

REPORT OF THE 2023 ICCAT ATLANTIC ALBACORE STOCK ASSESSMENT MEETING (INCLUDING MSE)

SUMMARY

The North Atlantic Albacore Stock Assessment (including MSE) Meeting was held 26-29 June 2023 in hybrid format. It focused on the Albacore Species Group's main objectives for 2023: implementing the adopted management procedure (MP) to provide TAC advice for 2024-2026, including the exceptional circumstances evaluation; conducting an N-ALB stock assessment; starting a new N-ALB MSE; and advancing research for all ALB stocks as described in the Albacore Year Program. The Group evaluated a new N-ALB Stock Synthesis (SS3) assessment model, with the objectives of an exceptional circumstances evaluation in the application of the MP, and as a basis for developing operating models for a new N-ALB MSE. SS3 was not intended for use in providing TAC advice (to be provided by the MP). A surplus production model was also considered during assessment. The results of both were generally consistent, and the Group agreed to use SS3 to characterize current stock status. The Group also evaluated other indicators of the Exceptional Circumstances Protocol and found no concerns in applying the TAC dictated by the MP for the next management period (2024-2026).

RÉSUMÉ

La réunion d'évaluation du stock de germon de l'Atlantique Nord (y compris la MSE) a été tenue du 26 au 29 juin 2023 dans un format hybride. Elle a porté sur les principaux objectifs du Groupe d'espèces sur le germon pour 2023 : mettre en œuvre la procédure de gestion adoptée (MP) afin de soumettre un avis sur le TAC pour 2024-2026, y compris l'évaluation des circonstances exceptionnelles ; réaliser une évaluation du stock de N-ALB ; commencer une nouvelle MSE pour N-ALB ; et faire avancer les recherches sur tous les stocks de germon, tel que décrit dans le Programme annuel sur le germon. Le Groupe a évalué un nouveau modèle d'évaluation Stock Synthesis (SS3) pour le germon du nord aux fins de l'évaluation des circonstances exceptionnelles dans l'application de la MP et pour servir de base au développement de modèles opérationnels pour une nouvelle MSE pour le germon du nord. SS3 ne visait pas à être utilisé pour soumettre un avis sur le TAC (qui sera fourni par la MP). Un modèle de production excédentaire a également été étudié lors de l'évaluation. Les résultats des deux modèles étaient généralement homogènes et le Groupe a convenu d'utiliser SS3 pour caractériser l'état actuel du stock. Le Groupe a également évalué d'autres indicateurs du Protocole de circonstances exceptionnelles et n'a relevé aucun motif d'inquiétude pour appliquer le TAC dicté par la MP pour la prochaine période de gestion (2024-2026).

RESUMEN

La reunión de evaluación del stock de atún blanco del Atlántico norte (incluye la MSE) se celebró del 26 al 29 de junio de 2023 en formato híbrido. Se centró en los principales objetivos del Grupo de especies de atún blanco para 2023: implementar el procedimiento de ordenación (MP) adoptado para proporcionar asesoramiento sobre el TAC para 2024-2026, incluida la evaluación de circunstancias excepcionales; realizar una evaluación del stock de atún blanco del norte; iniciar una nueva MSE del atún blanco del norte; y avanzar en la investigación para todos los stocks de atún blanco, tal y como se describe en el Programa anual de atún blanco. El Grupo evaluó un nuevo modelo de evaluación de Stock Synthesis (SS3) para el atún blanco del norte, con los objetivos de una evaluación de circunstancias excepcionales en la aplicación del MP y como base para desarrollar modelos operativos para una nueva MSE del atún blanco del norte. El SS3 no estaba destinado a utilizarse para proporcionar asesoramiento sobre el TAC (que se debe proporcionar mediante el MP). Durante la evaluación también se consideró un modelo de producción excedente. Los resultados de ambos fueron en general coherentes, y el Grupo acordó utilizar el SS3 para caracterizar el estado actual del stock. El Grupo también evaluó otros indicadores del protocolo de circunstancias excepcionales y no encontró inconveniente en aplicar el TAC dictado por el MP para el próximo periodo de ordenación (2024-2026).

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements

The hybrid meeting was held from 26 to 29 June 2023. The Atlantic Albacore rapporteur, Dr. Haritz Arrizabalaga (EU-Spain) and the meeting Chair, opened the meeting and welcomed participants. Mr. Camille Manel, ICCAT Executive Secretary, addressed the Group and welcomed the participants.

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

<i>Sections</i>	<i>Rapporteur</i>
Items 1 and 14	M. Ortiz and A. Kimoto
Item 2	P. Quelle, V. Zarate de Ortiz, and A. Kimoto
Item 3	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron, and G. Merino
Item 4	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron, and G. Merino
Item 5	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron, and G. Merino
Item 6	A. Kimoto, M. Ortiz, and M. Lauretta
Item 7	G. Merino
Item 8	G. Merino and H. Arrizabalaga
Item 9	S. Cass-Calay
Item 10	H. Arrizabalaga and G. Merino
Item 11	M. Ortiz and H. Arrizabalaga
Item 12	M.L. Araujo
Item 13	J. Ortiz de Urbina

2. Summary of input data for stock assessment and Management Procedure (MP) iteration

For further details please refer to the Report of the North Atlantic Albacore Data Preparatory Meeting (Anon., 2023).

2.1 Biology

A new natural mortality at age vector was presented at the Data Preparatory meeting. The Group agreed with all the biological parameters that were discussed and adopted at the Data Preparatory meeting (Table 1 in Anon., 2023).

2.2 Catches

Based on the updated fleet structure agreed by the Group (Table 8 in Anon., 2023), the ICCAT Secretariat provided the updated catch by fleet using CATDIS as of 31 January 2023 after the Data Preparatory meeting. The Group was informed that after the Data Preparatory meeting (Anon., 2023), the ICCAT Secretariat received some minor catch updates for the period 2019-2021 for the North Atlantic albacore and that the differences between CATDIS (input data for the Stock Synthesis (SS)) and Task 1 (as of 26 June 2023) are minimal ($< 0.1\%$ in weight). There was no update on the 2022 catch. ICCAT The ICCAT Secretariat will provide the Group with 2022 catches at the September Species Group meeting in 2023.

2.3 Size

After the Data Preparatory meeting, the ICCAT Secretariat provided the updated length compositions by year, quarter, and fleet following the decisions of the Group (section 5.1 in Anon., 2023). Length data by year and fleet in a 2 cm bin with a minimum sample size of $n = 90$ fish (4.5 log scale) was provided for input in the SS model. The annual size input frequencies were weighted by the number of samples by quarter. The ICCAT Secretariat informed the Group that there were no updates to the North albacore size frequencies since the Data Preparatory meeting.

SCRS/2023/118 presented the spatial distribution of albacore size in the North Atlantic caught by the Chinese Taipei longline fishery. The size samples were collected in the main fishing ground between 15°N to 40°N from 2018 to 2022 and ranged mostly from 80 to 120 cm fork length (FL). It was noted that albacore smaller than 100 cm FL were observed north of 30°N, whereas individuals larger than 100 cm FL were caught mainly south of 30°N.

The Group noted that the information in this document was originally shared with the modeling team before the Data Preparatory meeting and thanked the authors for providing this useful document. The Group acknowledged that this document supports separating the longline fisheries into two areas, North and South of 30°N in the assessment model. The Group asked if the fishing methodology changed between the North and South of 30°N. The authors explained that the Chinese Taipei longline fishing operation targeting albacore has changed over time. The fleet targeting albacore operated both North and South of 30°N in the early period. However, during the 2010s the fleet operations shifted to target mostly large albacore South of 30°N. The author also indicated that this fleet still targets large albacore, but there was a big shift of its target species to bigeye tuna in the tropical area, compared to the early period before 2000.

The Group discussed that the difference in albacore size by area (i.e., larger albacore is observed in the South of 30°N) might have a biological basis. Although little is known about the basic life cycle, the feeding migration of juveniles occurs toward higher latitudes while spawning grounds are in the lower latitudes of the North Atlantic. That could explain the difference between the size compositions North and South of 30°N.

2.4 Indices of abundance

The Group did not receive any new information on abundance indices after the Data Preparatory meeting (section 4 in Anon., 2023).

The 2018-year point of the Venezuela longline index was excluded from the analysis based on the decision made at the 2020 Atlantic Albacore Stock Assessment Meeting (Anon., 2020) due to the low spatial and temporal sampling coverage in that year.

2.5 Fleet structure

The Group agreed to follow the decision regarding the fleet structure to use in the SS platform made at the data preparatory meeting (section 5.1 in Anon., 2023). The fleet structure can be found in Table 8 (Anon., 2023), which contains 15 fleets.

3. Methods and Model Settings

3.1 Stock Synthesis Methods

The Group reviewed the preliminary SS (version 3.30.21, Methot and Wetzel, 2013) model assumptions, data configuration, model fits, and diagnostics presented in SCRS/2023/107. The SS model is a one-area, one-sex, annual time-step model for the North Atlantic albacore stock for the period 1930 to 2021. A total of 15 fleets (listed below and described in **Table 1**) and 8 abundance indices (Table 7, Anon. 2023, **Figure 1**) were included.

Fleet Structure: 15 fleets

- Baitboats (EU-Spain and EU-France), 1953-2021
- Baitboats – Islands seasons 1, 3, and 4 (EU-Portugal Madeira/Azores, EU-Spain, Canaries), 1958-2021
- Troll (EU-Spain and EU-France) + Gillnet (EU-France and EU-Ireland), 1930-2021
- Mid-water trawl (EU-France and EU-Ireland), 1987-2021
- Japan longline North (North of 30 degrees latitude), 1961-2021
- Japan longline South (South of 30 degrees latitude), 1961-2021
- Chinese Taipei longline North (North of 30 degrees latitude), 1968-2021
- Chinese Taipei longline South (South of 30 degrees latitude), 1968-2021
- U.S. and Canada longline North (North of 30 degrees latitude), 1980-2021
- U.S. longline South (South of 30 degrees latitude), 1980-2021
- Venezuela longline 1960-2021
- Korea, Panama and China longline, 1960-2021

- Other longlines, 1965-2021
- Other surface gears, 1978-2021
- Baitboats - Islands season 2, 1965-2021

Indices of Abundance: 8 CPUE

- Baitboats, 1981-2021(2020 no data)
- Japan longline North, 1988-2009 (2010 excluded)
- Japan longline South, 1988-2021 (2013 excluded)
- Chinese Taipei longline North, 1999-2021
- Chinese Taipei longline South, 1999-2021
- U.S. longline North, 1987-2021
- U.S. longline South, 1987-2021
- Venezuela longline, 1991-2017 (2018 excluded)

Each index series was normalized to a mean of one. The Group supported the decisions made at the Data Preparatory meeting and the 8 indices (5 indices for North of 30°N area, and 3 indices for South of 30°N area) introduced in the assessment were normalized to an average standard error of 0.2 for each series, preserving the interannual variability of the original index.

The Group noted the change in the time resolution from the initial model to the reference case from a quarterly to an annual timestep. This change greatly reduced the model complexity and led to an overall better fit to the different data series. Several diagnostics analyses were performed to evaluate the model specification and convergence. The Group requested some clarifications and additional analyses, which included an evaluation of the recent high recruitment deviations and what data are driving those estimates, an evaluation of growth with the addition of the length-at-age data and comparison with published growth models, a comparison of time series with prior assessment, data weighting assumptions, and model convergence. It was demonstrated that the recent high recruitments are primarily informed by the baitboat index (referencing ages 1 to 4, with peak selectivity for ages 2 and 3), which shows a sharp increase in CPUE during that period. Comparison of growth estimates to published studies (Bard *et al.*, 1981, Santiago *et al.*, 2005) showed good agreement and validated the growth estimates within the model. The Group commented that the addition of the length-at-age data greatly improved the model and allowed for the estimation of growth parameters directly in SS. A comparison of time series between the current SS model and the prior assessment indicated that differences in biomass time series are primarily due to the addition of the new data and that the results (scale and trend) are very similar when the data are truncated to the same period as the previous 2020 Atlantic Albacore Stock Assessment. Specifically, the updated CPUEs show an increasing trend since the last assessment across the data series.

The Group recommended exploring alternative data weighting, especially reweighting the length composition using the Francis method (Francis, 2011), as well as sensitivities with the CPUE and age data iteratively upweighted. It was shown that growth estimation varies depending on the weighting of the length-composition versus length-at-age data, and that the age data are important for improved estimation of growth. It was noted that additional age samples of larger fish (>100cm) would further improve growth estimates. Removal of each index series from the model (Jackknife analysis) showed the large influence of the bait boat CPUE on recent recruitment and biomass trends. Removal of other indices had less influence on the time series.

A brief description of the model inputs and revised model structure, based on the Group's recommendations for a base model configuration, is described below.

Growth and Natural Mortality

Growth was directly estimated in SS assuming a von Bertalanffy growth model (**Figure 2**). The natural mortality-at-age was scaled internally assuming a Lorenzen function (**Figure 3**) and base M of 0.36 at age 6, derived using the approach of Hamel and Cope (2022) and assuming a maximum age of 15 (Anon. 2023).

Length Compositions and Fleet Length-based Selectivities

Annual length composition data were input as straight fork lengths (cm) by fleet aggregated into 2 cm length bins across a range from 26 to 158 cm (**Figure 4**). Length composition data were modelled assuming a multinomial distribution with the effective sample size equal to the natural logarithm of numbers of measured fish. The Group discussed alternative effective sample size assumptions and recommended exploring alternative scaling approaches, to be explored intersessionally.

Length-based selectivity was estimated directly for fleets 1 to 12. The baitboat and mid-water trawler fleets showed a multimodal length composition and were modelled with a cubic spline function. For the cubic spline assumption, the number of nodes was set equal to 3 and 4 (respectively for each of both fleets), based on exploration of alternative parameterization and model fits. For nodes position, the SS auto-generation feature was used (Methot *et al.*, 2020). The U.S. longline south and Venezuela longline were assumed to have logistic (asymptotic) selectivity. The remaining fleets, including the longlines and surface fisheries, were modelled with a double-normal function, with the exception of fleets 12, 13, and 14, which were mirrored to the U.S. longline south fleet. For the baitboat islands (fleets 2 and 15), troll and gillnets (fleet 3), and mid-water trawlers random walks were used to fit the interannual changes in the length distribution data which could be related to changes in the availability of fish between years. Time blocks were defined for Japanese and Chinese Taipei longline fleets to differentiate the changes in selectivity during the target, transition, and bycatch period: for the Japanese longline fleet until 1969 (as offset), 1970-1975, 1976-2021, and for the Chinese Taipei fleet until 1986 (as offset), 1987-1998, 1999-2021.

Conditional Age-at-Lengths

The aging information was modelled as conditional age at length (CAAL) due to the relatively sparse age-length information across the time series and to not assume the data were representative of ages across the full range of sizes. The age-length pairs (3953 records from spine samples) are input as age frequency distributions by length bins (at 2 cm intervals) for each year and quarter, assumed collected by baitboats, trawl, and gillnets (**Figure 5**). Age information was input with an aging error vector calculated with data from 2011.

Initial F Assumptions

Previous to 1930, catch at equilibrium was assumed for fleet 3 to be equal to 10,000 t. Initial F was estimated directly in SS.

Length-weight relationship

The length-weight relationship used in the model was: $W \text{ (kg)} = 1.339e-4 * SFL \text{ (cm)}^{3.107}$ (Santiago, 1992).

Maturity

The age at 50% maturity was assumed to be age 5 and full maturity at age 6: 0 (ages 0-4), 0.5 (age 5), 1 (ages 6-15).

Stock-recruitment relationship

A Beverton-Holt stock-recruitment relationship (with a flat top) was assumed with sigmaR fixed at 0.4, based on the FishLife life history database. R0 and steepness were freely estimated. Recruitment deviations were assumed to follow a lognormal distribution estimated on a log scale as $N(0, \text{sigmaR})$ variates with a min and max of -5 and 5, respectively. Zero recruitment deviations were assumed until the start of informative data about relative stock abundance beginning in 1960, and recruitment was not estimated for the terminal three years. The lognormal bias correction for the mean of the stock recruit relationship was applied following the method of Methot and Taylor (2011).

3.2 Surplus Production Models *mpb*

In 2016 and 2020, the North Atlantic albacore was assessed using the biodyn algorithm for a biomass dynamic production model based on Automatic Differentiation Model Builder (ADMB), which is available in the *mpb* package of the FLR project (www.flr-project.org) repository. The biodyn algorithm was validated against the surplus production model (ASPIC) in Kell *et al.*, 2017, by checking that it provided the same results using the 2013 Albacore Stock Assessment inputs and assumptions, and it is the algorithm that was used in the MSE framework (Merino and Arrizabalaga, 2016; Merino *et al.*, 2017). For the 2016 North and South Atlantic Albacore Stock Assessment, the Group selected five CPUE series for use in the production model and the same updated indices were used in the 2020 Atlantic Albacore Stock Assessment. The Group reviewed the data inputs and model settings and expressed no concerns with the decisions made at the Data Preparatory meeting. The ICCAT Secretariat noted the decision made following the Data Preparatory meeting to remove the last year of the Venezuelan longline CPUE index due to very limited observer coverage. The Group supported this decision. The selected indices showed an overall increasing trend since 2010 (**Figure 6**), which could reflect the increasing trend of the stock in the last decade when the catches have been below the adopted Total Allowable Catches (TACs).

Following document SCRS/2023/100 and the model configuration described in the *Recommendation by ICCAT on conservation and management measures, including a Management Procedure and Exceptional Circumstances Protocol, for North Atlantic albacore* Rec. 21-04) (**Tables 2 and 3**), the Group agreed to define the Reference Case including the 5 CPUE series, excluding the Japanese longline 2013 and the Venezuelan longline 2018 values.

4. Model diagnostics

4.1 Stock Synthesis

The SS reference case model converged (final gradient = 0.000847942) with a positive definite Hessian matrix. The estimated parameters included five growth model parameters, two stock-recruitment parameters (R_0 and steepness), one initial F parameter, 47 recruitment deviations, and the remaining parameters were fleet length-based selectivity parameters and selectivity random walk deviates. Parameter estimates, asymptotic standard errors, and assigned priors are provided in **Table 4**. In the reference case model, a prior was assigned to steepness, based on the estimate from the last assessment workshop ($h=0.75$), and the midwater trawl selectivity. The Group noted the model was able to estimate selectivity, demonstrated by a well-defined posterior that diverged noticeably from the prior and the likelihood profile analysis that showed a defined minimum. The Group recommended removing the prior on steepness and adding priors to particular selectivity parameters that showed very large standard deviations to improve the overall stability of the model (top logit parameters of fleets with double-normal selectivity, exclusively). These revisions to the reference case will be made intersessionally.

A jitter analysis was conducted to evaluate whether the model converged to a global solution, by applying a random deviation to starting values of 10%. None of the jitter runs indicated a lower negative log-likelihood than the reference case model (**Figure 7**), however, a fraction of trials failed to converge. The removal of prior on steepness from the initial model resulted in better convergence across trials (76% of trials converged compared to 50%, and the gradient was reduced), and the Group recommended the analytical team evaluate the performance of the model with the assigned priors on selectivity parameters. This work will also be conducted intersessionally, after all recommended revisions are incorporated.

Plots of the observed versus fit data and residual plots were examined to evaluate model fit to the indices (**Figure 8** and **Figure 9**) and length composition data (**Figure 10**). Overall, the model demonstrated an acceptable fit to some of the indices of abundance, but a general lack of fit was observed for the baitboat, U.S. longlines, and Venezuela longline indices. Runs tests were applied to the residual series of each index and length composition in order to quantitatively evaluate the randomness of the overall fit to the different time-series. There was evidence ($p < 0.05$) to reject the hypothesis of randomly distributed residuals for the baitboat, U.S. longline North and South, and the Venezuelan longline indices, supporting the conclusion of the model's lack of fit to those data (**Figure 11**).

Likelihood profiles were run on the estimated mean unfished equilibrium recruitment (R_0 , log-scale), steepness (h), mean asymptotic length (L_{inf}), and growth rate (k) across a range of plausible values (**Figure 12**). The profile of R_0 by data component showed a well-estimated minimum, with general agreement across data components of an estimate between approximately 11.2 and 11.6 (natural log-scale). Similar to R_0 , the profile on steepness indicated the parameter is estimable, although there was less agreement across data sources compared to R_0 . The profiles on growth parameters (L_{inf} and k) also indicated that these parameters were well-determined, primarily informed by the conditional length-at-age data. The estimates of stock-recruitment R_0 and steepness were 11.4 and 0.67, respectively, and the estimates of growth L_{inf} and k were 125 and 0.19, respectively (**Table 4**). The k and steepness values were similar to the estimated median values of albacore species from the FishLife R package ($h=0.64$ and $k=0.18$).

The retrospective analysis of 5-year peel-off (**Figure 13**) indicated that spawning stock biomass and fishing mortality were consistently estimated across trials, with Mohn's rho estimates of 0.01 and 0.00, respectively. The capacity of the model to predict the CPUEs was analyzed with the hindcasting analysis and the performance was evaluated with the mean absolute scaled error (MASE) value (Carvalho *et al.*, 2021) (**Figure 14**). The results indicate that the model could predict the JP LL North and South CPUEs. The influence of each CPUE on the estimated recruitment was evaluated with a Jackknife analysis, by running the model removing one index each time. The results indicated that the high recruitment of the last four years was mainly driven by the baitboat index.

The Group noted the set of diagnostics reviewed during the meeting were based on the initial model with recruitment estimated for the years 2019 and 2020. Following the Group's decision of not estimating recruitment for 2019-2021, it has been recommended that the full set of diagnostics be rerun for the reference case model where the last three years (2019-2021) recruitment are not estimated. This work will be conducted and reviewed intersessionally, after all recommended revisions are incorporated into the reference case model.

By comparison with the N-ALB assessment model of 2013 which used the Multifan-CL platform and different assumptions, the SS reference case estimated similar steepness and SSB value in 2011 (the terminal year of the 2013 Stock Assessment) as Multifan-CL, if only data until 2011 was considered in the reference case.

Sensitivity analysis

The sensitivity analyses suggest that the reference model is very robust in the results of the model, however, the Group suggested further analysis be done intersessionally, to optimize this reference model for the construction of the N-ALB MSE Operating Models (OMs), including 1) exploration of alternative data weighting, including Francis reweighting (Francis, 2011) of the length composition data, and sensitivity analyses that up weight individual data types (e.g. CPUEs, length composition, and conditional length-at-age by using the lambda's parameters in SS), 2) removal of the prior on steepness and addition of priors for fleets that use the double-normal selectivity (top logit parameters), 3) recalculation of effective sample sizes for the length composition and the age composition (rescaled on the natural scale versus log-transformed), and 4) remove the minimum sample size on the age at length data, to include the largest size fish samples.

During the Data Preparatory meeting, it was decided to conduct a sensitivity analysis including the historical Japanese abundance series to check whether productivity estimates improved. The sensitivity analysis including the JPNLL target (1959-1969) index as well as the early bycatch (1975-1987) periods indices estimated a similar steepness value ($h=0.65$) as the reference case ($h=0.67$).

4.2 Surplus Production models mpb

The Group discussed the model configuration and diagnostic analysis. In particular, the interpretation of bivariate residual plots that were developed for likelihood exploration (**Figure 15**) was discussed. It was clarified that the data sources that best inform model parameters are associated with the lowest penalties (i.e., the larger and darker symbols in **Figure 15**). This analysis shows that the longline indices of Chinese Taipei and to a lesser extent Japan, best inform the estimate of intrinsic growth rate r , and overall, corroborate that this model is largely driven by the Chinese Taipei longline CPUE (as in the 2016 and 2020 assessments). The other indices show larger penalties that are nearly constant across a wider range of r , implying that they are less informative. The Group agreed that the residual plots generally support the estimability of the surplus production model parameters (e.g., r , K), and noted that there was a strong positive linear relationship between r and F_{MSY} , which is to be expected given the limited parameters used in surplus production models. An additional analysis fitting the surplus production model removing one index at a time was provided and the Group noted that in the absence of Chinese Taipei CPUE, the model would be driven by the Japanese index. Overall, the model seemed robust to sequentially dropping one CPUE series.

Other model diagnostics examined residuals of fit (**Figures 16, 17, 18, 19, 20, 21**) and retrospective analyses (**Figure 22**). The Group discussed the retrospective pattern in B/B_{MSY} in the terminal years, and in B in the initial years. Smaller retrospective patterns were also present in the F/F_{MSY} estimates in the terminal years. The Group discussed if the retrospective pattern was sufficient evidence to reconsider the model that is the basis of the management procedure. However, the Group also noted that the peak biomass estimate in the model may be driven by the maximum values of the CPUE series that occurred 2-5 years prior to the terminal year, so the retrospective pattern could also be caused by simply removing the most recent years of data that reduce the increasing trends in CPUE observed until 2018. Overall, the Group agreed that diagnostics showed a good statistical performance of the model. The estimated biomass and catch trends were plotted against the estimated production function in **Figure 23**. This figure shows that in the early years, the catch exceeded the surplus production of the stock, but in recent years the surplus production has been larger than the catch, which probably explains the observed increases in CPUE and the estimated increase of biomass since 1992.

5. Model results

5.1 Stock Synthesis Model estimates

The time series of spawning stock biomass (SSB), fishing mortality (measured as biomass exploitation rate), and recruitment estimates are listed in **Table 5** and plotted in **Figures 24, 25, and 26**, respectively. SSB showed a sharp decline between the mid-1950s and mid-1960s in response to the increased harvest (catches reached a maximum of 64,634 t Task 1 NC, in 1964) during this period. SSB remained at a lower and relatively stable level until 2006; since then, SSB has shown a steady increase until the end of the time series in 2021. Notably strong recruitments were estimated for the years 1963, 2016, 2017, and 2018. The latter three recruitment estimates have resulted in a sharp increase in biomass during the model terminal years. The Group noted that the initial model iteration estimated recruitment for 2019 and 2020, but it was recommended to not estimate those years, as there is little information to inform those estimates, as evidenced by a large associated standard error. Fishing mortality was estimated as harvest rate in proportion to biomass. In general, F estimates were low at the beginning of the time series but increased sharply during the 1950s, and remained high until 1980s when catches begin to decline notably.

The estimates of F since 2008 have been consistently lower, with a terminal year harvest rate estimate in 2021 of 0.05 (**Table 5**).

The estimated benchmarks (MSY-based reference points) with their respective 95% confidence intervals from the SS reference case were: $SSB_{MSY} = 93202$ t, [51,136 – 135,269] $F_{MSY} = 0.131$ [0.095 – 0.167] (harvest rate), and $MSY = 41,995$ [38,860 – 45,130] t.

The trajectories of SSB/SSB_{MSY} and F/F_{MSY} , uncertainty, and stock status were estimated using the Multivariate Log-Normal method (ss3diags R package, Winker *et al.*, 2022) that uses the covariance matrix estimated within the SS reference case (**Figure 27**). The uncertainty and density plots were estimated from 10,000 iterations for SSB/SSB_{MSY} and F/F_{MSY} . The model estimated median values of $SSB_{2021}/SSB_{MSY} = 2.19$ (95% CI: 1.21-4.01) and $F_{2021}/F_{MSY} = 0.45$ (95% CI: 0.29-0.71), respectively. The median of the stock status trajectory was estimated within the green quadrant of the Kobe plot since 2008 (**Table 6**), while in the terminal year, 2021, 99.6% of the iterations fall within the green quadrant.

5.2 Surplus Production models *mpb*

The results of the Reference Case assessment for North Atlantic albacore using the surplus production model *mpb* are shown in **Table 7** and **Figure 28**. Results indicate a decreasing biomass trend between the 1930s and the 1990s and an increasing trend since then. Relative to MSY benchmarks, the Reference Case scenario estimates that the stock has been above B_{MSY} in the last decade and fishing mortality below F_{MSY} for a slightly longer period (**Figure 29** and **Table 8**). The Kobe phase plot shows a typical pattern of development, overexploitation, and recovery of the stock (**Figure 30**). The probability of the stock currently being in the green area of the Kobe plot (i.e., not overfished and not undergoing overfishing, $F < F_{MSY}$ and $B > B_{MSY}$) is 100 %. Therefore, the probability of being in the red (i.e., overfished and undergoing overfishing, $F > F_{MSY}$ and $B < B_{MSY}$) and yellow (overfished and not undergoing overfishing, $F < F_{MSY}$ and $B < B_{MSY}$, or not overfished but undergoing overfishing, $F > F_{MSY}$ and $B > B_{MSY}$) areas is 0%. Consistency with the 2016 and 2020 stock assessments was evaluated by comparing the biomass trend of this year's Reference Case with the 2016 and 2020 stock assessments' Base Case (**Figure 31**). The Group noted that the current estimate of absolute biomass is below that of the 2016 and 2020 stock assessments base case. This is driven by the larger intrinsic growth rate estimated. The estimated relative biomass and fishing mortality are very similar to the previous assessments which suggested a stability of the population at relatively large levels of biomass. In terms of estimated productivity (MSY), the estimated value in 2023 is larger (39 k tons) than the estimated values in 2020 (38 k tons) and 2016 (37 k tons).

The bootstrapped results are used to estimate uncertainty on parameters and reference points (**Figure 32**). The Group considered the probability density plots (**Figure 27** marginal distributions, **Figure 30**) and noted that some distributions deviated from the assumption of a normal distribution (i.e., high Biomass, low F_{MSY}). The Group recommended that these estimates be reviewed to ensure they were not the result of model runs that did not converge. This was checked and it was noted that they did converge but suggested a local minimum with lower r values, higher K (which are highly correlated as shown in the likelihood exploration), and lower F_{MSY} with higher B_{MSY} , also correlated. The density plots for MSY and current stock status developed from the posterior estimates of the bootstrapped model are normally distributed.

The Group also noted that the current surplus production model results appear to change the scale of biomass by about 30% relative to the previous assessment, which may indicate a need to reevaluate the model framework or the management procedure. However, it was noted that this was the result of the highly correlated parameters, with higher r and lower K compared to the previous assessments, but with similar estimates of productivity (MSY, 37K tons in 2016, 38 thousand tons in 2020 and 39 thousand tons in 2023). In cases where the scale of biomass is difficult to estimate, some species groups (e.g., bluefin tuna) have elected to use empirical management procedures rather than model-based. However, the Group also concluded that the evidence from all the models is consistent in that catches in recent years have been below the surplus production of the stock, which has allowed the biomass to increase.

In summary, the available information indicates that the stock biomass has continued to increase, as reflected in the observed CPUE values. The increase in stock biomass was likely facilitated by the recent catches below the adopted TACs, and the stock is now estimated to be in the green quadrant of the Kobe plot with a very high probability.

5.3 Synthesis of assessment results

The Group agreed to develop the best available scientific characterization of stock status based on the SS reference case and to use the model outputs to serve as a Status Check to confirm that stock status and catch projections are consistent with the results from the iteration of the management procedure (MP).

The Group noted that the SS reference case incorporated more detailed data (specifically length compositions and length-at-age data), age-specific biological functions, and time-varying selectivity patterns for the various fishing fleets compared to the surplus production model from the MP. Therefore, the results of SS are useful to compare the results of both models. Harvest rate, biomass, stock status, and MSY estimates, were relatively consistent with the updated *mpb* surplus production model. Both suggested that the stock is currently not overfished (B_{2021}/B_{MSY} : 2.19 by SS and 1.54 by *mpb*), and is not undergoing overfishing (F_{2021}/F_{MSY} : 0.45 by SS and 0.53 by *mpb*).

6. Stock Projections

It was discussed if the Group will conduct stock projections for the North Atlantic albacore. The Group was reminded that the management advice in 2023 will be based on the MP defined in Rec. 21-04, and the projection results will not be used to provide management advice to the Commission. Currently, the Group has been developing the new MSE Operating Model based on the SS platform, which is a new methodology for the North Atlantic albacore stock MSE. The Group highlighted the importance of a smooth transition to the new approach. For this purpose, the Group suggested comparing the outputs between the SS platform and the application of the MP of Rec. 21-04 by conducting a deterministic stock projection from SS.

The Group discussed the settings of the projection:

- Project five years (2022-2026),
- Project a future constant F scenario of $0.8 \times F_{MSY}$ (current reference mortality in the MP),
- Use the 2021 fleet selectivity,
- Future recruitment values (2019 and forward years) would be taken directly from the stock-recruitment relation estimated within the model.

The Group reviewed the results of the SS projections (**Figure 33**). It was noted that given the stock status in 2021 and that in recent years the total removals had been below the adopted TAC, the estimated catches for 2023 and the consecutive first 5-years are high (**Figure 33-b**). In addition, the model estimated relatively large recruitment inputs in 2015-2018 (e.g., exceptionally high positive recruitment deviations (**Figure 33-d**) that would be available to the fisheries during the start of the projection period (**Figure 33-a**). It was noted that these high recruitment levels have been only seen during the early 1960s in model history, and it was questioned if they were biologically plausible. Overall, it was noted that both the estimated *mpb* and SS stock status in 2021 indicated that the stock is not overfished nor undergoing overfishing (i.e., green quadrant of the Kobe plot) and the projected yield by SS (**Table 9**) is comparable to the TAC resulting from the application of the MP for the period 2024- 2026 (section 7).

7. Interaction of the Management Procedure

Document SCRS/2023/100 describes the application of the N-ALB MP, which includes the use of catch and five abundance indices to fit the surplus production model *mpb* and a decision rule (or Harvest Control Rule, HCR) to determine the TAC for the period 2024-2026. The median values of the *mpb* model output were used to estimate the TAC for 2024-2026. Noting that the biomass at the end of 2021 is estimated to be larger than $B_{Thresh} = B_{MSY}$, the TAC is calculated as follows:

$$\begin{aligned} TAC &= F_{target} \times B_{current} \\ &= 0.8 \times F_{msy} \times B_{2021} \\ &= 0.8 \times median(F_{msy}) \times median(B_{2021}) = (0.8 \times 0.1146443 \times 519,799 \\ &= \mathbf{47,673.59 \text{ t.}} \end{aligned}$$

However, the stability clause in Recommendation 21-04 imposes that “*The maximum change in the catch limit (DMAX) shall not exceed 25% in case of increase or 20% in case of decrease of the previous recommended catch limit when $B_{CURR} \geq B_{THRESH}$.*”. The TAC for the period 2021-2023 ($TAC_{2021-2023}$) was 37,801 t and the estimated TAC for 2024-2026 would exceed the allowed maximum change in TAC ($1.25 \times TAC_{2021-2023} = 47,251$ t). Therefore, the TAC advice for the period 2024-2026 is estimated at **47,251 t**.

8. Evaluation of Exceptional Circumstances

The documents SCRS/2023/P/075 and SCRS/2023/101 were presented to evaluate the potential existence of Exceptional Circumstances according to the available indicators. The natural mortality (M) at age vector adopted during the Data Preparatory meeting is not substantially different from the values of the OMs used in the MSE (**Figure 34**). Document SCRS/2023/101 evaluated the performance of the MP adopted in Recommendation 21-04 for a robustness grid of OM conditioned using the new natural mortality vector adopted by the Group during the Data Preparatory meeting. Results suggested that the productivity of the stock and the status of the stock at the start of the simulations were more optimistic than previously estimated. The MP applied to the robustness OMs resulted in a higher probability of being in the green quadrant of the Kobe plot and a higher catch in the long term than with the reference grid of OMs.

Document SCRS/2023/P/075 compares the trends for biomass (**Figure 35**, **Figure 36**), and fishing mortality (**Figure 37** and **Figure 38**) estimated in the MSE simulations (OMs and MPs) against the estimates of the *mpb* and the SS models in 2023, and recent observations of CPUE (**Figure 39**) and catch (**Figure 40**). This analysis is developed following the indicators described in Annex 2 of Recommendation 21-04. With regards to the estimated relative biomass (B/B_{MSY}), the Group noted that the values estimated by the SS model are larger than those in the MSE for the period 1930-1957, and this was attributed to the skewed production function estimated for the stock by the SS model and the higher depletion estimated for B_{MSY} . Although, according to the protocol this was identified as an exceptional circumstance, it was not considered an impediment for the application of the MP. The estimates of *mpb* fall within the values (95% CI) estimated in the MSE, both in the OMs and MPs. In addition, the CPUEs also fall within the values estimated in the MSE except for the year 2018 for the EU-Spain baitboat CPUE, which was slightly larger than the estimated for that year. Regarding the catches, the Group noted that they have been lower than the adopted TAC used in the HCR or MP for most years except for 2019, when it was exceeded by 3.5%.

In summary, the Group concluded that no exceptional circumstance(s) were identified that preclude the application of the MP to set the TAC for the period 2024-2026.

9. Discussion on the new MSE: steps and timeline

According to Rec. 21-04, the SCRS shall continue the development of a new MSE framework to support the possible adoption of a new MP by the Commission no later than 2026. Accordingly, the MSE roadmap reflects that the albacore species group and the SCRS should start this process in 2023. The recommendations of the Group for the new MSE are described below.

Potential Reference set

The Group recommended evaluating, at a minimum, the following axis of uncertainty for the new MSE and alternative approaches as indicated below.

- Uncertainty in natural mortality (M; e.g., CV = 20%).
- Uncertainty in recruitment variability (sigma R; e.g., mean = 0.4, CV 20%).
- Uncertainty in model component weighting (e.g., reference case and increase lambdas to 2 for size, age composition, and CPUEs; 4 levels)

Potential robustness set:

- Changes in unfished recruitment (e.g. R0; up and down 20%).
- Changes in recruitment variability (e.g. sigma R; mean = 0.6, 0.2)

Tuning

To facilitate the evaluation of management objectives tradeoffs, the Group agreed that there is added value in tuning the CMPs (e.g., to 60% probability of being in the green quadrant of the Kobe plot), especially when comparing a broader suite of both model-based and empirical CMPs.

Management Objectives/Performance Metrics: The Group recommended that pending further interactions with the Commission Panel 2, the current suite of management objectives should be retained. In addition, the Group noted that extending the CMPs to include empirical approaches may require the consideration of a maximum acceptable probability of falling below B_{lim} , but that the Group could use previously accepted performance metrics for safety until further guidance is available.

Observation Error Model (OEM) Improvements: The Group noted that the BFT OEM used the relevant CPUE statistical properties of each index to project predicted CPUE while the N-ALB OEM did not, instead only random error was considered. However, the BFT OEM did not consider uncertainty in the historical CPUE observations which was a feature of the N-ALB OEM. The Group saw advantages to both approaches. It is valuable to consider historical uncertainty in CPUE because changes in standardization approaches and other improvements often result in changes in the annual CPUE time-series and it is generally accepted that uncertainty in CPUE projections should include the appropriate statistical properties of the index (e.g. variation, autocorrelation). The Group recommended that both sources of observation error be considered when feasible.

Incorporation of Climate Change into the MSE

The Group reviewed a peer-reviewed publication that evaluated the robustness of the N-ALB HCR to potential changes induced by climate change (Merino *et al.*, 2019). It was discussed that climate change can also cause, for example, shifts in distribution that results in mismatch between fisheries and the marine resources (changes in catchability), changes in habitat quality, fish behavior, and genetics/gene expression that influence biological characteristics. The Group discussed whether to include these changes in the reference or robustness grids and decided to include potential changes in stock productivity (i.e., potential changes in R_0 and σ_R) in the robustness grid to evaluate whether CMPs are resilient to future changes in the magnitude and variability in recruitment that could result from climate change. This approach is consistent with the guidance from the Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). While there is still debate within the SCRS, the Group agreed not to include potential climate change effects in the reference grid until the underlying mechanisms are better understood but may be examined in the robustness tests.

Improving Documentation

The Group reviewed the most recent consolidated document (N-ALB_MSE_document_June2023.pdf) describing the current MSE approach and considered it complete. The new MSE approach will be described in a new, improved document. With regard to improving the documentation of the MSE process, the Group noted that it was difficult to keep the consolidated document updated as the MSE process evolved, that no instructions were available to guide that process, and that the final document might not be very useful in its current state because few are aware of it and it is difficult to find. The Group noted that the WGSAM recently recommended a unified approach to the organization and storage of these documents, and agreed that that is a useful and appropriate approach. In particular, WGSAM recommended that a live version of the ICCAT MSE documents and materials be made available on the ICCAT website. The Group also reviewed the current MSE webpages used for other groups (e.g., BFT, Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna, CCSBT) and found them useful but noted that posting and maintaining this information requires resources from the ICCAT Secretariat.

The Group also discussed the need to better identify information needed by the Commission, including plain-language summaries to facilitate communication with non-technical audiences. Until the WGSAM guidance is finalized, the Group recommended two examples that are considered particularly effective, N-SWO and CCSBT. While the bluefin tuna example is extremely comprehensive, it was particularly time-consuming to prepare and maintain, and is also extremely technical in nature. To avoid overextending the available resources, the Group highly recommended a less onerous process.

MSE Roadmap/Timing

The Group agreed that it would be efficient to seek feedback from Panel 2 about the management objectives and performance metrics in order to focus the workload. A comprehensive MSE meeting with Panel 2 is recommended in 2025. During that meeting, the Group agreed to summarize the existing MSE approach and MP, highlight improvements made, and present the new CMPs and their performance relative to stated management objectives. It will also be necessary to highlight any decision points that require further Commission feedback.

10. Responses to the Commission

Rec. 21-04 requested to *evaluate the percentage by which catch data are underreported, that would trigger an occurrence of exceptional circumstance.*

Document SCRS/2023/101 evaluated scenarios of unreported catches consistently exceeding the TAC in the future. The study concluded that unreported catch of 10% or more above the TAC would result in NOT achieving the management objective of being in the green quadrant of the Kobe plot with at least a 60% probability. The Group noted that this should be interpreted as a percentage (%) of increase of unreported catch above the TAC that is not reported relative to historical levels.

The SCRS currently has no data or information to suggest that there is substantial underreporting of northern albacore catches.

11. Recommendations

11.1 Research and Statistics Recommendations

Due to the current limitations of the Mediterranean albacore stock assessment, the Group recommends a network of researchers be established to work intersessionally on the development of a comprehensive and coherent research plan for this stock to be integrated within the Albacore Year Programme (ALBYP), together with the North and South Atlantic stocks research plans.

The Group recommends that CPCs and the ICCAT Secretariat work together to complete the Task 1 NC data for the Mediterranean albacore before the next assessment. The Group has identified this as one of the main uncertainties in past assessments and recommended to consider methods developed by the WGSAM to estimate unreported catches.

The Group recommends the review and update of the fisheries statistics of Mediterranean albacore from the Egypt fleet(s) available in the ICCAT Secretariat databases.

The Group recommends that research should focus on identifying the main oceanographic factors that are associated with northern albacore migratory patterns, the size distribution of the population, and overall interaction with the different fleets to better understand the trends from fishery-dependent indicators.

The Group recommends that, when possible, indices of abundance be provided both in number and weight units for the different model platforms for evaluation of the Atlantic albacore.

The Group recommends that the reference SS model proposed for the new N-ALB MSE be optimized, as indicated in this report (Section 4.2).

The Group recommends that the WGSAM review and evaluate approaches to include in the assessment models the estimates of variability associated with indices of abundance. It was noted that different Species Groups have used different approaches for the same platform, and between platforms. The Group suggested that a comprehensive simulation study would allow for testing alternative configurations.

11.2 Management

The Group concluded that no Exceptional Circumstances were detected that would preclude the application of the MP. Therefore, the Group applied the MP to calculate the next TAC for the period 2024-2026. The resulting TAC is 47,251 t which represents a 25% increase with respect to the previous one.

12. Albacore Research Program: update on ongoing activities and future planning

12.1 Reproductive biology

SCRS/2023/117 provided an update on the reproductive biology study for South Atlantic albacore tuna. Samples from three capture areas and longline fleets, including Brazil and China Taipei were collected. The size range was 83-115 SFL cm. Larger sizes were observed at lower latitudes, and the estimated L_{50} values for males and females were 102.3 SFL cm and 96.3 SFL cm, respectively. The estimated L_{50} s are larger than in previous studies. Reproductive active females were mainly collected in the area where the Chinese Taipei fleet operates. Batch fecundity ranged from 0.14 to 1.7 million oocytes. Preliminary age analysis using spines, identified between 7 to 8 annual rings, however it is expected a higher total number of annual rings due to the non-visible rings in vascularization zones in the spine.

The Group congratulated the team for the work conducted and recommended to confirm the L_{50} estimates, which are higher than observed in other studies, as well as the sex-specific differences in maturity. In addition, the Group noted the importance of aging large fish (e.g., 200 fish larger than 100 cm) both for having a reliable estimate of A_{max} (used to derive estimates of natural mortality M) and to improve the growth estimation in SS. The Group considered that it could be interesting to validate growth through bomb radiocarbon techniques, although it was noted that other validation methods had been used to calibrate growth curves at least in the northern albacore stock. The Group also noted that a comparative study between hard parts (spines and otoliths) could be of interest in order to avoid aging large fish using spines only, as some rings are reabsorbed.

The consortium working on North Atlantic albacore reproductive studies informed that samples from Chinese Taipei collected in 2022 had arrived and would be processed in the following months.

12.2 E-tagging

SCRS/P/2023/028Rev reported an update of the electronic tagging activities conducted between 2019 and 2023, using different tagging platforms. So far 93 archival and 34 PSATs have been deployed in the Bay of Biscay and the Canary Islands. Results revealed some of the challenges as well as the main results obtained so far in relation to the main objective, which is to improve our knowledge of the lifecycle and habitat use by the North Atlantic albacore stock. Since the information provided during the Data Preparatory meeting, additional internal archival tags have been recovered, including one with more than one year at liberty that performs a very similar migration pattern compared to the previous long-term recovery available, visiting similar overwintering areas and showing site fidelity to the Bay of Biscay during consecutive summers.

The Group acknowledged that tracks already cover at least part of the albacore life cycle, however, the spawning migrations yet remain elusive and reminded the need to both improve tag retention and to try additional deployments in the West Atlantic areas. The Group noted that while accumulating a large dataset might be complex and expensive in the case of albacore, collecting a sufficient amount of e-tag data could allow to build realistic spatial distribution models that could be useful for a range of purposes including CPUE standardization, distribution shifts due to climate change, etc. Finally, it was requested that Group participants share and spread widely the posters announcing the rewards for recovered archival tags.

The Group confirmed the intention to continue research on reproductive biology and e-tagging within ALBYP in the coming years. The Group also noted that in case of budget reduction, a cost-benefit analysis of the different research lines (i.e., reproductive biology vs e-tagging) would be useful. However, the Group noted that this is a difficult exercise because different research lines inform about very different aspects of the biology of albacore, and while maturity is required for several stock assessment models, the population structure and stock ID are basic assumptions. In fact, it was noted that the evaluation of stock structure assumptions should have a higher priority within SCRS.

13. Other matters

The Presentation SCRS/P/2023/79 provided in-depth details regarding the Mediterranean albacore longline fishery in Egyptian waters. It covered various aspects such as the characteristics of the fishing gear, the level of recent catches, catch length composition and by-catch characterization. Information was also reported on the studies being carried out in relation to the biology of the species.

The Group acknowledged the information reported and stressed the importance of the information being included in the ICCAT database. As such, the ICCAT Secretariat noticed the need to corroborate Task 1 and Task 2 statistics for Egypt on the ICCAT database and agreed to contact authors directly on this issue. The Group also encouraged the participation of Egyptian scientists in upcoming Mediterranean albacore assessment sessions.

The Group noticed that since the last Intersessional meeting of the Albacore Species Group (including Med-ALB Stock Assessment) in 2021, the Executive Summary of this stock is kept separate from that of the Atlantic stocks. The Group agreed to keep them separate in the future.

14. Adoption of the Report and closure

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

References

- Anonymous 2017. Report of the 2016 ICCAT North and South Atlantic Albacore Stock Assessment Meeting (Madeira, Portugal – 28 April to 6 May 2016). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73(4): 1147-1295.
- Anonymous 2020. Report of the 2020 ICCAT Atlantic Albacore Stock Assessment Meeting (Online, 29 June - 8 July 2020). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 77(7): 1-142.
- Anonymous. 2023. Report of the 2023 ICCAT North Atlantic Albacore Data Preparatory Meeting (including MSE) (Hybrid, Pasaia, Spain 20-23 March 2023). SCRS/2023/003.
- Bard F.X. 1981. Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. PhD Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- 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, p.105959.
- Francis, R.C., 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(6), pp.1124-1138.
- Hamel, O.S., Cope, J.M. 2022. Development and considerations for application of a longevity-based prior for the natural mortality rate. Fish. Res. 256, 106477. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106477>
- Kell L.T., Arrizabalaga H., Merino G., De Bruyn P., Mosqueira I., Sharma R., and Ortiz de Urbina J-M. 2017. Validation of the biomass dynamic stock assessment model for use in a management procedure. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73(4): 1354-1376.
- Merino G., H. Arrizabalaga, H. Murua, J. Santiago, J. Ortiz de Urbina, J. G.P. Scott and L.D. Kell. Evaluation of Harvest Control Rules for North Atlantic albacore through Management Strategy Evaluations. SCRS/2016/015 (withdrawn).
- Merino G., H. Arrizabalaga, J. Santiago, R. Sharma., V. Ortiz-de-Zarate, P. De Bruyn, and L. Kell. Updated evaluation of harvest control rules for North Atlantic albacore through management strategy evaluation. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 74(2): 457-478.
- Methot, R. D., Jr., C. R. Wetzel, I. G. Taylor, and K. Doering. (2020). Stock Synthesis User Manual Version 3.30.15. U.S. Department of Commerce, NOAA Processed Report NMFS-NWFSC-PR-2020-05.
- Methot, R.D. and Taylor, R.G. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68:1744-1760.
- Methot, R.D. and Wetzel, C.R. (2013). Stock Synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142: 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.10.012>, <https://doi.org/10.25923/5wpn-qt71>
- Santiago, J., 1992. A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Coll. Vol. Sci. Pap., XL(2): 316-319.
- Santiago, J., Arrizabalaga, H. 2005. An integrated growth study for North Atlantic albacore (*Thunnus alalunga* Bonn. 1788). ICES J. Mar. Sci. 62, 740–749. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.01.015>
- Thorson J.T., Maureaud A.A., Frelat R., Mérigot B., Bigman J.S., Friedman S.T., Palomares M.L.D., Pinsky M.L., Price S.A., Wainwright P. 2023. Identifying direct and indirect associations among traits by merging phylogenetic comparative methods and structural equation models. Methods Ecol. Evol. n/a. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14076>
- Winker H., Carvalho F., Cardinale M., Kell L. 2022. ss3diags: What the Package Does (One Line, Title Case). R package version 1.10.0.

RAPPORT DE LA REUNION ICCAT D'EVALUATION DU STOCK DE GERMON DE L'ATLANTIQUE (Y COMPRIS LA MSE) DE 2023

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

La réunion hybride s'est tenue en ligne du 26 juin au 29 juin 2023. Le Dr Haritz Arrizabalaga (UE-Espagne), rapporteur pour le germon de l'Atlantique et président de la réunion, a ouvert la réunion et souhaité la bienvenue aux participants. M. Camille Jean Pierre Manel, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, s'est adressé au Groupe et a souhaité la bienvenue aux participants.

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

<i>Points</i>	<i>Rapporteurs</i>
Points 1 et 14	M. Ortiz et A. Kimoto
Point 2	P. Quelle, V. Zarate de Ortiz et A. Kimoto
Point 3	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron et G. Merino
Point 4	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron et G. Merino
Point 5	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron et G. Merino
Point 6	A. Kimoto, M. Ortiz et M. Lauretta
Point 7	G. Merino
Point 8	G. Merino et H. Arrizabalaga
Point 9	S. Cass-Calay
Point 10	H. Arrizabalaga et G. Merino
Point 11	M. Ortiz et H. Arrizabalaga
Point 12	M.L. Araujo
Point 13	J. Ortiz de Urbina

2. Résumé des données d'entrée pour l'évaluation du stock et l'itération de la procédure de gestion (MP)

Pour plus de détails, veuillez consulter le rapport de la réunion de préparation des données (Anon. 2023).

2.1. *Biologie*

Un nouveau vecteur de la mortalité naturelle à l'âge avait été présenté à la réunion de préparation des données. Le Groupe s'est montré d'accord avec l'ensemble des paramètres biologiques qui avaient été discutés et adoptés à la réunion de préparation des données (tableau 1 dans Anon., 2023).

2.2. *Captures*

En se fondant sur la structure des flottilles actualisée convenue par le Groupe (tableau 8 dans Anon., 2023), le Secrétariat de l'ICCAT a fourni, à l'issue de la réunion de préparation des données, la capture par flottille actualisée en utilisant CATDIS au 31 janvier 2023. Le Groupe a été informé qu'après la réunion de préparation des données (Anon., 2023), le Secrétariat de l'ICCAT avait reçu des actualisations des captures de germon de l'Atlantique Nord mineures pour la période 2019-2021 et que les différences entre CATDIS (données d'entrée pour Stock Synthesis) et la tâche 1 (au 26 juin 2023) sont minimales ($< 0,1\%$ en poids). Aucune actualisation n'a été fournie en ce qui concerne la capture de 2022. Le Secrétariat de l'ICCAT soumettra les captures de 2022 au Groupe lors de la réunion du Groupe d'espèces de septembre 2023.

2.3. Tailles

Après la réunion de préparation des données, le Secrétariat de l'ICCAT a fourni les compositions des tailles actualisées par année, trimestre et flottille, faisant suite aux décisions prises par le Groupe (point 5.1 dans Anon., 2023). Les données de taille par année et flottille en intervalle de 2 cm avec une taille d'échantillon minimale de $n=90$ poissons (4,5, échelle logarithmique) ont été fournies pour être utilisées comme valeurs d'entrée dans le modèle Stock Synthesis. Les fréquences de tailles annuelles d'entrée ont été pondérées par le nombre d'échantillons par trimestre. Le Secrétariat de l'ICCAT a informé le Groupe que, depuis la réunion de préparation des données, aucune mise à jour n'avait été apportée aux fréquences de tailles pour le germon du nord.

Le document SCRS/2023/118 présentait la distribution spatiale des tailles de germon dans l'Atlantique Nord capturé par la pêcherie palangrière du Taipei chinois. Les échantillons de tailles ont été collectés, de 2018 à 2022, dans la principale zone de pêche entre 15°N et 40°N et mesuraient principalement 80-120 cm de longueur à la fourche (FL). Il a été noté que des germons de moins de 100 cm FL étaient observés au nord de 30°N, tandis que des spécimens de plus de 100 cm FL étaient surtout capturés au sud de 30°N.

Le Groupe a noté que les informations de ce document avaient initialement été partagées avec l'équipe de modélisation, avant la réunion de préparation des données, et a remercié les auteurs pour la soumission de cet utile document. Le Groupe a reconnu que ce document étaye la séparation des pêcheries palangrières en deux zones (au nord et au sud de 30°N) dans le modèle d'évaluation. Le Groupe a demandé si la méthodologie de pêche était différente entre la zone au nord et au sud de 30°N. Les auteurs ont expliqué que les opérations de pêche à la palangre du Taipei chinois ont changé au fil du temps. La flottille ciblant le germon a opéré tant au nord qu'au sud de 30°N au début de la période. Toutefois, dans les années 2010, les opérations de la flottille se sont déplacées pour cibler essentiellement de grands germons au sud de 30°N. L'auteur a également indiqué que cette flottille continue à cibler de grands germons mais qu'il y a eu un grand changement dans l'espèce cible en faveur du thon obèse dans la zone tropicale, par rapport au début de la période avant 2000.

Le Groupe a indiqué que la différence dans la taille du germon selon la zone (c.-à-d. observation de germons plus grands au sud de 30°N) pourrait avoir un fondement biologique. Bien que les connaissances sur le cycle vital de base soient très limitées, la migration trophique des juvéniles se déroule vers de plus hautes latitudes tandis que les zones de reproduction se situent dans des latitudes plus basses de l'Atlantique Nord. Cela pourrait expliquer la différence entre les compositions des tailles au nord et au sud de 30°N.

2.4. Indices d'abondance

Le Groupe n'a pas reçu de nouvelles informations sur les indices d'abondance après la réunion de préparation des données (point 4 dans Anon., 2023).

L'année 2018 de l'indice de la palangre du Venezuela a été exclue de l'analyse, en se fondant sur la décision prise lors de la réunion d'évaluation du stock de germon de l'Atlantique de 2020 (Anon., 2020) en raison de la faible couverture d'échantillonnage spatiotemporel cette année-là.

2.5. Structure des flottilles

Le Groupe a convenu de suivre la décision prise à la réunion de préparation des données en ce qui concerne la structure des flottilles à utiliser dans la plateforme Stock Synthesis (point 5.1 dans Anon., 2023). Le tableau 8 (Anon., 2023) présente la structure des flottilles qui se compose de 15 flottilles.

3. Méthodes et configurations des modèles

3.1. Méthodes Stock Synthesis

Le Groupe a examiné les postulats, la configuration des données, les ajustements du modèle et les diagnostics préliminaires du modèle Stock Synthesis (version 3.30.21, Methot et Wetzel, 2013), présentés dans le document SCRS/2023/107. Le modèle Stock Synthesis est un modèle à une seule zone, un seul sexe et avec un intervalle de

temps annuel pour le stock de germon de l'Atlantique Nord pour la période 1930-2021. Au total, 15 flottilles (répertoriées ci-dessous et décrites au **tableau 1**) et 8 indices d'abondance (tableau 7 Anon. 2023, **figure 1**) ont été inclus.

Structure des flottilles : 15 flottilles

- Canne (UE-Espagne et UE-France), 1953-2021
- Canne – Iles, saisons 1, 3 et 4 (UE-Portugal Madère/Açores, UE-Espagne Canaries), 1958-2021
- Ligne traînante (UE-Espagne et UE-France) + filet maillant (UE-France et UE-Irlande), 1930-2021
- Chalut pélagique (UE-France et UE-Irlande), 1987-2021
- Palangre du Japon Nord (au nord de 30 degrés de latitude), 1961-2021
- Palangre du Japon Sud (au sud de 30 degrés de latitude), 1961-2021
- Palangre du Taipei chinois Nord (au nord de 30 degrés de latitude), 1968-2021
- Palangre du Taipei chinois Sud (au sud de 30 degrés de latitude), 1968-2021
- Palangre des États-Unis et du Canada Nord (au nord de 30 degrés de latitude), 1980-2021
- Palangre des États-Unis Sud (au sud de 30 degrés de latitude), 1980-2021
- Palangre du Venezuela, 1960-2021
- Palangre de la Corée, du Panama et de la Chine, 1960-2021
- Autres palangres, 1965-2021
- Autres engins de surface, 1978-2021
- Canne - Iles saison 2, 1965-2021

Indices d'abondance : 8 CPUE

- Canne, 1981-2021 (pas de données pour 2020)
- Palangre du Japon Nord, 1988-2009 (2010 exclue)
- Palangre du Japon Sud, 1988-2021 (2013 exclue)
- Palangre du Taipei chinois Nord, 1999-2021
- Palangre du Taipei chinois Sud, 1999-2021
- Palangre des États-Unis Nord, 1987-2021
- Palangre des États-Unis Sud, 1987-2021
- Palangre du Venezuela, 1991-2017 (2018 exclue)

Chaque série d'indice a été normalisée à une moyenne de 1. Le Groupe a soutenu les décisions prises à la réunion de préparation des données et les 8 indices (5 indices pour la zone au nord de 30°N et 3 indices pour la zone au sud de 30°N) inclus dans l'évaluation ont été normalisés à une erreur type moyenne de 0,2 pour chaque série, préservant la variabilité interannuelle de l'indice d'origine.

Le Groupe a noté le changement de résolution temporelle depuis le modèle initial jusqu'au cas de référence, passant d'un intervalle trimestriel à un intervalle annuel. Ce changement a largement réduit la complexité du modèle et a entraîné un meilleur ajustement global aux différentes séries de données. Plusieurs analyses des diagnostics ont été réalisées afin d'évaluer la spécification et la convergence du modèle. Le Groupe a demandé des précisions et des analyses additionnelles, parmi lesquelles l'évaluation des écarts des récents recrutements élevés et des données qui guident ces estimations, une évaluation de la croissance en ajoutant les données de longueur à l'âge et en la comparant aux modèles de croissance publiés, une comparaison des séries temporelles avec l'évaluation précédente, les postulats sur la pondération des données et la convergence du modèle. Il a été démontré que les récents recrutements élevés sont essentiellement renseignés par l'indice des canneurs (réfrençant les âges 1 à 4, avec une sélectivité maximale pour les âges 2 et 3), qui présente une forte augmentation de la CPUE au cours de cette période. La comparaison des estimations de la croissance avec les études publiées (Bard *et al.*, 1981, Santiago *et al.*, 2005) a indiqué une bonne concordance et a validé les estimations de la croissance du modèle. Le Groupe a fait remarquer que l'ajout des données de longueur à l'âge a nettement amélioré le modèle et a permis d'estimer directement les paramètres de croissance dans Stock Synthesis. Une comparaison des séries temporelles entre le modèle Stock Synthesis actuel et l'évaluation antérieure a indiqué que les différences dans la série temporelle de la biomasse sont essentiellement dues à l'ajout des nouvelles données et que les résultats (échelle et tendance) sont très semblables lorsque les données sont tronquées à la même période que la précédente évaluation du stock de germon de l'Atlantique de 2020. Plus précisément, les CPUE actualisées affichent une tendance à la hausse dans les séries de données depuis la dernière évaluation.

Le Groupe a recommandé d'étudier une pondération des données alternative, notamment en pondérant de nouveau la composition des tailles à l'aide de la méthode de Francis (Francis, 2011) ainsi que la sensibilité en pondérant à la hausse de manière itérative la CPUE et les données d'âge. Il a été démontré que l'estimation de la croissance varie selon la pondération des données de composition des tailles par opposition aux données de longueur à l'âge, et que les données d'âge sont importantes pour améliorer l'estimation de la croissance. Il a été noté que des échantillons d'âge supplémentaires de poissons plus grands (> 100 cm) amélioreraient encore davantage les estimations de la croissance. La suppression de chaque série d'indices du modèle (analyse Jackknife) a montré la grande influence de la CPUE des canneurs sur les tendances du recrutement récent et de la biomasse. La suppression des autres indices avait moins d'influence sur la série temporelle.

Une brève description des valeurs d'entrée et de la structure révisée du modèle, basées sur les recommandations du Groupe concernant la configuration du modèle de base, est présentée ci-après.

Croissance et mortalité naturelle

La croissance a directement été estimée dans Stock Synthesis en se basant sur le postulat d'un modèle de croissance de von Bertalanffy (**figure 2**). La mortalité naturelle à l'âge a été mise à l'échelle de façon interne en se basant sur le postulat d'une fonction de Lorenzen (**figure 3**) et une M de base de 0,36 à l'âge 6, déduite par le biais de l'approche de Hamel et Cope (2022) et en supposant un âge maximal de 15 (Anon. 2023).

Composition des tailles et sélectivités basées sur la taille des flottilles

Les données annuelles de composition des tailles ont été entrées comme longueur droite à la fourche (cm) par flottille, regroupées en intervalles de tailles de 2 cm dans une fourchette de 26 à 158 cm (**figure 4**). Les données de composition des tailles ont été modélisées en supposant une distribution multinomiale, avec une taille de l'échantillon effective équivalente au logarithme naturel du nombre de poissons mesurés. Le Groupe a discuté de postulats alternatifs sur la taille de l'échantillon effective et a recommandé d'étudier d'autres approches de mise à l'échelle qui seront examinées pendant la période intersessions.

La sélectivité basée sur la taille a été directement estimée pour les flottilles 1 à 12. Les flottilles de canneurs et de chalutiers pélagiques présentaient une composition des tailles multimodale et ont été modélisées avec une fonction spline cubique. En ce qui concerne le postulat de spline cubique, le nombre de nœuds a été fixé équivalant à 3 et 4 (respectivement pour chacune des deux flottilles), en se fondant sur l'examen d'un paramétrage et d'ajustements alternatifs du modèle. La fonctionnalité d'auto-génération de Stock Synthesis a été utilisée pour la position des nœuds (Methot *et al.*, 2020). Il a été supposé que la palangre des États-Unis Sud et la palangre du Venezuela ont une sélectivité logistique (asymptotique). Les autres flottilles, dont la palangre et les pêcheries de surface, ont été modélisées avec une fonction normale double, à l'exception des flottilles 12, 13 et 14, qui étaient reflétées dans la flottille de palangre des États-Unis Sud. Des marches aléatoires ont été utilisées pour la canne des îles (flottilles 2 et 15), la ligne traînante et les filets maillants (flottille 3) et les chalutiers pélagiques afin d'ajuster les changements interannuels des données de distribution de tailles qui pourraient être liés à des changements de disponibilité des poissons entre les années. Des blocs temporels ont été définis pour les flottilles palangrières du Japon et du Taipei chinois en vue de distinguer les changements de sélectivité au cours de la période de capture cible, de transition et de prises accessoires : pour la flottille palangrière japonaise jusqu'en 1969 (comme compensation), 1970-1975, 1976-2021, et pour la flottille du Taipei chinois jusqu'en 1986 (comme compensation), 1987-1998, 1999-2021.

Âge conditionnel à la taille

Les informations sur l'âge ont été modélisées en tant qu'âge conditionnel à la taille (CAAL) étant donné que les informations d'âge-taille sont relativement peu abondantes dans les séries temporelles et qu'il n'est pas supposé que les données étaient représentatives des âges dans l'ensemble de la gamme des tailles. Les paires d'âge-taille (3.953 registres d'échantillons d'épine) sont entrées en tant que distributions de fréquences d'âges par intervalles de taille (intervalles de 2 cm) pour chaque année et trimestre, supposés avoir été collectés par les canneurs, les chalutiers et les filets maillants (**figure 5**). Les informations sur l'âge ont été entrées avec un vecteur d'erreur de détermination de l'âge calculé avec des données de 2011.

Postulats sur la F initiale

Avant 1930, la capture en conditions d'équilibre était supposée être équivalente à 10.000 t pour la flottille 3. La F initiale avait été estimée directement dans Stock Synthesis.

Relation taille-poids

La relation taille-poids utilisée dans le modèle était la suivante : $W \text{ (kg)} = 1,339 \times 10^{-4} * SFL \text{ (cm)}^{3,107}$ (Santiago, 1992).

Maturité

L'âge à 50% de maturité était supposé correspondre à l'âge 5 et la pleine maturité être atteinte à l'âge 6 : 0 (âges 0-4), 0, 5 (âge 5), 1 (âges 6-15).

Relation stock-recrutement

On a supposé une relation stock-recrutement de Beverton-Holt (avec un sommet plane) avec sigmaR fixé à 0,4, en se fondant sur la base de données du cycle vital FishLife. R0 et la pente ont été librement estimés. On a supposé que les écarts du recrutement suivaient une distribution lognormale estimée sur une échelle logarithmique comme variables $N(0, \text{sigmaR})$ avec un minimum et un maximum de -5 et 5, respectivement. On a supposé des écarts du recrutement nuls jusqu'au début de la disponibilité de données informatives sur l'abondance relative du stock commençant en 1960, et le recrutement n'a pas été estimé pour les trois dernières années. La correction du biais lognormal pour la moyenne de la relation stock-recrutement a été appliquée en suivant la méthode de Methot et Taylor (2011).

3.2 Modèle de production excédentaire MPB

En 2016 et 2020, le germon de l'Atlantique nord a été évalué en utilisant l'algorithme biodyn pour un modèle de production de la dynamique de la biomasse basé sur Automatic Differentiation Model Builder (ADMB), disponible dans le progiciel *mpb* de la plateforme du projet FLR (www.flr-project.org). L'algorithme *biodyn* a été validé par rapport à ASPIC dans Kell *et al.*, 2017, en vérifiant qu'il obtenait les mêmes résultats en utilisant les valeurs d'entrée et les postulats de l'évaluation de 2013. Il s'agit, en outre, de l'algorithme qui a été utilisé dans le cadre de la MSE (Merino et Arrizabalaga, 2016, Merino *et al.*, 2017). Pour l'évaluation du stock de germon de l'Atlantique Nord et Sud de 2016, le Groupe a sélectionné cinq séries de CPUE à utiliser dans le modèle de production et les mêmes indices actualisés ont été utilisés dans l'évaluation du stock de germon de l'Atlantique de 2020. Le Groupe a examiné les valeurs d'entrée des données et les paramètres du modèle et n'avait pas de doutes sur les décisions prises à la réunion de préparation des données. Le Secrétariat a pris note de la décision prise après la réunion de préparation des données visant à retirer la dernière année de l'indice de la CPUE palangrière du Venezuela en raison de sa couverture d'observateurs très limitée. Le Groupe a appuyé cette décision. Les indices sélectionnés présentaient une tendance globale à la hausse depuis 2010 (**figure 6**), ce qui pourrait refléter la tendance ascendante du stock au cours des dix dernières années lorsque les prises se sont situées en-deçà du total des prises admissibles (TAC) adopté.

Faisant suite au document SCRS/2023/100 et à la configuration du modèle décrite dans la *Recommandation de l'ICCAT sur des mesures de conservation et de gestion, incluant une procédure de gestion et un protocole de circonstances exceptionnelles, pour le germon de l'Atlantique Nord* (Rec. 21-04) (**tableaux 2 et 3**), le Groupe a convenu de définir le cas de référence incluant les 5 séries de CPUE, à l'exception des valeurs des palangriers japonais de 2013 et des palangriers vénézuéliens de 2018.

4. Diagnostics des modèles

4.1. Stock Synthesis

Le cas de référence du modèle Stock Synthesis convergeait (gradient final = 0,000847942) avec une matrice hessienne définitive positive. Les paramètres estimés incluaient cinq paramètres du modèle de croissance, deux paramètres de stock-recrutement (R_0 et pente), un paramètre de la F initiale et 47 écarts du recrutement. Les autres paramètres étaient des paramètres de sélectivité basée sur la taille des flottilles et des écarts de la marche aléatoire de la sélectivité. Le **tableau 4** présente les estimations des paramètres, les erreurs types asymptotiques et les distributions a priori assignées. Dans le cas de référence du modèle, une distribution a priori a été attribuée à la pente, en se basant sur l'estimation du dernier atelier d'évaluation ($h=0,75$) et la sélectivité des chalutiers pélagiques. Le Groupe a noté que le modèle était en mesure d'estimer la sélectivité, ce qui est démontré par une distribution a posteriori bien définie qui divergeait nettement de la distribution a priori et par l'analyse du profil de vraisemblance qui présentait un minimum défini. Le Groupe a recommandé de supprimer la distribution a priori sur la pente et d'ajouter des distributions a priori à certains

des paramètres de sélectivité qui présentaient de très grands écarts types afin d'améliorer la stabilité globale du modèle (paramètres logit maximaux des flottilles avec une sélectivité normale double, exclusivement). Ces révisions du cas de référence seront effectuées pendant la période intersessions.

Une analyse de jitter a été conduite pour évaluer si le modèle convergerait vers une solution globale, en appliquant un écart aléatoire de 10% aux valeurs de départ. Aucun des scénarios de jitter n'indiquaient une vraisemblance logarithmique négative inférieure à celle du cas de référence du modèle (**figure 7**) mais une fraction des essais ne parvenait pas à converger. La suppression, dans le modèle initial, de la distribution a priori sur la pente a donné lieu à une meilleure convergence des essais (76% des essais ont convergé contre 50%, et le gradient a été réduit), et le Groupe a recommandé à l'équipe analytique d'évaluer la performance du modèle avec des distributions a priori assignées aux paramètres de sélectivité. Ces travaux seront également réalisés pendant la période intersessions dès que toutes les révisions recommandées seront incorporées.

Des diagrammes des données observées par opposition aux données ajustées ainsi que des diagrammes des valeurs résiduelles ont été examinés afin d'évaluer l'ajustement du modèle aux indices (**figures 8 et 9**) et aux données de composition des tailles (**figure 10**). Dans l'ensemble, le modèle montrait un ajustement acceptable à certains indices d'abondance mais un manque général d'ajustement a été observé pour les indices des canneurs, des palangriers des États-Unis et des palangriers du Venezuela. Des tests des scénarios ont été appliqués aux séries résiduelles de chaque indice et à la composition des tailles afin d'évaluer quantitativement le caractère aléatoire de l'ajustement global aux différentes séries temporelles. Il y avait des preuves ($p < 0,05$) de rejeter l'hypothèse de valeurs résiduelles aléatoirement distribuées pour les indices des canneurs, de la palangre des États-Unis Nord et Sud et de la palangre du Venezuela, étayant la conclusion du manque d'ajustement du modèle à ces données (**figure 11**).

Des profils de vraisemblance ont été exécutés sur le recrutement en conditions d'équilibre non-exploité moyen estimé (R_0 , échelle logarithmique), la pente (h), la longueur asymptotique moyenne (L_{inf}) et le taux de croissance (k) dans une gamme de valeurs plausibles (**figure 12**). Le profil de R_0 par composante de données indiquait un minimum bien estimé, avec une concordance générale dans les composantes de données produisant une estimation entre 11,2 et 11,6 environ (échelle logarithmique naturelle). Tout comme R_0 , le profil de la pente indiquait que le paramètre peut être estimé même s'il y avait moins de concordance dans les sources de données que pour R_0 . Les profils des paramètres de croissance (L_{inf} et k) indiquaient également que ces paramètres étaient bien déterminés, essentiellement renseignés par l'âge conditionnel à la taille. Les estimations du stock-recrutement R_0 et de la pente étaient de 11,4 et 0,67, respectivement, et les estimations de la croissance L_{inf} et k étaient de 125 et 0,19, respectivement (**tableau 4**). Les valeurs de k et de la pente étaient similaires aux valeurs de la médiane estimées du germon d'après le progiciel R FishLife ($h=0,64$ et $k=0,18$).

L'analyse rétrospective de l'élimination de 5 années (**figure 13**) indiquait que la biomasse du stock reproducteur et la mortalité par pêche étaient estimées de façon homogène dans les essais, avec des estimations du rho de Mohn de 0,01 et 0,00, respectivement. La capacité du modèle à prédire les CPUE a été analysée avec l'analyse de simulation rétrospective et sa performance a été évaluée avec la valeur de l'erreur moyenne absolue mise à l'échelle (MASE) (Carvalho *et al.*, 2021) (**figure 14**). Les résultats indiquent que le modèle pouvait prédire les CPUE de la palangre japonaise Nord et Sud. L'influence de chaque CPUE sur le recrutement estimé a été évaluée avec une analyse Jackknife, en exécutant le modèle en retirant un indice à chaque fois. Les résultats indiquaient que le fort recrutement des quatre dernières années était principalement guidé par l'indice des canneurs.

Le Groupe a noté que l'ensemble des diagnostics étudiés lors de la réunion se basait sur le modèle initial en estimant le recrutement pour les années 2019 et 2020. Faisant suite à la décision du Groupe de ne pas estimer le recrutement pour 2019-2021, il a été recommandé d'exécuter de nouveau l'ensemble total de diagnostics pour le cas de référence du modèle dans lequel le recrutement des trois dernières années (2019 - 2021) n'est pas estimé. Ces travaux seront menés et examinés pendant la période intersessions dès que toutes les révisions recommandées seront incorporées dans le cas de référence du modèle.

Par rapport au modèle d'évaluation du germon du nord de 2013 qui utilisait la plateforme Multifan-CL et des postulats différents, le cas de référence de Stock Synthesis estimait une valeur de pente et de SSB en 2011 (la dernière année de l'évaluation de 2013) similaire à celle de Multifan-CL, uniquement si les données jusqu'en 2011 étaient prises en compte dans le cas de référence.

Analyses de sensibilité

Les analyses de sensibilité suggèrent que le modèle de référence est très robuste dans les résultats du modèle. Toutefois, le Groupe a suggéré de réaliser des analyses complémentaires pendant la période intersessions afin d'optimiser ce modèle de référence pour élaborer les modèles opérationnels (OM) de la MSE du germon du nord, y compris 1) étudier une pondération des données alternative, notamment en pondérant de nouveau les données de composition des tailles de Francis (Francis, 2011) et des analyses de sensibilité qui pondèrent à la hausse les types de données individuelles (par ex. CPUE, composition des tailles et âge conditionnel à la taille en utilisant les paramètres λ dans Stock Synthesis), 2) supprimer la distribution a priori sur la pente et ajouter des distributions a priori pour les flottilles qui utilisent la sélectivité normale double (paramètres logit maximaux), 3) recalculer les tailles d'échantillons effectives pour la composition des tailles et la composition des âges (remises à l'échelle sur l'échelle naturelle par opposition à la transformation logarithmique) et 4) supprimer la taille d'échantillons minimale dans les données de longueur à l'âge à la taille afin d'inclure des échantillons de poissons de plus grande taille.

Lors de la réunion de préparation des données, il avait été décidé de réaliser une analyse de sensibilité incluant la série d'abondance historique du Japon pour vérifier si les estimations de la productivité étaient améliorées. L'analyse de sensibilité incluant l'indice de palangre du Japon de capture cible (1959-1969) ainsi que les indices de prises accessoires du début de la période (1975-1987) estimait une valeur de pente ($h=0,65$) similaire à celle du cas de référence ($h=0,67$).

4.2. Modèle de production excédentaire MPB

Le Groupe a discuté de la configuration du modèle et de l'analyse des diagnostics. Il a notamment discuté de l'interprétation des diagrammes des valeurs résiduelles à deux variables qui avaient été développés pour l'étude de la vraisemblance (**figure 15**). Il a été expliqué que les sources de données qui renseignent le mieux les paramètres du modèle sont associées aux pénalités les plus faibles (c.-à-d. les symboles les plus grands et les plus sombres à la **figure 15**). Cette analyse montre que les indices de la palangre du Taipei chinois, et du Japon dans une moindre mesure, informent le mieux l'estimation du taux de croissance intrinsèque r , et confirment généralement que ce modèle est largement guidé par la CPUE de la palangre du Taipei chinois (comme dans les évaluations de 2016 et de 2020). Les autres indices présentent de plus grandes pénalités qui sont pratiquement constantes dans une plus vaste gamme de r , ce qui implique qu'ils sont moins informatifs. Le Groupe a convenu que les diagrammes des valeurs résiduelles étaient généralement la capacité d'estimation des paramètres (par ex. r , K) du modèle de production excédentaire, et a noté qu'il existe une forte relation linéaire positive entre r et F_{PME} , ce qui est prévisible compte tenu des paramètres limités utilisés dans les modèles de production excédentaire. Une analyse additionnelle a été présentée : elle ajustait le modèle de production excédentaire en supprimant un indice à la fois et le Groupe a noté qu'en l'absence de la CPUE du Taipei chinois, le modèle était guidé par l'indice japonais. Dans l'ensemble, le modèle semblait robuste face à l'élimination d'une série de CPUE de façon séquentielle.

Les autres diagnostics du modèle examinaient les valeurs résiduelles de l'ajustement (**figures 16, 17, 18, 19, 20, 21**) et les analyses rétrospectives (**figure 22**). Le Groupe a discuté du schéma rétrospectif dans la B/B_{PME} ces dernières années et dans la B au cours des années initiales. Des schémas rétrospectifs plus petits étaient également présents dans les estimations de la F/F_{PME} dans les dernières années. Le Groupe s'est demandé si le schéma rétrospectif était une preuve suffisante pour reconsidérer le modèle qui sert de base à la procédure de gestion. Toutefois, le Groupe a également noté que l'estimation du pic de la biomasse dans le modèle pourrait être induite par les valeurs maximales de la série de CPUE survenant 2-5 ans avant la dernière année, de sorte que le schéma rétrospectif pourrait être également causé par la simple élimination des années de données les plus récentes qui réduisent les tendances à la hausse de la CPUE observées jusqu'en 2018. Le Groupe a généralement convenu que les diagnostics présentaient une bonne performance statistique du modèle. Les tendances estimées de la biomasse et des captures ont été représentées graphiquement par rapport à la fonction de production estimée à la **figure 23**. Cette figure montre que les premières années, la capture dépassait la production excédentaire du stock, mais que ces dernières années la production excédentaire était supérieure à la capture, ce qui explique probablement les augmentations de la CPUE observées et l'augmentation de la biomasse estimée depuis 1992.

5. Résultats du modèle

5.1. Estimations du modèle Stock Synthesis

Les séries temporelles des estimations de la biomasse du stock reproducteur (SSB), de la mortalité par pêche (mesurée en tant que taux d'exploitation de la biomasse) et du recrutement sont répertoriées au **tableau 5** et représentées aux **figures 24, 25 et 26**, respectivement. La SSB présentait une forte réduction entre le milieu des années 1950 et le milieu des années 1960 en réponse à l'augmentation des ponctions (les captures ont atteint un maximum de 64.634 t, tâche 1 NC, en 1964) au cours de cette période. La SSB s'est maintenue à un niveau inférieur et relativement stable jusqu'en 2006, augmentant régulièrement, depuis lors, jusqu'à la fin de la série temporelle en 2021. De forts recrutements ont notamment été estimés pour les années 1963, 2016, 2017 et 2018. Les estimations de ces trois derniers recrutements ont entraîné une nette augmentation de la biomasse dans les dernières années du modèle. Le Groupe a noté que l'itération du modèle initial estimait le recrutement pour 2019 et 2020 mais il a été recommandé de ne pas estimer ces années car il existe peu d'informations permettant de renseigner ces estimations, comme l'atteste l'importante erreur type associée. La mortalité par pêche a été estimée en tant que taux de capture par rapport à la biomasse. En général, les estimations de F étaient faibles au début de la série temporelle, augmentant fortement dans les années 1950 et demeurant élevées jusque dans les années 1980 lorsque les captures ont commencé à diminuer nettement. Les estimations de F ont été régulièrement inférieures depuis 2008, avec une estimation du taux de capture de la dernière année en 2021 de 0,05 (**tableau 5**).

Les points de référence estimés (points de référence basés sur la PME) avec leurs intervalles de confiance de 95% respectifs du cas de référence de Stock Synthesis étaient les suivants : $SSB_{PME} = 93.202$ t, [51.136 – 135.269] $F_{PME} = 0,131$ [0,095 – 0,167] (taux de capture) et $PME = 41.995$ [38.860 – 45.130] t.

Les trajectoires de SSB/SSB_{PME} et de F/F_{PME} , l'incertitude et l'état du stock ont été estimés en utilisant la méthode lognormale multivariée (progiciel ss3diags R, Winker *et al.*, 2022) qui utilise la matrice de covariance estimée dans le cas de référence de Stock Synthesis (**figure 27**). Les diagrammes d'incertitude et de densité ont été estimés à partir de 10.000 itérations pour SSB/SSB_{PME} et F/F_{PME} . Le modèle estimait des valeurs de la médiane de $SSB_{2021}/SSB_{PME} = 2,19$ (IC 95%: 1,21-4,01) et de $F_{2021}/F_{PME} = 0,45$ (IC 95%: 0,29-0,71), respectivement. La médiane de la trajectoire de l'état du stock a été estimée se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe depuis 2008 (**tableau 6**), tandis que dans la dernière année, 2021, 99,6% des itérations se situent dans le quadrant vert.

5.2. Modèle de production excédentaire MPB

Le **tableau 7** et la **figure 28** présentent les résultats de l'évaluation du cas de référence pour le germon de l'Atlantique Nord en utilisant le modèle de production excédentaire *mpb*. Les résultats indiquent une tendance de la biomasse décroissante entre les années 1930 et 1990 et une tendance ascendante depuis lors. En ce qui concerne les points de référence de la PME, le scénario du cas de référence estime que le stock s'est situé au-dessus de B_{PME} au cours de la dernière décennie et que la mortalité par pêche s'est située au-dessous de F_{PME} pendant une période légèrement plus longue (**figure 29** et **tableau 8**). Le diagramme de phase de Kobe affiche un schéma habituel de développement, de surexploitation et de récupération du stock (**figure 30**). La probabilité que le stock se situe actuellement dans le quadrant vert du diagramme de Kobe (stock non surexploité et ne faisant pas l'objet de surpêche, $F < F_{PME}$ et $B > B_{PME}$) est de 100%. Par conséquent, la probabilité de se situer dans la zone rouge (c.-à-d. surexploité et faisant l'objet de surpêche, $F > F_{PME}$ et $B < B_{PME}$) et dans la zone jaune (surexploité et ne faisant pas l'objet de surpêche, $F < F_{PME}$ et $B < B_{PME}$, ou non-surexploité mais faisant l'objet de surpêche, $F > F_{PME}$ et $B > B_{PME}$) est de 0%. La cohérence avec les évaluations du stock de 2016 et de 2020 a été évaluée en comparant la tendance de la biomasse du cas de référence de cette année avec le cas de base des évaluations du stock de 2016 et de 2020 (**figure 31**). Le Groupe a noté que l'estimation actuelle de la biomasse absolue est inférieure à celle du cas de base des évaluations du stock de 2016 et de 2020. Cette estimation est induite par le taux de croissance intrinsèque plus élevé estimé. La biomasse et la mortalité par pêche relatives estimées sont très similaires aux évaluations précédentes qui suggéraient une stabilité de la population à des niveaux de biomasse relativement élevés. En ce qui concerne la productivité estimée (PME), la valeur estimée en 2023 est supérieure (39 k tonnes) aux valeurs estimées en 2020 (38 k tonnes) et en 2016 (37 k tonnes).

Les résultats par bootstrap sont utilisés pour estimer l'incertitude entourant les paramètres et les points de référence (**figure 32**). Le Groupe a étudié les diagrammes de densité de probabilités (**figure 27** distributions marginales, **figure 30**) et a noté que certaines distributions s'écartaient du postulat d'une distribution normale (c.-à-d. biomasse élevée,

F_{PME} faible). Le Groupe a recommandé de revoir ces estimations pour s'assurer qu'elles ne découlaient pas de scénarios du modèle qui ne convergeaient pas. Après vérification, il a été noté que les scénarios convergeaient mais suggéraient un minimum local avec des valeurs inférieures de r , un K supérieur (qui sont fortement corrélés comme indiqué dans l'étude de la vraisemblance), ainsi qu'une F_{PME} inférieure et une B_{PME} supérieure, qui sont également corrélées. Les diagrammes de densité pour la PME et l'état du stock actuel développés à partir des estimations a posteriori du modèle par bootstrap sont distribués normalement.

Le Groupe a également noté que les résultats du modèle de production excédentaire actuel semblent changer l'échelle de la biomasse de 30% environ par rapport à l'évaluation précédente, ce qui pourrait indiquer qu'il est nécessaire de réévaluer le cadre du modèle ou la procédure de gestion. Il a toutefois été noté que cela était dû aux paramètres fortement corrélés, avec des valeurs de r supérieures et de K inférieures par rapport aux évaluations précédentes, mais avec des estimations de la productivité similaires (PME, 37 k tonnes en 2016, 38 mille tonnes en 2020 et 39 mille tonnes en 2023). Lorsque l'échelle de la biomasse est difficile à estimer, certains Groupes d'espèces (par ex. Groupe d'espèces sur le thon rouge) ont choisi d'utiliser des procédures de gestion empiriques plutôt que celles basées sur un modèle. Néanmoins, le Groupe a également conclu que les preuves apportées par tous les modèles coïncident sur le fait que les captures se sont situées en-deçà de la production excédentaire du stock ces dernières années, permettant à la biomasse d'augmenter.

En résumé, les informations disponibles indiquent que la biomasse du stock a continué à augmenter, tel que reflété dans les valeurs observées de CPUE. L'augmentation de la biomasse du stock a vraisemblablement été facilitée par les captures récentes en-deçà des TAC adoptés, et on estime désormais que le stock se situe dans le quadrant vert du diagramme de Kobe avec une très forte probabilité.

5.3. Synthèse des résultats de l'évaluation

Le Groupe a convenu d'élaborer la meilleure caractérisation scientifique disponible de l'état du stock en se basant sur le cas de référence de Stock Synthesis et d'utiliser les sorties du modèle pour servir de Bilan de l'état pour confirmer que l'état du stock et les projections de captures concordent avec les résultats de l'itération de la procédure de gestion (MP).

Le Groupe a noté que le cas de référence de Stock Synthesis incluait un plus grand nombre de données détaillées (et plus précisément des données de compositions des tailles et de longueurs à l'âge), de fonctions biologiques spécifiques à l'âge et de schémas de sélectivité variant dans le temps que le modèle de production excédentaire de la MP. Les résultats de Stock Synthesis sont donc utiles pour comparer les résultats des deux modèles. Le taux d'exploitation, la biomasse, l'état du stock et les estimations de la PME étaient relativement cohérents avec le modèle de production excédentaire *mpb* actualisé. Ils suggéraient tous deux que le stock n'est actuellement pas surexploité (B_{2021}/B_{PME} : 2,19 par Stock Synthesis et 1,54 par *mpb*) et ne fait pas l'objet de surpêche (F_{2021}/F_{PME} : 0,45 par Stock Synthesis et 0,53 par *mpb*).

6. Projections du stock

Il a été demandé si le Groupe réaliserait des projections du stock pour le germon de l'Atlantique Nord. Il a été rappelé au Groupe que l'avis de gestion en 2023 se basera sur la MP définie dans la Recommandation 21-04 et que les résultats des projections ne seront pas utilisés pour soumettre l'avis de gestion à la Commission. Le Groupe développe actuellement le nouveau modèle opérationnel de la MSE basé sur la plateforme SS, ce qui est une nouvelle méthodologie pour la MSE du stock de germon de l'Atlantique Nord. Le Groupe a souligné l'importance d'une transition en douceur vers la nouvelle approche. À cet effet, le Groupe a suggéré de comparer les sorties entre la plateforme SS et l'application de la MP de la Recommandation 21-04 en réalisant une projection déterministe du stock à partir de SS.

Le Groupe a discuté des paramètres de la projection :

- Projeter sur cinq années (2022-2026),
- Projeter un scénario d'une future F constante de $0,8 * F_{PME}$ (mortalité de référence actuelle dans la MP),
- Utiliser la sélectivité des flottilles de 2021,

- Les valeurs du recrutement futur (2019 et années suivantes) seraient directement prises de la relation stock-recrutement estimée dans le modèle.

Le Groupe a examiné les résultats des projections de SS (**figure 33**). Il a été noté que compte tenu de l'état du stock en 2021 et des ponctions totales qui se sont situées en-deçà du TAC adopté ces dernières années, les captures estimées pour 2023 et les 5 premières années consécutives sont élevées (**figure 33-b**). En outre, le modèle estimait des apports de recrutement relativement importants en 2015-2018 (par ex. écarts du recrutement positifs exceptionnellement élevés (**figure 33-d**) qui seraient disponibles pour les pêcheries au début de la période de projection (**figure 33-a**). Il a été noté que ces niveaux élevés de recrutement n'ont été constatés qu'au début des années 1960 dans l'historique du modèle et il a été demandé s'ils étaient plausibles d'un point de vue biologique. En général, il a été noté que l'état du stock estimé de *mpb* et de SS en 2021 indiquait que le stock n'est pas surexploité et ne fait pas l'objet de surpêche (c.-à-d. quadrant vert du diagramme de Kobe) et que la production projetée par SS (**tableau 9**) est comparable au TAC résultant de l'application de la MP pour la période 2024-2026 (point 7).

7. Interaction de la procédure de gestion

Le document SCRS/2023/100 décrit l'application de la MP du germon du nord, qui inclut l'utilisation des captures et de cinq indices d'abondance pour ajuster le modèle de production excédentaire *mpb* et une règle de décision (ou règle de contrôle de l'exploitation, HCR) afin de déterminer le TAC pour la période 2024-2026. Les valeurs de la médiane de la sortie du modèle *mpb* ont été utilisées pour estimer le TAC pour 2024-2026. Notant que la biomasse à la fin 2021 est estimée être supérieure à $B_{seuil} = B_{PME}$, le TAC est calculé de la façon suivante :

$$\begin{aligned} TAC &= F_{target} \times B_{current} \\ &= 0.8 \times F_{msy} \times B_{2021} \\ &= 0.8 \times median(F_{msy}) \times median(B_{2021}) = (0.8 \times 0.1146443 \times 519,799) \\ &= \mathbf{47,673.59 \text{ t.}} \end{aligned}$$

Toutefois, la clause de stabilité de la Recommandation 21-04 exige ce qui suit : « *Le changement maximum de la limite de capture (DMAX) ne devra pas dépasser 25 % en cas d'augmentation ou 20% en cas de diminution par rapport à la limite de capture précédemment recommandée lorsque $B_{ACTUELLE} \geq B_{SEUIL}$* ». Le TAC pour la période 2021-2023 ($TAC_{2021-2023}$) était de 37.801 t et le TAC estimé pour 2024-2026 dépasserait le changement maximum autorisé du TAC ($1,25 \times TAC_{2021-2023} = 47.251 \text{ t}$). Par conséquent, l'avis sur le TAC pour la période 2024-2026 est estimé à **47.251 t**.

8. Évaluation des circonstances exceptionnelles

Les documents SCRS/2023/P/075 et SCRS/2023/101 ont été présentés pour évaluer l'existence éventuelle de circonstances exceptionnelles d'après les indicateurs disponibles. Le vecteur de la mortalité naturelle (M) à l'âge adopté lors de la réunion de préparation des données n'est pas très différent des valeurs des OM utilisées dans la MSE (**figure 34**). Le document SCRS/2023/101 évaluait la performance de la MP adoptée dans la Recommandation 21-04 en ce qui concerne une grille de robustesse des OM conditionnés à l'aide du nouveau vecteur de mortalité naturelle adopté par le Groupe à la réunion de préparation des données. Les résultats suggéraient que la productivité du stock et l'état du stock au début des simulations étaient plus optimistes que les précédentes estimations. La MP appliquée aux OM de robustesse entraînait une plus grande probabilité de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe ainsi que des captures plus élevées à long terme qu'avec la grille de référence des OM.

Le document SCRS/2023/P/075 compare les tendances de la biomasse (**figure 35**, **figure 36**) et de la mortalité par pêche (**figure 37** et **figure 38**) estimées dans les simulations de la MSE (OM et MP) par rapport aux estimations des modèles *mpb* et Stock Synthesis en 2023 et aux récentes observations de la CPUE (**figure 39**) et des captures (**figure 40**). Cette analyse est développée faisant suite aux indicateurs décrits à l'Annexe 2 de la Recommandation 21-04. En ce qui concerne la biomasse relative estimée (B/B_{PME}), le Groupe a noté que les valeurs estimées par le modèle SS sont plus élevées que celles de la MSE pour la période 1930-1957, et cela était attribué à la fonction de production biaisée estimée pour le stock par le modèle Stock Synthesis et à un épuisement plus élevé estimé pour la B_{PME} . Même si cela

était identifié comme une circonstance exceptionnelle conformément au protocole, ce n'était pas considéré comme un obstacle à l'application de la MP. Les estimations de *mpb* s'inscrivent dans les valeurs (IC 95%) estimées dans la MSE, tant dans les OM que dans les MP. En outre, les CPUE se situent également dans les valeurs estimées dans la MSE, sauf pour l'année 2018 pour la CPUE des canneurs de UE-Espagne, qui était légèrement plus élevée que celle estimée pour cette année-là. En ce qui concerne les captures, le Groupe a noté qu'elles ont été inférieures au TAC adopté utilisé dans la HCR ou la MP pour la plupart des années, sauf pour 2019, où il a été dépassé de 3,5%.

En résumé, le Groupe a conclu qu'aucune circonstance exceptionnelle n'avait été identifiée empêchant l'application de la MP pour établir le TAC pour la période 2024-2026.

9. Discussion sur la nouvelle MSE : étapes et calendrier

Conformément à la Recommandation 21-04, le SCRS devra poursuivre le développement d'un nouveau cadre de MSE afin de soutenir l'éventuelle adoption d'une nouvelle MP par la Commission au plus tard en 2026. En conséquence, la feuille de route de la MSE reflète le fait que le Groupe d'espèces sur le germon et le SCRS devraient lancer ce processus en 2023. Les recommandations du Groupe relatives à la nouvelle MSE sont décrites ci-dessous.

Ensemble de référence potentiel

Le Groupe a recommandé d'évaluer, au moins, l'axe d'incertitude suivant pour la nouvelle MSE et des approches alternatives indiquées ci-après.

- L'incertitude quant à la mortalité naturelle (M ; par ex. $CV = 20\%$).
- L'incertitude quant à la variabilité du recrutement (σR ; par ex. moyenne = 0,4, $CV = 20\%$).
- L'incertitude quant à la pondération des composantes du modèle (par ex. cas de référence et augmentation des paramètres λ à 2 pour la taille, la composition des âges et les CPUE ; 4 niveaux)

Ensemble de robustesse potentiel

- Les changements dans le recrutement non-pêché (par ex. R_0 ; 20% à la hausse et à la baisse).
- Les changements dans la variabilité du recrutement (par ex. σR ; moyenne = 0,6, 0,2).

Calibrage

Afin de faciliter l'évaluation des compromis des objectifs de gestion, le Groupe a convenu que le calibrage des CMP apporte une valeur ajoutée (par ex. sur une probabilité de 60% de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe), notamment lors de la comparaison d'un ensemble plus vaste de CMP basées sur un modèle et de CMP empiriques.

Objectifs de gestion/mesures des performances : Le Groupe a recommandé que, dans l'attente d'interactions complémentaires avec la Sous-commission 2 de la Commission, l'ensemble actuel des objectifs de gestion devrait être maintenu. De plus, le Groupe a noté que l'élargissement des CMP en vue d'inclure des approches empiriques pourrait nécessiter l'examen d'une probabilité maximale acceptable de se situer en dessous de B_{lim} , mais que le Groupe pourrait utiliser des mesures de performance précédemment acceptées pour la sécurité jusqu'à ce qu'une orientation supplémentaire soit disponible.

Améliorations du Modèle d'erreur d'observation (OEM) : Le Groupe a noté que l'OEM du BFT utilisait les propriétés statistiques des CPUE pertinentes de chaque indice pour projeter la CPUE prédite, contrairement à l'OEM du N-ALB dans le cadre duquel seule une erreur aléatoire était prise en compte. Cependant, l'OEM du BFT ne tenait pas compte de l'incertitude quant aux observations historiques des CPUE, ce qui était une caractéristique de l'OEM du N-ALB. Le Groupe a vu des avantages dans chacune des deux approches. Il est utile de tenir compte de l'incertitude historique dans la CPUE car les changements apportés aux approches de standardisation et d'autres améliorations entraînent souvent des changements dans les séries temporelles annuelles de la CPUE et il est généralement accepté que l'incertitude dans les projections de la CPUE devrait inclure les propriétés statistiques appropriées de l'indice (par ex. variation, autocorrélation). Le Groupe a recommandé d'étudier les deux sources d'erreur d'observation, dans la mesure du possible.

Inclusion du changement climatique dans la MSE

Le Groupe a examiné une publication révisée par des pairs qui évaluait la robustesse de la HCR du N-ALB face aux changements potentiels induits par le changement climatique (Merino *et al.*, 2019). Il a été indiqué que le changement climatique peut également causer, par exemple, des changements dans la répartition entraînant un décalage entre les pêcheries et les ressources marines (changements de la capturabilité), des changements dans la qualité de l'habitat, le comportement des poissons et la génétique/l'expression génétique influençant les caractéristiques biologiques. Le Groupe s'est demandé s'il convenait d'inclure ces changements dans la grille de référence ou dans la grille de robustesse et il a décidé d'inclure les changements potentiels de la productivité du stock (c.-à-d. changements potentiels de R_0 et de σ_R) dans la grille de robustesse afin d'évaluer si les CMP sont résilientes aux futurs changements de l'ampleur et de la variabilité du recrutement qui pourraient découler du changement climatique. Cette approche est en conformité avec l'orientation du Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks (WGSAM). Bien que le débat ne soit pas encore clos au sein du SCRS, le Groupe a convenu de ne pas inclure les impacts potentiels du changement climatique dans la grille de référence tant que les mécanismes sous-jacents ne sauront pas mieux compris, mais ils pourraient être examinés dans les tests de robustesse.

Amélioration de la documentation

Le Groupe a examiné le document consolidé le plus récent (N-ALB_MSE_document_June2023.pdf) décrivant l'approche actuelle de MSE et l'a jugé complet. La nouvelle approche de MSE sera décrite dans un nouveau document amélioré. En ce qui concerne l'amélioration de la documentation du processus de MSE, le Groupe a noté qu'il était difficile de tenir à jour le document consolidé au fur et à mesure de l'évolution du processus de MSE, qu'aucune instruction n'était disponible pour orienter ce processus et que le document final pourrait ne pas être très utile dans son état actuel étant donné que peu de personnes connaissent son existence et qu'il est difficile à trouver. Le Groupe a noté que le WGSAM a récemment recommandé une approche unifiée pour l'organisation et le stockage de ces documents, et a convenu qu'il s'agit d'une approche utile et appropriée. Le WGSAM a notamment recommandé de mettre à disposition sur le site web de l'ICCAT une version évolutive des documents et supports sur la MSE de l'ICCAT. Le Groupe a également examiné les pages web actuelles sur la MSE pour les autres groupes (par ex. BFT, Commission pour la conservation du thon rouge du sud, CCSBT) et les a jugées utiles tout en notant que la publication et la tenue à jour de ces informations nécessitent des ressources du Secrétariat.

Le Groupe a également discuté du besoin de mieux identifier les informations dont a besoin la Commission, y compris des résumés en langage clair en vue de faciliter la communication avec un public non-technique. En attendant que l'orientation du WGSAM soit finalisée, le Groupe a recommandé deux exemples qui sont considérés particulièrement efficaces : le N-SWO et la CCSBT. Alors que l'exemple du thon rouge est extrêmement exhaustif, il est particulièrement long à préparer et à tenir à jour et a également un caractère hautement technique. Afin d'éviter de surcharger les ressources disponibles, le Groupe a vivement recommandé un processus moins onéreux.

Feuille de route/calendrier de la MSE

Le Groupe a convenu qu'il serait intéressant de solliciter des commentaires de la Sous-commission 2 en ce qui concerne les objectifs de gestion et les mesures des performances pour cibler la charge de travail. Il est recommandé de tenir une réunion exhaustive sur la MSE avec la Sous-commission 2 en 2025. Le Groupe a convenu de résumer l'approche de MSE et la MP actuelles, de faire ressortir les améliorations réalisées et de présenter les nouvelles CMP et leur performance par rapport aux objectifs de gestion énoncés au cours de cette réunion. Il sera également nécessaire de souligner tous les points de décision qui nécessitent des commentaires approfondis de la Commission.

10. Réponses à la Commission

La Recommandation 21-04 demandait d'évaluer le pourcentage de sous-déclaration des données de capture qui déclencherait l'apparition d'une circonstance exceptionnelle.

Le document SCRS/2023/101 évaluait des scénarios de captures non-déclarées dépassant constamment le TAC à l'avenir. L'étude concluait que des captures non-déclarées dépassant le TAC de 10% ou plus auraient pour conséquence de NE PAS atteindre l'objectif de gestion de se situer dans le quadrant vert du diagramme de Kobe avec une probabilité de 60% au moins. Le Groupe a noté que cela devrait être interprété comme un pourcentage (%) de l'augmentation des captures non-déclarées dépassant le TAC qui ne sont pas déclarées par rapport aux niveaux historiques.

Le SCRS ne dispose actuellement d'aucune donnée ou information suggérant qu'il existe une sous-déclaration substantielle des prises de germon du nord.

11. Recommandations

11.1 Recommandations de recherche et statistiques

En raison des limitations actuelles de l'évaluation du stock de germon de la Méditerranée, le Groupe recommande la mise en place d'un réseau de chercheurs qui travaillerait pendant la période intersessions à l'élaboration d'un plan de recherche complet et cohérent pour ce stock qui serait incorporé dans le programme annuel sur le germon (ALBYP), conjointement avec les plans de recherche sur les stocks de l'Atlantique Nord et Sud.

Le Groupe recommande que les CPC et le Secrétariat travaillent ensemble afin de compléter les données de la tâche 1 NC pour le germon de la Méditerranée avant la prochaine évaluation. Le Groupe a identifié ce point comme l'une des principales incertitudes des évaluations passées et a recommandé de tenir compte des méthodes développées par le WGSAM pour estimer les captures non déclarées.

Le Groupe recommande l'examen et la mise à jour des statistiques des pêcheries du germon de Méditerranée de la (des) flottille(s) égyptienne(s) disponibles dans les bases de données du Secrétariat de l'ICCAT.

Le Groupe recommande que la recherche se concentre sur l'identification des principaux facteurs océanographiques associés aux schémas migratoires du germon du Nord, à la distribution de la taille de la population et à l'interaction globale avec les différentes flottilles, afin de mieux comprendre les tendances des indicateurs dépendant de la pêche.

Le Groupe recommande que, dans la mesure du possible, les indices d'abondance soient fournis à la fois en nombre et en unités de poids pour les différentes plateformes de modèles d'évaluation du germon de l'Atlantique.

Le Groupe recommande que le modèle Stock Synthesis de référence proposé pour la nouvelle MSE pour le germon du Nord soit optimisé, comme indiqué dans le présent rapport (section 4.2).

Le Groupe recommande que le WGSAM examine et évalue les approches permettant d'inclure dans les modèles d'évaluation les estimations de la variabilité associées aux indices d'abondance. Il a été noté que les différents groupes d'espèces ont utilisé des approches différentes pour la même plate-forme et entre les plates-formes. Le Groupe a suggéré qu'une étude complète de simulation permettrait de tester d'autres configurations.

11.2 Gestion

Le Groupe a conclu qu'aucune circonstance exceptionnelle n'a été détectée qui empêcherait l'application de la MP. Par conséquent, le Groupe a appliqué la MP pour calculer le prochain TAC pour la période 2024 - 2026. Le TAC résultant est de 47.251 t, ce qui représente une augmentation de 25% par rapport au TAC précédent.

12. Programme de recherche sur le germon : mise à jour des activités en cours et planification future

12.1. Biologie de la reproduction

Le SCRS/2023/117 a fourni une mise à jour de l'étude sur la biologie de la reproduction du germon de l'Atlantique Sud. Des échantillons provenant de trois zones de capture et de flottilles palangrières, dont le Brésil et le Taipei chinois, ont été collectés. La fourchette de tailles était comprise entre 83 et 115 cm SFL. Des tailles plus importantes ont été observées à des latitudes plus basses, et les valeurs estimées de L_{50} pour les mâles et les femelles étaient respectivement de 102,3 cm SFL et 96,3 cm SFL. Les L_{50} estimées sont plus importantes que dans les études précédentes. Les femelles actives sur le plan de la reproduction ont été principalement collectées dans la zone où opère la flottille du Taipei chinois. La fécondité moyenne par fraction de ponte était comprise entre 0,14 et 1,7 million d'ovocytes. L'analyse préliminaire de l'âge à partir des épines a identifié entre sept et huit anneaux annuels, mais on s'attend à ce que le nombre total d'anneaux annuels soit plus élevé en raison des anneaux non visibles dans les zones de vascularisation de l'épine.

Le Groupe a félicité l'équipe pour le travail réalisé et a recommandé de confirmer les estimations de L_{50} , qui sont plus élevées que celles observées dans d'autres études, ainsi que les différences de maturité spécifiques au sexe. En outre, le Groupe a noté l'importance de la détermination de l'âge des grands poissons (par exemple 200 poissons de plus de 100 cm) à la fois pour disposer d'une estimation fiable d' A_{max} (utilisée pour obtenir les estimations de la mortalité naturelle M) et pour améliorer l'estimation de la croissance dans Stock Synthesis. Le Groupe a estimé qu'il pourrait être intéressant de valider la croissance par des techniques de carbone radioactif, bien qu'il ait été noté que d'autres méthodes de validation avaient été utilisées pour calibrer les courbes de croissance, au moins dans le stock de germon du Nord. Le Groupe a également noté qu'une étude comparative entre les pièces dures (épines et otolithes) pourrait être intéressante afin d'éviter de déterminer l'âge des grands poissons en utilisant uniquement les épines, étant donné que certains anneaux sont réabsorbés.

Le consortium travaillant sur les études de reproduction du germon de l'Atlantique Nord a informé que les échantillons du Taipei chinois collectés en 2022 étaient arrivés et seraient traités dans les mois suivants.

12.2. Marquage électronique

La SCRS/P/2023/028Rev fournissait une mise à jour des activités de marquage électronique menées entre 2019 et 2023, en utilisant différentes plateformes de marquage. Jusqu'à présent, 93 marques-archives et 34 PSAT ont été déployées dans le golfe de Gascogne et les îles Canaries. Les résultats ont révélé certains défis ainsi que les principaux résultats obtenus jusqu'à présent par rapport à l'objectif principal, qui est d'améliorer notre connaissance du cycle vital et de l'utilisation de l'habitat du stock de germon de l'Atlantique Nord. Depuis les informations fournies lors de la réunion de préparation des données, d'autres marques-archives internes ont été récupérées, dont une avec plus d'un an passé en liberté qui présente un schéma de migration très similaire à celui de la précédente marque récupérée après une longue période, visitant des zones d'hivernage similaires et montrant une fidélité au site du golfe de Gascogne pendant des étés consécutifs.

Le Groupe a reconnu que les trajectoires couvrent déjà au moins une partie du cycle vital du germon, mais que les migrations de frai restent insaisissables et a appelé la nécessité d'améliorer la rétention des marques et d'essayer des déploiements supplémentaires dans les zones de l'Atlantique Ouest. Le Groupe a noté que, bien que l'accumulation d'un grand ensemble de données puisse être complexe et coûteuse dans le cas du germon, la collecte d'une quantité suffisante de données de marques électroniques pourrait permettre de construire des modèles réalistes de distribution spatiale qui pourraient être utiles pour une série d'objectifs, y compris la standardisation de la CPUE, les changements de distribution dus au changement climatique, etc. Enfin, il a été demandé aux participants du Groupe de partager et de diffuser largement les affiches annonçant les récompenses pour les marques-archives récupérées.

Le Groupe a confirmé l'intention de poursuivre la recherche sur la biologie de la reproduction et le marquage électronique dans le cadre de l'ALBYP dans les années à venir. Le Groupe a également noté qu'en cas de réduction du budget, il serait utile de procéder à une analyse coûts-avantages des différentes lignes de recherche (c'est-à-dire biologie de la reproduction ou marquage électronique). Toutefois, le Groupe a noté qu'il s'agit d'un exercice difficile car les différentes lignes de recherche fournissent des informations sur des aspects très différents de la biologie du germon, et bien que la maturité soit requise pour plusieurs modèles d'évaluation des stocks, la structure de la population et l'identification du stock sont des hypothèses de base. En fait, il a été noté que l'évaluation des hypothèses relatives à la structure du stock devrait avoir une plus grande priorité au sein du SCRS.

13. Autres questions

La présentation SCRS/P/2023/79 fournissait des informations détaillées sur la pêcherie palangrière de germon de Méditerranée opérant dans les eaux égyptiennes. Elle couvrait divers aspects tels que les caractéristiques de l'engin de pêche, le niveau des captures récentes, la composition de la taille des poissons capturés et la caractérisation des captures accessoires. Des informations ont également été communiquées sur les études menées sur la biologie de l'espèce.

Le Groupe a pris acte des informations communiquées et a souligné l'importance de l'inclusion de ces informations dans la base de données de l'ICCAT. À ce titre, le Secrétariat a noté la nécessité de corroborer les statistiques de la tâche 1 et de la tâche 2 pour l'Égypte dans la base de données de l'ICCAT et a accepté de contacter directement les auteurs sur cette question. Le Groupe a également encouragé la participation des scientifiques égyptiens aux prochaines

sessions d'évaluation du germon de la Méditerranée. Le Groupe a remarqué que depuis la dernière réunion intersessions du Groupe d'espèces sur le germon (y compris l'évaluation du stock de germon de la Méditerranée) en 2021, le résumé exécutif de ce stock est séparé de celui des stocks de l'Atlantique. Le Groupe a convenu de les garder séparés à l'avenir.

14. Adoption du rapport et clôture

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

Bibliographie

- Anonymous 2017. Report of the 2016 ICCAT North and South Atlantic Albacore Stock Assessment Meeting (Madeira, Portugal – 28 April to 6 May 2016). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73(4): 1147-1295.
- Anonymous 2020. Report of the 2020 ICCAT Atlantic Albacore Stock Assessment Meeting (Online, 29 June - 8 July 2020). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 77(7): 1-142.
- Anonymous. 2023. Report of the 2023 ICCAT North Atlantic Albacore Data Preparatory Meeting (including MSE) (Hybrid, Pasaia, Spain 20-23 March 2023). SCRS/2023/003.
- Bard F.X. 1981. Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. PhD Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- 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, p.105959.
- Francis, R.C., 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(6), pp.1124-1138.
- Hamel, O.S., Cope, J.M. 2022. Development and considerations for application of a longevity-based prior for the natural mortality rate. Fish. Res. 256, 106477. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106477>
- Kell L.T., Arrizabalaga H., Merino G., De Bruyn P., Mosqueira I., Sharma R., and Ortiz de Urbina J-M. 2017. Validation of the biomass dynamic stock assessment model for use in a management procedure. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73(4): 1354-1376.
- Merino G., H. Arrizabalaga, H. Murua, J. Santiago, J. Ortiz de Urbina, J. G.P. Scott and L.D. Kell. Evaluation of Harvest Control Rules for North Atlantic albacore through Management Strategy Evaluations. SCRS/2016/015 (withdrawn).
- Merino G., H. Arrizabalaga, J. Santiago, R. Sharma., V. Ortiz-de-Zarate, P. De Bruyn, and L. Kell. Updated evaluation of harvest control rules for North Atlantic albacore through management strategy evaluation. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 74(2): 457-478.
- Methot, R. D., Jr., C. R. Wetzel, I. G. Taylor, and K. Doering. (2020). Stock Synthesis User Manual Version 3.30.15. U.S. Department of Commerce, NOAA Processed Report NMFS-NWFSC-PR-2020-05.
- Methot, R.D. and Taylor, R.G. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68:1744-1760.
- Methot, R.D. and Wetzel, C.R. (2013). Stock Synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142: 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.10.012>, <https://doi.org/10.25923/5wpn-qt71>
- Santiago, J., 1992. A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Coll. Vol. Sci. Pap., XL(2): 316-319.
- Santiago, J., Arrizabalaga, H. 2005. An integrated growth study for North Atlantic albacore (*Thunnus alalunga* Bonn. 1788). ICES J. Mar. Sci. 62, 740–749. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.01.015>
- Thorson J.T., Maureaud A.A., Frelat R., Mérigot B., Bigman J.S., Friedman S.T., Palomares M.L.D., Pinsky M.L., Price S.A., Wainwright P. 2023. Identifying direct and indirect associations among traits by merging phylogenetic comparative methods and structural equation models. Methods Ecol. Evol. n/a. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14076>
- Winker H., Carvalho F., Cardinale M., Kell L. 2022. ss3diags: What the Package Does (One Line, Title Case). R package version 1.10.0.

INFORME DE LA REUNIÓN DE ICCAT DE 2023 DE EVALUACIÓN DEL STOCK DE ATÚN BLANCO DEL ATLÁNTICO (INCLUYE LA MSE)

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

La reunión fue híbrida y se celebró entre el 26 y el 29 de junio de 2023. El relator del atún blanco del Atlántico y presidente de la reunión, el Dr. Haritz Arrizabalaga (UE-España), inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes. El Sr. Camille Manel, Secretario ejecutivo de ICCAT, se dirigió al Grupo y dio la bienvenida a los participantes.

El presidente 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 SCRS se adjuntan en el **Apéndice 4**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
Puntos 1 y 14	M. Ortiz y A. Kimoto
Punto 2	P. Quelle, V. Zarate de Ortiz, y A. Kimoto
Punto 3	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron, y G. Merino
Punto 4	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron, y G. Merino
Punto 5	M. Lauretta, A. Urtizberea, G. Moron, y G. Merino
Punto 6	A. Kimoto, M. Ortiz, y M. Lauretta
Punto 7	G. Merino
Punto 8	G. Merino y H. Arrizabalaga
Punto 9	S. Cass-Calay
Punto 10	H. Arrizabalaga y G. Merino
Punto 11	M. Ortiz y H. Arrizabalaga
Punto 12	M.L. Araujo
Punto 13	J. Ortiz de Urbina

2. Resumen de los datos de entrada para la evaluación de stock y la iteración del procedimiento de ordenación (MP)

Para más detalles, consulte el informe de la reunión de preparación de datos sobre el atún blanco del Atlántico norte (Anón., 2023).

2.1 *Biología*

En la reunión de preparación de datos se presentó un nuevo vector de la mortalidad natural por edad. El Grupo estuvo de acuerdo con todos los parámetros biológicos que se debatieron y adoptaron en dicha reunión (Tabla 1 en Anón., 2023).

2.2 *Capturas*

Basándose en la estructura actualizada de la flota acordada por el Grupo (Tabla 8 en Anón., 2023), la Secretaría de ICCAT proporcionó las capturas actualizadas por flota utilizando CATDIS a 31 de enero de 2023, tras la reunión de preparación de datos. Se informó al Grupo de que, tras dicha reunión (Anón., 2023), la Secretaría de ICCAT recibió algunas actualizaciones menores de capturas de atún blanco del Atlántico norte para el periodo 2019-2021 y que las diferencias entre CATDIS (datos de entrada para Stock Synthesis (SS)) y Tarea 1 (a 26 de junio de 2023) son mínimas (<0,1 % en peso). No hubo ninguna actualización sobre la captura de 2022. La Secretaría de ICCAT facilitará al Grupo las capturas de 2022 en la reunión del Grupo de especies de septiembre de 2023.

2.3 *Talla*

Tras la reunión de preparación de datos, la Secretaría de ICCAT proporcionó las composiciones de tallas actualizadas por año, trimestre y flota siguiendo las decisiones del Grupo (sección 5.1 en Anón., 2023). Se facilitaron datos de talla por año y flota en un intervalo de 2 cm con un tamaño mínimo de muestra de $n = 90$ peces (escala logarítmica 4,5) para su introducción en el modelo SS. Las frecuencias de tallas anuales utilizadas como

entradas se ponderaron por el número de muestras por trimestre. La Secretaría de ICCAT informó al Grupo de que no había actualizaciones de las frecuencias de talla para el atún blanco del Atlántico norte desde la reunión de preparación de datos.

El documento SCRS/2023/118 presentó la distribución espacial de la talla del atún blanco del Atlántico norte capturado por la pesquería de palangre de Taipei Chino. Las muestras de tallas se recogieron en el caladero principal entre 15°N y 40°N de 2018 a 2022 y oscilaron en su mayoría entre 80 y 120 cm de longitud a la horquilla (FL). Se constató que el atún blanco de menos de 100 cm de FL se observaba al norte de 30°N, mientras que los individuos de más de 100 cm de FL se capturaban principalmente al sur de 30°N.

El Grupo tomó nota de que la información contenida en este documento se había compartido originalmente con el equipo de modelización antes de la reunión de preparación de datos y dio las gracias a los autores por facilitar este documento por su utilidad. El Grupo reconoció que este documento apoya la separación de las pesquerías de palangre en dos zonas, al norte y al sur de 30°N en el modelo de evaluación. El Grupo preguntó si la metodología de pesca había cambiado entre el norte y el sur de 30° N. Los autores explicaron que la pesca con palangre de Taipei Chino dirigida al atún blanco ha cambiado con el tiempo. La flota dirigida al atún blanco faenó tanto al norte como al sur de 30°N en el periodo inicial. Sin embargo, durante la década de 2010, las operaciones de la flota cambiaron para dirigirse principalmente al atún blanco grande al sur de 30°N. El autor también indicó que esta flota sigue dirigiéndose al atún blanco grande, pero se ha producido un gran cambio en la especie objetivo hacia el patudo en la zona tropical, en comparación con el período anterior a 2000.

El Grupo debatió que la diferencia de tamaño del atún blanco por zonas (es decir, el atún blanco más grande se observa al sur de 30°N) podría tener una base biológica. Aunque se sabe poco sobre el ciclo vital básico, la migración de alimentación de los juveniles se produce hacia latitudes más altas, mientras que las zonas de desove se encuentran en las latitudes más bajas del Atlántico norte. Eso podría explicar la diferencia entre las composiciones de tamaño al norte y al sur de 30°N.

2.4 Índices de abundancia

El Grupo no recibió ninguna información nueva sobre los índices de abundancia después de la reunión de preparación de datos (sección 4 en Anón., 2023).

El punto de 2018 del índice de palangre de Venezuela se excluyó del análisis en base a la decisión que se tomó en la reunión de evaluación del stock de atún blanco del Atlántico de 2020 (Anón., 2020) debido a la escasa cobertura de muestreo espacial y temporal ese año.

2.5 Estructura de la flota

El Grupo acordó adoptar la decisión tomada en la reunión de preparación de datos relativa a la estructura de la flota que se utilizará en la plataforma de SS (sección 5.1 en Anón., 2023). La estructura de la flota puede consultarse en la Tabla 8 (Anón., 2023), que contiene 15 flotas.

3. Métodos y ajustes del modelo

3.1 Métodos Stock Synthesis

El Grupo revisó los supuestos preliminares del modelo SS (versión 3.30.21, Methot y Wetzel, 2013), la configuración de los datos, los ajustes del modelo y los diagnósticos presentados en el documento SCRS/2023/107. El modelo SS es un modelo de una zona, un sexo y un lapso temporal anual para el stock de atún blanco del Atlántico norte en el periodo comprendido entre 1930 y 2021. Se incluyeron un total de 15 flotas (enumeradas a continuación y descritas en la **Tabla 1**) y 8 índices de abundancia (Tabla 7, Anón. 2023, **Figura 1**).

Estructura de la flota: 15 flotas

- Cebos vivos (UE-España y UE-Francia), 1953-2021
- Cebos vivos - Islas temporadas 1, 3 y 4 (UE-Portugal Madeira/Azores, UE-España Canarias), 1958-2021
- Curricán (UE-España y UE-Francia) + Red de enmalle (UE-Francia y UE-Irlanda), 1930-2021
- Arrastre semipelágico (UE-Francia y UE-Irlanda), 1987-2021
- Palangre de Japón - zona norte (al norte de los 30 grados de latitud), 1961-2021

- Palangre de Japón - zona sur (al sur de los 30 grados de latitud), 1961-2021
- Palangre de Taipei Chino - zona norte (al norte de los 30 grados de latitud), 1968-2021
- Palangre de Taipei Chino - zona sur (al sur de los 30 grados de latitud), 1968-2021
- Palangre de EE. UU. y Canadá - zona norte (al norte de los 30 grados de latitud), 1980-2021
- Palangre de EE. UU. - zona sur (al sur de los 30 grados de latitud), 1980-2021
- Palangre de Venezuela 1960-2021
- Palangre de Corea, Panamá y China, 1960-2021
- Otros palangres, 1965-2021
- Otros artes de superficie, 1978-2021
- Cebos vivos - Islas temporada 2, 1965-2021

Índices de abundancia: 8 CPUE

- Cebos vivos, 1981-2021(2020 sin datos)
- Palangre de Japón - zona norte, 1988-2009 (excluido 2010)
- Palangre de Japón - zona sur, 1988-2021 (excluido 2013)
- Palangre de Taipei Chino - zona norte, 1999-2021
- Palangre de Taipei Chino - zona sur, 1999-2021
- Palangre de Estados Unidos - zona norte, 1987- 2021
- Palangre de Estados Unidos - zona sur, 1987- 2021
- Palangre de Venezuela, 1991-2017 (excluido 2018)

Cada serie de índices se normalizó con una media de una. El Grupo apoyó las decisiones tomadas en la reunión de preparación de datos y los 8 índices incluidos en la evaluación (5 índices para la zona norte de 30°N y 3 índices para la zona sur de 30°N) se normalizaron a un error estándar medio de 0,2 para cada serie, preservando la variabilidad interanual del índice original.

El Grupo tomó nota de la modificación de la resolución temporal del modelo inicial al caso de referencia pasando de un lapso temporal trimestral a anual. Este cambio redujo en gran medida la complejidad del modelo y permitió mejorar el ajuste global en las distintas series de datos. Se realizaron varios análisis de diagnóstico para evaluar la especificación y la convergencia del modelo. El Grupo solicitó algunas aclaraciones y análisis adicionales, que incluían una evaluación de las elevadas desviaciones recientes del reclutamiento y de los datos que están impulsando esas estimaciones, una evaluación del crecimiento con la adición de los datos de talla por edad y la comparación con los modelos de crecimiento publicados, una comparación de las series temporales con la evaluación anterior, los supuestos de ponderación de los datos y la convergencia del modelo. Se demostró que los elevados reclutamientos recientes se deben principalmente al índice de cebo vivo (referido a las edades 1 a 4, con una selectividad máxima para las edades 2 y 3), que muestra un fuerte aumento de la CPUE durante ese periodo. La comparación de las estimaciones de crecimiento con estudios publicados (Bard *et al.*, 1981; Santiago *et al.*, 2005) mostró una buena concordancia y validó las estimaciones de crecimiento en el modelo. El Grupo comentó que la inclusión de los datos de talla por edad mejoraba considerablemente el modelo y permitía estimar los parámetros de crecimiento directamente en el modelo SS. Una comparación de las series temporales entre el modelo SS actual y la evaluación anterior indicó que las diferencias en la serie temporal de biomasa se deben principalmente a la introducción de los nuevos datos y que los resultados (escala y tendencia) son muy similares cuando los datos se truncan en el mismo periodo que en la evaluación del stock de atún blanco del Atlántico de 2020. En concreto, las CPUE actualizadas muestran una tendencia creciente desde la última evaluación en todas las series de datos.

El Grupo recomendó explorar ponderaciones alternativas de los datos, especialmente volver a ponderar la composición por tallas, utilizando el método Francis (Francis, 2011), y las sensibilidades ponderándolas al alta de manera iterativa con los datos de CPUE y edad. Se demostró que la estimación del crecimiento varía en función de la ponderación de los datos de composición por talla frente a los de talla por edad, y que los datos de edad son importantes para mejorar la estimación del crecimiento. Se observó que las muestras de edad adicionales de peces de mayor tamaño (>100 cm) mejorarían aún más las estimaciones de crecimiento. La eliminación de cada serie de índices del modelo (análisis Jackknife) mostró la gran influencia de la CPUE de la flota de cebo vivo en las tendencias recientes del reclutamiento y la biomasa. La eliminación de otros índices influyó menos en las series temporales.

A continuación, se describen brevemente las entradas del modelo y la estructura revisada del mismo, basada en las recomendaciones del Grupo para la configuración de un modelo base.

Crecimiento y mortalidad natural

El crecimiento se estimó directamente en SS asumiendo un modelo de crecimiento de von Bertalanffy (**Figura 2**). La mortalidad natural por edad se escaló internamente asumiendo una función de Lorenzen (**Figura 3**) y una base M de 0,36 a los 6 años, derivada utilizando el enfoque de Hamel y Cope (2022) y asumiendo una edad máxima de 15 años (Anón., 2023).

Composiciones por tallas y selectividades basadas en talla de la flota

Los datos anules de composición de tallas se introdujeron como longitudes rectas a la horquilla (cm) por flota agregada en intervalos de talla de 2 cm en un rango de 26 a 158 cm (**Figura 4**). Los datos de composición de tallas se modelizaron asumiendo una distribución multinomial con el tamaño efectivo de la muestra igual al logaritmo natural del número de peces medidos. El Grupo debatió hipótesis alternativas sobre el tamaño efectivo de la muestra y recomendó explorar enfoques alternativos de escala, que se estudiarán entre sesiones.

La selectividad basada en la talla se estimó directamente para las flotas 1 a 12. Las flotas de cebo vivo y de arrastre semipelágico mostraron una composición de tallas multimodal y se modelizaron con una función spline cúbica. Para la hipótesis del spline cúbico, el número de nodos se fijó en 3 y 4 (respectivamente para cada una de las dos flotas), basándose en la exploración de alternativas en cuanto a parametrizaciones y ajustes del modelo. Para la posición de los nodos, se utilizó la función de generación automática de SS (Methot *et al.*, 2020). Se supuso que el palangre sur de EE.UU. y el palangre de Venezuela tenían una selectividad logística (asintótica). El resto de flotas, incluidos los palangres y las pesquerías de superficie, se modelizaron con una función doble normal, con la excepción de las flotas 12, 13 y 14, que se calcularon de la flota palangrera sur estadounidense. Para las islas de cebo vivo (flotas 2 y 15), curricán y redes de enmalle (flota 3), y arrastreros semipelágicos se utilizaron desarrollos aleatorios para ajustar los cambios interanuales en los datos de distribución de tallas que podrían estar relacionados con cambios en la disponibilidad de peces entre años. Se definieron bloques temporales para las flotas palangreras de Japón y de Taipei Chino para diferenciar los cambios en la selectividad durante el periodo objetivo, de transición y de captura accidental: para la flota palangrera japonesa hasta 1969 (como compensación), 1970-1975, 1976-2021, y para la flota de Taipei Chino hasta 1986 (como compensación), 1987-1998, 1999-2021.

Edad condicional por talla

La información sobre la edad se modeló como datos de talla por edad condicionales (CAAL) debido a la escasez de información sobre la edad y la talla en las series temporales y para no asumir que los datos eran representativos de las edades en todo el rango de tallas. Los pares edad-talla (3953 registros de muestras de columna vertebral) se introducen como distribuciones de frecuencia de edad por intervalos de talla (a intervalos de 2 cm) por cada año y trimestre, recogidas supuestamente por barcos de cebo vivo, arrastre y redes de enmalle (**Figura 5**). La información sobre la edad se introdujo con un vector de error de envejecimiento calculado con datos de 2011.

Supuestos de F inicial

Antes de 1930, se suponía que la captura en equilibrio para la flota 3 era de 10.000 t. La F inicial se estimó directamente en SS.

Relación talla-peso

La relación talla-peso utilizada en el modelo fue la siguiente: $W \text{ (kg)} = 1,339\text{e-}4 * \text{SFL (cm)}^{3,107}$ (Santiago, 1992).

Madurez

Se supuso que la edad de madurez al 50 % era a los 5 años y la madurez plena a los 6 años: 0 (0-4 años), 0.5 (5 años), 1 (6-15 años).

Relación stock-reclutamiento

Se asumió una relación stock-reclutamiento de Beverton-Holt (con una cima plana) con sigmaR fijada en 0,4, basándose en la base de datos del ciclo vital de FishLife. El nivel de reclutamiento sin pesca (R0) y la inclinación se estimaron libremente. Se supuso que las desviaciones de reclutamiento seguían una distribución lognormal estimada en una escala logarítmica como variantes $N(0, \text{sigmaR})$ con un mínimo y un máximo de -5 y 5, respectivamente. Se asumieron desviaciones de reclutamiento nulas hasta el inicio de los datos informativos sobre la abundancia relativa de stock a partir de 1960, y no se estimó el reclutamiento para los tres últimos años. La corrección de sesgo lognormal para la media de la relación stock-reclutamiento se aplicó siguiendo el método de Methot y Taylor (2011).

3.2 Modelos de producción excedente mpb

En 2016 y 2020, se utilizó el algoritmo Biodyn para un modelo de producción de la dinámica de la biomasa basado en el generador de modelos de diferenciación automática (ADMB), que está disponible en el paquete mpb del repositorio del proyecto FLR (www.flr-project.org) para realizar una evaluación del atún blanco del Atlántico norte. El algoritmo Biodyn se validó frente al modelo de producción de excedente (ASPIC) en Kell *et al.* (2017), comprobando que proporcionaba los mismos resultados utilizando los supuestos y entradas de la evaluación de 2013, y que se usaba en el marco de la MSE (Merino y Arrizabalaga, 2016; Merino *et al.*, 2017). Para la evaluación del stock de atún blanco del Atlántico norte y sur de 2016, el Grupo seleccionó cinco series de CPUE para utilizarlas en el modelo de producción y los mismos índices actualizados se emplearon en la evaluación del stock de atún blanco del Atlántico 2020. El Grupo revisó las entradas de datos y los ajustes del modelo y manifestó no tener ninguna pega respecto a las decisiones tomadas en la reunión de preparación de datos. La Secretaría tomó nota de la decisión adoptada tras la reunión de preparación de datos para eliminar el último año del índice de CPUE del palangre venezolano teniendo en cuenta la limitada cobertura de observadores. El Grupo apoyó esta decisión. Los índices seleccionados mostraron una tendencia general de aumento desde 2010 (**Figura 6**), lo que podría estar reflejando la tendencia de aumento del stock en la última década, cuando las capturas han estado por debajo de los totales admisibles de captura (TAC) adoptados.

Siguiendo el documento SCRS/2023/100 y la configuración modelo descrita en la *Recomendación de ICCAT sobre medidas de conservación y ordenación, incluido un procedimiento de ordenación y un protocolo de circunstancias excepcionales, para el atún blanco del Atlántico norte* (Rec. 21-04) (**Tablas 2 y 3**), el Grupo acordó definir el caso de referencia incluyendo las 5 series de CPUE, excluyendo los valores del palangre japonés de 2013 y del palangre venezolano de 2018.

4. Diagnósticos del modelo

4.1 Stock Synthesis

El caso de referencia del modelo SS convergió (gradiente final = 0,000847942) con una matriz hessiana definida positiva. Los parámetros estimados incluían cinco parámetros del modelo de crecimiento, dos parámetros stock-reclutamiento (R_0 e inclinación), un parámetro F inicial, 47 desviaciones de reclutamiento, y el resto de parámetros eran parámetros de selectividad basados en la talla de la flota y desviaciones de desarrollo aleatorio de selectividad. Las estimaciones de los parámetros, los errores estándar asintóticos y las distribuciones previas asignadas se presentan en la **Tabla 4**. En el caso de referencia del modelo, se asignó una distribución previa a la inclinación, basada en la estimación de la última jornada de evaluación ($h=0,75$), y en la selectividad del arrastre pelágico. El Grupo observó que el modelo era capaz de estimar la selectividad, demostrado por una posterior bien definida que divergía notablemente de la anterior y del análisis del perfil de verosimilitud que mostraba un mínimo definido. El Grupo recomendó eliminar la prioridad sobre inclinación y añadir prioridades a determinados parámetros de selectividad que mostraban desviaciones estándar muy grandes para mejorar la estabilidad general del modelo (parámetros logarítmicos máximos de las flotas con selectividad doble normal, exclusivamente). Estas revisiones del caso de referencia se harán entre sesiones.

Para evaluar si el modelo convergía a una solución global, se realizó un análisis de fluctuación aplicando una desviación aleatoria a los valores iniciales del 10 %. Ninguna de las pruebas de fluctuación indicó una verosimilitud logarítmica negativa inferior a la del caso de referencia del modelo (**Figura 7**); sin embargo, una fracción de las pruebas no consiguió converger. La supresión de la prioridad sobre la inclinación del modelo inicial mejoró la convergencia entre los ensayos (el 76 % de los ensayos convergieron frente al 50 %, y el gradiente se redujo), y el Grupo recomendó al equipo analítico que evaluara el rendimiento del modelo con las distribuciones previamente asignadas en los parámetros de selectividad. Este trabajo también se realizará entre sesiones, una vez incorporadas todas las revisiones recomendadas.

Se examinaron los diagramas de los datos observados frente a los datos ajustados y los diagramas residuales para evaluar el ajuste del modelo a los índices (**Figura 8 y Figura 9**) y a los datos de composición por tallas (**Figura 10**). En general, el modelo demostró un ajuste aceptable a algunos de los índices de abundancia, pero se observó una falta de ajuste general para los índices de cebo vivo, palangres estadounidenses y palangres venezolanos. Se aplicaron pruebas de ensayos a las series residuales de cada índice y a la composición de longitud para evaluar cuantitativamente la aleatoriedad del ajuste global a las distintas series temporales. Hubo pruebas ($p < 0,05$) para rechazar la hipótesis de residuos distribuidos aleatoriamente para los índices de cebo vivo, palangre de Estados Unidos en el norte y en el sur y de palangre venezolano, lo que apoya la conclusión de la falta de ajuste del modelo a esos datos (**Figura 11**).

Se realizaron perfiles de verosimilitud sobre el reclutamiento de equilibrio sin pesca medio estimado (R_0 , escala logarítmica), la inclinación(h), la talla asintótica media (L_{inf}) y la tasa de crecimiento(k) en un rango de valores plausibles (**Figura 12**). El perfil de R_0 por componente de datos mostró un mínimo correctamente estimado, con un acuerdo general entre los componentes de datos de una estimación entre aproximadamente 11,2 y 11,6 (escala logarítmica natural). Al igual que en R_0 , el perfil de la inclinación indicaba que el parámetro es estimable, aunque hubo menos acuerdo entre las fuentes de datos en comparación con R_0 . Los perfiles de los parámetros de crecimiento (L_{inf} y k) también indicaron que estos parámetros estaban bien determinados, principalmente por los datos condicionales de talla por edad. Las estimaciones de stock-reclutamiento R_0 e inclinación fueron de 11,4 y 0,67 respectivamente, y las de crecimiento L_{inf} y k fueron de 125 y 0,19 respectivamente (**Tabla 4**). Los valores de k y de inclinación fueron similares a los valores estimados de la mediana de las especies de atún blanco a partir del paquete R de FishLife ($h=0,64$ y $k=0,18$).

El análisis retrospectivo de la eliminación de 5 años (**Figura 13**) indicaba que la biomasa del stock reproductor y la mortalidad por pesca se estimaron de forma homogénea en todos los ensayos, con estimaciones de rho de Mohn de 0,01 y 0,00 respectivamente. La capacidad del modelo para predecir las CPUE se analizó empleando el análisis de simulación retrospectiva, y el rendimiento se evaluó con el error medio absoluto escalado (MASE) (Carvalho *et al.*, 2021) (**Figura 14**). Los resultados indican que el modelo podía predecir las CPUE de JP LL en el norte y en el sur. La influencia de cada CPUE en el reclutamiento estimado se evaluó con un análisis Jackknife, ejecutando el modelo eliminando un índice cada vez. Los resultados indicaron que el elevado reclutamiento de los últimos cuatro años se debió principalmente al índice de cebo vivo.

El Grupo tomó nota de que el conjunto de diagnósticos revisados durante la reunión se basaba en el modelo inicial con reclutamiento estimado de los años 2019 y 2020. Tras la decisión del Grupo de no estimar el reclutamiento de 2019-2021, se ha recomendado que se vuelva a realizar el conjunto completo de diagnósticos para el caso de referencia del modelo en el que no se estime el reclutamiento de los tres últimos años (2019 - 2021). Este trabajo se realizará y revisará entre sesiones, una vez incorporadas todas las revisiones recomendadas al caso de referencia del modelo. En comparación con el modelo de evaluación de atún blanco del norte de 2013, que utilizó la plataforma Multifan-CL y diferentes supuestos, el caso de referencia de SS estimó una inclinación y un valor de SSB en 2011 (el año terminal de la evaluación de 2013) similares a los de Multifan-CL, si en el caso de referencia solo se consideraron los datos hasta 2011.

Análisis de sensibilidad

Los análisis de sensibilidad sugieren que el modelo de referencia es muy sólido en sus resultados, sin embargo, el Grupo sugirió que se realizaran más análisis en el periodo intersesiones, para optimizar este modelo de referencia para construir los modelos operativos (OM) de la MSE de atún blanco del norte, incluyendo 1) explorar la ponderación de datos alternativos, incluyendo la reponderación de Francis (Francis, 2011) de los datos de composición por tallas, y los análisis de sensibilidad que ponderan al alza los tipos de datos individuales (por ejemplo, CPUE, composición por talla, y talla condicionada por la edad utilizando los parámetros de lambda en SS), 2) eliminar la distribución previa en la inclinación y añadir distribuciones previas para las flotas que utilizan la selectividad doble normal (parámetros logarítmicos superiores), 3) volver a calcular los tamaños efectivos de muestra para la composición por talla y la composición por edad (reescalado en la escala natural frente a transformado logarítmicamente) y 4) eliminar el tamaño de muestra mínimo en los datos de edad por talla, para incluir las muestras de peces de mayor tamaño.

Durante la reunión de preparación de datos, se decidió realizar un análisis de sensibilidad que incluyera las series históricas de abundancia japonesas para comprobar si mejoraban las estimaciones de productividad. El análisis de sensibilidad que incluía el índice objetivo de JPNLL (1959-1969), y los índices de los primeros periodos de captura fortuita (1975-1987), estimó un valor de inclinación ($h=0,65$) similar al del caso de referencia($h=0,67$).

4.2 Modelos de producción excedente mpb

El Grupo debatió la configuración del modelo y el análisis de diagnóstico. En particular, se discutió la interpretación de los diagramas residuales bivariantes que se desarrollaron para la exploración de probabilidades (**Figura 15**). Se aclaró que las fuentes de datos que mejor informan de los parámetros del modelo se asocian a las penalizaciones más bajas (es decir, los símbolos más grandes y oscuros de la **Figura 15**). Este análisis muestra que los índices de palangre de Taipei Chino y, en menor medida, Japón, son los que mejor informan de la estimación de la tasa de crecimiento intrínseco r , y en términos generales, corroboran que este modelo se rige en gran medida por la CPUE de palangre de Taipei Chino (como en las evaluaciones de 2016 y 2020). Los otros índices muestran penalizaciones mayores que son casi constantes en un rango más amplio de r , lo que implica que son menos informativos. El Grupo convino en que, en general, los diagramas de residuos apoyan la estimabilidad

de los parámetros del modelo de producción excedente (por ejemplo, r , K), y observó que existía una fuerte relación lineal positiva entre r y F_{RMS} , lo que era de esperar dado lo limitado de los parámetros utilizados en los modelos de producción excedente. Se presentó un análisis adicional que ajustaba el modelo de producción excedente eliminando un índice cada vez y el Grupo observó que, sin la CPUE de Taipei Chino, el modelo se regiría por el índice japonés. En general, el modelo parecía sólido para tolerar la eliminación de una serie de CPUE de forma secuencial.

Otros diagnósticos del modelo examinaron los residuos del ajuste (**Figuras 16, 17, 18, 19, 20 y 21**) y los análisis retrospectivos (**Figura 22**). El Grupo debatió el patrón retrospectivo en $B/BRMS$ en los años terminales, y en B en los años iniciales. En las estimaciones F/F_{RMS} de los años terminales también se observaron patrones retrospectivos menores. El Grupo debatió si el patrón retrospectivo era prueba suficiente para reconsiderar el modelo en que se basa el procedimiento de ordenación. Sin embargo, el Grupo también señaló que la estimación del pico de biomasa en el modelo puede estar basada en los valores máximos de la serie de CPUE que se produjeron entre 2 y 5 años antes del año terminal, por lo que el patrón retrospectivo también podría haberse producido por la simple eliminación de los últimos años de datos que reducen las tendencias de aumento de CPUE observadas hasta 2018. En general, el Grupo convino en que los diagnósticos mostraban un buen rendimiento estadístico del modelo. Las tendencias estimadas de biomasa y capturas se representaron gráficamente frente a la función de producción estimada en la **Figura 23**. Esta figura muestra que en los primeros años las capturas superaban la producción excedentaria del stock, pero en los últimos años la producción excedentaria ha sido mayor que las capturas, lo que probablemente explica los aumentos observados en la CPUE y el aumento estimado de la biomasa desde 1992.

5. Resultados del modelo

5.1 Estimaciones del modelo Stock Synthesis

Las series temporales de la biomasa del stock reproductor (SSB), la mortalidad por pesca (medida como tasa de explotación de la biomasa) y las estimaciones de reclutamiento se enumeran en la **Tabla 5** y se representan gráficamente en las **Figuras 24, 25 y 26**, respectivamente. La SSB experimentó un fuerte descenso entre mediados de la década de 1950 y mediados de los 1960 en respuesta al aumento de las capturas durante ese periodo (las capturas alcanzaron un máximo de 64.634 t en captura nominal de Tarea 1, en 1964). La SSB se mantuvo en un nivel inferior y relativamente estable hasta 2006; desde entonces, ha mostrado un aumento constante hasta el final de la serie temporal en 2021. Se estimaron reclutamientos notablemente fuertes para los años 1963, 2016, 2017 y 2018. Las tres últimas estimaciones de reclutamiento han dado lugar a un fuerte aumento de la biomasa durante los años terminales del modelo. El Grupo observó que la iteración inicial del modelo estimaba el reclutamiento para 2019 y 2020, pero se recomendó no estimar esos años, ya que hay pocos datos para nutrir de información a esas estimaciones, como lo demuestra un error estándar asociado de significativa importancia. La mortalidad por pesca se estimó como tasa de captura en proporción a la biomasa. En general, las estimaciones de F eran bajas al principio de la serie temporal, pero aumentaron bruscamente durante la década de 1950 y se mantuvieron altas hasta la década de 1980, cuando las capturas empezaron a disminuir notablemente. Las estimaciones de F desde 2008 han sido sistemáticamente inferiores, con una estimación de la tasa de capturas del año terminal en 2021 de 0,05 (**Tabla 5**).

Los puntos de referencia estimados (puntos de referencia basados en el RMS) con sus respectivos intervalos de confianza del 95 % a partir del caso de referencia de SS fueron: $SSB_{RMS} = 93.202$ t, [51.136 - 135.269] $SSB_{RMS} = 0,131$ [0,095 - 0,167] (tasa de captura), y $RMS = 41.995$ [38.860 - 45.130] t.

Las trayectorias de SSB/SSB_{RMS} y F/F_{RMS} , la incertidumbre y el estado del stock se estimaron utilizando el método log-normal multivariado (paquete R *ss3diags*, Winker *et al.*, 2022) que utiliza la matriz de covarianza estimada en el caso de referencia de SS (**Figura 27**). Los diagramas de incertidumbre y densidad se estimaron a partir de 10.000 iteraciones para SSB/SSB_{RMS} and F/F_{RMS} . El modelo estimó valores de mediana de $SSB_{2021}/SSB_{RMS} = 2,19$ (CI del 95 %: 1,21-4,01) y $F_{2021}/F_{RMS} = 0,45$ (CI del 95 %: 0,29-0,71), respectivamente. La mediana de la trayectoria del estado del stock se estimó en el cuadrante verde del diagrama de Kobe desde 2008 (**Tabla 6**), mientras que en el año terminal, 2021, el 99,6 % de las iteraciones se sitúan en el cuadrante verde.

5.2 Modelos de producción excedente *mpb*

Los resultados de la evaluación del caso de referencia para el atún blanco del Atlántico norte se muestran en la **Tabla 7** y en la **Figura 28**. Los resultados indican una tendencia de descenso de la biomasa entre los años treinta y la década de los noventa, y una recuperación a partir de entonces. En relación con los niveles de referencia de RMS, el escenario del caso de referencia estima que el stock ha estado por encima de B_{RMS} en la última década y la mortalidad por pesca por debajo de F_{RMS} durante un periodo ligeramente más largo (**Figura 29** y **Tabla 8**). El diagrama de fase de Kobe muestra un patrón típico de desarrollo, sobreexplotación y recuperación del stock (**Figura 30**). La probabilidad de que el stock se encuentre actualmente en la zona verde del diagrama de Kobe (es decir, que no esté sobrepescado ni sea objeto de sobrepesca, $F < F_{RMS}$ y $B > B_{RMS}$) es del 100 %. Por lo tanto, la probabilidad de estar en la zona roja (es decir, sobrepescado y objeto de sobrepesca, $F > F_{RMS}$ y $B < B_{RMS}$) y en la zona amarilla (sobrepescado y no objeto de sobrepesca, $F < F_{RMS}$ y $B < B_{RMS}$, o no sobrepescado pero objeto de sobrepesca, $F > F_{RMS}$ y $B > B_{RMS}$) es del 0 %. La coherencia con las evaluaciones de stock de 2016 y 2020 se evaluó comparando la tendencia de la biomasa del caso de referencia de este año con el caso base de las evaluaciones del stock de 2016 y 2020 (**Figura 31**). El Grupo observó que la estimación actual de la biomasa absoluta es inferior a la del caso base de las evaluaciones de stock de 2016 y 2020. Esto se debe a una tasa de crecimiento intrínseco estimada mayor. La biomasa relativa estimada y la mortalidad por pesca son muy similares a las de las evaluaciones anteriores, que sugerían una estabilidad de la población a niveles relativamente altos de biomasa. En términos de productividad estimada (RMS), el valor estimado en 2023 es mayor (39.000 toneladas) que los valores estimados en 2020 (38.000 toneladas) y 2016 (37.000 toneladas).

Los resultados de bootstrap se utilizan para estimar la incertidumbre de los parámetros y los puntos de referencia (**Figura 32**). El Grupo examinó los diagramas de densidad de probabilidad (**Figura 27** distribuciones marginales, **Figura 30**) y observó que algunas distribuciones se desviaban del supuesto de una distribución normal (es decir, biomasa alta, F_{RMS} bajo). El Grupo recomendó que se revisaran estas estimaciones para asegurarse de que no eran resultado de ejecuciones del modelo que no convergían. Las estimaciones se revisaron y se observó que sí convergían pero sugerían un mínimo local con valores r más bajos, K más altos (que están altamente correlacionados como se muestra en la exploración de probabilidad), y F_{RMS} más bajo con B_{RMS} , más alto, también correlacionados. Los diagramas de densidad para el RMS y el estado actual del stock desarrollados a partir de las estimaciones posteriores del modelo bootstrap tienen una distribución normal.

El Grupo también observó que los resultados actuales del modelo de producción excedente parecen modificar la escala de biomasa en un 30 % aproximadamente con respecto a la evaluación anterior, lo que puede indicar la necesidad de reevaluar el marco del modelo o el procedimiento de ordenación. Sin embargo, se observó que esto era resultado de los parámetros altamente correlacionados, con valores r más bajos y K más altos en comparación con las evaluaciones anteriores, pero con estimaciones similares de productividad (RMS, 37.000 toneladas en 2016, 38.000 toneladas en 2020 y 39.000 toneladas en 2023). En los casos en que la escala de biomasa es difícil de estimar, algunos grupos de especies (por ejemplo, el atún rojo) han optado por utilizar procedimientos de ordenación empíricos en lugar de basados en modelos. Sin embargo, el Grupo también llegó a la conclusión de que las pruebas de todos los modelos son coherentes en el sentido de que las capturas de los últimos años han sido inferiores a la producción excedentaria del stock, lo que ha permitido aumentar la biomasa.

En resumen, la información disponible indica que la biomasa del stock ha seguido aumentando, como reflejan los valores de CPUE observados. El aumento de la biomasa del stock se vio probablemente facilitado por las recientes capturas, situadas por debajo de los TAC adoptados, y se estima que la probabilidad de que el stock actual se encuentre en el cuadrante verde del diagrama de Kobe es muy alta.

5.3 Síntesis de los resultados de la evaluación

El Grupo acordó desarrollar la mejor caracterización científica disponible del estado del stock basándose en el caso de referencia de SS y utilizar los resultados del modelo para que sirvan de comprobación del estado y así confirmar que el estado del stock y las proyecciones de capturas son coherentes con los resultados de la iteración del procedimiento de ordenación (MP).

El Grupo observó que el caso de referencia de SS incorporaba datos más detallados (concretamente, composición por tallas y datos de talla por edad), funciones biológicas específicas por edad y patrones de selectividad variables en el tiempo para las distintas flotas pesqueras, en comparación con el modelo de producción excedente del MP. Por lo tanto, los resultados de Stock Synthesis sirven para comparar los resultados de ambos modelos. La tasa de capturas, la biomasa, el estado del stock y las estimaciones de RMS fueron relativamente coherentes con el modelo de producción excedente *mpb* actualizado. Ambos modelos sugirieron que el stock no está sobrepescado (B_{2021}/B_{RMS} : 2,19 por SS y 1,54 por *mpb*), y no es objeto de sobrepesca (F_{2021}/F_{RMS} : 0,45 por Stock Synthesis y 0,53 por *mpb*).

6. Proyecciones del stock

Se debatió si el Grupo realizará proyecciones de stock para el atún blanco del Atlántico norte. Se recordó al Grupo que el asesoramiento sobre ordenación en 2023 se basará en el MP definido en la Rec. 21-04 y los resultados de la proyección no se utilizarán para asesorar a la Comisión en materia de ordenación. El Grupo ha estado desarrollando el nuevo modelo operativo de la MSE basado en la plataforma SS, que es una nueva metodología para la MSE del stock de atún blanco del Atlántico norte. El Grupo destacó la importancia de efectuar una transición fluida al nuevo enfoque. Para ello, el Grupo sugirió comparar los resultados entre la plataforma SS y la aplicación del MP de la Rec. 21-04 realizando una proyección de stock determinista a partir de SS.

El Grupo debatió las especificaciones de la proyección:

- proyectar un periodo de cinco años (2022-2026);
- proyectar un escenario de F constante futura de $0,8 \times F_{RMS}$ (mortalidad de referencia actual en el MP);
- utilizar la selectividad de la flota 2021;
- que los valores de reclutamiento futuros (2019 y años sucesivos) se tomaran directamente de la relación reclutamiento-stock estimada en el modelo.

El Grupo revisó los resultados de las proyecciones de SS (**Figura 33**). Se observó que, dado el estado del stock en 2021 y que en los últimos años las extracciones totales habían estado por debajo del TAC adoptado, las capturas estimadas para 2023 y los primeros cinco años consecutivos son elevadas (**Figura 33-b**). Además, el modelo estimó aportaciones de reclutamiento relativamente elevadas en el periodo 2015-2018 (por ejemplo, desviaciones de reclutamiento positivas excepcionalmente altas (**Figura 33-d**) que estarían disponibles para las pesquerías durante el inicio del periodo de proyección (**Figura 33-a**). Se observó que estos elevados niveles de reclutamiento sólo se habían visto a principios de los años sesenta en la historia del modelo, y se cuestionó si eran biológicamente plausibles. En general, se observó que el estado del stock estimado tanto de *mpb* como de SS en 2021 indicaban que el stock no está sobrepescado ni es objeto de sobrepesca (es decir, cuadrante verde del diagrama de Kobe) y el rendimiento previsto según SS (**Tabla 9**) es comparable al TAC resultante de la aplicación del MP para el periodo 2024- 2026 (sección 7).

7. Interacción del procedimiento de ordenación

El documento SCRS/2023/100 describe la aplicación del MP del atún blanco del norte, que incluye el uso de índices de capturas y cinco índices de abundancia para ajustar el modelo de producción excedente *mpb* y una regla de decisión (o norma de control de captura, HCR) para determinar el TAC para el periodo 2024-2026. Los valores de la mediana de los resultados del modelo *mpb* se utilizaron para estimar el TAC para 2024-2026. Teniendo en cuenta que se estima que la biomasa a finales de 2021 es superior a $B_{UMBRAL} = B_{RMS}$, el TAC se calcula del siguiente modo:

$$\begin{aligned} TAC &= F_{objetivo} \times B_{actual} \\ &= 0,8 \times Frms \times B_{2021} \\ &= 0,8 \times mediana (Frms) \times mediana (B_{2021}) = (0,8 \times 0,1146443 \times 519.799 \\ &= \mathbf{47.673.59 \text{ t.}} \end{aligned}$$

Sin embargo, la cláusula de estabilidad de la Rec. 21-04 impone que "el cambio máximo para el límite de captura (D_{MAX}) no excederá el 25 % en caso de un incremento ni el 20 % en caso de un descenso con respecto al límite de captura previo recomendado cuando $B_{ACTUAL} \geq B_{UMB}$ ". El TAC para el periodo 2021-2023 ($TAC_{2021-2023}$) era de 37.801 t y el TAC estimado para 2024-2026 superaría el cambio máximo permitido en el TAC ($1,25 \times TAC_{2021-2023} = 47.251 \text{ t}$). Por lo tanto, el TAC recomendado para el periodo 2024-2026 se estima en **47.251 t**.

8. Evaluación de circunstancias excepcionales

Se presentaron los documentos SCRS/2023/P/075 y SCRS/2023/101 para evaluar la posible existencia de circunstancias excepcionales según los indicadores disponibles. El vector de la mortalidad natural por edad (M) adoptado en la reunión de preparación de datos no difiere sustancialmente de los valores de los OM utilizados en la MSE (**Figura 34**). El documento SCRS/2023/101 evaluó el rendimiento del MP adoptado en la Rec. 21-04 para una matriz de robustez de OM condicionados utilizando el nuevo vector de mortalidad natural adoptado por el Grupo en la reunión de preparación de datos. Los resultados sugieren que la productividad del stock y su estado al

inicio de las simulaciones eran más optimistas de lo que se había estimado anteriormente. El MP aplicado a los OM de robustez resultó en una mayor probabilidad de estar en el cuadrante verde del diagrama de Kobe y una mayor captura a largo plazo que con la cuadrícula de referencia de los OM.

La presentación SCRS/2023/P/075 compara las tendencias estimadas de la biomasa (**Figuras 35 y 36**) y la mortalidad por pesca (**Figuras 37 y 38**) en las simulaciones de la MSE (OM y MP) con las estimaciones de los modelos *mpb* y Stock Synthesis en 2023, y las observaciones recientes de CPUE (**Figura 39**) y captura (**Figura 40**). Este análisis se desarrolla siguiendo los indicadores descritos en el Anexo 2 de la Rec. 21-04. En cuanto a la biomasa relativa estimada (B/B_{RMS}), el Grupo observó que los valores estimados por el modelo SS son mayores que los de la MSE para el periodo 1930-1957, y esto se atribuyó a la función de producción sesgada estimada por el stock por el modelo Stock Synthesis y a una mayor merma estimada para el valor de B_{RMS} . Aunque, según el protocolo, esto se identificó como una circunstancia excepcional, no se consideró un impedimento para la aplicación del MP. Las estimaciones de *mpb* se sitúan dentro de los valores (CI del 95 %) estimados en la MSE, tanto en los OM como en los MP. Además, las CPUE también se encuentran dentro de los valores estimados en la MSE excepto en el año 2018 para la CPUE de cebo vivo de UE-España, que fue ligeramente superior a la estimada para ese año. En cuanto a las capturas, el Grupo observó que han sido inferiores al TAC adoptado utilizado en las normas de control de la captura (HCR) o el MP en la mayoría de los años, excepto en 2019, cuando se superó en un 3,5 %.

En resumen, el Grupo concluyó que no se habían identificado circunstancias excepcionales que impidieran la aplicación del MP para fijar el TAC para el periodo 2024-2026.

9. Debate sobre la nueva MSE: fases y calendario

De conformidad con la Rec. 21-04 el SCRS continuará con el desarrollo de un nuevo marco de MSE para apoyar la posible adopción de un nuevo MP por parte de la Comisión a más tardar en 2026. En consecuencia, la hoja de ruta de la MSE refleja que el Grupo de especies de atún blanco y el SCRS deberían iniciar este proceso en 2023. A continuación, se describen las recomendaciones del Grupo para la nueva MSE.

Conjunto de referencia potencial

El Grupo recomendó evaluar, como mínimo, los siguientes ejes de incertidumbre para la nueva MSE y los enfoques alternativos, tal y como se indica a continuación.

- Incertidumbre en la mortalidad natural (M ; por ejemplo, $CV = 20\%$).
- Incertidumbre en la variabilidad del reclutamiento (σ_R ; por ejemplo, media = 0,4, $CV = 20\%$).
- Incertidumbre en la ponderación de los componentes del modelo (por ejemplo, caso de referencia y aumento de las λ s a 2 por talla, la composición por edad y las CPUE; 4 niveles)

Conjunto de robustez potencial

- Cambios en el reclutamiento sin pesca (por ejemplo, R_0 ; subida y bajada del 20 %).
- Cambios en la variabilidad del reclutamiento (σ_R ; por ejemplo, media = 0,6, 0,2)

Calibración

Para facilitar la evaluación de las compensaciones de los objetivos de ordenación, el Grupo acordó que existe un valor añadido en la calibración de los CMP (por ejemplo, a un 60 % de probabilidades de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe), especialmente cuando se compara un conjunto más amplio de ambos CMP tanto basados en modelos como empíricos.

Objetivos de ordenación y mediciones del rendimiento: El Grupo recomendó que, a la espera de nuevas interacciones con la Subcomisión 2 de la Comisión, se mantuviera el actual conjunto de objetivos de ordenación. Además, el Grupo señaló que la ampliación de los CMP para incluir enfoques empíricos puede requerir la consideración de una probabilidad máxima aceptable de caer por debajo de B_{lim} , pero que el Grupo podría utilizar métricas de rendimiento previamente aceptadas para la seguridad hasta que se disponga de más orientaciones.

Mejoras en el modelo de error de observación (OEM): El Grupo observó que el OEM del atún rojo utilizaba las propiedades estadísticas relevantes de la CPUE de cada índice para proyectar la CPUE prevista, mientras que el OEM del atún blanco del norte no lo hacía, y solo tenía en cuenta el error aleatorio. Sin embargo, el OEM del atún rojo no tuvo en cuenta la incertidumbre en las observaciones históricas de la CPUE, que era una característica del OEM del atún blanco del norte. El Grupo vio ventajas en ambos planteamientos. Resulta de especial interés tener en cuenta la incertidumbre histórica en la CPUE porque los cambios en los enfoques de estandarización y otras mejoras provocan a menudo cambios en las series temporales anuales de CPUE y, en general, se acepta que la incertidumbre en las proyecciones de CPUE debe incluir las propiedades estadísticas adecuadas del índice (por ejemplo, variación y autocorrelación). El Grupo recomendó que se tuvieran en cuenta ambas fuentes de error de observación cuando fuera factible.

Incorporación del cambio climático a la MSE

El Grupo revisó una publicación que había sido previamente revisada por pares en la que se evaluaba la solidez de la HCR del atún blanco del norte ante posibles cambios inducidos por el cambio climático (Merino *et al.*, 2019). Se debatió que el cambio climático también puede causar, por ejemplo, cambios en la distribución que provoquen un desajuste entre la pesca y los recursos marinos (cambios en la capturabilidad), cambios en la calidad del hábitat, en el comportamiento de los peces y en la genética/expresión génica que influyen en las características biológicas. El Grupo debatió si incluir estos cambios en la cuadrícula de robustez o en la cuadrícula de referencia y decidió incluir los cambios potenciales en la productividad del stock (es decir, los cambios potenciales en R_0 y σ_R) en la cuadrícula de robustez para evaluar si los CMP son resistentes a los cambios futuros en la magnitud y la variabilidad del reclutamiento que podrían derivarse del cambio climático. Este enfoque es coherente con las orientaciones del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock (WGSAM). Aunque todavía se debate en el SCRS, el Grupo acordó no incluir los posibles efectos del cambio climático en la cuadrícula de referencia hasta que se conozcan mejor los mecanismos subyacentes, pero podrán examinarse en las pruebas de robustez.

Mejora de la documentación

El Grupo revisó el documento consolidado más reciente (N-ALB_MSE_document_June2023.pdf) en el que se describe el enfoque actual de la MSE y lo consideró completo. El nuevo enfoque de la MSE se describirá en un documento nuevo con mejoras. En cuanto a la mejora de la documentación del proceso de la MSE, el Grupo observó que resultaba difícil mantener actualizado el documento consolidado al tiempo que evolucionaba dicho proceso, que no se disponía de instrucciones para guiarlo y que el documento final podría no ser muy útil en su estado actual porque pocos lo conocen y es difícil de encontrar. El Grupo tomó nota de que el WGSAM recomendó recientemente que se aplicara un enfoque unificado para la organización y el almacenamiento de estos documentos, y estuvo de acuerdo en que se trata de un enfoque útil y adecuado. En particular, el WGSAM recomendó que se pusiera a disposición de los interesados una versión en vivo de los documentos y materiales de la MSE de ICCAT en el sitio web de ICCAT. El Grupo también revisó las páginas web actuales sobre la MSE que utilizaban otros grupos (por ejemplo, el BFT y la Comisión para la Conservación del Atún Rojo del Sur (CCSBT)) y las consideró útiles, pero señaló que publicar y mantener esta información requiere recursos de la Secretaría.

El Grupo también debatió la necesidad de identificar mejor la información que necesita la Comisión, incluyendo resúmenes en lenguaje sencillo para facilitar la comunicación con un público no técnico. Hasta que se finalicen las directrices del WGSAM, el Grupo recomendó dos ejemplos que se consideran especialmente eficaces, el N-SWO y la CCSBT. Aunque el ejemplo del atún rojo es muy completo, su elaboración y mantenimiento han llevado mucho tiempo, además de ser muy técnico. Para no sobrecargar los recursos disponibles, el Grupo recomienda encarecidamente un proceso menos oneroso.

Hoja de ruta/calendario de la MSE

El Grupo convino en que sería eficaz recabar la opinión de la Subcomisión 2 sobre los objetivos de ordenación y las métricas de rendimiento para centrar la carga de trabajo. Se recomienda que en 2025 se celebre con la Subcomisión 2 una reunión centrada exclusivamente en la MSE. El Grupo acordó resumir el enfoque y el procedimiento de ordenación de la MSE, destacar las mejoras introducidas y presentar los nuevos CMP y sus resultados en relación con los objetivos de ordenación establecidos durante la reunión. También será necesario destacar los puntos de decisión que requieran más comentarios de la Comisión.

10. Respuestas a la Comisión

La Rec. 21-04 solicitaba evaluar “el porcentaje en el que los datos de capturas están infradeclarados, lo que desencadenaría una circunstancia excepcional”,

En el documento SCRS/2023/101 se evaluaron escenarios de capturas no declaradas que superaban sistemáticamente el TAC en el futuro. El estudio llegó a la conclusión de que una captura no declarada del 10 % o más por encima del TAC supondría NO alcanzar el objetivo de ordenación de situarse en el cuadrante verde del diagrama de Kobe con una probabilidad del 60 % como mínimo. El Grupo señaló que esto debería interpretarse como un porcentaje (%) de aumento de las capturas no declaradas por encima del TAC que no se comunican en relación con los niveles históricos.

El SCRS no dispone de datos o información que sugieran que existe una infradeclaración sustancial de capturas de atún blanco del norte.

11. Recomendaciones

11.1 Recomendaciones en materia de investigación y estadísticas

Debido a las limitaciones actuales en la evaluación del stock de atún blanco del Mediterráneo, el Grupo recomienda que se establezca una red de investigadores que trabaje en el periodo intersesiones en el desarrollo de un plan de investigación completo y coherente para este stock que se integre en el Programa anual sobre el atún blanco (ALBYP), junto con los planes de investigación de los stocks del Atlántico norte y sur.

El Grupo recomienda que las CPC y la Secretaría trabajen conjuntamente para completar los datos de capturas nominales de Tarea 1 para el atún blanco del Mediterráneo antes de la próxima evaluación. El Grupo ha identificado este aspecto como una de las principales incertidumbres en evaluaciones anteriores, y ha recomendado que se tengan en cuenta los métodos desarrollados por el WGSAM para estimar las capturas no declaradas.

El Grupo recomienda la revisión y actualización de las estadísticas de pesca del atún blanco del Mediterráneo de la o las flotas egipcias disponibles en las bases de datos de la Secretaría de ICCAT.

El Grupo recomienda que la investigación se centre en la identificación de los principales factores oceanográficos que se asocian a las pautas migratorias del atún blanco del norte, la distribución por tallas de la población y la interacción global con las diferentes flotas para comprender mejor las tendencias de los indicadores dependientes de la pesquería.

El Grupo recomienda que, cuando sea posible, se faciliten índices de abundancia tanto en número como en unidades de peso para las diferentes plataformas de modelos para la evaluación del atún blanco del Atlántico.

El Grupo recomienda que se optimice el modelo SS de referencia propuesto para la nueva MSE de atún blanco del norte, tal y como se indica en el presente informe (Sección 4.2).

El Grupo recomienda que el WGSAM revise y evalúe enfoques para incluir en los modelos de evaluación las estimaciones de variabilidad asociadas a los índices de abundancia. Se observó que los distintos Grupos de especies han utilizado enfoques diferentes para la misma plataforma, y entre plataformas. El Grupo sugirió que un estudio exhaustivo de simulación permitiría probar configuraciones alternativas.

11.2 Ordenación

El Grupo concluyó que no se habían detectado circunstancias excepcionales que impidieran la aplicación del MP. Por consiguiente, el Grupo aplicó el MP para calcular el próximo TAC para el periodo 2024-2026. El TAC resultante es de 47.251 t, lo que representa un aumento del 25 % con respecto al anterior.

12. Programa de investigación sobre el atún blanco: actualización de las actividades en curso y planificación futura

12.1 Biología reproductiva

El SCRS/2023/117 proporcionaba una actualización sobre el estudio de biología reproductiva del atún blanco del Atlántico sur. Se recogieron muestras de tres zonas de captura y flotas palangreras, lo que incluye Brasil y Taipei Chino. El rango de tallas fue de 83-115 cm SFL. Se observaron tallas mayores en latitudes más bajas, y los valores estimados de L_{50} para machos y hembras fueron 102,3 cm SFL y 96,3 cm SFL, respectivamente. Las L_{50} estimadas son mayores que en estudios anteriores. Las hembras reproductoras activas se recogieron principalmente en la zona donde opera la flota de Taipei Chino. La fecundidad por lotes osciló entre 0,14 y 1,7 millones de ovocitos. El análisis preliminar de la edad utilizando espinas identificó entre 7 y 8 anillos anuales; sin embargo, se espera un mayor número total de anillos anuales debido a los anillos no visibles en zonas de vascularización en la espina.

El Grupo felicitó al equipo por el trabajo realizado y recomendó confirmar las estimaciones de L_{50} , que son superiores a las observadas en otros estudios, así como las diferencias de madurez específicas del sexo. Además, el Grupo señaló la importancia de determinar la edad de los peces grandes (por ejemplo, 200 peces de más de 100 cm) tanto para disponer de una estimación fiable de A_{max} (utilizada para derivar las estimaciones de mortalidad natural M) como para mejorar la estimación del crecimiento en Stock Synthesis. El Grupo consideró que podría ser interesante validar el crecimiento mediante técnicas por carbono radiactivo, aunque se señaló que se habían utilizado otros métodos de validación para calibrar las curvas de crecimiento, al menos en el stock de atún blanco del norte. El Grupo también señaló que podría ser interesante realizar un estudio comparativo entre las partes duras (espinas y otolitos) para evitar determinar la edad de los peces grandes utilizando únicamente las espinas, ya que algunos anillos se reabsorben.

El consorcio que trabaja en los estudios de reproducción del atún blanco del Atlántico norte informó de que las muestras de Taipei Chino recogidas en 2022 habían llegado y se procesarían en los meses siguientes.

12.2 Mercado electrónico

En la presentación SCRS/P/2023/028Rev se informaba sobre una actualización de las actividades de marcado electrónico realizadas entre 2019 y 2023, utilizando diferentes plataformas de marcado. Hasta la fecha se han desplegado en el golfo de Vizcaya y en las islas Canarias 93 marcas archivo y 34 PSAT. Los resultados revelaron algunos de los retos, así como los principales resultados obtenidos hasta la fecha en relación con el objetivo principal, que es mejorar nuestro conocimiento del ciclo vital y el uso del hábitat por parte del stock de atún blanco del Atlántico norte. Desde la información proporcionada durante la reunión de preparación de datos, se han recuperado marcas archivo internas adicionales, incluyendo una con más de un año en libertad que realiza un patrón de migración muy similar en comparación con la anterior recuperación a largo plazo disponible, visitando áreas de invernada similares y mostrando fidelidad al golfo de Vizcaya durante veranos consecutivos.

El Grupo reconoció que los seguimientos ya cubren al menos parte del ciclo vital del atún blanco; sin embargo, las migraciones de reproducción siguen siendo difíciles de detectar y recordó la necesidad tanto de mejorar la retención de las marcas como de intentar nuevos despliegues en las zonas del Atlántico occidental. El Grupo señaló que, aunque acumular un gran conjunto de datos podría ser complejo y costoso en el caso del atún blanco, recopilar una cantidad suficiente de datos de marcas electrónicas podría permitir construir modelos realistas de distribución espacial que podrían ser útiles para una serie de fines, incluyendo la estandarización de la CPUE, los cambios de distribución debidos al cambio climático, etc. Por último, se pidió a los participantes del Grupo que compartieran y difundieran ampliamente los carteles en los que se anuncian las recompensas por las marcas archivo recuperadas.

El Grupo confirmó la intención de proseguir la investigación sobre biología reproductiva y el mercado electrónico en el marco del programa anual sobre atún blanco del Atlántico en los próximos años. El Grupo también señaló que, en caso de reducción del presupuesto, sería útil realizar un análisis coste-beneficio de las distintas líneas de investigación (por ejemplo, biología reproductiva frente a marcado electrónico). Sin embargo, el Grupo señaló que

se trata de un ejercicio difícil porque las distintas líneas de investigación informan sobre aspectos muy diferentes de la biología del atún blanco y, aunque se requiere madurez para varios modelos de evaluación de stock, la estructura de la población y la identificación del stock son supuestos básicos. De hecho, se señaló que la evaluación de los supuestos de estructura del stock debería tener una mayor prioridad dentro del SCRS.

13. Otros asuntos

La presentación SCRS/P/2023/79 proporcionaba detalles pormenorizados sobre la pesquería de palangre de atún blanco del Mediterráneo en aguas egipcias. Abarcaba diversos aspectos, como las características del arte de pesca, el nivel de capturas recientes, la composición por tallas de la captura y la caracterización de la captura fortuita. También se informó sobre los estudios que se están realizando en relación con la biología de la especie.

El Grupo agradeció la información comunicada y destacó la importancia de que se incluyera en la base de datos de ICCAT. Por ello, la Secretaría advirtió la necesidad de corroborar las estadísticas de Tarea 1 y 2 para Egipto en la base de datos de ICCAT y acordó ponerse en contacto directamente con los autores para tratar este asunto. El Grupo también animó a los científicos egipcios a participar en las próximas sesiones de evaluación del atún blanco del Mediterráneo.

El Grupo observó que, desde la última reunión intersesiones del Grupo de especies de atún blanco (incluida la evaluación del stock del atún blanco del Mediterráneo) en 2021, el resumen ejecutivo de este stock se mantiene separado del de los stocks del Atlántico. El Grupo acordó mantenerlos separados en el futuro.

14. Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado durante la reunión. El presidente del Grupo agradeció sus esfuerzos a todos los participantes. La reunión fue clausurada.

Bibliografia

- Anonymous 2017. Report of the 2016 ICCAT North and South Atlantic Albacore Stock Assessment Meeting (Madeira, Portugal – 28 April to 6 May 2016). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73(4): 1147-1295.
- Anonymous 2020. Report of the 2020 ICCAT Atlantic Albacore Stock Assessment Meeting (Online, 29 June - 8 July 2020). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 77(7): 1-142.
- Anonymous. 2023. Report of the 2023 ICCAT North Atlantic Albacore Data Preparatory Meeting (including MSE) (Hybrid, Pasaia, Spain 20-23 March 2023). SCRS/2023/003.
- Bard F.X. 1981. Le thon germon (*Thunnus alalunga*) de l'Océan Atlantique. PhD Thesis presented at the University of Paris, 333 p.
- 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, p.105959.
- Francis, R.C., 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 68(6), pp.1124-1138.
- Hamel, O.S., Cope, J.M. 2022. Development and considerations for application of a longevity-based prior for the natural mortality rate. Fish. Res. 256, 106477. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2022.106477>
- Kell L.T., Arrizabalaga H., Merino G., De Bruyn P., Mosqueira I., Sharma R., and Ortiz de Urbina J-M. 2017. Validation of the biomass dynamic stock assessment model for use in a management procedure. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 73(4): 1354-1376.
- Merino G., H. Arrizabalaga, H. Murua, J. Santiago, J. Ortiz de Urbina, J. G.P. Scott and L.D. Kell. Evaluation of Harvest Control Rules for North Atlantic albacore through Management Strategy Evaluations. SCRS/2016/015 (withdrawn).
- Merino G., H. Arrizabalaga, J. Santiago, R. Sharma., V. Ortiz-de-Zarate, P. De Bruyn, and L. Kell. Updated evaluation of harvest control rules for North Atlantic albacore through management strategy evaluation. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 74(2): 457-478.
- Methot, R. D., Jr., C. R. Wetzel, I. G. Taylor, and K. Doering. (2020). Stock Synthesis User Manual Version 3.30.15. U.S. Department of Commerce, NOAA Processed Report NMFS-NWFSC-PR-2020-05.
- Methot, R.D. and Taylor, R.G. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68:1744-1760.
- Methot, R.D. and Wetzel, C.R. (2013). Stock Synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. Fisheries Research, 142: 86-99. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.10.012>, <https://doi.org/10.25923/5wpn-qt71>
- Santiago, J., 1992. A new length-weight relationship for the North Atlantic albacore. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Coll. Vol. Sci. Pap., XL(2): 316-319.
- Santiago, J., Arrizabalaga, H. 2005. An integrated growth study for North Atlantic albacore (*Thunnus alalunga* Bonn. 1788). ICES J. Mar. Sci. 62, 740–749. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.01.015>
- Thorson J.T., Maureaud A.A., Frelat R., Mérigot B., Bigman J.S., Friedman S.T., Palomares M.L.D., Pinsky M.L., Price S.A., Wainwright P. 2023. Identifying direct and indirect associations among traits by merging phylogenetic comparative methods and structural equation models. Methods Ecol. Evol. n/a. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14076>
- Winker H., Carvalho F., Cardinale M., Kell L. 2022. ss3diags: What the Package Does (One Line, Title Case). R package version 1.10.0.

TABLEAUX

Tableau 1. Structure de la flottille de pêche au germon de l'Atlantique Nord utilisée dans le modèle d'évaluation Stock Synthesis.

Tableau 2. Indices d'abondance utilisés dans le modèle dynamique de biomasse *mpb*.

Tableau 3. Spécifications du modèle dynamique de biomasse.

Tableau 4. Paramètres de Stock Synthesis estimés pour le germon de l'Atlantique Nord.

Tableau 5. Estimations de la biomasse du stock reproducteur (t), du recrutement à l'âge 0 et du taux de capture (fraction de la biomasse totale) par Stock Synthesis.

Tableau 6. Médiane estimée de N-ALB et intervalles de confiance à 95% pour B/B_{PME} et F/F_{PME} à partir des itérations de SS3 MVLN.

Tableau 7. Paramètres estimés et points de référence pour le cas de référence du modèle *mpb*.

Tableau 8. Paramètres annuels estimés et points de référence pour le cas de référence du modèle *mpb*.

Tableau 9. Production projetée (t) à $0,8 \cdot F_{PME}$ par la projection déterministe du modèle Stock Synthesis.

TABLAS

Tabla 1. Estructura de la flota de atún blanco del Atlántico norte utilizada en el modelo de evaluación Stock Synthesis.

Tabla 2. Índices de abundancia utilizados en el modelo dinámico de biomasa *mpb*.

Tabla 3. Especificaciones del modelo dinámico de biomasa.

Tabla 4. Parámetros de Stock Synthesis estimados para el atún blanco del Atlántico norte.

Tabla 5. Estimaciones de Stock Synthesis para la biomasa reproductora del stock (t), reclutamiento a edad 0 y tasa de captura (fracción de biomasa total).

Tabla 6. N-ALB Mediana estimada e intervalos de confianza del 95 % para B/B_{RMS} y F/F_{RMS} a partir de las iteraciones de SS3 MVLN.

Tabla 7. Parámetros estimados y puntos de referencia para el caso de referencia del modelo *mpb*.

Tabla 8. Parámetros anuales estimados y puntos de referencia para el caso de referencia del modelo *mpb*.

Tabla 9. Rendimiento proyectado (t) a $0,8 \cdot F_{RMS}$ por la proyección determinista del modelo Stock Synthesis.

FIGURES

Figure 1. Résumé des séries temporelles de données modélisées dans Stock Synthesis.

Figure 2. Estimation de la croissance du germon de l'Atlantique Nord dans le cadre du modèle Stock Synthesis.

Figure 3. Résumé des hypothèses biologiques relatives au germon de l'Atlantique Nord dans SS3, y compris la taille-poids (panneau supérieur gauche), la maturité à l'âge (panneau supérieur droit), la fécondité des femelles à la taille (panneau inférieur gauche) et la mortalité naturelle à l'âge (panneau inférieur droit).

Figure 4. Séries temporelles de la composition des tailles par flottille, utilisées comme données d'entrée dans Stock Synthesis.

Figure 5. Résumé des données de l'âge conditionnel à la taille par année, la taille des bulles correspond à la taille maximale de l'échantillon.

Figure 6. Indices de CPUE utilisés dans l'évaluation du stock avec *mpb*.

Figure 7. Résultats de l'analyse « jitter » du germon de l'Atlantique Nord par Stock Synthesis. Le panneau de gauche montre les valeurs de la fonction objective (vraisemblance logarithmique négative) à travers les itérations du modèle avec des valeurs de paramètres de départ variées. Le panneau de droite montre la trajectoire de la biomasse reproductrice à travers les essais.

Figure 8. Le modèle Stock Synthesis s'adapte aux indices d'abondance relative du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 9. Erreurs des valeurs résiduelles de l'ajustement du modèle Stock Synthesis autour des indices d'abondance relative du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 10. Ajustements par Stock Synthesis aux compositions des tailles du germon de l'Atlantique Nord par flottille. Les distributions grises montrent la composition observée des tailles agrégées par flottille et la ligne verte montre la composition des tailles prédite par le modèle.

Figure 11. Test des scénarios des valeurs résiduelles de diagnostic sur les ajustements du modèle aux indices d'abondance.

Figure 12. Profils de vraisemblance pour le recrutement moyen en conditions d'équilibre sans pêche (R_0), la pente (h), la longueur asymptotique moyenne (L_{inf}) et le taux de croissance intrinsèque (k) du germon de l'Atlantique Nord.

Figure 13. Analyses rétrospectives du cas de référence du modèle Stock Synthesis pour le germon de l'Atlantique Nord.

Figure 14. Résultats de la validation croisée de la simulation rétrospective pour évaluer la capacité de prédiction des indices du modèle. Des scénarios de simulation rétrospective de 5 ans ont été utilisés pour estimer la valeur de MASE. $MASE \leq 1$ indique que le modèle a des capacités prédictives. Les observations utilisées pour la validation croisée sont mises en évidence par des cercles pleins codés par couleur avec des intervalles de confiance de 95% associés (ombrés 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 15. Diagrammes de valeurs résiduelles bivariées pour l'exploration de la vraisemblance avec le modèle *mpb*. Fonction de pénalité pour différentes valeurs de r et d'indices.

Figure 16. Diagrammes de valeurs résiduelles bivariées pour l'exploration de la vraisemblance avec le modèle *mpb*. Fonction de pénalité pour différentes valeurs de r et d'indices. Corrélations entre les points de référence et les estimations du modèle.

Figure 17. Diagrammes de valeurs résiduelles bivariées pour l'exploration de la vraisemblance avec le modèle *mpb*. Fonction de pénalité pour différentes valeurs de r et d'indices. Corrélations entre r et k .

Figure 18. Série temporelle des valeurs résiduelles de l'ajustement pour chacun des cinq indices disponibles pour cette évaluation de stock.

Figure 19. Histogramme et densité des valeurs résiduelles de l'ajustement pour chacun des cinq indices utilisés dans le modèle dynamique de biomasse. La ligne bleue représente la distribution des valeurs résiduelles. La ligne noire représente la distribution avec une moyenne. Venezuela Longlines

Figure 20. Séries temporelles des indices observés et estimés dans le modèle dynamique de biomasse.

Figure 21. Modèle dynamique de biomasse : indices d'abondance observés et estimés et régression linéaire.

Figure 22. Analyse rétrospective du modèle de production de biomasse, avec indication du rho de Mohn pour chaque indicateur.

Figure 23. Estimation de la fonction de production du stock et de la production des captures et excédent.

Figure 24. Série temporelle de la biomasse reproductrice du stock de germon de l'Atlantique Nord estimée par Stock Synthesis et limites de confiance de 95%.

Figure 25. Série temporelle de la mortalité par pêche du germon de l'Atlantique Nord estimée par Stock Synthesis et intervalles de confiance de 95%.

Figure 26. Série temporelle du recrutement du germon de l'Atlantique Nord estimée par Stock Synthesis, y compris intervalles de confiance de 95%.

Figure 27. Trajectoire et état du stock estimés avec la méthode MVLN (Winker *et al.*, 2020) avec 10.000 itérations. Le point bleu indique la médiane estimée de l'état du stock en 2021. 99,6 % des itérations se situent dans le quadrant vert et 0,4 % dans le quadrant jaune. Les diagrammes de densité sont estimés en gris pour F/F_{PME} et B/B_{PME} , y compris les distributions marginales pour chaque paramètre.

Figure 28. Résultats de l'ajustement déterministe de la capture et de la CPUE avec *mpb*.

Figure 29. Biomasse relative (B/B_{PME}) et mortalité par pêche (F/F_{PME}) estimées à partir de l'ajustement bootstrap de la capture et de la CPUE avec *mpb*. F_{tar} est la mortalité par pêche cible ($0,8 * F_{PME}$).

Figure 30. Trajectoire estimée de la biomasse relative et de la mortalité par pêche et estimations bootstrappées des années terminales.

Figure 31. Comparaison entre l'évaluation actuelle et les récentes évaluations du stock à l'aide de *mpb* (2016, 2020 et 2023).

Figure 32. Estimations probabilistes des paramètres du modèle et des points de référence.

Figure 33. Projections déterministes de Stock Synthesis de 2022 à 2026 avec une valeur constante de $0,8 * F_{PME}$. (a) mortalité par pêche par flottille, (b) capture par flottille, (c) biomasse reproductrice, et (d) recrutement à l'âge 0.

Figure 34. Vecteur de mortalité naturelle adopté lors de la réunion de préparation des données (ligne rouge) et valeurs de mortalité naturelle utilisées dans le cadre de la MSE (lignes bleues).

Figure 35. Biomasse relative (B/B_{PME}) estimée dans les OM de la MSE (diagramme en boîte vert à moustaches, les boîtes représentent les intervalles de confiance de 50% et les moustaches les intervalles de confiance de 95%) et estimations de l'évaluation du stock de 2023 (*mpb* en rouge et SS3 en bleu clair).

Figure 36. Biomasse relative (B/B_{PME}) estimée dans les PM de la MSE (diagramme en boîte bleu à moustaches, les boîtes représentent les intervalles de confiance de 50% et les moustaches les intervalles de confiance de 95%) et estimations de l'évaluation du stock de 2023 (*mpb* en rouge).

Figure 37. Mortalité par pêche relative (F/F_{PME}) estimée dans les OM de la MSE (diagramme en boîte vert à moustaches, les boîtes représentent les intervalles de confiance de 50% et les moustaches les intervalles de confiance de 95%) et estimations de l'évaluation du stock de 2023 (*mpb* en rouge et SS3 en bleu clair).

Figure 38. Mortalité par pêche relative (F/F_{PME}) estimée dans les MP de la MSE (diagramme en boîte bleu à moustaches, les boîtes représentent les intervalles de confiance de 50% et les moustaches les intervalles de confiance de 95%) et estimations de l'évaluation du stock de 2023 (*mpb* en rouge).

Figure 39. Trajectoires de CPUE simulées dans la MSE et CPUE standardisées disponibles pour l'évaluation du stock de 2023.

Figure 40. Captures déclarées de N-ALB (tâche INC, barres) et TAC (ligne continue). Les barres orange indiquent les années où les captures ont dépassé le TAC. Il convient de noter que les TAC établis avec la règle de contrôle des captures de N-ALB ou la MP ont commencé en 2018.

FIGURAS

Figura 1. Resumen de las series temporales de datos modeladas en Stock Synthesis.

Figura 2. Crecimiento estimado del atún blanco del Atlántico norte en el modelo Stock Synthesis.

Figura 3. Resumen de los supuestos biológicos del atún blanco del Atlántico norte en SS3, incluyendo talla-peso (panel superior izquierdo), madurez por edad (panel superior derecho), fecundidad de las hembras por talla (panel inferior izquierdo) y mortalidad natural por edad (panel inferior derecho).

Figura 4. Series temporales de la composición por talla por flota utilizadas como entrada en Stock Synthesis.

Figura 5. Resumen de los datos de la edad condicionada por la talla por año, el tamaño de la burbuja se escala al tamaño máximo de la muestra.

Figura 6. Índices de CPUE utilizados en la evaluación de stock con *mpb*.

Figura 7. Resultados del análisis de fluctuación de Stock Synthesis para el atún blanco del Atlántico norte. El panel izquierdo muestra los valores de la función objetivo (verosimilitud logarítmica negativa) a través de iteraciones del modelo con distintos valores de los parámetros iniciales. El panel derecho muestra la trayectoria de la biomasa reproductora a lo largo de los ensayos.

Figura 8. El modelo Stock Synthesis se ajusta a los índices de abundancia relativa del atún blanco del Atlántico norte.

Figura 9. Errores residuales de ajuste del modelo Stock Synthesis sobre los índices de abundancia relativa del atún blanco del Atlántico norte.

Figura 10. Ajustes de Stock Synthesis a las composiciones por talla del atún blanco del Atlántico norte por flota. Las distribuciones grises muestran la composición de tallas agregadas observada por flota y la línea verde muestra la composición por talla predicha por el modelo.

Figura 11. Prueba de ensayos residuales de diagnóstico sobre los ajustes del modelo a los índices de abundancia

Figura 12. Perfiles de verosimilitud para el reclutamiento medio en equilibrio sin pesca (R_0), la inclinación (h), la talla media asintótica (L_{inf}) y la tasa de crecimiento intrínseco (k) del atún blanco del Atlántico norte.

Figura 13. Análisis retrospectivos del caso de referencia del modelo de Stock Synthesis de atún blanco del Atlántico norte.

Figura 14. Resultados de la validación cruzada de la simulación retrospectiva para evaluar la capacidad de predicción de índices del modelo. Para estimar el valor de MASE se utilizaron ensayos de simulación retrospectiva de cinco años. $MASE \leq 1$ indica que el modelo tiene capacidad predictiva. Las observaciones 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 15. Gráficos de residuos bivariantes para la exploración de probabilidades con el modelo *mpb*. Función de penalización para distintos valores de r e índices.

Figura 16. Gráficos de residuos bivariantes para la exploración de probabilidades con el modelo *mpb*. Función de penalización para distintos valores de r e índices. Correlación entre los puntos de referencia y las estimaciones del modelo.

Figura 17. Gráficos de residuos bivariantes para la exploración de probabilidades con el modelo *mpb*. Función de penalización para distintos valores de r e índices. Correlación entre r y k .

Figura 18. Series temporales de residuos de ajuste para cada uno de los cinco índices disponibles para esta evaluación de stock.

Figura 19. Histograma y densidad de los residuos de ajuste para cada uno de los cinco índices utilizados en el modelo dinámico de biomasa. La línea azul es la distribución empírica de la densidad de los residuos. La línea negra es la distribución con una media de 0 y desviación estándar de los residuos.

Figura 20. Series temporales de índices observados y estimados en el modelo de dinámica de la biomasa.

Figura 21. Modelo de dinámica de la biomasa: índices de abundancia observados y estimados y regresión lineal.

Figura 22. Análisis retrospectivo del modelo de producción de biomasa, con rho de Mohn indicado para cada indicador.

Figura 23. Estimación de la función de producción del stock y de la producción de captura y excedente.

Figura 24. Serie temporal estimada por Stock Synthesis de la biomasa reproductora del stock de atún blanco del Atlántico norte y límites de confianza del 95 %.

Figura 25. Serie temporal estimada por Stock Synthesis de la mortalidad por pesca e intervalos de confianza del 95 % del atún blanco del Atlántico norte.

Figura 26. Serie temporal estimada por Stock Synthesis de los reclutamientos del atún blanco del Atlántico norte, incluidos los límites de confianza del 95 %.

Figura 27. Trayectoria y estado del stock estimados con el método MVLN (Winker *et al.*, 2020) con 10.000 iteraciones. El punto azul indica la mediana estimada del estado del stock en 2021. El 99,6 % de las iteraciones se sitúan en el cuadrante verde y el 0,4 % en el amarillo. Los gráficos de densidad se estiman en gris para F/F_{RMS} y B/B_{RMS} , incluyendo las distribuciones marginales para cada parámetro.

Figura 28. Resultados del ajuste determinista de las capturas y la CPUE con *mpb*.

Figura 29. Biomasa relativa (B/B_{RMS}) y mortalidad por pesca (F/F_{RMS}) estimadas a partir del ajuste *bootstrap* de la captura y CPUE con *mpb*. F_{tar} es la mortalidad por pesca objetivo ($0,8 \cdot F_{RMS}$).

Figura 30. Trayectoria estimada de la biomasa relativa y la mortalidad por pesca y estimaciones mediante *bootstrap* de los años terminales.

Figura 31. Comparación entre las evaluaciones actuales y recientes del stock mediante *mpb* (2016, 2020 y 2023).

Figura 32. Estimaciones probabilísticas de los parámetros del modelo y puntos de referencia.

Figura 33. Proyecciones deterministas de Stock Synthesis de 2022 a 2026 a $0,8 \cdot F_{RMS}$ constante. (a) mortalidad por pesca por flota, (b) captura por flota, (c) biomasa reproductora y (d) reclutamiento a edad 0.

Figura 34. Vector de mortalidad natural adoptado durante la reunión de preparación de datos (línea roja) y valores de mortalidad natural utilizados en el marco de la MSE (líneas azules).

Figura 35. Biomasa relativa (B/B_{RMS}) estimada en los OM de la MSE (gráfica de caja verde, las cajas representan un intervalo de confianza del 50 % y los bigotes un intervalo de confianza del 95 %) y estimaciones de la evaluación de stock de 2023 (el rojo es *mpb* y el azul claro es SS3).

Figura 36. Biomasa relativa (B/B_{RMS}) estimada en los MP de la MSE (gráfica de caja azul, las cajas representan un intervalo de confianza del 50 % y los bigotes un intervalo de confianza del 95 %) y estimaciones de la evaluación de stock de 2023 de *mpb* (rojo).

Figura 37. Mortalidad por pesca relativa (F/F_{RMS}) estimada en los OM de la MSE (gráfica de caja verde, las cajas representan un intervalo de confianza del 50 % y los bigotes un intervalo de confianza del 95 %) y estimaciones de la evaluación de stock de 2023 (el rojo es *mpb* y el azul claro es SS3).

Figura 38. Mortalidad por pesca relativa (F/F_{RMS}) estimada en los MP de la MSE (gráfica de caja azul, las cajas representan un intervalo de confianza del 50 % y los bigotes un intervalo de confianza del 95 %) y estimaciones de la evaluación de stock de 2023 de *mpb* (rojo).

Figura 39. Trayectorias de CPUE simuladas en la MSE y CPUE estandarizadas disponibles para la evaluación de stock de 2023.

Figura 40. Capturas declaradas de atún blanco del norte (Tarea INC, barras) y TAC (línea continua). Las barras naranjas indican los años en que las capturas superaron el TAC. Cabe destacar que el TAC establecido con la norma de control de la captura para el atún blanco del norte o el MP comenzó en 2018.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Liste des documents et des présentations.

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

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día.

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos y presentaciones.

Apéndice 4. Resúmenes de documentos SCRS presentados por los autores.

Table 1. North Atlantic albacore fleet structure used in the Stock Synthesis assessment model.

FL	Fishery ID	Description	Time	Gear	Catch (FlagName* or FleetCode*)	Size (FleetCode*)
1	1 BB	Baitboat (Spain, France)	1953-2021	BB	EU.ESP-ES-CANT_ALB, EU.FRA-FR	EU.ESP-ES-CANT_ALB, EU.FRA-FR
2	2 BB isl	Baitboat islands (Portugal Madeira/Azores, Spain Canary)	1958-2021 Quarters 1,3,4	BB	EU.PRT-PT-AZORES, EU.PRT-PT-MADEIRA, EU.ESP-ES-CANARY, EU.ESP-ES-CANT_ALBaz, EU.ESP-ES-CANT_ALBcd	EU.PRT-PT-AZORES, EU.PRT-PT-MADEIRA, EU.ESP-ES-CANARY
3	3 TR+GN	Troll (Spain, France) + Gillnets (France, Ireland)	1930-2021	TR+GN	TR: EU.ESP-ES-CANT_ALB, EU.FRA-FR, EU.IRL. GN: EU.FRA-FR, EU.IRL, GBR	TR: EU.ESP-ES-CANT_ALB, EU.FRA. GN: EU.IRL
4	4 MWT	Mid water trawl (France, Ireland)	1987-2021	TW	EU.FRA-FR, EU.IRL, GBR	EU.FRA, EU.IRL
5	5 JP LL T N	Japan LL target north30	1961-1969	LL	Japan (North of 30N)	JPN (North of 30N)
5	5 JP LL t N	Japan LL transition north30	1970-1975			
5	5 JP LL b N	Japan LL late north30	1976-2021			
6	6 JP LL T S	Japan LL target south30	1956-1969	LL	Japan (South of 30N)	JPN (South of 30N)
6	6 JP LL t S	Japan LL transition south30	1970-1975			
6	6 JP LL b S	Japan LL late south30	1976-2021			
7	7 TW LL e N	Taiwan LL early north30	1968-1986	LL	Chinese Taipei (North of 30N)	CTP (North of 30N)
7	7 TW LL t N	Taiwan LL transition north30	1987-1998			
7	7 TW LL l N	Taiwan LL late north30	1999-2021			
8	8 TW LL e S	Taiwan LL early south30	1962-1986	LL	Chinese Taipei (South of 30N)	CTP (South of 30N)
8	8 TW LL t S	Taiwan LL transition south30	1987-1998			
8	8 TW LL l S	Taiwan LL late south30	1999-2021			
9	9 US CAN LL N	US and Canada LL north30	1981-2021	LL	USA and Canada (North of 30N)	USA-US-Com, USA, Canada (North of 30N)
10	10 US LL S	US LL south30	1981-2021	LL	USA (South of 30N)	USA-US-Com, USA (South of 30N)
11	11 Ven LL	Venezuela LL	1960-2021	LL	Venezuela	VEN
12	12 MIX KR+PA	Mixed flags (KR+PA+CHN) LL	1964-2021	LL	Mixed flags (KR+PA), China PR, Korea Rep., Panama	Not included
13	13 Oth LL	Other LL	1965-2021	LL	all others	Not included
14	14 Oth Surf	Other surface	1978-2021		all others	Not included
15	15 BB isl Qt2	Baitboat islands (Portugal Madeira/Azores, Spain Canary)	1965-2021 Quarter 2	BB	EU.PRT-PT-AZORES, EU.PRT-PT-MADEIRA, EU.ESP-ES-CANARY, EU.ESP-ES-CANT_ALBaz, EU.ESP-ES-CANT_ALBcd	EU.PRT-PT-AZORES, EU.PRT-PT-MADEIRA, EU.ESP-ES-CANARY

Table 2. Abundance indices used in the biomass dynamic model *mpb*.

Index	First year	Final year	Reference
Chinese Taipei longline late	1999	2021	SCRS/2023/035
Japan bycatch longline	1988	2021	SCRS/2023/029
Spanish baitboat	1981	2021	SCRS/P/2023/012
US longline	1987	2021	SCRS/2023/036
Venezuelan longline	1991	2017	SCRS/2020/089

Table 3. Specifications of the biomass dynamic model.

Software	Catch series	Starting values
<i>mpb</i>	1930-2021	$r=0.1$ (search space, 0.01-1) $K=1.26 \times 10^6$ (search space, 1.26×10^5 - 1.26×10^7) $B_0=1$ (fixed) $p(\text{shape})=0.001$ (Fox) (fixed)

Table 4. Stock Synthesis parameters estimated for North Atlantic albacore.

Parameter	Estimate	Phase	Parm	StDev	Gradient	Pr_type	Prior	Pr_SD
L_at_Amin_Fem_GP_1	41.992	2	0.535028	2.91E-05	No_prior	NA	NA	
L_at_Amax_Fem_GP_1	125.464	2	2.26169	1.47E-05	No_prior	NA	NA	
VonBert_K_Fem_GP_1	0.193517	3	0.0096568	6.38E-05	No_prior	NA	NA	
SD_young_Fem_GP_1	3.32762	3	0.161824	2.21E-06	No_prior	NA	NA	
SD_old_Fem_GP_1	5.57521	3	0.714884	3.36E-07	No_prior	NA	NA	
SR_LN(R0)	11.4322	1	0.125226	4.47E-05	No_prior	NA	NA	
SR_BH_steep	0.665474	2	0.0629336	2.11E-05	Normal	0.75	0.15	
InitF_seas_1flt_33_TR_GN	0.059876	1	0.0135089	-1.68E-06	No_prior	NA	NA	
SizeSpline_GradLo_1_BB(1)	0.466903	5	0.119806	-2.98E-08	No_prior	NA	NA	
SizeSpline_GradHi_1_BB(1)	-0.363604	5	0.0601401	-2.95E-07	No_prior	NA	NA	
SizeSpline_Val_1_1_BB(1)	-3.6439	4	0.323398	-1.01E-06	No_prior	NA	NA	
SizeSpline_Val_2_1_BB(1)	-1.49307	4	0.170136	-7.45E-07	No_prior	NA	NA	
SizeSpline_Val_4_1_BB(1)	-1.80802	4	0.19697	4.85E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_2_BB_isl(2)	104.46	4	5.56114	-1.62E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_2_BB_isl(2)	5.34952	4	0.162397	-9.42E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_descend_se_2_BB_isl(2)	4.94446	5	0.55799	6.51E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_3_TR_GN(3)	63.8928	4	3.04209	-1.23E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_top_logit_3_TR_GN(3)	-3.78791	5	2.09785	-2.22E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_3_TR_GN(3)	3.57718	4	1.40545	6.42E-08	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_descend_se_3_TR_GN(3)	5.20451	5	0.398188	-6.48E-06	No_prior	NA	NA	
SizeSpline_GradLo_4_MWT(4)	0.418331	3	0.0921375	-3.04E-07	Sym_Beta	0	0.001	
SizeSpline_GradHi_4_MWT(4)	-0.230125	3	0.067359	-1.52E-06	Sym_Beta	0	0.001	
SizeSpline_Val_1_4_MWT(4)	-3.97237	2	2.39716	-4.67E-07	Sym_Beta	0	0.001	
SizeSpline_Val_3_4_MWT(4)	-3.95292	2	1.96706	2.90E-06	Sym_Beta	0	0.001	
Size_DblN_peak_5_JPLL_N(5)	93.4134	4	3.00004	6.29E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_top_logit_5_JPLL_N(5)	-13.5012	5	196.636	-1.66E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_5_JPLL_N(5)	4.17725	4	0.532246	-1.23E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_descend_se_5_JPLL_N(5)	5.34182	5	0.525206	-3.45E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_6_JPLL_S(6)	102.133	4	2.37625	-1.27E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_top_logit_6_JPLL_S(6)	-13.5812	5	192.495	-9.25E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_6_JPLL_S(6)	4.16375	4	0.429237	-1.84E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_descend_se_6_JPLL_S(6)	5.13713	5	0.49451	-2.12E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_7_TAILL_N(7)	100.594	4	3.75581	6.39E-08	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_top_logit_7_TAILL_N(7)	-14.0435	5	172.74	9.59E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_7_TAILL_N(7)	5.77672	4	0.250864	-3.58E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_descend_se_7_TAILL_N(7)	5.20432	5	0.513966	1.09E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_8_TAILL_S(8)	120.832	4	8.20251	8.81E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_top_logit_8_TAILL_S(8)	-13.8722	5	179.812	-2.35E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_8_TAILL_S(8)	6.15683	4	0.298845	4.59E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_descend_se_8_TAILL_S(8)	4.96731	5	0.559019	1.19E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_9_USLL_N(9)	104.18	4	1.982	2.00E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_top_logit_9_USLL_N(9)	-12.3704	5	296.24	4.88E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_9_USLL_N(9)	5.2323	4	0.185466	-1.76E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_descend_se_9_USLL_N(9)	4.49751	5	0.573087	1.80E-07	No_prior	NA	NA	
Size_inflection_10_USLL_S(10)	107.239	4	2.04849	2.71E-06	No_prior	NA	NA	
Size_95%width_10_USLL_S(10)	12.661	5	1.40439	-7.85E-07	No_prior	NA	NA	
Size_inflection_11_VENLL(11)	97.352	4	1.73116	1.83E-06	No_prior	NA	NA	
Size_95%width_11_VENLL(11)	10.3651	5	1.68882	1.18E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_15_BBisl_s2(15)	83.7754	4	4.32897	-1.22E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_top_logit_15_BBisl_s2(15)	-14.1019	5	170.468	2.25E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_15_BBisl_s2(15)	5.10364	4	1.64994	-6.86E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_descend_se_15_BBisl_s2(15)	5.70857	5	0.342074	3.45E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_5_JPLL_N(5)_BLK1repl_1970	101.913	6	5.58773	1.84E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_5_JPLL_N(5)_BLK1repl_1976	105.561	6	2.861	3.42E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_5_JPLL_N(5)_BLK1repl_1970	5.66272	6	0.379253	-7.76E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_5_JPLL_N(5)_BLK1repl_1976	6.19295	6	0.139581	-3.02E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_6_JPLL_S(6)_BLK1repl_1970	102.336	6	7.38359	-1.40E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_6_JPLL_S(6)_BLK1repl_1976	106.179	6	2.11257	2.62E-06	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_6_JPLL_S(6)_BLK1repl_1970	5.23035	6	0.707707	-2.12E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_ascend_se_6_JPLL_S(6)_BLK1repl_1976	5.16637	6	0.201068	-2.75E-07	No_prior	NA	NA	
Size_DblN_peak_7_TAILL_N(7)_BLK2repl_1987	93.7223	6	3.51605	8.62E-07	No_prior	NA	NA	

Table 5. Stock Synthesis estimates of spawning stock biomass (t), recruitment at age-0, and harvest rate (fraction of total biomass).

	Spawning Stock Biomass		Recruitment		Harvest Rate	
	Estimate	StdDev	Estimate	StdDev	Estimate	StdDev
Initial	316576	44633	92241	11551	0.059876	0.0135089
1930	316576	44633	90760	11180	0.0183543	0.0024876
1931	316374	44638	90752	11179	0.0236145	0.00323454
1932	315434	44656	90714	11171	0.0196489	0.00270845
1933	313499	44671	90636	11153	0.017604	0.00242972
1934	311086	44654	90537	11130	0.0291062	0.00401145
1935	308358	44487	90423	11098	0.0324228	0.00451157
1936	304796	44256	90273	11055	0.0266551	0.00375184
1937	299799	44054	90056	10999	0.0215834	0.00304953
1938	294884	43820	89837	10942	0.0234062	0.00329826
1939	292144	43596	89712	10905	0.0274037	0.00385556
1940	291157	43422	89666	10888	0.0185425	0.00261398
1941	290674	43271	89644	10876	0.0213021	0.00298116
1942	290295	43101	89626	10865	0.026969	0.0037585
1943	290529	42923	89637	10859	0.0270744	0.00378016
1944	290316	42772	89627	10850	0.0275191	0.00384923
1945	288753	42631	89554	10828	0.0449458	0.00629889
1946	285782	42514	89414	10792	0.0387029	0.00552615
1947	281435	42427	89204	10744	0.0341334	0.00492279
1948	275690	42304	88918	10681	0.0408248	0.0059073
1949	270683	42154	88660	10623	0.0477269	0.00696356
1950	266919	42057	88461	10580	0.068983	0.0101982
1951	261457	42012	88163	10522	0.0615743	0.00939484
1952	253428	41924	87707	10436	0.0597772	0.00929619
1953	243746	41700	87123	10327	0.0565394	0.00890608
1954	234644	41396	86538	10220	0.0758736	0.0120207
1955	227006	41126	86018	10129	0.061297	0.00992489
1956	222059	40929	85666	10069	0.0805308	0.0130787
1957	216513	40720	85255	10003	0.0851249	0.0140972
1958	208896	40424	84663	9913	0.108812	0.0183774
1959	197756	40011	83731	9787	0.108269	0.0189897
1960	186111	39537	64140	19168	0.119227	0.0214788
1961	173972	39074	47753	15133	0.103685	0.0187188
1962	163856	38595	55166	20154	0.155105	0.0284789
1963	149848	37922	128197	37991	0.178941	0.0367279
1964	129343	36912	73523	26564	0.188601	0.0350921
1965	106189	34330	71260	22543	0.182871	0.0324777
1966	82949.2	30995	56649	17263	0.147832	0.0242172
1967	72271.8	28838	65841	18240	0.190358	0.0294456
1968	80292.1	27996	61478	16671	0.155308	0.0230835
1969	92112.7	27850	100013	19563	0.163424	0.0230051
1970	85858.3	24398	74637	16652	0.151386	0.0180928
1971	77413.2	21606	98677	16660	0.179939	0.0195018
1972	70760.7	19144	68638	13165	0.148054	0.0146376
1973	70625.7	17544	45949	10034	0.136951	0.0127604
1974	77467.1	16364	58987	10956	0.154425	0.0143471
1975	86852.8	16109	56665	11138	0.137541	0.0127319
1976	93283.1	15772	52405	10736	0.194744	0.0173781
1977	88640.7	15393	73642	11998	0.201083	0.0180781
1978	74794.4	14145	73364	11980	0.191423	0.0159662
1979	69511.4	12837	64615	11158	0.19494	0.0144604
1980	65776.2	11663	51964	9487	0.148806	0.00992659
1981	62698.2	10353	45556	8787	0.133323	0.00825834
1982	63413.7	9381	49591	8749	0.167892	0.0104009
1983	68082.4	8614	45957	8617	0.213728	0.0147555
1984	65949.5	7944	67600	10732	0.190465	0.0161603
1985	56544.3	7677	62085	10428	0.183105	0.0176287
1986	49277.1	7763	59619	9473	0.207123	0.0217396
1987	41658.9	8389	48008	7714	0.166397	0.0186046
1988	45568.1	9459	49716	8171	0.144349	0.0167727

1989	55984.2	11037	61887	9820	0.138932	0.0164493
1990	67185.6	12678	54480	9426	0.154647	0.0183202
1991	69422.6	13436	53284	9449	0.116985	0.0143352
1992	70639	13601	62082	10217	0.125157	0.0153719
1993	70779.2	13491	46912	9209	0.149825	0.0185124
1994	69831.2	13907	55649	9929	0.141861	0.0185071
1995	72049.3	14597	50113	9781	0.155492	0.0208779
1996	69941.7	14972	70514	11468	0.119393	0.016821
1997	74002.5	15674	67631	10928	0.11297	0.0155382
1998	77011.5	16129	52037	8881	0.0943512	0.0126345
1999	80730.2	16400	34021	6805	0.123087	0.0162197
2000	80152.4	16672	39537	7274	0.125321	0.017222
2001	84483.7	17348	47168	8285	0.106045	0.0152141
2002	91182.3	18470	64464	10036	0.0934907	0.0136784
2003	93291.7	18815	42446	7978	0.10075	0.0144756
2004	86945	17934	77100	11698	0.101883	0.0149741
2005	81526.4	16903	50458	9044	0.129404	0.0189753
2006	79084	16756	52651	9284	0.136389	0.0212556
2007	82318.2	17838	49625	9134	0.082918	0.0138456
2008	84953.2	18551	67708	11840	0.0754757	0.0128369
2009	92786.4	20105	69603	12330	0.0533678	0.00903422
2010	103028	21952	62920	11600	0.0619538	0.0102007
2011	107772	22686	73332	13118	0.0604497	0.00982949
2012	111869	23283	59807	12222	0.0725772	0.0115614
2013	118659	24493	56296	12302	0.06935	0.011087
2014	127193	26356	61357	13489	0.0747911	0.012004
2015	132657	27414	91673	17818	0.0718775	0.0116469
2016	136621	28306	124094	24325	0.0801821	0.0128641
2017	136404	28789	129218	30878	0.0670493	0.0105547
2018	132673	28358	100114	29266	0.0617034	0.00948556
2019	133780	28044	76211	6311	0.0669895	0.0102547
2020	144524	29542	77817	6384	0.0594128	0.009058
2021	171966	33869	81218	6832	0.0591337	0.00873726

Table 6. N-ALB Estimated median and 95% confidence intervals for B/B_{MSY} and F/F_{MSY} from the SS3 MVLN iterations.

Year	B/B_{MSY}	B/B_{MSY} LCI	B/B_{MSY} UCI	F/F_{MSY}	F/F_{MSY} LCI	F/F_{MSY} UCI
1931	3.38	2.81	4.08	0.18	0.15	0.22
1932	3.36	2.8	4.05	0.15	0.12	0.18
1933	3.33	2.78	4.01	0.13	0.11	0.16
1934	3.3	2.76	3.97	0.22	0.18	0.27
1935	3.26	2.73	3.92	0.25	0.21	0.3
1936	3.21	2.69	3.84	0.2	0.17	0.24
1937	3.16	2.66	3.77	0.16	0.14	0.2
1938	3.13	2.63	3.73	0.18	0.15	0.21
1939	3.12	2.62	3.72	0.21	0.18	0.25
1940	3.11	2.62	3.71	0.14	0.12	0.17
1941	3.11	2.61	3.71	0.16	0.14	0.19
1942	3.11	2.61	3.72	0.21	0.17	0.25
1943	3.11	2.61	3.72	0.21	0.17	0.25
1944	3.09	2.59	3.7	0.21	0.18	0.25
1945	3.06	2.57	3.65	0.34	0.29	0.41
1946	3.02	2.54	3.59	0.29	0.25	0.35
1947	2.95	2.5	3.5	0.26	0.22	0.31
1948	2.9	2.47	3.42	0.31	0.26	0.37
1949	2.86	2.44	3.36	0.36	0.31	0.43
1950	2.8	2.4	3.28	0.53	0.45	0.62
1951	2.72	2.34	3.16	0.47	0.4	0.55
1952	2.61	2.27	3.02	0.46	0.39	0.53
1953	2.52	2.2	2.88	0.43	0.38	0.49
1954	2.43	2.14	2.77	0.58	0.51	0.65
1955	2.38	2.11	2.7	0.47	0.42	0.52
1956	2.32	2.06	2.62	0.61	0.54	0.69
1957	2.24	2	2.51	0.65	0.57	0.73
1958	2.12	1.91	2.36	0.83	0.73	0.94
1959	2	1.81	2.21	0.83	0.72	0.95
1960	1.87	1.69	2.06	0.91	0.79	1.05
1961	1.76	1.59	1.94	0.79	0.68	0.92
1962	1.61	1.43	1.8	1.18	1	1.4
1963	1.39	1.18	1.63	1.36	1.1	1.69
1964	1.14	0.89	1.46	1.44	1.15	1.79
1965	0.89	0.62	1.28	1.39	1.11	1.76
1966	0.77	0.5	1.21	1.13	0.9	1.42
1967	0.86	0.55	1.34	1.45	1.15	1.83
1968	0.99	0.63	1.56	1.18	0.94	1.5
1969	0.92	0.59	1.44	1.25	0.98	1.59
1970	0.83	0.53	1.31	1.15	0.91	1.47
1971	0.76	0.48	1.2	1.37	1.07	1.75
1972	0.76	0.48	1.19	1.13	0.88	1.45
1973	0.83	0.53	1.29	1.04	0.81	1.34
1974	0.93	0.6	1.45	1.18	0.9	1.53
1975	1	0.64	1.56	1.05	0.78	1.4

1976	0.95	0.6	1.5	1.49	1.09	2
1977	0.8	0.5	1.29	1.53	1.11	2.1
1978	0.74	0.46	1.2	1.46	1.05	2.01
1979	0.7	0.44	1.14	1.49	1.08	2.04
1980	0.67	0.42	1.08	1.14	0.82	1.57
1981	0.68	0.42	1.09	1.02	0.73	1.41
1982	0.73	0.46	1.17	1.28	0.91	1.8
1983	0.71	0.44	1.14	1.63	1.13	2.33
1984	0.6	0.36	1	1.45	0.99	2.12
1985	0.53	0.31	0.91	1.4	0.93	2.09
1986	0.45	0.24	0.82	1.58	1.03	2.4
1987	0.49	0.26	0.91	1.27	0.81	1.98
1988	0.6	0.32	1.1	1.1	0.69	1.74
1989	0.72	0.39	1.31	1.06	0.67	1.67
1990	0.74	0.4	1.37	1.18	0.74	1.86
1991	0.76	0.41	1.39	0.89	0.56	1.42
1992	0.76	0.41	1.4	0.95	0.6	1.52
1993	0.75	0.4	1.39	1.14	0.71	1.82
1994	0.77	0.41	1.44	1.08	0.67	1.74
1995	0.75	0.39	1.42	1.19	0.73	1.91
1996	0.79	0.42	1.5	0.91	0.55	1.49
1997	0.83	0.44	1.56	0.86	0.53	1.4
1998	0.87	0.46	1.62	0.72	0.44	1.16
1999	0.86	0.45	1.62	0.94	0.58	1.51
2000	0.9	0.48	1.7	0.96	0.58	1.55
2001	0.98	0.52	1.82	0.81	0.49	1.32
2002	1	0.53	1.86	0.71	0.43	1.17
2003	0.93	0.49	1.74	0.77	0.47	1.25
2004	0.87	0.46	1.64	0.78	0.47	1.28
2005	0.85	0.45	1.6	0.99	0.6	1.62
2006	0.88	0.46	1.68	1.04	0.62	1.72
2007	0.91	0.48	1.73	0.63	0.38	1.06
2008	0.99	0.52	1.89	0.58	0.34	0.97
2009	1.1	0.58	2.09	0.41	0.24	0.69
2010	1.15	0.61	2.18	0.47	0.28	0.79
2011	1.2	0.63	2.26	0.46	0.28	0.77
2012	1.27	0.67	2.39	0.55	0.33	0.92
2013	1.36	0.72	2.56	0.53	0.32	0.88
2014	1.42	0.75	2.67	0.57	0.34	0.95
2015	1.46	0.78	2.75	0.55	0.33	0.91
2016	1.46	0.77	2.75	0.61	0.37	1.01
2017	1.42	0.75	2.69	0.51	0.31	0.84
2018	1.43	0.76	2.7	0.47	0.28	0.77
2019	1.55	0.83	2.89	0.51	0.31	0.83
2020	1.84	1	3.39	0.45	0.28	0.74
2021	2.19	1.21	4.01	0.45	0.29	0.71

Table 7. Estimated parameters and reference points for the *mpb* model reference case.

	Median	q05	q95
r	0.115	0.093	0.138
k	915,019	803,331	1,088,179
MSY	38,650	36,543	40,760
F_{MSY}	0.115	0.093	0.138
B_{MSY}	336,785	295,677	400,519

Table 8. Estimated annual parameters and reference points for the *mpb* model reference case.

Year	Biomass, median (t)	Biomass, q5% (t)	Biomass, q95% (t)	Fishing mortality, median	Fishing mortality, q5%	Fishing mortality, q95%	Relative biomass (B/Bmsy), median	Relative biomass (B/Bmsy), q5%	Relative biomass (B/Bmsy), q95%	Relative fishing mortality (F/Fmsy), q5%	Relative fishing mortality (F/Fmsy), median	Relative fishing mortality (F/Fmsy), q95%
1930	915019	803331	1088179	0.0123	0.0103	0.0140	2.7169	2.7169	2.7169	0.1071	0.1016	0.1133
1931	903769	792081	1076929	0.0173	0.0145	0.0197	2.6835	2.6789	2.6888	0.1504	0.1429	0.1588
1932	889443	778007	1062380	0.0144	0.0121	0.0165	2.6410	2.6313	2.6525	0.1259	0.1198	0.1326
1933	879465	768562	1051922	0.0130	0.0109	0.0149	2.6115	2.5994	2.6264	0.1134	0.1081	0.1194
1934	871984	761758	1043817	0.0217	0.0181	0.0248	2.5894	2.5766	2.6062	0.1887	0.1797	0.1984
1935	857888	748410	1029014	0.0242	0.0202	0.0277	2.5477	2.5315	2.5692	0.2108	0.2010	0.2212
1936	843438	734904	1013662	0.0199	0.0166	0.0229	2.5050	2.4860	2.5309	0.1737	0.1656	0.1819
1937	834481	727048	1003610	0.0162	0.0135	0.0186	2.4785	2.4596	2.5057	0.1410	0.1345	0.1477
1938	829799	723463	997729	0.0176	0.0147	0.0202	2.4646	2.4473	2.4910	0.1536	0.1464	0.1609
1939	824483	719197	991232	0.0207	0.0172	0.0237	2.4488	2.4330	2.4748	0.1806	0.1720	0.1892
1940	817260	712995	982834	0.0141	0.0117	0.0161	2.4274	2.4118	2.4538	0.1225	0.1167	0.1284
1941	816368	713134	980737	0.0162	0.0135	0.0186	2.4246	2.4119	2.4485	0.1414	0.1345	0.1483
1942	813810	711499	977060	0.0206	0.0172	0.0236	2.4170	2.4063	2.4393	0.1797	0.1709	0.1887
1943	807977	706580	970156	0.0207	0.0173	0.0237	2.3997	2.3893	2.4221	0.1809	0.1719	0.1899
1944	802749	702273	963843	0.0211	0.0176	0.0242	2.3842	2.3745	2.4063	0.1842	0.1750	0.1934
1945	797847	698284	957854	0.0346	0.0288	0.0395	2.3696	2.3605	2.3913	0.3014	0.2862	0.3166
1946	782810	684149	941734	0.0297	0.0247	0.0340	2.3250	2.3129	2.3510	0.2589	0.2463	0.2717
1947	773647	675994	931241	0.0262	0.0218	0.0300	2.2976	2.2850	2.3248	0.2283	0.2171	0.2394
1948	768420	671778	924582	0.0314	0.0261	0.0359	2.2815	2.2701	2.3082	0.2733	0.2598	0.2868
1949	759868	664210	914616	0.0367	0.0305	0.0420	2.2557	2.2441	2.2832	0.3196	0.3037	0.3354
1950	748374	653731	901664	0.0529	0.0439	0.0606	2.2212	2.2084	2.2509	0.4616	0.4388	0.4839
1951	726210	632657	877949	0.0470	0.0389	0.0540	2.1551	2.1374	2.1916	0.4099	0.3909	0.4289
1952	711559	619324	861485	0.0455	0.0376	0.0523	2.1111	2.0919	2.1505	0.3968	0.3789	0.4150
1953	699799	609127	847971	0.0430	0.0355	0.0494	2.0762	2.0569	2.1167	0.3751	0.3582	0.3921
1954	691207	602242	837699	0.0578	0.0477	0.0664	2.0507	2.0327	2.0910	0.5040	0.4809	0.5272
1955	673461	586179	818283	0.0467	0.0384	0.0536	1.9983	1.9779	2.0425	0.4064	0.3883	0.4248
1956	665694	580222	808745	0.0614	0.0506	0.0705	1.9754	1.9567	2.0187	0.5350	0.5106	0.5597
1957	649172	565350	790366	0.0649	0.0533	0.0745	1.9263	1.9062	1.9728	0.5647	0.5398	0.5908
1958	632758	550617	771957	0.0829	0.0679	0.0953	1.8773	1.8558	1.9269	0.7213	0.6899	0.7540
1959	607238	526853	744370	0.0822	0.0671	0.0947	1.8014	1.7752	1.8578	0.7151	0.6853	0.7454
1960	586257	507599	720948	0.0902	0.0733	0.1042	1.7382	1.7095	1.7993	0.7849	0.7534	0.8170
1961	563359	486879	695893	0.0758	0.0614	0.0878	1.6705	1.6389	1.7368	0.6604	0.6342	0.6858
1962	551931	477788	682314	0.1065	0.0862	0.1230	1.6368	1.6069	1.7032	0.9271	0.8891	0.9636
1963	525245	453257	653368	0.1149	0.0924	0.1331	1.5576	1.5235	1.6307	1.0002	0.9597	1.0373
1964	498313	428422	624253	0.1297	0.1035	0.1509	1.4780	1.4396	1.5580	1.1294	1.0811	1.1691
1965	468490	400530	592117	0.1295	0.1024	0.1514	1.3896	1.3466	1.4778	1.1268	1.0773	1.1666
1966	444342	377863	565213	0.1066	0.0838	0.1253	1.3165	1.2704	1.4106	0.9290	0.8841	0.9651
1967	433580	369313	552527	0.1364	0.1070	0.1601	1.2852	1.2406	1.3798	1.1879	1.1281	1.2360
1968	411301	349543	528456	0.1099	0.0856	0.1294	1.2199	1.1731	1.3199	0.9562	0.9043	0.9968
1969	404125	343959	518982	0.1156	0.0900	0.1359	1.1978	1.1528	1.2963	1.0066	0.9496	1.0520
1970	395784	337385	508235	0.1160	0.0903	0.1360	1.1726	1.1283	1.2697	1.0104	0.9514	1.0580
1971	387431	330894	498573	0.1467	0.1140	0.1717	1.1502	1.1066	1.2457	1.2760	1.1982	1.3385
1972	368233	313638	478192	0.1325	0.1020	0.1555	1.0952	1.0494	1.1949	1.1498	1.0744	1.2095
1973	357953	305512	466228	0.1277	0.0980	0.1496	1.0656	1.0181	1.1652	1.1079	1.0317	1.1690
1974	351231	299784	457568	0.1412	0.1084	0.1655	1.0448	0.9973	1.1436	1.2270	1.1397	1.2973
1975	340270	290138	445147	0.1231	0.0941	0.1444	1.0125	0.9627	1.1126	1.0691	0.9890	1.1352
1976	337240	288236	440545	0.1697	0.1299	0.1986	1.0038	0.9517	1.1012	1.4750	1.3609	1.5690
1977	318499	271207	420598	0.1696	0.1285	0.1992	0.9488	0.8935	1.0515	1.4720	1.3484	1.5777
1978	303032	257393	403988	0.1654	0.1241	0.1947	0.9031	0.8445	1.0103	1.4327	1.3040	1.5433
1979	291532	247026	391332	0.1762	0.1313	0.2080	0.8691	0.8073	0.9789	1.5245	1.3784	1.6553
1980	278359	235195	377415	0.1390	0.1025	0.1645	0.8302	0.7652	0.9443	1.2012	1.0775	1.3155
1981	277721	235529	376125	0.1243	0.0918	0.1466	0.8307	0.7633	0.9413	1.0749	0.9609	1.1808
1982	280911	239752	378987	0.1519	0.1126	0.1780	0.8414	0.7718	0.9493	1.3156	1.1710	1.4438
1983	276248	236135	373774	0.1864	0.1378	0.2181	0.8302	0.7560	0.9363	1.6128	1.4293	1.7829
1984	262398	222851	359612	0.1593	0.1162	0.1876	0.7908	0.7121	0.9013	1.3749	1.2051	1.5356
1985	258233	219293	355091	0.1581	0.1150	0.1862	0.7789	0.6967	0.8914	1.3648	1.1887	1.5346
1986	255234	216145	352511	0.1863	0.1349	0.2200	0.7709	0.6834	0.8851	1.6091	1.3930	1.8237
1987	246059	206314	342243	0.1549	0.1114	0.1847	0.7423	0.6486	0.8596	1.3425	1.1491	1.5412
1988	245256	204019	341273	0.1348	0.0969	0.1620	0.7405	0.6405	0.8575	1.1679	0.9929	1.3530
1989	250191	208404	345345	0.1282	0.0929	0.1539	0.7521	0.6478	0.8727	1.1157	0.9413	1.3007
1990	255698	212124	350464	0.1442	0.1052	0.1739	0.7681	0.6581	0.8913	1.2570	1.0575	1.4785
1991	256184	210679	350839	0.1090	0.0796	0.1326	0.7683	0.6523	0.8926	0.9495	0.7929	1.1253
1992	266570	218599	360166	0.1157	0.0857	0.1411	0.7935	0.6767	0.9220	1.0098	0.8405	1.2047
1993	273325	225128	366678	0.1395	0.1040	0.1694	0.8121	0.6916	0.9482	1.2175	1.0093	1.4630
1994	273045	224157	365965	0.1288	0.0961	0.1569	0.8113	0.6860	0.9529	1.1250	0.9255	1.3611
1995	277163	225506	368217	0.1385	0.1042	0.1702	0.8179	0.6894	0.9653	1.2179	0.9930	1.4808
1996	277331	223646	367274	0.1039	0.0784	0.1288	0.8171	0.6831	0.9729	0.9155	0.7402	1.1268
1997	286515	232036	375897	0.1013	0.0772	0.1251	0.8445	0.7010	1.0094	0.8925	0.7173	1.0967
1998	295819	240288	384361	0.0870	0.0670	0.1071	0.8722	0.7254	1.0373	0.7674	0.6114	0.9441
1999	309672	250619	396142	0.1116	0.0872	0.1379	0.9071	0.7483	1.0846	0.9847	0.7837	1.2119
2000	313598	253192	399148	0.1056	0.0830	0.1308	0.9182	0.7554	1.1042	0.9322	0.7410	1.1534
2001	319447	257323	403563	0.0822	0.0651	0.1020	0.9343	0.7656	1.1297	0.7265	0.5736	0.9018
2002	332289	268445	414819	0.0684	0.0548	0.0846	0.9707	0.8018	1.1763	0.6041	0.4776	0.7553
2003	347979	282460	429730	0.0735	0.0595	0.0905	1.0187	0.8424	1.2293	0.6481	0.5110	0.8102
2004	361411	293479	441620	0.0718	0.0588	0.0884	1.0576	0.8776	1.2747	0.6338	0.4991	0.7936
2005	374018	306799	453025	0.0944	0.0780	0.1151	1.0963	0.9102	1.3202	0.8337	0.6555	1.0459
2006	377103	309298	454949	0.0980	0.0812	0.1195	1.1056	0.9149	1.3327	0.8655	0.6796	1.0874
2007	378565	310140	455438	0.0581	0.0483	0.0709	1.1102	0.9152	1.3391	0.5134	0.4024	0.6472
2008	394465	326449	470630	0.0519	0.0435	0.0627	1.1588	0.9569	1.3954	0.4576	0.3599	0.5801
2009	412163	344310	487120	0.0373	0.0316	0.0447	1.2124	1.0031	1.4556	0.3296	0.2591	0.4147
2010	434230	367239	508599	0.0447	0.0382	0.0529	1.2759	1.0637	1.5287	0.3940	0.3109	0.4960
2011	451390	385928	525380	0.0443	0.0380	0.0518	1.3295	1.1079	1.5860	0.3898	0.3095	0.4900
2012	467817	403706	541186	0.0544	0							

Table 9. Projected yield (t) at $0.8 \cdot F_{MSY}$ by the deterministic projection from the Stock Synthesis model.

Year	Mean	95%LCI	95%UCL
2024	50173	35671	64675
2025	49029	37080	60978
2026	47979	37959	57999

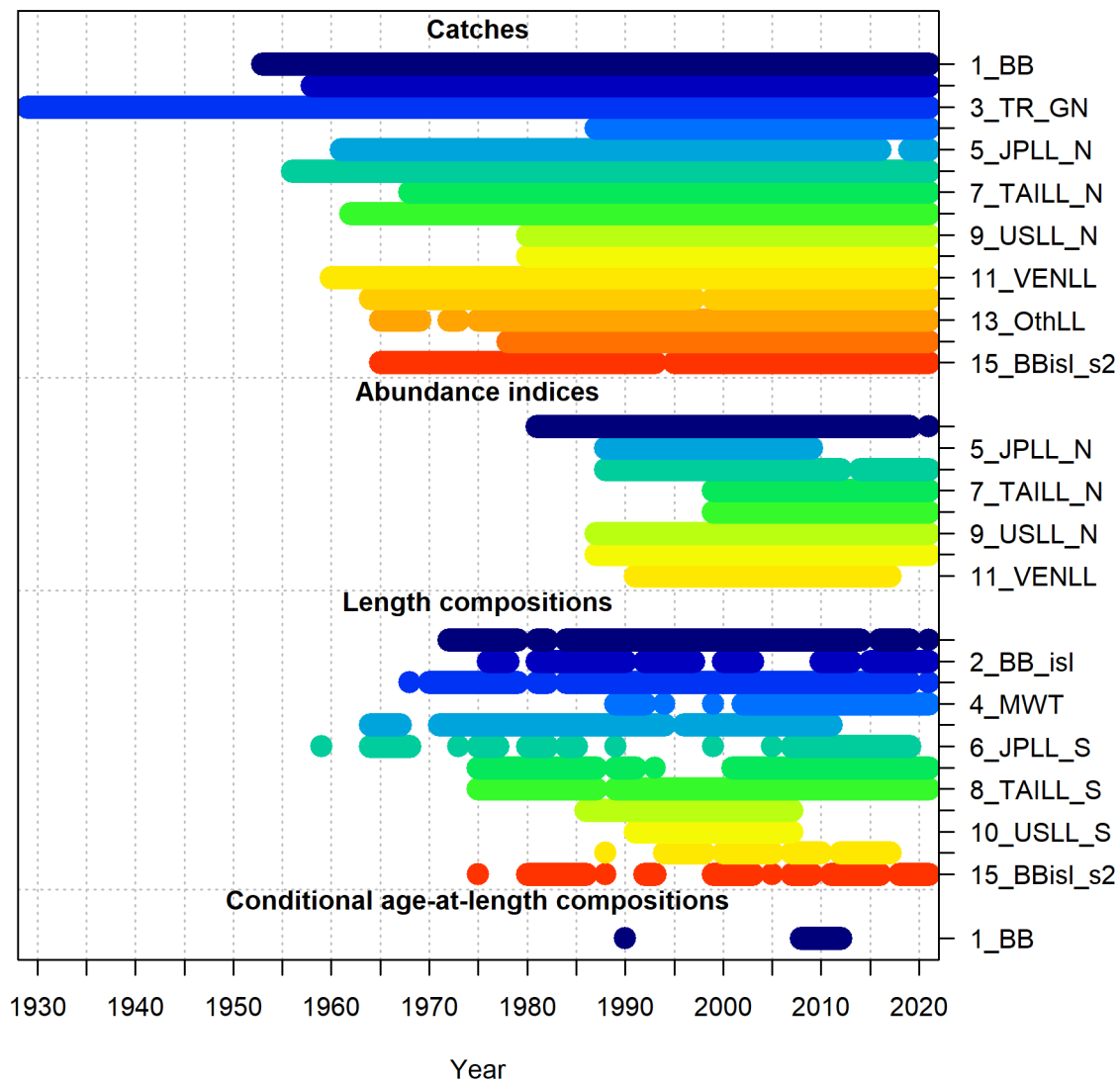


Figure 1. Summary of data time series modeled in Stock Synthesis.

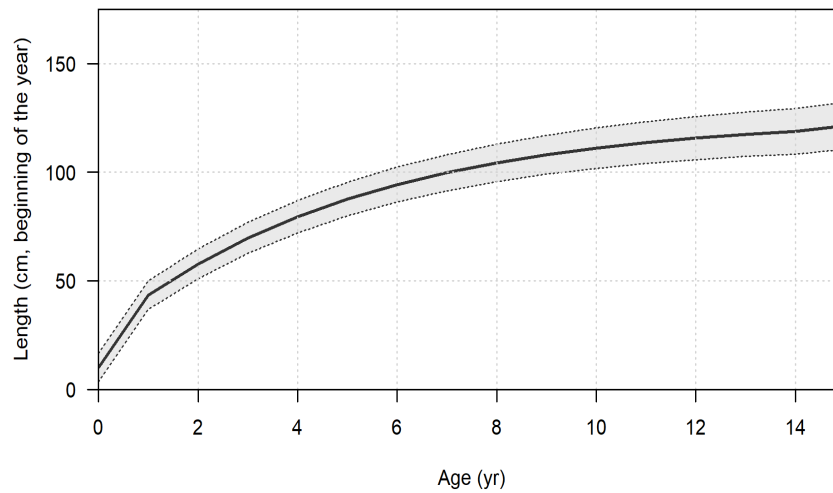


Figure 2. Estimated growth of North Atlantic albacore within the Stock Synthesis model.

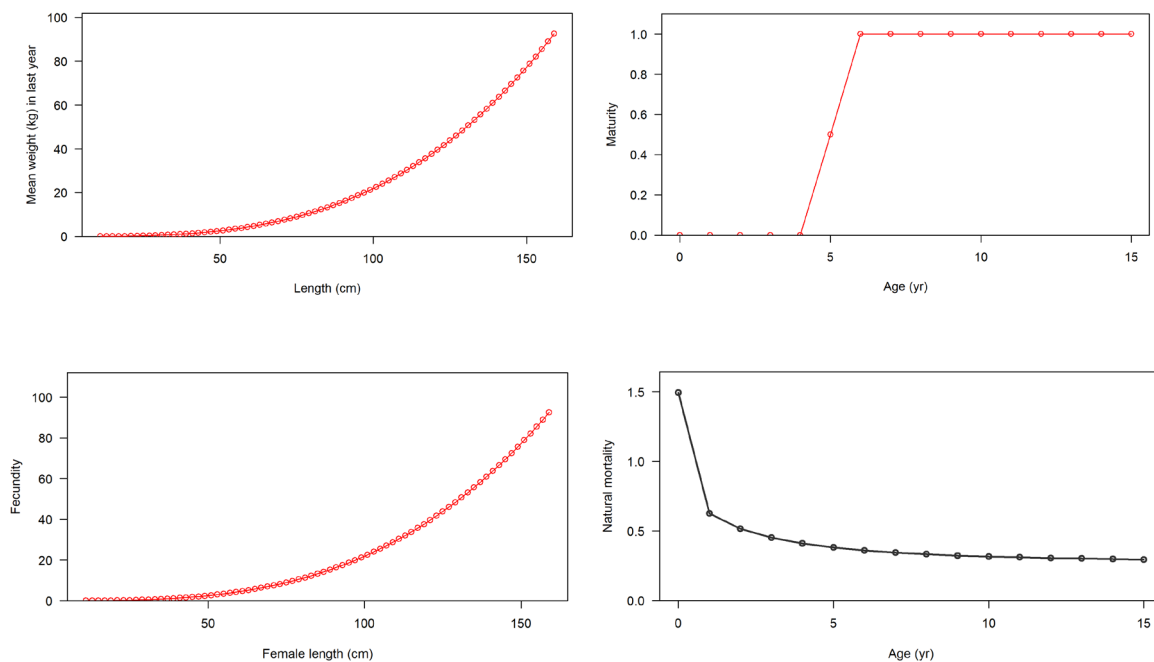


Figure 3. Summary of North Atlantic albacore biological assumptions in SS3, including length-weight (upper left panel), maturity-at-age (upper right panel), female fecundity-at-length (lower left panel), and natural mortality-at-age (lower right panel).

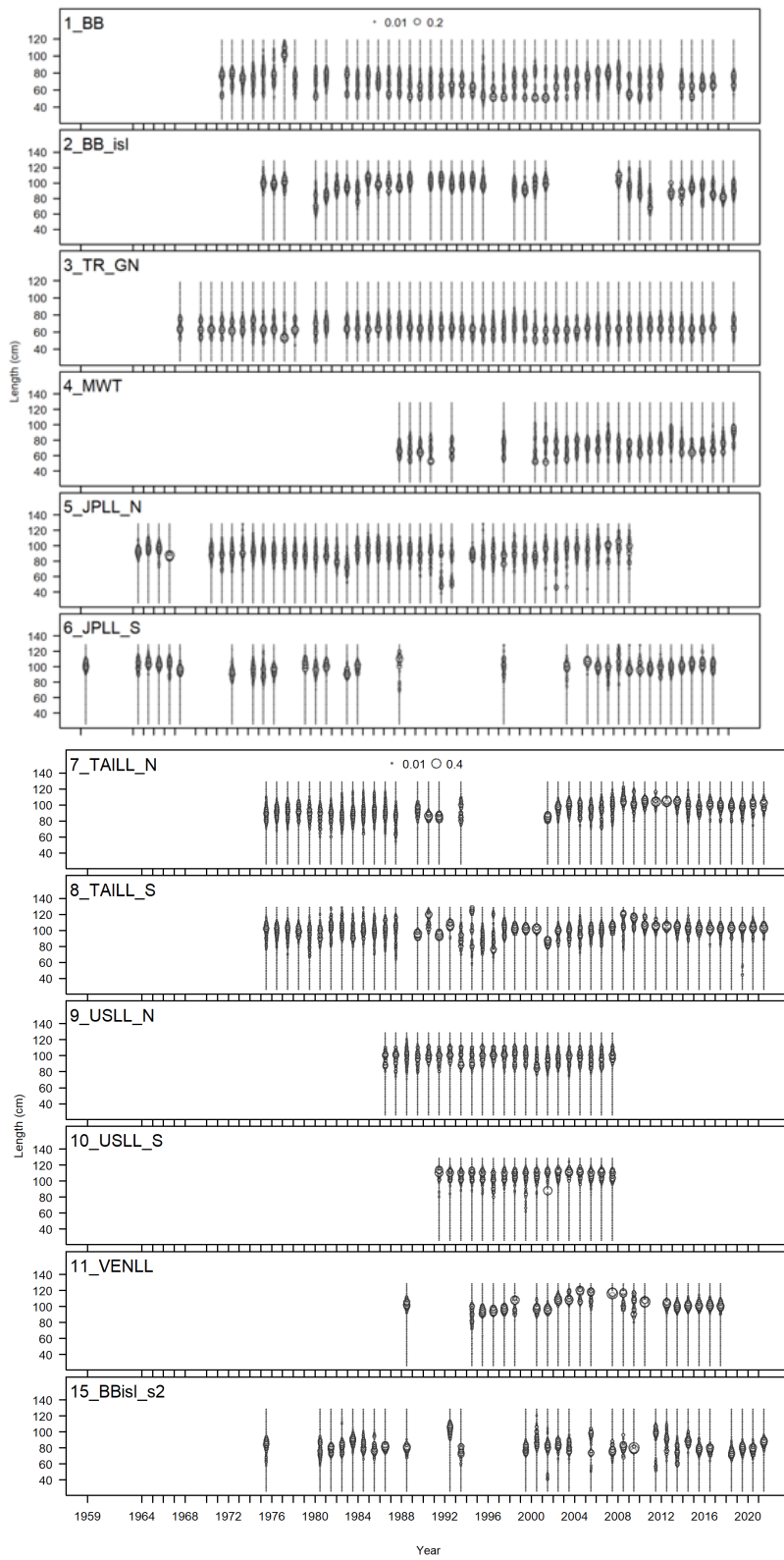


Figure 4. Time series of length composition by fleet used as input in Stock Synthesis.

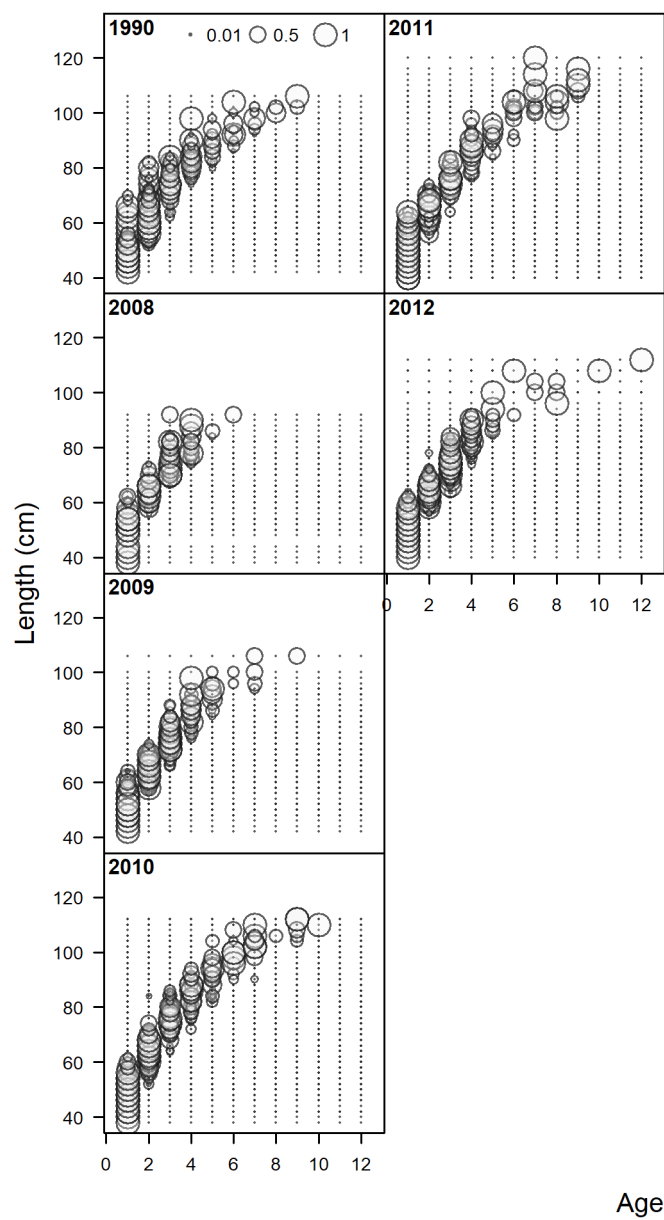


Figure 5. Summary of conditional age-at-length data by year, bubble size is scaled to the maximum sample size.

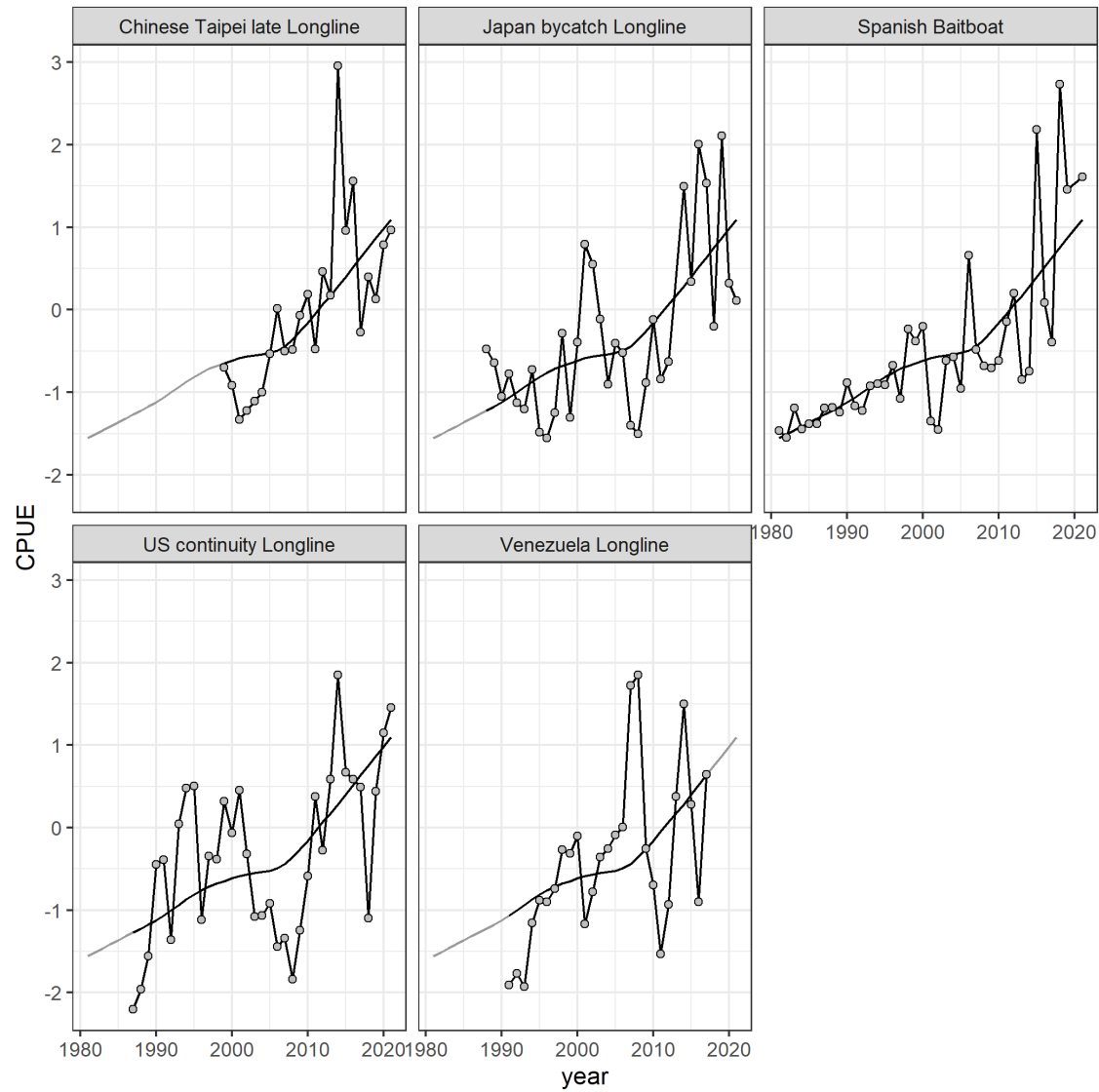


Figure 6. CPUE indices used in the stock assessment with *mpb*.

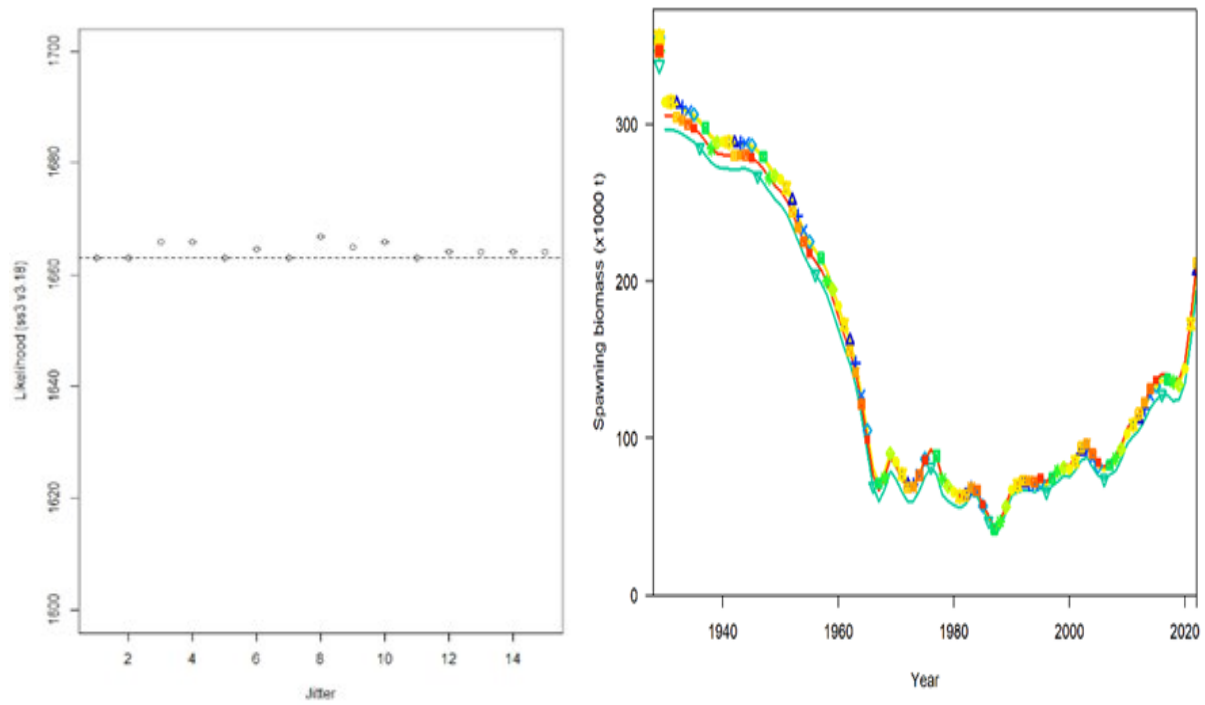


Figure 7. North Atlantic albacore Stock Synthesis jitter analysis results. Left panel shows the objective function values (negative log-likelihood) across model iterations with varied starting parameter values. The right panel shows the spawning biomass trajectory across trials.

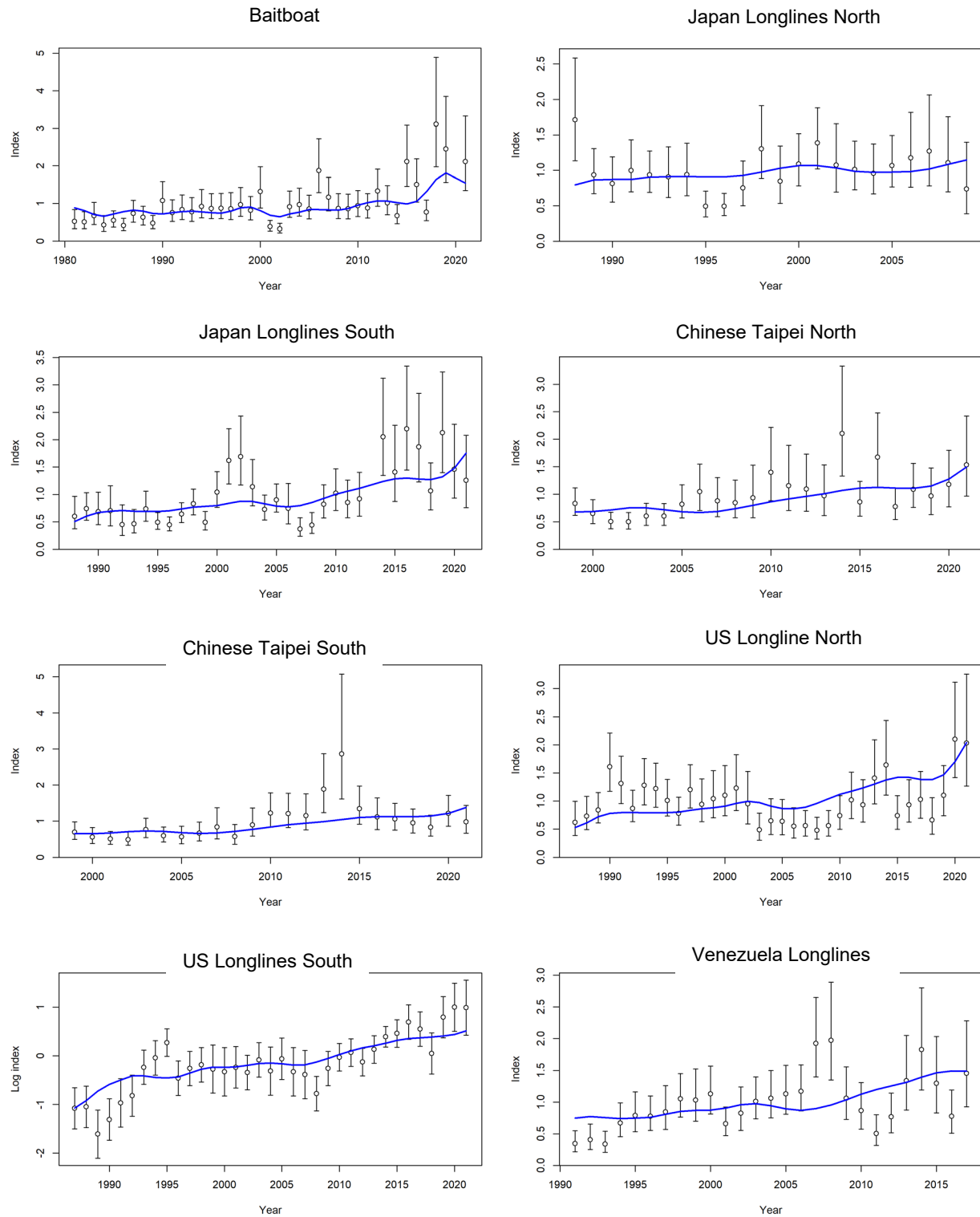


Figure 8. Stock Synthesis model fits North Atlantic albacore indices of relative abundance.

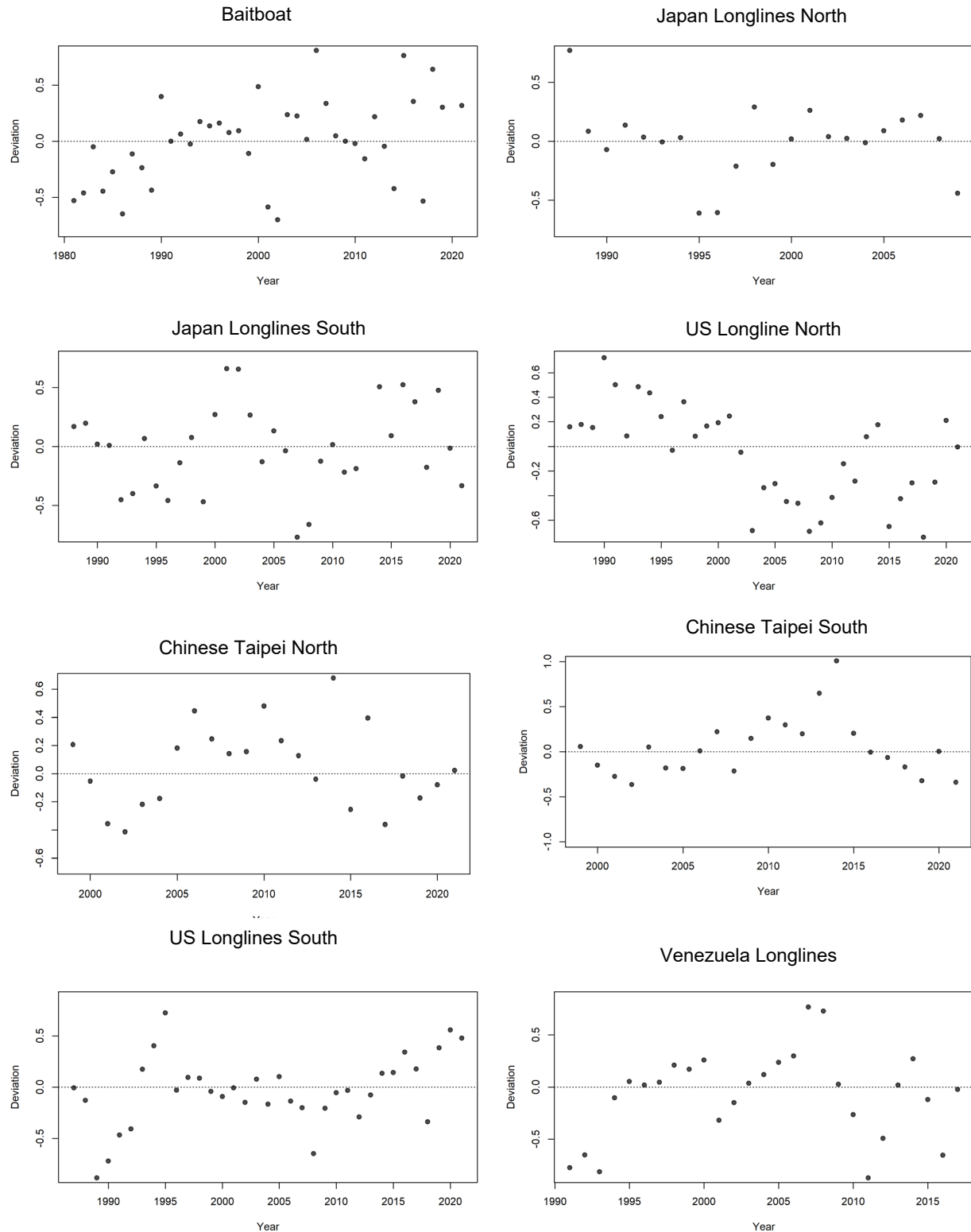


Figure 9. Stock Synthesis model fit residual errors around North Atlantic albacore indices of relative abundance.

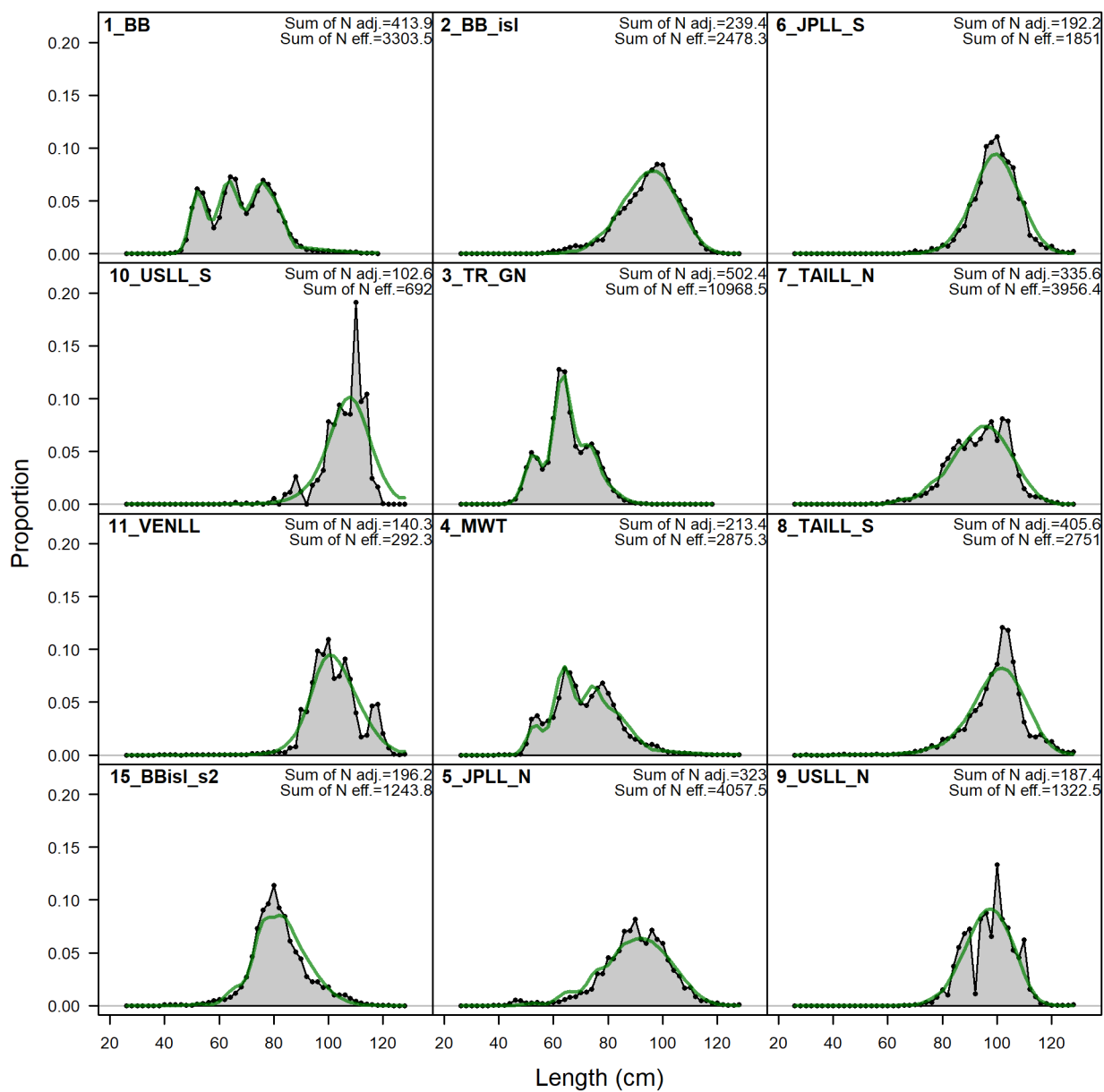


Figure 10. Stock Synthesis fits to the North Atlantic albacore length compositions by fleet. The gray distributions show the observed aggregated length composition by fleet and the green line shows the model-predicted length composition.

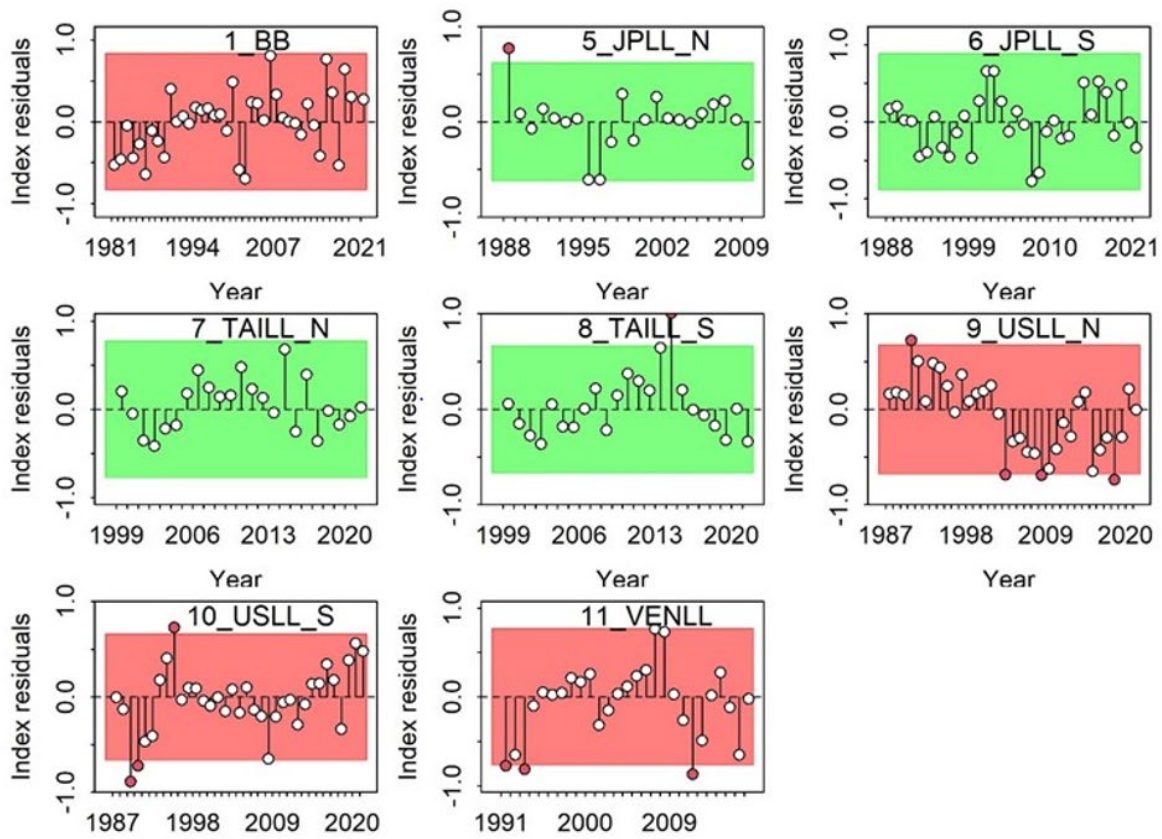


Figure 11. Diagnostic residual runs test on model fits to the indices of abundance.

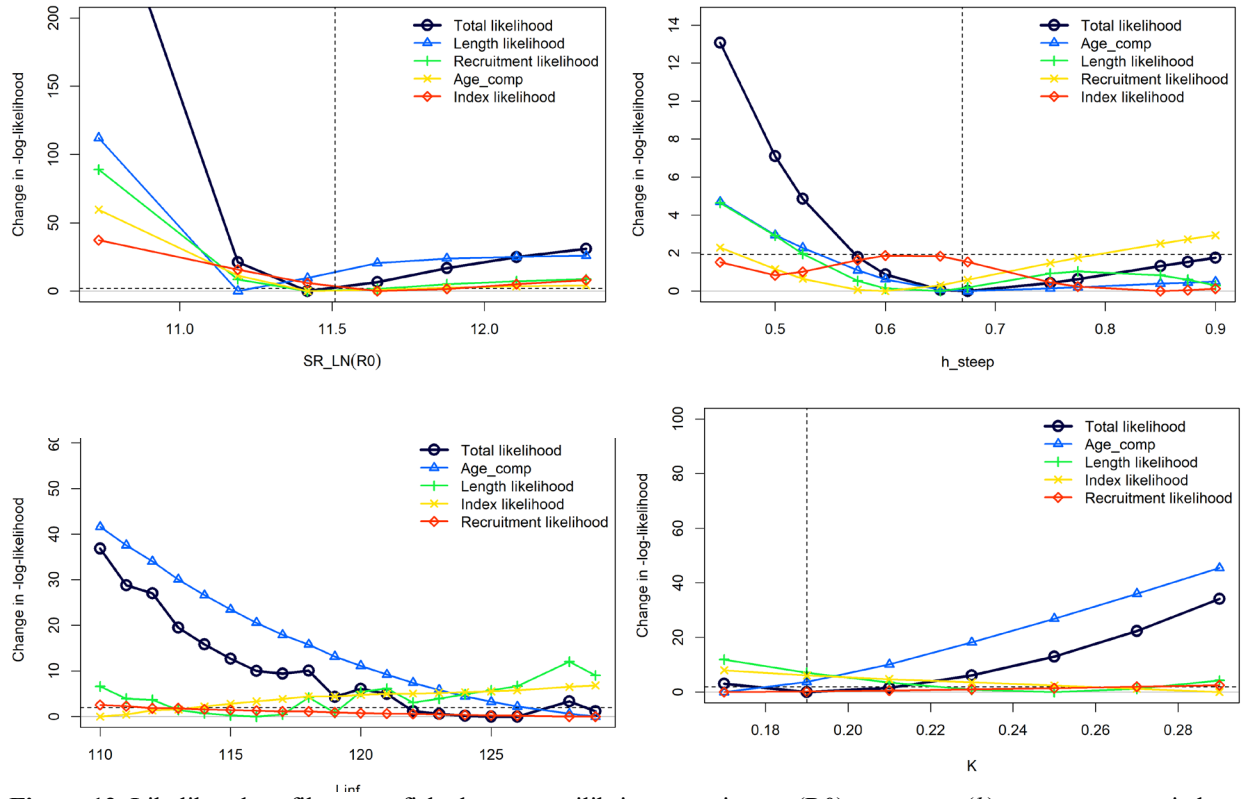


Figure 12. Likelihood profiles on unfished mean equilibrium recruitment (R_0), steepness (h), mean asymptotic length (L_{inf}), and intrinsic growth rate (k) of North Atlantic albacore.



Figure 13. Retrospective analyses of the North Atlantic albacore Stock Synthesis reference case model.

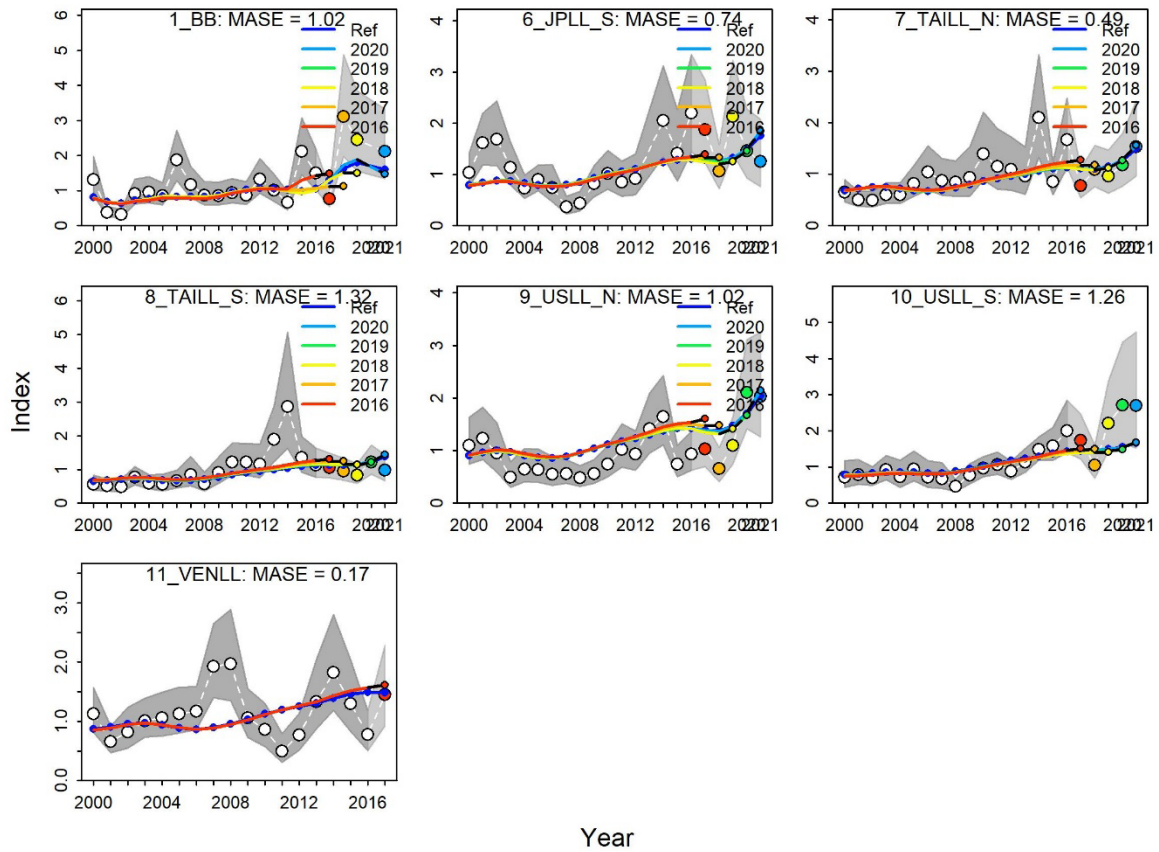


Figure 14. Hindcasting cross-validation results to evaluate the indices prediction skill of the model. 5-year hindcasting runs were used to estimate the MASE value. $MASE \leq 1$ indicates that the model has predictive skills. The observations used for cross-validation are highlighted as color-coded solid circles with associated 95 % confidence intervals (light-gray shading). The model reference year refers to the endpoints of each one-year-ahead forecast and the corresponding observation (i.e., year of peel + 1).

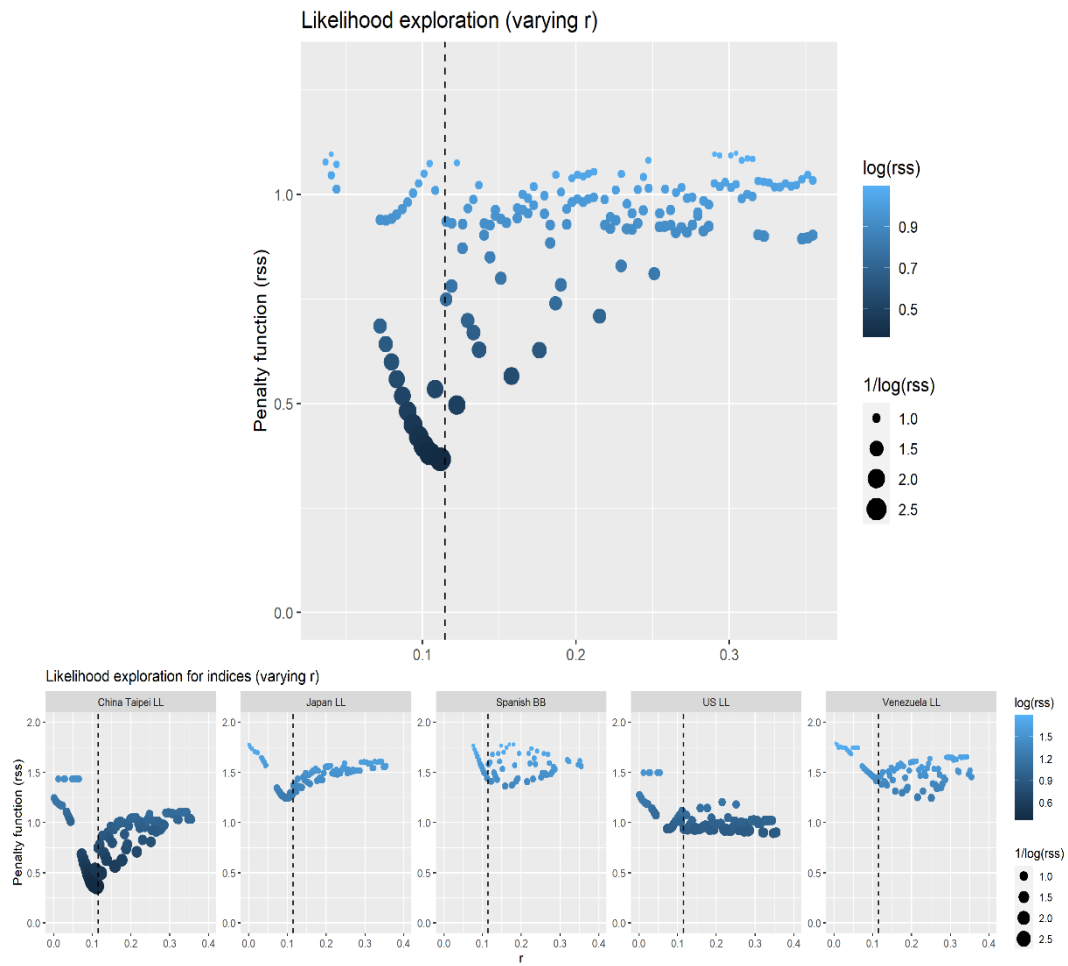


Figure 15. Bivariate residual plots for likelihood exploration with model *mpb*. Penalty function for different values of r and indices.

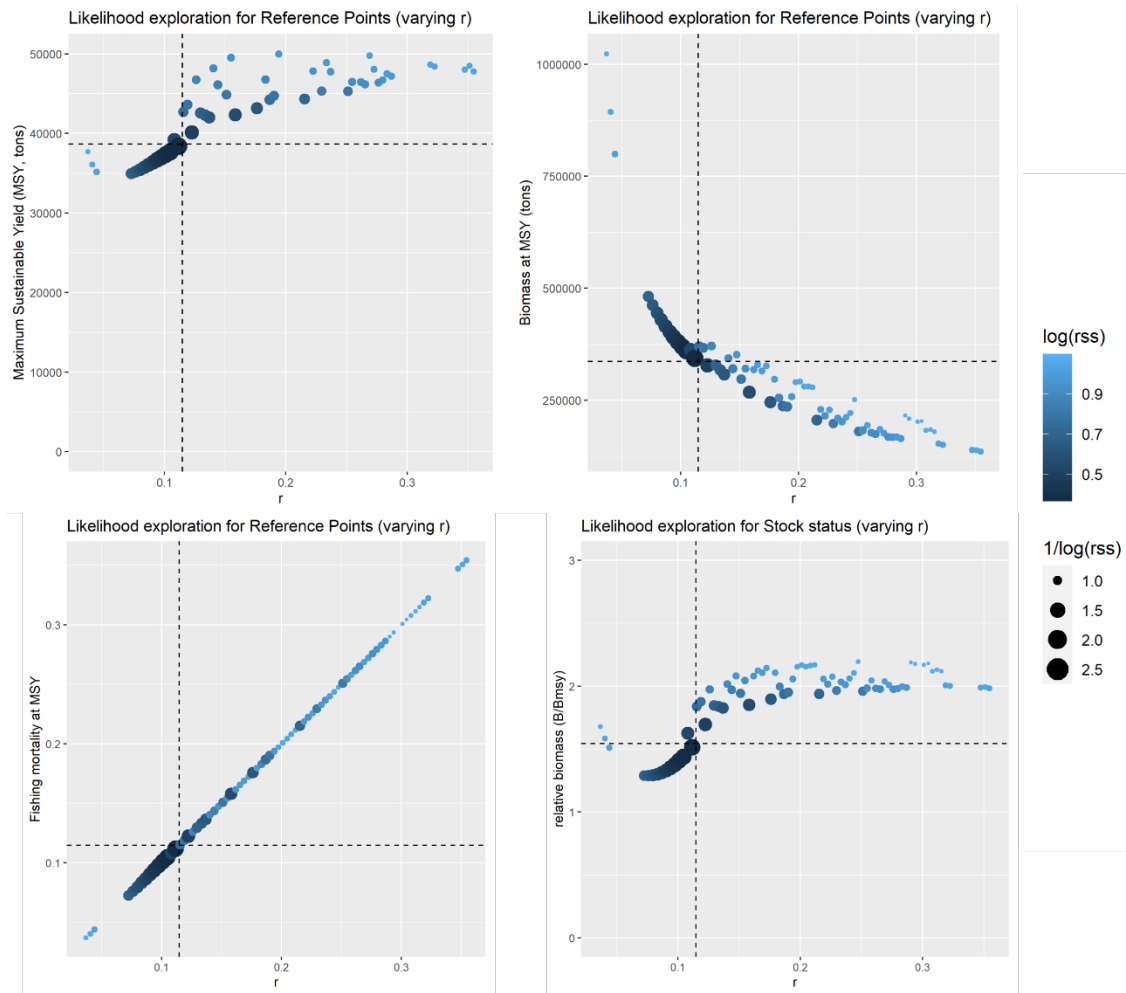


Figure 16. Bivariate residual plots for likelihood exploration with model *mpb*. Penalty function for different values of r and indices. Correlation between reference points and model estimates.

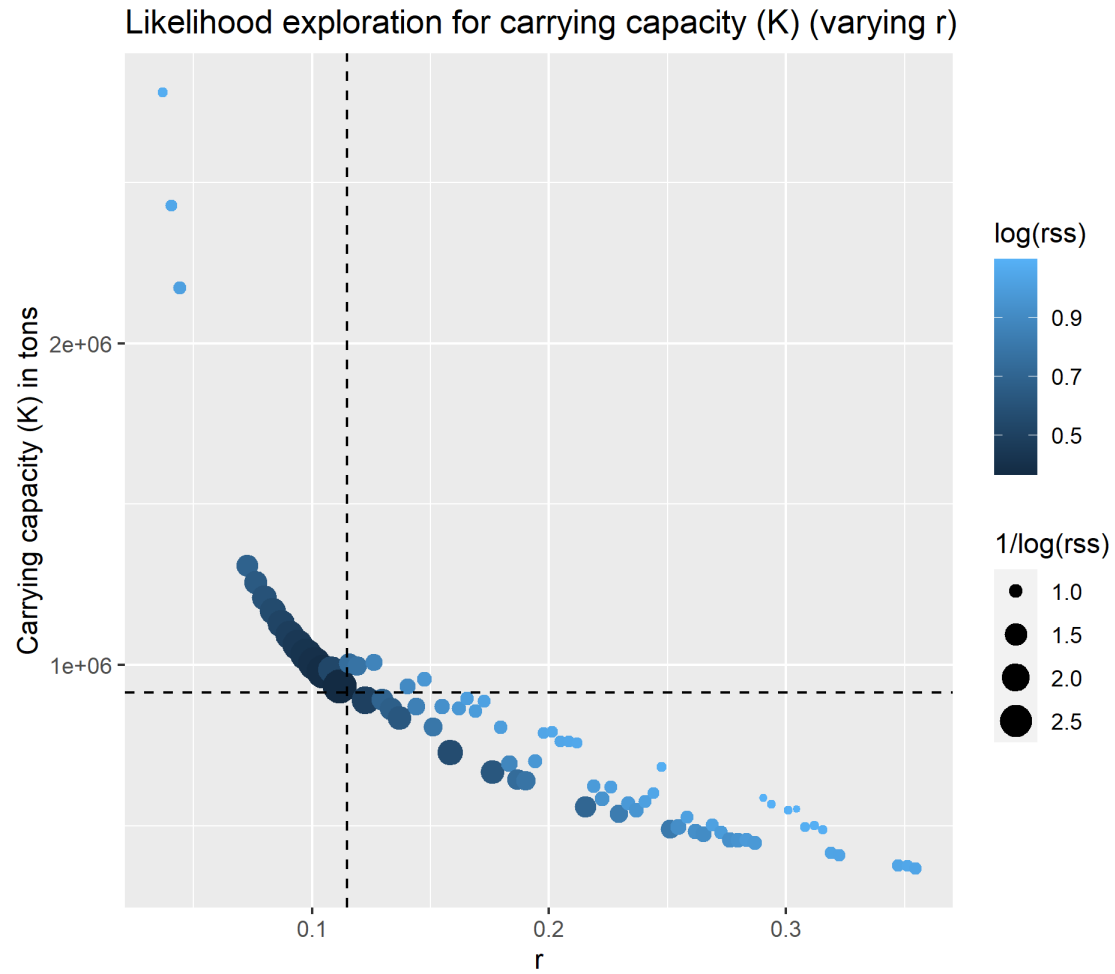


Figure 17. Bivariate residual plots for likelihood exploration with model *mpb*. Penalty function for different values of r and indices. Correlation between r and K .

Residuals CPUE - mpb 2023

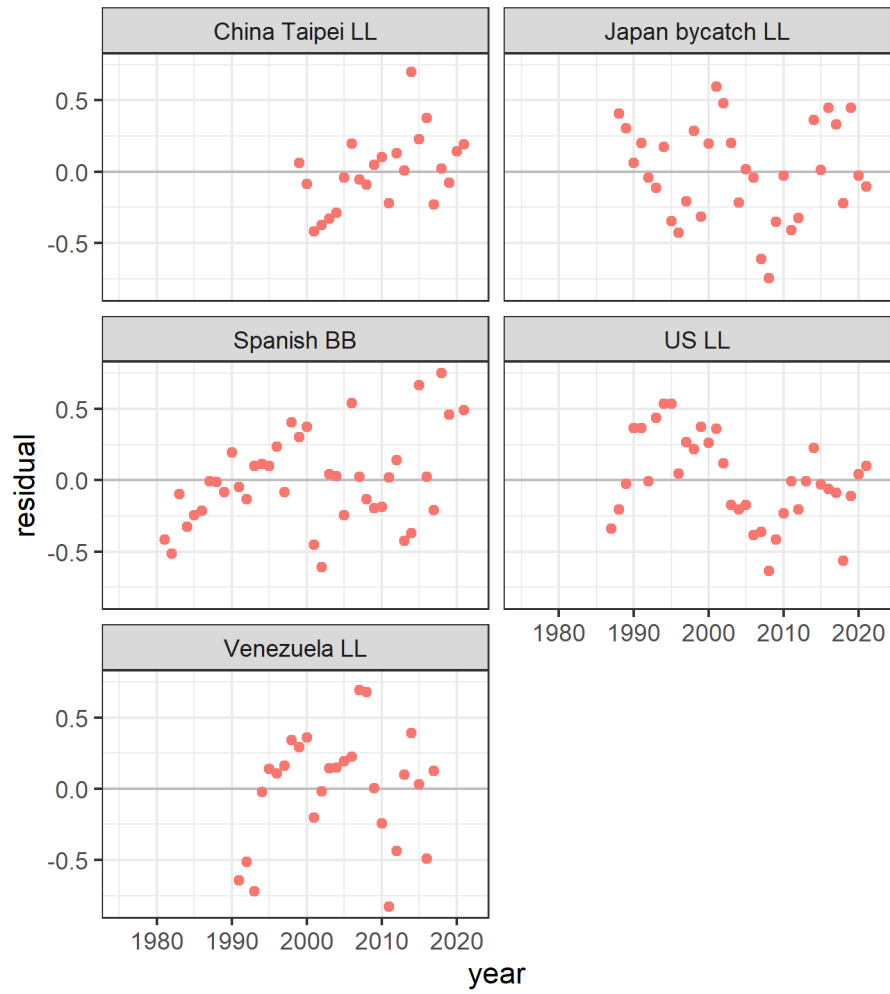


Figure 18. Time series of residuals of fit for each of the five indices available for this stock assessment.

Residuals CPUE - mpb 2023

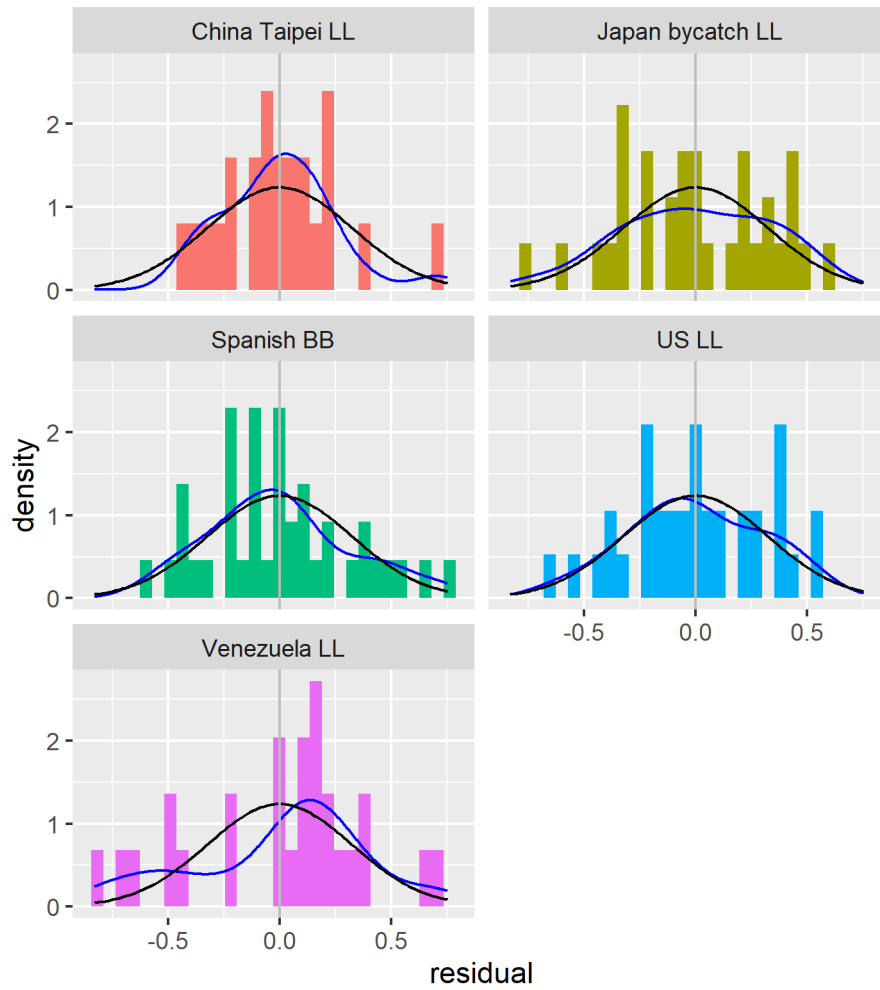


Figure 19. Histogram and density of residuals of fit for each of the five indices used in the biomass dynamics model. Blue line is the empirical density distribution of the residuals. Black line is the distribution with mean 0 and sd of the residuals.

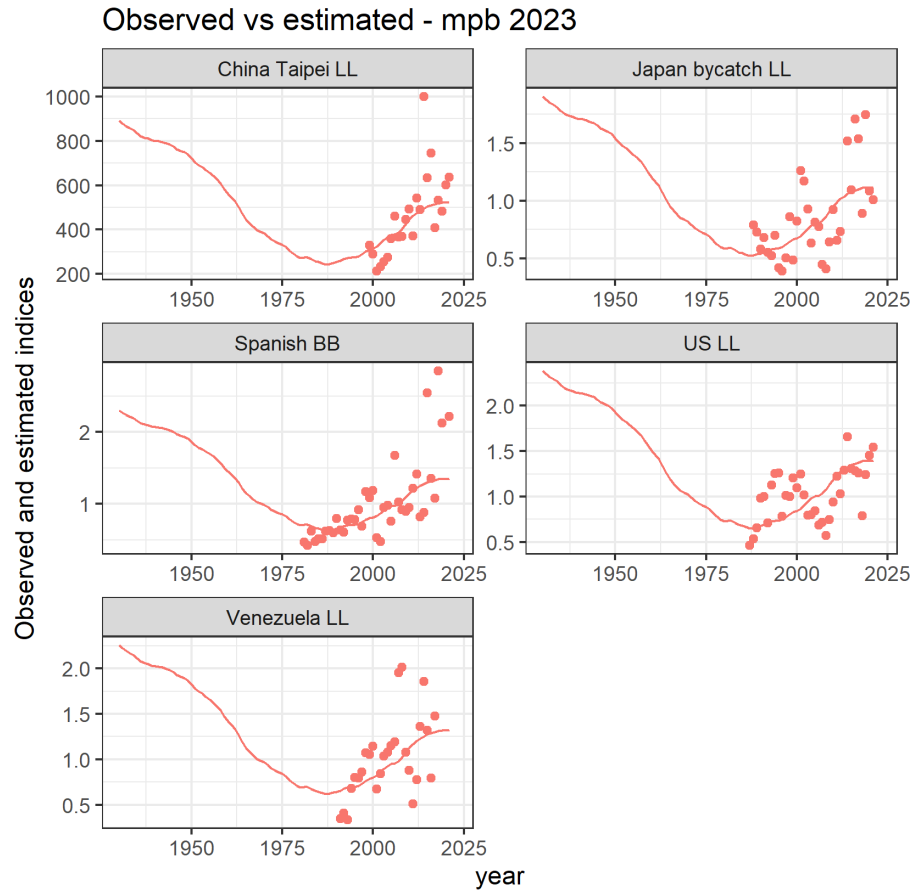


Figure 20. Time series of observed and estimated indices in the biomass dynamics model.

Observed vs Estimated - mpb 2023

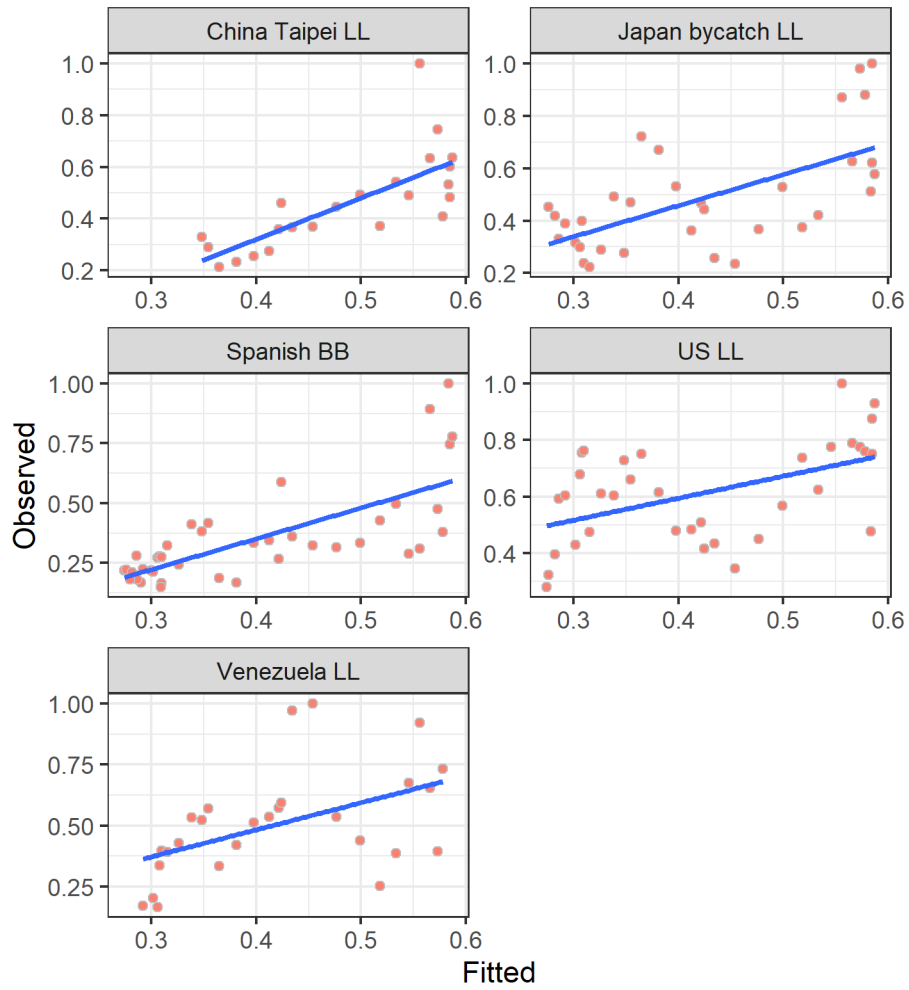


Figure 21. Biomass dynamics model: observed and estimated abundance indices and linear regression.

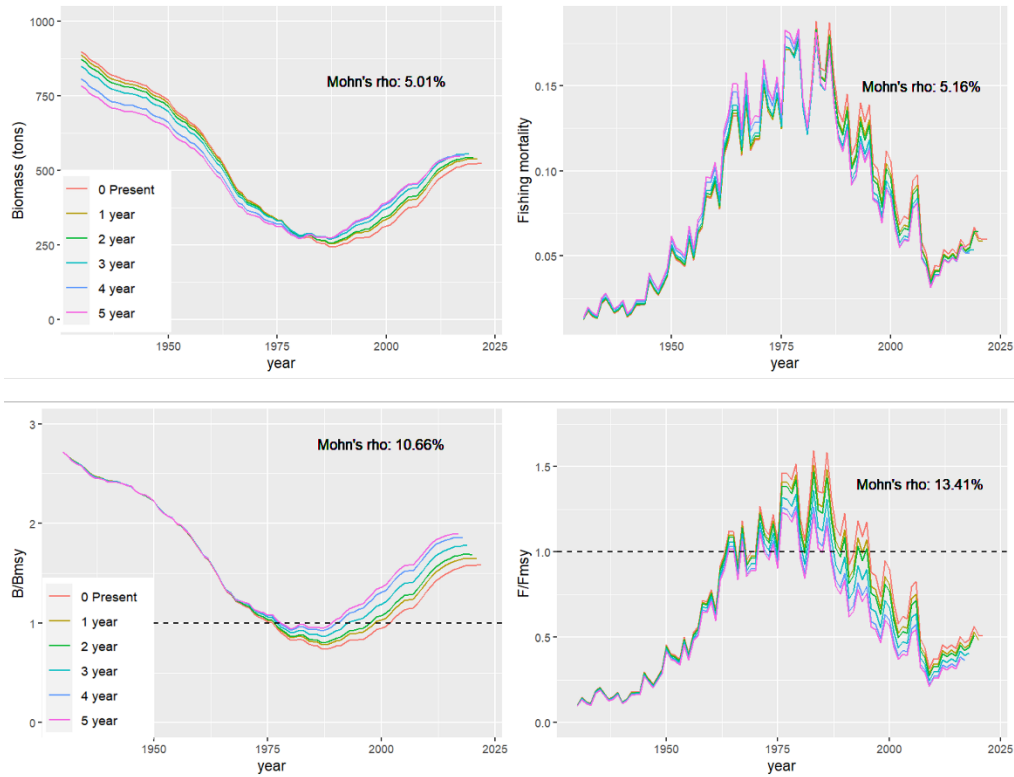


Figure 22. Retrospective analysis of the biomass production model, with Mohn's rho indicated for each indicator.

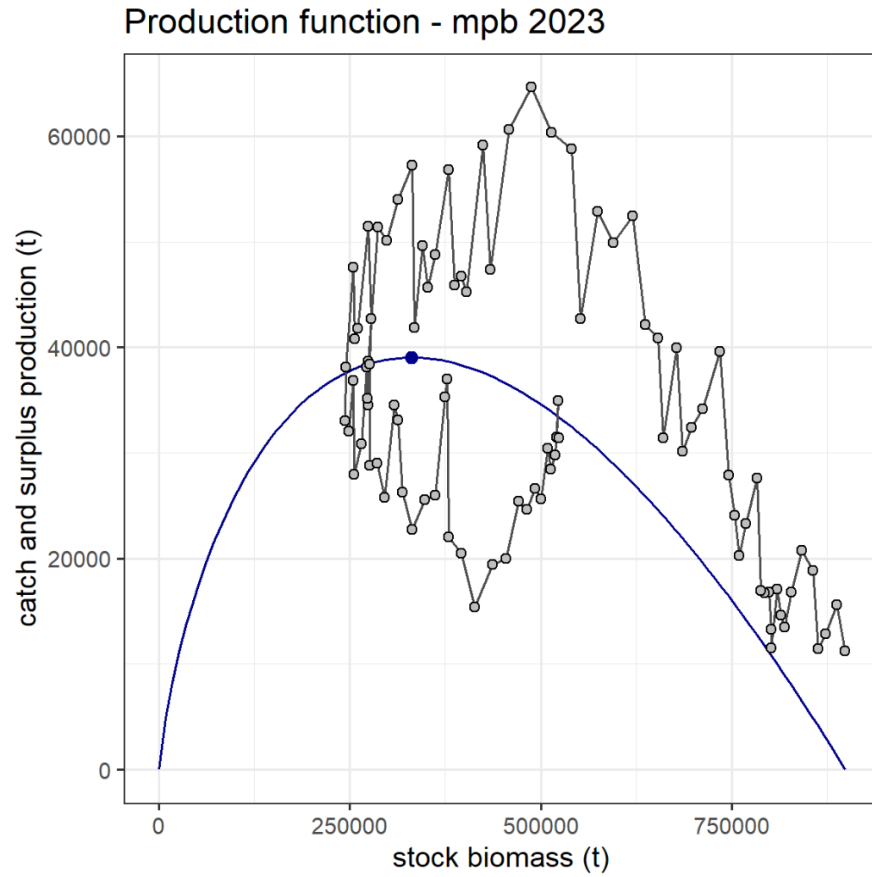


Figure 23. Estimated production function of the stock and catch and surplus production.

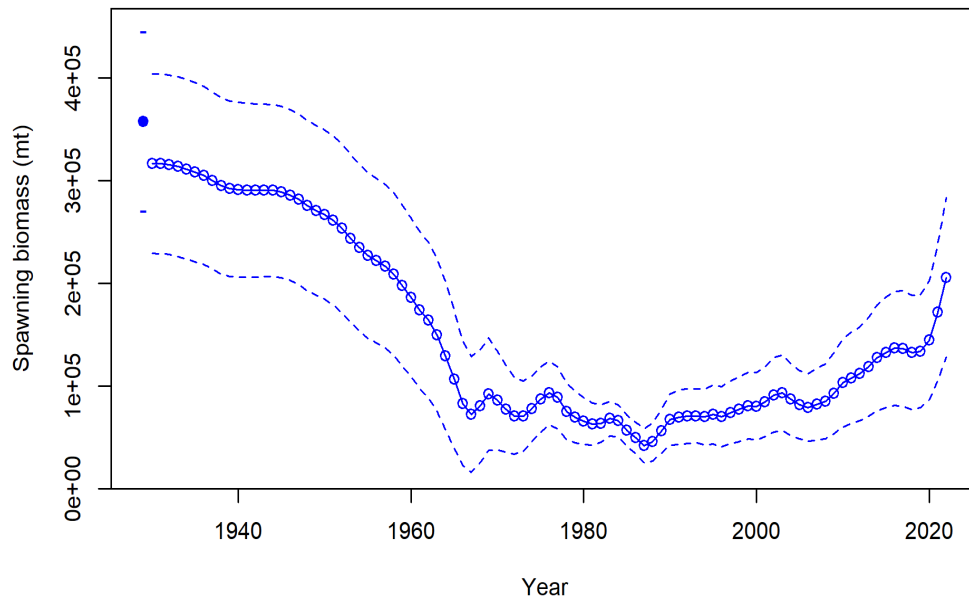


Figure 24. Stock Synthesis estimated time series of North Atlantic albacore spawning stock biomass and 95% confidence bounds.

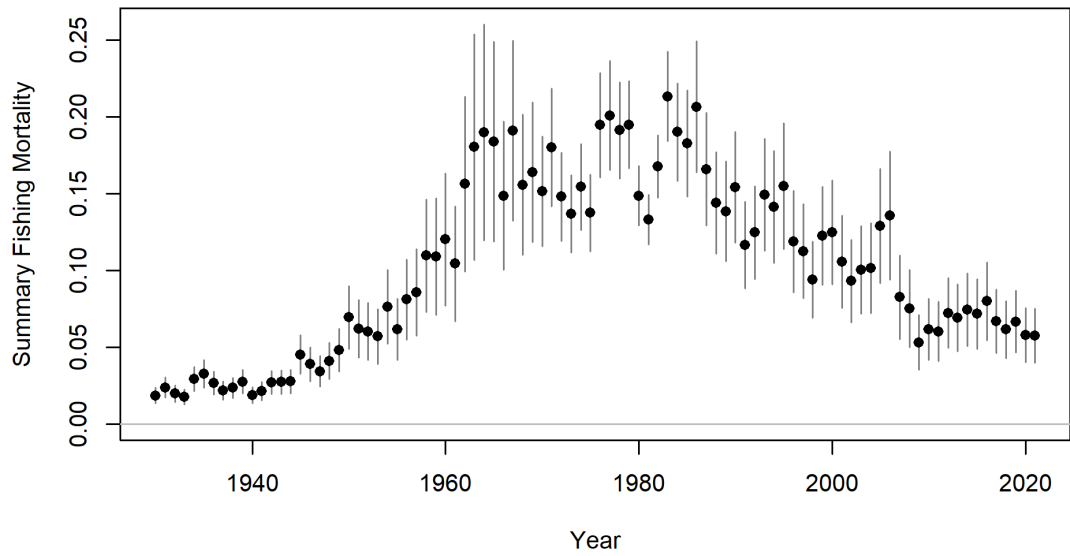


Figure 25. Stock Synthesis estimated time series of fishing mortality and 95% confidence intervals from the North Atlantic albacore.

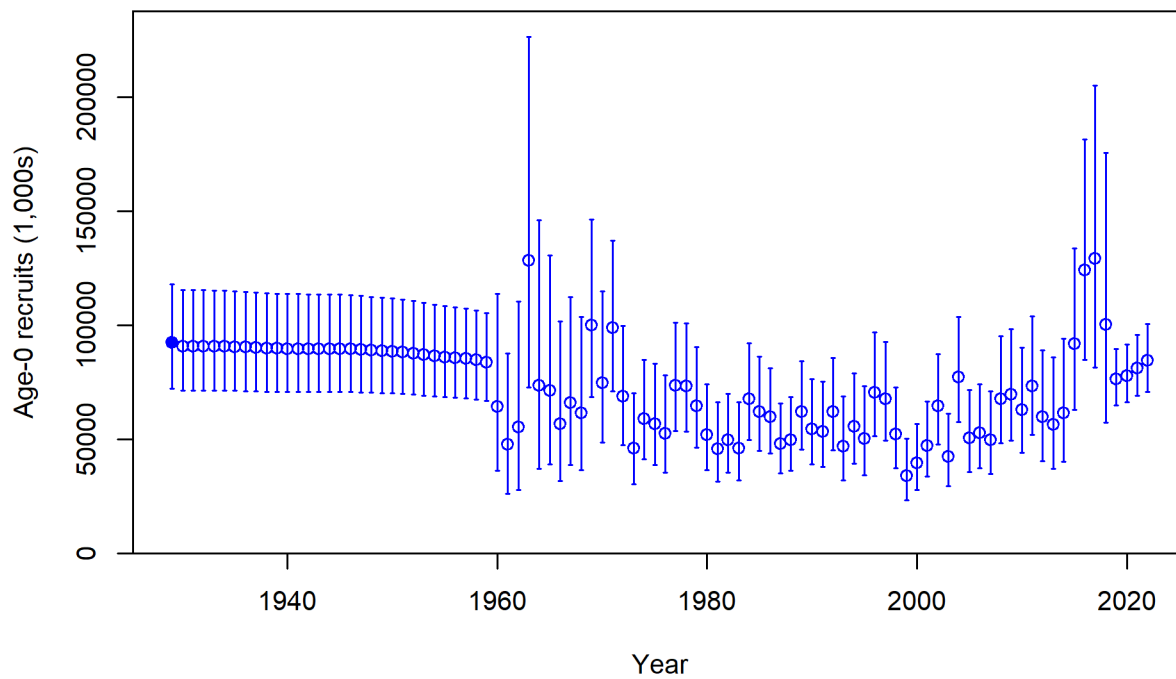


Figure 26. Stock Synthesis estimated time series of North Atlantic albacore recruitments including the 95% confidence bounds.

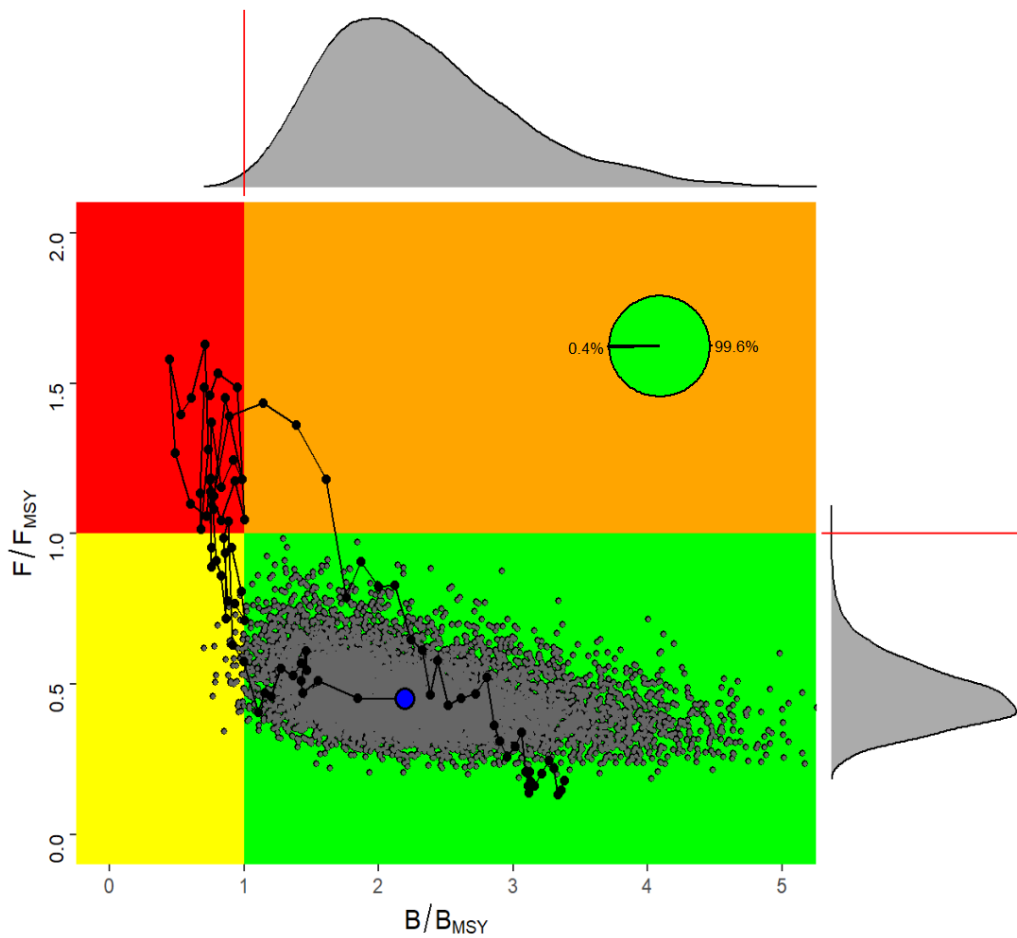


Figure 27. The trajectory and stock status estimated with the MVLN method (Winker *et al.*, 2020) with 10,000 iterations. The blue point indicates the estimated median of the stock status in 2021. 99.6% of the iterations fall in the green quadrant and 0.4% in the yellow. The density plots are estimated in grey for F/F_{MSY} and B/B_{MSY} , including the marginal distributions for each parameter.

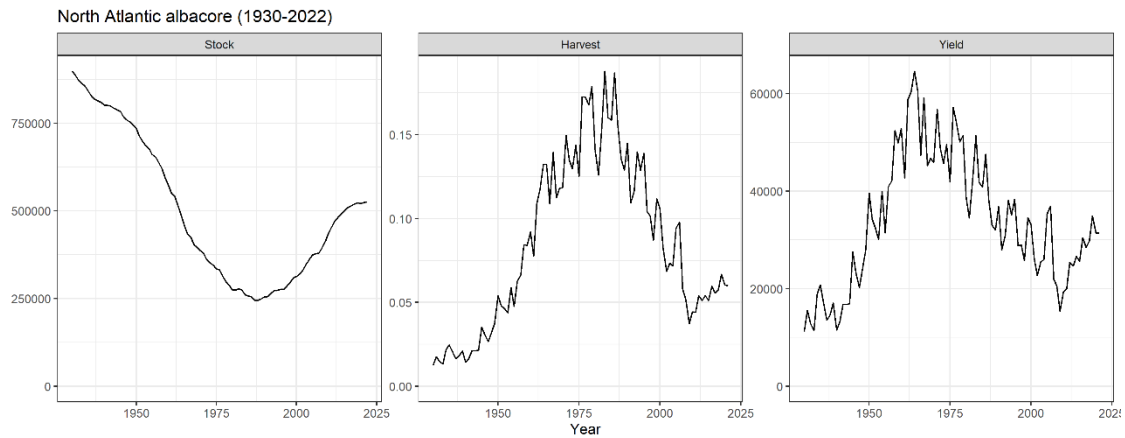


Figure 28. Results of deterministic fit to catch and CPUE with *mpb*.

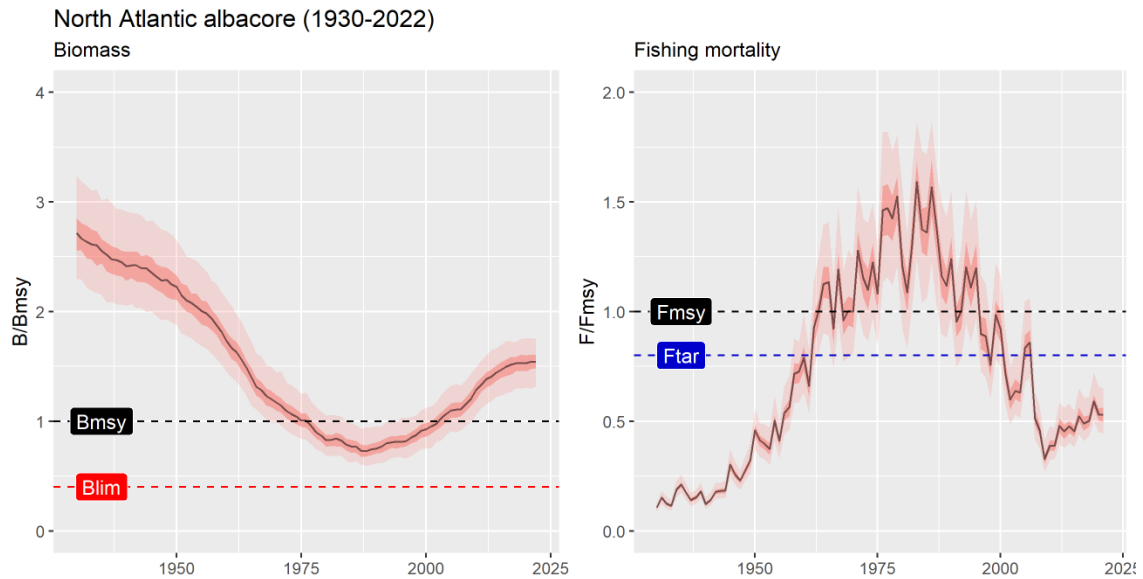


Figure 29. Relative biomass (B/B_{MSY}) and fishing mortality (F/F_{MSY}) estimated from the bootstrap fit to catch and CPUE with *mpb*. *F_{tar}* is the target fishing mortality ($0.8 \cdot F_{MSY}$).

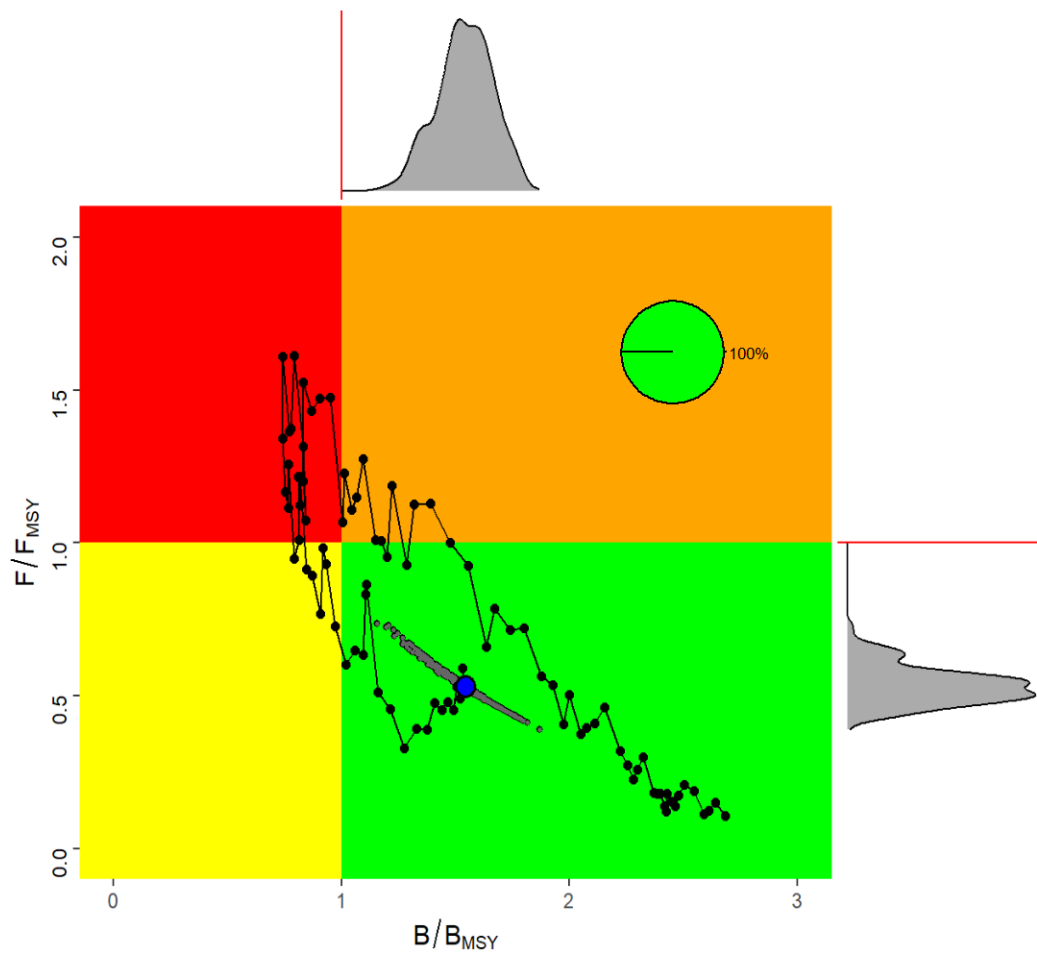


Figure 30. Estimated trajectory of relative biomass and fishing mortality and terminal years bootstrapped estimates.

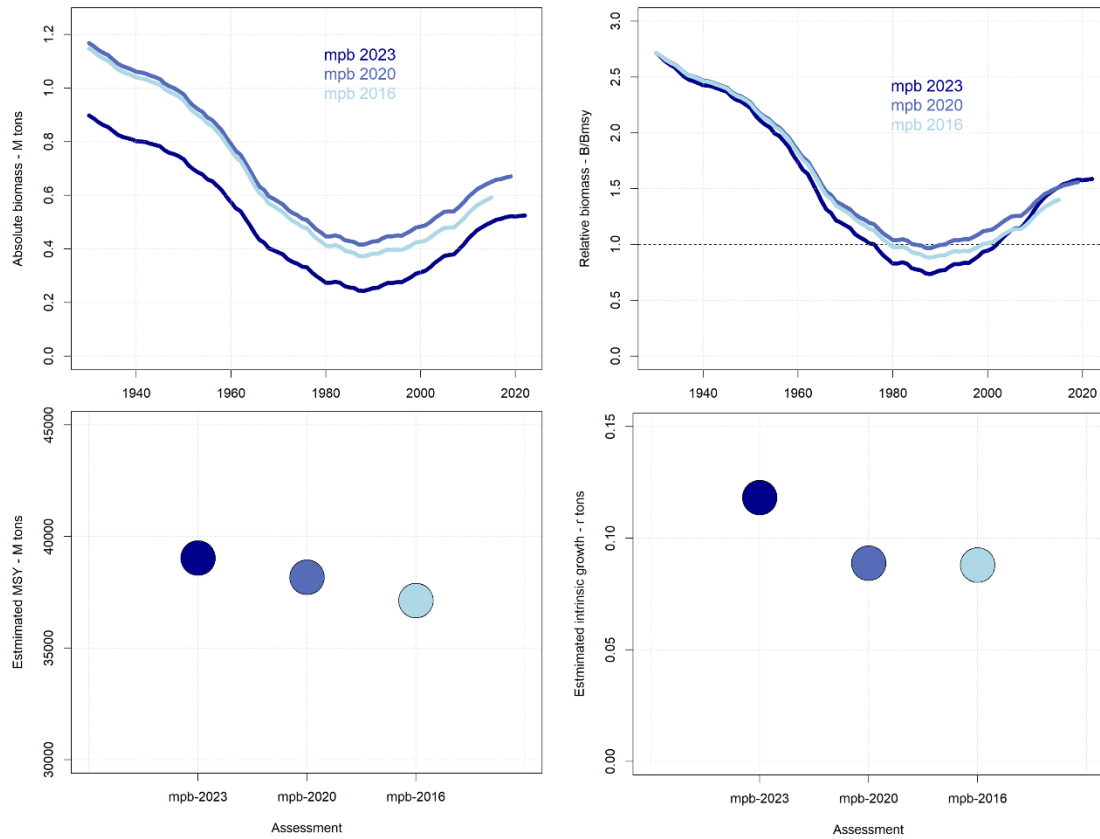


Figure 31. Comparison between the current and recent stock assessments using *mpb* (2016, 2020 and 2023).

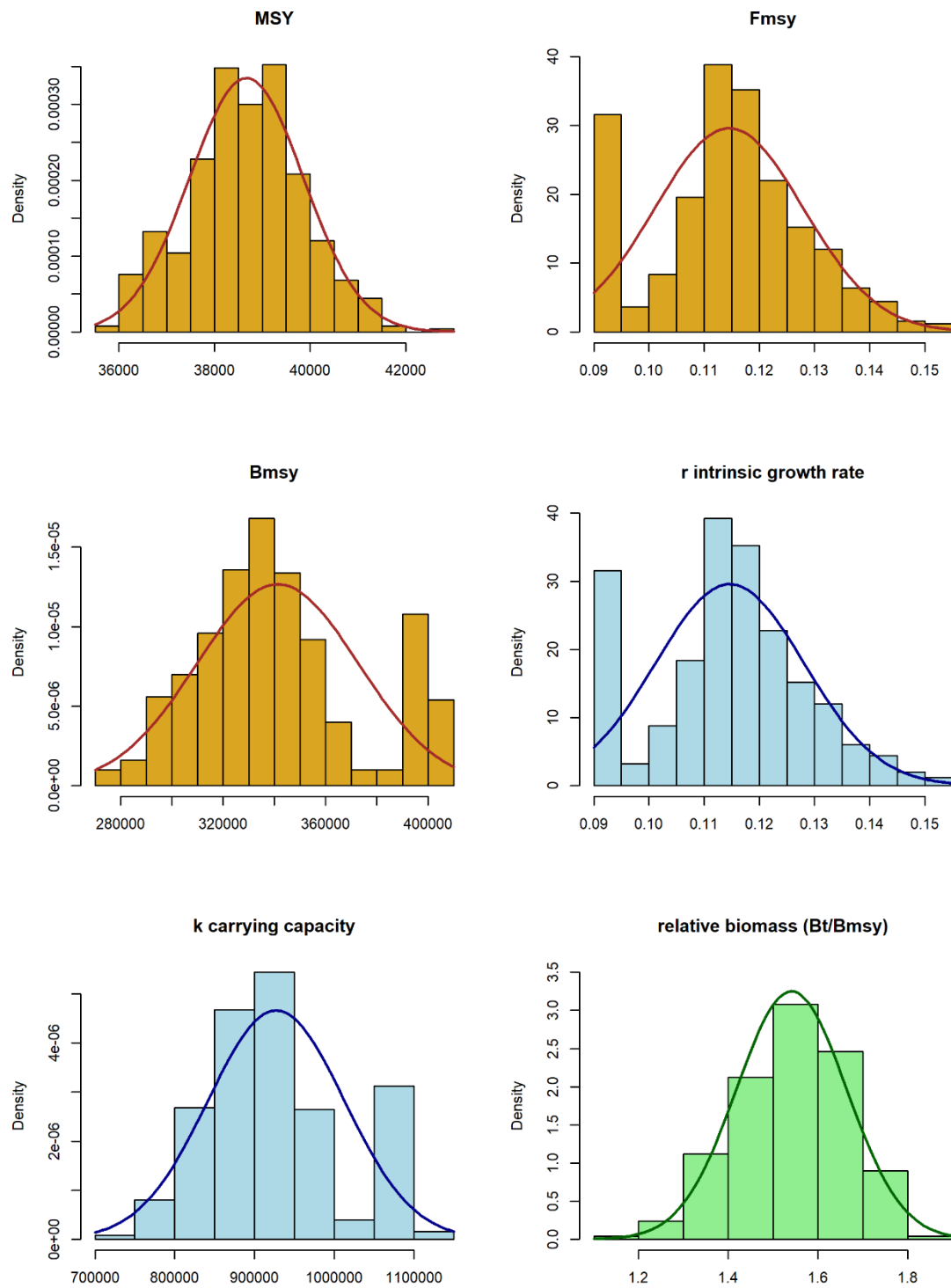


Figure 32. Probabilistic estimates of model parameters and reference points.

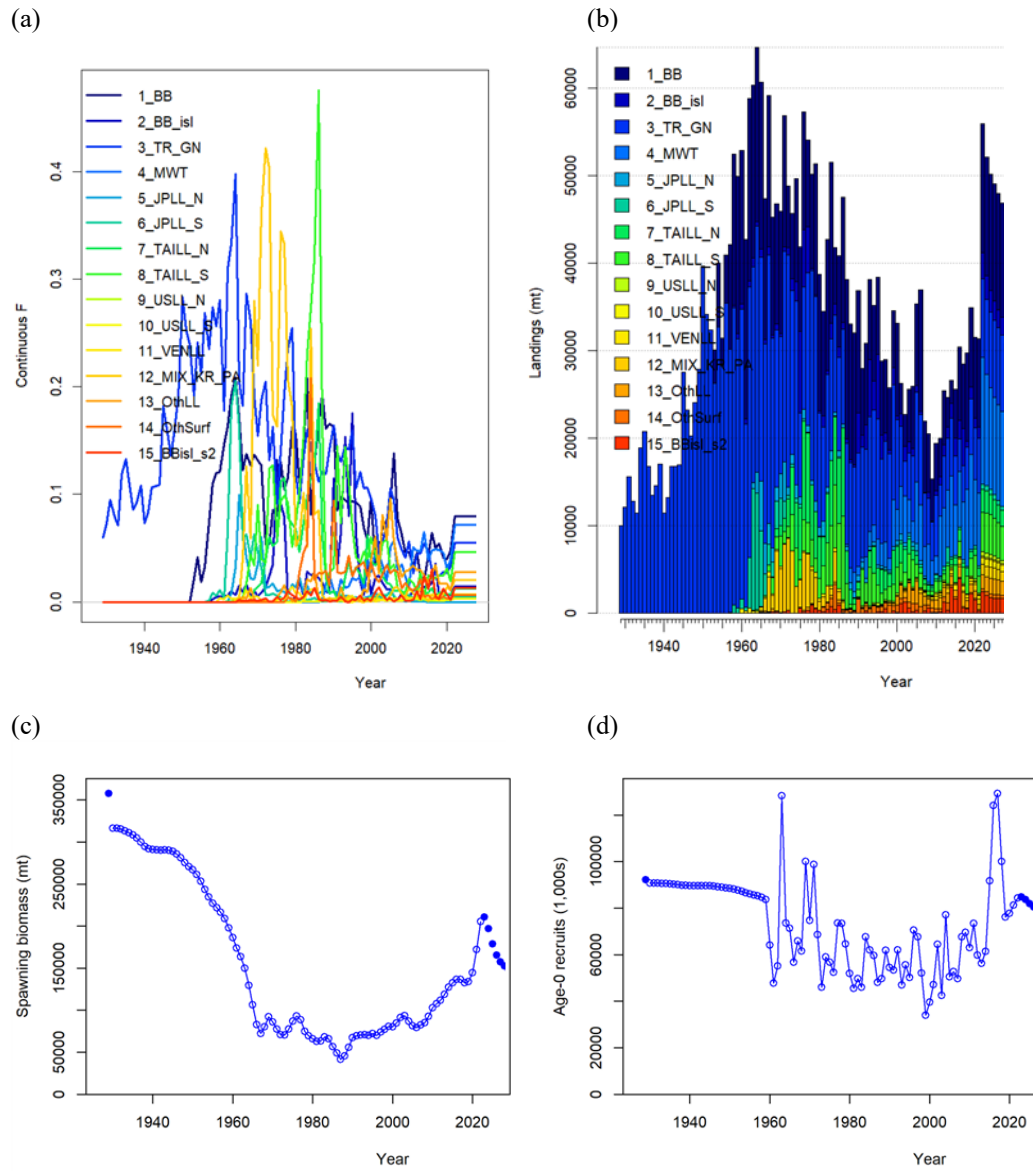


Figure 33. Stock Synthesis deterministic projections from 2022 to 2026 at constant $0.8 \times F_{MSY}$. (a) fishing mortality by fleet, (b) catch by fleet, (c) spawning biomass, and (d) recruitment at age 0.

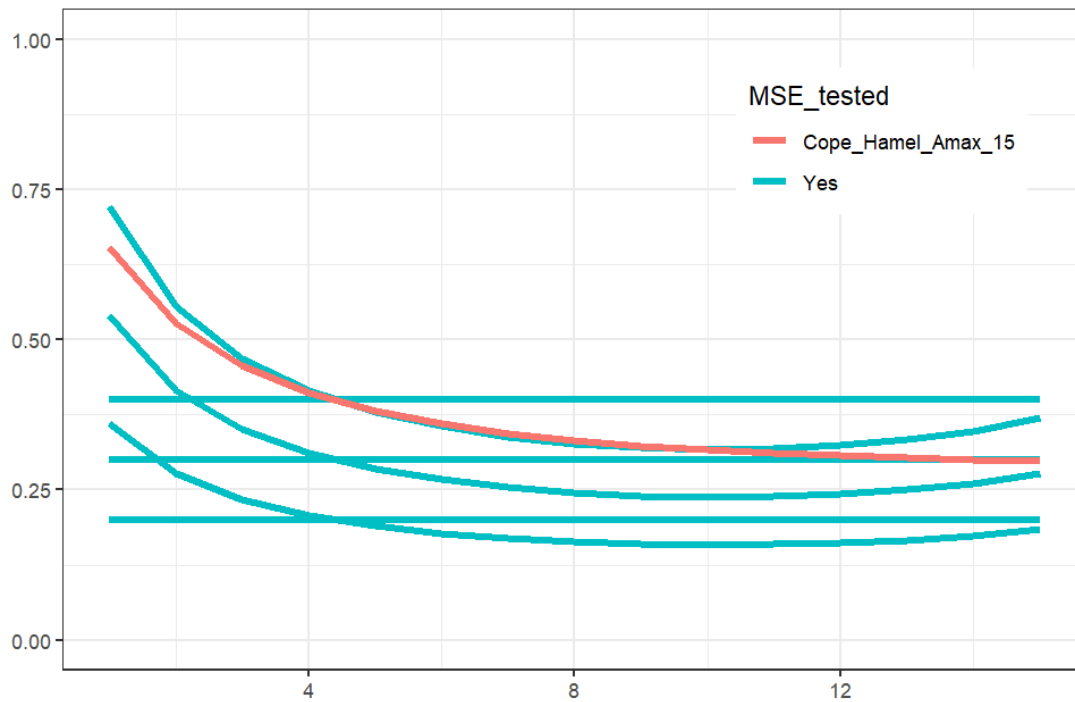


Figure 34. Natural mortality vector adopted during the Data Preparatory meeting (red line) and the values of natural mortality used in the MSE framework (blue lines).

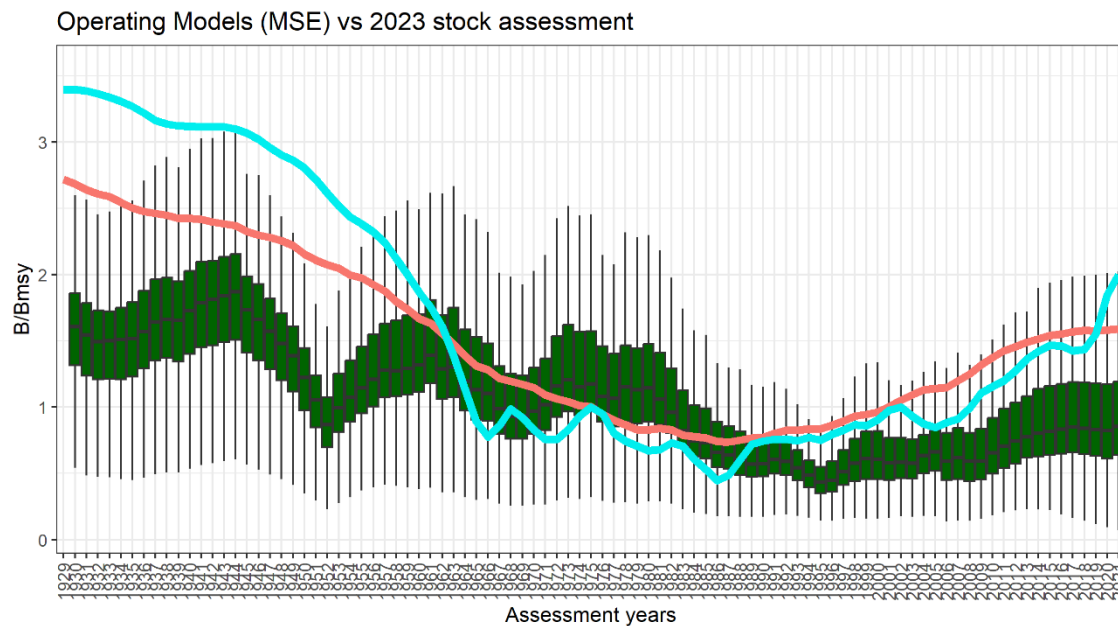


Figure 35. Relative biomass (B/B_{MSY}) estimated in the Oms of the MSE (green boxplot, boxes represent 50% CI and whiskers 95% CI) and estimates from the 2023 Stock Assessment (red is mpb and light blue is $SS3$).

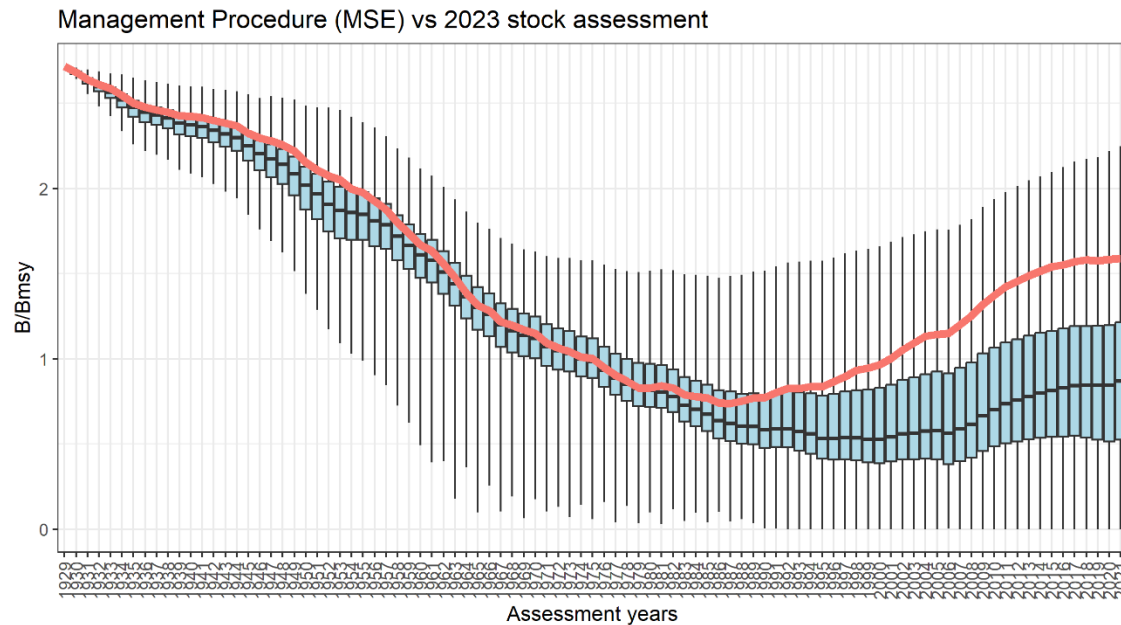


Figure 36. Relative biomass (B/B_{MSY}) estimated in the MPs of the MSE (blue boxplot, boxes represent 50% CI and whiskers 95% CI) and estimates from the 2023 *mpb* stock assessment (red).

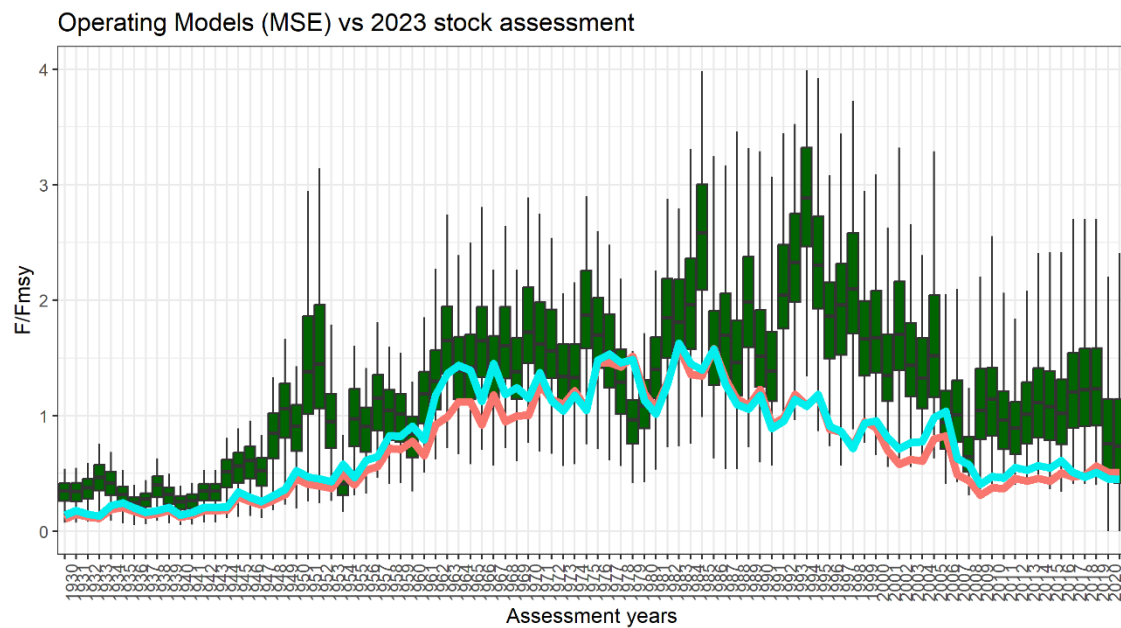


Figure 37. Relative fishing mortality (F/F_{MSY}) estimated in the Oms of the MSE (blue boxplot, boxes represent 50% CI and whiskers 95% CI) and estimates from the 2023 stock assessment (red is *mpb* and light blue is SS3).

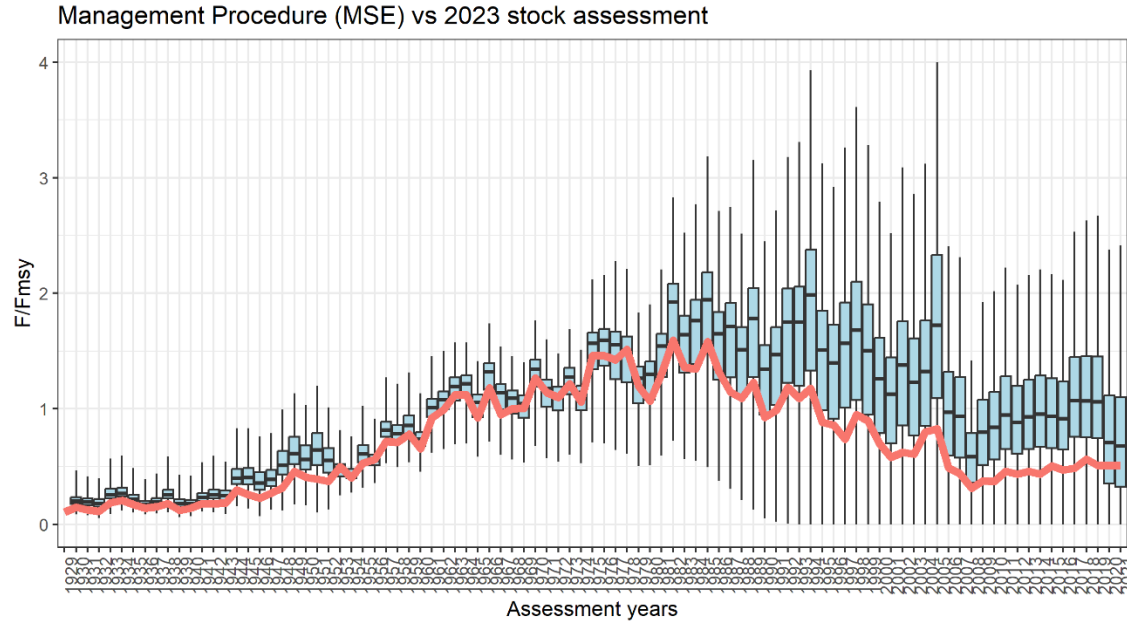


Figure 38. Relative fishing mortality (F/F_{msy}) estimated in the MPs of the MSE (green boxplot, boxes represent 50% CI and whiskers 95% CI) and estimates from the 2023 *mpb* stock assessment (red).

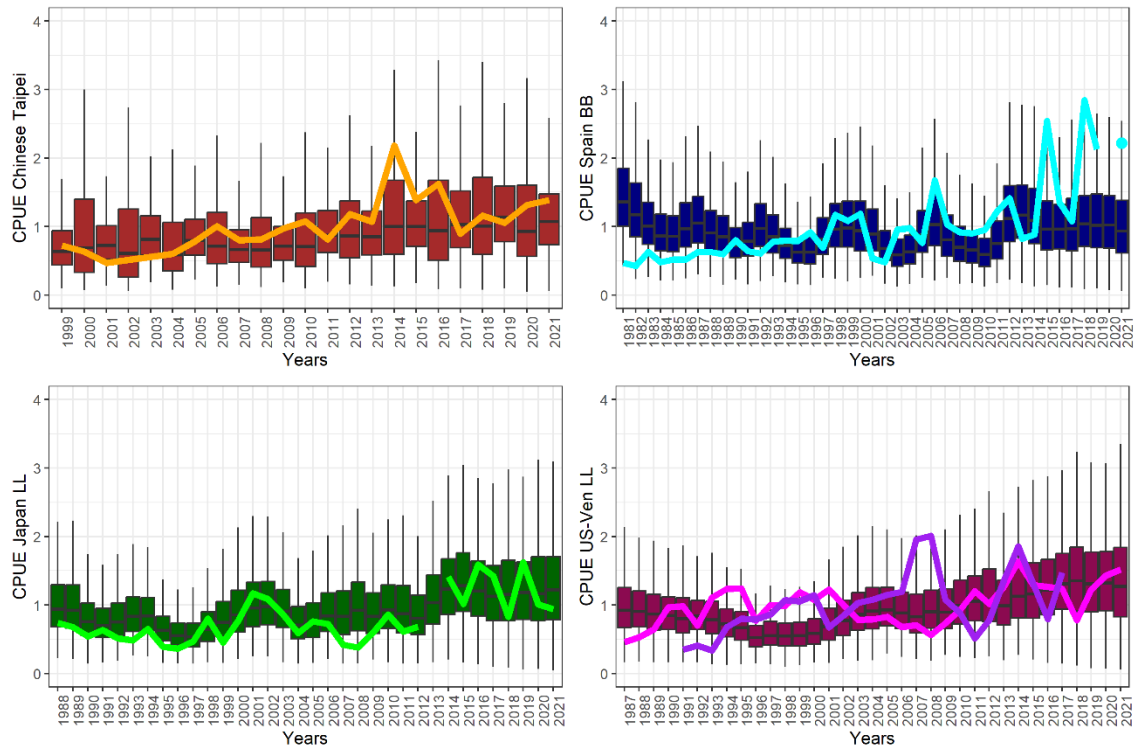


Figure 39. CPUE trajectories simulated in the MSE and standardized CPUEs available for the 2023 stock assessment.

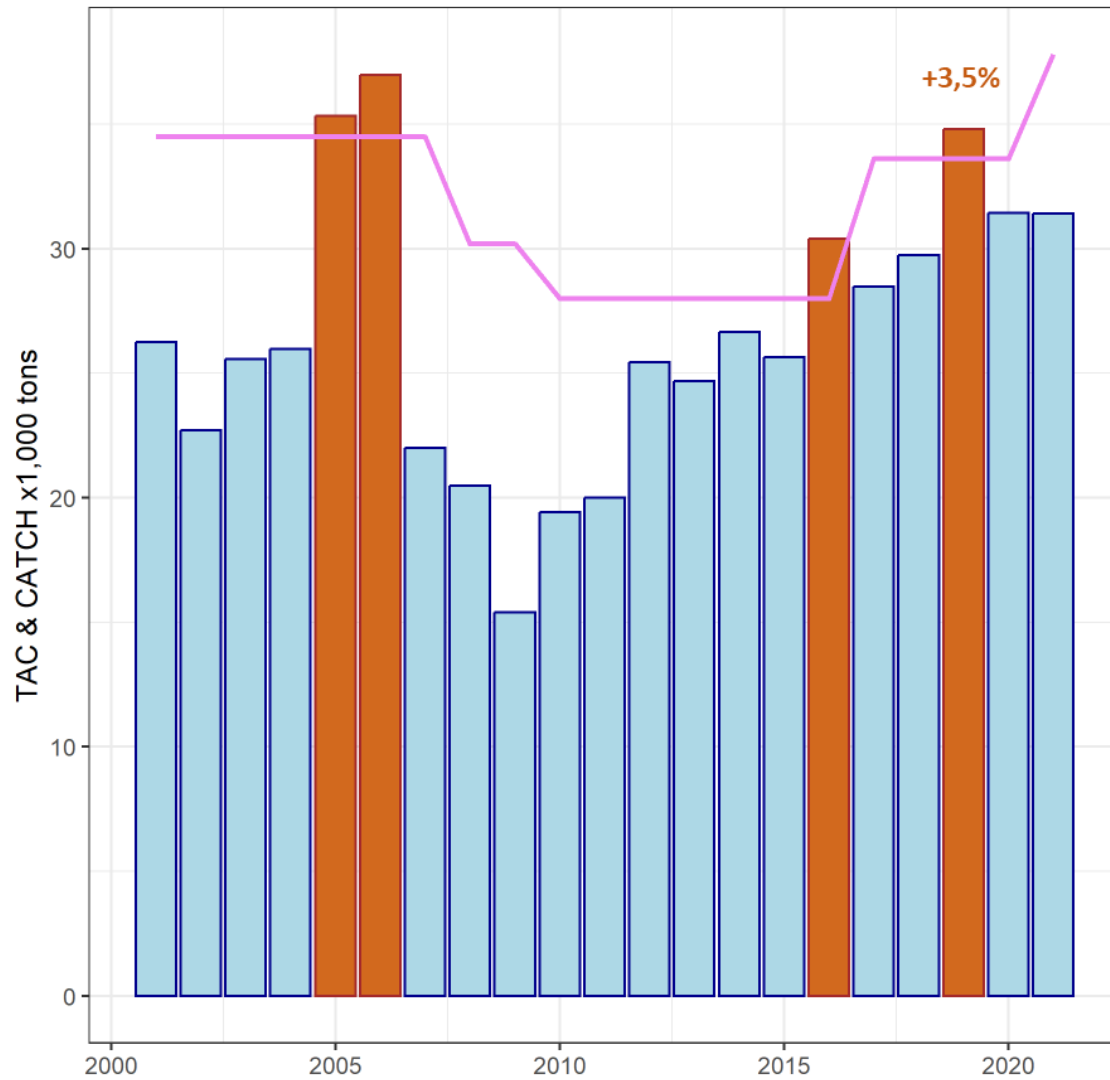


Figure 40. N-ALB reported catch (Task 1NC, bars) and TAC (solid line). Orange bars indicate years when the catch exceeded the TAC. Note that TAC established with the N-ALB harvest control rule or the MP started in 2018.

Agenda

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements
2. Summary of input data for stock assessment and MP iteration.
 - 2.1 Biology
 - 2.2 Catches
 - 2.3 Size
 - 2.4 Indices of abundance
 - 2.5 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
 - 5.3 Synthesis of assessment results
6. Stock projections
7. Iteration of the management procedure
8. Evaluation of Exceptional Circumstances
9. Discussion on the new MSE: steps and timeline
10. Responses to the Commission
 - 10.1 Rec. 21-04: effects of underreporting
11. Recommendations
 - 11.1 Research and statistics
 - 11.2 Management
12. Albacore Research Program: update on ongoing activities and future planning
 - 12.1 Reproductive biology north-ALB and south-ALB
 - 12.2 Electronic tagging
13. Other matters
14. Adoption of the report and closure

List of participants* ¹**CONTRACTING PARTIES****ALGERIA****Ouchelli, Amar ***

Sous-directeur de la Grande Pêche et de la Pêche Spécialisée, Ministère de la pêche et des productions halieutiques, Route des quatre canons, 16000 Alger

Tel: +213 550 386 938, Fax: +213 234 95597, E-Mail: amarouchelli.dz@gmail.com; amar.ouchelli@mpeche.gov.dz

BRAZIL**Araujo, Maria Lucia**

Laboratorio de Ecologia Marinha (LEMAR), Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmaos., 52171900 Recife, Pernambuco

Tel: +55 799 992 42108, E-Mail: malugaraujo@gmail.com

Travassos, Paulo Eurico

Professor, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Laboratorio de Ecologia Marinha - LEMAR, Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq, Avenida Dom Manuel de Medeiros s/n - Dois Irmãos, CEP 52171-900 Recife, Pernambuco

Tel: +55 81 998 344 271, E-Mail: pautrax@hotmail.com; paulo.travassos@ufrpe.br

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

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Rd, 201306 Shanghai

Tel: +86 159 215 36810, E-Mail: fengji_shou@163.com; fji13_shou@yeah.net; 276828719@qq.com; f52e@qq.com

EGYPT**Ahmed Mahmoud, Reem**

25 Elkoraany St, Suez, 8134805

Tel: +20 106 815 4856, E-Mail: reem_95_ahmed@yahoo.com

Elsawy, Walid Mohamed

Associate Professor, National Institute of Oceanography and Fisheries, 210, area B - City, 5th District Road 90, 11311 New Cairo

Tel: +201 004 401 399, Fax: +202 281 117 007, E-Mail: walid.soton@gmail.com

Elsayed Ramadan, Wessam

8134805 Faisal, Suez

Tel: +20 109 334 1600, E-Mail: wessam.elsayed@yahoo.com

Saber Abdel Aal, Mahmoud

Researcher, Gear Technology, National Institute of Oceanography and Fisheries - NIOF, 33 A first settlement, PO Box 182 Suez, 11865 New Cairo

Tel: +20 106 158 2353, E-Mail: mahmoudsaber99@yahoo.com; ma.saber@niof.sci.eg

EUROPEAN UNION**Castro Ribeiro, Cristina**

Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries Unit B.2 – Regional Fisheries Management Organisations, Rue Joseph II, J99 03/57, 1049 Brussels, Belgium

Tel: +32 470 529 103; +32 229 81663, E-Mail: cristina-ribeiro@ec.europa.eu

Arrizabalaga, Haritz

Principal Investigator, AZTI Marine Research Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia, Gipuzkoa, Spain

Tel: +34 94 657 40 00; +34 667 174 477, Fax: +34 94 300 48 01, E-Mail: harri@azti.es

* Head Delegate

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

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

Ortiz de Urbina, Jose María

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía-CSIC, C.O de Málaga, Puerto Pesquero s/n, 29640 Fuengirola, Málaga, Spain
Tel: +34 952 197 124, Fax: +34 952 463 808, E-Mail: urbina@ieo.csic.es

Ortiz de Zárate Vidal, Victoria

Investigadora, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Santander, Promontorio de San Martín s/n, 39004 Santander, Cantabria, Spain
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: victoria.zarate@ieo.csic.es

Quelle Eijo, Pablo

Titulado superior de Actividades Técnicas y Profesionales, Centro Oceanográfico de Santander (COST-IEO). Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía (CN-IEO). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), C/ Severiano Ballesteros 16, 39004 Santander, Cantabria, Spain
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 275 072, E-Mail: pablo.quelle@ieo.csic.es

Urtizberea Ijurco, Agurtzane

AZTI-Tecnalia / 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

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

JAPAN**Kitakado, Toshihide**

Professor, Faculty of Marine Science, Tokyo University of Marine Science and Technology, Department of Marine Biosciences, 4-5-7 Konan, Minato, Tokyo 108-8477
Tel: +81 3 5463 0568, Fax: +81 3 5463 0568, E-Mail: kitakado@kaiyodai.ac.jp; toshihide.kitakado@gmail.com

Matsubara, Naoto

Highly Migratory Resource Division, Fisheries Stock Assessment Center Fisheries Resources Institute, Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 fukuura, kanazawa-ku, Kanagawa Yokohama 236-8648
Tel: +81 45 788 7922; +81 45 788 5004, E-Mail: matsubara_naoto84@fra.go.jp; matsubaranaoto@affrc.go.jp; naotomatsubaraf91@gmail.com

Matsumoto, Takayuki

Highly Migratory Resources Division, Fisheries Stock Assessment Center, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama Kanagawa-Ken 236-8648
Tel: +81 45 788 7926, Fax: +81 45 788 5004, E-Mail: matsumoto_takayuki77@fra.go.jp

Uozumi, Yuji¹

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

PANAMA**Duarte, Robert**

Biólogo, Autoridad de Recursos Acuáticos, Calle 45, Bella Vista, Edificio Riviera, 0819-02398
Tel: +507 511 6036; +507 696 56926, E-Mail: rduarte@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

UNITED STATES**Cass-Calay, Shannon**

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

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

Díaz, Guillermo

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

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

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

McCarthy, Kevin

NOAA, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33133

Tel: +1 305 361 4492, E-Mail: kevin.j.mccarthy@noaa.gov

Schirripa, Michael

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

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

URUGUAY**Domingo, Andrés ***

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

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

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**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

Novas, María Inés

Directora General de la Oficina de Integración y Asuntos Internacionales, Ministerio del Poder Popular de Pesca y Acuicultura - MINPESCA

Tel: +58 412 456 3403, E-Mail: oai.minpesca@gmail.com; asesoriasminv@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

Álvarez Sánchez, Liliana

Funcionaria de la Oficina Regional del Caribe – Limón, Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, 4444

Tel: +506 863 09387, Fax: +506 263 00600, E-Mail: lalvarez@incopesca.go.cr

OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

THE OCEAN FOUNDATION

Bohorquez, John

The Ocean Foundation, 1320 19th St, NW, Suite 500, Washington DC 20036, United States

Tel: +1 202 887 8996, E-Mail: jbohorquez@oceanfdn.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

ICCAT Secretariat

C/ Corazón de María 8 – 6th floor, 28002 Madrid – Spain

Tel: +34 91 416 56 00; Fax: +34 91 415 26 12; E-mail: info@iccat.int

Manel, Camille Jean Pierre

Neves dos Santos, Miguel

Ortiz, Mauricio

Palma, Carlos

Kimoto, Ai

Mayor, Carlos

De Andrés, Marisa

List of Papers and Presentations

<i>DocRef</i>	<i>Title</i>	<i>Authors</i>
SCRS/2023/100	Application of Management Procedure (Recommendation 21-04) for North Atlantic albacore	Merino G., Urtizberea A., Arrizabalaga H., Moron G., and Santiago J.
SCRS/2023/101	Robustness tests for North Atlantic albacore MSE, including new options for underreporting and natural mortality	Merino G., Urtizberea A., Arrizabalaga H., Artetxe-Arrate I., Luque P.L., Moron G., and Santiago J.
SCRS/2023/107	Preliminary stock synthesis assessment model for Northern Atlantic Albacore	Urtizberea A., Merino G., Kimoto A., Ortiz M., Lauretta M., Schirripa M., Calay S., Brown C., Ortiz de Zarate V., and Arrizabalaga H.
SCRS/2023/117	<i>Thunnus alalunga</i> (Bonaterre 1788) reproductive biology study in South Atlantic.	Travassos P., Araujo M.L.G, Rego M., Evencio J., Cardoso L.G., Parker D., Domingo A., Su N.J., and Santana F.
SCRS/2023/118	Spatial distribution of albacore tuna by size caught in the Chinese Taipei longline fishery in the north Atlantic Ocean	Su N-J., Huang W.H.
SCRS/P/2023/075	Updated Indicators of Exceptional Circumstances	Merino G., Arrizabalaga H, Urtizberea A., Moron G., and Santiago J.
SCRS/P/2023/079	North Atlantic Albacore Stock Assessment, 25-29 June 2023 Status of Albacore Fishery at the Egyptian Mediterranean Coast.	Saber M.

SCRS Documents Abstracts as provided by the authors

SCRS/2023/100. This document presents a preliminary stock assessment for North Atlantic albacore tuna (*Thunnus alalunga*) using the biomass production model *mpb* (Kell, 2016). The assessment integrates nominal catch data with abundance indices of five fisheries. The assessment model covers the period 1930-2021 and represents an update and revision of the previous assessments of 2016 and 2020. The assessment assumes that North Atlantic albacore constitutes a single stock distributed across the North Atlantic area. Standardized CPUE series from the main longline fleets (China Taipei, Japan, US and Venezuela) and the bait boat (Spain) are included in the model. For this assessment, we include an overview of the data, a diagnostic analysis of the model fit including analyses of residuals, likelihood exploration, retrospective analyses and an evaluation of consistency with previous models. Also, we provide model results in a probabilistic way and calculate the recommended catch limits for the 2024-2026 management period following ICCAT's Recommendation 21-04. Our results indicate that North Atlantic albacore is not overfished and that overfishing is not occurring and the TAC set by the current management procedure for the period 2024-2026 would be 47,251 tons.

SCRS/2023/101. This document presents a series of analyses developed to evaluate the robustness of the Harvest Control Rule (HCR) adopted in Recommendation 21-04 to new natural mortality assumptions and underreporting levels not evaluated in the reference grid of Operating Models (OM) of the Management Strategy Evaluation framework developed for North Atlantic albacore. We do this to help identify and quantify the implications of potential Exceptional Circumstances that would result in suspending or modifying the application of the HCR. We reconditioned OMs with the newly adopted natural mortality at age vectors and re-evaluated the HCR under different levels of overcatch and underreporting during the projection period. Overall, our results suggest that the new natural mortality vectors would not result in not achieving the management objectives for the stock but that systematic increases of overcatch/underreporting of 10% or more would pose an immediate threat to the effectiveness of the HCR. The results shown throughout this document will be discussed in the next albacore stock assessment meeting (Madrid, 26-29th June 2023).

SCRS/2023/107. The North Atlantic albacore Management Strategy Evaluation (MSE) provided scientific support for the adoption of an interim harvest control rule by ICCAT in 2017. Within the new MSE process started for this stock one of the first tasks is to develop a new assessment model that can serve as a benchmark to monitor the status of the stock and as the basis to develop a new set of Operating Models. In this document, we show a preliminary configuration of Stock Synthesis based on the model developed using Multifan-CL in 2013 with some modifications based on the discussions and recommendations by the north Atlantic Albacore working group. The assessment model is annual, covers the period 1930-2021 and integrates nominal catch data, length composition data, abundance indices of eight fisheries and age composition data estimated from reading spines. In this document an overview of the data is shown as well as standard diagnostics to analyse the fits to index and length compositions, jitter of starting parameters, randomness tests of model residuals, retrospective, profiles of key estimated parameters, and hindcasting.

SCRS/2023/117. Information on reproduction biology for South Atlantic *Thunnus alalunga* is limited. The reproductive parameters used in the stock assessment refer to North Atlantic stock data. One hundred and sixty-seven individuals were analyzed to study the reproductive biology of fish caught by the longline fleet from Brazil and China Taipei. The range of FL was 81 - 125 cm. The histological criteria used to assess the maturity status indicate that reproductive activity occurred in 30.5% of the mature individuals analyzed 13.3% of adults were in regressing phase. The range of the number of rings in the spine sections analyzed was 6 to 9 rings. The estimated L50 from pooled preterit data from individuals captured along the Brazilian coast was 102.3 cm FL for males and 96.3 cm for females. Batch fecundity ranged from 0.14 to 1.7 million oocytes. The results of this study reflect the period sampled, which was the spawning period of *T. alalunga* in the Southwest Atlantic Ocean.

SCRS/2023/118. Albacore tuna (*Thunnus alalunga*) are widely distributed in the Atlantic Ocean. This species is the main targeting for the Chinese Taipei longline fishery in the North Atlantic Ocean, with the fishing ground between 15°N to 40°N. The Chinese Taipei longline vessels were selected to collect size samples from 2018 to 2022 for analysis. The size of albacore tuna caught in this fishery ranged from 80 to 120 cm fork length (FL), with median values around 100 cm in FL. However, albacore tuna smaller than 100 cm FL were distributed in the Atlantic Ocean north than 30°N, whereas individuals larger than 100 cm FL were caught mainly in the North Atlantic Ocean south than 30°N. Results could provide better understanding regarding to the size structure and spatial distribution of albacore tuna in the North Atlantic Ocean.

SCRS/P/2023/075. Not provided by the authors.

SCRS/P/2023/079. Not provided by the authors.