ASEM, Winker *et al.*, 2019) utilizando las estimaciones del punto de referencia del caso de referencia preliminar de Stock Synthesis de 2024. Esto asumió una distribución previa de r de $\log(r) \sim N(\log(0,3740), 0,374)$ y un valor de entrada fijo de $B_{RMS}/K = 0,270$.

El Grupo señaló que el caso de referencia preliminar de Stock Synthesis ponderaba al alza el índice de palangre conjunto en la Región 2 por un factor de 10. Esta decisión se tomó después de la reunión de preparación de datos del rabil de 2024 (ICCAT, 2024), y el Grupo estuvo de acuerdo con el cambio (sección 3.1). Sin embargo, el Grupo decidió no investigar este cambio en la reunión para los modelos JABBA.

4. Diagnósticos de los modelos

4. Stock Synthesis

Stock Synthesis convergió en una solución estable, con una verosimilitud logarítmica negativa consistente en todos los valores iniciales de los parámetros sometidos a ligeras variaciones (**Figura 8**). El gradiente final del modelo fue de 0,000089, inferior al objetivo de 0,0001, y se consideró aceptable para la convergencia del modelo, sobre todo porque la solución era estable en diferentes valores de los parámetros iniciales.

El modelo mostró una falta de ajuste general para el índice de cerco en bancos libres, pero un ajuste relativamente mejor para el índice de boyas acústicas y el índice de CPUE de palangre conjunto (**Figura 9**). Los errores de valores residuales de los índices mostraron distribuciones centralizadas coherentes, evidenciadas por la prueba de ensayo de diagnóstico (**Figura 10**). Se observó un conflicto en la tendencia reciente entre el índice de cerco en bancos libres y el índice de palangre conjunto de las tres regiones (**Figura 9**), con un descenso en el cerco y un aumento en el palangre observado desde 2019. La aplicación de una ponderación de verosimilitud de 10 veces al índice de CPUE de palangre conjunto, que representa el conjunto de datos más informativo sobre la biomasa de reproductores a largo plazo en el espacio y el tiempo, mejoró considerablemente el ajuste del modelo a las series temporales, especialmente en los años más recientes (SCRS/2024/110). Sólo el índice de boyas acústicas mostró una buena capacidad de predicción según el análisis de simulación retrospectiva ($MASE < 1$; **Figura 11**).

Los ajustes a la composición por tallas agregada (**Figura 12**) proporcionaron un diagnóstico primario de la estimación de la selectividad del modelo. En general, el caso de referencia mostró un ajuste aceptable a los datos agregados de composición por tallas de todas las flotas. Los patrones de valores residuales anuales parecían en su mayoría distribuidos aleatoriamente y se consideraban adecuados para las principales flotas de captura, mientras que las flotas con extracciones relativamente menores mostraban algunos patrones no aleatorios en los valores residuales (**Figura 13**). Esto se debió, en parte, a un cambio en la composición de las tallas a lo largo del tiempo que no se tuvo en cuenta en las estimaciones de variación temporal, y se observó especialmente en flotas con composiciones de tallas multimodales. No se tuvieron en cuenta los bloques temporales para las flotas con datos dispersos (es decir, con un tamaño de muestra bajo) debido a la preocupación de que el modelo pudiera enfocarse en variabilidad no importante. La capacidad predictiva de la longitud media fue aceptable para las flotas 5, 11, 13-14, 17 y 19 ($MASE < 1$; **Figura 14**).

En la **Tabla 8** se presenta una lista de los parámetros del modelo, incluidos los valores estimados, la desviación estándar y los supuestos de distribución previa cuando es necesario. Los parámetros de selectividad se estimaron con buena precisión, añadiendo algunas distribuciones previas a los parámetros de spline (GradeLo y Vall) y doble-normal (top-logit) para mejorar la estabilidad del modelo (**Tabla 8**). Los parámetros de crecimiento se estimaron bien sin distribuciones previas (**Figura 15**) y dieron como resultado una curva de crecimiento muy similar a la curva de Richards modificada por talla publicada por Pacicco *et al.* (2021) y presentada en la reunión de preparación de datos (**Figura 16**). La estimación del crecimiento fue posible gracias a la inclusión de la edad condicional por la talla, que no se modeló directamente en la evaluación de stock de rabil de 2019 t (ICCAT, 2019).

Las desviaciones estimadas del reclutamiento indicaron una gran variabilidad de un año a otro, con periodos previstos de reclutamiento inferiores a la media (antes de 1980 y entre 2003 y 2007) y periodos en los que las desviaciones de reclutamiento fueron relativamente altas, incluidos los años más recientes (**Figura 17**).

Dado que se fijaron la inclinación (h) y la curva de Beverton-Holt, los principales parámetros de productividad estimados en Stock Synthesis fueron el nivel medio de reclutamiento de edad 0 en la biomasa reproductora de equilibrio sin pesca (R_0) y σ_R . El perfil de verosimilitud de R_0 del caso de referencia indicaba una estimación de máxima verosimilitud cercana a 11 (escala logarítmica natural), equivalente a aproximadamente 60 millones de reclutas de edad 0, con valores ligeramente inferiores apoyados por los datos de talla (10,6) e índice (10,8) (**Figura 18**). El perfil de verosimilitud de σ_R indicaba una estimación de máxima verosimilitud cercana a 0,24, aunque los datos de índice y talla respaldaban valores mayores mientras que los de edad respaldaban valores menores (**Figura 18**). Casi todas las series de datos admitían estimaciones de pendiente cercanas al límite superior (**Figura 18**).

En el caso de referencia de la evaluación actual, se estimó que la biomasa del stock reproductor descendía en las series temporales hasta los tres años más recientes (**Figura 19**). La escala de las estimaciones de biomasa fue muy sensible a los datos alternativos y a los supuestos de los parámetros, lo que también se puso de manifiesto en un ensayo de sensibilidad del modelo de producción estructurado por edades (**Figura 20**; SCRS/2024/116). La tendencia reciente de la biomasa del stock reproductor se vio muy influida por los distintos índices, tal y como

demuestra el análisis jackknife, debido a los conflictos existentes en los últimos años, especialmente entre el índice de cerco en bancos libres y el índice de CPUE de palangre conjunto. Las estimaciones de biomasa del periodo reciente aumentaron cuando se eliminó el índice de cerco en bancos libres, mientras que disminuyeron considerablemente cuando se eliminó el índice de CPUE de palangre conjunto (**Figura 21**).

La mortalidad por pesca (indicada como tasa de explotación en la biomasa) aumentó bruscamente entre 1965 y 1982, y siguió aumentando entre 2005 y 2015, con un pico de mortalidad por pesca estimado en 2020 con una tasa de explotación del 13 % (**Figura 22**). Desde 2015, la tasa de explotación se ha mantenido entre el 10 y el 13 % de la biomasa del stock extraída anualmente por la pesca (**Tabla 9, Figura 22**).

Los resultados del análisis retrospectivo indicaron patrones direccionales marcados (**Figura 23**). El rho de Mohn, que mide la gravedad de los patrones retrospectivos, fue igual a -0,139 y 0,21 para las series temporales de SSB y F, respectivamente, que estaban justo dentro y fuera del rango aceptable, respectivamente (-0,15 a +0,20; véase Hurtado-Ferro *et al.*, 2015). A medida que se eliminan los últimos años de datos, las estimaciones del modelo de SSB son mucho más bajas, mientras que las estimaciones de F aumentan, aunque parecen mantenerse dentro del intervalo de confianza del modelo con datos hasta 2022. Se observó que los diagnósticos retrospectivos eran sustancialmente mejores para la referencia de ratio de la biomasa y la mortalidad por pesca (a -0,062 y 0,230 para las series temporales SSB/SSB_{RMS} y F/F_{RMS}) en comparación con los valores absolutos (**Figura 23**).

El Grupo revisó la propuesta de matriz de incertidumbre de 9 modelos (SCRS/2024/111) sugerida por el equipo técnico, que incluía tres vectores de mortalidad natural y tres valores de inclinación. Todos los modelos alcanzaron niveles similares de verosimilitud sin que los parámetros superaran los límites. En general, no hay grandes diferencias en cuanto al desempeño estadístico, aunque los escenarios de alta M y baja inclinación no convergieron en todas las eliminaciones de diagnóstico retrospectivo. Los patrones retrospectivos fueron menos pronunciados para valores de M más bajos, mientras que las tendencias de desviación del reclutamiento y la convergencia sugieren valores de M más altos.

4.2 Modelos de producción excedente

4.2.1 mpb

Se utilizó un conjunto de diagnósticos para evaluar el desempeño del modelo dinámico de biomasa *mpb* para ajustar los datos de captura total y CPUE. En general, el modelo mostró una distribución aceptable de los valores residuales (**Figura 24**) y tendencias retrospectivas razonables (**Figura 25**). Sin embargo, una exploración de la verosimilitud mostró que el modelo converge hacia la estimación de parámetros biológicos (r y K (capacidad de carga)) que muestran una verosimilitud menor que otras opciones (función de penalización más baja, suma cuadrática residual), es decir, puntos más grandes y oscuros en las **Figuras 26 a 30**. Además, el modelo muestra la función de penalización más baja en valores biológicos inverosímiles de r ($<0,001$). Así lo confirmó la exploración de verosimilitud para el estado del stock y los puntos de referencia estimados.

El Grupo debatió opciones para mejorar estos diagnósticos, pero reconoció que la mayoría de las opciones ya se habían explorado. En general, el Grupo observó que es difícil que los modelos dinámicos de biomasa se ajusten a las tendencias contradictorias de los dos índices de abundancia, probablemente porque este modelo no puede utilizar el error de proceso para mejorar el ajuste a los datos. El Grupo decidió dejar de explorar este modelo y no utilizarlo para desarrollar el asesoramiento de ordenación.

4.2.2 JABBA

Los diagnósticos incluyeron el diagrama de valores residuales de JABBA (Winker *et al.*, 2018), el ajuste de error cuadrático medio (RMSE) al alisado loess de todos los índices de CPUE residuales combinados y la prueba de ensayos para detectar la no aleatoriedad en los valores residuales de CPUE (Carvalho *et al.*, 2017). El diagnóstico de la prueba de ensayo se aplicó a los valores residuales del ajuste de la CPUE en escala logarítmica utilizando la función "runs.test" en el paquete tseries R (Trapletti, 2011), considerando el valor p de la prueba de ensayo de dos caras de Wald-Wolfowitz. También se realizó un análisis retrospectivo ($n = 5$ años) y un análisis jackknife de las CPUE.

La inspección visual de los diagramas de seguimiento (Figura 3 en SCRS/2024/114) de los parámetros clave del modelo mostró una buena mezcla de las cuatro cadenas (*es decir*, que se desplazan aleatoriamente por el espacio de los parámetros). Esto también indica convergencia en las cadenas de MCMC, y que la distribución posterior

de los parámetros del modelo se muestreó debidamente con las simulaciones de las cadenas de MCMC. Los resúmenes de los cuantiles de la distribución posterior para los parámetros y las cantidades de ordenación de interés se presentan en la **Tabla 10**.

Los diagramas de valores residuales de JABBA mostraron que las distribuciones de valores residuales eran similares entre el caso de referencia preliminar S06 y el ensayo de continuidad S05, con valores de RMSE en torno al 14 %, lo que indica un buen ajuste a los datos de CPUE (**Figuras 31 y 32**). Sin embargo, los dos índices (Joint_LL_R2 y EU_PS_FS) mostraron una tendencia opuesta en el ajuste para los 4 años más recientes. Sólo el Joint_LL_R2 superó el diagnóstico de la prueba de ensayo para el caso de referencia JABBA preliminar (S06) (**Figura 33**).

Los gráficos de desviación del error de proceso (**Figura 34**) por año indican que los modelos presentaron un patrón estocástico similar, con una pronunciada tendencia negativa después de 2008, que se estabiliza hacia el final de la serie temporal al observar la tendencia central (por ejemplo, la señal de la mediana). El intervalo de credibilidad (CI) bayesiano del 95 % siempre incluía cero, lo que podría considerarse una prueba estadística de un efecto no significativo de esta tendencia.

Las medianas de la distribución posterior marginal para r en S05 y S06 fueron 0,138 y 0,181, respectivamente (**Tabla 10, Figura 35**). Las distribuciones posteriores para K indican que los datos de entrada ofrecían mucha información sobre K (**Figura 35**) y las medianas de la distribución posterior marginal para K en S05 y S06 fueron 2.299.725 y 1.649.524 toneladas métricas (**Tabla 10, Figura 35**). La forma de la función de la curva de producción para S06 (caso de referencia preliminar) estaba sesgada hacia la izquierda, lo que indica un stock más productivo con una capacidad de carga menor en comparación con S05 (ensayo de continuidad) (**Figura 35**).

Los análisis retrospectivos realizados a lo largo de ocho años secuenciales para 05 y 06 (**Figuras 36 y 37**) no mostraron ningún patrón sistemático, y el rho de Mohn estimado (**Tabla 11**) se situó dentro del rango aceptable de -0,15 y 0,20 propuesto por Hurtado-Ferro *et al.* (2015). Sin embargo, los resultados de la validación cruzada de simulación retrospectiva sugieren que ninguno de los índices presentó puntuaciones del error medio absoluto escalado (MASE) en torno a uno o menos, lo que indica que estos índices no tenían una buena capacidad de predicción (**Figuras 38**).

Los análisis jackknife para S05 y S06 mostraron que la eliminación del índice de cerco en bancos libres de la UE (es decir, utilizar únicamente Joint_LL_R2) afectaba al estado del stock después de 2010, dando lugar a una menor mortalidad por pesca y a una biomasa estable (**Figuras 39 y 40**). Mientras que la eliminación de Joint_LL_R2 afectó al estado del stock en los últimos 3 años, lo que resultó en una B/B_{RMS} menor y una F/F_{RMS} mayor en S05 (**Figura 39**). En S06, la eliminación cambió por completo el ajuste y el estado del stock, sin embargo, las estimaciones eran muy inciertas (**Figura 40**).

5. Resultados de los modelos

5.1 Stock Synthesis

Todas las recomendaciones formuladas por el Grupo en la reunión de preparación de datos se aplicaron a Stock Synthesis como revisiones iterativas y escalonadas del modelo desde el escenario de continuidad hasta un caso de referencia del modelo propuesto (SCRS/2024/110). El efecto de cada revisión sobre las estimaciones de biomasa reproductora se muestra en la **Figura 41**. En general, el rango de las estimaciones de la escala de biomasa en las revisiones del modelo de 2024 fue notablemente mayor que el observado en la matriz de incertidumbre de 2019 (**Figura 42**), lo que pone de relieve la influencia de los datos alternativos y los supuestos de los parámetros en las estimaciones de la biomasa del stock reproductor.

Al revisar paso a paso el enfoque utilizado para desarrollar el modelo de referencia, el Grupo planteó algunas preguntas. En primer lugar, el Grupo observó un gran cambio en las trayectorias de la SSB, concretamente una gran reducción de la SSB a mediados de la década de 1970 (**Figura 41**). Este cambio se produjo al eliminar la estimación de las desviaciones del reclutamiento temprano con la estimación únicamente de 1974-2021, cuando se disponía de composiciones de tallas e índices. Otras cuestiones técnicas se centraron en perfeccionar la selectividad, en particular el parámetro de pendiente decreciente para la flota de cerco occidental, donde los ensayos iniciales del modelo mostraban un claro desajuste en las composiciones por talla.

El Grupo se preguntó si el modelo Stock Synthesis era más apropiado para alimentar la MSE multistock de tónidos tropicales que para proporcionar asesoramiento en materia de ordenación. El equipo técnico respondió que el modelo se examinó a fondo y se desarrolló cuidadosamente teniendo en cuenta las recomendaciones de la reunión de preparación de datos. El Grupo apoyó esta observación destacando las importantes mejoras con respecto al modelo Stock Synthesis de 2019 en lo que se refiere a un mejor resultado del diagnóstico y una mejor metodología para abordar la incertidumbre.

Gran parte de los debates del Grupo se centraron en la aplicación del análisis Monte Carlo para la evaluación del rabil de 2024. Dada la naturaleza de la incertidumbre que se tiene en cuenta en la evaluación (por ejemplo, la mortalidad natural y la inclinación), se observó que el enfoque Monte Carlo es una mejora con respecto a una matriz de incertidumbre estructural.

Este análisis adicional se consideró un complemento muy útil del proceso y el Grupo decidió dar prioridad al análisis Monte Carlo para estimar el estado del stock y el stock previsto. En el caso de la evaluación del rabil de 2024, el enfoque Monte Carlo abarca mejor la incertidumbre en los parámetros fijos clave (a saber, la mortalidad natural y la inclinación), y se consideró una mejora con respecto a la matriz de incertidumbre de la evaluación de 2019. El Grupo reconoció que este enfoque requiere un proceso establecido, concretamente decisiones relativas a los parámetros en los que centrarse y a la forma de especificar las distribuciones previas informativas. Los parámetros elegidos para el rabil fueron M y h , que suelen estar correlacionados. En consecuencia, los ensayos del análisis Monte Carlo requerirán una selección para su inclusión en los resultados finales (por ejemplo, excluyendo los modelos con criterios de convergencia deficientes y reteniendo sólo aquellos con estimaciones de series temporales biológicamente plausibles). El Grupo observó que, en los casos en que la incertidumbre incluye cambios en los datos y/o en la ponderación de los datos (eliminaciones, índices, etc.), el enfoque de la matriz de incertidumbre puede captar mejor la incertidumbre estructural.

El Grupo expresó su interés por comparar los resultados del análisis Monte Carlo y del enfoque de la matriz de incertidumbre, pero reconoció que se trataba de una exploración científica a más largo plazo. Se necesitan esfuerzos adicionales para establecer límites superiores e inferiores apropiados para M para la matriz de incertidumbre, especialmente a la luz de las estimaciones independientes de M discutidas (SCRS/2024/121). Aplicar el enfoque de Hamel y Cope (2022) para estimar M y utilizarlo en una matriz de incertidumbre también podría ayudar a especificar una distribución adecuada para M .

Durante el debate sobre el enfoque de matriz, el Grupo consideró la importancia de ponderar los ensayos del modelo y recomendó seguir estudiando esta cuestión como una recomendación de investigación para el Grupo y el SCRS.

5.2 Modelos de producción excedente

5.2.1 *mpb*

Teniendo en cuenta los problemas planteados con los diagnósticos, el Grupo decidió no incluir los resultados del modelo *mpb* para elaborar el asesoramiento de ordenación.

5.2.2 JABBA

Las trayectorias de B/B_{RMS} en los escenarios S05 y S06 mostraron tendencias decrecientes continuas (**Figura 43**). Las trayectorias de F/F_{RMS} mostraron una tendencia creciente desde el principio de la serie temporal, con algunos descensos hacia finales de la década de 2000.

En el caso de referencia preliminar S06 de JABBA, la mortalidad por pesca ha estado en su mayor parte por debajo de F_{RMS} y la biomasa ha estado por encima de B_{RMS} en el periodo de evaluación del stock. A principios de 2022, la mediana de B/B_{RMS} era de 1,036 con un intervalo de credibilidad del 95 % entre 0,597 y 1,898 (**Tabla 10**), y la mediana de F/F_{RMS} era de 1,052 (intervalo de credibilidad del 95 %: 0,381-1,97). El escenario del ensayo de continuidad (S05) mostró resultados ligeramente más pesimistas para los mismos valores de referencia estimados, la mediana de B/B_{RMS} fue de 0,781 con un intervalo de credibilidad del 95 % entre 0,493 y 1,224 (**Tabla 10**), y la mediana de F/F_{RMS} fue de 1,539 (intervalo de credibilidad del 95 %: 0,82-2,491).

El Grupo observó que, incluso con la estructuración del error del proceso, el modelo de producción excedente espacio-estado ajustado con JABBA no podía responder directamente a la tendencia al alza observada en el índice de abundancia de palangre conjunto. Los autores explicaron que esto se debía al fuerte conflicto observado entre los dos índices de abundancia (Join_LL_R02 y EUPSFS) utilizados en los escenarios S05 y S06, principalmente al final de la serie temporal.

6. Estado del stock y proyecciones

6.1 Síntesis de los resultados de la evaluación de stock

El Grupo examinó y debatió los resultados de tres plataformas de evaluación de stock: Stock Synthesis, *mpb* y JABBA para el stock de rabil del Atlántico en 2024.

Aunque los modelos ajustados mediante *mpb* mostraban distribuciones residuales y patrones retrospectivos relativamente aceptables, una exploración más detallada de los patrones de verosimilitud en relación con la minimización de la función de verosimilitud mostró que los parámetros r y K convergían a valores biológicamente inverosímiles. Además, era difícil para el modelo captar el cambio de tendencia observado en el periodo más reciente del índice conjunto de abundancia relativa. Por estas razones, el Grupo optó por no utilizar el marco *mpb* para el asesoramiento en materia de ordenación.

Los modelos bayesianos de producción excedente (JABBA) mostraron una convergencia total de los modelos y diagnósticos aceptables. Se observó que el caso de referencia JABBA preliminar mostraba una tendencia opuesta en los ajustes de los índices para los cuatro años más recientes, dada la misma ponderación de los índices. Los autores podrían investigar más escenarios JABBA ponderando al alza el índice considerado mejor informado y con mayor cobertura espacio-temporal (es decir, el índice LL conjunto) para mejorar el ajuste del modelo al índice de abundancia de reproductores a largo plazo. Sin embargo, el Grupo consideró que el marco de Monte Carlo aplicado en los modelos de Stock Synthesis permitía una exploración más completa de la incertidumbre de los parámetros, por lo que el Grupo decidió utilizar únicamente Stock Synthesis para el asesoramiento de ordenación de la evaluación de stock de rabil de 2024.

6.2 Metodología para incorporar la incertidumbre del modelo de evaluación de stock

El Grupo debatió enfoques metodológicos alternativos (véase la sección 5.1) para incorporar la incertidumbre en los parámetros fijos influyentes de M y la inclinación (h) del caso de referencia de Stock Synthesis. El enfoque de Monte Carlo tiene en cuenta la incertidumbre en torno a los principales parámetros fijos dentro del modelo del caso de referencia, y los resultados obtenidos a partir del enfoque de Monte Carlo se ponderan en función de las distribuciones de probabilidad del método de remuestreo. El enfoque de la matriz acompañado de una aproximación multivariante lognormal se ha utilizado en la evaluación de stock de rabil de 2019 y en varias otras evaluaciones de stock de ICCAT, por ejemplo, patudo del Atlántico y aguja azul del Atlántico.

El Grupo concluyó que el enfoque de Monte Carlo engloba mejor la incertidumbre en los parámetros fijos más influyentes (a saber, la mortalidad natural y la inclinación) para la evaluación de stock de rabil de 2024, y se consideró una mejora con respecto a la matriz de incertidumbre de la evaluación de 2019. El Grupo recomendó adoptar este método para estimar el estado del stock y los rendimientos previstos.

Los valores alternativos de M se extrajeron aleatoriamente (7.200 iteraciones) de una distribución lognormal (media logarítmica = 0,3, stdev = 0,31) y los valores de h se extrajeron de una distribución uniforme entre 0,7 y 0,9. El Grupo acordó filtrar hasta 4.000 combinaciones de M y h (**Figura 44**) del total de iteraciones excluyendo los supuestos biológicamente no plausibles y los ensayos no convergentes.

Los resultados del análisis de Monte Carlo mostraron una gama muy amplia de resultados del estado del stock, dependiendo de los valores de M y h (**Figura 44**). El Grupo debatió la necesidad de caracterizar más adecuadamente los intervalos de confianza de las referencias de ordenación. Para identificar combinaciones de parámetros plausibles, el Grupo evaluó la proporción de la extracción aleatoria en cada combinación de M y h que producían diagnósticos aceptables (con una tendencia no significativa en las desviaciones del reclutamiento a lo largo de la serie temporal) (**Figura 45**). Los modelos con mejores resultados se englobaron en un intervalo de confianza inferior al 95 %. Por lo tanto, se seleccionó un intervalo de confianza del 80 % para definir la incertidumbre en el estado del stock.

6.3 Resultados de la evaluación de stock de rabil de 2024

Los resultados de la evaluación de stock de rabil de 2024 se facilitaron basándose en el modelo de Stock Synthesis aplicando un enfoque de Monte Carlo para fundamentar el asesoramiento en materia de ordenación. La tendencia de la biomasa reproductora del stock (SSB) en relación con el nivel que produciría el RMS (SSB_{RMS}) muestra un descenso general continuo a lo largo del tiempo (**Figura 46**). Los resultados indicaban que la biomasa reproductora del stock se ha mantenido por encima del SSB_{RMS} a lo largo de toda la serie temporal. En los últimos años, la SSB/SSB_{RMS} ha mostrado una tendencia ligeramente ascendente.

Las estimaciones de mortalidad por pesca con respecto a F_{RMS} aumentaron de forma constante hasta principios de la década de 1980, y variaron en torno a 0,8 (F/F_{RMS}) hasta principios de la década de 2010 (**Figura 46**). La mortalidad por pesca desde mediados de la década de 2010 aumentó hasta F_{RMS} , pero descendió en los dos últimos años (2021 y 2022). La estimación de la mediana de SSB_{2022}/SSB_{RMS} fue de 1,37 (intervalo de confianza del 80 %: 0,91 - 2,15), lo que indica que el stock no estaba sobrepescado en 2022. La estimación mediana de F_{2022}/F_{RMS} fue de 0,89 (0,40 - 1,46), lo que indica que no había sobrepesca en 2022. Se estimó una mediana de RMS de 121.661 t con intervalos de confianza del 80 % de 107.485 y 188.456 t (**Tabla 12**). La probabilidad de que el stock se sitúe en cada cuadrante del diagrama de Kobe en 2022 se muestra en la **Figura 47**. Las probabilidades correspondientes son que el 58 % de las 4.000 pruebas se situaban en el cuadrante verde (no sobrepescado ni objeto de sobrepesca), el 23 % se situaban en el cuadrante naranja (objeto de sobrepesca pero no sobrepescado) y el 18 % en el cuadrante rojo (sobrepescado y objeto de sobrepesca).

6.4 Proyecciones

El Grupo solicitó que se realizaran proyecciones de stock aplicando el enfoque de Monte Carlo, asumiendo escenarios de capturas constantes (es decir, desembarques más descartes muertos) para la base de la propuesta sobre el asesoramiento de ordenación del rabil del Atlántico.

El Grupo acordó las siguientes especificaciones para las proyecciones:

- Las capturas de 2023 y 2024 se fijaron como la media de los tres últimos años (2020-2022) en 141.805 t;
- Las proyecciones con diferentes escenarios de capturas constantes (desembarques y descartes muertos) comenzarán en 2025 y se prolongarán 10 años, hasta 2034.
- 14 escenarios diferentes de capturas constantes (desembarques + descartes muertos), 0 capturas y de 100.000 a 160.000 t con un intervalo de 5.000 t.
- Para los escenarios proyectados de capturas constantes (2025-2034), las proporciones de capturas por flota y temporada utilizaron los porcentajes medios entre 2020 y 2022 estimados por el modelo.
- El reclutamiento anual proyectado se estima a partir de la curva stock-reclutamiento del caso de referencia de Stock Synthesis (con desviaciones de reclutamiento iguales a cero). Las proporciones relativas de reclutamiento anual por estación se obtuvieron a partir del modelo de caso de referencia de Stock Synthesis (2020-2021) y se mantuvieron constantes durante el periodo de proyección.
- Las selectividades de la flota para el periodo de proyección fueron equivalentes a la media de los tres años terminales (2020-2022) del caso de referencia de Stock Synthesis.

Dado que este método de proyección de Monte Carlo requiere mucho tiempo, el Grupo revisó durante la reunión los resultados de la proyección determinista del caso de referencia del modelo de Stock Synthesis (**Figura 48**). Estas proyecciones provisionales indicaban que una captura superior a 130.000 t daría lugar a una sobrepesca a finales del año 2034. El Grupo acordó finalizar las proyecciones estocásticas en el periodo intersesiones y los resultados finales de las proyecciones, incluida la matriz estratégica de Kobe 2, se presentarán como documento del SCRS en la reunión del Grupo de especies de septiembre de 2024.

7. Proceso de la MSE para los túnidos tropicales

7.1 MSE para el listado occidental (W-SKJ)

En el documento SCRS/2024/115 se presentaba una actualización del desarrollo y estado del proceso de evaluación de estrategias de ordenación del listado del Atlántico occidental (W-SKJ MSE), que incluía las revisiones de los modelos operativos, en términos de tratamiento de múltiples índices de abundancia relativa, y los procedimientos de ordenación, como el proceso de calibración y las normas para llevar a cabo variaciones simétricas y/o asimétricas del TAC entre periodos de ordenación. Los modelos operativos utilizan ahora un índice combinado de abundancia relativa. Este índice se crea a partir de los distintos índices disponibles (BB Brasil, PS Venezuela, LL USA GOM) y del índice empírico basado en resultados de modelos de simulación. Los índices se ponderan en función de la varianza inversa de cada índice. También se informó de que todos los procedimientos de ordenación candidatos (CMP) incluyen ahora un parámetro de calibración que podría permitir la maximización de los rendimientos a un nivel deseado (por ejemplo, según lo definido en los objetivos de ordenación operativos). También se implementó una norma de decisión simétrica y/o asimétrica para ambas clases de MP. El Grupo se mostró de acuerdo y acogió con satisfacción los avances presentados en el proceso de la MSE del listado occidental.

En el documento SCRS/2024/122 se describía la actualización y revisión del índice estandarizado de cebo vivo de Brasil. Los autores destacaron que este índice está asociado a una importante flota de captura que representa una elevada proporción de los desembarques de listado occidental y abarca un periodo relativamente largo. En este índice actualizado se incluyeron datos de captura y esfuerzo de la pesquería brasileña de cebo vivo en el suroeste del océano Atlántico, desde 2000 hasta 2023. La estandarización utilizó una estructura de modelo similar a la del último trabajo de estandarización, un modelo jerárquico bayesiano espaciotemporal que utiliza aproximaciones de Laplace anidadas integradas con una distribución logarítmica normal. El modelo estimado mostró un interesante movimiento hacia los polos de la abundancia del stock a lo largo del tiempo. No se observó ningún cambio en la tendencia histórica del índice, y los últimos años actualizados mostraron una tendencia creciente en la abundancia relativa del listado occidental.

Una vez más, el Grupo destacó la importancia de las aplicaciones espaciotemporales de los modelos que permiten comprender los movimientos de los stocks estudiados. Esta estructuración permite comprender las posibles respuestas a los cambios en los hábitats de estas especies vinculados a las influencias del cambio climático.

En el documento SCRS/2024/117 se presentaba una actualización del índice estandarizado de abundancia relativa para el listado estimado a partir de los datos de los cuadernos de pesca (1987-2023) utilizando un enfoque de modelo lineal generalizado (GLM) delta lognormal. Los factores considerados para el análisis fueron el año, la temporada, la zona, la asociación con ballenas, la asociación con tiburones ballena, la capacidad del cerquero y la ayuda del barco de cebo vivo. Los gráficos de diagnóstico no mostraron desviaciones significativas de las distribuciones esperadas. El índice estandarizado de la tasa de capturas de listado muestra una tendencia decreciente desde 2015, con una fuerte caída para los dos últimos años de la serie (2022 y 2023).

Este último punto preocupaba al Grupo, ya que indicaría una reducción sustancial del tamaño del stock en un breve periodo. Se observó que tal caída no aparece en los demás índices. El Grupo también señaló que los CV estimados son especialmente elevados para esos dos años y consideró la posibilidad de excluir esos años o el índice completo. Por este motivo, el Grupo solicitó a los autores que presentaran mapas y gráficos adicionales durante la reunión para comprobar si el descenso de los dos últimos años podía deberse a una reducción de la cobertura de la zona de muestreo o a una disminución de las operaciones de los cerqueros venezolanos en la zona.

Las nuevas figuras solicitadas por el Grupo fueron presentadas por los autores y debatidas durante la reunión. Las **Figuras 40 y 50** muestran que, en general, la cobertura espacial de los lances de pesca de la flota de cerco en el Caribe durante los 10 últimos años no ha cambiado considerablemente. Hubo una disminución en el número total de lances por año después de 2017, y la cobertura espacial de la flota se ha reducido solo en comparación con sus actividades pesqueras de hace 20 años. Sin embargo, esto no explica la fuerte disminución del índice estandarizado de CPUE en los dos últimos años (2022 y 2023). Asimismo, las capturas anuales totales de listado se mantuvieron relativamente estables durante el periodo 2018-2023, así como el número de lances de pesca totales. Además, la cobertura de la zona de muestreo no parece ser especialmente diferente para 2022 y 2023. Estas cuestiones requieren una investigación más detallada sobre los factores que influyen en la dinámica de las flotas. Teniendo en cuenta esta nueva información, el Grupo recomendó que se siguiera estudiando esta cuestión en el futuro, en particular para incluir un análisis más profundo y exhaustivo de la flota de cerco venezolana, con el fin de explorar posibles cambios en la potencia pesquera. El Grupo no encontró pruebas para excluir los dos últimos años del índice estandarizado de la flota de cerco de Venezuela.

En la presentación SCRS/P/2024/095 se proporcionaba una actualización estricta del índice de palangre pelágico de Estados Unidos, que incluía tres años adicionales de datos (2021-2023) para el listado occidental. La frecuencia de presencia en los últimos años fue cercana al 10 % de los lances observados, similar a la media a largo plazo. No se observó ningún cambio en la tendencia histórica del índice con los datos actualizados, y los años más recientes indicaron un aumento de la abundancia relativa de listado desde la última actualización.

7.2 MSE multi-stock para los túnidos tropicales

El Grupo acordó seguir el enfoque empírico propuesto en el documento SCRS/2024/118 para caracterizar los impactos del cambio climático tanto con un cambio lineal en el crecimiento y el reclutamiento como con cambios en forma de cambios de régimen. En este sentido, la aparición de cambios repentinos que generalmente se evalúan en las pruebas de robustez puede no ser apropiada para los túnidos, ya que éstos pueden verse menos afectados por cambios repentinos en el entorno, en comparación, por ejemplo, con los pequeños stocks pelágicos del océano Pacífico en los años en que el sistema El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) produce cambios drásticos en el entorno. Sin embargo, hay estudios (por ejemplo, Báez *et al.*, 2011) que predicen que los atunes también pueden verse afectados por eventos ambientales a corto plazo como el ENSO. El Grupo también señaló las dificultades que podría tener el MP para reaccionar en caso de cambio de régimen en el reclutamiento, debido a la falta general de índices de juveniles en la mayoría de los stocks de túnidos.

En la presentación SCRS/P/2024/081 se mostraban simulaciones en las que se asumía que la selectividad total de los stocks no varía cuando se modula el esfuerzo pesquero de los distintos artes con las normas alternativas de control de capturas. Se hizo hincapié en que los CMP probados hasta ahora proporcionarían límites de capturas para los tres stocks de túnidos tropicales, partiendo del supuesto de que las proporciones de capturas entre flotas se mantienen constantes, pero que el modelo permite explorar cambios en las proporciones de capturas. No obstante, el Grupo señaló la posibilidad de investigar diferentes opciones de ordenación para las pesquerías mixtas en distintas condiciones, por ejemplo, cambios en la selectividad, así como de evaluar el impacto estimado de hipotéticos cambios en el esfuerzo pesquero entre la modalidad de pesca de banco libre y la modalidad de pesca en dispositivos de concentración de peces (DCP)/FOB dentro de las flotas cerco. Se reconoció que la MSE actual no está evaluando la viabilidad y/o los impactos socioeconómicos de tales cambios en el esfuerzo pesquero.

El Grupo tomó nota de que la Comisión ha solicitado reiteradamente asesoramiento científico para reducir la presión pesquera sobre los juveniles de patudo y rabil. El Grupo aún tiene que decidir cómo utilizar esta MSE (u otras herramientas) para responder a estas solicitudes, lo que requiere un diálogo con la Comisión para definir los objetivos de ordenación.

7.3 Actualización de la hoja de ruta de la MSE

El Grupo revisó y actualizó la hoja de ruta de las dos MSE para los túnidos tropicales a la luz de los avances y de la nueva información presentada en la reunión. En general, las actualizaciones reordenan las tareas existentes dentro de un marco temporal que se ajusta mejor a los resultados presentados recientemente y a las tareas pendientes (**Apéndice 5**).

8. Plan de trabajo para preparar las respuestas a la Comisión

Durante la Reunión de preparación de datos sobre rabil de 2024 (ICCAT, 2024), el Grupo revisó la hoja Excel de Respuestas activas mantenida por la Secretaría y consideró la lista exhaustiva de preguntas de la Subcomisión 1 enumeradas en el Apéndice 4 del Informe de la Tercera reunión intersesiones de la Subcomisión 1 en 2023. En la Reunión de preparación de datos sobre rabil de 2024 (ICCAT, 2024), el Grupo desarrolló un plan de trabajo intersesiones para 2024 con el fin de abordar las tres solicitudes de respuesta pendientes a la Comisión contenidas en las Recomendaciones activas de ICCAT, así como las acciones a emprender con respecto a las preguntas de la Subcomisión 1. Las siguientes subsecciones reflejan los avances logrados en la reunión de evaluación de stock de rabil y cualquier actualización de este plan de trabajo en el periodo intersesiones de 2024.

8.1 MSE del listado occidental (Res. 22-02, párrafo 4)

Como parte del proceso de desarrollo y adopción de un procedimiento de ordenación para el listado occidental, el SCRS debería proporcionar información a la Comisión tal y como se menciona en el párrafo 4 de la *Resolución de ICCAT sobre el desarrollo de objetivos de ordenación conceptuales iniciales para el el lista del Atlántico occidental* (Res. 22-02)_ "...La Subcomisión 1 presentará a la Comisión sus recomendaciones para los objetivos de ordenación finales del listado del Atlántico occidental, teniendo en cuenta las aportaciones del SCRS como parte de la selección de un procedimiento de ordenación, para que las considere en su reunión anual de 2023 o lo antes posible a partir de entonces...".

Tal y como se describe en el apartado 7.1 del presente informe, el Grupo revisó los avances realizados hasta la fecha en la MSE para el listado occidental y el plan para la finalización de estos trabajos. El Grupo preparará una respuesta en la que se describan los avances de la MSE para el listado occidental antes de la reunión plenaria del SCRS de 2024. El plan de trabajo de la MSE para el listado occidental tiene como objetivo presentar a la Comisión unos CMP adecuados en 2024.

8.2 Una actualización de la hoja de ruta de la MSE (Rec. 22-01, párrafo 62)

En el párrafo 62 de la *Recomendación de ICCAT que reemplaza la Recomendación 21-01 sobre un programa plurianual para la conservación y ordenación de los túnidos tropicales* (Rec. 22-01), la Comisión solicitó lo siguiente: "...El SCRS mejorará el proceso de MSE de acuerdo con la hoja de ruta del SCRS y continuará probando posibles procedimientos de ordenación..."

Como se describe en el apartado 7.3 del presente informe, el Grupo actualizó la hoja de ruta de la MSE. Las actualizaciones de la hoja de ruta de la MSE se finalizarán en la reunión del Grupo de especies de túnidos tropicales de septiembre de 2024 y en la sesión plenaria del SCRS, teniendo en cuenta todos los procesos de MSE de ICCAT.

8.3 Asesoramiento sobre el número máximo de lances sobre DCP (Rec. 22-01, párrafo 31)

En el párrafo 31 de la Rec. 22-01 la Comisión solicitó lo siguiente: "... Con el fin de establecer límites a los lances en DCP para mantener las capturas de juveniles de túnidos tropicales en niveles sostenibles, en 2023 el SCRS debería informar a la Comisión sobre el número máximo de lances en DCP que deberían establecerse por buque o por CPC. . ."

El Grupo debatió opciones alternativas para responder a la petición de la Comisión, llegando a la conclusión de que una alternativa se abordaría mediante análisis que requieran estadísticas de pesca de alta resolución de cada operación de pesca de los cerqueros, con las estimaciones de la composición de las capturas, la distribución por tallas y la captura total, así como los factores asociados que puedan afectar potencialmente a las tasas de captura (como el modo de pesca, el momento, la zona, el tipo de boya, la biomasa asociada a partir de las señales de la ecosonda y/o las variables oceanográficas). Esta información permitiría estimar la tasa media de capturas de un lance sobre DCP con límites de confianza y los factores asociados que pueden explicar la variabilidad observada. Estos análisis permitirían potencialmente estimar la capacidad de captura por tipo de buque en un DCP/FOB para un modelo de estructura espaciotemporal dado y optimizar, por ejemplo, una captura total dada, o el número de lances para alcanzar una captura dada, etc. También proporcionaría información sobre la capacidad pesquera relativa de un buque o DCP determinado con respecto a una "operación pesquera sobre DCP de referencia" seleccionada y permitiría realizar un seguimiento de los posibles cambios en la estructura de la flota o en las estructuras de los DCP/FOB a lo largo de un periodo de tiempo determinado.

Sería importante garantizar que cada operación de pesca esté bien controlada para que, en la medida de lo posible, las estimaciones de la composición de las capturas, la distribución por tallas y la captura total reflejen un único lance y registren si el lance se realiza sobre un DCP controlado (es decir, una boya activa), tras un encuentro aleatorio con DCP/FOB o si se trata de otra operación asociada a un buque.

Los datos disponibles en la Secretaría de ICCAT y proporcionados por las CPC tienen, en el mejor de los casos, una resolución espacial de 1x1 lat-lon y por mes, por lo que generalmente representan información agregada de más de un lance de pesca sobre DCP/FOB. Además, la captura y el esfuerzo (Tarea 2CE) no suelen abarcar la captura total (tarea 1 NC); y la distribución por tallas de la captura (tarea 2SZ, 2CAS) no está asociada a un lance concreto. Por lo tanto, con los datos disponibles en las bases de datos de la Secretaría, no es factible realizar estos análisis.

El Grupo debatió otras opciones que podrían seguir siendo útiles para asesorar a la Comisión sobre este tema. Dichas opciones incluían solicitar a los científicos de las CPC que recopilaran datos de alta resolución sobre las operaciones FAD/FOB de la flota de cerco de sus CPC y realizaran un análisis similar al descrito anteriormente. Otra sugerencia fue que, si la información necesaria está disponible en las bases de datos de la Secretaría, la captura media por lance sobre DCP/FOB (sin tener en cuenta los diversos factores que podrían influir en la tasa de captura) podría calcularse a partir de un subconjunto de datos, en el que las capturas sobre DCP/FOB podrían asociarse a un número específico de lances sobre DCP/FOB.

El Grupo acordó considerar estas alternativas y elaborar un proyecto de respuesta antes de la reunión del Grupo de especies de túnidos tropicales de septiembre de 2024.

8.4 Preguntas de la Subcomisión 1

Con respecto a la extensa lista de preguntas de la Subcomisión 1 en el Apéndice 4 del Informe de la Tercera reunión intersesiones de la Subcomisión 1 en 2023, el Grupo señaló el número y la complejidad de las preguntas, así como el hecho de que algunas preguntas podrían requerir más aclaraciones por parte de la Subcomisión 1. El presidente del SCRS comentó que, aunque existe una intención general de mejorar la comunicación y colaboración entre el SCRS y la Comisión, lo que incluye responder a las preguntas planteadas en las reuniones intersesiones de las Subcomisiones de ICCAT cuando sea posible, el proceso mediante el cual se desarrollaron estas preguntas (a través de correspondencia durante un largo periodo tras la conclusión de la reunión de la Subcomisión 1) resultó problemático. Puede ser aconsejable que las futuras preguntas para el SCRS se planteen y acuerden durante las reuniones de la Comisión o de sus órganos subsidiarios.

El Grupo observó que las preguntas de la Subcomisión 1 podían dividirse a grandes rasgos en tres categorías generales: 1) cuestiones relacionadas con el número/límite de DCP o de lances sobre DCP/FOB (véase la sección 8.3 anterior sobre el plan para abordar este tema); 2) proporción de juveniles en las capturas e impacto de la moratoria sobre los lances sobre DCP; y 3) implicaciones de cambiar la selectividad global (por ejemplo, cambiar las proporciones de capturas entre flotas). El Grupo convino en que la mejor manera de abordar estas preguntas sería mediante la aplicación de modelos de evaluación de stocks. De este modo, se podrían tener en cuenta las cifras de población y la dinámica de los stocks.

Los análisis que se tienen que realizar incluirían:

- Cálculo de la mortalidad por pesca relativa por flota/ modalidad de pesca para todos los artes utilizando los resultados del modelo Stock Synthesis.
- Descripción de la estructura de las capturas por edad/talla a partir de los resultados de Stock Synthesis.
- Comparación de los resultados anteriores con un análisis de la CAS
- Examen del impacto relativo sobre la capacidad reproductora potencial del stock (es decir, la biomasa reproductora potencial de cada arte principal).

El Grupo acordó llevar a cabo estos análisis para el rabil, utilizando los resultados de la evaluación de stock, durante 2024, antes de la reunión del Grupo de especies de túnidos tropicales de septiembre de 2024. En el caso del patudo, estos análisis se llevarían a cabo en 2025, tras la evaluación prevista de stock de patudo. Para facilitar los análisis de 2025, la presentación de CAS de patudo, rabil y listado antes de la reunión de preparación de datos de patudo se incluirá en el plan de trabajo de túnidos tropicales de 2025 y se solicitará en la solicitud de datos estadístico de pesca de 2025.

El Grupo acordó formar un subgrupo *ad hoc* (en lo sucesivo, subgrupo de túnidos tropicales para las respuestas) para redactar las respuestas a la Comisión. Este subgrupo, abierto a todos los científicos del SCRS interesados (así como a observadores, según lo aprobado por el relator del rabil y con el apoyo del presidente del SCRS), trabajaría en el periodo intersesiones mediante correspondencia o reuniones en línea, según proceda. Durante esta reunión, 19 asistentes aceptaron participar en este subgrupo de respuestas de túnidos tropicales.

9. Recomendaciones

9.1 Investigación y estadísticas

El Grupo recomendó que se identificaran recursos para desarrollar un enfoque más sistemático y reproducible para la estimación de las capturas por talla (CAS) y, señalando las limitaciones del enfoque actual, recomendó también que se consideraran metodologías alternativas para atender las peticiones de la Comisión que actualmente pueden requerir una matriz CAS.

El Grupo señaló que los datos de frecuencia de tallas disponibles no son totalmente representativos de la dinámica de las flotas y pesquerías de ICCAT y que esto podría sesgar los resultados de los modelos de evaluación de stocks utilizados para desarrollar el asesoramiento en materia de ordenación. El Grupo recomendó el desarrollo de una metodología estándar para reponderar estadísticamente los datos brutos de frecuencia de tallas con el fin de garantizar que sean lo más representativos posible de las operaciones de las flotas/pesquerías. Para ello, sería útil organizar un taller del SCRS específico.

El Grupo recomendó que los científicos nacionales asociados a las principales pesquerías de cerco de túnidos tropicales abordaran las propuestas de investigación para responder a la solicitud de la Comisión sobre el número máximo de lances sobre DCP o el plantado de DCP, proporcionando documentos del SCRS para su revisión por el Grupo de especies de túnidos tropicales.

9.2 Asesoramiento de ordenación (resumen ejecutivo para el rabil)

El Grupo recomendó seguir investigando los enfoques utilizados en los escenarios de capturas constantes en las proyecciones, en particular: 1) periodos de tiempo para proyecciones de stock que equilibren las necesidades de ordenación, la biología de la especie y el estado actual del stock (lo que incluye la estructura por edades de la población); 2) cómo realizar proyecciones cuando se considere que las condiciones recientes de reclutamiento difieren significativamente de una media o de las condiciones de equilibrio; y 3) criterios de selección para la exclusión de ensayos según los enfoques multivariado lognormal (MVLN) o de simulaciones Monte Carlo.

El Grupo apoyó firmemente los esfuerzos para identificar e incorporar mejor los impactos del cambio climático en las poblaciones de peces, así como la evaluación continua de la solidez del asesoramiento en materia de ordenación ante los efectos del cambio climático.

El Grupo siguió apoyando y recomendando iniciativas de creación de capacidad para aumentar el número de científicos y gestores capaces de participar y contribuir al desarrollo y la aplicación de las evaluaciones de estrategias de ordenación.

El Grupo recomendó que se prosiguieran los esfuerzos para solicitar a la Comisión información específica sobre los objetivos de ordenación de la MSE multi-stock, incluyendo las probabilidades y los plazos.

El Grupo observó que muchas de las peticiones de la Comisión (por ejemplo, las repercusiones de medidas reglamentarias pasadas o potenciales) se consideran más adecuadamente en un contexto multi-stock. Por lo tanto, el Grupo apoyó firmemente el desarrollo continuado del marco MSE multi-stock para los tónidos tropicales y la comunicación de las capacidades de dicho marco para abordar importantes cuestiones de ordenación.

10. Programa de recopilación de datos e investigación sobre tónidos tropicales (TTRaD)

10.1 Actualización del Programa de recopilación de datos e investigación sobre tónidos tropicales

En la presentación SCRS/P/2024/094 se detallaba una actualización del plan de trabajo para el examen del Programa de recopilación de datos e investigación sobre tónidos tropicales (TTRaD). El plan consiste en llevar a cabo un exhaustivo programa de investigación plurianual. El Grupo acordó seguir desarrollando este plan en 2024 de acuerdo con los siguientes pasos: 1) seguir consolidándolo con los responsables del Grupo y de cada especie; 2) añadir detalles sobre lo que implicará el trabajo, incluidos los resultados a corto, medio y largo plazo; 3) tener en cuenta los resultados y planes de trabajo de otros proyectos relevantes; 4) desarrollar los términos de referencia relevantes para el trabajo de 2025; y 5) finalizar el plan en la reunión del Grupo de especies de tónidos tropicales en septiembre de 2024. Se solicitó al Grupo que los nuevos colaboradores se pusieran en contacto con el coordinador del Grupo de especies de tónidos tropicales para contribuir al desarrollo del plan en el periodo intersesiones.

En relación con los debates sobre las actividades de investigación de los tónidos tropicales en el marco del TTRaD de ICCAT y otros programas pertinentes, se ofreció al Grupo una presentación del proyecto ITUNNES (Mejora de los conocimientos biológicos sobre los tónidos tropicales para usuarios finales). Algunos de los objetivos de investigación del proyecto ITUNNES están estrechamente relacionados con las necesidades de investigación identificadas por ICCAT para los tónidos tropicales del Atlántico y el Grupo destacó el potencial de coordinación de las respectivas necesidades de investigación y programas de muestreo. El Grupo señaló los beneficios científicos potenciales para ambos programas con la participación y colaboración activas de las CPC de ICCAT que actualmente no forman parte del consorcio ITUNNES, en particular para el muestreo y las observaciones de la región del Atlántico occidental. Se destacaron especialmente las actividades de investigación sobre la edad y el crecimiento de los tónidos tropicales, señalando que existen proyectos de investigación en curso en el TTRaD de ICCAT y la necesidad de evitar una posible duplicación de esfuerzos/financiación en ambos programas.

10.2 Actividades en curso y planificación futura

El Grupo recibió información actualizada sobre la recopilación de datos sobre tónidos tropicales y la determinación rutinaria de la edad de las muestras por parte del Centro de Investigación Oceanográfica Dakar-Thiaroye (CRODT). Desde 2019, el CRODT se encarga del procesamiento y la lectura de las partes duras, incluidas las muestras de peces marcados con oxitetraciclina (OTC). El reciente procesamiento de muestras históricas y nuevas de tónidos tropicales (lo que incluye rabil y patudo < 40 cm SFL) ha supuesto que más de 135 partes duras hayan sido procesadas por el CRODT hasta la fecha. Se destacaron los resultados preliminares. El equipo de investigación implicado en este trabajo acordó proporcionar una actualización al Grupo de especies de tónidos tropicales en la reunión de septiembre de 2024.

El Grupo tomó nota de que hay una serie de términos de referencia pendientes que deben redactarse y distribuirse en las próximas semanas, lo que incluye la ampliación del muestreo de edad y crecimiento, y la coordinación de un taller de MSE para gestores y científicos. El Grupo aportó comentarios sobre los términos de referencia, con revisiones de los términos de referencia para estudios de edad y crecimiento para que el acento se ponga en la recopilación de datos y análisis del patudo antes de la evaluación de stock de patudo propuesta para 2025. Se

debatieron los términos de referencia del taller o talleres de MSE y se solicitaron actualizaciones para garantizar que el próximo taller de MSE se centre en una formación más enfocada en la aplicación práctica, con ejemplos prácticos de MSE para los túnidos tropicales en lugar de teoría. Los cargos del grupo de especies de túnidos tropicales acordaron actualizar y redactar los términos de referencia de acuerdo con el asesoramiento proporcionado por el Grupo.

Con respecto a los términos de referencia de 2025 que se presentarán en la reunión del Grupo de especies de septiembre de 2024, el Grupo reflexionó sobre la financiación aprobada por la Comisión en 2023 para las actividades de investigación de ICCAT de 2024/2025 (Apéndice 2 al Anexo 7 del *Informe del periodo bienal, 2022-23 Parte II (2023), Vol. 1*). El Grupo recomendó que se siguieran debatiendo las limitaciones de financiación aplicadas a los programas de recopilación de datos e investigación del Grupo de especies y solicitó a la Comisión que considerara una mayor flexibilidad para maximizar la utilización de los fondos destinados a los programas de investigación plurianuales necesarios para abordar las prioridades de las especies altamente migratorias, incluidos los túnidos tropicales.

El Grupo mantiene la recomendación de 2023 para la creación de capacidad para Ghana en materia de estadísticas pesqueras. La Secretaría señaló que para esta solicitud que tiene implicaciones financieras, se han identificado fuentes de financiación adicionales que pueden apoyar la propuesta. Los primeros contactos con el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) (el Instituto nacional francés de investigación para el desarrollo sostenible) y los científicos de Ghana están en curso para que este taller tenga lugar a finales de 2024.

11. Otros asuntos

No se trataron otros asuntos durante la reunión.

12. Adopción del informe y clausura

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

Referencias

- ICCAT. 2019. Report of the 2019 ICCAT Yellowfin Tuna Stock Assessment Meeting (Grand-Bassam, Cote d'Ivoire, 8-16 July 2019). ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap., Vol. 76(6): 344-515.
- ICCAT. 2024. Report of the 2024 ICCAT Yellowfin Tuna Data Preparatory Meeting (hybrid/Madrid, Spain, 8-12 April 2024). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 81(2), SCRS/2024/002: 1-109 (2024).
- Báez J. C., Urbina M.O., Real R., Macías D. 2011. Cumulative effect of the North Atlantic Oscillation on age-class abundance of albacore (*Thunnus alalunga*). J. Appl. Ichthyol., 27: 1356–1359. doi: 10.1111/j.1439-0426.2011.01799.x.
- Carvalho F., Punt A.E., Chang Y.J., Maunder M.N., and Piner K.R. 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? Fisheries Research, 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. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. Fisheries Research, 240: 105959. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2021.105959>.
- Caverivière A., Conand F., Suisse de Sainte Claire E. 1976. Distribution et abondance des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental. Étude des données de 1963 à 1974. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Vol. VII, n°2, Décembre : 49-70.
- Diaha N.C., Zudaire I, Chassot E., Barrigah D.B. Irie, Y.D. Gbeazere D.A., Kouadio D., Pecoraro C., Romeo M.U., Murua H., Amande M.J., Dewals P., Bodin N. 2016. Annual monitoring of reproductive traits of female yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. ICCAT Collect. Vol.Sci. Pap., Vol. 72 (2): 534–548.
- Francis R.I.C.C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68: 1124–1138. <https://doi.org/10.1139/f2011-025>.
- Gaertner D., Guéry L., Goni N., Amande J., Alayon P.P., N'Gom F., Pereira J., Addi E., Ailloud L. and Beare D. 2022. Tag-shedding rates for tropical tuna species in the Atlantic Ocean estimated from double-tagging data. Fisheries Research, 248:106211.
- Hamel, O.S, Cope J.M. 2022. Development and considerations for application of a longevity-based prior for the natural mortality rate. Fisheries Research, 256: 106477. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106477>.
- Hoyle S.D., Leroy B.M., Nicol S.J. and Hampton W.J. 2015. Covariates of release mortality and tag loss in large-scale tuna tagging experiments. Fisheries Research, 163: 106-118.
- 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. 2015. Looking in the rearview mirror: bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models. ICES Journal of Marine Science 72(1): 99–110. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>.
- Kaplan D., Morón-Correa G., Ramos Alonso M.L., Duparc A., Uranga J., Floch L., Rojo Méndez V., Pascual Ayón P., Merino G. 2024. Standardized CPUE abundance indices for adult yellowfin tuna caught in free-swimming school sets by the European purse-seine fleet in the Atlantic Ocean, 1993-2022. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 81(2), SCRS/2024/041: 1-54.
- Kell L. 2016. mpb 1.0.0. A package for implementing management procedures, that can be simulation testing using Management Strategy Evaluation. <https://github.com/laurieKell/mpb>.
- Methot R.D., Taylor I.G. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(10): 1744–1760. <https://doi.org/10.1139/f2011-092>
- Methot R.D., Wetzel C.R. 2013. Stock Synthesis: a biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142: 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.10.012>

- Methot R.D., Wetzel C.R., Taylor I.G. Doering K. 2024. Stock Synthesis User Manual Version 3.30.22.1. NOAA Fisheries, Seattle Washington. 256 pp.
- Then A.Y., Hoenig J.M., Hall N.G., Hewitt D.A. 2015. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. ICES (International Council for the Exploration of the Sea) Journal of Marine Science, 72: 82–92.
- Trapletti A. 2011. tseries: Time series analysis and computational finance. R package version 0. 10-25. <http://CRAN.R-project.org/package=tseries>.
- Pacicco A.E., Allman R.J., Lang E.T., Murie D.J., Falterman B.J., Ahrens R., Walter III J.F. 2021. Age and growth of yellowfin tuna in the US Gulf of Mexico and western Atlantic. Marine and Coastal Fisheries, 13 (4): 345-361. <https://doi.org/10.1002/mcf2.10158>
- Plummer M., 2003. JAGS: a program for analysis of Bayesian graphical models using Gibbs sampling. In: 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing (DSC 2003). Vienna, Austria.
- Winker H., Carvalho F. and Kapur M. 2018. JABBA: Just Another Bayesian Biomass Assessment. Fisheries Research, 204: 275–288.
- Winker H., Carvalho F., Sow F.N., Ortiz M. 2019. Unifying parameterizations between age-structured and surplus production models: An application to Atlantic blue marlin (*Makaira nigricans*). ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap., 76 (4): 219-234.

Tableaux

Tableau 1. Capture nominale de la tâche 1 (TINC, t) d'albacore, par région, engin principal, pavillon et année, au 30 juin 2024. Il est à noter que les données de 2023 sont préliminaires.

Tableau 2. Définition de la structure des flottilles pour Stock Synthesis (SCRS/2024/110). Senne (PS), canne (BB), palangre (LL), canne et moulinet (RR) et ligne à main (HL).

Tableau 3. Indices d'abondance relative disponibles pour l'albacore de l'Atlantique issus de la CPUE palangrière conjointe (SCRS/2024/036). CV de la CPUE palangrière conjointe = 0,2 (toutes les années). Le modèle de référence de Stock Synthesis n'utilisait que la Région 2.

Tableau 4. Indices de biomasse relative de l'albacore de l'Atlantique issus des senneurs (PS) sur bancs libres et des bouées échosondeurs acoustiques. Les colonnes des CV représentent le CV repondéré estimé tel qu'indiqué à la section 3.1 du présent rapport.

Tableau 5. Paramètres du modèle de croissance de Richards pour l'albacore, tel qu'estimé par le modèle de référence de Stock Synthesis.

Tableau 6. Postulats alternatifs de la grille d'incertitude proposée (SCRS/2024/111) pour la mortalité naturelle (M) et la pente (h). Les valeurs en gras correspondent au cas de référence de Stock Synthesis.

Tableau 7. Valeurs de départ et paramètres fixes utilisés pour l'évaluation du stock d'albacore de l'Atlantique de *mpb*.

Tableau 8. Estimations des paramètres du cas de référence de Stock Synthesis, écart type et types de distributions a priori s'il y a lieu.

Tableau 9. Mortalité par pêche estimée, recrutement et biomasse du stock reproducteur (t) au début de l'année issus du cas de référence de Stock Synthesis.

Tableau 10. Résumé des quantiles a posteriori de JABBA, présentés sous forme de médianes de la distribution a posteriori marginales et intervalles de crédibilité associés de 95% des paramètres des scénarios S05 (continuité) et S06 (cas de référence préliminaire) pour l'albacore de l'Atlantique. Les estimations de la biomasse (B) renvoient au début de l'année.

Tableau 11. Résumé de la statistique du rho de Mohn de JABBA pour les scénarios S05 (continuité) et S06 (cas de référence préliminaire) pour l'albacore de l'Atlantique, calculé pour une période d'évaluation rétrospective de cinq ans.

Tableau 12. État du stock et points de référence (médiane et intervalles de confiance de 80% de 4.000 itérations) issus du cas de référence de Stock Synthesis pour l'albacore de l'Atlantique.

Tablas

Tabla 1. Captura nominal de Tarea 1 de rabil (TINC, t) por región, arte principal, pabellón y año, a 30 de junio de 2024. Los datos de 2023 son preliminares.

Tabla 2. Definición de la estructura de la flota para Stock Synthesis: (SCRS/2024/110). Cerqueros (PS), barcos de cebo vivo (BB), palangre (LL), caña y carrete (RR) y línea de mano (HL).

Tabla 3. Índices disponibles de abundancia relativa de rabil del Atlántico procedentes de la CPUE conjunta de palangre (SCRS/2024/036). CV de la CPUE conjunta de palangre = 0.2 (todos los años). El modelo de referencia de Stock Synthesis utilizó únicamente la Región 2.

Tabla 4. Índices de biomasa relativa del rabil del Atlántico procedentes de pesquerías de cerco (PS) en banco libre y de pesquerías con boyas con ecosonda acústica. Las columnas de CV representan el CV reponderado estimado, como se indica en la sección 3.1 de este informe.

Tabla 5. Parámetros del modelo de crecimiento Richards del rabil estimados por el modelo de referencia de Stock Synthesis.

Tabla 6. Supuestos alternativos de mortalidad natural (M) e inclinación (h) de la matriz de incertidumbre propuesta (SCRS/2024/111). Los valores en negrita corresponden al caso de referencia de Stock Synthesis.

Tabla 7. Valores de partida y parámetros fijos utilizados para la evaluación de stock de rabil del Atlántico mediante *mpb*.

Tabla 8. Estimaciones de los parámetros del caso de referencia de Stock Synthesis, desviación estándar y tipos de distribución previa cuando es necesario.

Tabla 9. Estimación de la mortalidad por pesca, el reclutamiento y la biomasa reproductora (t) a principios de año a partir del caso de referencia de Stock Synthesis.

Tabla 10. Resumen JABBA de cuantiles de la distribución posterior presentados en forma de medianas marginales posteriores e intervalos de credibilidad del 95 % asociados de los parámetros para los escenarios S05 (continuidad) y S06 (caso de referencia preliminar) para el rabil del Atlántico. Las estimaciones de biomasa (B) se refieren al principio del año.

Tabla 11. Estadística rho de Mohn resumida de JABBA para los escenarios S05 (continuidad) y S06 (caso de referencia preliminar) para el rabil del Atlántico, calculada para un periodo de evaluación retrospectiva de cinco años.

Tabla 12. Estado del stock y puntos de referencia (mediana e intervalos de confianza del 80 % de 4000 iteraciones) del caso de referencia de Stock Synthesis para el rabil del Atlántico.

Figures

Figure 1. En haut à gauche : Comparaisons des estimations de l'âge de l'albacore entre les otolithes et les épines. Biais observé avec intervalle de confiance et ligne d'équivalence 1:1. Les points (avec un intervalle de confiance de 95%) au-dessus de la ligne indiquent les âges surestimés par l'épine par rapport à l'otolithe, et ceux (avec l'intervalle de confiance de 95%) au-dessous de la ligne indiquent une sous-estimation de l'âge par l'épine. En bas à gauche : Fréquence des différences observées dans les estimations de l'âge. En bas à droite : Différence entre les estimations de l'âge en tant que fonction de l'âge. La ligne horizontale en pointillés montre qu'il n'y a pas de différence.

Figure 2. Comparaisons des estimations de l'âge de l'albacore entre les otolithes et les vertèbres. Biais observé avec intervalle de confiance et ligne d'équivalence 1:1. Les points (avec un intervalle de confiance de 95%) au-dessus de la ligne indiquent les âges surestimés par la vertèbre par rapport à l'otolithe, et ceux (avec l'intervalle de confiance de 95%) au-dessous de la ligne indiquent une sous-estimation de l'âge par la vertèbre. En bas à gauche : Fréquence des différences observées dans les estimations de l'âge. En bas à droite : Différence entre les estimations de l'âge en tant que fonction de l'âge. La ligne horizontale en pointillés montre qu'il n'y a pas de différence.

Figure 3. Débarquements (t) pour chacune des flottilles (**tableau 2**) définies dans les modèles de Stock Synthesis.

Figure 4. Indices standardisés des ajustements de l'abondance relative de l'albacore de l'Atlantique dans Stock Synthesis. La ligne rouge montre l'indice utilisé en 2019 et la ligne bleue montre l'indice actualisé fourni pour l'évaluation de 2024.

Figure 5. Graphiques à bulles de la fréquence annuelle des longueurs pour les flottilles prises en compte dans les modèles de Stock Synthesis. (Le **tableau 2** contient les détails des définitions des flottilles). La taille du cercle est proportionnelle au nombre d'observations, mis à l'échelle dans chaque diagramme des flottilles.

Figure 6. Données d'âge par taille conditionnel de l'albacore de l'Atlantique modélisées dans Stock Synthesis.

Figure 7. Rééchantillonnage de Monte Carlo (4.000 itérations) des données d'entrée fixes du paramètre de mortalité naturelle (M) des essais des modèles de Stock Synthesis.

Figure 8. Fonction objective finale (unités de vraisemblance négative totale) pour le cas de référence de Stock Synthesis sur des valeurs de paramètres de départ qui ont légèrement varié.
Senneurs sur bancs libres
Indice de bouée acoustique
Palangre conjointe (Région 2)

Figure 9. Ajustements (panneaux de gauche) et valeurs résiduelles (panneaux de droite) du cas de référence de Stock Synthesis pour les indices d'abondance relative de l'albacore de l'Atlantique. Les lignes bleues pleines représentent les prédictions et les barres représentent les observations (cercles ouverts) avec leurs CV.

Figure 10. Test des scénarios des diagnostics sur les ajustements des valeurs résiduelles aux indices d'abondance de l'albacore de l'Atlantique pour le cas de référence de Stock Synthesis. Les cercles rouges représentent les valeurs aberrantes.

Figure 11. Analyse de simulation rétrospective de l'indice d'abondance prédit pour l'albacore du cas de référence de Stock Synthesis.

Figure 12. Ajustements aux compositions de longueurs agrégées des flottilles pour l'albacore de l'Atlantique pour le cas de référence de Stock Synthesis. Les points noirs et les zones ombrées représentent les données de longueur observée agrégées pour toutes les années. Les lignes vertes représentent les prédictions du modèle.

Figure 13. Test des scénarios des diagnostics sur les ajustements des valeurs résiduelles aux données de composition des longueurs de l'albacore de l'Atlantique pour le cas de référence de Stock Synthesis. Les cercles rouges représentent les valeurs aberrantes et la case rouge indique un schéma des valeurs résiduelles non-aléatoire dans la série temporelle (c.-à-d. échec du test des scénarios).

Figure 14. Analyse de simulation rétrospective de la composition des longueurs prédite pour l'albacore du cas de référence de Stock Synthesis.

Figure 15. Distribution a priori et distribution a posteriori du cas de référence du modèle Stock Synthesis des paramètres de croissance et du stock-recrutement de l'albacore de l'Atlantique.

Figure 16. Croissance estimée de l'albacore de l'Atlantique au moyen de Stock Synthesis. Le panneau supérieur montre le diagramme de la croissance estimée de Richards avec les intervalles de confiance de 95%, et le panneau inférieur montre la comparaison du modèle de croissance estimé entre Stock Synthesis (ligne bleue) et la courbe de Richards modifiée par la taille publiée, estimée par Pacicco *et al.*, 2021 (ligne noire).

Figure 17. Courbe du recrutement du stock de Beverton-Holt estimé au moyen de Stock Synthesis (panneau supérieur) et écarts du recrutement (1974-2021 ; panneau inférieur).

Figure 18. Analyse du profil de vraisemblance des paramètres du stock-recrutement dans le cas de référence du modèle Stock Synthesis.

Figure 19. Biomasse du stock reproducteur (t) estimée dans le cas de référence du modèle Stock Synthesis pour l'albacore de l'Atlantique.

Figure 20. Sensibilité du modèle de production structuré par âge (ASPM) du cas de référence du modèle Stock Synthesis pour l'albacore. Le panneau supérieur montre le postulat sur le stock-recrutement d'ASPM sans les écarts du recrutement, et le panneau inférieur montre la biomasse du stock reproducteur d'ASPM (ligne bleue) par rapport au cas de référence (ligne noire).

Figure 21. Analyse de sensibilité jackknife des indices du cas de référence du modèle Stock Synthesis pour l'albacore de l'Atlantique.

Figure 22. Estimations du taux d'exploitation (biomasse) issues du cas de référence du modèle Stock Synthesis.

Figure 23. Analyse rétrospective avec 1 à 5 années de données éliminées du cas de référence du modèle Stock Synthesis pour l'albacore de l'Atlantique, pour la biomasse du stock reproducteur, la R_0 estimée, SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} .

Figure 24. Valeurs résiduelles de l'ajustement dans le cas de référence préliminaire de *mpb*.

Figure 25. Analyse rétrospective du cas de référence préliminaire de *mpb*.

Figure 26. Analyse de la vraisemblance pour les modèles *mpb* avec un r fixe (fonction de pénalité) et une biomasse estimée au niveau de la PME.

Figure 27. Analyse de la vraisemblance pour les modèles *mpb* avec un r fixe (fonction de pénalité) et une PME estimée.

Figure 28. Analyse de la vraisemblance pour les modèles *mpb* avec un r fixe (fonction de pénalité) et une mortalité par pêche estimée au niveau de la PME.

Figure 29. Analyse de la vraisemblance pour les modèles *mpb* avec un r fixe (fonction de pénalité) et une capacité de charge (K) estimée.

Figure 30. Analyse de la vraisemblance pour les modèles *mpb* avec un r fixe (fonction de pénalité) et un état du stock estimé dans l'année terminale.

Figure 31. Séries temporelles de CPUE observées (cercle et barres d'erreur type) et prédites (ligne continue) de JABBA pour les scénarios S05 et S06 pour l'albacore de l'Atlantique. La zone ombrée en gris indique les intervalles de crédibilité de 95%. S05 est le scénario de continuité du modèle final de JABBA de 2019 et S06 est le cas de référence préliminaire de JABBA.

Figure 32. Diagrammes des diagnostics des valeurs résiduelles de JABBA pour les jeux alternatifs des indices de CPUE (gris foncé : JointLL_R02, orange : EU_PS_FS) étudiés pour les scénarios S05 et S06 pour l'albacore de l'Atlantique. Les diagrammes d'influence indiquent les valeurs résiduelles disponibles pour toute année donnée, les lignes pleines noires indiquent un lissage de Loess dans toutes les valeurs résiduelles et la zone en ombré gris indique l'erreur type du lissage. S05 est le scénario de continuité du modèle final de JABBA de 2019 et S06 est le cas de référence préliminaire de JABBA.

Figure 33. Tests des scénarios de JABBA pour évaluer quantitativement le caractère aléatoire des séries temporelles des valeurs résiduelles de la CPUE par flottille pour les scénarios S05 et S06 pour l'albacore de l'Atlantique. Les panneaux verts n'indiquent aucune preuve de l'absence de caractère aléatoire des valeurs résiduelles des séries temporelles ($p > 0,05$), tandis que les panneaux rouges indiquent le contraire. La zone ombrée intérieure montre trois erreurs types 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 3σ). S05 est le scénario de continuité du modèle final de JABBA de 2019 et S06 est le cas de référence préliminaire de JABBA.

Figure 34. Écarts de l'erreur de processus JABBA entre la prévision déterministe et les réalisations stochastiques de la biomasse logarithmique prédite (médiane : ligne pleine) pour les scénarios S05 et S06 pour l'albacore de l'Atlantique. La zone en ombré gris indique les intervalles de crédibilité de 80% et de 95%. S05 est le scénario de continuité du modèle final de JABBA de 2019 et S06 est le cas de référence préliminaire de JABBA.

Figure 35. Distributions a priori et a posteriori JABBA des paramètres de r (panneaux supérieurs) et de K (panneaux inférieurs) pour les scénarios S05 et S06 pour l'albacore de l'Atlantique. PPMR : ratio de la médiane de la distribution a posteriori et a priori ; PPVR : ratio de la distribution a posteriori/a priori des variances. S05 est le scénario de continuité du modèle final de JABBA de 2019 et S06 est le cas de référence préliminaire de JABBA.

Figure 36. Analyse rétrospective JABBA de S05, le scénario de continuité, pour la biomasse du stock (t), la fonction de production excédentaire (maximum = PME), B/B_{PME} et F/F_{PME} pour le modèle de production excédentaire bayésien état-espace JABBA pour l'albacore de l'Atlantique. La mention « Ref » indique les ajustements de S05 à la série temporelle complète 1950-2022. La mention de l'année numérique indique les résultats rétrospectifs provenant de l'extraction rétrospective, en excluant séquentiellement les données de CPUE jusqu'en 2015.

Figure 37. Analyse rétrospective JABBA du cas de référence préliminaire (S06) pour la biomasse du stock (t), la fonction de production excédentaire (maximum = PME), B/B_{PME} et F/F_{PME} pour le modèle de production excédentaire bayésien état-espace JABBA pour l'albacore de l'Atlantique. La mention « 2022 » indique les ajustements de S06 à la série temporelle complète 1950-2022. La mention de l'année numérique indique les résultats rétrospectifs provenant de l'extraction rétrospective, en excluant séquentiellement les données de CPUE jusqu'en 2015.

Figure 38. Résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective JABBA pour les scénarios S05 (panneaux supérieurs) et S06 (panneaux inférieurs) pour l'albacore de l'Atlantique, montrant les prévisions à un an d'avance des valeurs de CPUE (2015-2022), réalisée avec huit scénarios du modèle de simulation rétrospective par rapport à la CPUE attendue. 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 de 95% associé, 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 39. Analyse Jackknife des indices réalisée sur S05, le scénario de continuité, en éliminant un indice à la fois et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à B_{PME} (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche par rapport à la F_{PME} (F/F_{PME}) (panneaux centraux), ainsi que de la biomasse par rapport à K (B/K) et de la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs).

Figure 40. Analyse Jackknife des indices réalisée sur S06, le cas de référence préliminaire, en éliminant un indice à la fois et en prédisant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à B_{PME} (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche par rapport à la F_{PME} (F/F_{PME}) (panneaux centraux), ainsi que de la biomasse par rapport à K (B/K) et de la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs).

Figure 41. Diagrammes de la biomasse du stock reproducteur d'albacore de l'Atlantique sur les scénarios itératifs du modèle Stock Synthesis. La ligne bleue montre les estimations des scénarios des modèles actuels répertoriés, la ligne noire montre les estimations du scénario de distribution à priori et les lignes grises montrent les estimations de tous les scénarios précédents dans l'élaboration graduelle du cas de référence du modèle.

Figure 42. Comparaison des trajectoires de la biomasse du stock reproducteur de la grille d'incertitude de Stock Synthesis de 2019 (panneau supérieur) et des scénarios du modèle graduel alternatifs réalisés en 2024.

Figure 43. Comparaison des estimations de l'évaluation du stock JABBA pour l'albacore de l'Atlantique dans les scénarios S05 (en rouge) et S06 (en bleu) montrant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à B_{PME} (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche par rapport à F_{PME} (F/F_{PME}) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à K (B/K) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs). S05 est le scénario de continuité du modèle final de JABBA de 2019 et S06 est le cas de référence préliminaire de JABBA.

Figure 44. Analyse de Monte Carlo sur le cas de référence de Stock Synthesis. Rééchantillonnage de Monte Carlo (panneaux de gauche) du paramètre de mortalité naturelle (M) à partir d'une distribution lognormale (moyenne = 0,3, écart type = 0,31) et du paramètre de pente (h) à partir d'une distribution uniforme entre 0,7 et 0,9. Trajectoires de F/F_{PME} et de SSB/SSB_{PME} (panneaux de droite) sur 4.000 itérations (lignes grises) du cas de référence de Stock Synthesis avec des données d'entrée alternatives de M basées sur le rééchantillonnage de Monte Carlo. La médiane des 4.000 itérations et le résultat déterministe sont représentés en bleu et en rouge, respectivement.

Figure 45. Test des hypothèses des modèles de Monte Carlo supposant des écarts du recrutement sans tendance dans les combinaisons de la pente et de la mortalité naturelle utilisées dans les 4.000 scénarios de MC. Les niveaux significatifs du test des hypothèses sont de 0,05 (panneau supérieur gauche) et de 0,15 (panneau inférieur gauche) avec des intervalles de confiance de 80% et de 95% (lignes horizontales bleues en pointillés). Les points bleus indiquent que les scénarios ont réussi le test, tandis que les points verts indiquent l'inverse. Les lignes rouges indiquent un lissage de Loess dans l'ensemble des valeurs résiduelles. Le panneau de droite montre la distribution de l'échantillonnage pour les valeurs de M à partir de 4.000 itérations de MC avec des intervalles de confiance de 80% et de 95% (lignes verticales rouges en pointillés).

Figure 46. Tendances annuelles de la biomasse (B/B_{PME}) et de la mortalité par pêche (F/F_{PME}) relatives du cas de référence de Stock Synthesis pour l'albacore de l'Atlantique. La ligne sombre indique la médiane des 4.000 itérations et la zone ombrée les limites de confiance globales de 80% des résultats.

Figure 47. Diagramme de Kobe pour le cas de référence de Stock Synthesis de 2024 à partir de la méthode de Monte Carlo (4.000 itérations) pour l'albacore de l'Atlantique. La ligne indique la trajectoire de l'état du stock à partir de 1958. Le camembert inséré indique la proportion des essais de MC dans chaque quadrant de Kobe : 58% dans le quadrant vert, 23% dans le quadrant orange et 18% dans le quadrant rouge.

Figure 48. Tendances de la biomasse (SSB/SSB_{PME} , panneau supérieur) et de la mortalité par pêche (F/F_{PME} , panneau inférieur) relatives à partir des projections préliminaires (déterministes) de l'albacore de l'Atlantique dans le cadre de différents scénarios du TAC provenant du cas de référence de Stock Synthesis. La biomasse du stock montrait la valeur à la fin de l'année.

Figure 49. Répartition spatiale des opérations de pêche totales des senneurs du Venezuela au cours de ces 10 dernières années (2014-2023) par rapport à la répartition il y a 20 ans (2003).

Figure 50. Nombre d'opérations totales par an des senneurs vénézuéliens et leur capture totale de listao (en tonnes).

Figuras

Figura 1. Arriba a la izquierda: Comparaciones de las estimaciones de la edad del rabil entre otolitos y espinas. Sesgo observado, con intervalo de confianza y línea de equivalencia 1:1. Los puntos (con un intervalo de confianza del 95 %) por encima de la línea indican edades sobreestimadas por la espina en relación con el otolito, y aquellos (con un intervalo de confianza del 95 %) por debajo de la línea indican una subestimación de la edad por la espina. Abajo a la izquierda: Frecuencia de las diferencias observadas en las estimaciones de edad. Abajo a la derecha: Diferencia entre las estimaciones de edad en función de la edad. La línea de puntos horizontal no muestra ninguna diferencia.

Figura 2. Comparaciones de las estimaciones de la edad del rabil entre otolitos y vértebras. Sesgo observado, con intervalo de confianza y línea de equivalencia 1:1. Los puntos (con un intervalo de confianza del 95 %) por encima de la línea indican edades sobreestimadas por las vértebras en relación con el otolito, y aquellos (con un intervalo de confianza del 95 %) por debajo de la línea indican una subestimación de la edad por las vértebras. Abajo a la izquierda: Frecuencia de las diferencias observadas en las estimaciones de edad. Abajo a la derecha: Diferencia entre las estimaciones de edad en función de la edad. La línea de puntos horizontal no muestra ninguna diferencia.

Figura 3. Desembarques (t) de cada una de las flotas (**Tabla 2**) que se definen en los modelos Stock Synthesis.

Figura 4. Índices estandarizados de los ajustes de la abundancia relativa del rabil del Atlántico en el marco de Stock Synthesis. La línea roja muestra el índice utilizado en 2019, y la línea azul muestra el índice actualizado proporcionado para la evaluación de 2024.

Figura 5. Gráficos de burbuja de frecuencia de tallas anuales para las flotas consideradas en los modelos de Stock Synthesis. (La Tabla 2 contiene los detalles de las definiciones de las flotas). El tamaño del círculo es proporcional al número de observaciones, escalado en cada gráfico de la flota.

Figura 6. Datos de edad por talla condicional del rabil del Atlántico modelados en Stock Synthesis.

Figura 7. Remuestreo de Monte Carlo (4000 iteraciones) de las entradas fijas del parámetro de mortalidad natural (M) en los ensayos del modelo Stock Synthesis.

Figura 8. Función objetivo final (unidades de verosimilitud logarítmica negativas totales) para el caso de referencia de Stock Synthesis en los valores de parámetros iniciales sometidos a ligeras variaciones.
Cerco en banco libre
Índice de boyas acústicas
Palangre conjunto (Región 2)

Figura 9. Ajustes del caso de referencia de Stock Synthesis (paneles de la izquierda) y de los valores residuales (paneles de la derecha) a los índices de abundancia relativa del rabil del Atlántico. Las líneas azules continuas representan las predicciones y las barras representan las observaciones (círculos abiertos) con sus CV.

Figura 10. Prueba de ensayo de diagnóstico sobre los ajustes de los valores residuales a los índices de abundancia del rabil del Atlántico para el caso de referencia de Stock Synthesis. Los círculos rojos representan valores atípicos.

Figura 11. Análisis de simulación retrospectiva del índice de abundancia previsto del rabil para el caso de referencia de Stock Synthesis.

Figura 12. Ajustes a las composiciones de tallas agregadas de la flota para el rabil del Atlántico para el caso de referencia de Stock Synthesis. Los puntos negros y las zonas sombreadas representan los datos de talla observados agregados para todos los años. Las líneas verdes representan las predicciones del modelo.

Figura 13. Prueba de ensayo de diagnóstico sobre los ajustes de los valores residuales a los datos de composición por tallas del rabil del Atlántico para el caso de referencia de Stock Synthesis. Los círculos rojos representan valores atípicos y el recuadro rojo indica un patrón de valores residuales no aleatorio en la serie temporal (es decir, no se ha superado la prueba de ensayos).

Figura 14. Análisis de simulación retrospectiva de la composición por talla del rabil prevista para el caso de referencia de Stock Synthesis.

Figura 15. Distribuciones previa y posterior del caso de referencia del modelo Stock Synthesis para los parámetros de stock-reclutamiento y de crecimiento del rabil del Atlántico.

Figura 16. Estimación del crecimiento del rabil del Atlántico mediante Stock Synthesis. El panel superior muestra el gráfico del crecimiento estimado de Richards con intervalos de confianza del 95 % y el panel inferior muestra la comparación del modelo de crecimiento estimado entre Stock Synthesis (línea azul) y la curva de Richards modificada por talla publicada y estimada por Pacicco *et al.*, 2021 (línea negra).

Figura 17. Curva de reclutamiento del stock de Beverton-Holt estimada mediante Stock Synthesis (panel superior) y desviaciones del reclutamiento (1974-2021; panel inferior).

Figura 18. Análisis del perfil de verosimilitud de los parámetros de stock-reclutamiento en el caso de referencia del modelo Stock Synthesis.

Figura 19. Biomasa del stock reproductor (t) de rabil del Atlántico estimada en el caso de referencia del modelo Stock Synthesis.

Figura 20. Sensibilidad del modelo de producción estructurado por edad (ASPM) del caso de referencia del modelo Stock Synthesis para el rabil. El panel superior muestra el supuesto stock-reclutamiento del ASPM sin desviaciones del reclutamiento, y el panel inferior muestra la biomasa de reproductores estimada a partir del ASPM (línea azul) comparada con el caso de referencia (línea negra).

Figura 21. Análisis con jackknife de sensibilidad de los índices del caso de referencia del modelo Stock Synthesis para el rabil del Atlántico.

Figura 22. Estimaciones de la tasa de explotación (biomasa) a partir del caso de referencia del modelo Stock Synthesis.

Figura 23. Análisis retrospectivo con 1 a 5 años de datos eliminados del caso de referencia del modelo Stock Synthesis para el rabil del Atlántico, para la biomasa del stock reproductor, el $R0$ estimado, la SSB/SSB_{RMS} , la F/F_{RMS} .

Figura 24. Valores residuales del ajuste en el caso de referencia preliminar de *mpb*.

Figura 25. Análisis retrospectivo del caso de referencia preliminar de *mpb*.

Figura 26. Exploración de la verosimilitud para modelos *mpb* con r fija (función de penalización) y biomasa en RMS estimada.

Figura 27. Exploración de la verosimilitud para modelos *mpb* con r fija (función de penalización) y RMS estimado.

Figura 28. Exploración de la verosimilitud para modelos *mpb* con r fija (función de penalización) y mortalidad por pesca en RMS estimada.

Figura 29. Exploración de la verosimilitud para modelos *mpb* con r fija (función de penalización) y capacidad de carga estimada (K).

Figura 30. Exploración de la verosimilitud para modelos *mpb* con r fija (función de penalización) y estimación del estado del stock en el año terminal.

Figura 31. Series temporales de CPUE observada (círculo y barras de error SE) y prevista (línea continua) de JABBA para los escenarios S05 y S06 para el rabil del Atlántico. La zona sombreada en gris indica intervalos de credibilidad del 95 %. S05 es el ensayo de continuidad del modelo final JABBA 2019 y S06 es el caso de referencia JABBA preliminar.

Figura 32. Diagramas de diagnóstico de valores residuales de JABBA para conjuntos alternativos de índices de CPUE (gris oscuro: JointLL_R02, naranja: EU_PS_FS) examinados para los escenarios S05 y S06 para el rabil del Atlántico. Los gráficos de influencia indican los valores residuales disponibles para cualquier año dado, las líneas negras sólidas indican un alisado de loess en todos los valores residuales y el área gris sombreada indica el error estándar del alisado. S05 es el ensayo de continuidad del modelo final JABBA 2019 y S06 es el caso de referencia de JABBA preliminar.

Figura 33. Pruebas de ensayos JABBA para evaluar cuantitativamente la aleatoriedad de la serie temporal de valores residuales de CPUE por flota para los escenarios S05 y S06 para el rabil del Atlántico. Los paneles verdes indican que no hay evidencias de la falta de aleatoriedad de los valores residuales de la serie temporal ($p > 0,05$) mientras que los paneles rojos indican lo contrario. La zona sombreada interior muestra tres errores estándar de la media global y los círculos rojos identifican un año específico con valores residuales superiores a este valor umbral (norma $3x$ sigma). S05 es el ensayo de continuidad del modelo final JABBA 2019 y S06 es el caso de referencia de JABBA preliminar.

Figura 34. Desviación del error del proceso JABBA entre la expectativa determinista y las realizaciones estocásticas de la biomasa logarítmica predicha (mediana: línea continua) para los escenarios S05 y S06 para el rabil del Atlántico. La zona sombreada en gris indica intervalos de credibilidad del 80 % y del 95 %. S05 es el ensayo de continuidad del modelo final JABBA 2019 y S06 es el caso de referencia de JABBA preliminar.

Figura 35. Distribuciones previas y posteriores de los parámetros r (paneles superiores) y K (paneles inferiores) de JABBA para los escenarios S05 y S06 para el rabil del Atlántico. PPMR: Ratio de la media posterior- previa; PPVR: Ratio de varianza posterior-previa. S05 es el ensayo de continuidad del modelo final JABBA 2019 y S06 es el caso de referencia de JABBA preliminar.

Figura 36. Análisis retrospectivo JABBA de S05, un ensayo de continuidad, para la biomasa del stock (t), función de producción excedente (máximo = RMS), B/B_{RMS} , y F/F_{RMS} para el modelo bayesiano de producción excedente estado-espacio de JABBA para el rabil del Atlántico. La etiqueta "Ref" indica que el S05 se ajusta a toda la serie temporal 1950-2022. La etiqueta numérica del año indica los resultados retrospectivos de la "extracción" retrospectiva, excluyendo secuencialmente los datos de CPUE hasta 2015.

Figura 37. Análisis retrospectivo JABBA del caso de referencial preliminar (S06) para la biomasa del stock (t), función de producción excedente (máximo = RMS), B/B_{RMS} , y F/F_{RMS} para el modelo bayesiano de producción excedente estado-espacio de JABBA para el rabil del Atlántico. La etiqueta "2022" indica que el S06 se ajusta a toda la serie temporal 1950-2022. La etiqueta numérica del año indica los resultados retrospectivos de la "extracción" retrospectiva, excluyendo secuencialmente los datos de CPUE hasta 2015.

Figura 38. Resultados de validación cruzada de la simulación retrospectiva de JABBA para los escenarios S05 (paneles superiores) y S06 (paneles inferiores) para el rabil del Atlántico, que muestran previsiones a un año vista de los valores de CPUE (2015-2022), realizadas con ocho ensayos del modelo de simulación retrospectiva con respecto a 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 39. Análisis con jackknife del índice realizado en S05, un ensayo de continuidad, mediante la eliminación de un índice cada vez y la predicción de las tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca (paneles superiores), la biomasa con respecto a B_{RMS} (B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca con respecto a F_{RMS} (F/F_{RMS}) (paneles centrales), la biomasa con respecto a K (B/K) y la curva de producción excedente (paneles inferiores).

Figura 40. Análisis con jackknife del índice realizado en S06 de JABBA, el caso de referencia preliminar, mediante la eliminación de un índice cada vez y la predicción de las tendencias de la biomasa y la mortalidad por pesca (paneles superiores), la biomasa con respecto a B_{RMS} (B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca con respecto a F_{RMS} (F/F_{RMS}) (paneles centrales), la biomasa con respecto a K (B/K) y la curva de producción excedente (paneles inferiores).

Figura 41. Gráficos de la biomasa del stock reproductor del rabil del Atlántico en los ensayos iterativos del modelo Stock Synthesis. La línea azul muestra las estimaciones del ensayo actual del modelo, la línea negra muestra las estimaciones del ensayo de la distribución previa y las líneas grises muestran las estimaciones de todos los ensayos anteriores en la construcción por fases del caso de referencia del modelo.

Figura 42. Comparación de las trayectorias de la biomasa del stock reproductor de la matriz de incertidumbre de Stock Synthesis de 2019 (panel superior) con los ensayos alternativos por fases del modelo realizados en 2024.

Figura 43. Comparación de estimaciones de evaluación de stock de JABBA para el rabil del Atlántico que se realizó para los escenarios S05 (rojo) y S06 (azul) que muestra las tendencias en la biomasa y la mortalidad por pesca (paneles superiores), la biomasa con respecto a B_{RMS} (B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca con respecto a F_{RMS} (F/F_{RMS}) (paneles medios), la biomasa con respecto a K (B/K) y la curva de producción excedente (paneles inferiores). S05 es el ensayo de continuidad del modelo final JABBA 2019 y S06 es el caso de referencia JABBA preliminar.

Figura 44. Análisis de Monte Carlo del caso de referencia de Stock Synthesis. Remuestreo de Monte Carlo (paneles de la izquierda) del parámetro de mortalidad natural (M) a partir de una distribución lognormal (media = 0,3, $sd = 0,31$) y del parámetro de inclinación (h) a partir de una distribución uniforme entre 0,7 y 0,9. Trayectorias F/F_{RMS} y SSB/SSB_{RMS} (paneles de la derecha) en 4.000 iteraciones (líneas grises) del caso de referencia de Stock Synthesis con una entrada M alternativa basada en el remuestreo de Monte Carlo. La mediana de 4.000 iteraciones y el resultado determinista se muestran en azul y rojo, respectivamente.

Figura 45. Prueba de hipótesis de los modelos Monte Carlo suponiendo desviaciones del reclutamiento sin tendencia en las combinaciones de inclinación y mortalidad natural utilizadas en los 4.000 ensayos de MC. Los niveles de significación para la prueba de hipótesis son 0,05 (panel superior izquierdo) y 0,15 (panel inferior izquierdo) con intervalos de confianza del 80 % y el 95 % (líneas azules horizontales discontinuas). Los puntos azules significan que los ensayos superan la prueba, mientras que los verdes muestran lo contrario. Las líneas rojas muestran un alisado de loess en todos los valores residuales. El panel derecho muestra la distribución de muestreo para los valores de M a partir de 4.000 iteraciones de MC con intervalos de confianza del 80 % y 95 % (líneas verticales rojas discontinuas).

Figura 46. Tendencias anuales de la biomasa (B/B_{RMS}) y la mortalidad por pesca (F/F_{RMS}) relativas del caso de referencia de Stock Synthesis para el rabil del Atlántico. La línea oscura indica la mediana de 4.000 iteraciones y el área sombreada es el límite de confianza global del 80 % de los resultados.

Figura 47. Diagrama de Kobe para el caso de referencia de Stock Synthesis de rabil del Atlántico de 2024 a partir del método Monte Carlo (4.000 iteraciones). La línea indica la trayectoria del estado del stock a partir de 1958. La tarta insertada indica la proporción de pruebas de MC dentro de cada cuadrante de color de Kobe, 58 % en el cuadrante verde, 23 % en el cuadrante naranja y 18 % en el cuadrante rojo.

Figura 48. Tendencias de la biomasa (SSB/SSB_{RMS} panel superior) y de la mortalidad por pesca (F/F_{RMS} panel inferior) relativas de las proyecciones preliminares (deterministas) del rabil del Atlántico en distintos escenarios de TAC del caso de referencia de Stock Synthesis. La biomasa del stock mostraba el valor al final del año.

Figura 49. Distribución espacial de los lances totales de pesca de los cerqueros venezolanos en los últimos 10 años (2014-2023) comparada con la distribución de hace 20 años (2003).

Figura 50. Número de lances totales por año de los cerqueros venezolanos y su captura total de listado (t).

Appendices

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Liste des documents et des présentations.

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

Appendice 5. Feuille de route révisée pour les processus des MSE sur les thonidés tropicaux.

Apéndices

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos y presentaciones.

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

Apéndice 5. Hoja de ruta revisada para los procesos de MSE para los túnidos tropicales.

Table 2. Definition of fleet structure for Stock Synthesis (SCRS/2024/110). Purse seine (PS), baitboat (BB), longline (LL), rod and reel (RR), and handline (HL).

<i>N</i>	<i>Name</i>	<i>Years</i>	<i>Selectivity</i>
1	PS early	1965-1985	cubic spline
2	PS transition	1986-1990	cubic spline
3	PS Free School	1991-2022	cubic spline
4	PS FOB	1991-2022	cubic spline, time-varying
5	BB+PS Ghana	1965-2022	cubic spline, time-varying
6	BB-South Dakar	1950-2022	double-normal
7	BB-North Dakar early	1962-1980	double-normal
8	BB-North Dakar late	1981-2022	double-normal
9	<u>BB North Azores</u>	1962-2022	mirrored to fleet 8
10	LL North Japan	1957-2022	double-normal
11	LL Tropical Japan	1956-2022	logistic, time-varying
12	LL South Japan	1959-2022	double-normal
13	LL North Other	1959-2022	double-normal
14	LL Tropical Other	1957-2022	logistic, time-varying
15	LL South other	1962-2022	double-normal
16	HL Brazil	1985-2022	mirrored to fleet 8
17	RR West Atlantic	1979-2022	double-normal
18	PS West Atlantic	1979-2022	double-normal
19	Other	1950-2022	double-normal

Table 3. Available indices of Atlantic yellowfin tuna relative abundance from the Joint CPUE longline (SCRS/2024/036). Joint CPUE longline CV = 0.2 (all years). The Stock Synthesis reference model used only Region 2.

<i>series</i>	Joint LL Region1	Joint LL Region2	Joint LL Region3
<i>units</i>	Number	Number	Number
<i>reference</i>	SCRS/2024/036	SCRS/2024/036	SCRS/2024/036
Year	CPUE	CPUE	CPUE
1979	1.44	1.35	0.93
1980	0.59	1.46	0.55
1981	0.64	1.25	0.57
1982	0.83	1.38	0.71
1983	0.66	1.19	0.49
1984	1.08	1.46	0.89
1985	0.8	1.26	0.74
1986	0.9	1.45	0.84
1987	0.82	1.72	0.82
1988	1.44	1.62	1.44
1989	0.95	1.43	0.91
1990	0.89	1.45	0.87
1991	1.16	1.18	1.1
1992	0.96	0.92	0.95
1993	0.82	1.11	0.86
1994	0.9	1.17	0.96
1995	1.21	1.22	1.16
1996	1.11	1.05	1.1
1997	0.74	0.84	0.81
1998	1.2	0.9	1.07
1999	0.96	0.99	0.91
2000	1	0.91	1.08
2001	1.02	0.81	1.01
2002	1.19	0.76	1.19
2003	1.1	0.83	1.34
2004	1.09	0.9	1.16
2005	1.25	0.86	1.23
2006	1.05	0.97	1.21
2007	0.96	0.95	1.4
2008	0.79	0.74	0.8
2009	0.82	0.75	0.87
2010	0.83	0.64	0.73
2011	0.99	0.68	0.99
2012	1.21	0.65	1.35
2013	1.21	0.73	1.22
2014	0.87	0.66	0.88
2015	0.99	0.71	0.96
2016	0.95	0.64	1.17
2017	1.02	0.68	0.84
2018	1.11	0.65	0.92
2019	1.19	0.68	1.49
2020	1.09	0.75	1.23
2021	1.04	0.81	1.06
2022	1.09	0.85	1.54

Table 4. Indices of Atlantic yellowfin tuna relative biomass from the purse seine (PS) free school, and acoustic echosounder buoys. CV columns represent the estimated reweighted CV as indicated in section 3.1 of this report.

EU_PS_FreeSchool				Acoustic Buoy Index											
Year	Qtr	CPUE	CV	Year	Qtr	CPUE	CV	Year	Qtr	CPUE	CV	Year	Qtr	CPUE	CV
1993	1	2.09	0.3	2003	1	1.67	0.1	2013	1	1.04	0.2	2010	1	1.43	0.2
1993	2	1.93	0.2	2003	2	1.21	0.2	2013	2	0.62	0.2	2010	2	1.41	0.2
1993	3	1.11	0.2	2003	3	1.12	0.2	2013	3	0.59	0.2	2010	3	1.28	0.2
1993	4	0.47	0.2	2003	4	0.55	0.2	2013	4	0.44	0.2	2010	4	1.71	0.2
1994	1	1.77	0.3	2004	1	1.57	0.3	2014	1	1.24	0.2	2011	1	1.31	0.2
1994	2	1.27	0.2	2004	2	1.39	0.1	2014	2	0.6	0.2	2011	2	1.29	0.2
1994	3	1.04	0.2	2004	3	0.92	0.2	2014	3	0.74	0.2	2011	3	0.85	0.2
1994	4	0.33	0.3	2004	4	0.55	0.2	2014	4	0.47	0.2	2011	4	0.8	0.2
1995	1	1.72	0.2	2005	1	1.59	0.2	2015	1	1.41	0.1	2012	1	0.58	0.2
1995	2	0.95	0.2	2005	2	1.59	0.1	2015	2	0.72	0.2	2012	2	1.01	0.2
1995	3	1	0.2	2005	3	0.77	0.2	2015	3	0.89	0.2	2012	3	0.8	0.2
1995	4	0.3	0.3	2005	4	0.6	0.3	2015	4	0.5	0.2	2012	4	0.58	0.2
1996	1	1.98	0.4	2006	1	1.72	0.1	2016	1	1.29	0.5	2013	1	0.58	0.2
1996	2	0.89	0.2	2006	2	1.64	0.2	2016	2	0.87	0.2	2013	2	0.72	0.2
1996	3	0.99	0.2	2006	3	0.89	0.2	2016	3	0.94	0.2	2013	3	0.69	0.2
1996	4	0.28	0.3	2006	4	0.77	0.2	2016	4	0.54	0.2	2013	4	1	0.2
1997	1	2.51	0.2	2007	1	1.93	0.1	2017	1	1.11	0.2	2014	1	0.68	0.2
1997	2	1	0.2	2007	2	1.54	0.2	2017	2	0.95	0.2	2014	2	0.75	0.2
1997	3	0.95	0.2	2007	3	1.16	0.2	2017	3	0.72	0.2	2014	3	1.01	0.2
1997	4	0.3	0.3	2007	4	0.89	0.2	2017	4	0.5	0.2	2014	4	0.94	0.2
1998	1	2.98	0.2	2008	1	2.19	0.1	2018	1	1.07	0.2	2015	1	0.74	0.2
1998	2	1.17	0.2	2008	2	1.42	0.2	2018	2	1	0.2	2015	2	0.72	0.2
1998	3	0.87	0.2	2008	3	1.19	0.2	2018	3	0.42	0.3	2015	3	0.88	0.2
1998	4	0.33	0.2	2008	4	0.82	0.2	2018	4	0.39	0.2	2015	4	0.8	0.1
1999	1	2.75	0.2	2009	1	2.28	0.3	2019	1	1.16	0.2	2016	1	0.58	0.2
1999	2	1.21	0.2	2009	2	1.29	0.2	2019	2	1.04	0.2	2016	2	0.74	0.2
1999	3	0.7	0.2	2009	3	0.94	0.2	2019	3	0.27	0.3	2016	3	0.97	0.2
1999	4	0.37	0.2	2009	4	0.62	0.2	2019	4	0.3	0.2	2016	4	0.77	0.2
2000	1	2.24	0.1	2010	1	1.89	0.2	2020	1	1.17	0.3	2017	1	0.55	0.2
2000	2	1.19	0.2	2010	2	1.12	0.2	2020	2	0.85	0.2	2017	2	0.71	0.2
2000	3	0.64	0.3	2010	3	0.65	0.2	2020	3	0.25	0.3	2017	3	1.01	0.2
2000	4	0.37	0.2	2010	4	0.5	0.2	2020	4	0.27	0.2	2017	4	0.98	0.2
2001	1	1.91	0.2	2011	1	1.32	0.2	2021	1	1.04	0.2	2018	1	0.78	0.2
2001	2	1.14	0.2	2011	2	0.92	0.2	2021	2	0.6	0.2	2018	2	1.12	0.2
2001	3	0.75	0.2	2011	3	0.5	0.2	2021	3	0.33	0.2	2018	3	1.23	0.2
2001	4	0.42	0.2	2011	4	0.45	0.2	2021	4	0.27	0.2	2018	4	1.03	0.2
2002	1	1.76	0.2	2012	1	1.04	0.2	2022	1	0.84	0.2	2019	1	0.97	0.2
2002	2	1.12	0.2	2012	2	0.74	0.2	2022	2	0.49	0.2	2019	2	0.94	0.2
2002	3	1.02	0.2	2012	3	0.49	0.2	2022	3	0.55	0.2	2019	3	1.08	0.2
2002	4	0.5	0.2	2012	4	0.44	0.2	2022	4	0.3	0.2	2019	4	0.98	0.2

Table 5. Parameters of the yellowfin tuna Richards growth model as estimated by the Stock Synthesis reference model.

<i>Parameter</i>	<i>Value</i>	<i>Parameter</i>	<i>Value</i>
L_at_Age min	45.506	Richards	-0.172
L_at_Age max	153.019	CV_young fish	0.122
K	0.643	CV_old fish	0.074

Table 6. Proposed uncertainty grid (SCRS/2024/111) alternative assumptions of natural mortality (M) and steepness (h). Bolded values correspond to the Stock Synthesis reference case.

<i>Parameter</i>	<i>Value 1</i>	<i>Value 2</i>	<i>Value 3</i>
M	0.25	0.3	0.35
h	0.7	0.8	0.9

Table 7. Starting values and fixed parameters used for the *mpb* stock assessment of Atlantic yellowfin tuna.

<i>Parameter</i>	<i>Starting value and range</i>
<i>r</i> (intrinsic growth rate, yr ⁻¹)	0.16 [0.1, 0.5]
<i>K</i> (carrying capacity, tons)	2.155x10 ⁶ [2.155x10 ⁵ , 2.155x10 ⁷]
B ₀ (biomass in 1950, tons)	1 [fixed]
Shape parameter (<i>phi</i>)	0.001 [fixed]

Table 8. Stock Synthesis reference case parameter estimates, standard deviation, and prior types where necessary.

Parameter	Estimate	Parm_StDev	Pr_type
L_at_Amin_Fem_GP_1	45.5056	7.91E-01	No_prior
L_at_Amax_Fem_GP_1	153.019	9.97E-01	No_prior
VonBert_K_Fem_GP_1	0.64325	5.88E-02	No_prior
Richards_Fem_GP_1	-0.171626	2.64E-01	No_prior
CV_young_Fem_GP_1	0.12213	8.25E-03	No_prior
CV_old_Fem_GP_1	0.0742397	3.04E-03	No_prior
RecrDist_GP_1_area_1_month_4	0.232069	1.42E-01	No_prior
RecrDist_GP_1_area_1_month_7	0.410536	1.11E-01	No_prior
RecrDist_GP_1_area_1_month_10	-0.077513	1.93E-01	No_prior
SR_LN(R0)	11.0391	8.01E-02	No_prior
SR_sigmaR	0.259195	4.03E-02	No_prior
SizeSpline_GradLo_1_PS_ESFR_6585(1)	0.472372	4.70E-02	Normal
SizeSpline_GradHi_1_PS_ESFR_6585(1)	0.0324919	2.75E-02	No_prior
SizeSpline_Val_1_1_PS_ESFR_6585(1)	-6.43057	6.43E-01	Normal
SizeSpline_Val_2_1_PS_ESFR_6585(1)	-0.329257	1.39E+00	No_prior
SizeSpline_Val_3_1_PS_ESFR_6585(1)	-0.423899	1.38E+00	No_prior
SizeSpline_Val_4_1_PS_ESFR_6585(1)	-0.746456	1.34E+00	No_prior
SizeSpline_Val_5_1_PS_ESFR_6585(1)	-0.258433	1.31E+00	No_prior
SizeSpline_GradLo_2_PS_ESFR_8690(2)	0.979357	9.76E-02	Normal
SizeSpline_GradHi_2_PS_ESFR_8690(2)	0.0548566	3.39E-02	No_prior
SizeSpline_Val_1_2_PS_ESFR_8690(2)	-4.12552	4.13E-01	Normal
SizeSpline_Val_2_2_PS_ESFR_8690(2)	2.99565	1.50E+00	No_prior
SizeSpline_Val_3_2_PS_ESFR_8690(2)	2.82896	1.47E+00	No_prior
SizeSpline_Val_4_2_PS_ESFR_8690(2)	1.81557	1.43E+00	No_prior
SizeSpline_Val_5_2_PS_ESFR_8690(2)	3.81162	1.35E+00	No_prior
SizeSpline_GradLo_3_PS_ESFR_FS_9122(3)	0.677614	6.76E-02	Normal
SizeSpline_GradHi_3_PS_ESFR_FS_9122(3)	0.0722519	2.26E-02	No_prior
SizeSpline_Val_1_3_PS_ESFR_FS_9122(3)	-7.9354	7.93E-01	Normal
SizeSpline_Val_2_3_PS_ESFR_FS_9122(3)	-2.92088	1.22E+00	No_prior
SizeSpline_Val_3_3_PS_ESFR_FS_9122(3)	-3.14613	1.19E+00	No_prior
SizeSpline_Val_4_3_PS_ESFR_FS_9122(3)	-3.89433	1.17E+00	No_prior
SizeSpline_Val_5_3_PS_ESFR_FS_9122(3)	-1.40977	1.12E+00	No_prior
SizeSpline_GradLo_4_PS_ESFR_FOB_9122(4)	0.433234	3.56E-02	Normal
SizeSpline_GradHi_4_PS_ESFR_FOB_9122(4)	-0.139655	6.53E-02	No_prior
SizeSpline_Val_1_4_PS_ESFR_FOB_9122(4)	-5.10059	4.27E-01	Normal
SizeSpline_Val_2_4_PS_ESFR_FOB_9122(4)	0.543581	4.82E-01	No_prior
SizeSpline_Val_3_4_PS_ESFR_FOB_9122(4)	0.109072	4.72E-01	No_prior
SizeSpline_Val_4_4_PS_ESFR_FOB_9122(4)	-1.97987	5.70E-01	No_prior
SizeSpline_Val_5_4_PS_ESFR_FOB_9122(4)	-3.19052	7.06E-01	No_prior
SizeSpline_GradLo_5_BB_PS_Ghana_6522(5)	0.624252	4.90E-02	Normal
SizeSpline_GradHi_5_BB_PS_Ghana_6522(5)	0.0023039	5.97E-02	No_prior

Table 8. Continued.

Parameter	Estimate	Parm_StDev	Pr_type
SizeSpline_Val_1_5_BB_PS_Ghana_6522(5)	0.702263	7.02E-02	Normal
SizeSpline_Val_2_5_BB_PS_Ghana_6522(5)	7.56558	1.14E+00	No_prior
SizeSpline_Val_3_5_BB_PS_Ghana_6522(5)	7.33513	1.11E+00	No_prior
SizeSpline_Val_4_5_BB_PS_Ghana_6522(5)	1.92936	1.60E+00	No_prior
SizeSpline_Val_5_5_BB_PS_Ghana_6522(5)	1.2635	2.13E+00	No_prior
Size_DblN_peak_6_BB_area2_Sdak(6)	42.3668	1.80E+00	No_prior
Size_DblN_top_logit_6_BB_area2_Sdak(6)	-17.9589	1.80E+00	Normal
Size_DblN_ascend_se_6_BB_area2_Sdak(6)	3.12461	6.24E-01	No_prior
Size_DblN_descend_se_6_BB_area2_Sdak(6)	7.59863	1.56E-01	No_prior
Size_DblN_peak_7_BB_DAKAR_6280(7)	58.9449	1.78E+00	No_prior
Size_DblN_top_logit_7_BB_DAKAR_6280(7)	-17.3026	1.73E+00	Normal
Size_DblN_ascend_se_7_BB_DAKAR_6280(7)	4.46451	3.45E-01	No_prior
Size_DblN_descend_se_7_BB_DAKAR_6280(7)	7.34664	1.33E-01	No_prior
Size_DblN_peak_8_BB_DAKAR_8122(8)	48.5013	2.02E+00	No_prior
Size_DblN_top_logit_8_BB_DAKAR_8122(8)	-17.0568	1.71E+00	Normal
Size_DblN_ascend_se_8_BB_DAKAR_8122(8)	3.92768	4.35E-01	No_prior
Size_DblN_descend_se_8_BB_DAKAR_8122(8)	8.38034	1.23E-01	No_prior
Size_DblN_peak_10_Japan_LL_N(10)	118.267	2.82E+00	No_prior
Size_DblN_top_logit_10_Japan_LL_N(10)	-16.2792	1.63E+00	Normal
Size_DblN_ascend_se_10_Japan_LL_N(10)	6.28703	2.01E-01	No_prior
Size_DblN_descend_se_10_Japan_LL_N(10)	5.42449	4.90E-01	No_prior
Size_DblN_end_logit_10_Japan_LL_N(10)	-2.13552	4.76E-01	No_prior
Size_inflection_11_Japan_LL_TRO(11)	119.419	3.85E+00	No_prior
Size_95%width_11_Japan_LL_TRO(11)	30.5867	4.40E+00	No_prior
Size_DblN_peak_12_Japan_LL_S(12)	117.74	4.33E+00	No_prior
Size_DblN_top_logit_12_Japan_LL_S(12)	-16.0905	1.61E+00	Normal
Size_DblN_ascend_se_12_Japan_LL_S(12)	6.38164	2.92E-01	No_prior
Size_DblN_descend_se_12_Japan_LL_S(12)	5.54669	8.48E-01	No_prior
Size_DblN_end_logit_12_Japan_LL_S(12)	-1.70147	7.17E-01	No_prior
Size_DblN_peak_13_Other_LL_N(13)	127.18	1.59E+00	No_prior
Size_DblN_top_logit_13_Other_LL_N(13)	-16.9022	1.69E+00	Normal
Size_DblN_ascend_se_13_Other_LL_N(13)	6.89541	7.34E-02	No_prior
Size_DblN_descend_se_13_Other_LL_N(13)	5.46109	2.46E-01	No_prior
Size_DblN_end_logit_13_Other_LL_N(13)	-2.51009	3.87E-01	No_prior
Size_inflection_14_Other_LL_TRO(14)	84.369	2.28E+00	No_prior
Size_95%width_14_Other_LL_TRO(14)	12.9993	2.92E+00	No_prior
Size_DblN_peak_15_Other_LL_S(15)	123.799	4.86E+00	No_prior
Size_DblN_top_logit_15_Other_LL_S(15)	-16.4333	1.64E+00	Normal
Size_DblN_ascend_se_15_Other_LL_S(15)	6.95151	2.23E-01	No_prior
Size_DblN_descend_se_15_Other_LL_S(15)	5.64788	1.00E+00	No_prior
Size_DblN_end_logit_15_Other_LL_S(15)	-0.375587	5.65E-01	No_prior

Table 9. Estimated fishing mortality, recruitment, and spawning stock biomass (t) at the beginning of the year from the Stock Synthesis reference case.

Year	Reported Catch (t)		Fishing mortality		Recruitment (1000s fish)		Spawning Biomass (t)	
	Value		Value	Std Dev	Value	Std Dev	Value	Std Dev
1950	1200		0	0	62260	4985	2240000	170000
1951	1358		0	0	62260	4985	2240000	170000
1952	2787		0	0	62260	4985	2240000	170000
1953	3600		0	0	62259	4985	2240000	170000
1954	3407		0	0	62251	4985	2230000	170000
1955	4300		0	0	62241	4985	2230000	170000
1956	6597		0	0	62231	4985	2220000	170000
1957	23698	0.01	0.001		62218	4985	2210000	170000
1958	40581	0.01	0.001		62180	4985	2190000	170000
1959	57769	0.02	0.002		62116	4984	2160000	170000
1960	68493	0.03	0.002		62025	4984	2110000	170000
1961	58803	0.02	0.002		61936	4983	2070000	170000
1962	57523	0.02	0.002		61875	4983	2040000	170000
1963	64598	0.02	0.002		61823	4983	2010000	170000
1964	68928	0.03	0.002		61774	4983	1990000	170000
1965	67721	0.03	0.002		61716	4984	1960000	170000
1966	58736	0.02	0.002		61649	4984	1930000	169000
1967	60225	0.02	0.002		61604	4985	1910000	169000
1968	84323	0.03	0.003		61568	4985	1900000	169000
1969	94591	0.04	0.003		61498	4986	1870000	169000
1970	74720	0.03	0.003		61399	4988	1830000	169000
1971	74746	0.03	0.003		61348	4989	1810000	169000
1972	95462	0.04	0.004		61328	4989	1800000	170000
1973	95935	0.04	0.004		61284	4990	1780000	170000
1974	107232	0.05	0.004		46338	9312	1770000	170000
1975	124515	0.05	0.005		57250	10518	1740000	170000
1976	124942	0.06	0.006		43961	8650	1700000	170000
1977	131335	0.06	0.007		44980	8588	1620000	173000
1978	134017	0.07	0.008		49740	8846	1540000	182000
1979	127568	0.07	0.009		59235	9731	1450000	192000
1980	130769	0.07	0.01		47660	8982	1360000	194000
1981	156031	0.09	0.012		71959	10902	1280000	193000
1982	165291	0.1	0.014		46292	9042	1240000	192000
1983	165419	0.1	0.014		100875	13931	1210000	191000
1984	114491	0.07	0.01		49823	9175	1210000	193000
1985	156827	0.08	0.012		71485	10363	1250000	196000
1986	146827	0.08	0.011		47730	7853	1320000	205000
1987	145698	0.07	0.011		68150	9332	1400000	217000
1988	136076	0.07	0.01		38700	6931	1430000	222000
1989	162465	0.08	0.012		73000	10898	1450000	222000
1990	193584	0.1	0.015		70136	10784	1420000	219000
1991	167528	0.09	0.013		60771	9286	1330000	211000
1992	163687	0.09	0.013		74004	9458	1290000	203000
1993	162844	0.09	0.013		63920	8311	1300000	202000
1994	172763	0.1	0.014		54554	7371	1310000	203000
1995	154552	0.09	0.013		57772	7754	1300000	203000
1996	148697	0.09	0.013		55616	7892	1290000	203000
1997	136653	0.08	0.012		58035	8201	1250000	199000
1998	144076	0.09	0.013		63203	8823	1220000	193000
1999	134165	0.08	0.012		57789	8667	1190000	190000
2000	131964	0.08	0.012		63370	9358	1180000	188000
2001	152905	0.09	0.014		72359	10065	1180000	189000
2002	136464	0.08	0.012		67739	9041	1170000	189000
2003	123236	0.07	0.011		45140	6759	1180000	190000
2004	119573	0.07	0.01		55606	7380	1220000	194000
2005	105091	0.06	0.009		41127	5846	1270000	198000
2006	105911	0.06	0.009		35465	5115	1280000	196000
2007	102844	0.07	0.009		37876	5562	1230000	188000
2008	111874	0.08	0.011		54007	6733	1170000	178000
2009	117915	0.09	0.013		53526	6649	1070000	166000
2010	118281	0.09	0.013		62507	7270	968000	153000
2011	112499	0.09	0.013		51319	5983	913000	146000
2012	113726	0.09	0.013		51751	5864	907000	144000
2013	106333	0.08	0.012		46404	5632	926000	145000
2014	115023	0.09	0.013		61307	6400	947000	146000
2015	130691	0.1	0.015		57139	6057	936000	144000
2016	150311	0.12	0.017		53459	6102	904000	140000
2017	136863	0.11	0.016		68573	7849	873000	136000
2018	135906	0.12	0.016		74121	8840	856000	134000
2019	136189	0.11	0.016		65510	9113	829000	130000
2020	155282	0.13	0.018		86109	11534	827000	130000
2021	121002	0.1	0.014		84922	13672	855000	134000
2022	148785	0.11	0.015		57059	5130	911000	141000
2023	-	-	-	-	-	-	970000	151000

Table 10. JABBA summary of posterior quantiles presented in the form of marginal posterior medians and associated 95% credibility intervals of parameters for scenarios S05 (continuity) and S06 (preliminary reference case) for the Atlantic yellowfin tuna. The biomass (B) estimates refer to the beginning of the year.

<i>Estimates</i>	<i>S05</i>			<i>S06</i>		
	<i>Median</i>	<i>2.50%</i>	<i>97.50%</i>	<i>Median</i>	<i>2.50%</i>	<i>97.50%</i>
<i>K (t)</i>	2,299,725	1,631,078	3,296,738	1,649,524	976,031	2,985,051
<i>r</i>	0.138	0.096	0.200	0.181	0.103	0.309
φ	0.995	0.820	1.199	0.994	0.822	1.194
σ_{proc}	0.065	0.033	0.114	0.093	0.051	0.151
F_{MSY}	0.16	0.11	0.231	0.318	0.182	0.544
B_{MSY}	786,419	557,767	1,127,360	445,369	263,527	805,960
<i>MSY</i>	124,752	108,202	156,023	137,426	117,507	212,465
B_{1950}/K	0.992	0.782	1.239	0.989	0.759	1.256
B_{2022}/B_{MSY}	0.781	0.493	1.224	1.036	0.597	1.898
F_{2022}/F_{MSY}	1.539	0.82	2.491	1.052	0.381	1.97

Table 11. JABBA summary Mohn's rho statistic for scenarios S05 (continuity) and S06 (preliminary reference case) for the Atlantic yellowfin tuna, computed for a retrospective evaluation period of five years.

<i>Scenario</i>	<i>Stock Quantity</i>					
	<i>B</i>	<i>F</i>	B/B_{MSY}	F/F_{MSY}	<i>B/K</i>	<i>MSY</i>
S05	-0.096	0.119	-0.064	0.082	0.000	-0.009

Table 12. Stock status and benchmarks (median and 80% confidence intervals of 4000 iterations) from the Stock Synthesis Reference Case for Atlantic yellowfin tuna.

<i>Estimates</i>	B/B_{MSY}	F/F_{MSY}	<i>MSY</i>
Median	1.37	0.89	121661
80%LCI	0.91	0.40	107485
80%UCI	2.15	1.46	188456

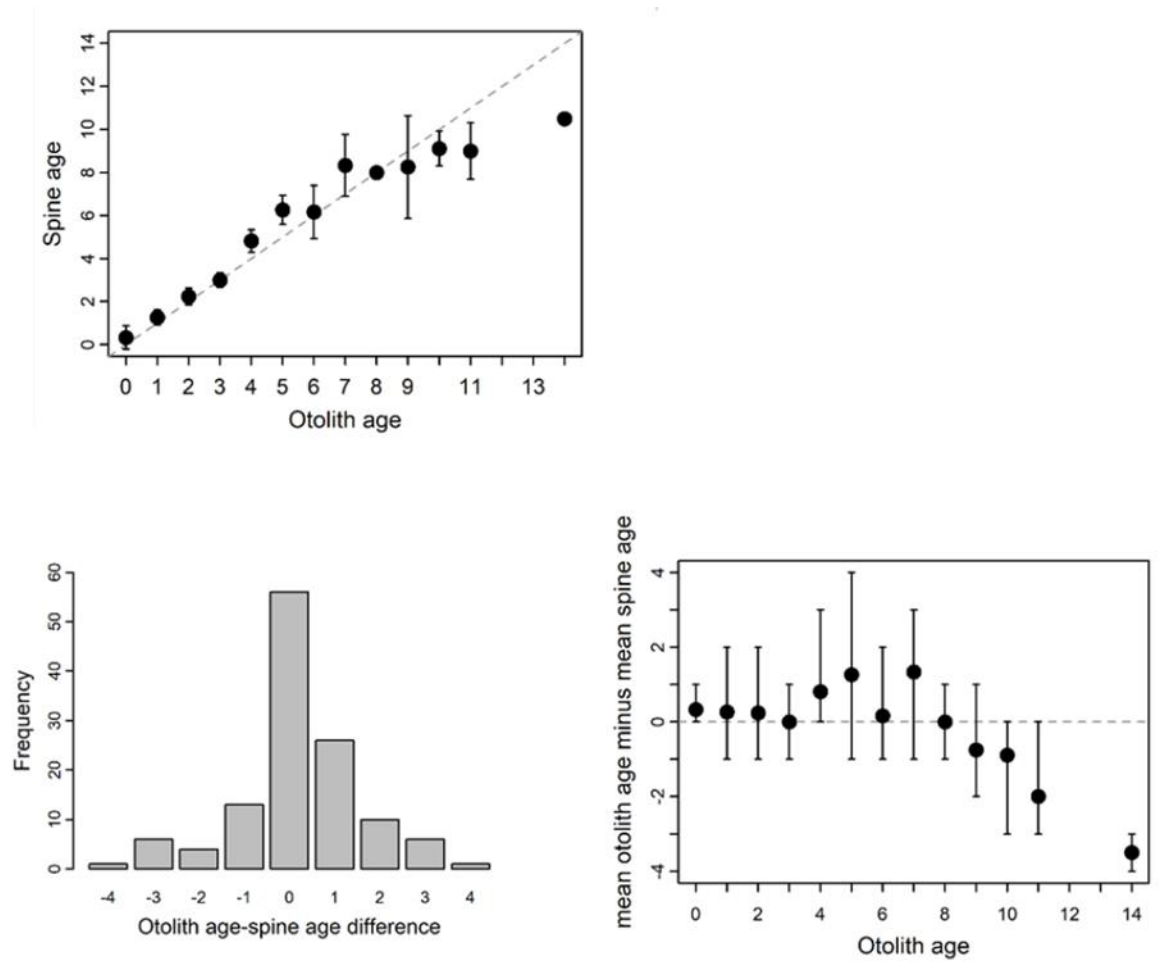


Figure 1. Top left: Comparisons of yellowfin tuna age estimations between otoliths and spines. Observed bias, with confidence interval and 1:1 equivalence line. Points (with 95% confidence interval) above the line indicate ages overestimated by the spine relative to the otolith, and those (with 95% confidence interval) below the line indicate an underestimation of age by the spine. Bottom left: Frequency of observed differences in age estimates. Bottom right: Difference between age estimates as a function of age. The horizontal dotted line shows no difference.

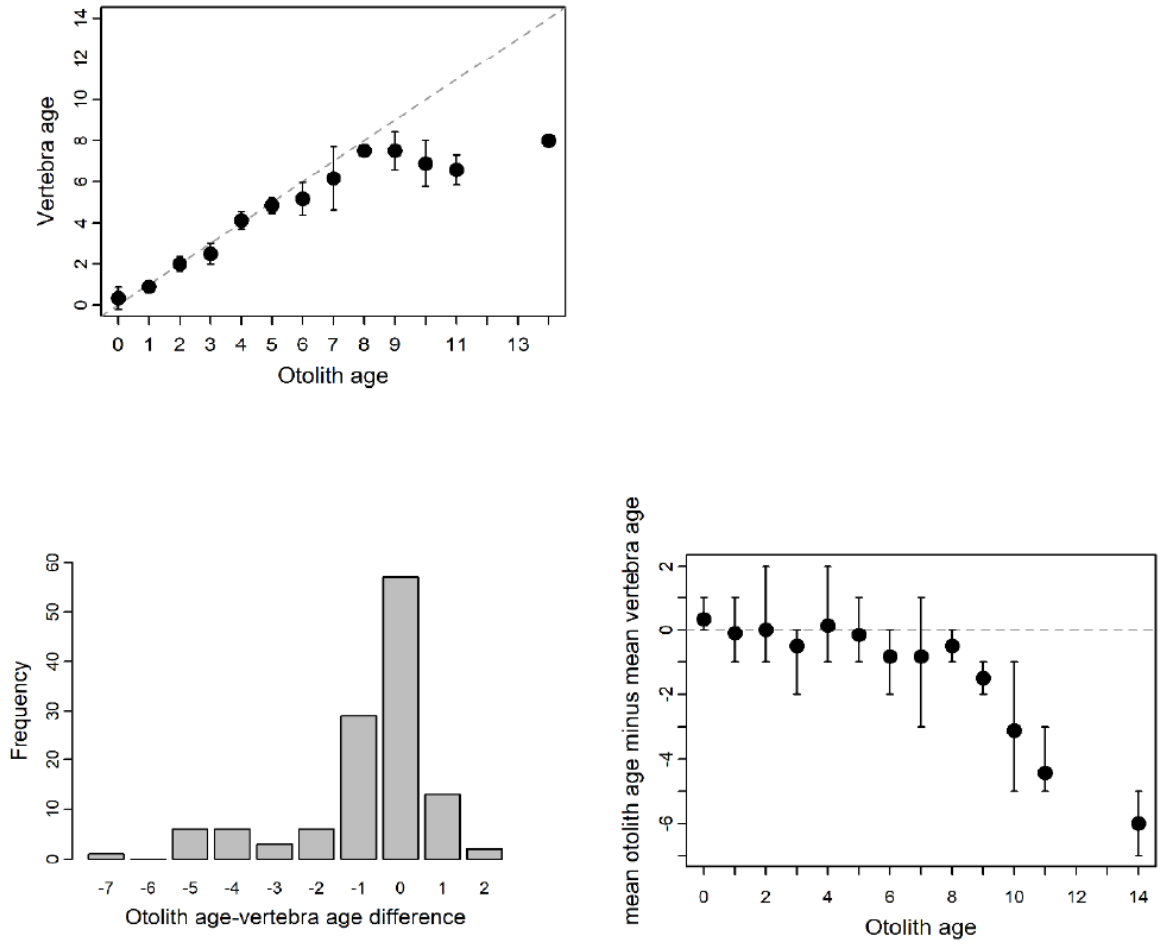


Figure 2. Comparisons of yellowfin tuna age estimations between otoliths and vertebrae. Observed bias, with confidence interval and 1:1 equivalence line. Points (with 95% confidence interval) above the line indicate ages overestimated by the vertebrae relative to the otolith, and those (with 95% confidence interval) below the line indicate an underestimation of age by the vertebrae. Bottom left: Frequency of observed differences in age estimates. Bottom right: Difference between age estimates as a function of age. The horizontal dotted line shows no difference.

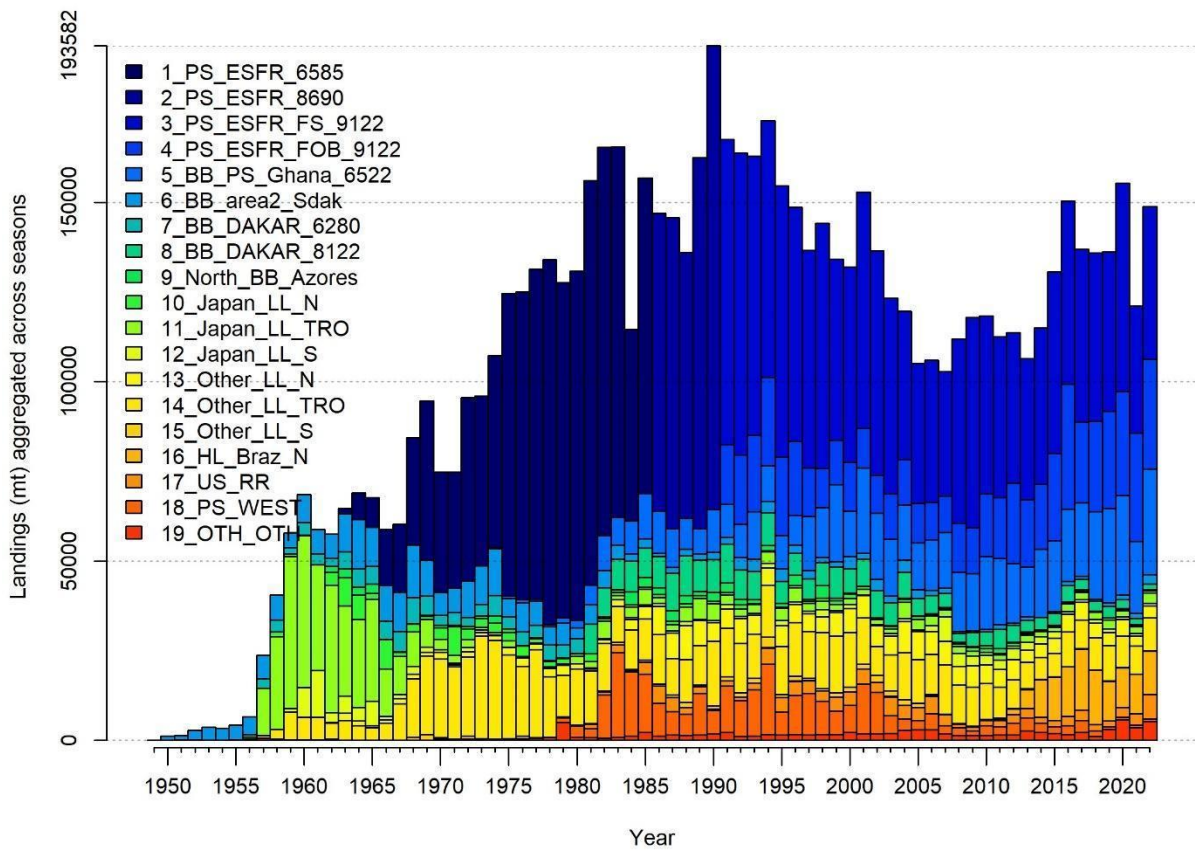


Figure 3. Landings (mt) for each of the fleets (**Table 2**) defined in the stock synthesis models.

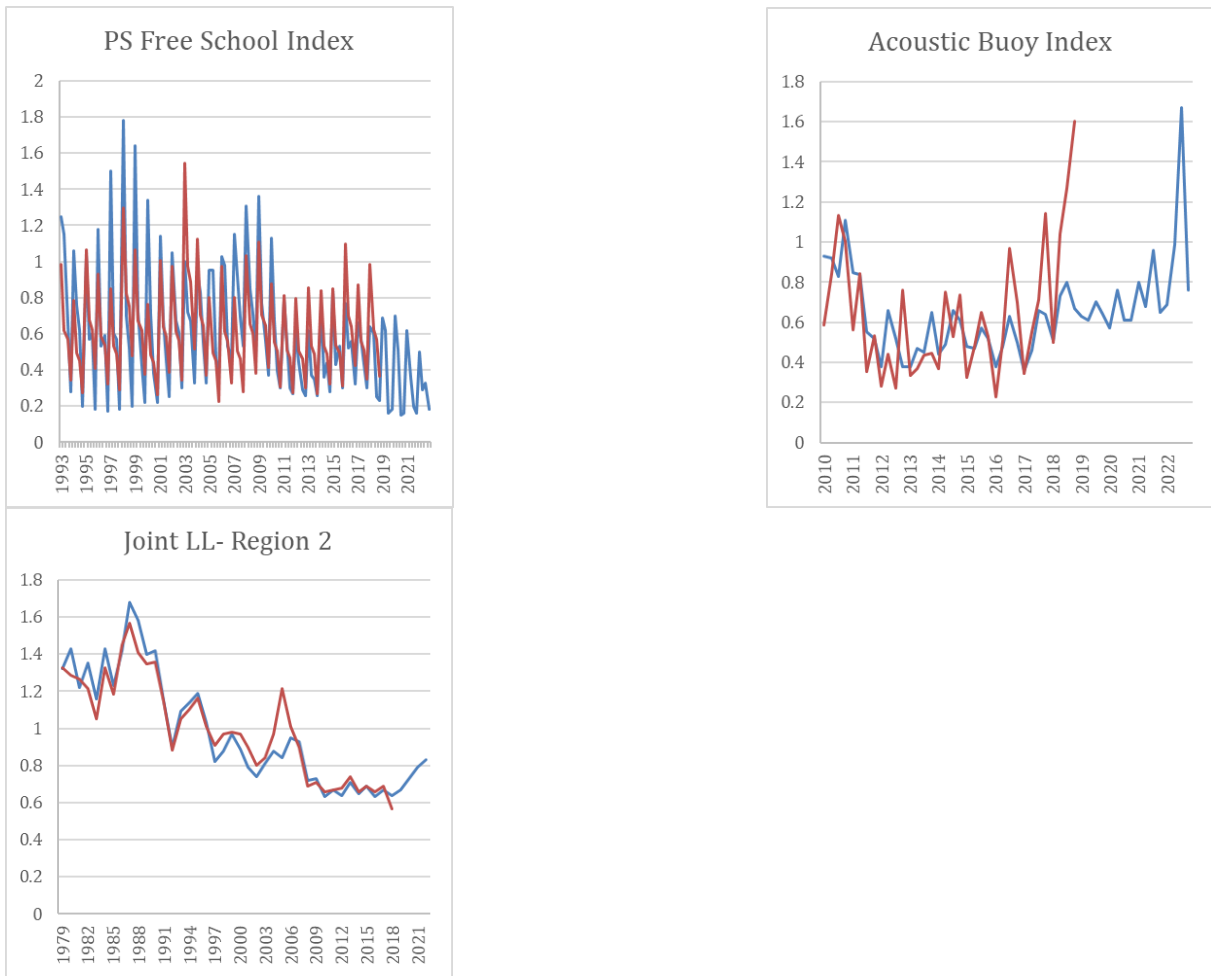


Figure 4. Standardized indices of Atlantic yellowfin tuna relative abundance fit within Stock Synthesis. The red line shows the index used in 2019, and the blue line shows the updated index provided for the 2024 assessment.

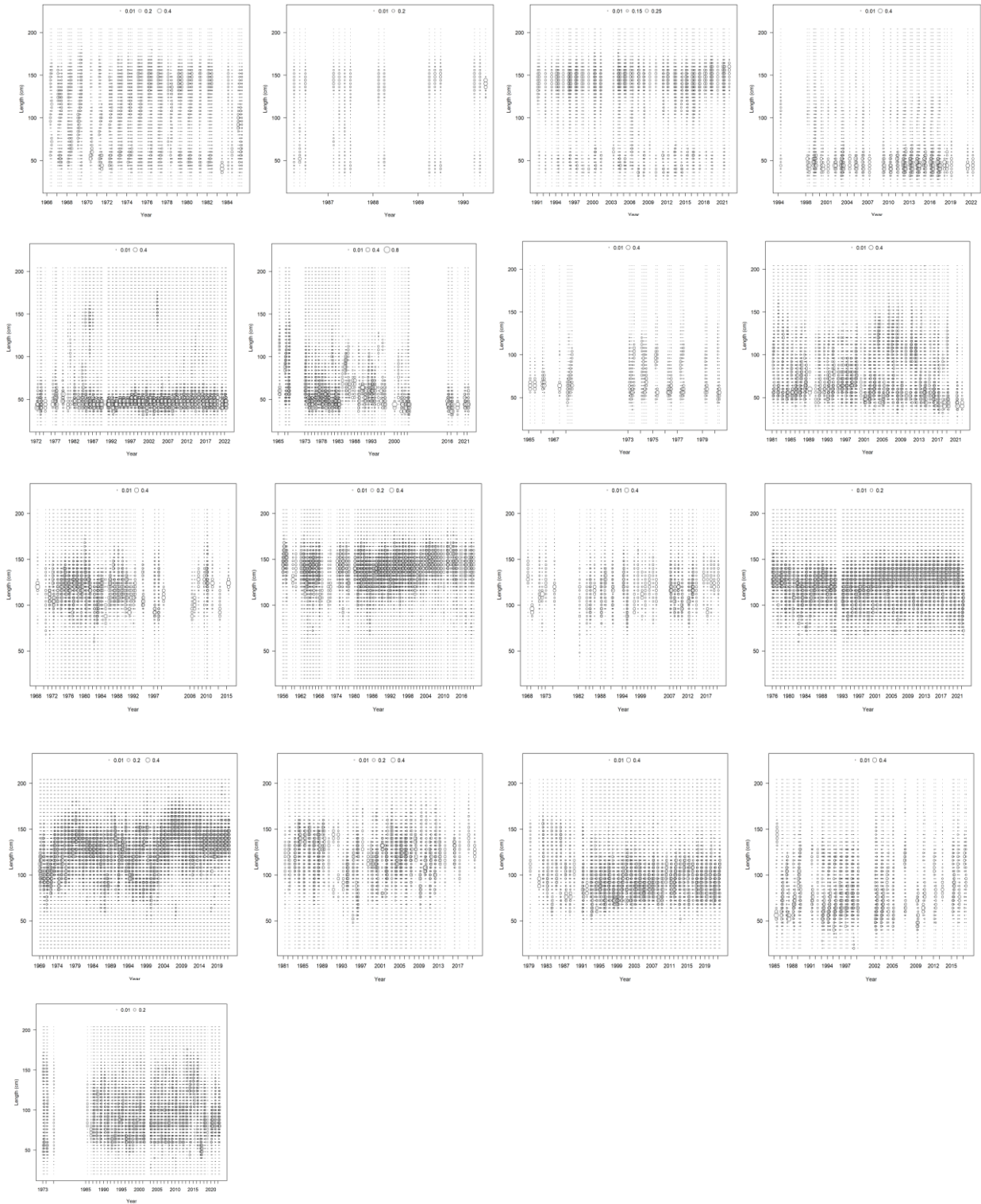


Figure 5. Annual length frequency bubble plots for fleets considered in Stock Synthesis models. (Table 2 contains details of fleet definitions). The size of the circle is proportional to the number of observations, scaled within each fleet plot.

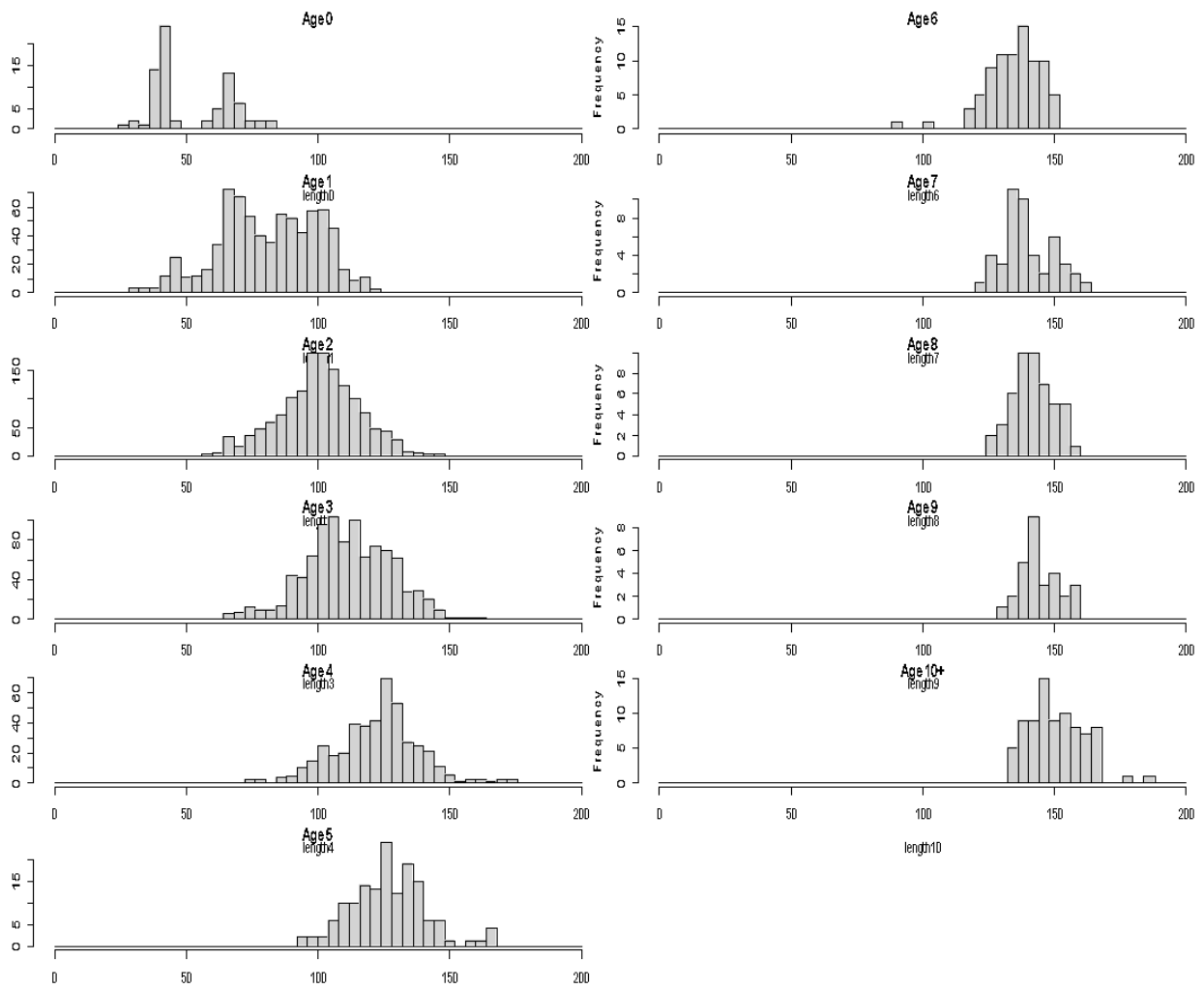


Figure 6. Conditional age-length data of Atlantic yellowfin tuna modeled in Stock Synthesis.

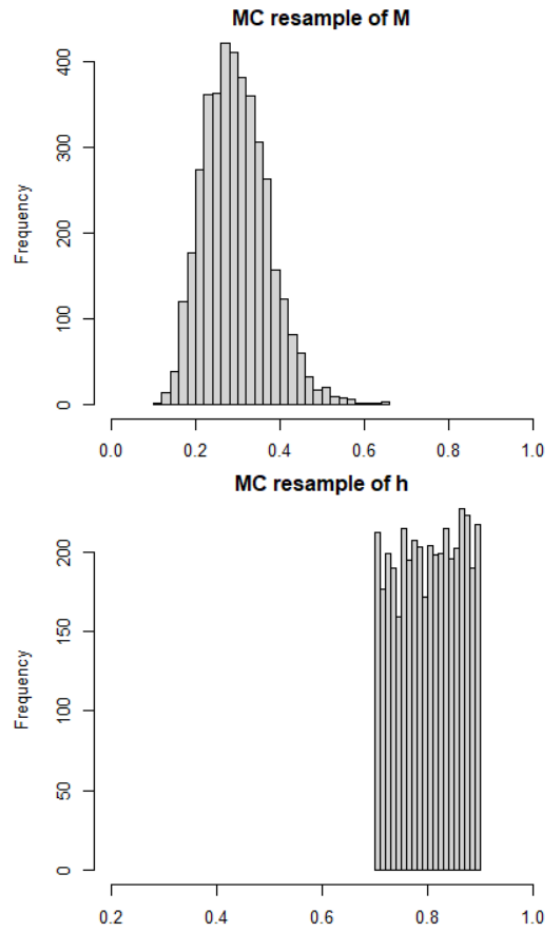


Figure 7. Monte Carlo resampling (4000 iterations) of natural mortality (M) parameter fixed inputs to the Stock Synthesis model trials.

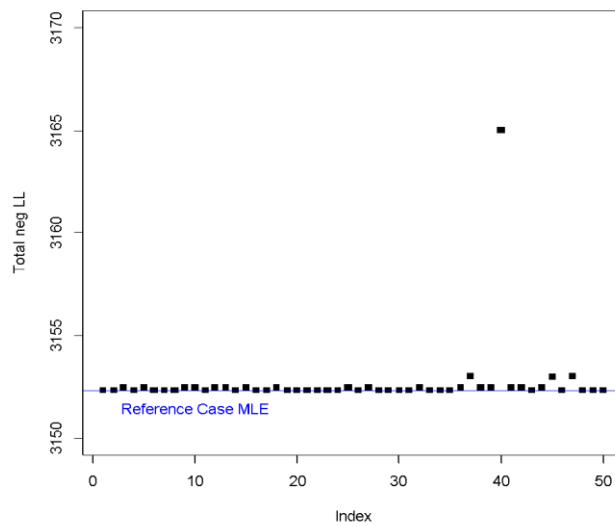
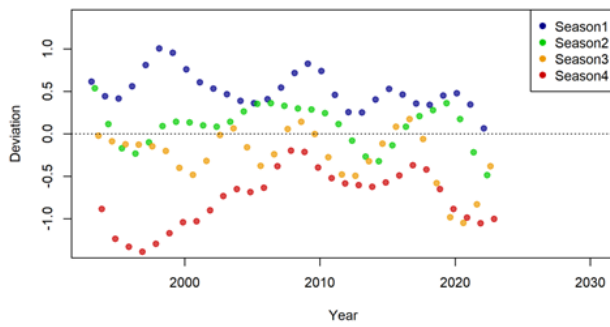
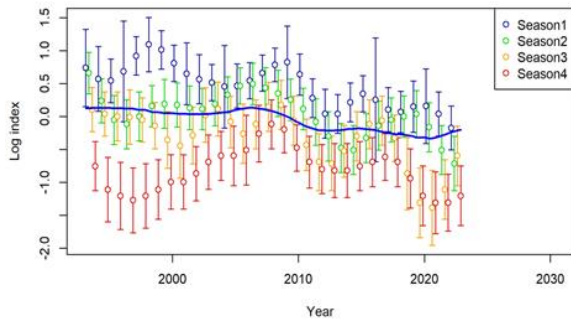
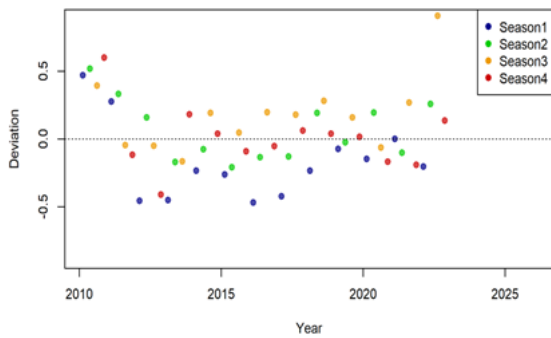
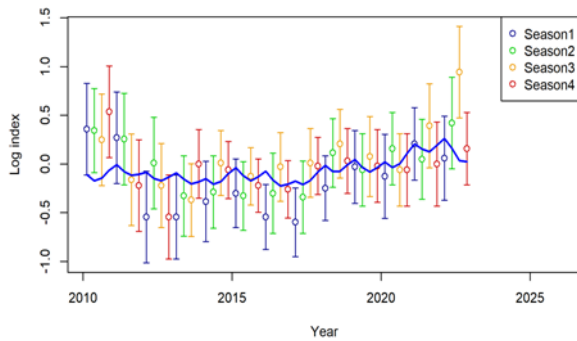


Figure 8. Final objective function (Total negative loglikelihood units) for the Stock Synthesis reference case across jittered starting parameter values.

Purse seine free school



Acoustic buoy index



Joint longline (Region 2)

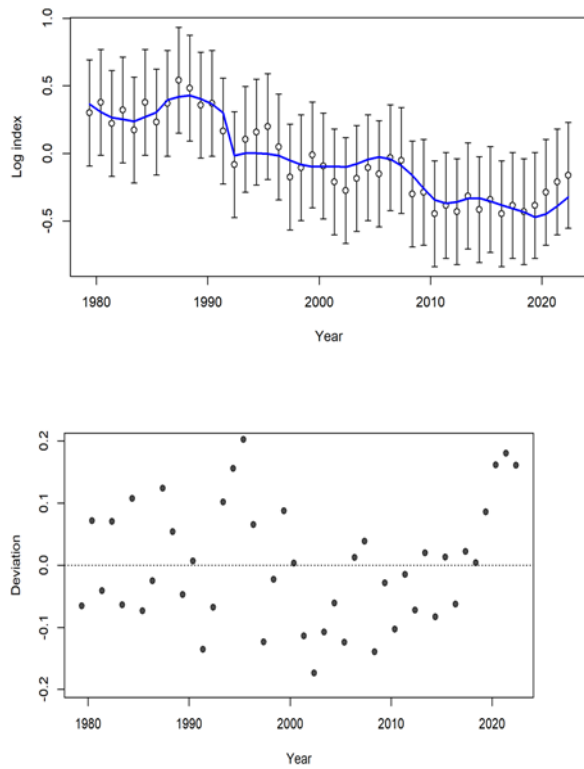


Figure 9. Stock Synthesis reference case fits (left panels) and residuals (right panels) to the Atlantic yellowfin tuna indices of relative abundance. Solid blue lines represent predictions and bars represent observations (open circles) with their CVs.

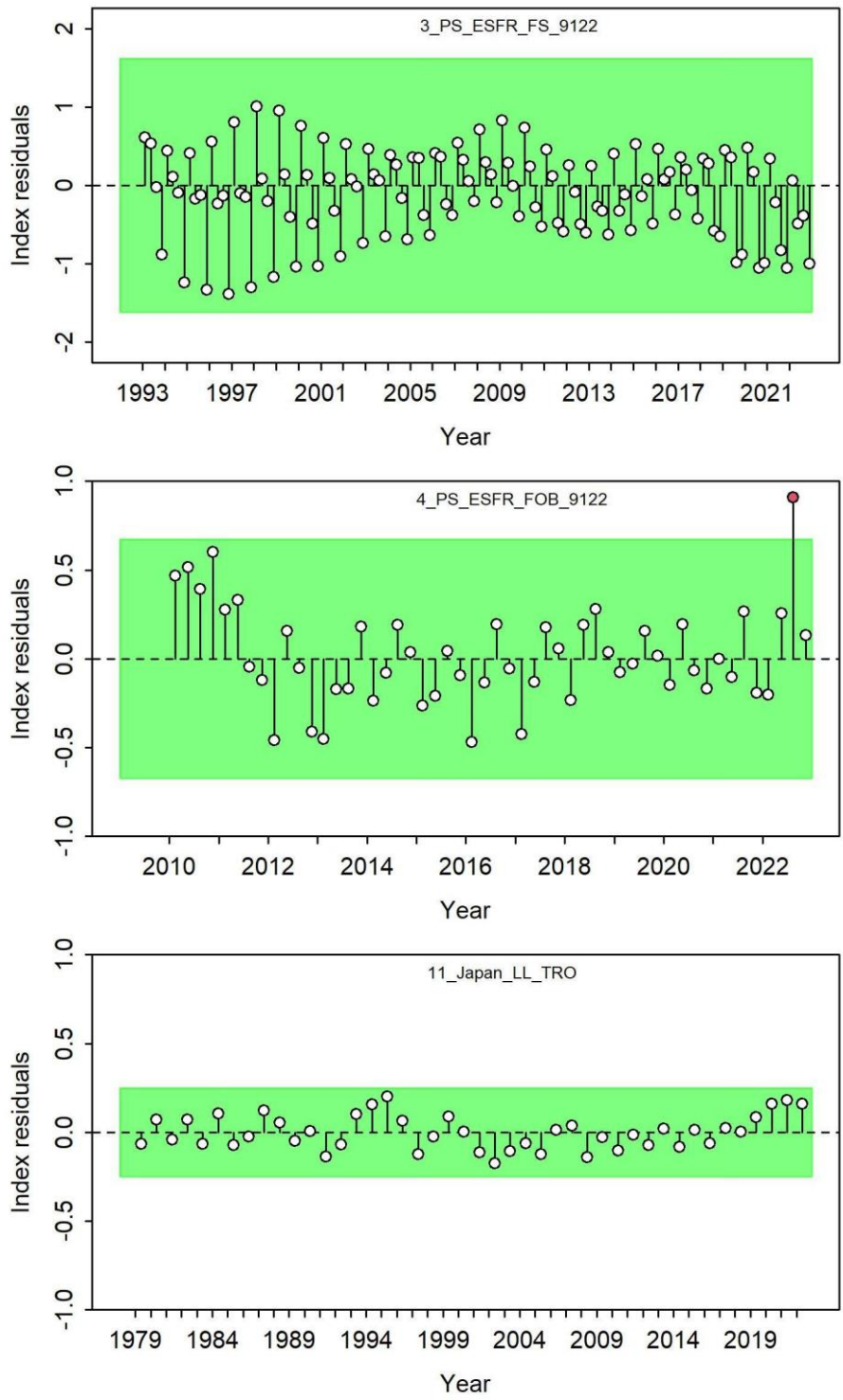


Figure 10. Diagnostic runs test on residual fits to indices of abundance of Atlantic yellowfin tuna for the Stock Synthesis reference case. Red circles represent outliers.

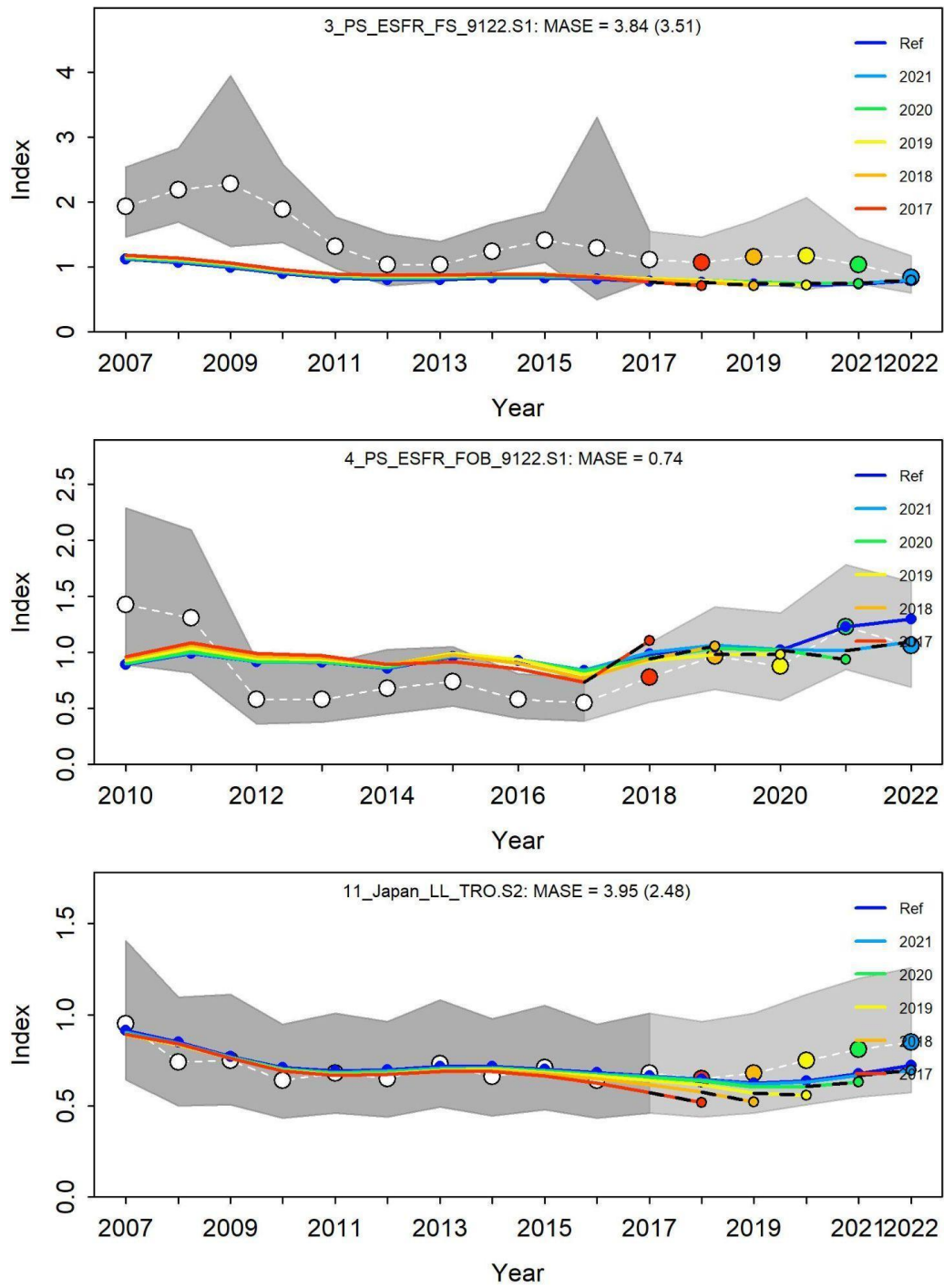


Figure 11. Predicted yellowfin tuna abundance index hindcast analysis of the Stock Synthesis reference case.

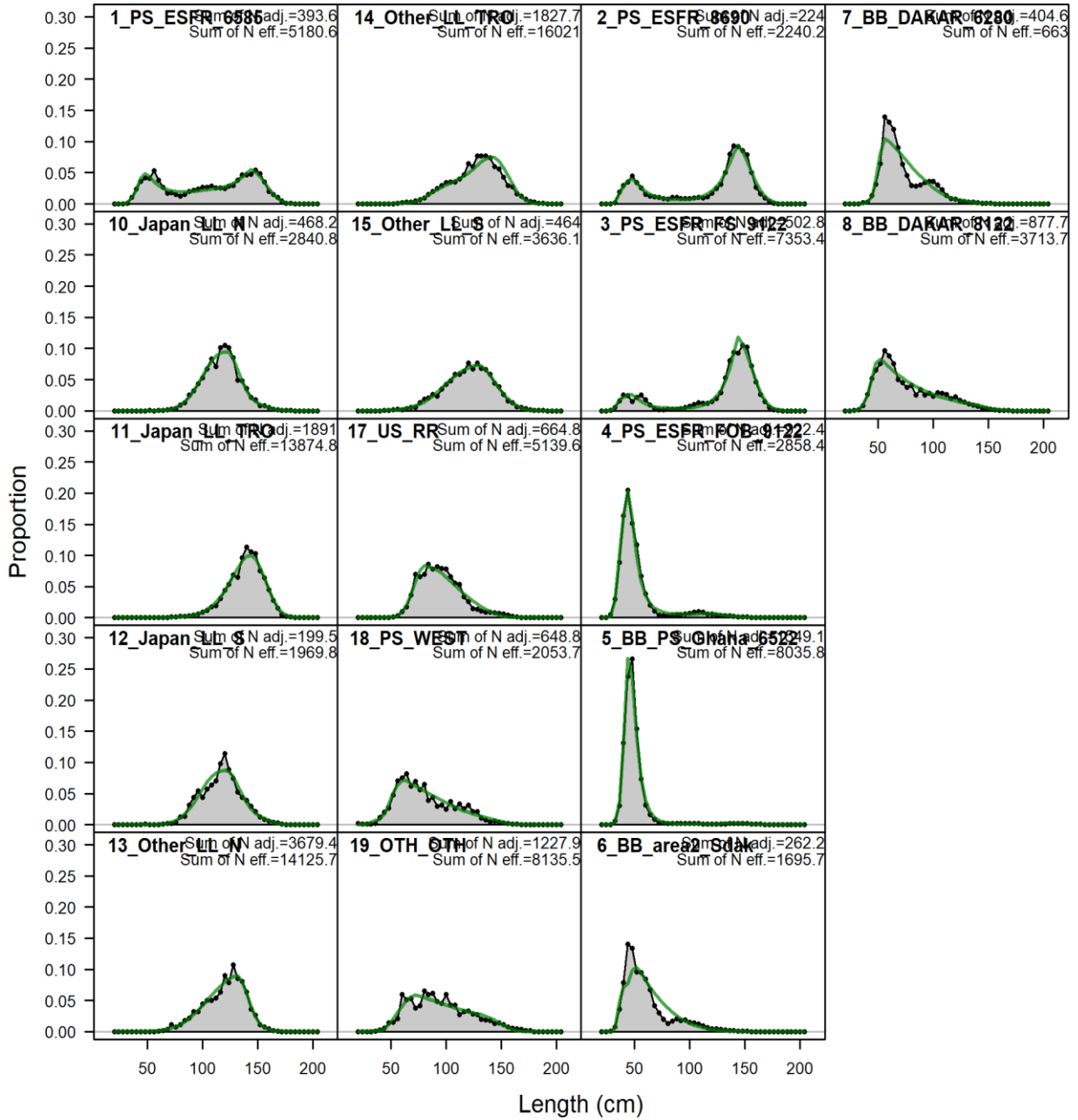


Figure 12. Fits to the fleet aggregated length compositions for Atlantic yellowfin tuna for the Stock Synthesis reference case. Black dots and shade areas represent the observed length data aggregated for all years. Green lines represent model predictions.

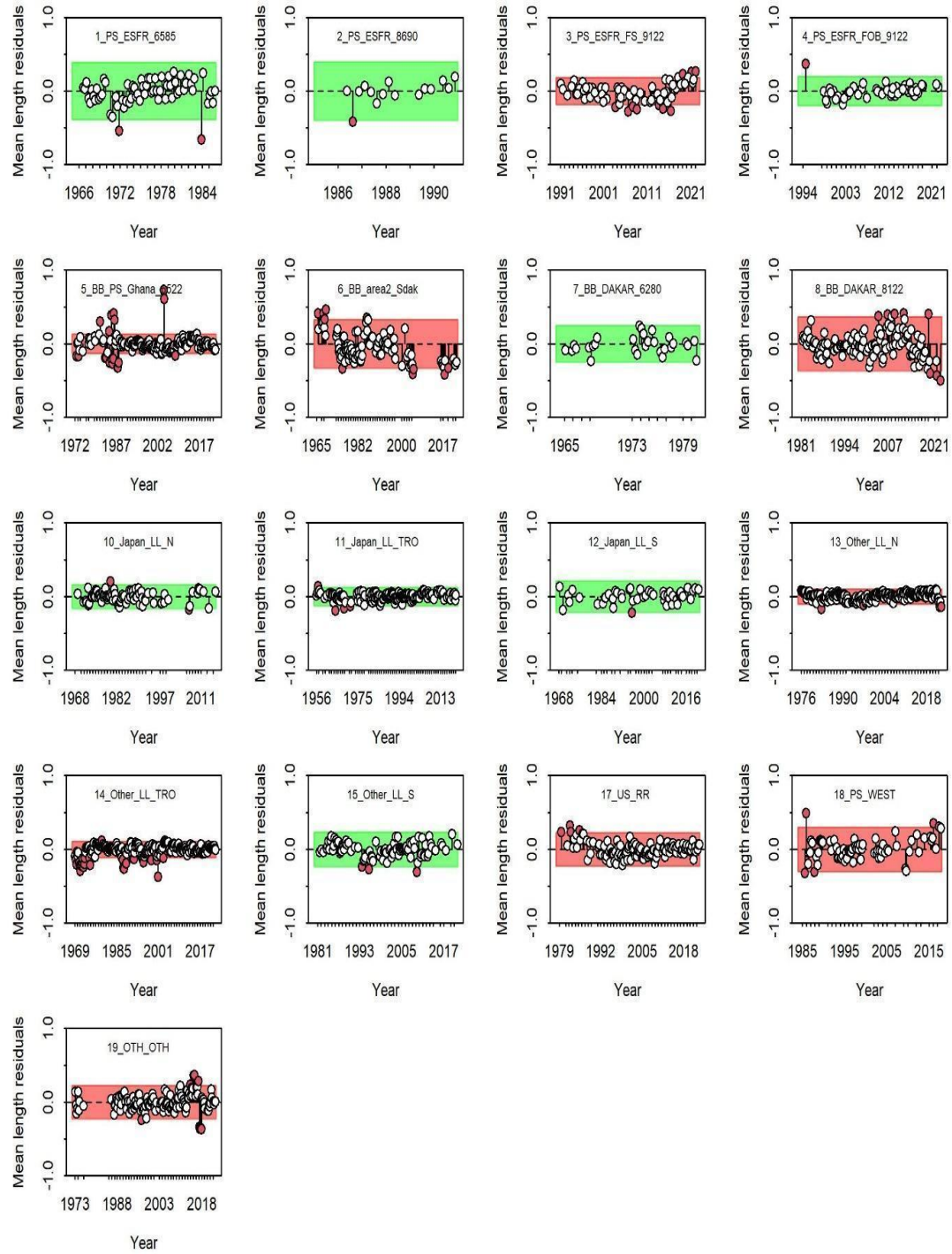


Figure 13. Diagnostic runs test on residual fits to length composition data of Atlantic yellowfin tuna for the Stock Synthesis reference case. Red circles represent outliers and the red box indicates a non-random residual pattern across the time series (i.e. failed runs test).

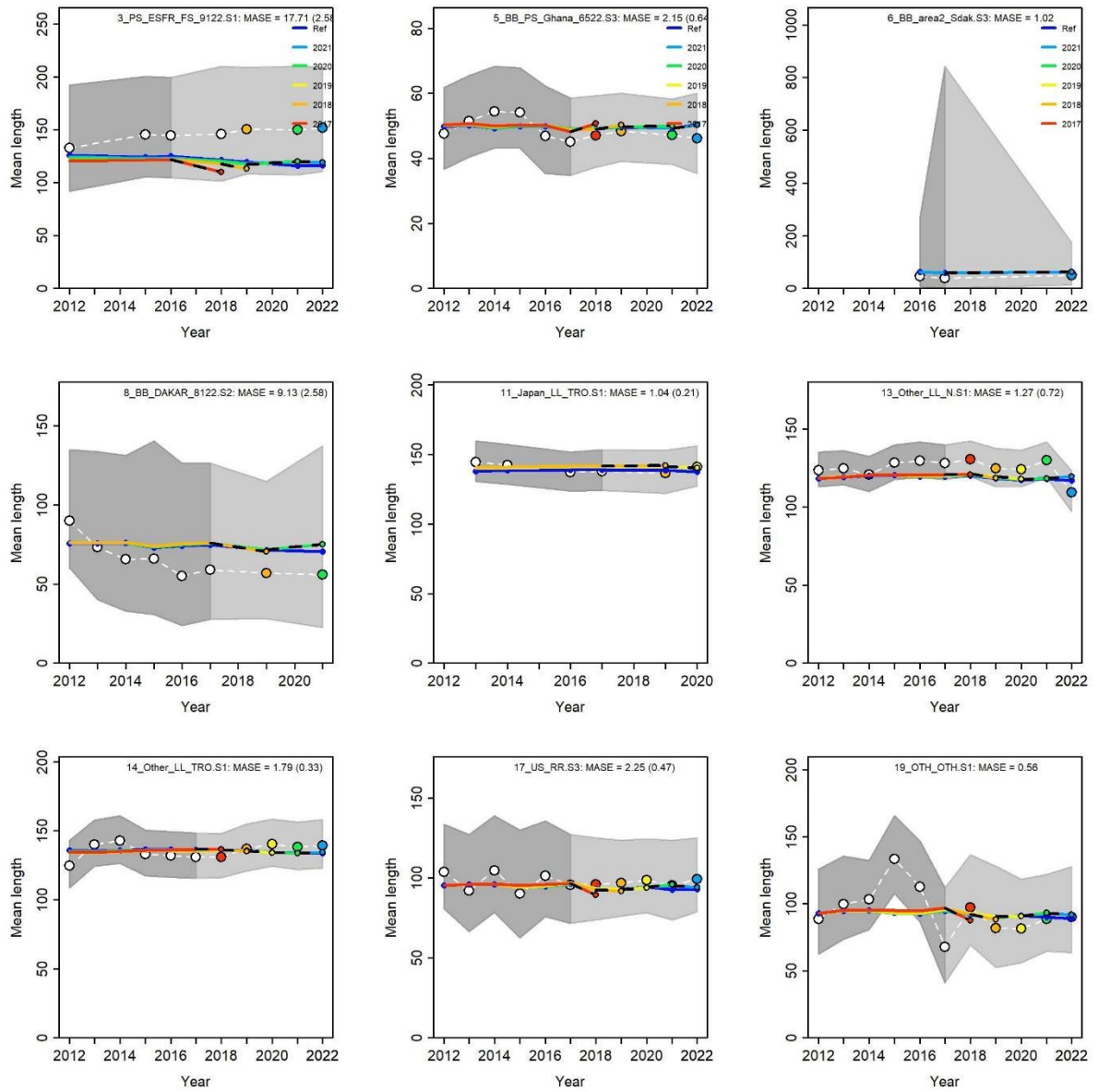


Figure 14. Predicted yellowfin tuna length composition hindcast analysis of the Stock Synthesis reference case.

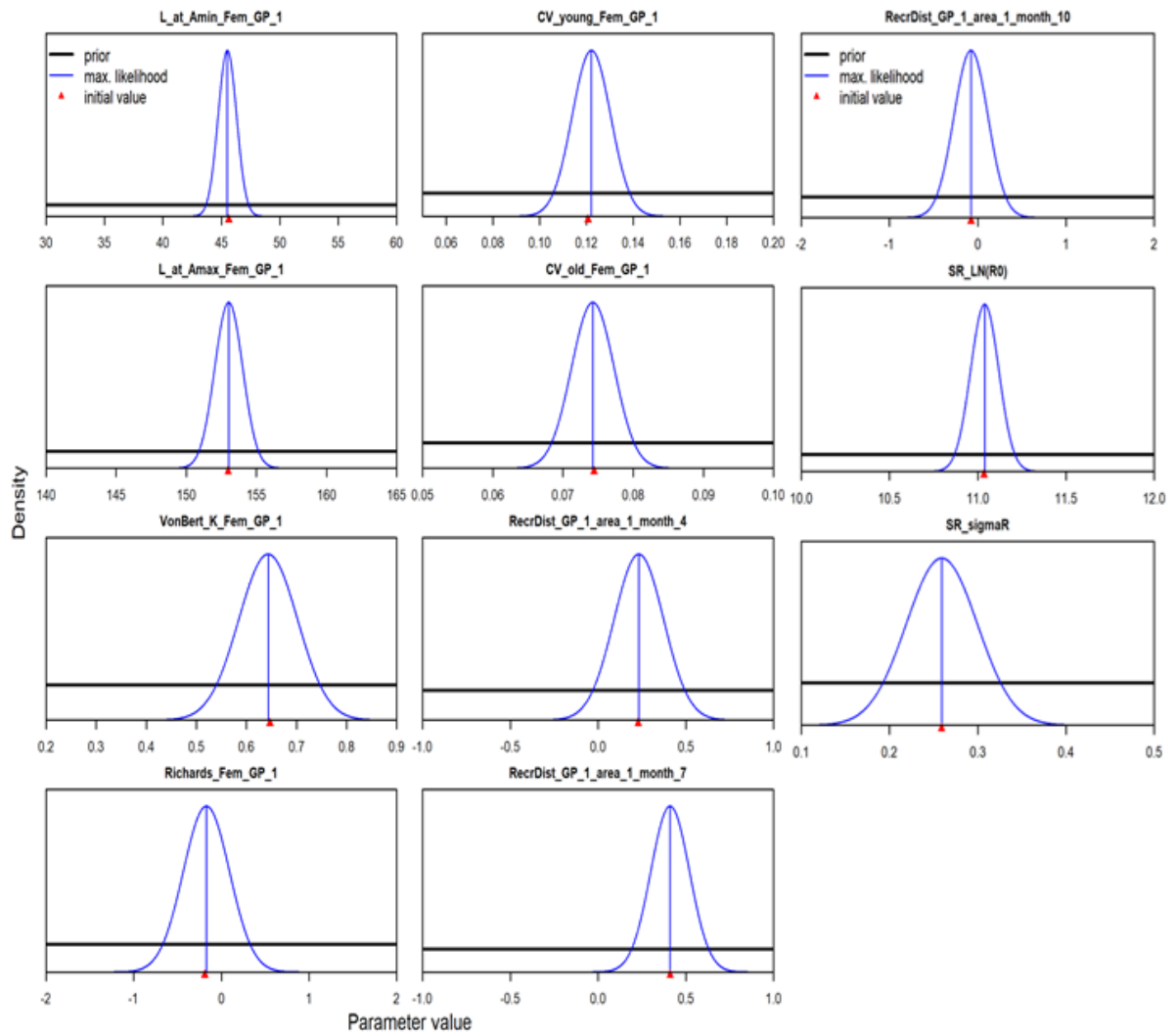


Figure 15. Stock Synthesis reference case model prior and posterior distributions of Atlantic yellowfin tuna growth and stock-recruitment parameters.

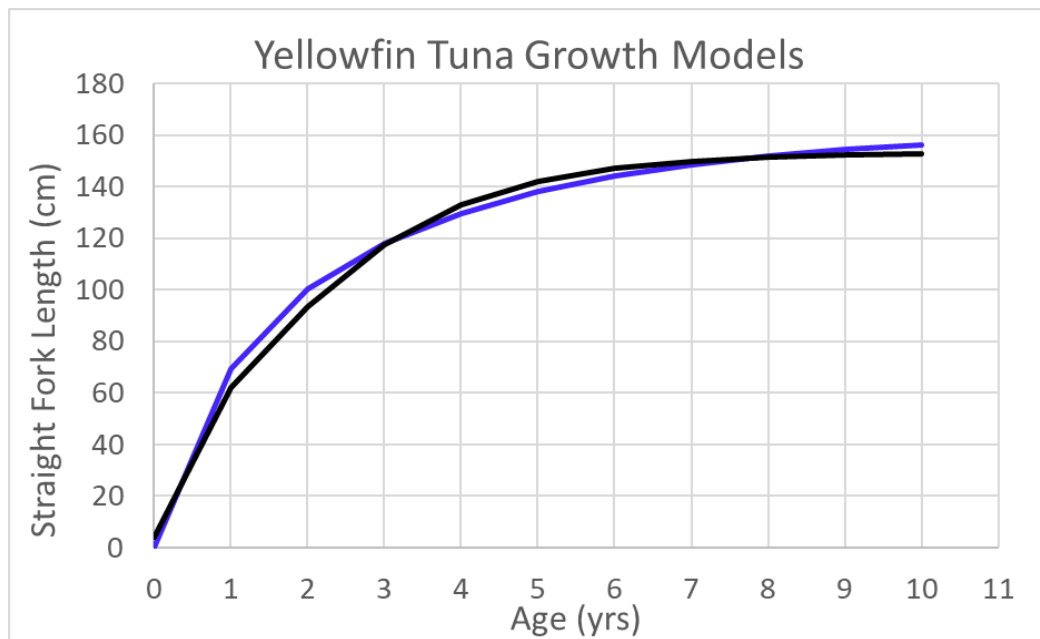
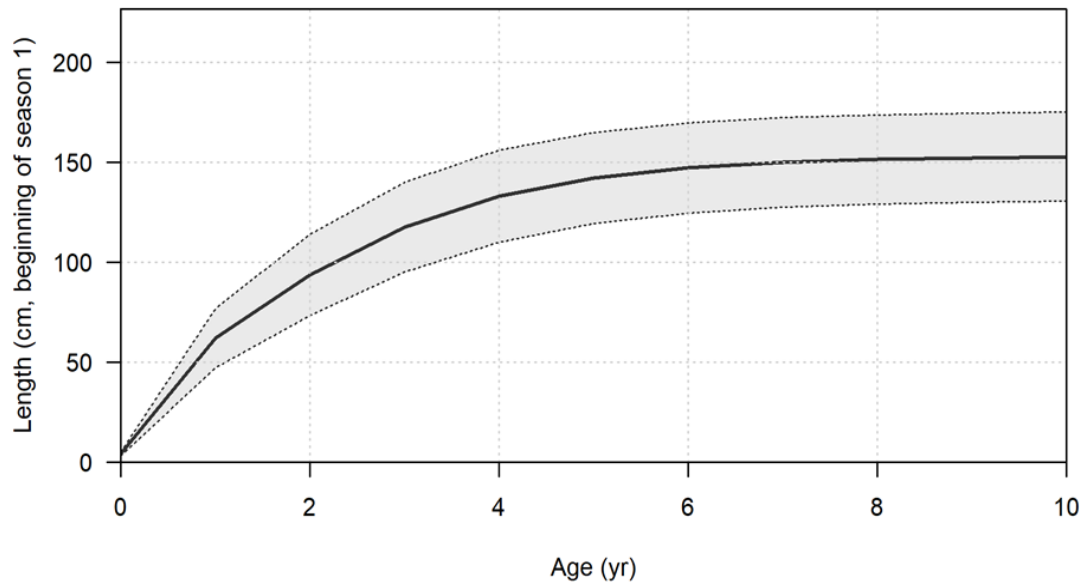


Figure 16. Stock Synthesis estimated growth of Atlantic yellowfin tuna. Top panel shows the plot of estimated Richards growth with 95% confidence intervals and the bottom panel shows the estimated growth model comparison between Stock Synthesis (blue line) and the published size-modified Richards curve estimated by Pacicco *et al.*, 2021 (black line).

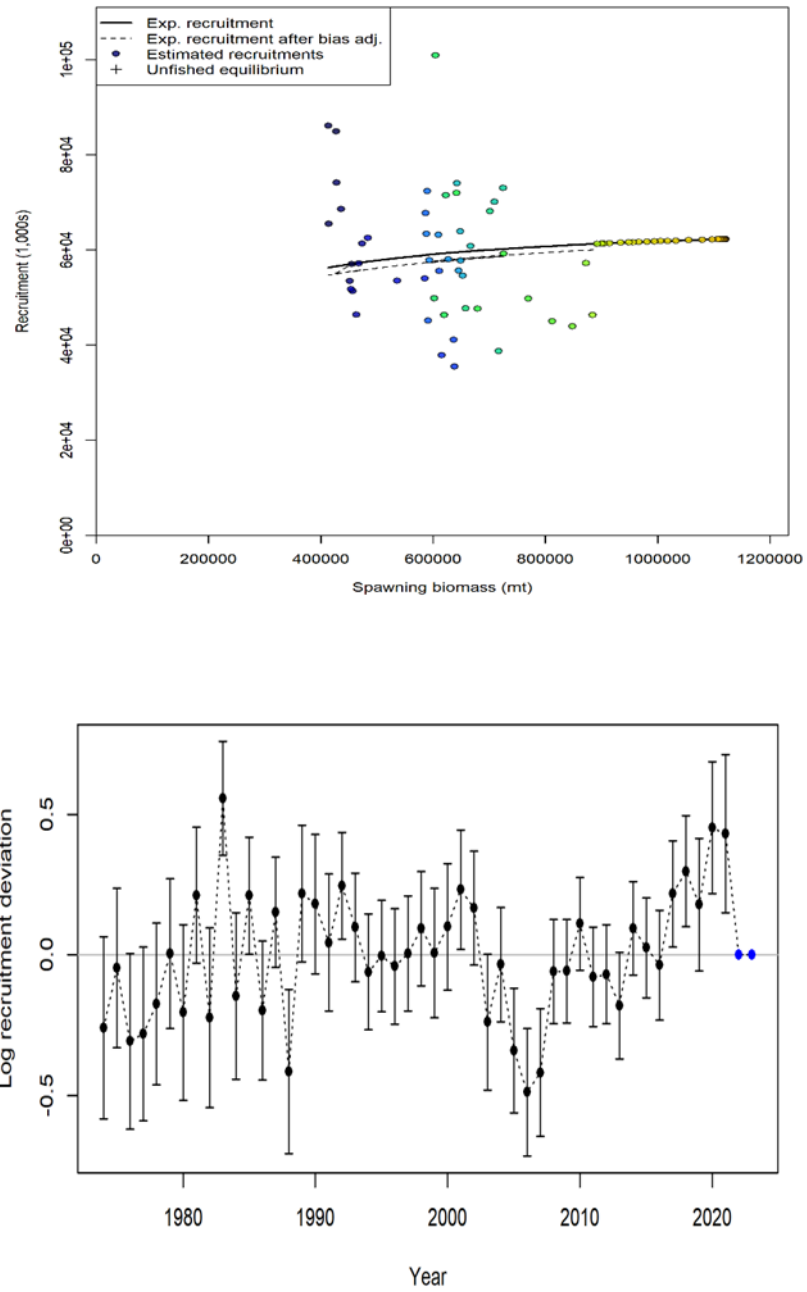


Figure 17. Stock Synthesis estimated Beverton-Holt stock recruitment curve (upper panel) and recruitment deviations (1974-2021; lower panel).

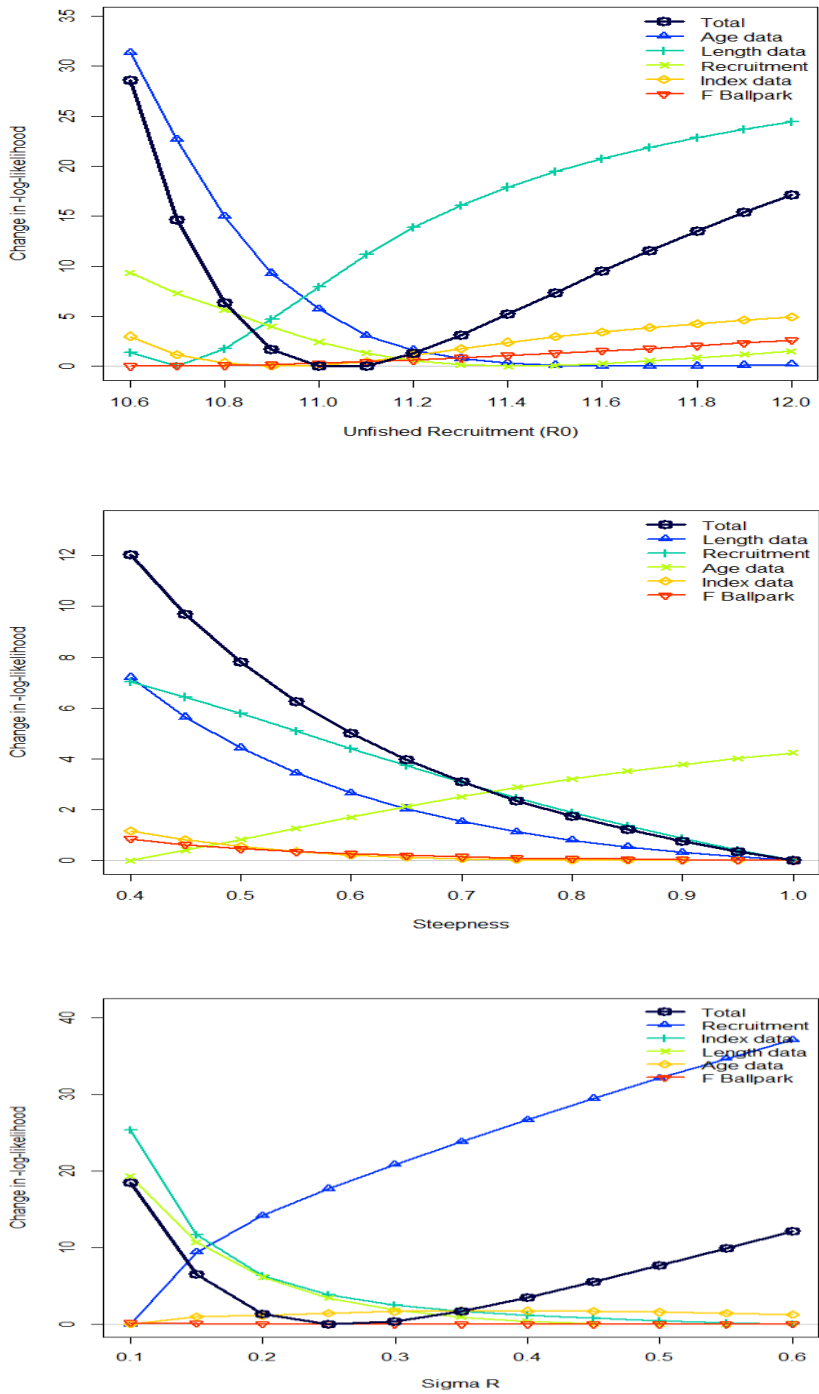


Figure 18. Likelihood profile analysis of stock-recruitment parameters in the Stock Synthesis reference case model.

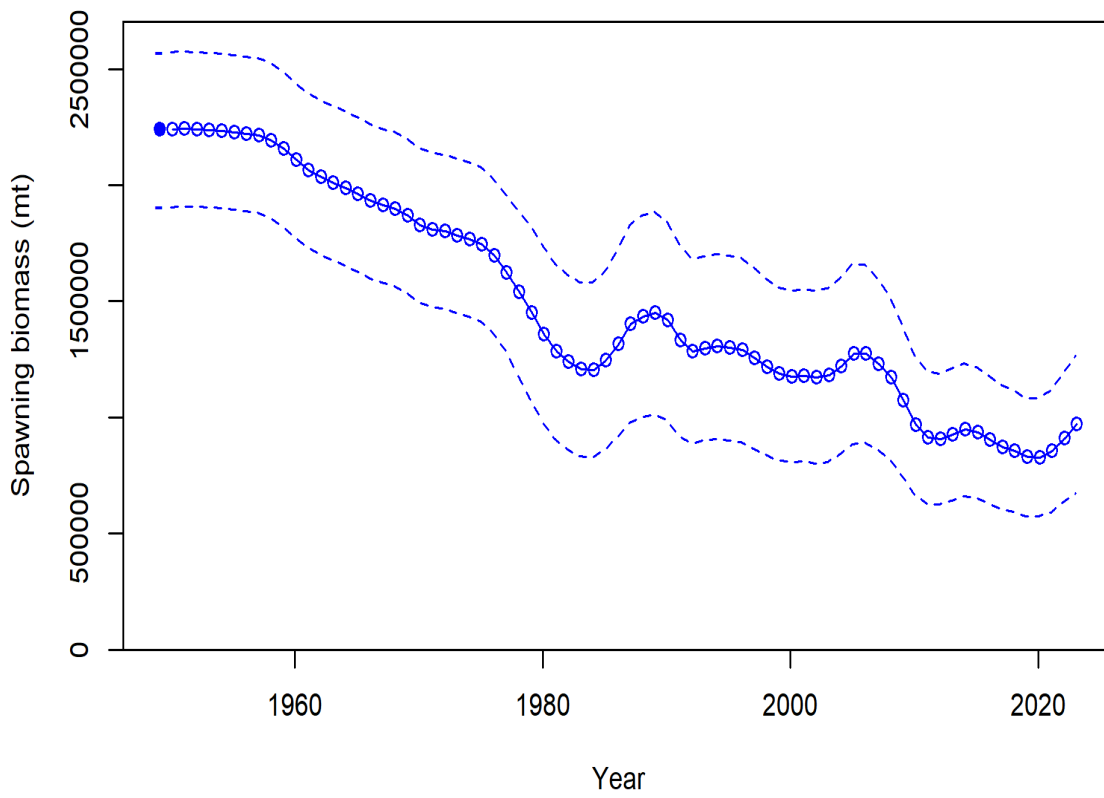
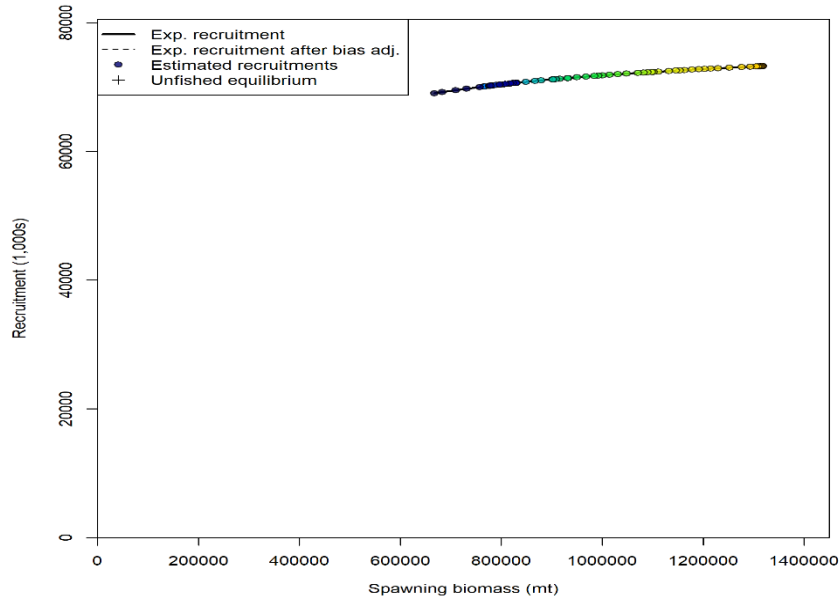


Figure 19. Stock Synthesis reference case model estimated spawning stock biomass (t) of Atlantic yellowfin tuna.



Age-Structured Production Model Sensitivity

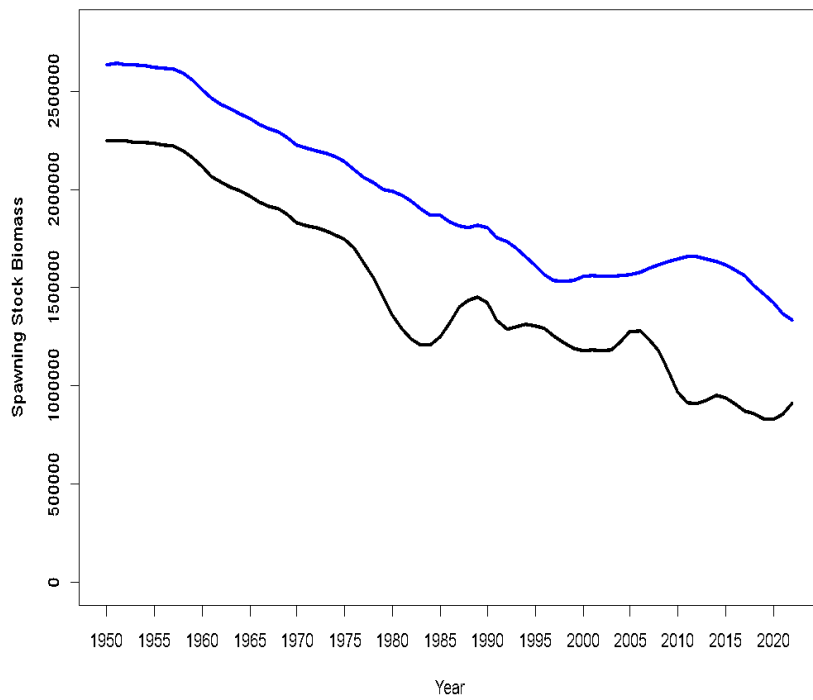


Figure 20. Age-structured production model (ASPM) sensitivity of the Stock Synthesis reference case model for yellowfin tuna. The top panel shows the ASPM stock-recruitment assumption without recruitment deviations, and the bottom panel shows the estimated spawning stock biomass from the ASPM (blue line) compared to the reference case (black line).

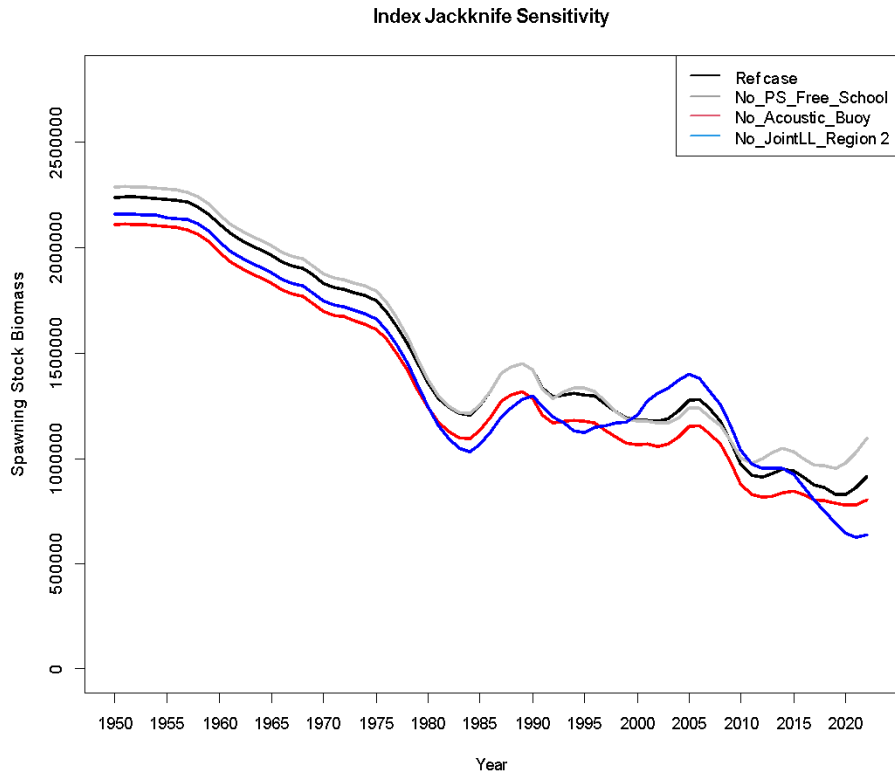


Figure 21. Index jackknife sensitivity analysis of the Stock Synthesis reference case model for Atlantic yellowfin tuna.

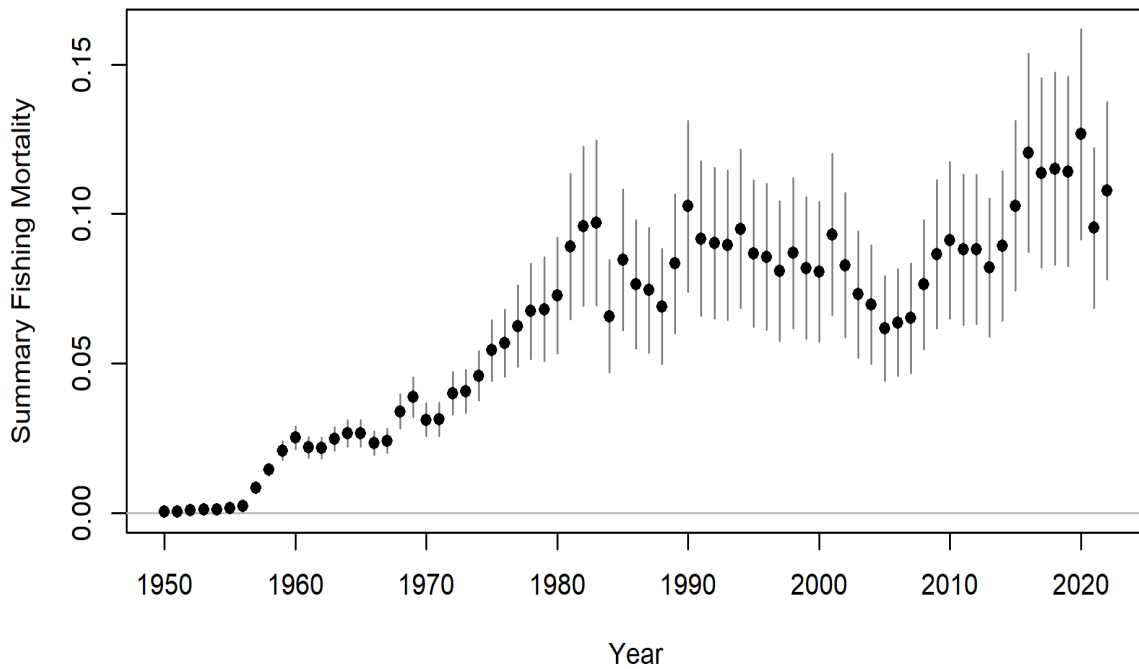


Figure 22. Exploitation rate (biomass) estimates from the reference case Stock Synthesis model.

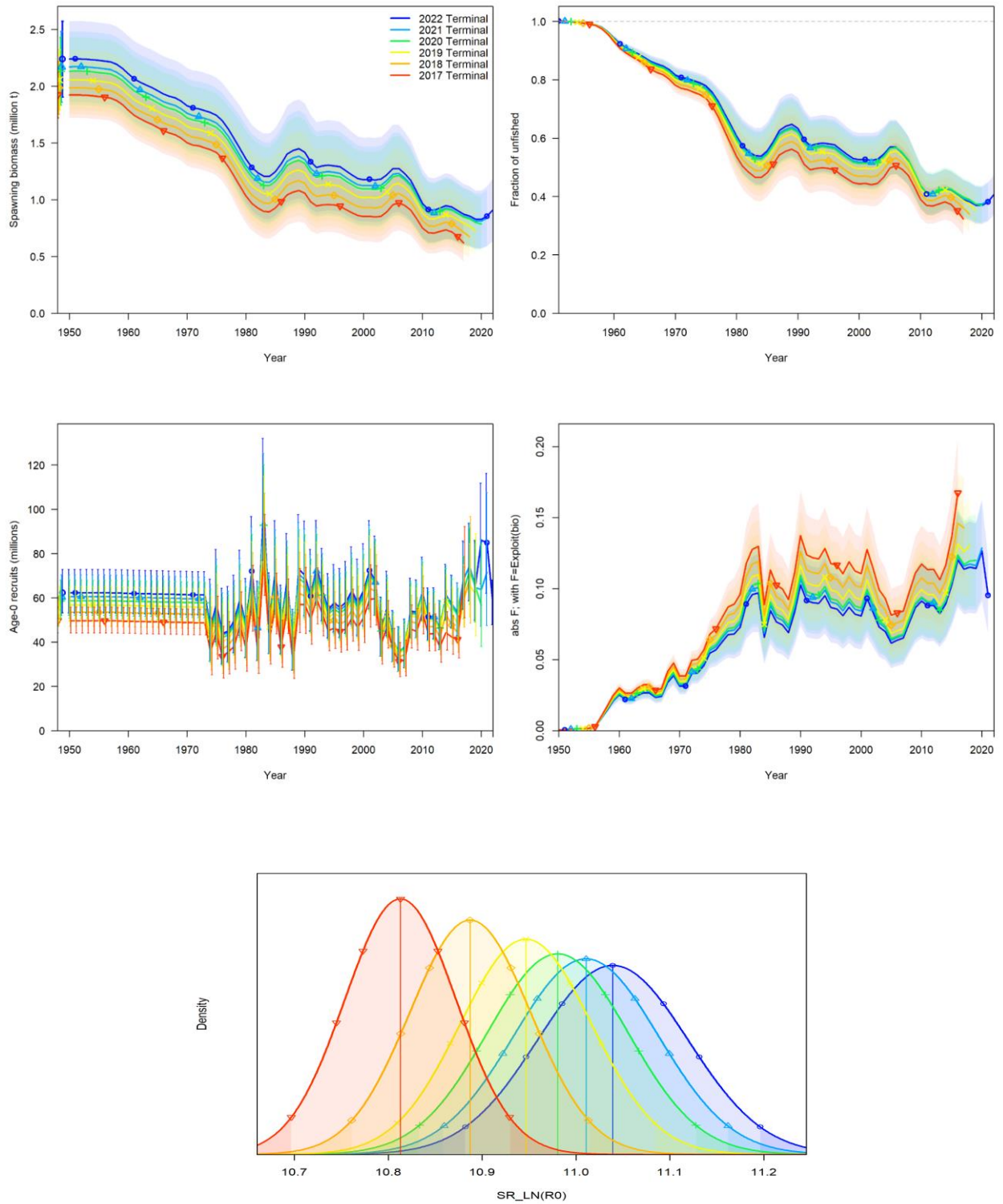


Figure 23. Retrospective analysis with 1 to 5 years of data removed of the Stock Synthesis reference case model for Atlantic yellowfin tuna, for spawning stock biomass, estimated R_0 , SSB/SSB_{MSY} , F/F_{MSY} .

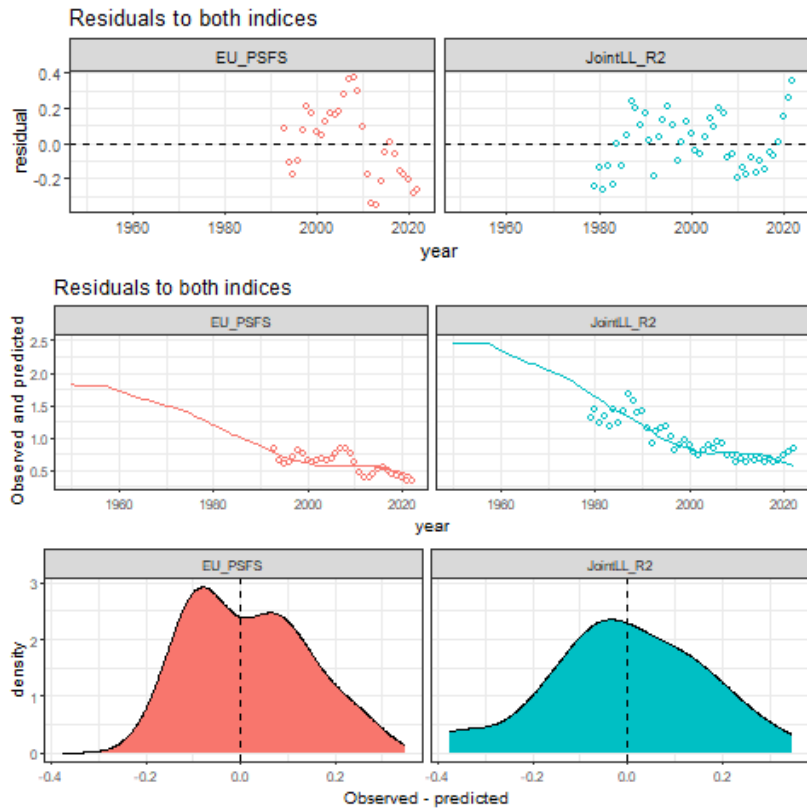


Figure 24. Residuals of fit in the preliminary *mpb* reference case.

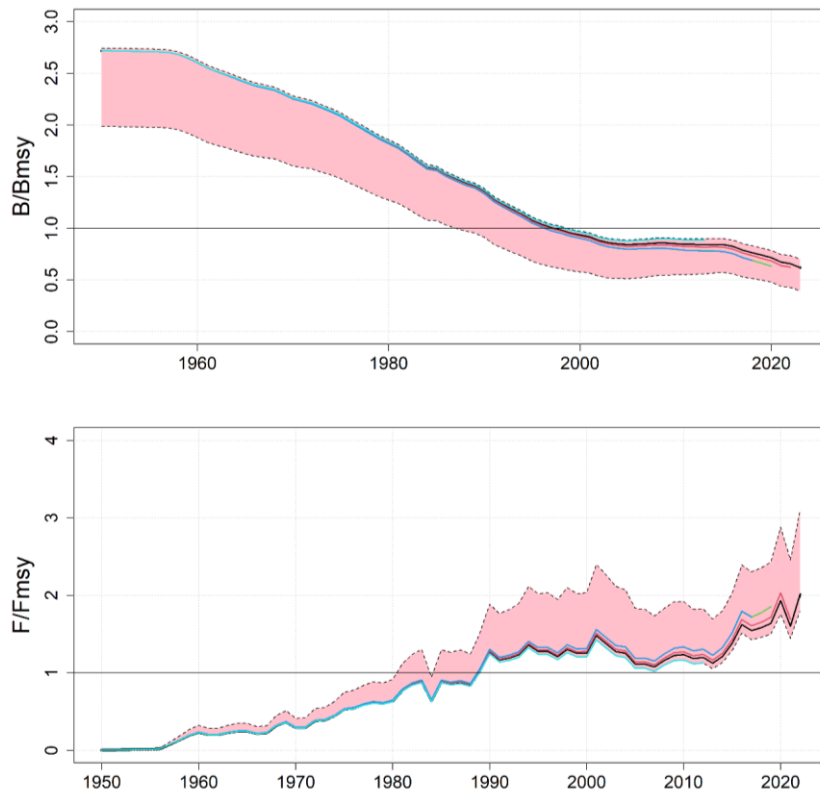


Figure 25. Retrospective analysis of the preliminary *mpb* reference case.

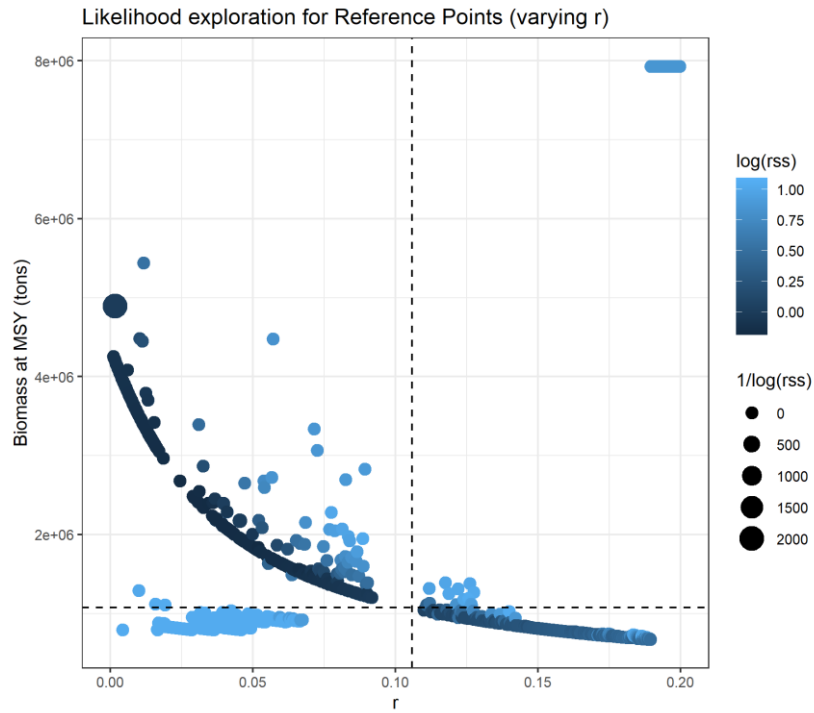


Figure 26. Likelihood exploration for *mpb* models with fixed r (penalty function) and estimated biomass at MSY.

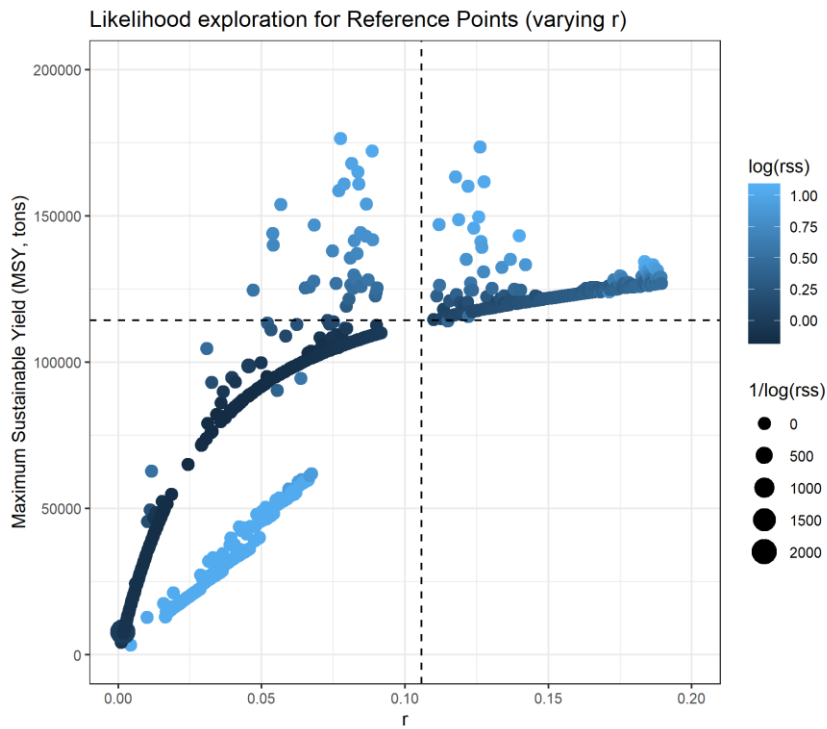


Figure 27. Likelihood exploration for *mpb* models with fixed r (penalty function) and estimated MSY.

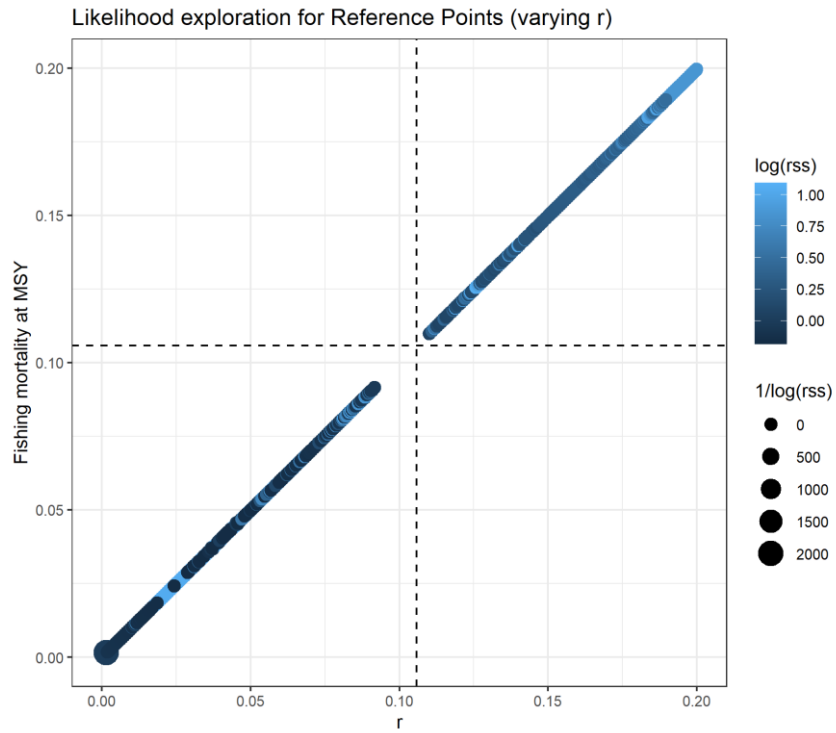


Figure 28. Likelihood exploration for *mpb* models with fixed r (penalty function) and estimated fishing mortality at MSY.

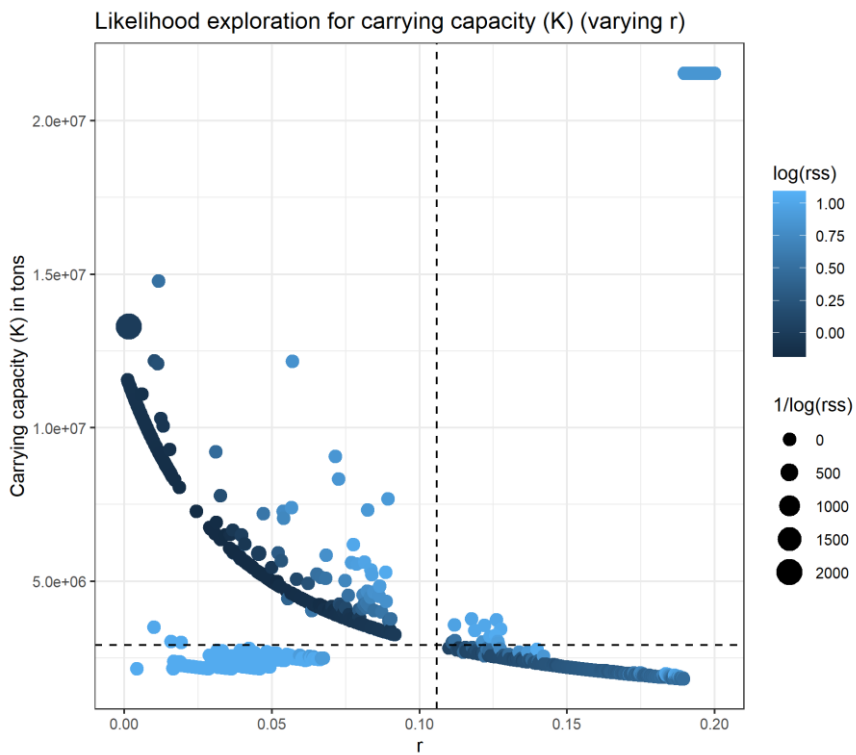


Figure 29. Likelihood exploration for *mpb* models with fixed r (penalty function) and estimated carrying capacity (K).

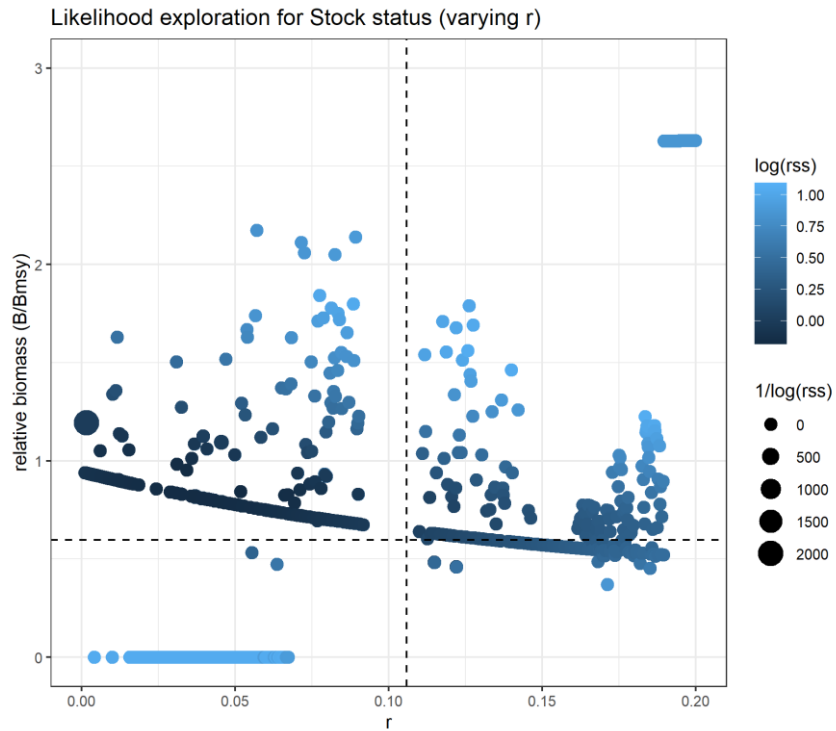


Figure 30. Likelihood exploration for *mpb* models with fixed r (penalty function) and estimated stock status at terminal year.

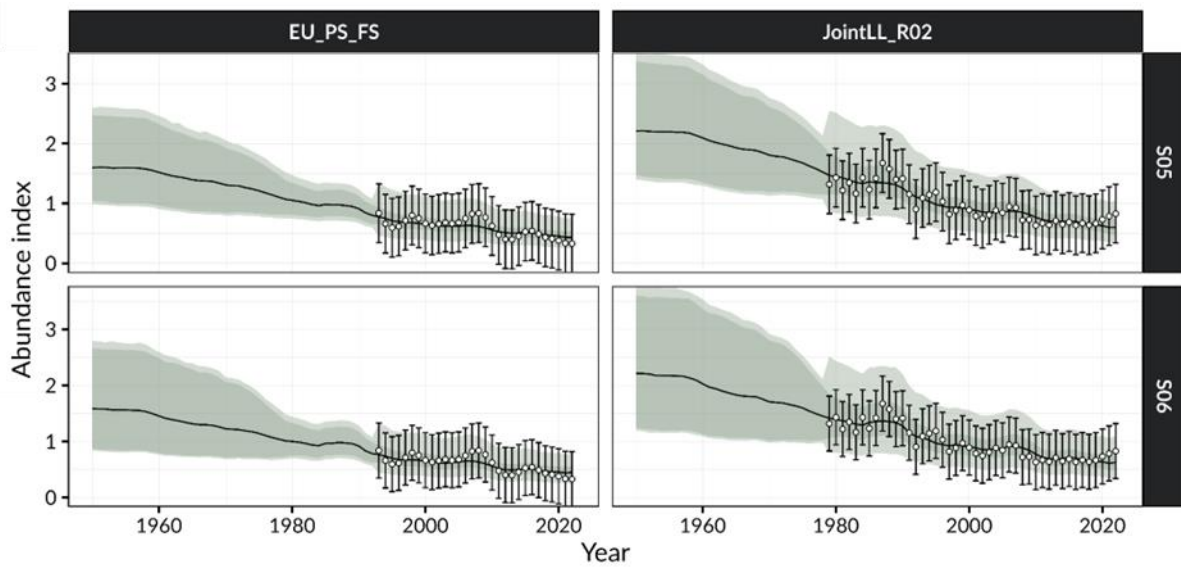


Figure 31. JABBA time-series of observed (circle and SE error bars) and predicted (solid line) CPUE for scenarios S05 and S06 for the Atlantic yellowfin tuna. Shaded grey area indicates 95% credibility intervals. S05 is the continuity run of the 2019 JABBA final model and S06 is the preliminary JABBA reference case.

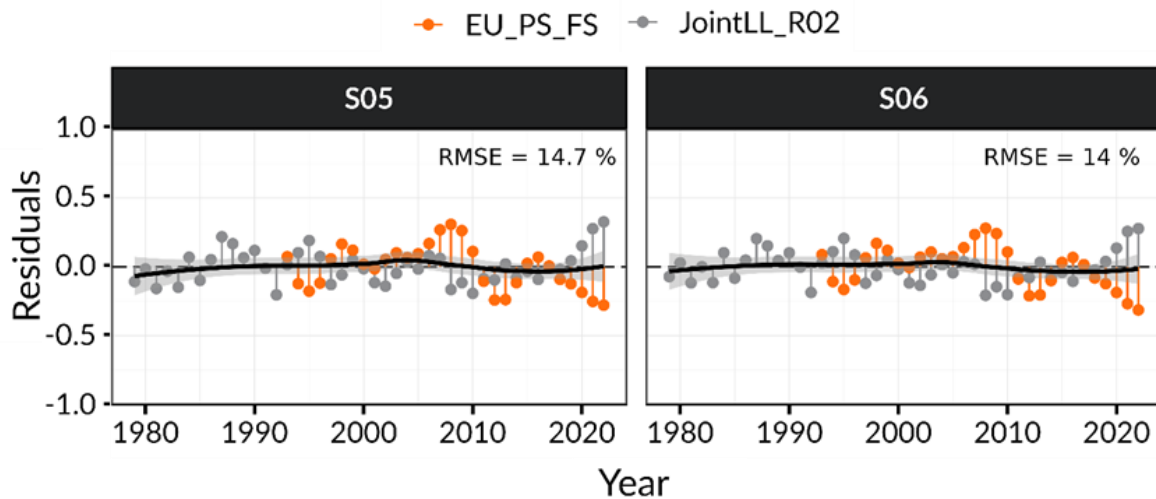


Figure 32. JABBA residual diagnostic plots for alternative sets of CPUE indices (dark gray: JointLL_R02, orange: EU_PS_FS) examined for scenarios S05 and S06 for the Atlantic yellowfin tuna. Influence plots indicate the residuals available for any given year, and solid black lines indicate a loess smoother through all residuals and the shaded grey area indicates standard error of the smoother. S05 is the continuity run of the 2019 JABBA final model and S06 is the preliminary JABBA reference case.

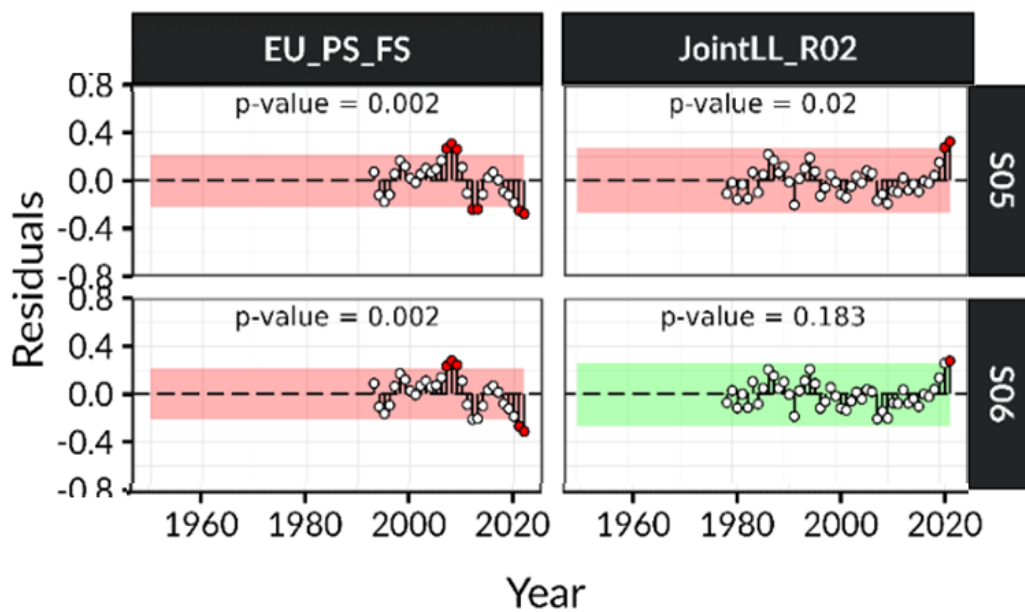


Figure 33. JABBA runs tests to quantitatively evaluate the randomness of the time series of CPUE residuals by fleet for scenarios S05 and S06 for the Atlantic yellowfin tuna. Green panels indicate no evidence of lack of randomness of time-series residuals ($p > 0.05$) while red panels indicate the opposite. 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). S05 is the continuity run of the 2019 JABBA final model and S06 is the preliminary JABBA reference case.

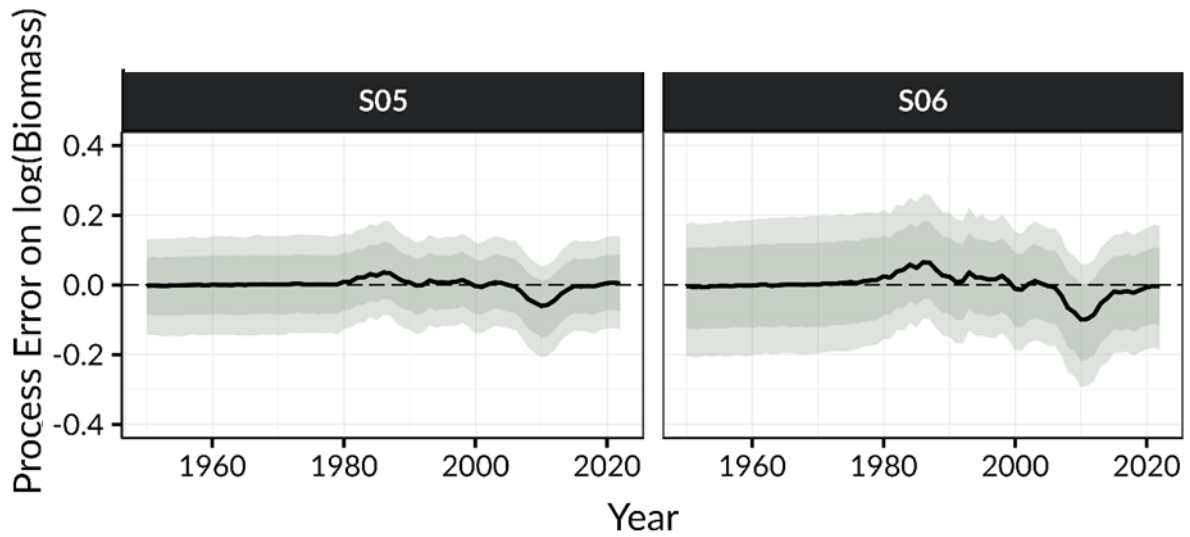


Figure 34. JABBA process error deviates between the deterministic expectation and the stochastic realizations of the predicted log biomass (median: solid line) for scenarios S05 and S06 for the Atlantic yellowfin tuna. The shaded grey area indicates the 80% and the 95% credibility intervals. S05 is the continuity run of the 2019 JABBA final model and S06 is the preliminary JABBA reference case.

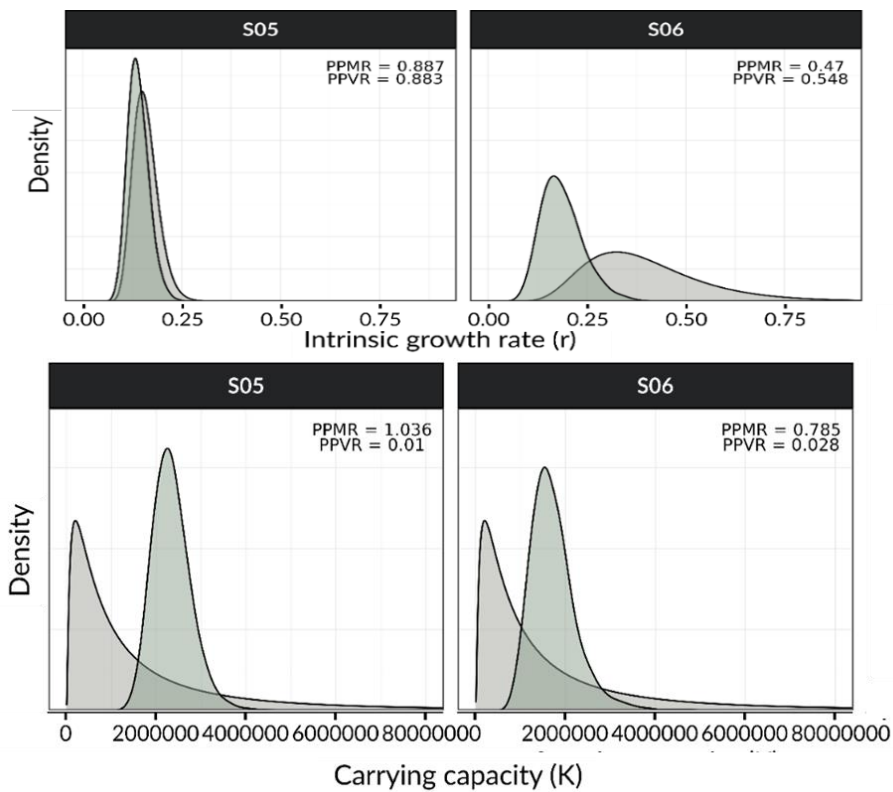


Figure 35. JABBA prior and posterior distributions of r (upper panels) and K (bottom panels) parameters for scenarios S05 and S06 for the Atlantic yellowfin tuna. PPMR: Posterior -Prior Mean Ratio; PPVR: Posterior-Prior Variance Ratio. S05 is the continuity run of the 2019 JABBA final model and S06 is the preliminary JABBA reference case.

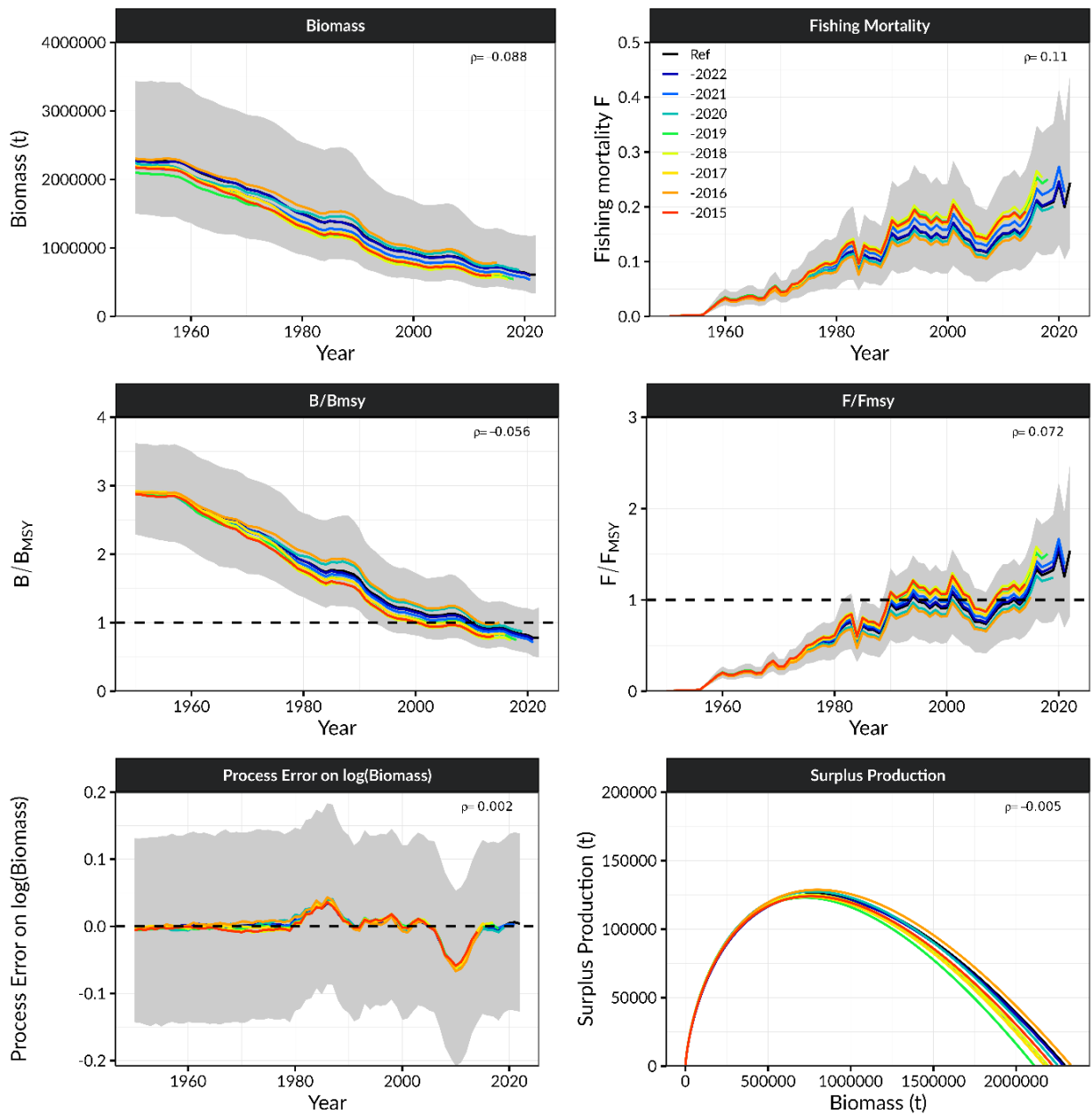


Figure 36. JABBA retrospective analysis of S05, a continuity run, for stock biomass (t), surplus production function (maximum = MSY), B/B_{MSY} , and F/F_{MSY} for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for Atlantic yellowfin tuna. The label “Ref” indicates the S05 fits to the entire time series 1950-2022. The numeric year label indicates the retrospective results from the retrospective ‘peel’, sequentially excluding CPUE data back to 2015.

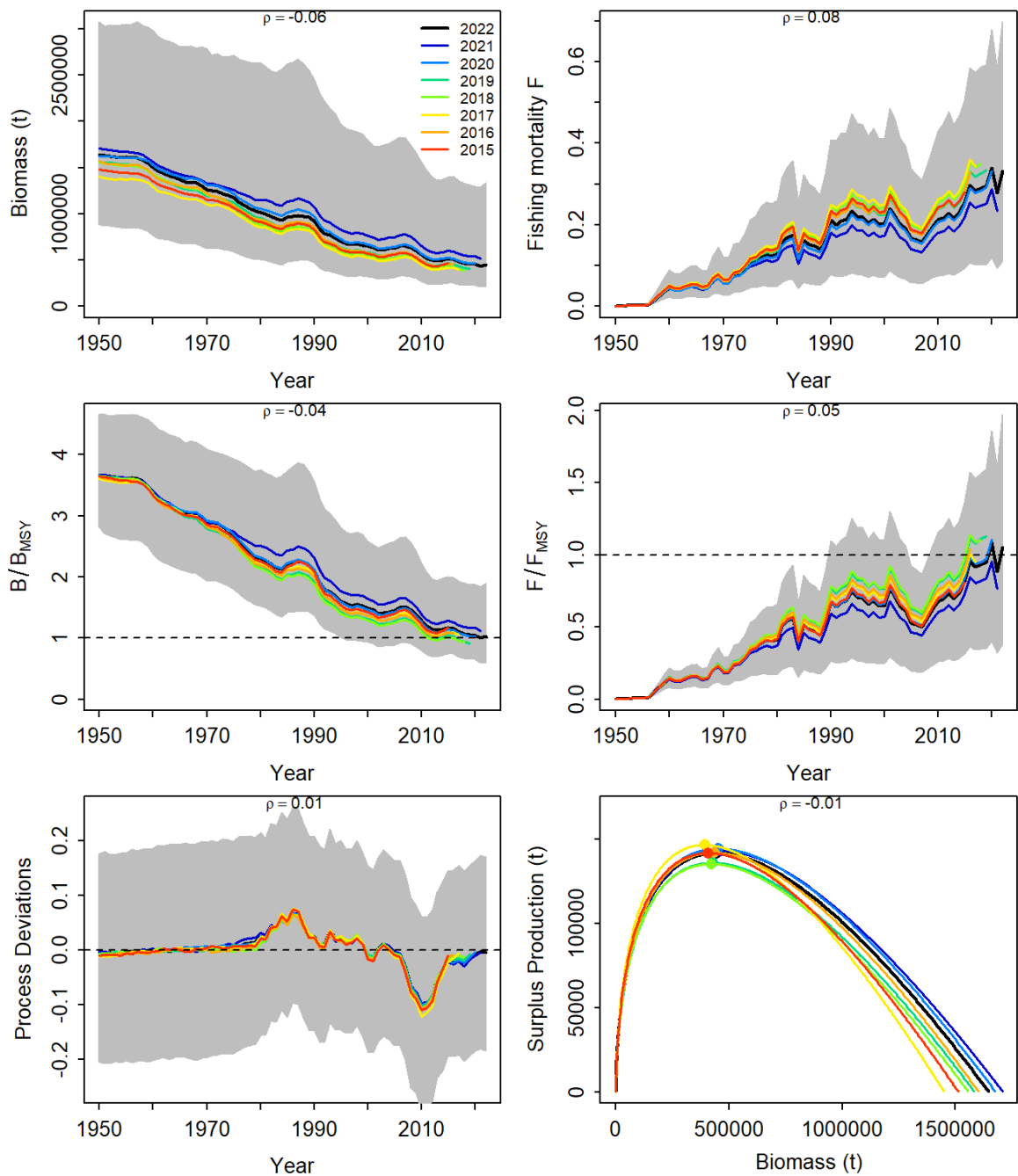
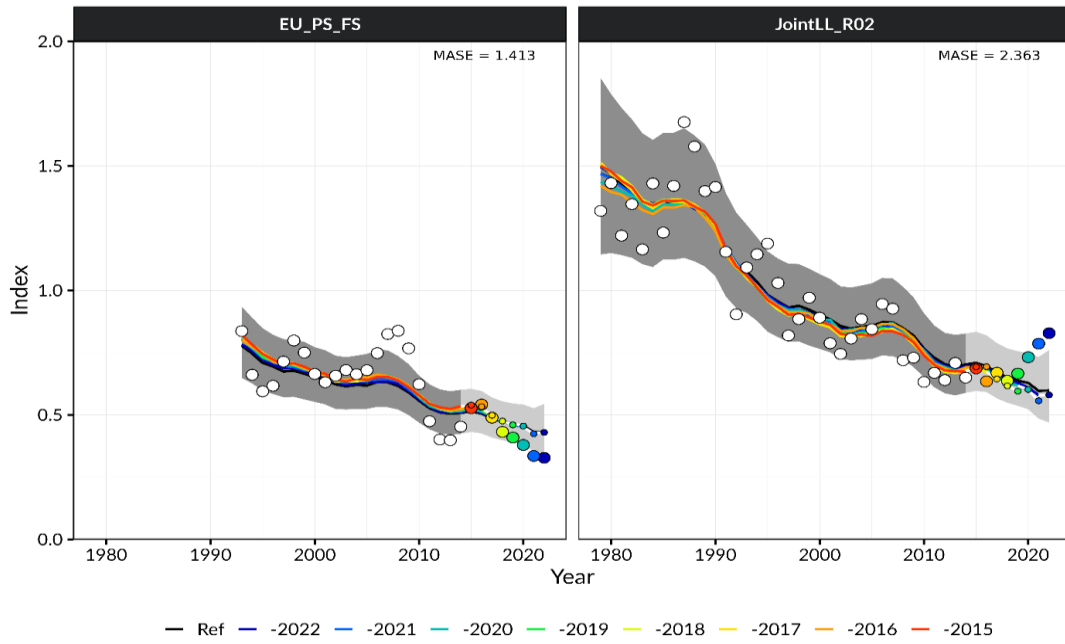


Figure 37. JABBA retrospective analysis of the preliminary reference case (S06) for stock biomass (t), surplus production function (maximum = MSY), B/B_{MSY} , and F/F_{MSY} for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for Atlantic yellowfin tuna. The label “2022” indicates the S06 fits to the entire time series 1950-2022. The numeric year label indicates the retrospective results from the retrospective ‘peel’, sequentially excluding CPUE data back to 2015.

S05



S06

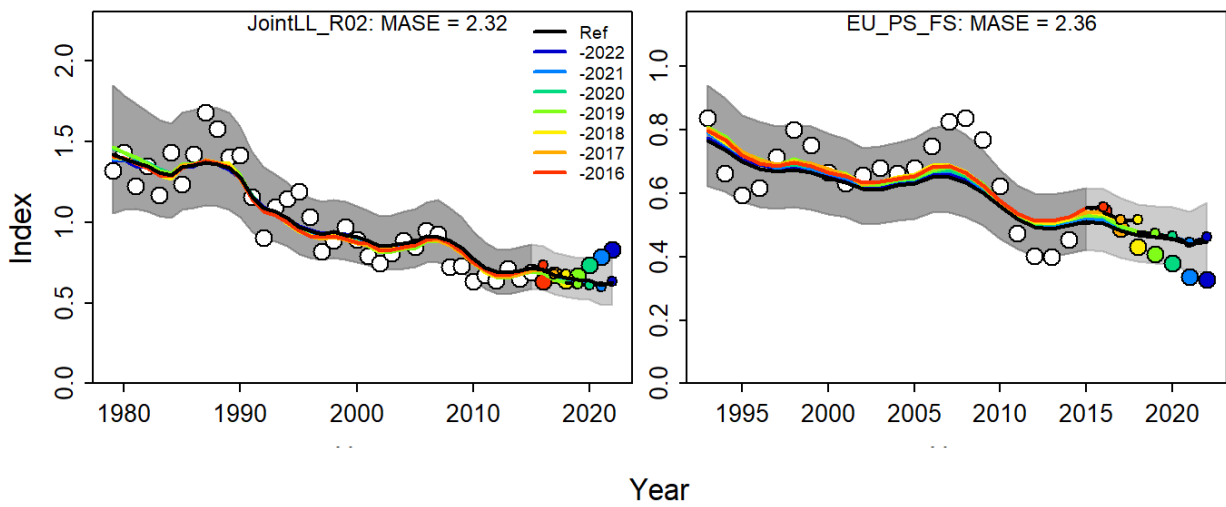


Figure 38. JABBA hindcasting cross-validation results for scenarios S05 (upper panels) and S06 (bottom panels) for the Atlantic yellowfin tuna, showing one-year-ahead forecasts of CPUE values (2015-2022), performed with eight hindcast model runs relative to the expected CPUE. The CPUE observations, used 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).

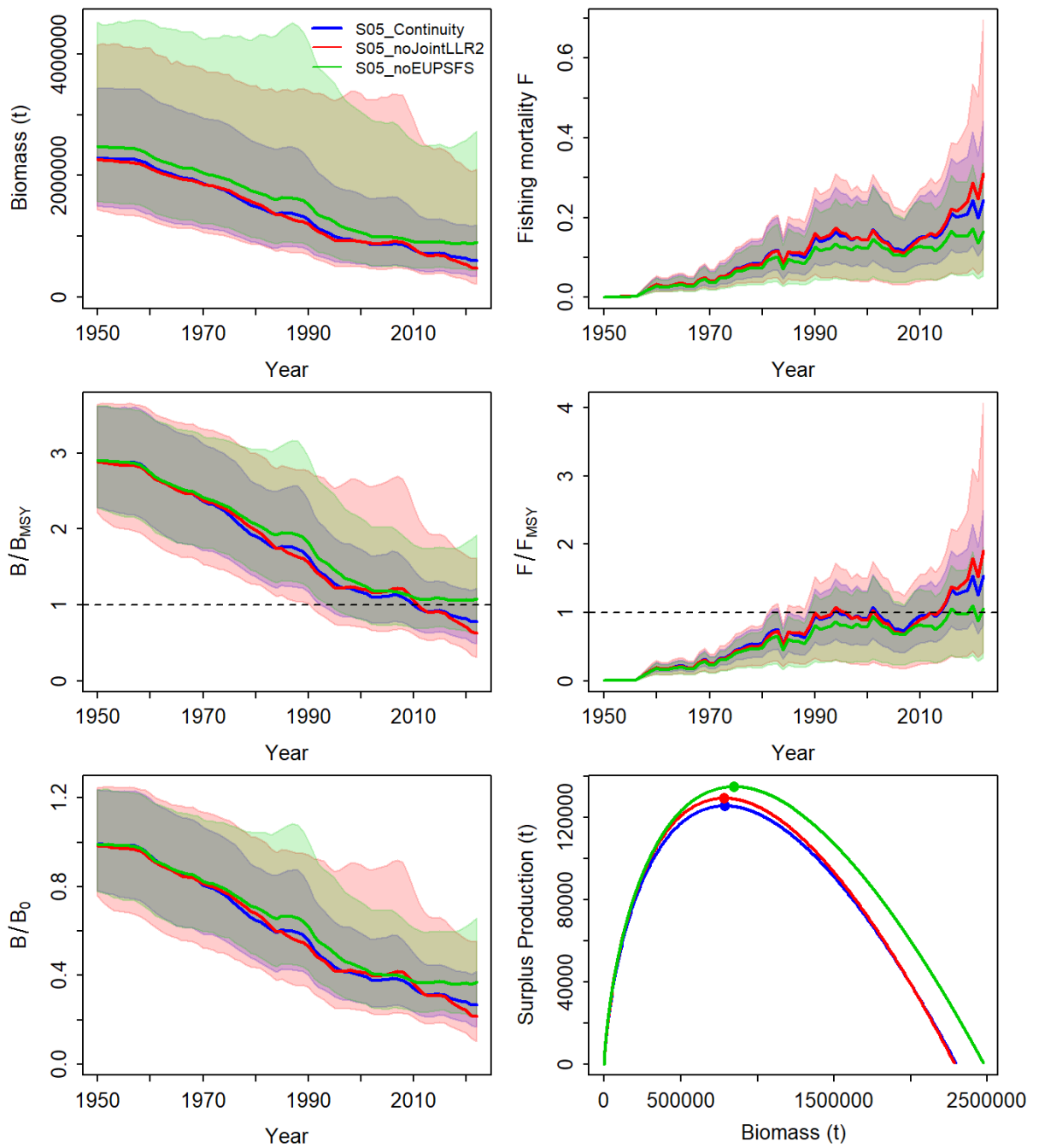


Figure 39. Jackknife index analysis performed on S05, a continuity run, by removing one index at a time and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/K) and surplus production curve (bottom panels).

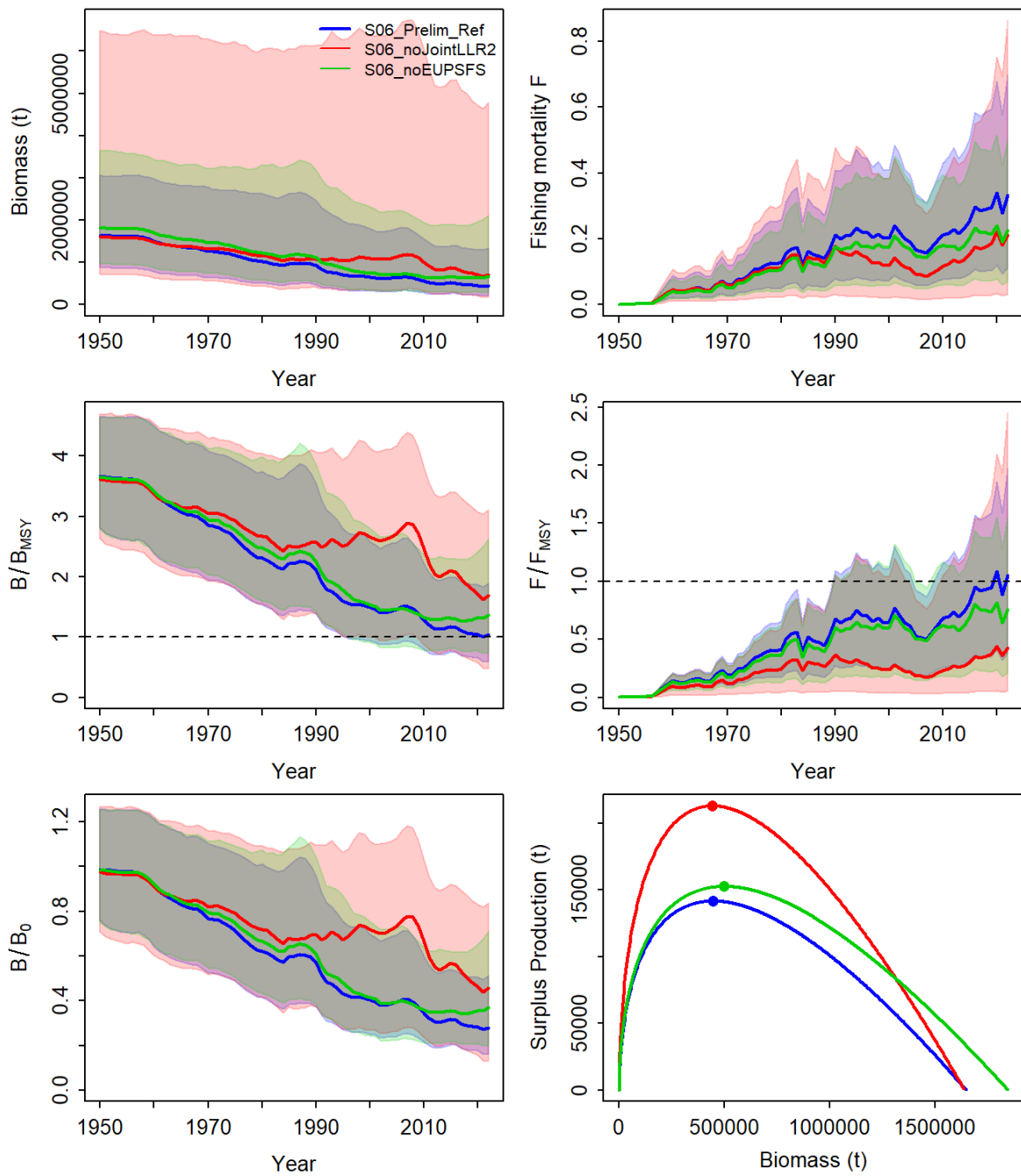


Figure 40. JABBA jackknife index analysis performed on S06, the preliminary reference case, by removing one index at a time and predicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/K) and surplus production curve (bottom panels).

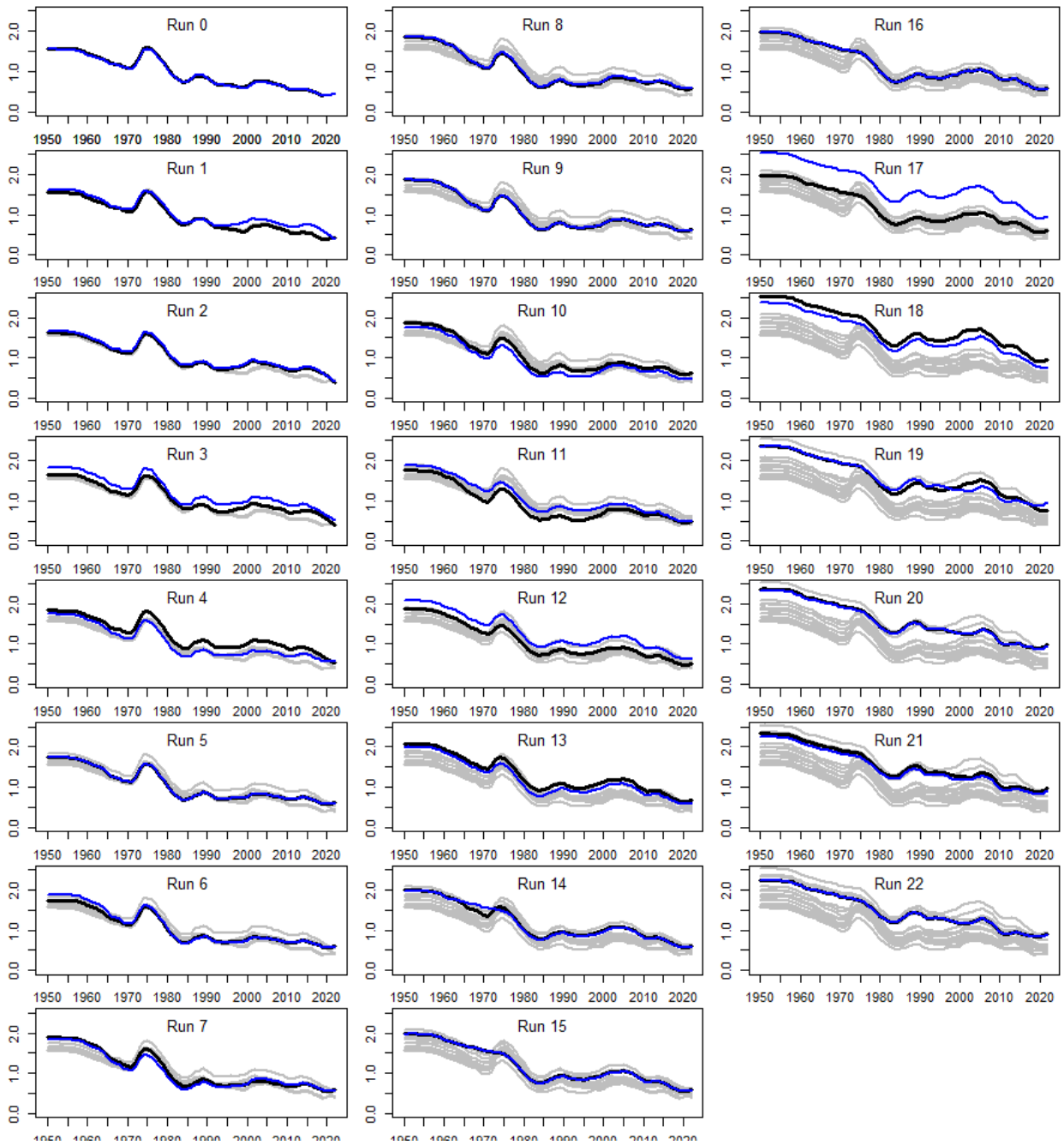


Figure 41. Plots of Atlantic yellowfin tuna spawning stock biomass across iterative Stock Synthesis model runs. The blue line shows the estimates from the current model run listed, the black line shows the estimates from the prior run, and the gray lines show the estimates from all previous runs in the step-wise build of the reference case model.

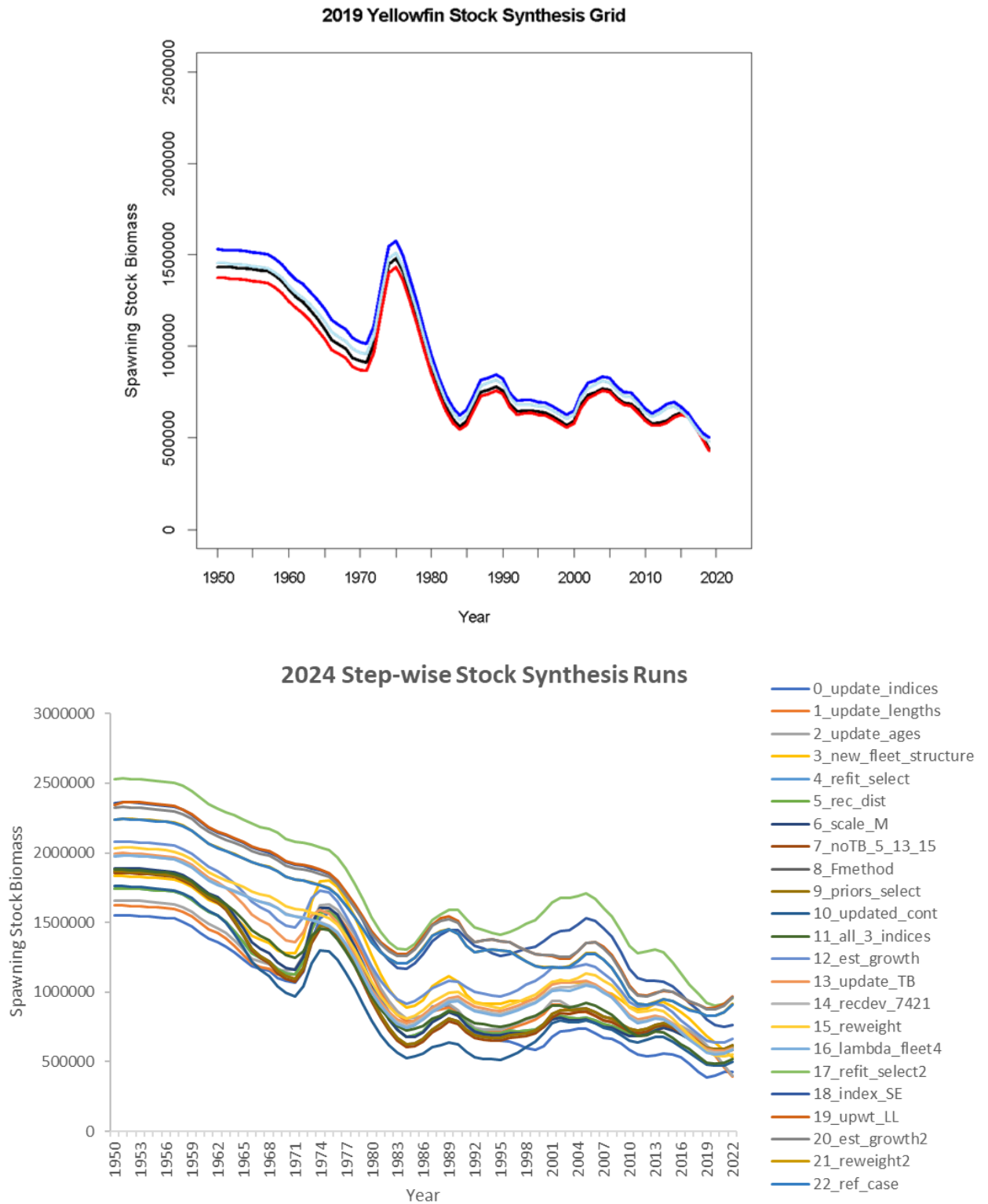


Figure 42. Comparison of spawning stock biomass trajectories from the 2019 Stock Synthesis uncertainty grid (upper panel) versus the alternative step-wise model runs conducted in 2024.

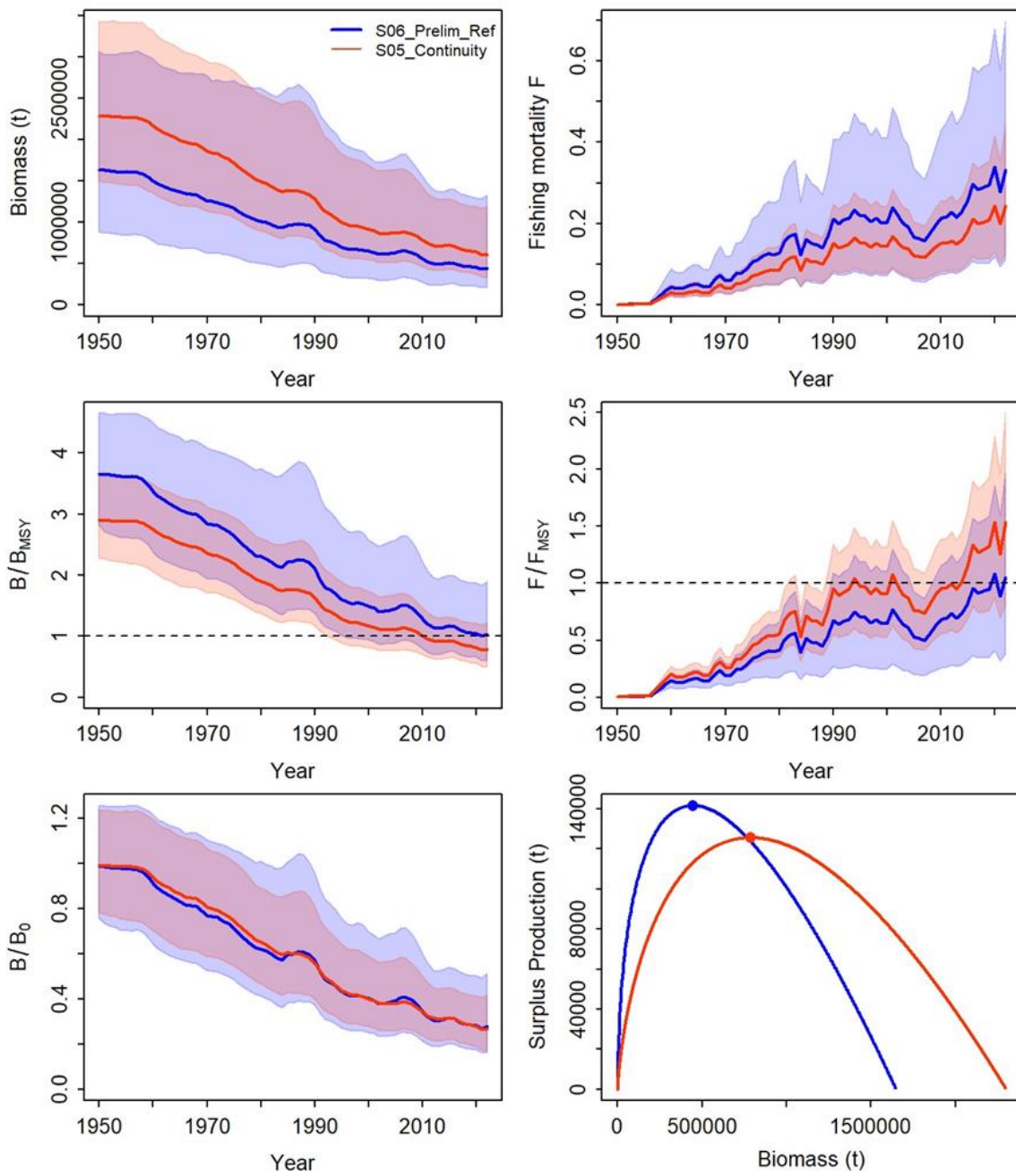


Figure 43. Comparison of JABBA stock assessment estimates for the Atlantic yellowfin tuna in scenarios S05 (red) and S06 (blue), showing trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to B_{MSY} (B/B_{MSY}) and fishing mortality relative to F_{MSY} (F/F_{MSY}) (middle panels) and biomass relative to K (B/B_0) and surplus production curve (bottom panels). S05 is the continuity run of the 2019 JABBA final model and S06 is the preliminary JABBA reference case.

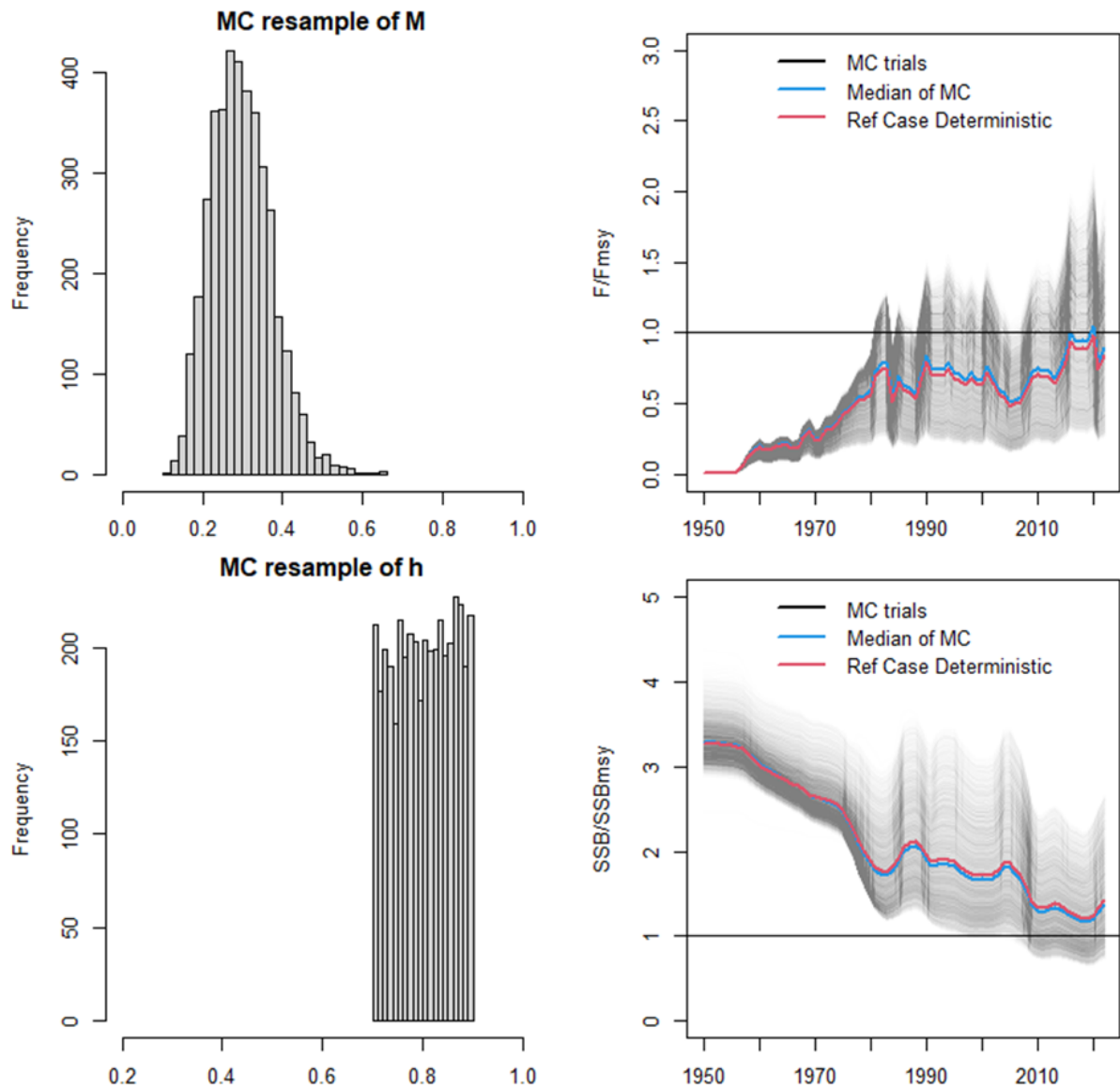


Figure 44. Monte Carlo analysis on the Stock Synthesis reference case. Monte Carlo resamples (left panels) of natural mortality (M) parameter from a lognormal distribution (mean =0.3, sd = 0.31) and of steepness (h) parameter from a uniform distribution between 0.7 and 0.9. F/F_{MSY} and SSB/SSB_{MSY} trajectories (right panels) across 4000 iterations (grey lines) of the Stock Synthesis reference case with alternative M input based on Monte Carlo resampling. The median of 4000 iterations and the deterministic result are shown in blue and red, respectively.

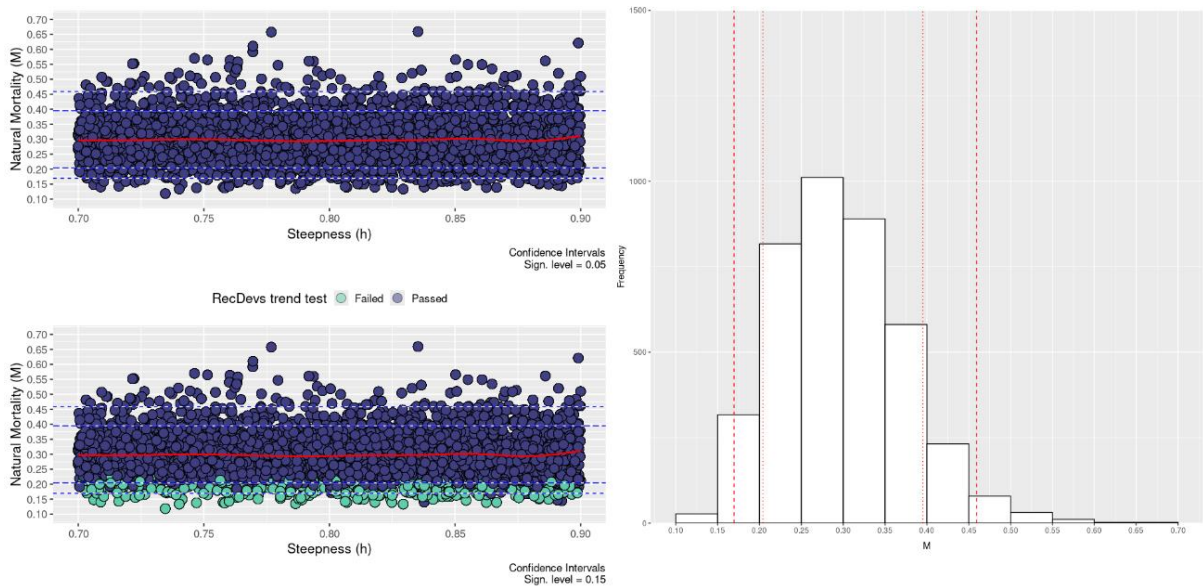


Figure 45. Monte Carlo models hypothesis test of having recruitment deviates without a trend in the combinations of steepness and natural mortality used in the 4000 MC runs. Significant levels for the hypothesis test are 0.05 (upper left panel) and 0.15 (bottom left panel) with 80% and 95% confidence intervals (blue dashed horizontal lines). The blue points mean runs pass the test, while the green points show the opposite. The red lines show a loess smoother through all residuals. The right panel shows the sampling distribution for the M values from 4000 MC iterations with 80% and 95% confidence intervals (red dashed vertical lines).

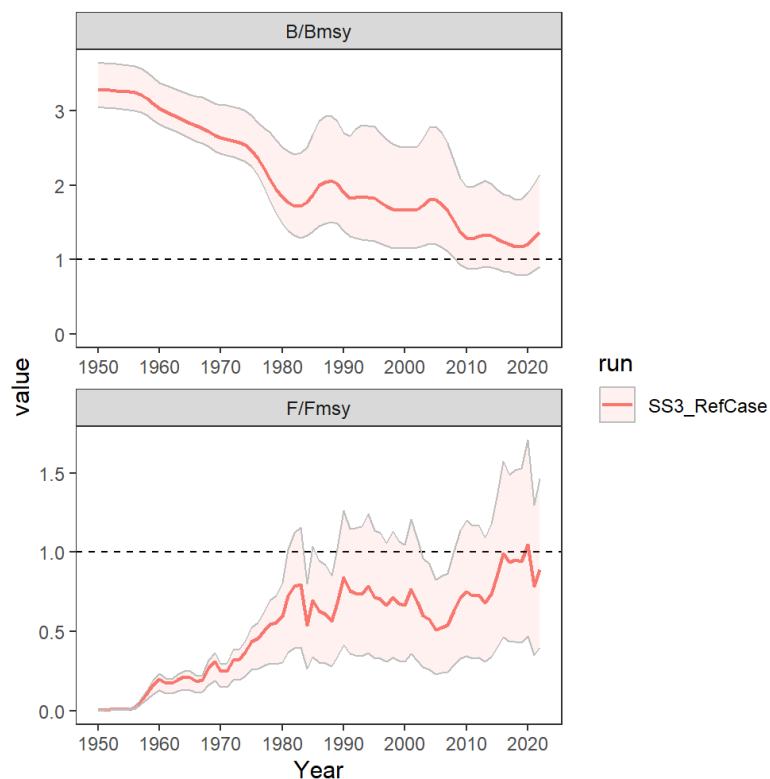


Figure 46. Annual trends of relative biomass (B/B_{MSY}) and fishing mortality (F/F_{MSY}) from the Stock Synthesis reference case for Atlantic yellowfin tuna. The dark line indicates the median of 4000 iterations and the shaded area is the overall 80% confidence bounds of the results.

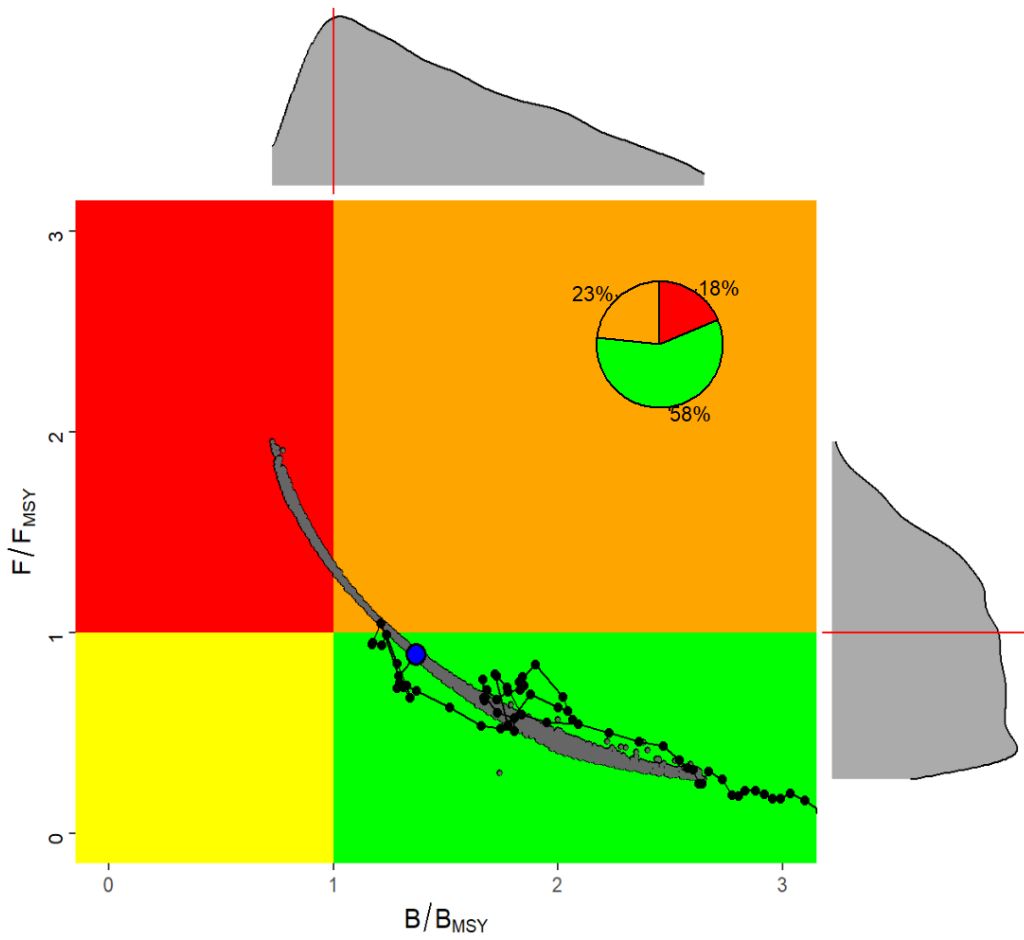


Figure 47. Kobe plot for the 2024 Atlantic yellowfin tuna Stock Synthesis reference case Monte Carlo (4,000 iterations). The line indicates the stock status trajectory starting in 1958. The inserted pie indicates the proportion of MC trials within each Kobe color quadrant, 58% in the green quadrant, 23% in the orange quadrant, and 18% in the red quadrant.

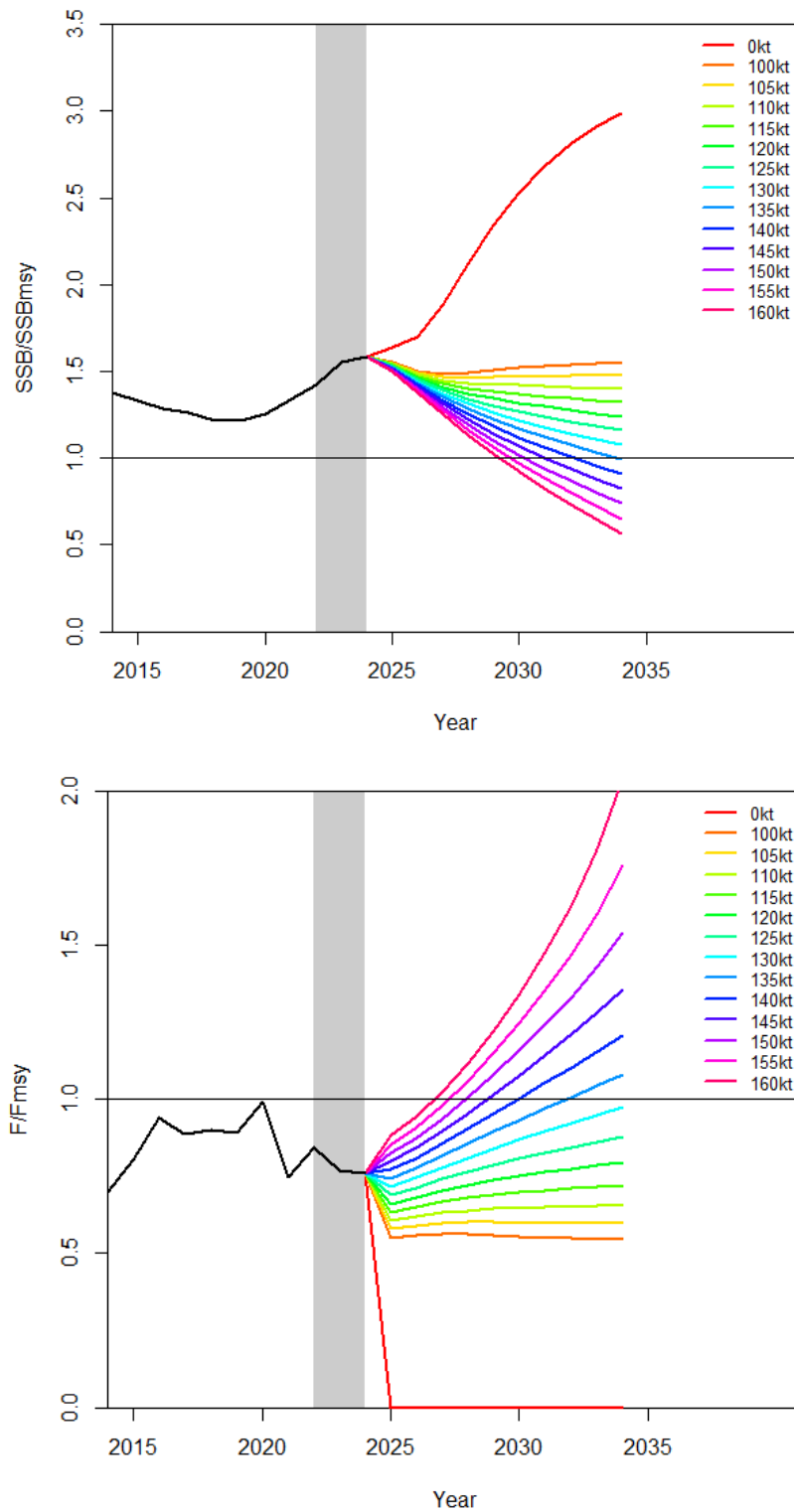


Figure 48. Trends of relative biomass (SSB/SSB_{MSY} , top panel) and fishing mortality (F/F_{MSY} , bottom panel) from preliminary projections (deterministic) of Atlantic yellowfin tuna under different TAC scenarios from the Stock Synthesis reference case. Stock biomass showed the value at the end of the year.

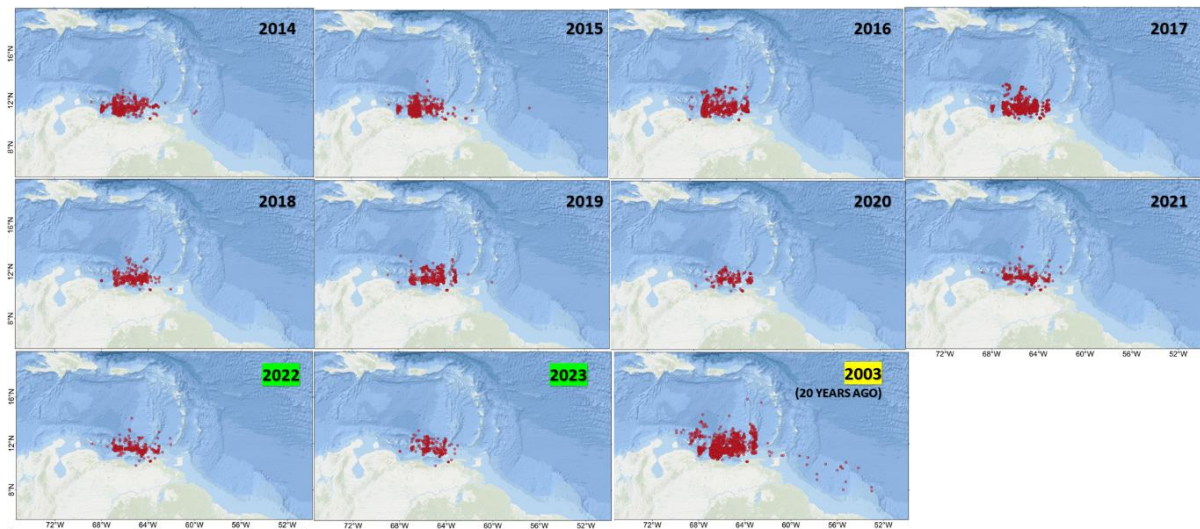


Figure 49. Spatial distribution of Venezuelan purse seine total fishing sets for the last 10 years (2014-2023) compared with the distribution of 20 years ago (2003).

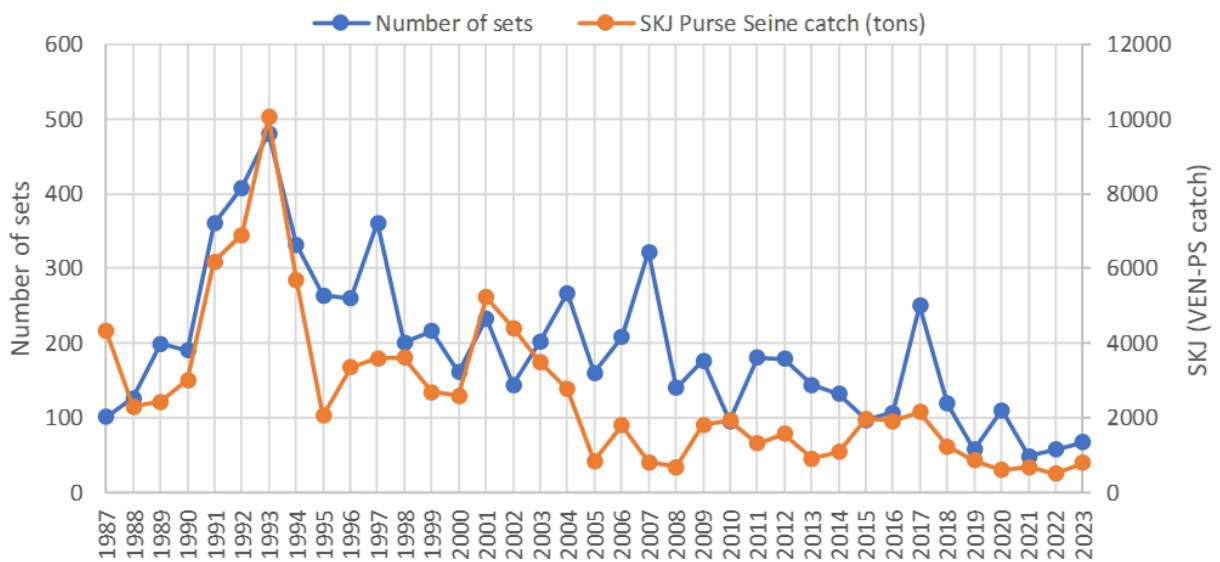


Figure 50. Number of total sets by year of Venezuelan purse seiners and their skipjack tuna total catch (tons).

Agenda

1. Opening, adoption of agenda, meeting arrangements and assignment of rapporteurs
2. Summary of input data for stock assessment
 - 2.1 Biology
 - 2.2 Catches
 - 2.3 Size
 - 2.4 Fleet structure
3. Methods and model settings
 - 3.1 Stock Synthesis
 - 3.2 Surplus production models
4. Model diagnostics
 - 4.1 Stock Synthesis
 - 4.2 Surplus production models
5. Model results
 - 5.1 Stock Synthesis
 - 5.2 Surplus production models
6. Stock Status and projections
7. Tropical tunas MSE process
 - 7.1 Western skipjack MSE
 - 7.2 Tropical tunas multi-stock MSE
 - 7.3 Update MSE roadmap
8. Workplan to prepare the Responses to the Commission
 - 8.1 SKJ-W MSE
 - 8.2 Update MSE roadmap
 - 8.3 Regarding advice on the maximum number of FAD sets
 - 8.4 Panel 1 questions
9. Recommendations
 - 9.1 Research and statistics
 - 9.2 Management Advice (YFT Executive Summary)
10. Tropical Tuna Research and Data Collection Program (TTRaD)
11. Other matters
12. Adoption of the report and closure

List of participants

CONTRACTING PARTIES**BELIZE****Coc, Charles**

Fisheries Scientist and Data Officer, Belize High Seas Fisheries Unit, Ministry of Finance, Government of Belize, Keystone Building, Suite 501, 304 Newtown Barracks, Belize City
Tel: +501 223 4918, E-Mail: charles.coc@bhsfu.gov.bz

BRAZIL**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

Sant'Ana, Rodrigo

Researcher, Laboratório de Estudos Marinhos Aplicados - LEMA Escola Politécnica - EP, Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, Rua Uruquai, 458 - Bloco E2, Sala 108 - Centro, Itajaí, CEP 88302-901 Itajaí, Santa Catarina
Tel: +55 (47) 99627 1868, E-Mail: rsantana@univali.br

CABO VERDE**Vieira, Nuno**

IMAR, São Vicente
E-Mail: nuno.vieira@imar.gov.cv

CHINA, (P.R.)**Cheng, Xin**

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Rd, 201306 Shanghai
E-Mail: cx_shhy@163.com

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

Jiang, Mingfeng

College of Marine Living Resource Sciences and Management. Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Road, 201306 Shanghai
Tel: +86 156 767 66515, E-Mail: jmf822221@163.com

Zhang, Fan

Professor, Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Rd, 201306 Shanghai
Tel: +86 131 220 70231, E-Mail: f-zhang@shou.edu.cn

CÔTE D'IVOIRE**Diaha, N'Guessan Constance**

Chercheur Hydrobiologiste, Laboratoire de biologie des poissons du Département des Ressources Aquatiques Vivantes (DRAV) du Centre de Recherches Océanologiques (CRO), 29, Rue des Pêcheurs - B.P. V-18, Abidjan 01
Tel: +225 21 35 50 14; +225 21 35 58 80, E-Mail: diahaconstance@yahoo.fr; diahaconstance70@gmail.com; constance.diaha@cro-ci.org

EL SALVADOR**Galdámez de Arévalo, Ana Marlene**

Técnico de Oficina de Pesca Internacional, Centro para el Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA), Head Final 1a. Avenida Norte, 13 Calle Oriente y Av. Manuel Gallardo, Santa Tecla, La Libertad
Tel: +503 619 84257, E-Mail: ana.galdamez@mag.gob.sv

EUROPEAN UNION**Alzorriz, Nekane**

ANABAC, Txibitxiaga 24 entreplanta, 48370 Bermeo, Bizkaia, Spain
Tel: +34 94 688 2806; +34 650 567 541, E-Mail: nekane@anabac.org

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

Cardinale, Massimiliano

Associate Professor, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Aquatic Resources (SLU Aqua) Institute of Marine Research, Nyponvägen 27, 45338 Lysekil, Sweden
Tel: +46 761 268 005, E-Mail: massimiliano.cardinale@slu.se

Herrera Armas, Miguel Ángel

Deputy Manager (Science), OPAGAC, C/ Ayala 54, 2º A, 28001 Madrid, Spain
Tel: +34 91 431 48 57; +34 664 234 886, Fax: +34 91 576 12 22, E-Mail: miguel.herrera@opagac.org

Juan-Jordá, María José

Instituto Español de Oceanografía (IEO), C/ Corazón de María, 8, 28002 Madrid, Spain
Tel: +34 671 072 900, E-Mail: mjuan.jorda@ieo.csic.es; mjuanjorda@gmail.com

Kaplan, David

Director Research, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UMR MARBEC (Univ. Montpellier, CNRS, Ifremer, IRD), Av Jean Monnet CS 30171, 34070 Sète Cedex, France
Tel: +33 499 573 225, E-Mail: david.kaplan@ird.fr

Laborda Aristondo, Ane

AZTI, Herrera Kaia, Portualdea z/g 20110 Pasaia, 48395 Gipuzkoa, Spain
Tel: +34 946 574 000; +34 671 703 404, E-Mail: alaborda@azti.es

Lastra Luque, Patricia

AZTI, Herrera Kaia- Portu aldea z/g, 20110 Pasaia, Guipuzcoa, Spain
Tel: +34 667 174 497, E-Mail: plastra@azti.es

Meléndez Arteaga, Josu

AZTI, Txatxarramendi Ugarte z/g, 48395 Sukarrieta, Bizkaia, Spain
Tel: +34 667 143 565, E-Mail: jmelendez@azti.es

Merino, Gorka

AZTI - Tecnalía /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualdea z/g, 20100 Pasaia - Gipuzkoa, Spain
Tel: +34 94 657 4000; +34 664 793 401, Fax: +34 94 300 4801, E-Mail: gmerino@azti.es

Morón Correa, Giancarlo Helar

AZTI, Txatxarramendi ugarte z/g, 48395 Sukarrieta, Bizkaia, Spain
Tel: +34 671 750 079, E-Mail: gmoron@azti.es

Pascual Alayón, Pedro José

Investigador, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Canarias, Vía Espaldón, Dársena Pesquera, Parcela 8, 38180 Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias, Spain
Tel: +34 922 549 400; +34 686 219 114, Fax: +34 922 549 500, E-Mail: pedro.pascual@ieo.csic.es

Rojo Méndez, Vanessa

IEO Centro Oceanográfico de Canarias, C/ Farola del Mar nº 22, Dársena Pesquera, 38180 Santa Cruz de Tenerife, Spain
Tel: +34 922 549 400, Fax: +34 922 549 554, E-Mail: vanessa.rojo@ieo.csic.es

Urtizberea Ijurco, Agurtzane

AZTI-Tecnalía / Itsas Ikerketa Saila, Herrera kaia. Portualdea z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain
Tel: +34 667 174 519, Fax: +34 94 657 25 55, E-Mail: aurtizberea@azti.es

Zudaire Balerdi, Iker

AZTI, Herrera Kaia - Portualdea z/g., 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain
Tel: +34 667 174 451, E-Mail: izudaire@azti.es

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

GUATEMALA

Martínez Valladares, Carlos Eduardo

Encargado del Departamento de Pesca Marítima, Kilómetro 22, Ruta al Pacífico, Edificio la Ceiba 3er Nivel, 01064 Bárcena, Villa Nueva

Tel: +502 452 50059, E-Mail: carlosmartinez41331@gmail.com

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

Ijima, Hirotaka

Scientist, Highly Migratory Resources Division, Fisheries Stock Assessment Center, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa, Kanagawa Yokohama 236-8648

Tel: +81 45 788 7925, E-Mail: ijima_hirotaka69@fra.go.jp

Uozumi, Yuji¹

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

KOREA (REP.)

Lim, Junghyun

Scientist, National Institute of Fisheries Science (NIFS), 216, Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, 46083 Busan

Tel: +82 51 720 2331, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: jhlim1@korea.kr

Park, Hee Won

Scientist, National Institute of Fisheries Science, 216 Gijanghaean-ro, Gijang-eup, Gijang-gun, Busan

Tel: +82 51 720 2332; +82 104 028 8161, E-Mail: heewon81@korea.kr

MAURITANIA

Braham, Cheikh Baye

Halieute, Géo-Statisticien, modélisateur; Chef du Service Statistique, Institut Mauritanien de Recherches Océanographiques et des Pêches (IMROP), BP 22 Nouadhibou

Tel: +222 2242 1038, E-Mail: baye.braham@gmail.com; baye_braham@yahoo.fr

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

Pino, Yesuri

Jefa encargada del Departamento de Evaluación de Recursos Acuáticos, Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, Evaluación de los Recursos Acuáticos, Edificio Riviera, Ave. Justo Arosemena, Calle 45 Bella Vista, 05850

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

SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE

Diogo, Augusto Ferreira

Técnico Biólogo, Direcção das Pescas, C.P. 59, Sao Tomé

Tel: +239 12 22 091, Fax: +239 12 21 095, E-Mail: agustofdiogo2@hotmail.com

SENEGAL**Sow, Fambaye Ngom**Chercheur Biologiste des Pêches, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye, CRODT/ISRA, LNERV -
Route du Front de Terre - BP 2241, DakarTel: +221 3 0108 1104; +221 77 502 67 79, Fax: +221 33 832 8262, E-Mail: ngomfambaye2015@gmail.com;
famngom@yahoo.com**SIERRA LEONE****Mansaray, Mamoud**

Senior Fisheries Officer, Ministry of Fisheries and Marine Resources (MFMR), 7th Floor Youyi Building, Freetown

Tel: +232 762 55590, E-Mail: mansaraymamoud85@gmail.com

UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND**Reeves, Stuart**Principal Fisheries Scientist & Advisor, Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (Cefas), Pakefield Road,
Lowestoft Suffolk NR33 0HT

Tel: +44 150 252 4251, E-Mail: stuart.reeves@cefasc.gov.uk; stuart.reeves@cefasc.co.uk

Wright, SerenaFisheries Scientist, Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (Cefas), ICCAT Tagging Programme,
St Helena, Pakefield Road, Lowestoft NR33 0NG

Tel: +44 1502 52 1338; +44 797 593 0487, E-Mail: serena.wright@cefasc.co.uk

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

Ailloud, Lisa

Research Mathematical Statistician, NOAA, 75 Virginia Beach Dr, Miami FL 33149

Tel: +1 305 361 5761, E-Mail: lisa.ailloud@noaa.gov

Courtney, DeanResearch Fishery Biologist, NOAA Fisheries Service, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, 3500
Delwood Beach Road, Panama City Beach Florida 32408

Tel: +1 850 234 6541, E-Mail: dean.courtney@noaa.gov

Fernández, Michelle

4600 Rickenbacker Causeway, Key Biscayne, FL 33149

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

Lauretta, Matthew

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

Tel: +1 305 209 6699, E-Mail: matthew.lauretta@noaa.gov

Sagarese, Skyler

NOAA Fisheries, 101 Pivers Island Road, Beaufort, NC 28516

Tel: +1 305 361 4272, E-Mail: skyler.sagarese@noaa.gov

Zhang, Xinsheng

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

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

Zipp, Kaylyn

Gulf of Maine Research Institute, 350 Commercial St, Portland, Maine 04101

Tel: +1 607 267 5007, E-Mail: kaylyn.zipp@maine.edu

URUGUAY**Forselledo, Rodrigo**Investigador, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - DINARA, Laboratorio de Recursos Pelágicos, Constituyente 1497,
CP 11200 Montevideo

Tel: +598 2400 46 89, Fax: +598 2401 3216, E-Mail: rforselledo@gmail.com

VENEZUELA

Evaristo, Eucaris del Carmen

Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura, Corresponsal del Atlántico, Sector "EL Salado". Frente a la redoma El Ferry, edificio PESCALBA, Cumaná, Caracas

Tel: +58 416 883 3781, E-Mail: eucarisevaristo@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

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

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: arvinalojandror@gmail.com; oai.minpesca@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

EUROPÊCHE

Harley, Shelton James

6 Rankin St, 6012 Wellington, Wadestown, New Zealand

Tel: +64 215 58915, E-Mail: sheltonjharley@gmail.com

Mattlet, Anne-France ¹

Europêche, 1000 Brussels, Belgium

INTERNATIONAL SEAFOOD SUSTAINABILITY FOUNDATION - ISSF

Restrepo, Víctor

Chair of the ISSF Scientific Advisory Committee, International Seafood Sustainability Foundation, 3706 Butler Street, Suite 316, Pittsburgh PA 15201-1802, United States

Tel: +1 305 450 2575; +1 703 226 8101, Fax: +1 215 220 2698, E-Mail: vrestrepo@iss-foundation.org; vrestrepo@mail.com

PEW CHARITABLE TRUSTS - PEW

Wozniak, Esther

The Pew Charitable Trusts, 901 E Street, NW, Washington DC 20004, United States

Tel: +1 202 540 6588, E-Mail: ewozniak@pewtrusts.org

THE OCEAN FOUNDATION

Hordyk, Adrian

Blue Matter Science, 2150 Bridgman Avenue, Vancouver British Columbia V7P2T9, Canada

Tel: +1 604 992 6737, E-Mail: adrian@bluematterscience.com; a.hordyk@oceans.ubc.ca

WORLDWIDE FUND FOR NATURE - WWF

Buzzi, Alessandro

WWF Mediterranean, Via Po, 25/c, 00198 Rome, Italy

Tel: +39 346 235 7481, Fax: +39 068 413 866, E-Mail: abuzzi@wwfmedpo.org

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 - 6 Planta, 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

Neves dos Santos, Miguel

Ortiz, Mauricio

Kimoto, Ai

Mayor, Carlos

Fiorellato, Fabio

De Andrés, Marisa

García, Jesús

ICCAT INTERPRETERS

Baena Jiménez, Eva J.

Gelb Cohen, Beth

Hof, Michelle Renée

Liberas, Christine

Linaae, Cristina

Pinzon, Aurélie

List of documents and presentations

<i>Reference</i>	<i>Title</i>	<i>Authors</i>
SCRS/2024/039	Review and preliminary analyses of catch and size samples of Atlantic yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>)	Ortiz M., and Kimoto A.
SCRS/2024/110	Atlantic yellowfin tuna stock synthesis population analyses	Lauretta M., Ortiz M., Kimoto A., Sagarese S., Urtizberea A.O., Moron G., Merino M., and Cass-Calay S.
SCRS/2024/111	Atlantic yellowfin tuna stock synthesis population analyses: sensitivity exploration and proposal for a reference grid with diagnostics	Merino G., Lauretta M., Ortiz M., Kimoto A., Sagarese S., Urtizberea A., Morón-Correa G., and Cass-Calay S.
SCRS/2024/113	Atlantic Yellowfin tuna stock assessment using a Biomass Dynamic Model	Merino G., Urtizberea A., Moron-Correa G., and Santiago J.
SCRS/2024/114	Preliminary Atlantic Yellowfin tuna stock assessment in 2024: An implementation of Bayesian state-space Surplus Production Model using JABBA	Sant'Ana R., Kimoto A., Kikuchi E., Cardoso L.G., Mourato B., and Ortiz M.
SCRS/2024/115	Development State of the Western Atlantic Skipjack tuna MSE Process in June 2024	Sant'Ana R., Mourato B.
SCRS/2024/116	Potential improvements to the Atlantic Yellowfin tuna stock assessment model from Age Structured Production Model (ASPM) analysis	Ijima H.
SCRS/2024/117	Update on standardized catch rates for skipjack tuna (<i>Katsuwonus pelamis</i>) from the Venezuelan purse seine fishery in the Caribbean Sea and adjacent waters of the western Central Atlantic for the period of 1987-2023	Narváez M., Evaristo E., Marcano J.H., Gutiérrez X., and Arocha F.
SCRS/2024/118	Incorporating Climate Change effects in the management strategy evaluation for Atlantic Tropical tunas	Correa G.M., Urtizberea A., Merino G., Erauskin-Extramiana M., and Arrizabalaga H.
SCRS/2024/119	Revision of historical catch statistics of bigeye (<i>Thunnus obesus</i>) and skipjack (<i>Katsuwonus pelamis</i>) caught by the Mexican fishing fleet in the Gulf of Mexico	Ramirez-Lopez K., Rojas-Gonzales R.I., and Mayor C.
SCRS/2024/120	Updated Catch at Size estimates for the Chinese Tropical Tunas longline fishery in 2015 - 2021	Ji F., Fan Z., Jiangfeng Z., and Feng W.
SCRS/2024/121	Preliminary estimates of natural mortality using the AOTTP conventional tagging data	Ailloud L.
SCRS/2024/122	Update relative abundance index of Western Atlantic skipjack tuna caught by Brazilian baitboat fleet in Southwestern Atlantic Ocean	Sant'Ana R., Mourato B.L., Kikuchi E., Cardoso L.G., and Travassos P.
SCRS/2024/124	Etude comparée de l'âge déterminé à partir de l'otolithe, l'épine dorsale et la vertèbre de <i>Thunnus albacares</i>	Agnissan A. R., Diaha N.C., Ailloud L., Coulibaly D., Doffou Y. C., and N'da K.
SCRS/P/2024/081	Harvest control rule options for multi-stock tropical tuna MSE: Demersal fisheries Bay of Biscay case study	Urtizberea A., Garcia D., Correa G.M., Laborda A., Arrizabalaga H., and Merino G.
SCRS/P/2024/087	Yellowfin tuna - Overview of statistical data updates (1950 - 2023)	Fiorellato F.

SCRS/P/2024/088	Updated yellowfin tuna catch-at-size (CAS YFT 1960-2022), with guidance on a systematic (automatic) approach	Palma C., Mayor C., Ortiz M., and Fiorellato F.
SCRS/P/2024/094	Tropical Tuna Research and Data Collection Plan (update)	Wright S.
SCRS/P/2024/095	Strict update of the US Pelagic Longline index for West Atlantic skipjack	Lauretta M.

SCRS document abstracts as provided by the authors

SCRS/2024/039 - Catch and size sampling data of Atlantic yellowfin tuna were reviewed, and preliminary analyses were performed for its use within the stock evaluation models. Catch and size data is normally submitted to the Secretariat by CPCs under the Fishery Statistics requirements. Catch data were reviewed and estimated for the fleet structure ID used at the 2019 yellowfin stock assessment. The size samples data was revised, standardized, and aggregated to size frequency samples by main fishery/gear type, year, and quarter. Preliminary analyses indicated a minimum number of 50 fish measured per size frequency sample, with size information since 1970 for the purse seine, baitboat, and longline fishing gears. For Atlantic yellowfin tuna, the size sampling proportion among the major fishing gears is consistent with the proportion of the catch.

SCRS/2024/110 - We present the Stock Synthesis population assessment results of Atlantic yellowfin tuna for the period 1950 to 2022. The recommendations outlined by the SCRS tropical tuna work group at the data preparatory meeting were implemented sequentially as iterative model runs to observe the effect of each change of the continuity model on exploitation rate and biomass estimates. A provisional reference case is presented with a suite of diagnostics. The reference case model structure is fully compatible with the Atlantic bigeye and East Atlantic skipjack Stock Synthesis models for integration into the multi-stock management strategy evaluation. The influence of key fixed parameters (steepness and natural mortality) were evaluated using Monte Carlo resampling, for comparison with the uncertainty grid approach.

SCRS/2024/111 - Following the presentation of the Stock Synthesis population assessment results of Atlantic yellowfin tuna for the period 1950 to 2022, we develop additional exploratory analyses and a proposal for a reference grid. We propose a 9 models reference grid including three options for steepness (0.7, 0.8 and 0.9) and three options for the natural mortality vector (0.25, 0.3 and 0.35), assuming maximum ages for the population of 21.6, 18 and 15.4 years respectively. We show a summary of the diagnostic tests applied to each model and a full table in the appendix. We propose that models with reasonable diagnostics are accepted for the reference grid developed for management advice. The diagnostics shown in this document could potentially be the basis for a model weighting scheme to assign higher weights to models that perform better than others. In addition, we show additional sensitivity analyses to help understand the reference model proposed for this assessment.

SCRS/2024/113 - We present a preliminary stock assessment using the biomass dynamic model (mpb). We show the estimated trends and reference point with a series of diagnostics of fit and additional likelihood exploratory analyses. Our analysis suggests that sudden short-term changes in abundance indices are difficult to fit and explain. These results are a start point for the stock assessment of yellowfin and will be further explored during the stock assessment session in July 2024. The reference model proposed here estimates that the stock is overfished and subject to overfishing with very high probability.

SCRS/2024/114 - Bayesian State-Space Surplus Production Models were fitted to yellowfin tuna catch and standardized catch-per-unit-effort (CPUE) data using the open-source stock assessment tool JABBA. Following the recommendations at the yellowfin data preparatory meeting in April 2024, we present a continuity run based on the 2019 final JABBA model and the preliminary reference JABBA model results applying the joint longline index in Region 2 and EU PS free school index, with some other sensitivity runs. In the preliminary reference case, r prior was calculated using the preliminary reference point estimates from the 2024 Stock Synthesis preliminary model using steepness 0.8. The continuity run and the preliminary reference JABBA model showed similar stock status trajectories that resembled the typical characteristics of a one-way downhill trip. The preliminary reference model showed that the most recent fishing mortality and biomass were estimated at around MSY levels. The stock status estimates of these scenarios were associated with very high uncertainty, which may be partially explained by the lack of contrast in the continuously declining biomass trend containing limited information about productivity.

SCRS/2024/115 - This document describes proposed updates to the western Atlantic Skipjack tuna Management Strategy Evaluation process including the revisions to operating models and management procedures. Operating models are now using a relative abundance index based on the inverse-variance average weighting across the distinct indices available and, the index-based and model-based management procedures includes a tune parameter that could allow the maximization of the yields until a desired level. It also implemented asymmetrical decision rules also for both classes of MPs. Due to the dependence on updated data to adjust the final simulations, this exercise also used past data and, therefore, these results cannot be interpreted as possible final results.

SCRS/2024/116 - This study used the Stock Synthesis 3 model (Model 22) for Atlantic yellowfin tuna and organized the Age Structured Production Model (ASPM) analysis results. The ASPM analysis showed a large discrepancy between the ASPM-estimated CPUE and the input CPUE, especially in the late period (2005-2022). On the other hand, ASPM-R, which estimated recruitment deviation, showed a relatively good fit. These results suggest that the selectivity settings of the SS3 model and the input data, such as CPUE and size composition, need to be improved. Additionally, a standardized CPUE based on fish size and the fleet definition could be reexamined in the future.

SCRS/2024/117 - An update on the standardized index of relative abundance for skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) was estimated using Generalized Linear Models approach assuming a delta lognormal model distribution. For this, logbook registers were used (1987-2023), considering as categorical variables year, season/quarter, area, association with whales, association with whale shark, seiner capacity, and help (help by bait boat, without help) during the fishing set. As indicators of overall model fitting, diagnostic plots were evaluated. The standardized skipjack tuna catch rate index shows a declining trend since 2015.

SCRS/2024/118 - Climate change will impact fish and shellfish, their fisheries, and fishery-dependent communities through a complex suite of linked processes. In this document, we summarize the current practices to include climate information in management strategy evaluations, the available evidence regarding the potential impacts of climate change on tuna stocks, and the plan to implement the hypothetical impacts of climate change in the multi-stock management strategy evaluation for tropical tunas in the Atlantic Ocean.

SCRS/2024/119 - Through the use of the Information System on the Longline Tuna Fishery in the Gulf of Mexico (SIA) a review of catch and effort records of fishing activities for the capture of yellowfin tuna has been carried out. This has facilitated compliance with management and conservation commitments in collaboration with IMIPAS, PNAAPD and other interested parties. The review of the ICCAT database for bigeye (*Thunnus obesus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) was completed for the period 1993-2021. Updated historical series for bigeye and skipjack are submitted to ICCAT for consideration and adoption.

SCRS/2024/120 - During the yellowfin tuna data preparatory meeting in April 2024, the Secretariat requested that CPCs targeting tropical tuna species update their catch at size estimation information (T2CS) for the purpose of yellowfin tuna stock assessment. This document presents the updated catch at size estimation for the Chinese longline fleet targeting the Atlantic tropical tuna for the period 2015-2021.

SCRS/2024/121 - This paper presents estimates of natural and fishing mortality rates derived from the Atlantic Ocean tropical Tuna Tagging Programme (AOTTP) conventional tagging dataset. Tag recovery data were analyzed using Brownie models as parameterized in terms of instantaneous rates of fishing (F) and natural (M) mortality. Estimates of the tag mixing window (9 months), tag-reporting rate ($\lambda=85\%$), and tag-shedding rate ($\phi=97\%$) necessary for the analysis were obtained from previously published work. Yearly time steps were used, with F and M assumed constant across years and continuous throughout each year. The total mortality rate was estimated at 0.44 yyyy^{-1} , with M estimated at 0.35 yyyy^{-1} and F estimated at 0.09 yyyy^{-1} . The estimate of M matches the value currently used in the stock assessment (i.e. obtained using the Then *et al.*, 2015 estimator and a maximum age of 18). More conservative assumptions regarding reporting rate and tag-induced mortality resulted in lower estimates of M ($0.31\text{-}0.34 \text{ yyyy}^{-1}$) and higher estimates of F ($0.10\text{-}0.13 \text{ yyyy}^{-1}$). Though this analysis is very valuable for gaining insight on M independently from the stock assessment and regression approach, many (potentially useful) records had to be removed to adhere to the assumptions of the Brownie model. In order to truly maximize the information content extracted from the AOTTP conventional tagging dataset, a more detailed analysis, perhaps exploring more flexible modeling approaches that are better able to handle the various data subtleties would be greatly beneficial.

SCRS/2024/122 - Catch and effort data from the Brazilian baitboat fishery in the southwestern Atlantic Ocean, from 2000 to 2023, were analyzed in this working paper. The effort was distributed between 19° S and 35° S. Bayesian Spatial-Temporal Hierarchical models using Integrated Nested Laplace Approximations with a Lognormal distribution were used to standardise CPUE series for the stock assessment of the West skipjack stock. The covariates used in the models were: year, quarter, vessels and lat-long squares of 0.5° x 0.5°. The estimated Bayesian Spatial-Temporal lognormal model showed interesting movements of the abundance of the stock. The estimated lognormal index showed three distinct periods. The first one between 2000 and 2012, in general marked by a stable trend over the years, with a pike in the last year of this period. A second period, between 2012 and 2019, marked by a steep one-way downward trend with a small stabilization trend in the last years of this period. And a third period showing a soft increase trend in the recent years.

SCRS/2024/124 - Le but de cette étude est de comparer l'âge de l'albacore (*Thunnus albacares*) déterminé à partir de différentes pièces calcifiées. Ainsi, les structures osseuses notamment les otolithes, les épines et les vertèbres ont été collectées de janvier à décembre 2019, sur des spécimens échantillonnés lors des débarquements de senneurs au port d'Abidjan, mais également des individus marqués à l'oxytétracycline récupérés dans le cadre du projet AOTTP. Après traitement, des lames ont été effectuées pour les différentes structures puis l'âge déterminé à partir des marques annuelles observées. La périodicité des zones translucides de l'épine et de la vertèbre a été estimée par l'analyse des incréments marginaux et par une expérience de marquage-recapture à l'oxytétracycline. La comparaison a été faite à partir des indices de biais et de précisions, des courbes de biais. Les deux méthodes de validation utilisées ont confirmé une formation annuelle de la zone translucide d'Août à Octobre. Les meilleurs indices ont été observés avec l'otolithe, suivi de l'épine dorsale et de la vertèbre. Les estimations d'âge ont été similaires pour les trois structures osseuses seulement pour les individus âgés de 0 à 3 ans. Cependant, il a été surestimé par l'épine dorsale pour les individus âgés de 4 à 5 ans, et sous-estimé à partir de 9 ans. La comparaison de l'âge entre l'otolithe et la vertèbre a montré qu'il n'y avait aucune différence jusqu'à l'âge de 5ans. Les âges dérivés des vertèbres ont été similaires pour des individus de moins de 5ans et sous-estimés chez les poissons de plus 5ans par rapport aux âges déterminés à partir des otolithes.

SCRS/P/2022/081 - This presentation explains the complexity of giving advice to fleets fishing different species based on advice for single species. Two different HCRs were presented: one based on advice for single species following the MSY approach and the other based on multi-stock HCR, using the "pretty good yield" approach. The performance of both HCRs was shown based on demersal fisheries in the Bay of Biscay and Celtic Sea. To understand the impact of these HCRs in the tropical tuna MSE context, a short-cut MSE was developed (without observation error model and without assessment in the MP) with the reference model for each of the species. The results of both simulations were shown with the FLBEIA shiny app.

SCRS/P/2022/087 - The Secretariat reported on the intersessional work done following the data preparatory meeting for the species. It was noted that Task 1 and Task 2 datasets were updated with information received until June 30, 2024, and that these new data resulted almost exclusively in additional nominal catch and size-frequency records (including catch-at-size) for the year 2023, which are still considered preliminary and not included in the assessment.

SCRS/P/2022/088 – The Secretariat presented an update on the yellowfin tuna catch-at-size (CAS) 1960 – 2022 estimation with guidance for a more systematic and automatic approach. It provided a summary of the data input provided by CPCs and the rules and priority for substitutions when missing CAS data.

SCRS/P/2022/094 - This presentation provides an update on developments for the 6-year Tropical Tuna Research and Data Collection plan (TTRaD), including preliminary short-term (2025-2027) priorities. The main developments include an update to deliverable time frames, costs, and context, with a plan to continue developments intersessionally ahead of the SCRS species group meeting in September.

SCRS/P/2022/095 – This presentation provides a strict update of the US longline index of West Atlantic skipjack abundance for the period between 1993 and 2023.

Revised Roadmap for the tropical tunas MSE processes

During the meeting the Group revised the roadmap for the tropical tunas MSE processes adopted by the Commission in 2023. However, the Group agreed to revisit this subject at the September 2024 Tropical Tunas Species Group and SCRS Plenary meetings.

		<i>Tropical Tunas (BET, YFT, Eastern SKJ)</i>	<i>Western Skipjack</i>
2023*	Commission intersessionally	COMM (PA1) dialogue with SCRS on management objectives and performance indicators to be used for tropical tunas MSE.	COMM (PA1) met intersessionally (May and October, with SCRS participation, to: <ul style="list-style-type: none"> - recommend final operational management objectives and identify performance indicators - consider final CMPs.
	SCRS development	SCRS to list major sources of uncertainty to be considered in the MSE for multi-stock tropical tuna MSEs. Developing operating and observational error models. Capacity building workshops held.	SCRS advanced work on the SKJ-W MSE, incorporating feedback from COMM through PA1.
2023*	SCRS implementation		
	Commission at Annual Meeting		COMM reviewed updated results on performance of CMPs.

		<i>Tropical Tunas (BET, YFT, Eastern SKJ)</i>	<i>Western Skipjack</i>
2024*	Commission intersessionally		<p>SCRS will present recommendation on CMPs to the COMM (PA1), to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - consider final CMPs
	SCRS development	<p>SCRS to conduct yellowfin assessment.</p> <p>Meetings of Technical MSE Group.</p> <p>SCRS to start the development of educational material to explain how the 3 species interact in the proposed MSE, and what information the SCRS needs from PA1 in order to begin constructing and testing the operating models, including capacity building workshops.</p>	<p>The following abundance indices should be updated using data through 2023, if possible, maintaining the model structure of these indices as used in the 2022 SKJ-W stock assessment: Baitboat Brazil Present, Handline Brazil, Purse Seine Venezuela, and Longline United States of America.</p> <p>SCRS to develop climate change scenarios to test robustness of MPs.</p> <p>SCRS to develop and propose a time schedule for WSKJ-MSE updates and revisions</p>
2024*	SCRS implementation	<p>External peer review of Observation and Operating models.</p> <p>Initial development of candidate MPs and testing of MPs.</p> <p>SCRS to develop clear educational material to explain how the 3 species interact in the proposed MSE and what information the SCRS needs from PA1 in order to begin constructing and testing the operating models, including capacity building workshops.</p>	

		<i>Tropical Tunas (BET, YFT, Eastern SKJ)</i>	<i>Western Skipjack</i>
	Commission at Annual Meeting		COMM to consider final evaluation of CMPs and adopt an MP at the Annual Meeting.
2025	Commission intersessionally	<p>COMM (PA1) to develop initial operational MOs for the multi-stock TRO MSE. PA1 also to provide guidance to the SCRS on how to handle: trade-offs in species yields; changes in effort over time; changes in gear use over time; changes in closure periods over time; and, variable allocations over time (and therefore changes in geospatial effort and gear type over time).</p> <p>COMM (PA1) to meet intersessionally, with SCRS participation, to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - discuss CMPs, operational management objectives, and performance indicators - refine CMP(s) - recommend final operational management objectives and identify performance indicators <p>Ambassadors' meetings to be held.</p>	SCRS to develop an exceptional circumstances protocol through an iterative consultation process that provides, inter alia, guidance on a range of appropriate management responses should exceptional circumstances be found to occur
2025		SCRS development	SCRS to finalize MSE results, incorporating feedback from COMM through PA1.

		<i>Tropical Tunas (BET, YFT, Eastern SKJ)</i>	<i>Western Skipjack</i>
	SCRS implementation		SCRS to evaluate existence of exceptional circumstances in accordance with the EC protocol.
	Commission at Annual Meeting	COMM to adopt an MP, including the TACs.	
2026 and beyond*	Commission intersessionally		
	SCRS development	SCRS to provide final advice to COMM (PA1) on criteria for determining exceptional circumstances and inclusion in the exceptional circumstances protocol to be developed by Panel 1 in consultation with the SCRS.	
	SCRS implementation	<p>SCRS to develop an exceptional circumstances protocol through an iterative consultation process that provides, inter alia, guidance on range of appropriate management responses should exceptional circumstances be found to occur.</p> <p>SCRS to evaluate existence of exceptional circumstances in accordance with the EC protocol. (2027)</p> <p>SCRS to conduct periodic assessments to ensure that the conditions considered in MP testing are still applicable to the stocks.</p>	<p>SCRS to evaluate the existence of exceptional circumstances in accordance with the EC protocol.</p> <p>SCRS to conduct periodic assessments to ensure that the conditions considered in MP testing are still applicable to the stock.</p>

		<i>Tropical Tunas (BET, YFT, Eastern SKJ)</i>	<i>Western Skipjack</i>
	Commission at Annual Meeting	<p>COMM to adopt exceptional circumstances protocol in 2027 as a new Annex in MP.</p> <p>COMM to continue use of the MP to set TACs on the predetermined timescale for MP setting.</p>	<p>COMM to continue use of the MP to set TAC on the predetermined timescale for MP setting.</p>