

## RAPPORT DE LA RÉUNION D'ÉVALUATION DU STOCK DE LISTAO DE 2022

(en ligne, 23 - 27 mai 2022)

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

La réunion a eu lieu en ligne du 23 au 27 mai 2022. Le Dr David J. Die (États-Unis), coordinateur du Groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux (« le Groupe ») et MSc. Rodrigo Sant'Ana, rapporteur pour le listao de l'Ouest, a ouvert la réunion et souhaité la bienvenue aux participants. M. Camille Jean Pierre Manel (Secrétaire exécutif de l'ICCAT) a souhaité la bienvenue aux participants et a remercié les participants pour les efforts déployés afin d'assister à la réunion à distance.

Le Président de la réunion a passé en revue l'ordre du jour, qui a ensuite été adopté (**appendice 1**). La liste des participants se trouve à l'**appendice 2**. La liste des documents et des présentations de la réunion est jointe à l'**appendice 3**. Les résumés de tous les documents et présentations SCRS fournis à la réunion sont joints à l'**appendice 4**. Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de rapporteur :

| <i>Points</i> | <i>Rapporteurs</i>                                                                   |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Points 1, 9   | M. Ortiz                                                                             |
| Point 2       | C. Palma, S. Wright, M. Narvaez, M. Ortiz                                            |
| Point 3       | M. Lauretta, D. Gaertner, E. Kikuchi, R. Sant'Ana                                    |
| Point 4       | G. Cardoso, H. Murua, J. Santiago, N. Fisch, S. Cass-Calay, G. Merino, A. Urtizberea |
| Point 5       | A. Kimoto, M. Lauretta                                                               |
| Point 6       | A. Maufroy, K. Bradley                                                               |
| Point 7       | G. Diaz                                                                              |
| Point 8       | D. Die                                                                               |

### 2. Résumé des données disponibles pour l'évaluation et mises à jour depuis la réunion de préparation des données.

#### 2.1 Statistiques sur les pêcheries, les tailles et estimations de la CAS

Le Secrétariat a informé le Groupe qu'aucune mise à jour n'a été réalisée en ce qui concerne les statistiques du listao (SKJ, *Katsuwonus pelamis*) (jeux de données de la tâche 1 et de la tâche 2) après la réunion de préparation des données de 2022. Par conséquent, tous les fichiers d'entrée préparés et adoptés pendant la période intersessions après la réunion de préparation des données restent inchangés, comme le reflète le document SCRS/2022/093. Les captures totales de listao de chaque stock (SKJ-E : stock de l'Atlantique Est ; SKJ-W : stock de l'Atlantique Ouest), par flottille et par année sont présentées dans les **tableaux 1 et 2**, respectivement.

En ce qui concerne les estimations préliminaires des séries de capture de *faux poissons* de la tâche 1 de plusieurs pavillons de senneurs (2015-2020) soumises au Groupe au cours de la réunion de préparation des données (détails dans Anon., 2022), le Secrétariat a pris contact avec toutes les CPC concernées afin d'adopter officiellement ces estimations. Seuls Cabo Verde, UE-Espagne et UE-France ont reconnu ces captures complémentaires. Les autres CPC de l'ICCAT ayant des flottilles de senneurs tropicaux (Belize, Côte d'Ivoire, Curaçao, El Salvador, Guatemala, République de Guinée, Panama et Sénégal) n'ont pas adopté la série complémentaire de capture de *faux poissons* et ont indiqué que les captures totales étaient déjà incluses dans les données soumises officiellement de la tâche 1. Le Groupe a convenu que les estimations de *faux poissons* fournies lors de la réunion de préparation des données sur le listao représentaient les meilleures estimations scientifiques des captures supplémentaires, et a convenu de maintenir les captures totales de *faux poissons* de ces huit flottilles sous le code de pavillon « NEI-Mixed flags » tel que présenté dans le **tableau 3**. Cette fusion n'a modifié aucune des séries de captures des senneurs précédemment convenues pour la structure des flottilles des deux stocks.

Les informations de taille de la tâche 2 (T2SZ) du listao, telles que décrites dans Ortiz et Kimoto (2022), n'ont pas non plus été modifiées. Les données de T2SZ préparées pour les fichiers d'entrée de Stock Synthesis (SS3) incorporent déjà une version préliminaire des pêcheries brésiliennes de canneurs (présentée dans Cardoso *et al.*, 2022).

Le Secrétariat a actualisé la prise par taille (CAS) du listao au cours de la réunion afin d'estimer la série de poids moyens par pêcherie principale pour les deux stocks, en utilisant les informations les plus récentes de T1NC, T2SZ et T2CS (prise par taille de la tâche 2 estimée/déclarée par les CPC de l'ICCAT). La période 1969-2013 a été révisée pour tenir compte des changements dans T1NC, et de certaines révisions des jeux de données de T2SZ et T2CS effectuées par les CPC de l'ICCAT après l'évaluation du stock de listao de 2014 (Anon., 2015). La CAS pour la période 2014 à 2020 a été estimée pour la première fois en utilisant la même méthodologie (règles de substitution, postulats, méthode d'extrapolation, etc.) que celle utilisée dans l'évaluation du stock de 2014. Les matrices de CAS pour le listao de l'Est et le listao de l'Ouest sont présentées dans les **tableaux 4** et **5**, respectivement. Les poids moyens par pêcherie principale et par année sont présentés dans la **figure 1** (SKJ-E) et la **figure 2** (SKJ-W).

Le poids moyen global du listao de l'Est a régulièrement diminué, passant d'environ 2,6 kg en 1969 à 1,9 kg en 2010, avec une augmentation par la suite (2,5 kg en 2015) et une nouvelle diminution entre 2013 (2,5 kg) et 2020 (1,9 kg). Cette oscillation a également été observée dans les pêcheries de senneurs (engin principal) et, dans une moindre mesure, dans les pêcheries de canneurs. Les poids moyens estimés du listao de l'Ouest ont oscillé dans toutes les séries temporelles (1969-2020) entre 2,5 kg et 4,0 kg, avec une légère diminution au cours de la dernière décennie (3,4 kg en 2010 à 3,0 kg en 2019/2020). Le poids moyen élevé de 2020 pour la série « oth » (une combinaison des autres engins) peut être dû à une incohérence dans les jeux de données de taille associés utilisés pour l'estimation de la CAS. Ces jeux de données sur les tailles devront être entièrement révisés à l'avenir. En moyenne (toutes les années, 1969-2020), le poids moyen estimé du listao de l'Est est d'environ 2,1 kg et celui du listao de l'Ouest d'environ 3,4 kg, ce qui indique que les poissons capturés dans le stock de l'Est sont plus petits que ceux capturés dans le stock de l'Ouest.

Au cours de la réunion il a été noté que la distribution spatiale des captures et de l'effort de pêche des flottilles tropicales des senneurs s'est étendue dans les zones tropicales, en particulier vers l'Ouest, le Nord et le Sud de la principale zone de pêche traditionnelle dans le golfe de Guinée (**figure 3**). Le Secrétariat a fourni un résumé des prises par carré de 5°x5° (CATDIS) et de 1°x1° (T2CE) pour les dernières années, sur la base de CATDIS, qui alloue la prise géographiquement en utilisant les données déclarées de prise et effort (T2CE) des CPC. Les diagrammes représentent la prise médiane de listao de l'Est (en échelle log10) par carré de 5°x5° pour des périodes de 5 ans depuis 2000 (**figure 4**). Un diagramme similaire est présenté par année à partir de 2015 et par résolution de 1°x1° pour les flottilles de senneurs ciblant les thonidés tropicaux (**figure 5**). On constate que les captures moyennes réalisées à l'Ouest de la zone tropicale, mais aussi au Sud de celle-ci, ont augmenté, les captures moyennes de listao dans les années 2020 étant comparables à celles observées dans le golfe de Guinée. D'autres informations supplémentaires ont corroboré l'expansion spatiale des flottilles de senneurs ciblant les thonidés tropicaux, notamment : i) le nombre de cellules 1°x1° qui comportent des captures déclarées d'espèces tropicales (SKJ, YFT, BET) (**figure 6**), ii) la couverture spatiale estimée à partir des CPUE standardisées des senneurs de l'UE ciblant le listao de l'Est capturé sous des DCPd ne leur appartenant pas en utilisant la méthodologie VAST (**figure 7**) (SCRS/2022/028), et iii) les tendances de l'effort de pêche des flottilles de senneurs pêchant sous des DCP/FOB ou sur des bancs libres (FSC) (**figure 8**).

Le Groupe a été informé que les données de prise et d'effort (CE) de la tâche 2 des senneurs représentent en moyenne plus de 60% du total de la prise nominale (NC) de la tâche 1 de listao de l'Est déclarée depuis 2000 (**figure 9**). Le Groupe a donc conclu que ces indicateurs étaient robustes et que l'expansion des captures et de l'effort de pêche des senneurs coïncidait avec la tendance à la hausse des captures de listao, qui sont passées d'environ 160.000 t en 2010 à un pic de 283.000 t en 2018. Cependant, au cours des deux dernières années (2019 et 2020), les captures déclarées de listao ont diminué à environ 217.000 t. Il a été suggéré que les récentes réductions de captures étaient principalement liées aux restrictions de gestion imposées aux pêcheries de thon obèse et d'albacore.

## 2.2 Paramètres biologiques et structure de la flottille

Le SCRS/2022/044 présentait un résumé du développement et de la composition actuelle de la flottille de canneurs des îles Canaries entre 2000 et 2021, y compris le nombre de navires et la composition par espèce des débarquements.

Le SCRS/2022/045 fournissait les paramètres biologiques du listao capturé par la flottille de canneurs des îles Canaries, y compris les relations longueur-poids et les ratios des sexes par taille.

Conformément aux recommandations et au plan de travail intersessions convenu par le Groupe lors de la réunion de préparation des données sur le listao de 2022 (Anon., 2022), le document SCRS/2022/093 a été présenté en tant que résumé des données biologiques et halieutiques pour les modèles d'évaluation des stocks de l'Atlantique Est et Ouest. Le rapport fournissait des mises à jour de la structure de la flottille, des paramètres de croissance et de la mortalité naturelle (**tableaux 7 et 8**). Les structures des flottilles ont été mises à jour afin de s'aligner sur les dernières évaluations des stocks de thon obèse et d'albacore, dans le but de permettre une intégration future dans le processus MSE pour les thonidés tropicaux. Les flottilles présentant des schémas d'opérations de pêche similaires et des données disponibles ont été combinées, ce qui a donné lieu à 10 flottilles distinctes pour le listao de l'Est et à 5 flottilles pour le listao de l'Ouest. En termes de croissance et de mortalité naturelle, les paramètres de croissance pour la grille d'incertitude ont été définis comme les percentiles 25, 50 et 75 des distributions simulées de la taille par âge, la mortalité naturelle étant générée selon l'approche décrite par Gaertner (2015). En ce qui concerne les estimations de *faux poissons* pour les autres flottilles de senneurs, le Groupe a convenu d'inclure les estimations agrégées associées au pavillon d'une CPC donnée si la CPC est d'accord avec les estimations et la méthodologie, ou « NEI other fleets » si la CPC n'est pas d'accord avec les estimations ou la méthodologie. Il n'y a pas eu de changement dans les postulats concernant la relation taille-poids, l'âge maximum et la maturité par rapport à l'évaluation du stock de listao de 2014. Un résumé complet des paramètres du cycle vital utilisés dans l'évaluation de 2022 est fourni au **tableau 9**.

## 2.3 Indices d'abondance relative

Les indices d'abondance relatifs des stocks de l'Est et de l'Ouest à utiliser dans l'évaluation du stock ont été présentés dans Anon. (2022) et aucune mise à jour n'a été présentée lors de la présente réunion (**tableaux 10 et 11**). Un nouvel indice d'abondance pour la flottille de canneurs vénézuéliens a été présenté (SCRS/2022/089). Toutefois, le Groupe a convenu de ne pas l'inclure dans les modèles d'évaluation des stocks de 2022.

Le document SCRS/2022/089 décrivait un indice standardisé d'abondance relative pour la pêche de canneurs vénézuéliens pendant la période 1987-2022. L'indice a été estimé en utilisant des modèles linéaires généralisés appliquant une approche delta lognormale. Les données des journaux de bord ont été utilisées pour ce modèle et la composition des tailles a été analysée à partir de l'échantillonnage au port. Les CPUE nominales et standardisées présentent des tendances générales similaires (**figure 10, tableau 11**). Les taux de capture standardisés ont commencé à diminuer en 1988, jusqu'en 1990. À partir de ce moment, la tendance montre une tendance relativement stable qui a augmenté leur variabilité depuis 2005, et à la baisse pour l'année la plus récente de la série temporelle (2020). La médiane de la composition des tailles des listaos échantillonnés a augmenté (>58 cm) lors des deux dernières années (2019, 2020), avec l'écart type le plus faible pour ces mêmes années.

Le Groupe a discuté de certains aspects techniques de la standardisation, y compris des recommandations telles que le regroupement des observations pour éviter les probabilités ajustées de 0 et 1 dans le modèle binomial, l'utilisation d'outils pour détecter et comprendre les facteurs qui orientent la standardisation, et l'exclusion des observations dans lesquelles les canneurs collaboraient avec les senneurs en fournissant des appâts aux bancs de poissons pour les maintenir à la surface. Les auteurs ont mentionné que ce dernier avis a déjà été pris en compte dans le développement de l'indice. Le Groupe a également noté qu'il fallait s'attendre à ce que la CPUE standardisée diverge de la CPUE nominale lorsqu'on tient compte des facteurs qui changent avec le temps, ce qui s'est produit avec cet indice standardisé.

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

#### 3.1 Stock de l'Est

##### 3.1.1 Modèles statistiquement intégrés (Stock Synthesis 3)

Le document SCRS/2022/095 fournissait un résumé détaillé de la configuration préliminaire, des diagnostics du cas de base et des résultats du modèle Stock Synthesis (SS, version 3.30.18) du listao de l'Est. Le modèle est un modèle à un seul stock, à sexe combiné, à une seule zone et trimestriel pour l'Atlantique Est. L'analyste principal a présenté un aperçu des entrées et des postulats du modèle et a fourni un ensemble complet de diagnostics du modèle. Il a formulé plusieurs recommandations de révision, dont beaucoup ont été intégrées et évaluées au cours de la réunion. Les modifications apportées aux données d'entrée comprennent l'ajout de l'indice des canneurs des Canaries et des scénarios distincts qui ajustent séparément les deux indices de la période récente (les CPUE des bouées acoustiques et des senneurs VAST). Le Groupe a convenu de poursuivre le développement du modèle SS pendant la période intersessions, en accordant une attention particulière à la façon dont les tendances des écarts du recrutement sont influencées par des postulats/pondérations alternatives des données et, à leur tour, à la façon dont ces changements influencent les estimations de la biomasse du stock, du recrutement et de l'état du stock. Un résumé des entrées de données et de la paramétrisation de Stock Synthesis est fourni ci-dessous.

##### Structure de la flotte et CPUE

- Structure de la flotte : 10 flottes (**tableau 7**) :
  1. Senne historique 1963-1985
  2. Senneurs 1986-90
  3. Senne sur bancs libres 1991-2020
  4. Senne associée FOB/DCP 1991-2020
  5. Senneurs/canneurs du Ghana
  6. Senneurs/canneurs du Sud de Dakar
  7. Senneurs/canneurs de Dakar 1962-1980
  8. Senneurs/canneurs de Dakar 1981-2020
  9. Canneurs Nord (>25 Lat)
  10. Palangre Atlantique Est
- Indices d'abondance : 3 indices (**tableau 9**) :
  1. Canneurs des Canaries (1980-2013)
  2. Bouée acoustique (2010-2020 saisonnier)
  3. Senneurs de l'UE sous FOB/DCP ne leur appartenant pas (2010-2019 saisonnier).

L'indice des canneurs a été associé à la flotte 9, l'indice des senneurs VAST a été associé à la flotte 4, et l'indice de bouée acoustique a été inclus en tant que prospection avec une sélectivité reflétée à la flotte 4. Le coefficient de variation (CV) de l'indice des bouées d'échosondeur a été estimé en échelle logarithmique en utilisant l'équation du manuel SS, pour les CPUE standardisées, les valeurs disponibles ont été utilisées, et pour les canneurs des Canaries, un CV de 0,3 a été postulé dans toute la série temporelle en raison des valeurs d'erreur standard (SE) très élevées.

##### Compositions des tailles et sélectivité de la flotte

Les données de longueur pour chaque flotte, année et saison ont été fournies par le Secrétariat lorsque toutes les mises à jour des données des CPC ont été achevées après la réunion de préparation des données de 2022 (Anon., 2022). Les compositions des tailles ont été saisies en tant que nombre de poissons observés par intervalle de taille de 2 cm de la limite inférieure. Les tailles effectives des échantillons étaient égales au logarithme naturel LN (nombre total de poissons mesurés), afin de réduire l'effet de la pseudo-réplication dans l'échantillonnage et de diminuer la pondération dans la vraisemblance globale du modèle. La composition des tailles des flottes de palangriers après 2003 a montré des captures de poissons de la plus grande taille et il a

été postulé que celle-ci avait une sélectivité asymptotique. Un modèle de sélectivité double-normal a été postulé pour toutes les autres flottilles. Une fois la solution résolue jusqu'à une solution minimale stable, une distribution a priori normale avec un CV de 0,1 a été ajoutée à certains paramètres de sélectivité qui présentaient des erreurs standard importantes avant d'exécuter les sensibilités.

#### *Croissance, mortalité naturelle, maturité et fécondité*

Les trois scénarios de croissance alternatifs décrits dans le document SCRS/2022/093 ont été inclus comme l'un des axes de la grille d'incertitude (**tableau 12**). Une croissance linéaire de la naissance (longueur à l'âge 0 = 6 cm) à l'âge 1 a été postulée, après quoi on a supposé une croissance de von Bertalanffy. À chaque scénario de modèle de croissance correspondaient une longueur moyenne à l'âge 1, une croissance moyenne asymptotique ( $L_{\infty}$ ), un paramètre  $k$  de croissance et un CV de longueur à l'âge de 0,2 pour tous les âges (**tableau 13**). Le taux de mortalité naturelle de base à l'âge 6 pour chaque scénario de croissance a été estimé selon l'approche de Gaertner (2015). Le taux de mortalité naturelle des autres âges a été modélisé avec SS avec une fonction de Lorenzen. La fécondité a été modélisée comme une fonction directe du poids corporel de la femelle et la maturité a été modélisée par une fonction logistique avec une pente de -0,22 et 50% d'être mature à une taille de 42 cm. Il a été postulé que le recrutement se produit tous les trimestres tout au long de l'année. La distribution relative du frai par trimestre a été estimée directement dans le modèle sur la base des données de la structure par taille.

#### *Recrutement du stock*

Le recrutement du stock a suivi une fonction de Beverton-Holt, le recrutement vierge ( $R_0$ ) étant estimé librement dans une gamme de pentes fixes ( $h = 0,7, 0,8$  et  $0,9$ ). Pour le cas de base, la pente a été fixée à 0,8 et  $\sigma_R$  a été fixé à 0,5. Les écarts annuels de recrutement ont été estimés pour la période de 1990 à 2020 dans le cas de référence du modèle. La correction du biais log-normal ( $-0,5\sigma^2$ ) pour la moyenne de la relation stock-recrutement a été appliquée à la période 1961 à 1997 avec une rampe de correction du biais, recommandée par Methot et Taylor (2011). Un scénario alternatif a été présenté avec des écarts de recrutement estimés pour la période 1968 à 2019. Un autre scénario alternatif a été présenté et incluait la prospection sur les canneurs des Canaries avec des écarts de recrutement à partir de 1980.

#### *Pondération des données, paramétrage du modèle et diagnostic du modèle*

Le cas de référence initial du modèle a utilisé une pondération par défaut/égale des séries de données. Des analyses de sensibilité ont été réalisées en utilisant les méthodes de pondération de Dirichlet et de Francis. Le Groupe a recommandé d'explorer pendant la période intersessions les options de repondération des données, y compris une pondération alternative des données de CPUE et de composition des tailles, ainsi que la pondération relative des compositions des tailles entre les flottilles.

Pour chaque scénario du modèle, les paramètres estimés incluaient 38 paramètres de sélectivité,  $R_0$ , des allocations saisonnières trimestrielles du recrutement et des écarts annuels du recrutement. Les écarts types des paramètres du modèle ont été dérivés de la matrice variance-covariance. Les diagnostics standard du modèle comprenaient des légères variations des paramètres de départ, des ajustements aux entrées de données et aux valeurs résiduelles du modèle, des analyses rétrospectives, le profilage des paramètres clés estimés ( $R_0$  et écart standard du recrutement, c'est-à-dire  $\sigma_R$ ), des tests des scénarios des valeurs résiduelles des données d'entrée et des prévisions a posteriori des indices d'abondance. Les analyses ont été réalisées au moyen des diagnostics intégrés de SS3 et du paquet R *ss3diags* (Carvalho *et al.*, 2021).

Le Groupe a proposé une grille d'incertitude composée de 18 modèles dans les combinaisons de deux traitements d'indices (VAST PS et bouée acoustique modélisés séparément), les trois scénarios alternatifs de croissance/mortalité naturelle, et trois niveaux de pente (fixés à  $h = 0,7, 0,8$  et  $0,9$ ).

### 3.1.2 Modèles de production excédentaire (JABBA et MPB)

Un scénario préliminaire pour l'évaluation du listao de l'Atlantique Est utilisant un modèle dynamique de la biomasse (MPB) a été fourni dans le document SCRS/2022/102. Les diagnostics préliminaires ont montré des problèmes de convergence du modèle lors de l'utilisation des cinq indices disponibles pour l'évaluation.

Le Groupe a discuté des raisons pour lesquelles le MPB n'a pas fourni de résultats cohérents. Les différentes tendances des CPUE observées pour les différentes flottilles de pêche pourraient expliquer ce problème. Par exemple, il a été suggéré que l'augmentation au fil du temps de la CPUE des canneurs opérant au large du Sénégal était probablement due à une augmentation de l'efficacité de la pêche liée à la mise en œuvre de nouveaux modes de pêche (par exemple, pêche sur le banc associé au navire, l'utilisation de DCPd, etc.) En revanche, le développement de la pêche à la senne sous FOB/DCP dans la zone Mauritanie-Sénégal pourrait avoir eu un impact négatif sur les CPUE des canneurs autour des îles Canaries. En outre, le fait que la prise totale de listao de l'Atlantique Est ait continuellement augmenté au cours de la série temporelle peut également créer un conflit pour l'ajustement du modèle. Le Groupe a recommandé des scénarios supplémentaires : commencer la série temporelle en 1990, évaluer l'impact des indices VAST et BAI séparément, et ajouter un scénario avec l'indice de ratio de capture. Il a également été suggéré de vérifier à nouveau comment le modèle se comporte avec l'inclusion de la CPUE des canneurs des Canaries (et l'exclusion des canneurs des Açores pour être comparable aux résultats de SS3).

Le document SCRS/2022/100 fournissait les résultats d'un modèle de production excédentaire état-espace de type bayésien (JABBA) appliqué au stock de listao de l'Est. Les modèles basés sur le cadre JABBA ont utilisé les données de capture totale des pêcheries de 1950 à 2020 fournies par le Secrétariat de l'ICCAT. Les séries temporelles de CPUE de 5 flottilles de pêche ont été utilisées et un total de 9 scénarios distincts, basés sur 3 valeurs d'entrée des paramètres de croissance (SCRS/2022/093) et 3 variations de la pente (0,7, 0,8 et 0,9), ont été présentés. Tous les modèles ont été mis en œuvre en utilisant une fonction de production de Pella et Tomlinson (**tableau 14**). Le caractère non informatif des distributions a priori de  $K$  a été maintenu, comme cela a été fait dans Anon. (2015). Pour  $K$ , une distribution lognormale a été mise en œuvre en utilisant l'option « range » de JABBA. Les valeurs inférieures et supérieures étaient comprises entre 290.000 t et 1.500.000 t, ce qui a donné une valeur moyenne approximative de 717.622 t et un CV de 43%. Pour  $r$ , des distributions a priori avec un paramètre de forme associé d'une fonction de production de Pella-Tomlinson à partir d'un modèle en conditions d'équilibre structuré par âge (ASEM) avec des simulations de Monte-Carlo (Winker *et al.*, 2019) ont été élaborées. Les paramètres du stock utilisés comme entrées pour les modèles ASEM comprenaient la configuration de la grille d'incertitude citée précédemment et présentée dans le **tableau 14**. Pour tous les scénarios, la même distribution a priori de l'épuisement initial ( $\phi = B_{1950}/K$ ) a été définie par une distribution bêta avec une moyenne = 0,93 et un CV de 5%. Tous les paramètres de capturabilité ont été formulés comme des distributions a priori uniformes non informatives. L'erreur de processus de  $\log(B_y)$  de l'année  $y$  pour tous les scénarios a été définie par une distribution gamma inverse avec un paramètre de forme égal à 0,01 et un paramètre du taux égal à 0,01.

JABBA est appliqué dans R (Équipe de base du développement de R, <https://www.r-project.org/>) avec l'interface JAGS (Plummer, 2003) pour estimer les distributions a posteriori bayésiennes de toutes les quantités présentant un intérêt au moyen d'une simulation de chaînes Monte-Carlo Markov (MCMC). Le modèle JAGS est exécuté dans R en utilisant la fonction wrapper jags de la bibliothèque r2jags (Su et Yajima, 2012), qui dépend du paquet rjags de R. Trois chaînes MCMC ont été utilisées dans cette étude. Chaque modèle a été exécuté pour 30.000 itérations qui ont été échantillonnées avec une période de rodage de 5.000 pour chaque chaîne et un filtrage de cinq itérations. Les diagnostics de base de la convergence du modèle incluaient la visualisation des chaînes MCMC en utilisant des diagrammes MCMC ainsi que des diagnostics de Heidelberger et Welch (1992), de Geweke (1992) et de Gelman et Rubin (1992) tels qu'appliqués dans le logiciel CODA (Plummer *et al.*, 2006).

Des diagnostics du modèle ont été soumis en vue d'évaluer les ajustements du modèle, les tests des scénarios des valeurs résiduelles, les schémas rétrospectifs et la capacité de prédiction rétrospective. Afin de vérifier le biais systématique dans les estimations de l'état du stock, une analyse rétrospective a également été conduite en retirant systématiquement une année de données à la fois, séquentiellement pendant huit ans ( $n = 8$ ), puis

en réajustant le modèle après chaque retrait de données et en comparant les estimations résultantes de la biomasse, de la mortalité par pêche,  $B/B_{PME}$ ,  $F/F_{PME}$ ,  $B/B_0$  et  $PME$  par rapport au modèle de référence qui est ajusté à toutes les séries temporelles de données. En vue de comparer le biais rétrospectif des modèles, la statistique rho ( $\rho$ ) de Mohn a été calculée en utilisant la formulation définie par Hurtado-Ferro *et al.* (2014). Une technique de validation croisée de la simulation rétrospective sans modèle (HCXval) de Kell *et al.* (2016) a été appliquée, qui permet de comparer les observations avec leurs futures valeurs de CPUE prédites en calculant l'erreur moyenne absolue mise à l'échelle (MASE) proposée par Hyndman et Koehler (2006), qui met à l'échelle l'erreur moyenne absolue des valeurs résiduelles de prédiction à une prévision naïve de base, dans le cadre de laquelle une « prévision » est dite avoir une « capacité » si elle améliore la prévision du modèle par rapport à la prévision naïve de base.

Enfin, une analyse de sensibilité basée sur l'addition interactive par étapes de l'inclusion des séries de CPUE une par une en prenant comme indice de base l'indice VAST des senneurs de l'UE a été mise en œuvre (**tableau 15**).

Il a été démontré que pour tous les scénarios, le comportement des ajustements du modèle semblait être principalement influencé par le schéma observé dans les séries antérieures de CPUE des canneurs opérant au large du Sénégal et par les CPUE des senneurs de l'UE opérant sous DCPd ne leur appartenant pas (ajustées en utilisant la méthode VAST). Le Groupe a recommandé des scénarios supplémentaires, tels que le démarrage de la série temporelle en 1990 et la réalisation d'une analyse de sensibilité sans l'indice des canneurs des Canaries.

### 3.2 Stock de l'Ouest

#### 3.2.1 Modèles statistiquement intégrés (Stock Synthesis 3)

Le SCRS/2022/098 a présenté une version provisoire du modèle d'évaluation des stocks utilisant Stock Synthesis (SS) pour le stock de listao occidental, y compris la configuration initiale du modèle, les définitions des flottilles, la sélectivité et la paramétrisation. Un modèle à une zone, à sexe combiné et annuel a été construit pour le listao de l'Atlantique Ouest couvrant une période allant de 1952 à 2020. On supposait que la biomasse initiale du stock en 1952 était dans un état de stock vierge, non pêché. La structure de la flottille comprenait cinq flottilles et cinq indices d'abondance ont été modélisés (**tableau 8**).

Les indices étaient disponibles pour quatre des cinq flottilles (PS\_West, BB\_West, LL\_USMX, LL\_OTH, et HL\_RR). Deux indices étaient disponibles pour la flottille de canneurs, l'un de 1981 à 1999 (BRA\_BB\_hist), et l'autre des années 2000 et 2020 (BB\_West). L'indice BRA\_BB\_hist a été défini comme une prospection, et sa sélectivité a reflété la sélectivité de BB\_West. La sélectivité a été paramétrée comme étant basée sur la longueur pour toutes les flottilles, les paramètres de sélectivité étant librement estimés par le modèle. On a supposé qu'elle avait une forme de dôme pour les flottilles PS\_West, BB\_West et HL\_RR et une forme asymptotique pour les flottilles LL\_USMX et LL\_OTH, comme proposé par l'équipe d'évaluation du stock. Un bloc temporel pour la sélectivité du PS\_West a été imposé (2015-2020).

Les compositions des tailles ont été saisies comme le nombre de poissons par intervalle de taille de 2 cm. Les tailles effectives des échantillons étaient égales au ln (nombre d'observations), afin de réduire l'effet de la pseudo-réplication dans l'échantillonnage et de diminuer la pondération des données de taille dans la vraisemblance globale du modèle. Le poids en kilogrammes a été estimé par la conversion de la composition des tailles (cm) en supposant la relation :  $W_t = (7.48e-06 * length^{3.253})$ . La fécondité a été modélisée comme une fonction directe du poids corporel de la femelle. La croissance a été modélisée comme pour le stock du listao de l'Est avec une formulation de von Bertalanffy en supposant les mêmes paramètres que ceux indiqués dans le **tableau 13**, en notant que la taille à l'âge 0 a été supposée être de 2 cm (**tableau 9**). A chaque scénario du modèle de croissance correspondaient une longueur moyenne à l'âge 1, une croissance moyenne asymptotique ( $L_{inf}$ ), un paramètre  $k$  de croissance et un CV de longueur à l'âge de 0,2 pour tous les âges.

Les hypothèses M spécifiques de l'âge ont été modifiées par rapport à ce qui a été suggéré dans Anon, (2022). Au cours de cette réunion, il a été proposé d'utiliser l'échelle de Gaertner (2015) (SCRS/2022/093) ; cependant, les premiers scénarios ont donné lieu à des valeurs élevées irréalistes de M pour les âges les plus jeunes et à

des nombres faibles pour les plus âgés (SCRS/2022/098). Ainsi, une paramétrisation alternative au sein de SS a été appliquée en utilisant la fonction de Lorenzen avec la même mortalité naturelle asymptotique à l'âge supposée recommandée dans Anon. (2922) pour chaque scénario de courbe de croissance (SCRS/2022/093). Les ajustements de la variance des composantes des données de taille ont suivi la méthode de Francis (2011).

La relation stock-recrutement suivait une fonction de Beverton-Holt avec un recrutement vierge ( $R_0$ ) estimé librement à travers une gamme de steepness fixe et un écart de recrutement annuel ( $\sigma_R = 0,4$ ). Les valeurs initiales de la steepness définies par le Groupe ( $h=0,7, 0,8$  et  $0,9$ ) ont été utilisées. Des essais ont été effectués pour les neuf scénarios de la grille d'incertitude, en conséquence : trois valeurs de steepness et trois cas de croissance/mortalité naturelle à l'âge (**tableau 13**). Cependant, sur la base des diagnostics et des ajustements du modèle, l'axe de steepness de  $0,9$  a été supprimé de la grille d'incertitude, et une valeur de steepness de  $0,6$  a été ajoutée à sa place. L'examen des diagnostics du modèle a été effectué en suivant Carvalho *et al.* (2021).

### 3.2.2 Modèles de production excédentaire (JABBA)

Les modèles basés sur le cadre JABBA ont utilisé les données sur les captures totales des pêcheries de 1952 à 2020 fournies par le secrétariat de l'ICCAT. Les indices d'abondance relative ont été mis à disposition lors de la réunion de préparation des données sur le listao de 2022 (Anon., 2022) sous la forme de séries temporelles de CPUE standardisées. Ces indices couvrent diverses périodes et représentent des engins de pêche et des flottilles distincts qui opèrent sur le stock de listao de l'Ouest. Les indices utilisés sont BRA BB Past, BRA BB Present, BRA HL, USA LL et VEN PS. Les coefficients de variation (CV) de tous les indices ont été mis à l'échelle d'une moyenne de  $0,25$ .

Les spécifications du modèle étaient basées sur la grille d'incertitude définie dans Anon. (2022) qui a donné lieu à neuf scénarios distincts. Ces scénarios intègrent trois variations des paramètres de croissance tels que fournis dans le SCRS/2022/093 et trois valeurs de steepness ( $0,7, 0,8$  et  $0,9$ ). Tous les modèles ont été mis en œuvre en utilisant une fonction de production de Pella et Tomlinson (**tableau 14**). Les priors de  $K$  ont été maintenus non informatifs, similaires à ceux utilisés dans Anon. (2015). Pour  $K$ , une distribution lognormale a été mise en œuvre en utilisant l'option "range" de JABBA. Les valeurs inférieures et supérieures se situaient entre  $50.000$  et  $200.000$  t, ce qui a donné une valeur moyenne approximative de  $106.190$  t et un CV de  $36\%$ . Les distributions a priori  $r$  ont été développées avec une approche de modèle en conditions d'équilibre structuré par âge (ASEM) qui utilise des simulations de Monte-Carlo et le paramètre de forme associé correspondant d'une fonction de production de Pella-Tomlinson (Winker *et al.*, 2019). Les paramètres du stock utilisés comme entrées pour les modèles ASEM comprenaient la configuration de la grille d'incertitude citée précédemment et présentée dans le **tableau 15**. Pour tous les scénarios, le même prior d'épuisement initial ( $\phi = B_{1952}/K$ ) a été défini par une distribution bêta avec une moyenne =  $0,93$  et un CV de  $5\%$ . Tous les paramètres de capturabilité ont été formulés comme des priors uniformes non informatifs. L'erreur de processus de  $\log(B_y)$  au cours de l'année  $y$  pour tous les scénarios a été définie par une distribution de type gamma inverse avec un paramètre de forme égal à  $0,01$  et un paramètre de taux égal à  $0,01$ .

JABBA est mis en œuvre dans R (Équipe du développement de R, <https://www.r-project.org/>) avec une interface JAGS (Plummer, 2003) afin d'estimer les distributions a posteriori bayésiennes de toutes les quantités présentant un intérêt au moyen d'une simulation de chaînes Monte-Carlo Markov (MCMC). Le modèle JAGS est exécuté dans R à l'aide de la fonction wrapper *jags* de la bibliothèque R *r2jags* (Su et Yajima, 2012), qui dépend du paquet R *rjags*. Dans cette étude, trois chaînes MCMC ont été utilisées. Chaque modèle a été exécuté pour  $30.000$  itérations et échantillonné avec une période de stabilisation de  $5.000$  pour chaque chaîne et un taux de simplification « thinning » de cinq itérations. Les diagnostics de base de la convergence du modèle comprenaient la visualisation des chaînes MCMC à l'aide des diagrammes MCMC ainsi que des tests de diagnostic de Heidelberger et Welch (1992), Geweke (1992) et Gelman et Rubin (1992), tels qu'ils sont mis en œuvre dans le paquet coda R (Plummer *et al.*, 2006).

Des diagnostics du modèle ont été fournis pour évaluer les ajustements du modèle, y compris les tests des scénarios des valeurs résiduelles, les schémas rétrospectifs et la capacité de prédiction rétrospective. Afin de vérifier le biais systématique dans les estimations de l'état du stock, une analyse rétrospective a également été conduite en retirant systématiquement une année de données à la fois, séquentiellement pendant huit ans ( $n =$

8), puis en réajustant le modèle après chaque retrait de données et en comparant les estimations résultantes de la biomasse, de la mortalité par pêche,  $B/B_{PME}$ ,  $F/F_{PME}$ ,  $B/B_0$  et  $PME$  par rapport au modèle de référence qui est ajusté à toutes les séries temporelles de données. En vue de comparer le biais rétrospectif des modèles, la statistique rho ( $\rho$ ) de Mohn a été calculée en utilisant la formulation définie par Hurtado-Ferro *et al.* (2014). Une technique de validation croisée de simulation rétrospective sans modèle (HCXval) de Kell *et al.* (2016) a été appliquée, qui permet de comparer les observations avec leurs futures valeurs de CPUE prédites en calculant l'erreur moyenne absolue mise à l'échelle (MASE) proposée par Hyndman et Koehler (2006), qui met à l'échelle l'erreur moyenne absolue des valeurs résiduelles de prédiction à une prévision naïve de base, dans le cadre de laquelle une « prévision » est dite avoir une « capacité » si elle améliore la prévision du modèle par rapport à la prévision naïve de base.

Enfin, des analyses de sensibilité basées sur l'addition interactive par étapes de l'inclusion des séries de CPUE une par une en prenant comme indices de base les indices BRA BB Past et les indices BRA BB Present ont été mises en œuvre (**tableau 17**). Sur la base de ces analyses de sensibilité, une nouvelle sortie du modèle a été présentée au cours de la réunion en utilisant le scénario S05 ( $h=0,8$  et  $r \sim \text{lognormal}[0,44; 0,184]$ ) comme cas de référence qui comprenait une mesure pondérée entre les indices d'abondance en supposant leur représentativité respective sur les captures totales.

## 4. Résultats de l'état du stock

### 4.1 Stock de l'Est

#### 4.1.1 Modèle statistiquement intégré, Stock Synthesis

##### *Diagnostics d'ajustement et convergence du modèle Stock Synthesis*

Le cas de référence préliminaire développé pour le listao de l'Atlantique Est a montré une instabilité dans certaines des analyses de diagnostic. Le modèle a montré une convergence acceptable de  $2,7e-05$ , inférieure à un objectif de 0,0001. Mais l'analyse « jitter » a montré que le modèle converge vers des minima locaux lorsque les valeurs de départ sont modifiées.

Le cas de référence préliminaire incluait à la fois l'indice de la bouée associée à un échosondeur et la CPUE standardisée de la pêcherie de senneurs pêchant sous DCP dont ils ne sont pas propriétaires, comme convenu lors de la réunion de préparation des données de 2022 (Anon., 2022). Cependant, ces deux indices montrent une tendance différente : l'indice de la bouée associée à un échosondeur augmente alors que la CPUE des senneurs pêchant sous DCP ne le fait pas. Aucun des tests diagnostiques appliqués aux indices n'a montré un schéma aléatoire dans les valeurs résiduelles. Par conséquent, le Groupe a convenu de considérer les deux indices séparément et d'inclure ces indices comme un axe de la grille d'incertitude finale.

Dans le modèle de référence préliminaire, les écarts de recrutement ont été estimés à partir de 1990, lorsque la flottille de senneurs FOB/FAD a officiellement commencé ses opérations et que la plupart des données de composition de taille sont disponibles. Cependant, le modèle de référence préliminaire ne dispose que de données sur les indices à partir de 2010 et, par conséquent, le Groupe a décidé d'ajouter l'indice des canneurs (BB) des Canaries de 1980 à 2013. Toutefois, lors de la réunion de préparation des données de 2022, le Groupe a convenu d'utiliser les indices historiques des canneurs (y compris la CPUE BB des Canaries) uniquement pour un cas de continuité. Néanmoins, l'inclusion de l'indice BB des Canaries a montré une tendance plus plausible de l'effet des ponctions sur la SSB. L'indice BB des Canaries a réussi le test des valeurs résiduelles aléatoires et a également amélioré le schéma rétrospectif global du modèle. Cependant, le modèle n'a toujours pas été capable de prédire aucun des indices récents (indices de la bouée associée à un échosondeur et de Vast) dans les analyses diagnostiques rétrospectives ( $MASE > 1$ ), même en les considérant séparément. Le Groupe a accepté d'utiliser l'indice BB des Canaries dans le modèle.

Les résultats du modèle préliminaire ont montré un écart de recrutement positif à partir de 2010, lorsque les débarquements commencent à augmenter, jusqu'aux débarquements historiques les plus élevés observés en

2018. Cela s'est produit même lorsque seule la CPUE des senneurs FOB/FAD a été incluse, qui ne montre pas de tendance à la hausse. En outre, le schéma rétrospectif montre également une instabilité de l'estimation de  $R_0$ . Par conséquent, les valeurs estimées de  $R_0$  augmentent chaque année lorsque de nouvelles données sont disponibles. Ces tendances dans les écarts de recrutement et les estimations de  $R_0$  pourraient être expliquées, par exemple, par l'expansion spatiale de l'effort de pêche et/ou par des changements dans la productivité du stock qui ne sont pas pris en compte dans la configuration actuelle du modèle. Une analyse du modèle de production structuré par âge (ASPM) a été mise en œuvre dans SS3 et les résultats montrent que la tendance de la biomasse est principalement déterminée par les écarts du recrutement dans la structure actuelle du modèle.

La flottille palangrière est la seule flottille avec une sélectivité asymptotique logistique. La série temporelle de la composition par taille a montré une tendance à la hausse de la taille moyenne de la capture. Par conséquent, seules les données de la période relativement stable à partir de 2003 ont été prises en compte. Cependant, ces changements dans la distribution des tailles affectent les estimations de la sélectivité et pourraient être à l'origine d'une partie de l'instabilité du modèle. Le Groupe a donc convenu de fixer la sélectivité de la flottille palangrière.

Le Groupe a également étudié la possibilité d'estimer les écarts de recrutement uniquement après 2010 afin d'éviter les écarts de recrutement positifs à la fin de la série temporelle. Cette option a conduit à une estimation très instable des paramètres du modèle.

Bien qu'aucun des scénarios préliminaires ou supplémentaires tentés pendant la réunion n'ait été accepté comme cas de référence, les résultats diagnostiques de ces essais sont rapportés dans le SCRS/2022/095. Le Groupe a convenu que des travaux supplémentaires sont nécessaires pour obtenir un ou plusieurs modèles plus robustes et plus stables.

#### 4.1.2 Modèles de production excédentaire, JABBA et MPB

##### *Résultats de JABBA, diagnostics du modèle et convergence*

Les ajustements du modèle à chacun des cinq indices de CPUE standardisés sont présentés à la **figure 11** pour chacun des neuf scénarios de la grille d'incertitude. Pour tous les scénarios, le comportement des ajustements du modèle semble être déterminé par le schéma observé dans les indices DAK BB Past et EU PS VAST. La variabilité observée dans les autres indices, ainsi que le faible signal des indices de séries temporelles longues et relativement plates, ne sont pas bien ajustés par les modèles.

Les résultats des tests des sorties des valeurs résiduelles logarithmiques pour chaque CPUE et chaque scénario sont présentés à la **figure 12**. Les panneaux verts indiquent les indices de CPUE qui ont réussi le test de sortie sans preuve d'un schéma de valeur résiduelle non aléatoire ( $p > 0,05$ ) et les panneaux rouges indiquent un test raté. En outre, la zone ombrée intérieure montre les limites à 3 sigmas autour de la moyenne globale, comme proposé par Anhoj et Olesen (2014), et les cercles rouges identifient chaque année spécifique où les valeurs résiduelles sont plus grandes que le seuil limite. Dans tous les scénarios, les mêmes schémas ont été observés avec un comportement d'échec dans la procédure de diagnostic des tests de sortie pour presque tous les indices, à l'exception de l'indice AZO BB Past dans tous les scénarios et de l'indice EU PS VAST dans le scénario S03 (**figure 12**). En général, la qualité des ajustements était comparable pour tous les scénarios avec des statistiques RMSE allant de 83,1% à 85,6% (**figure 13**). Ce schéma montre certaines des tendances contradictoires entre les indices.

Les médianes des distributions a posteriori marginales pour  $K$  varient entre 1.080.736 t (S03) et 1.699.609 t (S07) (**tableau 18**). Les valeurs pour le ratio de la médiane de la distribution a posteriori et a priori (PPMR) et les ratios de variance (PPVR) estimées pour le paramètre  $K$  ont indiqué que ce paramètre était informé par les données d'entrée du modèle dans tous les scénarios. Cependant, aucune réduction n'a été observée dans la précision (par exemple, l'erreur standard) des distributions a posteriori par rapport aux priors définis pour ce paramètre. Pour  $r$ , les médianes des distributions a posteriori marginales varient entre 0,397 (S07) et 1,014 (S03). En général, les valeurs de PPMR et PPVR estimées pour  $r$  montrent que les priors d'entrée ont défini le

comportement des distributions a posteriori comme prévu. Ce schéma était moins évident pour les scénarios S01, S02 et S03 (**figure 14**).

Les résultats d'une analyse rétrospective sur huit ans appliquée au scénario S05 ont montré un schéma rétrospectif négligeable (**figure 15**). Le rho de Mohn estimé pour toutes les quantités de stock se situait dans la fourchette acceptable de -0,15 et 0,20 (Hurtado-Ferro *et al.*, 2014 ; Carvalho *et al.*, 2017), ce qui a confirmé l'absence de schéma rétrospectif indésirable dans le modèle. Les résultats de la validation croisée rétrospective pour tous les indices actualisés montrent des prédictions dans les limites des intervalles de confiance de 95%, ce qui suggère de bonnes capacités de prédiction pour le scénario S05 (**figure 16**), à l'exception de l'indice de l'échosondeur de l'UE qui a présenté quelques prédictions en dehors des limites de l'intervalle de confiance de 95%. L'erreur moyenne absolue mise à l'échelle (MASE) estimée était supérieure au niveau de référence (MASE > 1) pour les deux indices évalués, ce qui indique que les prévisions moyennes du modèle ne sont pas meilleures qu'une prédiction de base naïve comme un processus de marche aléatoire (Carvalho *et al.*, 2021).

Les résultats de l'analyse de sensibilité basée sur l'inclusion dans le modèle d'indices par étapes sont présentés à la **figure 17**. Ces résultats ont montré quelques comportements distincts par rapport aux trajectoires générales estimées avec l'ajout d'un indice supplémentaire. La tendance générale et le schéma observé au début de la série étaient similaires pour tous les modèles, le changement le plus significatif peut être observé à la fin de la série temporelle pour toutes les quantités (Biomasse, B/B0, B/B<sub>PME</sub> et F/F<sub>PME</sub>). Le modèle avec uniquement l'indice EU PS VAST a montré la tendance la plus pessimiste, tandis que l'inclusion progressive des autres indices dans le modèle avait tendance à rendre les résultats plus optimistes avec chaque interaction.

Cependant, même si le modèle a montré une convergence statistique dans tous les scénarios ajustés, le conflit dans les tendances observées parmi les séries d'abondance relative, ainsi que les écarts d'erreur de processus (**figure 15**), ont conduit le Groupe à recommander de poursuivre le développement du/des modèle(s) d'évaluation JABBA pour le stock de listao de l'Est conformément au plan de travail décrit dans la section 8.

#### *Résultats du MPB, convergence et diagnostics du modèle*

Le Groupe a discuté d'un cas de référence potentiel utilisant les indices de capture totale et d'abondance des canneurs des Açores, des senneurs de l'UE (VAST) et de l'indice échosondeur, le modèle commençant en 1990 à partir d'un état initial de 85% de B0. Le cas de référence a montré des ajustements relativement faibles aux indices disponibles (**figure 18**) et une stabilité dans l'analyse rétrospective pour les éliminations de 1 à 3 ans, mais il était instable lorsque 4 ans ou plus étaient supprimés (**figure 19**). Des diagnostics supplémentaires ont été présentés au Groupe, notamment la fonction de production (**figure 20**) et le profil de vraisemblance pour le taux de croissance intrinsèque (**figure 21**). Des scénarios supplémentaires ont été évalués pour explorer, i) l'inclusion de l'indice du ratio YFT/SKJ (Abascal *et al.*, 2022), ii) la séparation des indices VAST et Echosounder dans différents scénarios, et iii) un point de départ différent pour la biomasse en 1990 (**figure 22**). Les nouveaux scénarios suggèrent que l'indice VAST est nécessaire pour assurer la convergence et estimer des valeurs réalistes de PME (**tableau 24**).

Dans l'ensemble, le manque de stabilité du modèle a suscité des inquiétudes et le Groupe a noté que les signaux contradictoires d'une augmentation des captures et d'indices stables ou en hausse ces dernières années pourraient être difficiles à concilier dans le cadre du modèle MPB. Par conséquent, le Groupe a convenu de ne pas utiliser les résultats du MPB pour fournir l'état du stock et formuler un avis de gestion.

#### *4.1.3 Synthèse des résultats de l'évaluation*

Comme le Groupe n'a pas été en mesure de développer un modèle de référence pour le stock de listao de l'Est lors de la réunion, il a été convenu de continuer à travailler entre les sessions comme décrit dans la section 8.

## 4.2 Stock de l'Ouest

### 4.2.1 Modèle statistiquement intégré, Stock Synthesis

Après la présentation de la configuration provisoire du modèle (décrite dans la section 3.2.1), le Groupe a décidé de maintenir la croissance/M-à-l'âge de la grille d'incertitude. Mais, comme la courbe de production n'était pas bien déterminée à un niveau de steepness de 0,9, le Groupe a convenu de modifier les valeurs du niveau de steepness dans la grille d'incertitude à  $h = 0,6, 0,7$  et  $0,8$  pour le stock de listao de l'Ouest. Il a été noté que cela est cohérent avec l'hypothèse selon laquelle la productivité globale du stock de listao de l'Ouest est inférieure à celle du stock de listao de l'Est, du moins sur la base des captures historiques (Evans *et al.*, 1981). Des alternatives de différentes années pour estimer les écarts de recrutement ont été testées et le Groupe a convenu de restreindre les estimations des écarts de recrutement à partir de 1993 (initialement estimées à partir de 1980) lorsque les compositions des tailles pour toutes les principales flottilles de pêche seront disponibles. La restriction de l'estimation des écarts de recrutement entre 1993 et 2018 a entraîné un déclin moins marqué de la biomasse reproductrice au début de 1980, ce qui répond à une préoccupation soulevée par le Groupe dans la configuration initiale du modèle. Le Groupe a convenu d'un cas de référence du modèle utilisant le niveau de croissance/M-à-l'âge du quantile de 0,5, une steepness de 0,7 et les écarts de recrutement estimés de 1993 à 2018.

Le cas de référence du modèle de Stock Synthesis montre une stabilité de vraisemblance logarithmique avec différentes valeurs de départ (**figure 23**). Le gradient final du modèle était de  $4.7e-05$ , inférieur à l'objectif de 0,0001, et considéré comme acceptable pour la convergence du modèle, d'autant plus que la solution était stable pour différentes valeurs de paramètres de départ. Les 50 sorties du modèle soumises à de légères variations ont toutes convergé, 47 des sorties du modèle aboutissant à la même valeur d'estimation de la vraisemblance négative totale que le scénario de base (365 unités de vraisemblance), et trois sorties du modèle ayant des valeurs de vraisemblance négative totale plus importantes. Le modèle soumis à de légères variations était robuste aux valeurs initiales des paramètres et ne donnait aucune indication que le modèle convergerait vers des minima locaux de la fonction objectif au lieu du minimum global.

Le modèle a montré un ajustement généralement bon aux indices et a montré des ajustements acceptables à la composition des tailles pour toutes les flottilles de pêche, sauf pour les années entre 2010 et 2016 pour la flottille de pêche BB\_West (**figure 24**). Les schémas des valeurs résiduelles des indices et les ajustements des tailles étaient globalement bons. Les écarts estimés par rapport à la courbe stock-recrutement (c.-à-d. les écarts de recrutement) ont indiqué une grande variabilité du recrutement d'une année à l'autre (**figure 25**), avec des écarts positifs de 1994 à 1999, une augmentation et une diminution dynamiques de 2000 à 2013, suivies d'une diminution importante en 2014 et 2015, puis des écarts négatifs mais plus proches de la moyenne en 2016 et 2017.

D'une manière générale, les diagrammes conjoints des valeurs résiduelles pour le cas de référence ont montré un schéma aléatoire pour les valeurs résiduelles des ajustements aux indices pour toutes les flottilles, avec quelques valeurs aberrantes pour les flottilles HL\_RR et LL\_USMX ( $>1$  ou  $<-1$ ), mais sans impact significatif sur le schéma général (**figure 16**). Une tendance négative dans les valeurs résiduelles a été observée au début de la série temporelle de l'indice BRA\_BB\_hist. Les valeurs résiduelles des ajustements de la composition des tailles ont également montré un schéma aléatoire pour toutes les flottilles, sans aucune valeur aberrante évidente (**figure 26**).

L'analyse rétrospective pour le modèle de référence a donné des résultats relativement bons (**figure 27**), se situant tous dans les intervalles de confiance des différents scénarios et ne montrant aucune tendance discernable. L'échelle de la SSB a augmenté, mais la tendance générale est restée la même lorsque les données des 4 et 5 années ont été supprimées (**figure 27**). Les valeurs du  $\rho$  de Mohn estimées pour SSB (0,01) et F (0,06) se situaient dans la fourchette acceptable de -0,15 et 0,20 (Hurtado-Ferro *et al.*, 2014 ; Carvalho *et al.*, 2017), ce qui a confirmé l'absence de schéma rétrospectif indésirable dans le modèle.

L'analyse de la capacité de prédiction pour le cas de référence a montré que les récents indices de CPUE et les compositions des tailles comprenaient tous au moins une observation qui se situait dans la période d'évaluation

rétrospective 2015-2019 (**figures 28 et 29**). Les scores MASE > 1 pour l'indice des deux flottilles principales PS\_West et BB\_West indiquaient des capacités de prédiction plus faibles. En général, les compositions des tailles ont de meilleures capacités de prédiction que les indices.

Une liste des paramètres du modèle est fournie dans le **tableau 19**, y compris les valeurs estimées et leurs erreurs standard asymptotiques associées, les valeurs initiales des paramètres, les valeurs minimales et maximales, les priors s'ils sont utilisés, et si le paramètre a été fixé ou estimé. La steepness ( $h$ ) et le sigmaR de la courbe de Beverton-Holt ayant été fixés, le principal paramètre de productivité estimé dans Stock Synthesis était le niveau moyen de recrutement d'âge 0 à la biomasse reproductrice en conditions d'équilibre non pêchée (R0).

La série temporelle estimée de la SSB pour le cas de référence indiquait que le stock a diminué de la fin des années 1970 au début des années 1980 et est resté à des niveaux relativement bas pendant la période courant du milieu des années 1980 au milieu des années 1990. Après une augmentation immédiate au milieu des années 1990, le stock est resté aux alentours de 100 à 130.000 tonnes jusqu'en 2015. Une forte diminution a été observée dans la SSB depuis 2015 pour atteindre le niveau historiquement le plus bas en 2019 et 2020 (**figure 30**).

Sur la base du cas de référence, le Groupe a examiné les résultats des neuf modèles de la grille d'incertitude. Globalement, dans l'ensemble des résultats de la grille d'incertitude, les quantiles des vecteurs croissance/M (G/M) les plus élevés (0,75) ont estimé les déclinés les plus drastiques de la biomasse reproductrice depuis les premières années de la série temporelles (couleurs plus chaudes dans la **figure 31**) et la biomasse reproductrice plus faible dans les périodes récentes. En revanche, les quantiles G/M les plus petits (0,25) ont permis d'estimer les plus faibles déclinés de la SSB et la plus grande biomasse reproductrice dans les périodes récentes. A l'intérieur de chaque quantile G/M, plus les valeurs de steepness sont grandes, plus les échelles de la biomasse reproductrice sont basses (**figure 31**). En ce qui concerne les recrues à l'âge 0 (**figure 32**), le quantile G/M le plus grand a estimé un nombre de recrues plus faible et une variation plus faible dans la série temporelle. Le plus grand quantile G/M a estimé un plus grand nombre de recrues d'âge 0 (presque le double) et une plus grande variation dans la série temporelle.

Lorsque l'on ne considère que le niveau du quantile 0,75e du vecteur de croissance/M de la grille d'incertitude, le stock a atteint un état de surpêche ( $SSB/SSB_{PME} < 1$ ) pour les trois valeurs de steepness (**figure 33**), en partie à cause des estimations des faibles recrutements récents. Pour les autres axes de la grille d'incertitude, le stock n'a jamais été surexploité. D'autre part, le stock n'a pas connu de surpêche continue dans toute la grille d'incertitude (**figure 14**). Les valeurs les plus élevées de  $F/F_{PME}$  ont été estimées pour le quantile 0,75e du vecteur de croissance/M.

#### 4.2.2 Modèles de production excédentaire, JABBA

Le SCRS/2022/099 a présenté un modèle de production excédentaire bayésien état-espace pour le stock occidental de listao, basé sur neuf scénarios distincts dérivés de la grille d'incertitude proposée lors de la réunion de préparation des données sur le listao. Les diagnostics ont indiqué que le modèle convergeait selon les diagnostics de convergence de Heidelberger et Welch (1992), Geweke (1992) et Gelman et Rubin (1992). Pour les tests de sortie indiqués aux indices, tous les scénarios ont échoué pour les indices BRA BB Present, BRA HL et VEN PS, et tous les scénarios ont réussi le test de sortie pour les ajustements aux indices BRA BB Past et USA LL. Les statistiques de qualité de l'ajustement étaient comparables entre tous les scénarios, les statistiques RMSE étant comprises entre 42,1% et 42,7%. En outre, les écarts annuels de l'erreur de processus estimés pour tous les scénarios ont montré un schéma stochastique similaire sans tendance claire, tendant autour de zéro et des intervalles de confiance de 95% couvrant la valeur zéro, ce qui ne suggère aucune preuve de mauvaise spécification structurelle du modèle. Les analyses rétrospectives n'ont indiqué aucun schéma rétrospectif grave selon la fourchette proposée par Hurtado-Ferro *et al*, (2014). Enfin, les scores MASE des modèles simulés rétrospectivement sur la base de S05 ont indiqué que les prévisions étaient moins bonnes que la prévision naïve ( $MASE > 1$ ) pour les indices BRA\_BB\_Present, VEN PS et BB HL.

Les résultats des modèles indiquent que les médianes des distributions a posteriori marginales pour  $K$  varient entre 121.544 t (S03) et 208.597 t (S07), et pour  $r$  entre 0,443 (S07) et 1,054 (S03). La fourchette des estimations de la médiane de la PME était étroite entre les neuf scénarios, atteignant la valeur la plus faible dans le scénario S07 (32.716 t) et la valeur la plus élevée dans le scénario S03 (40.152 t) (**tableau 20**). En outre, les médianes des distributions marginales a posteriori de la PME varient entre 50.945 t (S02) et 79.276 t (S07) et les estimations de la  $F_{PME}$  présentent une faible variation entre les neuf scénarios, avec des valeurs médianes variant de 0,414 (S07) à 0,799 (S03) (**tableau 20**).

En général, tous les scénarios ont montré une tendance similaire pour les trajectoires de  $B/B_{PME}$  et  $F/F_{PME}$  au fil du temps (**figures 35 et 36**). La trajectoire de  $B/B_{PME}$  a montré une forte diminution après l'année 1980 et une tendance ultérieure stable de 1984 à 2020. Le Groupe a estimé qu'une explication de cette stabilité entre 1984 et 2020 pourrait être liée au schéma plat observé dans l'indice plus étendu utilisé dans le modèle (indice VEN PS). La trajectoire de  $F/F_{PME}$  a montré une forte tendance à la hausse la même année où une diminution a été observée dans la trajectoire de  $B/B_{PME}$ , et à partir de cette période, une légère diminution jusqu'à la fin de la série temporelle (**figures 35 et 36**). Le Groupe a discuté du fait que la brusque augmentation de  $F/F_{PME}$  après 1980 a coïncidé avec le début des opérations de la flottille brésilienne de canneurs sur ce stock.

L'analyse de sensibilité basée sur l'addition interactive par étapes de chaque série de CPUE a montré que la trajectoire du modèle à la fin de la série temporelle était sensible à l'inclusion de la CPUE VEN PS (**figure 38**). À la lumière de ces éléments, un modèle révisé a été développé pendant la réunion sur la base de S05 ( $h=0,8$  et  $r \sim \text{lognormal}[0,44; 0,184]$ ) qui pondère les indices d'abondance en fonction de la représentativité respective de chaque flottille de la capture totale. Le Groupe a décidé d'aller de l'avant avec la formulation du modèle révisé de JABBA.

Ce nouveau modèle pondéré a produit des estimations ponctuelles de la biomasse supérieures à la  $B_{PME}$  (estimation de la médiane 62.965 t, CI 95% : [45.341 t - 93.770 t]) pour la quasi-totalité de la série temporelle, et se termine en 2020 avec une estimation ponctuelle de la médiane de  $B/B_{PME}=1,2$  (CI à 95% : [0,495 - 2,187] ; **figure 39**). Les valeurs plus faibles des intervalles de confiance de 95% de  $B/B_{PME}$  étaient inférieures à 1 pour la majorité des années entre 1980 et 2020. Les estimations ponctuelles de la médiane de la mortalité par pêche étaient également systématiquement inférieures à la  $F_{PME}$  (estimation de la médiane 0,503 [0,356 - 0,722] ; **figure 40**). En 2020,  $F/F_{PME}$  a été estimé à 0,448 [0,191 - 1,389]. Si l'on considère les intervalles de confiance de 95% pour l'ensemble de la série temporelle, il y avait une certaine probabilité que  $F/F_{PME} > 1$  dans la dernière partie de la série temporelle. L'estimation de la PME de ce modèle était de 31.353 t [24.848 t - 46.494 t].

Le Groupe a noté que les estimations de l'état du stock issues du modèle JABBA concordent avec l'état du stock estimé à l'aide du modèle Stock Synthesis. Toutefois, le Groupe a décidé de ne pas utiliser les résultats du modèle de production excédentaire pour fournir un avis de gestion.

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

**Remarque :** Compte tenu du temps limité disponible à la réunion d'évaluation du stock, le Groupe souligne que les résultats inclus dans cette section sont considérés quasi-définitifs mais nécessitent toutefois un examen final avant d'être adoptés. Toutefois, le Groupe ne s'attend pas à d'importants changements avant l'adoption finale à la réunion du Groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux de septembre.

Le Groupe a comparé les résultats des deux modèles d'évaluation pris en compte pour le stock de l'Atlantique Ouest (Stock Synthesis et JABBA). Les tendances annuelles de la biomasse totale ( $B$ ),  $B/B_{PME}$ , et  $F/F_{PME}$  produites par les modèles semblaient indiquer une dynamique de la population similaire (**figure 41**). Cela est normal lorsque les données sont informatives et que les modèles sont spécifiés de manière similaire. Tous les modèles suggéraient une forte baisse de la biomasse du stock alors que la mortalité par pêche ( $F$ ) augmentait à la fin des années 1970 et dans les années 1980. Le Groupe s'est demandé si l'augmentation des captures qui a eu lieu au cours de cette période (multipliées par 7, passant d'environ 5.000 t à 35.000 t) était suffisante pour produire ce rapide déclin et a convenu que cela était le cas. Le Groupe a également noté que l'état du stock ces dernières années était similaire dans tous les scénarios des modèles examinés. Dans le cadre des postulats du cas de

référence concernant la M et la pente, tous les modèles indiquaient qu'actuellement le listao de l'Ouest ne fait pas l'objet de surpêche ( $F < F_{PME}$ ) et n'est pas surexploité ( $B > B_{PME}$ ).

La plus grande différence entre les modèles était la biomasse initiale non pêchée ( $B_0$ ). Le modèle de production excédentaire (JABBA) n'est pas structuré par âge et estimait une  $B_0$  plus faible et une taille du stock plus élevée, par rapport à  $B_0$ , nécessaire pour atteindre la Production Maximale Équilibrée (PME). Le modèle structuré par âge (Stock Synthesis) suggère une  $B_0$  plus élevée et produit la PME à un plus haut niveau d'épuisement (c.-à-d.  $B_{PME}$  est inférieure à 25% de  $B_0$ ). Le Groupe a convenu que ce résultat est normal compte tenu du fait que JABBA est un modèle de production excédentaire qui n'inclut pas la dynamique du cycle vital spécifique à l'âge. Stock Synthesis est un modèle structuré par âge qui inclut des fonctions du cycle vital spécifiques à l'âge. Le cycle vital du listao donne à penser à un stock très productif avec une maturité complète à l'âge 1.

Compte tenu de la similitude des résultats des modèles JABBA et Stock Synthesis et des avantages que présentent les configurations du modèle structuré par âge (par ex. inclusion de fonctions du cycle vital spécifiques à l'âge, facilitant la MSE pluri-espèces, capacité à étudier les impacts de la sélectivité/allocation des flottilles variable dans le temps), le Groupe a décidé d'utiliser uniquement les résultats du modèle Stock Synthesis dans l'élaboration de l'avis de gestion d'après la grille d'incertitude utilisée pour quantifier les principales sources d'incertitude scientifique. Neuf scénarios de Stock Synthesis ont été inclus dans la grille, étudiant l'incertitude quant aux paramètres de croissance donnant lieu à la croissance/mortalité naturelle (M) et à la productivité du stock (pente,  $h=0,7, 0,8$  et  $0,9$ ).

| Parameter             | Value 1 | Value 2 | Value 3 | Value 4 | Value 5 | Value 6 | Value 7 | Value 8 | Value 9 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Steepness             | 0.7     | 0.7     | 0.7     | 0.8     | 0.8     | 0.8     | 0.9     | 0.9     | 0.9     |
| Growth param quantile | 0.25    | 0.5     | 0.75    | 0.25    | 0.5     | 0.75    | 0.25    | 0.5     | 0.75    |

Les schémas annuels de la médiane de la SSB, du recrutement, de  $SSB/SSB_{PME}$  et de  $F/F_{PME}$  étaient similaires pour les neuf modèles même si l'ampleur absolue des estimations variait fortement (**figure 42**). L'état du stock actuel dépendait de la mortalité naturelle et de la pente postulées. Les trois scénarios du modèle ayant la M la plus faible (au 75<sup>ème</sup> centile de la distribution des paramètres de croissance) indiquaient le plus fort épuisement (SSB proche ou en-deçà de  $SSB_{PME}$ ), mais aucun des modèles examinés ne semblaient indiquer la récente présence de surpêche ( $F < F_{PME}$ ). Tous les modèles indiquaient que le recrutement du stock de l'Ouest est inférieur à la moyenne depuis 2015 environ.

L'incertitude dans l'état du stock actuel a été quantifiée à l'aide de l'approche Monte-Carlo multivariée-lognormale (MVLN) avec 20.000 itérations (Walter et Winker, 2019) pour chaque cas de la grille d'incertitude (**figure 43** et **tableau 21**). Le Groupe s'est demandé si le nombre d'axes de la grille d'incertitude est suffisant pour estimer la distribution des probabilités de l'état du stock. Une inspection visuelle de la « forme en banane » du graphique de Kobe ainsi que les projections déterministes reflétaient la corrélation attendue entre la biomasse relative et la mortalité par pêche relative (cf. section 5.2).

Le graphique de Kobe en résultant indique que le stock est probablement en bonne santé (quadrant vert ; probabilité de 81,1%) et que le stock n'est pas surexploité ( $SSB/SSB_{PME} = 1,38$ ) ni ne fait l'objet de surpêche ( $F/F_{PME} = 0,48$ ). Il existe une légère, mais pas insignifiante, probabilité que le stock soit surexploité (quadrant jaune ; 13,4%) ou soit surexploité et fasse l'objet de surpêche (quadrant rouge ; 5,5%). Les trois modèles ayant la M par âge la plus faible (Qnt75) postulée étaient les moins optimistes en ce qui concerne l'état du stock et produisaient des estimations de la médiane de SSB en-deçà du niveau qui permet d'atteindre la PME ( $SSB/SSB_{PME}$  allant de 0,78-0,90). Les modèles ayant la M la plus faible produisaient des estimations de SSB au-delà de  $SSB_{PME}$  ( $SSB/SSB_{PME}$  allant de 1,25-2,25). Aucun modèle n'indiquait que la médiane de F en 2020 se situait au-delà de  $F_{PME}$  (la médiane de  $F/F_{PME}$  allait de 0,22-0,81 de  $F_{PME}$ ). L'estimation moyenne globale de la PME produite d'après la grille d'incertitude était de 35.277 t. Les estimations individuelles du modèle oscillaient entre 28.444 t et 46.340 t.

## 5. Projections de la matrice de Kobe pour les stocks de listao

### 5.1 Stock de l'Est

Le Groupe a convenu d'achever les résultats de l'évaluation du stock pour le stock de listao de l'Est et a également convenu de discuter des paramètres des projections à la réunion intersessions informelle de juillet (cf. section 8 du programme de travail), si les résultats de l'évaluation du stock sont jugés adaptés pour les projections. Les projections et les matrices de stratégie de Kobe 2 en résultant seront examinées à la réunion du Groupe d'espèces de septembre et pourront servir de base à l'avis de gestion. Afin de faciliter les exercices des projections intersessions à l'avance, le Groupe a convenu du postulat d'établir les captures de 2021 et 2022 à 217.199 t, qui est la capture déclarée en 2020, même si la capture des senneurs pourrait avoir diminué notamment en 2022 en raison d'un plus faible nombre de navires en activité.

### 5.2 Stock de l'Ouest

Le Groupe a recommandé d'élaborer l'avis de gestion final d'après la distribution des projections des neuf scénarios de Stock Synthesis (combinaison de  $h$  (0,6, 0,7 ou 0,8) et de Qnt (25, 50 ou 75)) de la grille d'incertitude. Le Groupe a convenu de réaliser ces projections en utilisant les spécifications suivantes.

- Intervalle des projections : le Groupe a convenu de développer les projections pour la période 2021-2040 et d'élaborer les recommandations de gestion en se fondant sur les résultats des projections pour la période 2021-2032.
- Aux fins des projections, les captures de 2021 et 2022 sont établies à 18.859 t (la capture déclarée en 2020) même si le Groupe a été informé d'une récente réduction de l'effort de pêche des principales pêcheries de listao de l'Ouest (BB Brésil).
- Scénarios de captures : projection à une  $F_{PME}$  constante, projections de captures constantes à 0 t, et de 16.000 t à 40.000 t par intervalles de 2.000 t. Des projections additionnelles de captures constantes de 33.000 t et 35.000 t devraient être réalisées afin de disposer d'intervalles à une échelle plus fine à des niveaux proches de (mais sans dépasser) la PME.
- Recrutement : basé sur la relation stock-recrutement estimée sans écarts du recrutement.
- Sélectivité et contribution relative des flottilles aux captures : Les sélectivités estimées ces dernières années (2018-2020) dans le modèle ont été utilisées pour les projections. Les proportions de la capture de chaque flottille ont été calculées en utilisant la moyenne des trois dernières années (2018-2020) et utilisées pour les projections (**tableau 22**).
- Les projections ont été réalisées à l'aide de l'approche Monte-Carlo multivariée-lognormale (MVLN) décrite dans Walter et Winker (2019) avec 10.000 itérations.

Au cours de la réunion, les résultats préliminaires des projections utilisant 200.000 itérations de MVLN ont été présentés au Groupe (SCRS/P/2022/031), et il a été convenu que l'équipe d'évaluation soumettrait les résultats finaux à la réunion intersessions informelle de juillet et qu'un document SCRS serait présenté à la réunion du Groupe d'espèces du SCRS de septembre.

Les projections de la biomasse du stock reproducteur et de la mortalité par pêche ont été calculées par rapport aux points de référence  $SSB_{PME}$  et  $F_{PME}$  pour chacun des neuf scénarios de la grille d'incertitude de Stock Synthesis pour le stock de listao de l'Ouest (**figure 44** pour la SSB). La moyenne des neuf scénarios a ensuite été calculée pour chaque année de projection (**figure 45**).

Faisant suite aux postulats élaborés pour les captures de 2021 et 2022 et à la réduction progressive des captures après 2017, la  $SSB/SSB_{PME}$  augmente et la  $F/F_{PME}$  diminue dans la période 2021-2022. À partir de 2023, des captures de 30.000 t ou plus entraînent un déclin de la biomasse du stock reproducteur. Dans cette projection, la médiane de  $SSB/SSB_{PME}$  demeure au-dessus de 1,0 dans la gamme des scénarios de captures envisagés d'ici 2032. Cependant, le Groupe a répété que l'incertitude des projections augmente considérablement au fil du temps et que les projections à long terme (par ex. +5 ans) sont très incertaines.

Le Groupe a constaté des trajectoires inattendues de  $SSB/SSB_{PME}$ , ce qui pourrait être le même cas pour les projections du thon obèse et de l'albacore. Stock Synthesis a renvoyé des valeurs improbables de  $F/F_{PME}$  ou de  $SSB/SSB_{PME}$  qui consistaient, dans certains cas, en des taux de mortalité par pêche extrêmement élevés avec de très faibles niveaux de la biomasse. Afin d'éviter ce comportement indésirable des projections, un plafond supérieur de 9 pour  $F/F_{PME}$  et un plafond inférieur de 0,1 pour  $SSB/SSB_{PME}$  pourraient être utilisés pour éviter un effondrement complet du stock lors des scénarios des projections.

Une matrice de stratégie de Kobe 2 provisoire a également été étudiée. Le Groupe a discuté de la possibilité d'utiliser des intervalles de captures à une échelle plus fine pour les projections. Le SCRS fournit parfois des projections avec des intervalles de captures à échelle fine pour mieux aider la Commission dans ses délibérations sur l'adoption des TAC. Toutefois, le Groupe a fait part de ses préoccupations quant à l'utilisation d'intervalles de TAC à une échelle plus fine, étant donné que cela accroîtrait considérablement la charge de travail des modélisateurs et qu'il serait difficile pour le Groupe d'étudier les nouveaux résultats dans le peu de temps disponible. Le Groupe a suggéré que le SCRS fournisse à la Commission une méthodologie simple pour l'interpolation des résultats entre les scénarios de captures disponibles. Finalement, le Groupe a également demandé aux modélisateurs de réaliser les projections avec le niveau de PME (35.277 t en moyenne dans neuf scénarios, **tableau 21**) qui est plus proche des 35.000 t. Cela sera mis à la disposition du Groupe pendant la période intersessions.

Il existait peu de probabilités dans les projections que  $SSB$  chute en-deçà de 10% de la  $SSB_{PME}$ , ce qui correspond à 1,8 – 2,8 % de la biomasse vierge pour les neuf scénarios de la grille. Le Groupe a demandé que les probabilités que  $SSB$  chute en-deçà de 20% de la  $SSB_{PME}$  soient également fournies.

## 6. Recommandations

### 6.1 Gestion

#### 6.1.1 Stock de l'Est

Le Groupe a convenu que les recommandations de gestion pour le stock de l'Est seront développées en se fondant sur les résultats qui seront présentés à la réunion intersessions prévue.

#### 6.1.2 Stock de l'Ouest

Le Groupe signale que les captures récentes se sont situées au-dessous des captures précédentes et en dessous de la PME et que ce déclin est essentiellement attribuable à la réduction des captures des flottilles brésiliennes. Le Groupe a noté que les résultats de l'évaluation du stock indiquaient de plus faibles recrutements à la fin de la série temporelle qui pourraient s'expliquer en partie par les niveaux de captures plus faibles.

En dépit des récents niveaux de captures plus faibles, le Groupe a indiqué que le stock de listao de l'Ouest a une haute probabilité de se situer dans le quadrant vert du graphique de Kobe (n'est pas surexploité et ne fait pas l'objet de surpêche).

Le Groupe note que les résultats préliminaires des projections indiquent que les récents niveaux de captures sont durables et devraient augmenter la taille du stock si le recrutement se situe aux niveaux prévus par la relation stock-recrutement. Le Groupe recommande que les captures ne dépassent pas la PME.

### 6.2 Recherche et statistiques, incluant les recommandations ayant des implications financières

Ces recommandations se rajoutent à celles incluses dans Anon. (2022).

- L'incertitude entourant la validation des âges reste une importante défaillance de données pour le listao. Les évaluations du stock ont utilisé trois scénarios de croissance pour tenir compte de ce manque d'informations, affectant également les estimations de la mortalité naturelle. Afin de réduire cette incertitude, le Groupe a recommandé de produire une collecte d'âges de référence validée et une clef d'âge standardisée à des fins de valeurs d'entrée dans l'évaluation du stock. Notant que l'analyse approfondie des échantillons de tailles de l'AOTTP pourrait contribuer à l'évaluation des paramètres de croissance les plus appropriés, il est nécessaire de mieux comprendre la situation actuelle de la détermination de l'âge du listao. La poursuite du renforcement des capacités en matière de techniques de laboratoires pour l'âge et la croissance, qui a débuté dans le cadre de l'AOTTP, pourrait aussi permettre de combler cette défaillance de données, notant que la réponse à ce besoin pourrait avoir des implications financières.
- Dans l'évaluation du stock de listao de 2014 (Anon., 2015), l'indice des canneurs des îles Canaries avait été utilisé dans le cadre du cas de référence. Le Groupe recommande donc d'actualiser et de standardiser cet indice pour son utilisation future dans les évaluations du stock.
- Compte tenu des difficultés inhérentes à l'évaluation du stock de listao de l'Est pour générer une grille visant à fournir l'état du stock et l'avis de gestion, le Groupe recommande que les activités de l'AOTTP financées par la Commission tiennent compte de l'analyse des données de l'AOTTP afin de renseigner les évaluations du stock de listao (par ex. taux d'exploitation, taux de déplacement et de mélange, etc.).
- À la réunion de préparation des données de 2022 (Anon., 2022), le Groupe a recommandé d'étudier la migration potentielle du listao entre les délimitations des stocks. Des projets de recherche visant à mieux comprendre la structure du stock de listao pourraient être menés en analysant les marques de listao retournées à l'AOTTP ou en déployant davantage de marques conventionnelles dans les zones où les détails des déplacements restent inconnus (par ex. du Venezuela vers l'Équateur et les migrations vers le nord du stock de l'ouest). Les déplacements à une échelle fine et les migrations verticales du listao pourraient être évalués à l'aide des marques électroniques apposées sur de grands spécimens, ce qui pourrait permettre de clarifier s'il existe des déplacements entre les délimitations des stocks.
- Les résultats de certains scénarios du modèle d'évaluation ont mis en évidence des problèmes potentiels dans la pente de la courbe stock-recrutement. Bien que des valeurs similaires (0,7-0,9) soient utilisées dans d'autres océans pour le listao, le Groupe recommande de mener des recherches sur les facteurs pouvant influencer la pente.
- Le Groupe a discuté du fait que la structure et les caractéristiques des flottilles utilisées dans l'évaluation du stock correspondent à celles utilisées dans d'autres évaluations des stocks de thonidés tropicaux. Toutefois, la pêcherie de senneurs ciblant le listao a une variabilité supplémentaire en raison des changements des zones pêchées et des méthodes opérationnelles au cours de ces dernières années. Le Groupe recommande d'évaluer plus avant les changements survenant dans les pêcheries de senneurs ciblant le listao et d'étudier la façon d'intégrer ces changements dans les futures évaluations du stock.
- L'évaluation du stock n'est actuellement pas révisée de façon indépendante. Par conséquent, le Groupe recommande une révision indépendante de la future évaluation du stock de listao.
- Le Groupe a noté l'expansion de la flottille de senneurs de thons tropicaux de l'Est vers le Nord et l'Ouest et a discuté des raisons potentielles de l'expansion des zones de pêche à la senne qui pourraient inclure/combiner les facteurs suivants : (1) un changement de l'échelle spatiale des données de Tâche 2 (de 1°x1° en 5°x5°), (2) l'utilisation accrue de FOB et les changements connexes des pratiques de pêche [ses conséquences en termes de comportement des pêcheurs] [partage d'informations entre les navires] (3) des changements d'accès aux zones de pêche avec les différentes configurations du moratoire aux FOB et des accords de pêche et (4) une augmentation de la taille du stock ou un changement de la répartition spatiale du stock de listao de l'Est (par rapport à l'utilisation de DCPd

et/ou par rapport à d'autres facteurs tels que le changement climatique). Le Groupe recommande donc d'étudier ces hypothèses dans un proche avenir.

- Le Groupe recommande la poursuite des recherches sur le listao de l'Ouest et sa relation et réponse aux changements des conditions climatiques et/ou océanographiques.

## 7. Réponses à la Commission

Le Groupe a examiné les demandes de la Commission qui n'ont pas été traitées ou qui n'ont pas été entièrement traitées par le SCRS en 2021 (ICCAT, 2021). L'intention était d'examiner les demandes et les réponses fournies jusqu'à présent et de discuter de la manière dont les questions restantes seront traitées d'ici la réunion du SCRS en septembre :

*21.1 Rejets dans les pêcheries de senneurs, Rec. 17-01, paragraphe 4. Le Groupe a noté que cette question pouvait être abordée en utilisant les informations des observateurs. Toutefois, il a été noté que le Secrétariat de l'ICCAT disposait déjà de cette information et que le SCRS pourrait l'utiliser pour informer la Commission.*

Le Secrétariat fournira un résumé des informations disponibles à la prochaine réunion. Le Secrétariat a informé le Groupe qu'il envisage de résumer les données des observateurs pour les thonidés tropicaux capturés à la senne soumises par le biais du formulaire statistique **ST09-DomObPrg** et ces informations seront présentées au Groupe lors de la réunion du Groupe d'espèces en septembre. Le Groupe a convenu de préparer une réponse à la Commission basée sur les informations qui seront soumises par le Secrétariat.

*21.4 Interdiction de la pêche sous DCP, Rec. 21-01, paragraphe 28 Le Groupe a été informé que l'analyse proposée par le SCRS en 2021 est en cours et que les résultats seront présentés au Groupe en septembre 2022. Il a été suggéré d'incorporer 2021 dans l'analyse si les données sont disponibles à temps. L'idée est de disposer d'une matrice de projection pour évaluer l'impact des moratoires de la pêche sous DCP.*

Le Groupe a noté qu'afin d'évaluer l'efficacité des fermetures historiques, des indicateurs appropriés de la mortalité par pêche pour les spécimens d'un an pour les principales flottilles de surface pourraient être évalués sur la base des récents résultats de l'évaluation des stocks de thon obèse et d'albacore.

Le Groupe a noté que, pour cette analyse, les données historiques sur les calées sous FOB/DCP sont requises et que la déclaration de ces informations est obligatoire en vertu de la Rec. 21-01. Le Groupe a demandé au SCRS d'indiquer les CPC qui ont transmis, d'ici le 31 juillet 2022, les données historiques sur les calées sous FOB/DCP requises en vertu du paragraphe 31 de la Rec. 21-01.

Le Groupe a noté que cette analyse pourrait chercher à déterminer toute potentielle production de listao perdue en raison de la fermeture de la pêche sous DCP.

*21.8 Il est demandé au SCRS d'améliorer le processus de MSE conformément à la feuille de route du SCRS et de continuer à tester des procédures de gestion potentielles. Rec. 21-01, paragraphe 62 Il a été noté que la feuille de route sera discutée lors de la réunion du sous-groupe technique sur le MSE des thonidés tropicaux (19-20 mai 2022).*

Le Groupe a discuté du fait que le développement de modèles de référence adéquats pour les deux stocks de listao est une étape importante pour l'avancement de la MSE pour les thonidés tropicaux. Les travaux sur la MSE pour le listao de l'Ouest pourraient progresser en tenant compte des résultats de l'évaluation du stock actuelle. L'équipe de la MSE a déjà réalisé le conditionnement préliminaire des OM pour le stock de l'Ouest et ne doute pas que les résultats de l'évaluation du stock seront bel et bien intégrés dans le conditionnement des OM qui sera discuté en septembre.

Dans le cas du stock de l'Est, le Groupe a discuté du fait que la MSE pourrait utiliser un modèle d'évaluation dans un état différent sans avoir besoin de définir l'état du stock et de l'utiliser dans ce cadre. Il a été indiqué qu'il

pourrait être nécessaire de développer un ensemble d'OM plus vaste que ce qui avait été initialement pensé afin d'inclure des hypothèses additionnelles discutées lors de la réunion. À titre d'exemple, des changements potentiels de la productivité qui pourraient avoir résulté de l'expansion spatiale de la pêcherie de listao de l'Est et/ou de l'utilisation des DCP. Une autre hypothèse à inclure est l'impact des différents scénarios du changement climatique sur le recrutement du stock, par exemple. Le Groupe a été informé que l'équipe de la MSE a déjà discuté de cette dernière question.

En général, le Groupe a convenu que les OM devraient inclure un grand nombre de scénarios mais que tous les scénarios devraient être des scénarios plausibles.

Le Groupe a indiqué que la plus haute priorité pour l'équipe de la MSE devrait être de définir des OM additionnels intégrant certaines des conclusions de l'évaluation actuelle plutôt que de développer des CMP.

*21.9 Efficacité des fermetures totales de la pêche telles que proposées dans le PA1\_505A/2019, Rec. 21-01, paragraphe 66a Le Groupe a noté qu'un outil permettant d'évaluer l'impact de la fermeture avait été présenté par le passé (Herrera et al, 2020) mais que le SCRS ne pouvait pas donner suite à cette question. Toutefois, cette question est liée au paragraphe 28 de la Rec. 21-01 et sera au moins partiellement traitée dans la réponse à la demande.*

Le Groupe a convenu que les résultats de l'évaluation du stock actuelle ne changent pas la perception de l'analyse conduite par Herrera *et al.* 2020. Il a été indiqué que les calculs de la proportion du recrutement par trimestre représentent de nouvelles informations qui pourraient affecter la définition des fermetures, par exemple, la fermeture du trimestre 1 pourrait réduire la mortalité des recrues. Cependant, il est encore nécessaire de développer un modèle d'évaluation stable pour le listao de l'Est en vue de tester cette hypothèse. Il a été précisé que les travaux précédents réalisés par Herrera *et al.* (2020) utilisaient les captures mensuelles, ce qui pourrait refléter la dynamique du recrutement du stock de l'Est. Le Groupe a également indiqué que la fermeture était un outil de gestion alternatif à la gestion à travers le contrôle des captures.

*21.11 Le SCRS et le Secrétariat devront élaborer des termes de référence pour effectuer une évaluation des mécanismes de suivi, de contrôle et de surveillance en place dans les CPC de l'ICCAT. Rec. 21-01, paragraphe 66c. Aucune action n'a été convenue par le Groupe.*

Le Groupe et le Secrétariat ont discuté de la meilleure approche pour faire avancer ces travaux. L'évaluation des programmes de collecte et de traitement des données relève de la compétence du SCRS. Le Groupe s'est toutefois demandé si cette tâche pourrait être réalisée par le Sous-comité des Statistiques. Il a été généralement convenu que le SCRS devrait se concentrer sur la partie du suivi de cette tâche.

Le Groupe a discuté du fait que les Termes de référence (TdR) devraient non seulement porter sur la collecte et le traitement des données de captures mais également sur les données d'effort de pêche, y compris les changements de la capacité de pêche. En d'autres termes, les TdR doivent être élaborés afin d'inclure l'évaluation de la collecte et du traitement des données de la Tâche 1 et de la Tâche 2.

Le Groupe s'est également demandé si les TdR devraient être élaborés pour réaliser l'analyse pour toutes les CPC ou seulement pour les principales CPC contribuant à la capture totale. Par exemple, le Groupe a convenu qu'une approche pourrait consister à la conduite de l'analyse des flottilles capturant 90% de l'ensemble des thonidés tropicaux dans l'Atlantique Est. Néanmoins, le Groupe a également reconnu la nécessité d'inclure d'autres engins dans l'analyse (par ex. palangre, canne) plutôt que de se concentrer exclusivement sur la senne. Il a été convenu qu'en plus du volume de captures, l'importance des informations soumises par les différentes flottilles pour les évaluations du stock devrait aussi être prise en considération et que l'identification des défaillances de données susceptible de réduire l'incertitude des résultats de l'évaluation du stock est une autre étape importante.

*Requête de la Commission manquante (paragraphe 66 b) dans la Rec. 21-01. En 2021, le SCRS a fourni un tableau présentant l'évolution annuelle uniquement des senners à grande échelle opérant dans la zone relevant de l'ICCAT. L'information était incomplète et devrait être actualisée en incluant également la capacité et le nombre*

*d'autres composants de la flotte (par exemple, navires de soutien, canneurs, palangriers). Le Groupe a souligné l'importance de fournir ces informations d'ici septembre 2022 et a demandé aux scientifiques nationaux de collaborer à cette tâche.*

Le Groupe a reconnu qu'aucune actualisation des estimations de la capacité de pêche n'avait été réalisée ces dernières années. L'ISSF a informé le Groupe qu'il pouvait actualiser ces travaux pour les grands senneurs. Le Groupe et le Secrétariat ont demandé si les informations soumises par les CPC par le biais du formulaire statistique ST01-T1FC (caractéristiques des flottilles) pourraient être utilisées afin de mettre à jour les estimations de la capacité de pêche. Toutefois, le formulaire ST01-T1FC n'inclut les informations sur les navires individuels que pour les navires > 20 m LHT. Les informations sur les navires < 20 m LHT sont déclarées sous forme résumée. Une autre limite du formulaire ST01 est le manque d'informations sur le volume de pêche réalisé par chaque navire. Le Secrétariat a informé le Groupe qu'il pouvait réaliser une analyse de la capacité de pêche en utilisant le formulaire ST01-T1FC en tenant compte des restrictions discutées par le Groupe.

## 8. Autres questions

En raison du temps limité, le Groupe n'a pas été en mesure d'achever toutes les tâches prévues pour la réunion. Par conséquent, le Groupe a discuté et convenu d'un programme de travail pour la période intersessions entre cette réunion et la réunion du Groupe d'espèces de septembre. Les éléments convenus sont les suivants :

- Poursuivre les travaux d'amélioration des modèles d'évaluation SS3 et JABBA pour le stock de listao de l'Est en tenant compte des suggestions d'amélioration suivantes. Ajouter un axe d'incertitude représentant les indices d'abondance relative utilisés (2 niveaux : i Canary BB + PS Vast et ii Canary BB + bouée échosondeur) à la grille d'incertitude.
  - SS3
    - o Pondération alternative des données de composition par tailles
    - o Inclusion des données de marquage de l'AOTTP aux fins de l'estimation de la survie (nécessitera l'analyse et la préparation des jeux de données de marquage avant le 15 juin)
    - o Analyser la tendance et la période temporelle des écarts du recrutement
    - o Analyser l'introduction de la composition par tailles avec des intervalles de 1 cm
    - o Analyser le démarrage du modèle à une période différente, par exemple en même temps que l'indice Canary BB 1990
  - JABBA
    - o Vecteurs de M alternatifs mis à l'échelle dans de nouveaux scénarios issus de SS3
    - o Analyse de sensibilité concernant les écarts de l'erreur de processus
    - o Fonctions de production et indices d'abondance alternatifs
- Organiser un webinaire informel du Groupe d'espèces sur les thonidés tropicaux le 15 juillet 2022 (11h00 – 16h30 CET) ouvert à tous les participants de la réunion actuelle.
  - Achever la projection pour le listao de l'Ouest et confirmer les résultats adoptés dans le rapport de la réunion d'évaluation du stock.
  - Présenter et discuter de nouveaux scénarios pour SS3 et JABBA pour le listao de l'Est
  - Décider si ces scénarios sont pertinents pour convenir d'un cas de référence et d'une grille d'incertitude pour le listao de l'Est. Le cas échéant, développer un graphique de Kobe
  - Si possible, développer des projections et une matrice de Kobe pour le listao de l'Est
- À partir du 15 juillet jusqu'à la réunion du Groupe d'espèces
  - Préparer les projets du résumé exécutif pour le listao
  - Préparer le projet de réponses à la Commission
  - Préparer un/des document(s) du SCRS décrivant les travaux intersessions réalisés sur les évaluations du listao de l'Est pour présentation à la réunion du Groupe d'espèces.

**9. Adoption du rapport et clôture**

Le rapport a été adopté en partie à la réunion d'évaluation du stock (sections 3, 4 et 8) et en partie par correspondance (sections 1, 2, 5, 6, 7 et 9).

## Références

- Abascal F.J, Gaertner D., Báez J.C, Kaplan D., Pascual P., Ortiz de Urbina J. 2022. An alternative index of abundance for Atlantic skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) based on catch ratio and abundance of a reference species. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 79(1): 247-260.
- Akia, S., Guery, L., Grande, M., Kaplan, D., Pascual, P., Ramos, M.L., Uranga, J., Abascal, F., Santiago, J., Gorka, M., Gaertner, D. 2022. European purse seiners CPUE standardization of eastern Atlantic skipjack caught under non-owned DFADS using the VAST methodology. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 79(1): 210-221.
- Anhøj, J., Olesen, A.V. 2014. Run charts revisited: A simulation study of run chart rules for detection of non-random variation in health care processes. PLoS One 9, 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113825>
- Anonymous. 2015. Report of the 2014 ICCAT East and West Atlantic Skipjack Stock Assessment Meeting. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71(1): 1-172.
- Anonymous. 2022. Report of the Skipjack Data Preparatory Meeting. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 79(1): 1-110.
- L.G. Cardoso, B. Mourato, R. Sant'Ana, G. Silva, J.P. Castello, C. Monteiro-Neto, M. Rodrigues da Costa, R. de Almeida Tubino. 2022. What can the size data tell us about the western Atlantic skipjack tuna stock? Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 79 (1): 239-246
- Carvalho, F., Punt, A.E., Chang, Y.J., Maunder, M.N., Piner, K.R., 2017. Can diagnostic tests help identify model misspecification in integrated stock assessments? Fish. Res. 192, 28-40.
- Carvalho, F., Winker, H., Courtney, D., Kapur, M., Kell, L., Cardinale, M., Schirripa, M., Kitakado, T., Yemane, D., Piner, K. R., Maunder, M. N., Taylor, I., Wetzell, C. R., Doering, K., Johnson, K. F., Methot, R. D. 2021. A cookbook for using model diagnostics in integrated stock assessments. Fisheries Research, 240: 105959.
- Evans R.H., McLain D.R., Bauer R.A. 1981, Atlantic Skipjack Tuna: Influences of mean environmental conditions on their vulnerability to surface fishing gear. Mar. Fish. Rev. 43, 1-11.
- Francis, R. I. C. C. 2011. Data weighting in statistical fisheries stock assessment models. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 68:1124-1138.
- Gartner, D. 2015. Indirect estimates of natural mortality rates for Atlantic skipjack (*Katsuwonus pelamis*), using life history parameters. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71(1): 189-204.
- Gelman, A., Rubin, D.B. 1992. Inference from Iterative Simulation Using Multiple Sequences. Stat. Sci. 7, 457-472. <https://doi.org/10.2307/2246093>.
- Geweke, J. 1992. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments., in: Berger, J.O., Bernardo, J.M., Dawid, A.P., Smith, A.F.M. (Eds.), Bayesian Statistics 4: Proceedings of the Fourth Valencia International Meeting. Clarendon Press, Oxford, pp. 169-193.
- Herrera M., Sharma R., Calay S., Coelho R., Die D., Melvin G., Ortiz M., Restrepo V., Neves dos Santos, M. 2020. Progress report of the group evaluating the decision support tool presented in Sharma & Herrera (2019) and proposal for further review and discussion by the SCRS. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 77(8): 18-25 (2020)
- Heidelberger, P., Welch, P.D. 1992. Simulation run length control in the presence of an initial transient. Oper. Res. 31, 1109-1144. <https://doi.org/10.1287/opre.31.6.1109>.

- Hurtado-Ferro, F., Szuwalski, C.S., Valero, J.L., Anderson, S.C., Cunningham, C.J., Johnson, K.F., Licandeo, R., McGilliard, C.R., Monnahan, C.C., Muradian, M.L., Ono, K., Vert-Pre, K.A., Whitten, A.R., Punt, A.E. 2014. Looking in the rear-view mirror: Bias and retrospective patterns in integrated, age-structured stock assessment models, in: ICES Journal of Marine Science. pp. 99–110. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu198>.
- Hyndman and Koehler, 2006. Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting* 22(4), 679-688.
- ICCAT. 2021. Report for Biennial Period, 2020-21, Part I, Vol. 2
- Kell, L. T., Kimoto, A. and Kitakado, T. 2016. Evaluation of the prediction skill of stock assessment using hindcasting. *Fisheries Research*, 183:119–127.
- Methot, R. D. and Taylor, I.G. 2011. Adjusting for bias due to variability of estimated recruitments in fishery assessment models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 68: 1744–1760.
- Ortiz, M., Kimoto, A. 2022. Review and preliminary analyses of size samples of East and West Atlantic skipjack tuna stocks (*Katsuwonus pelamis*). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 79 (1): 176-209
- Plummer, M., 2003. JAGS: A Program for Analysis of Bayesian Graphical Models using Gibbs Sampling, 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing (DSC 2003); Vienna, Austria.
- Plummer, M., Nicky Best, Cowles, K., Vines, K., 2006. CODA: Convergence Diagnosis and Output Analysis for MCMC. *R News* 6, 7–11.
- Su and Yajima, 2012. R2jags-a package for running jags from R. <https://cran.r-project.org/web/packages/R2jags/index.html>.
- Walter J., and Winker H. 2019. Projections to create Kobe 2 strategy matrix using the multivariate log-normal approximation for Atlantic yellowfin tuna. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 76 (6): 725-739.
- Winker, H., Mourato, B., Chang, Y. 2019. Unifying parametrizations between age-structured and surplus production models: an application to Atlantic white marlin (*Kajika albida*) with simulation testing. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 76 (4): 219-234.

## TABLEAUX

**Tableau 1.** Prises de la tâche 1 (t) par année et identification de la flottille pour l'unité de stock de listao de l'Est 1950 - 2020.

**Tableau 2.** Prises de la tâche 1 (t) par année et identification de la flottille pour l'unité de stock de listao de l'Ouest 1952 - 2020.

**Tableau 3.** Fusion des séries de captures de "faux poisson" de listao (ombrées en jaune).

**Tableau 4.** Matrice de CAS (capture par taille) estimée pour le listao de l'Est (stock Est) en milliers de poissons capturés, par année et classes de taille de 2 cm.

**Tableau 5.** Matrice de CAS (capture par taille) estimée pour le listao de l'Ouest (stock Ouest) en milliers de poissons capturés, par année et classes de taille de 2 cm.

**Tableau 6.** Structure de la flottille pour le stock de listao de l'Atlantique Est.

**Tableau 7.** Structure de la flottille pour le stock de listao de l'Atlantique Ouest.

**Tableau 8.** Liste des décisions prises concernant les hypothèses sur le cycle vital pour les modèles d'évaluation du stock de listao de 2014 et 2022.

**Tableau 9.** Indices d'abondance du listao de l'Est disponibles pour l'évaluation du stock de 2022.

**Tableau 10.** Indices d'abondance du listao de l'Ouest disponibles pour l'évaluation du stock de 2022.

**Tableau 11.** Séries de CPUE nominales et standardisées (modèle mixte delta lognormal) (t/opération de pêche) pour la flottille de canneurs vénézuéliens (1987-2020) estimées à partir des carnets de pêche. UCI : Intervalle de confiance supérieur, LCI : Intervalle de confiance inférieur, CV : Coefficient de variation, SD : Écart-type.

**Tableau 12.** La grille d'incertitude pour les modèles d'évaluation du listao Ouest et Est, basée sur les hypothèses de i) la steepness (3 niveaux), et ii) la croissance/mortalité naturelle à l'âge (quantiles correspondants de 0,25, 0,5 et 0,75 du modèle de croissance du listao estimé lors de la réunion de préparation des données et vecteurs équivalents de M à l'âge (SCRS/2022/093)).

**Tableau 13.** Mortalité naturelle par âge échelonnée dans le cadre de SS3 en utilisant la fonction Lorenzen appliquée à la matrice d'incertitude proposée pendant la réunion de préparation des données et présentée dans le SCRS/2022/093.

**Tableau 14.** Résumé des scénarios de la grille d'incertitude pour le listao de l'Atlantique Est.  $B_{PME}/K$  sont des paramètres d'entrée dérivés du modèle ASEM en tant que priors.

**Tableau 15.** Résumé des scénarios d'analyse de sensibilité pour le listao de l'Atlantique Est.

**Tableau 16.** Résumé des scénarios de la grille d'incertitude pour le listao de l'Atlantique Ouest.  $B_{PME}/K$  sont des paramètres d'entrée dérivés du modèle ASEM en tant que priors.

**Tableau 17.** Résumé des scénarios d'analyse de sensibilité pour le listao de l'Atlantique Ouest JABBA.

**Tableau 18.** Résumé des quantiles postérieurs présentés sous la forme de médianes postérieures marginales et d'intervalles de crédibilité à 95% associés aux paramètres des modèles bayésiens de production excédentaire état-espace pour le listao de l'Atlantique Est.

**Tableau 19.** Une liste des paramètres du modèle pour le cas de référence du W-SKJ du modèle Stock Synthesis. Aucun prior n'a été utilisé dans ce modèle, et aucun paramètre n'a été estimé aux limites.

**Tableau 20.** Résumé des quantiles postérieurs présentés sous la forme de médianes postérieures marginales et des intervalles de crédibilité à 95% associés aux paramètres pour les modèles bayésiens de production excédentaire état-espace pour le listao de l'Atlantique Ouest (scénario de la grille d'incertitude).

**Tableau 21.** Estimations de la PME, de  $F_{PME}$ , de la SSB vierge, de la  $SSB_{PME}$ , de la  $SSB_{PME}$  à 10% et de la  $SSB_{PME}$  à 20% pour les neuf scénarios de la grille déterministe pour le stock W-SKJ.

**Tableau 22.** Scénarios de capture constante par flottille utilisés pour les projections du stock de listao de l'Ouest.

## FIGURES

**Figure 1.** Poids moyens pondérés du listao de l'Est (kg) obtenus à partir des estimations de la CAS globale.

**Figure 2.** Poids moyens pondérés du listao de l'Ouest (kg) obtenus à partir des estimations de la CAS globale. La valeur élevée du poids moyen dans les autres engins (oth) en 2020 peut être due à une erreur/incohérence dans les informations disponibles sur les tailles associées.

**Figure 3.** Captures totales de SKJ (t) dans des carrés de 5x5 degrés (source : CATDIS), par engin principal et décennie (1970-2020). La dernière décennie ne contient qu'une année.

**Figure 4.** Distribution spatiale (carrés de 5x5 degrés) de la médiane de la capture (t) de SKJ depuis 2000, groupée par 5 années. Les nuances de couleur indiquent le log10 de la médiane de la capture globale. Estimations basées sur la base de données SKJ CATDIS.

**Figure 5.** Prise annuelle totale de SKJ (log 10 t) par carrés de 1x1 degré de 2015 à 2020, sur la base des données T2CE déclarées par les CPC. Les nuances plus foncées indiquent des captures importantes.

**Figure 6.** Nombre de carrés de 1x1 degré qui ont signalé des captures de thonidés tropicaux (SKJ, YFT, BET) par année à partir de la base de données T2CE de l'ICCAT. Notez que la période 1990-2009 peut être incomplète car les flottilles avec des captures déclarées (tâche 1 NC) n'avaient pas toutes déclaré la CE de la tâche 2 dans la résolution spatio-temporelle indiquée.

**Figure 7.** Estimation de la zone effective occupée (en unités de  $\text{km}^2$ ) nécessaire pour contenir une population compte tenu de sa densité de population moyenne ( $\text{kg km}^{-2}$ ) du listao de l'Atlantique Est capturé par le senneur européen pour des opérations de pêche effectuées sur des DCP dérivants n'appartenant pas au navire. Le graphique montre l'estimation (cercle) et l'intervalle de confiance ( $\pm 1$  se) par année et par trimestre (axe des x), du T1-2010 au T4-2019 (SCRS/2022/028).

**Figure 8.** Effort de pêche déclaré (heures de pêche) pour les flottilles PS de thonidés tropicaux (tâche 2 CE) par mode de pêche sur objets flottants (FOB/DCP) et bancs libres (FSC) 2005 - 2020.

**Figure 9.** Tendances annuelles de la capture totale d'E-SKJ (NC de la tâche 1) par rapport à la capture de SKJ à la senne (PS) déclarée dans la CE de la tâche 2. La ligne pointillée indique les valeurs annuelles en pourcentage sur l'axe y de droite.

**Figure 10.** CPUE (t/opération de pêche) nominale échelonnée (carrés bleus) et standardisée (ligne et cercles rouges) du listao capturé par la pêcherie vénézuélienne de canneurs. Les lignes en pointillés représentent les intervalles de confiance de 95% pour la CPUE standardisée.

**Figure 11.** Série temporelle des CPUE observées (cercle) avec des intervalles de confiance de 95% (barres d'erreur) et prédites (ligne continue) du listao de l'Atlantique Est pour le modèle bayésien de production excédentaire état-espace JABBA pour chaque scénario ajusté. Les zones ombrées en rose foncé montrent les intervalles de crédibilité de 95% de la CPUE moyenne attendue et les zones ombrées en bleu clair indiquent les intervalles de distribution a posteriori prédictive de 95%.

**Figure 12.** Tests de sortie pour évaluer quantitativement le caractère aléatoire de la série temporelle des valeurs résiduelles de CPUE pour chaque scénario ajusté pour le listao de l'Atlantique Ouest. Les panneaux verts n'indiquent aucune preuve de l'absence de caractère aléatoire des valeurs résiduelles des séries temporelles ( $p > 0,05$ ), tandis que les panneaux rouges indiquent le contraire. La zone ombrée intérieure montre trois erreurs standard par rapport à la moyenne générale et les cercles rouges identifient une année spécifique dont les valeurs résiduelles sont supérieures à cette valeur seuil (règle des  $3\sigma$ ).

**Figure 13.** Graphiques de diagnostic des valeurs résiduelles de JABBA pour des jeux alternatifs d'indices de CPUE examinés pour chaque scénario ajusté pour le listao de l'Atlantique Est. Les lignes noires solides indiquent un lissage de loess pour toutes les valeurs résiduelles.

**Figure 14.** Distributions a priori et a posteriori de divers paramètres de modèle et de gestion pour le modèle de production excédentaire bayésien état-espace ajusté pour le listao de l'Atlantique Est. PPRM : Ratio de la distribution a posteriori/a priori des médianes ; PPRV : Ratio de la distribution a posteriori/a priori des variances.

**Figure 15.** Sortie du modèle JABBA pour E-SKJ. Tendances des écarts d'erreur de processus des analyses rétrospectives lorsque l'on supprime jusqu'à 5 ans de données d'entrée terminales.

**Figure 16.** Résultats de la validation croisée (HCxval) de la simulation rétrospective pour les deux scénarios S05 pour le listao de l'Atlantique Est, montrant les prévisions à un an d'avance des valeurs de CPUE (2011-2019), réalisée avec huit scénarios du modèle de simulation rétrospective par rapport à la CPUE attendue. Les observations de la CPUE, utilisées pour la validation croisée, sont mises en évidence par des cercles pleins codés par couleur avec un intervalle de confiance de 95% associé, ombré en gris clair. L'année de référence du modèle se réfère aux points finaux de chaque prévision à un an d'avance et à l'observation correspondante (c'est-à-dire l'année de l'élimination + 1).

**Figure 17.** Analyse de sensibilité réalisée pour les scénarios S05 montrant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à  $B_{PME}$  ( $B/B_{PME}$ ) et de la mortalité par pêche par rapport à  $F_{PME}$  ( $F/F_{PME}$ ) (panneaux centraux) et de la biomasse par rapport à  $K$  ( $B/K$ ) et la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour le listao de l'Atlantique Est.

**Figure 18.** Diagnostics d'ajustement pour le cas de référence du modèle MPB préliminairement proposé.

**Figure 19.** Analyse rétrospective pour le cas de référence du modèle MPB préliminairement proposé pour le SKJ-E.

**Figure 20.** Diagnostics présentés au Groupe, y compris la fonction de production.

**Figure 21.** Profil de vraisemblance du taux de croissance intrinsèque pour le cas de référence du MPB préliminairement proposé pour le SKJ-E.

**Figure 22.** Estimation de la biomasse et de la mortalité par pêche pour le cas de référence préliminairement proposé et les alternatives à partir de la sortie du MPB pour l'E-SKJ.

**Figure 23.** Résultats « jitter » pour le cas de référence.

**Figure 24.** Ajustements du modèle aux compositions par taille agrégées pour chaque flottille (panneaux de gauche) et pour l'indice (panneaux de droite) pour le cas de référence.

**Figure 25.** Écarts de recrutement pour le cas de référence du modèle Stock Synthesis pour le W-SKJ. [note pour le Secrétariat].

**Figure 26.** Diagramme conjoint des valeurs résiduelles pour les ajustements de l'indice (panneau de gauche) et de la composition par taille (panneau de droite) pour le cas de référence du modèle Stock Synthesis pour le W-SKJ.

**Figure 27.** Diagrammes rétrospectifs de la biomasse du stock reproducteur, pour le cas de référence du modèle Stock Synthesis pour le W-SKJ.

**Figure 28.** Diagrammes de simulation rétrospective de l'ajustement de l'indice pour le cas de référence du modèle Stock Synthesis pour le W-SKJ.

**Figure 29.** Diagrammes de simulation rétrospective de l'ajustement de la composition par taille dans le cas de référence du modèle Stock Synthesis pour le W-SKJ.

**Figure 30.** Estimations de la biomasse du stock reproducteur pour le cas de référence de Stock Synthesis du stock de listao de l'Ouest.

**Figure 31.** Trajectoires de la biomasse du stock reproducteur à travers la grille d'incertitude de Stock Synthesis du stock de listao de l'Ouest.

**Figure 32.** Trajectoires des recrues d'âge 0 à travers la grille d'incertitude de Stock Synthesis du stock de listao de l'Ouest.

**Figure 33.** Trajectoires de la  $SSB/SSB_{PME}$  à travers la grille d'incertitude de Stock Synthesis du stock de listao de l'Ouest.

**Figure 34.** Trajectoires  $F/F_{PME}$  à travers la grille d'incertitude de Stock Synthesis du stock de listao de l'Ouest.

**Figure 35.** Tendances de la biomasse par rapport à la  $B_{PME}$  ( $B/B_{PME}$ ) pour chaque scénario de la grille d'incertitude à partir des ajustements du modèle JABBA bayésien de production excédentaire état-espace pour le listao de l'Atlantique Ouest.

**Figure 36.** Tendances de la mortalité par pêche par rapport à la  $F_{PME}$  ( $F/F_{PME}$ ) pour chaque scénario de la grille d'incertitude à partir des ajustements du modèle JABBA bayésien de production excédentaire état-espace pour le listao de l'Atlantique Ouest.

**Figure 37.** Tendances de la biomasse par rapport à  $B_0$  ( $B/B_0$ ) pour chaque scénario de la grille d'incertitude à partir des ajustements du modèle JABBA bayésien de production excédentaire état-espace pour le listao de l'Atlantique Ouest.

**Figure 38.** Analyse de sensibilité réalisée pour le scénario S05 impliquant l'ajout progressif de chaque série de CPUE dans le modèle, illustrant les tendances de la biomasse et de la mortalité par pêche (panneaux supérieurs), de la biomasse par rapport à  $B_{PME}$  ( $B/B_{PME}$ ) et de la mortalité par pêche par rapport à la  $F_{PME}$  ( $F/F_{PME}$ ) (panneaux centraux), ainsi que de la biomasse par rapport à  $K$  ( $B/K$ ) et de la courbe de production excédentaire (panneaux inférieurs) pour le listao de l'Atlantique Ouest.

**Figure 39.** Tendances de la biomasse par rapport à la  $B_{PME}$  ( $B/B_{PME}$ ) pour le scénario du cas de référence du modèle (S05) où les indices ont été pondérés proportionnellement à la capture totale par flottille.

**Figure 40.** Tendances de la mortalité par pêche par rapport à la  $F_{PME}$  ( $F/F_{PME}$ ) pour le scénario du cas de référence du modèle (S05) où les indices ont été pondérés proportionnellement à la capture totale par flottille.

**Figure 41.** Estimations annuelles de la  $SSB$ , du recrutement, de la  $SSB/SSB_{PME}$  et de  $F/F_{PME}$  pour les deux modèles d'évaluation du stock considérés pour le stock de l'Atlantique Ouest (Stock Synthesis, JABBA).

**Figure 42.** Estimations annuelles de la médiane de la  $SSB$ , du recrutement, de la  $SSB/SSB_{PME}$  et de la  $F/F_{PME}$  à partir de neuf scénarios de la grille d'incertitude de Stock Synthesis, explorant l'incertitude de la mortalité naturelle ( $M$ ) et de la productivité du stock (steepness,  $h$ ).

**Figure 43.** Diagramme de Kobe illustrant l'état actuel du stock et l'incertitude associée quantifiée à l'aide de (10.000) itérations MVLN sur neuf scénarios de grille d'incertitude. Tous les scénarios de la grille ont utilisé Stock Synthesis et ont exploré l'incertitude dans la croissance/mortalité naturelle ( $M$ ) et la steepness ( $h$ ).

**Figure 44.** Trajectoires de  $SSB/SSB_{PME}$  sur neuf scénarios de la grille d'incertitude de Stock Synthesis dans le cadre de différents scénarios de capture constante pour le stock de listao de l'Ouest.

**Figure 45.** Trajectoires de  $SSB/SSB_{PME}$  (panneau supérieur) et  $F/F_{PME}$  (panneau inférieur) combinant neuf scénarios de la grille d'incertitude de Stock Synthesis dans le cadre de différents scénarios de capture constante pour le stock de listao de l'Ouest.

## **APPENDICES**

**Appendice 1.** Ordre du jour.

**Appendice 2.** Liste des participants.

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

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

RÉUNION D'ÉVALUATION DU STOCK DE LISTAO - EN LIGNE 2022

**Table 1.** Task 1 catch (t) by year and fleet ID for the skipjack east stock unit 1950 – 2020.

| Catch t | FleetID     | FleetName   |               |               |            |                |                |              |                 |          |            |
|---------|-------------|-------------|---------------|---------------|------------|----------------|----------------|--------------|-----------------|----------|------------|
|         | 1           | 2           | 3             | 4             | 5          | 6              | 7              | 8            | 9               | 10       |            |
| YearC   | PS EU 63-85 | PS EU 86-90 | PS EU FSC 91+ | PS EU FAD 91+ | PSBB Ghana | BB South Dakar | BB Dakar 62-80 | BB Dakar 81+ | BB North 25 lat | LL E-SKJ | Total      |
| 1950    |             |             |               |               |            |                |                |              | 704.00          |          | 704.00     |
| 1951    |             |             |               |               |            |                |                |              | 459.00          |          | 459.00     |
| 1952    |             |             |               |               |            |                |                |              | 581.00          |          | 581.00     |
| 1953    |             |             |               |               |            |                |                |              | 786.00          |          | 786.00     |
| 1954    |             |             |               |               |            |                |                |              | 720.00          |          | 720.00     |
| 1955    |             |             |               |               |            |                |                |              | 1,192.00        |          | 1,192.00   |
| 1956    |             |             |               |               | 1.00       | 149.00         |                |              | 1,002.00        |          | 1,152.00   |
| 1957    |             |             |               |               | 3.00       | 15.00          |                |              | 155.00          | 3.00     | 176.00     |
| 1958    |             |             |               |               |            | 58.00          |                |              | 400.00          |          | 458.00     |
| 1959    |             |             |               |               |            | 89.00          |                |              | 337.00          |          | 426.00     |
| 1960    |             |             |               |               |            | 529.00         |                |              | 619.00          | 23.00    | 1,171.00   |
| 1961    |             |             |               |               | 1.00       | 1,566.42       | 180.58         |              | 825.00          | 4.00     | 2,577.00   |
| 1962    |             |             |               |               | 8.00       | 4,436.27       | 852.73         |              | 3,975.00        |          | 9,272.00   |
| 1963    | 384.00      |             |               |               | 2.00       | 7,909.63       | 1,053.37       |              | 6,720.00        |          | 16,069.00  |
| 1964    | 1,346.00    |             |               |               | 520.00     | 4,816.75       | 702.25         |              | 6,345.00        | 19.00    | 13,749.00  |
| 1965    | 3,316.00    |             |               |               | 80.00      | 8,985.67       | 1,354.33       |              | 8,778.00        | 22.00    | 22,536.00  |
| 1966    | 6,148.00    |             |               |               |            | 8,762.71       | 1,655.29       |              | 4,444.00        | 32.00    | 21,042.00  |
| 1967    | 7,465.00    |             |               |               | 490.00     | 7,559.02       | 1,870.98       |              | 4,170.00        | 13.93    | 21,568.93  |
| 1968    | 20,978.00   |             |               |               | 3,186.00   | 15,113.26      | 3,671.74       |              | 2,747.00        | 34.85    | 45,730.85  |
| 1969    | 9,687.00    |             |               |               | 4,836.00   | 8,543.14       | 1,830.86       |              | 2,713.00        | 8.77     | 27,618.77  |
| 1970    | 18,226.00   |             |               |               | 12,004.00  | 10,060.13      | 3,789.87       |              | 3,918.00        | 11.61    | 48,009.61  |
| 1971    | 32,856.00   |             |               |               | 16,556.00  | 16,005.80      | 4,299.20       |              | 7,033.00        | 38.89    | 76,788.89  |
| 1972    | 38,012.60   |             |               |               | 12,435.00  | 13,625.19      | 3,907.81       |              | 7,794.00        | 51.54    | 75,826.14  |
| 1973    | 28,994.00   |             |               |               | 22,052.10  | 15,661.17      | 4,388.83       |              | 4,914.00        | 31.70    | 76,041.80  |
| 1974    | 54,444.00   |             |               |               | 21,266.00  | 25,329.88      | 5,592.48       |              | 7,270.65        | 107.74   | 114,010.74 |
| 1975    | 28,266.00   |             |               |               | 9,316.00   | 10,643.36      | 2,913.64       |              | 1,609.00        | 115.79   | 52,863.79  |
| 1976    | 31,339.00   |             |               |               | 7,742.00   | 20,980.67      | 2,952.33       |              | 2,675.00        | 23.05    | 65,712.05  |
| 1977    | 51,978.00   |             |               |               | 16,411.00  | 28,202.00      | 3,402.00       |              | 7,303.00        | 93.23    | 107,389.23 |
| 1978    | 53,805.00   |             |               |               | 10,503.00  | 28,965.00      | 5,586.00       |              | 4,937.00        | 25.07    | 103,821.08 |
| 1979    | 35,698.00   |             |               |               | 7,599.00   | 32,241.32      | 4,494.68       |              | 4,288.00        | 6.55     | 84,327.55  |
| 1980    | 53,842.00   |             |               |               | 11,556.00  | 24,628.27      | 4,889.93       |              | 3,881.00        | 6.84     | 98,804.04  |
| 1981    | 63,595.00   |             |               |               | 12,931.00  | 24,050.75      |                | 2,981.35     | 6,847.00        | 49.08    | 110,454.18 |
| 1982    | 72,406.31   |             |               |               | 21,244.00  | 16,534.49      |                | 5,562.51     | 8,117.00        | 16.31    | 123,880.62 |
| 1983    | 65,155.53   |             |               |               | 26,588.00  | 8,256.79       |                | 3,750.83     | 2,283.39        | 416.53   | 106,451.06 |
| 1984    | 61,271.80   |             |               |               | 25,599.07  | 1,242.13       |                | 4,806.87     | 5,905.00        | 22.00    | 98,846.87  |
| 1985    | 46,449.41   |             |               |               | 21,116.00  | 304.40         |                | 5,218.60     | 8,064.00        | 6.00     | 81,158.41  |
| 1986    |             | 57,503.78   |               |               | 22,815.00  | 61.64          |                | 2,774.36     | 7,936.00        | 19.00    | 91,109.78  |
| 1987    |             | 54,497.13   |               |               | 24,723.00  | 80.00          |                | 4,042.00     | 11,779.00       | 6.00     | 95,127.13  |
| 1988    |             | 71,173.53   |               |               | 27,476.00  | 85.78          |                | 4,455.22     | 17,335.00       | 4.00     | 120,529.53 |
| 1989    |             | 52,537.27   |               |               | 23,705.00  | 305.39         |                | 5,588.61     | 12,876.00       | 9.00     | 95,021.27  |
| 1990    |             | 80,842.19   |               |               | 24,661.00  | 377.56         |                | 5,073.81     | 7,982.33        |          | 118,936.89 |
| 1991    |             |             | 55,219.08     | 93,296.94     | 26,321.30  | 99.34          |                | 3,333.45     | 13,758.08       | 5.00     | 192,033.13 |
| 1992    |             |             | 27,798.21     | 77,284.45     | 19,793.00  | 120.61         |                | 2,623.71     | 14,540.00       | 3.03     | 142,163.02 |
| 1993    |             |             | 53,069.66     | 91,197.59     | 20,590.00  | 105.40         |                | 3,550.58     | 8,437.00        | 2.00     | 176,952.23 |
| 1994    |             |             | 44,431.75     | 78,880.46     | 21,572.20  | 622.67         |                | 3,656.22     | 12,282.00       | 10.21    | 161,455.52 |
| 1995    |             |             | 32,710.93     | 86,007.54     | 18,919.00  | 866.34         |                | 4,348.37     | 10,129.00       | 3.10     | 152,984.29 |
| 1996    |             |             | 14,444.89     | 74,778.26     | 24,529.00  | 543.06         |                | 2,540.08     | 12,748.00       | 7.03     | 129,590.32 |
| 1997    |             |             | 28,524.91     | 45,173.21     | 26,516.72  | 725.81         |                | 5,961.84     | 10,279.00       | 47.40    | 117,228.89 |
| 1998    |             |             | 34,126.02     | 32,663.05     | 44,544.09  | 432.13         |                | 10,514.67    | 9,960.00        | 85.30    | 132,325.27 |
| 1999    |             |             | 43,020.46     | 43,720.74     | 54,377.76  | 136.97         |                | 7,723.53     | 5,919.00        | 41.62    | 154,940.08 |
| 2000    |             |             | 22,989.62     | 53,553.46     | 38,858.21  | 252.74         |                | 8,187.15     | 2,404.10        | 48.25    | 126,293.53 |
| 2001    |             |             | 15,778.05     | 45,607.41     | 58,238.02  | 485.42         |                | 8,096.44     | 3,650.67        | 52.80    | 131,908.80 |
| 2002    |             |             | 11,628.56     | 33,047.87     | 43,141.02  | 187.61         |                | 9,234.38     | 3,290.19        | 55.60    | 100,585.22 |
| 2003    |             |             | 30,469.34     | 47,008.39     | 36,137.85  | 508.16         |                | 10,309.81    | 5,692.69        | 66.05    | 130,192.29 |
| 2004    |             |             | 26,943.42     | 57,781.36     | 48,876.95  | 620.37         |                | 9,185.38     | 10,551.60       | 46.57    | 154,005.66 |
| 2005    |             |             | 12,506.68     | 52,175.87     | 56,671.25  | 780.96         |                | 14,206.89    | 7,569.18        | 71.48    | 143,982.32 |
| 2006    |             |             | 8,082.77      | 42,330.93     | 37,118.31  | 348.47         |                | 9,835.25     | 14,006.78       | 200.93   | 111,923.44 |
| 2007    |             |             | 5,506.37      | 53,924.47     | 38,806.43  | 168.97         |                | 11,849.73    | 9,561.60        | 405.33   | 120,222.89 |
| 2008    |             |             | 11,783.03     | 50,672.59     | 42,448.14  | 88.76          |                | 8,647.69     | 9,278.60        | 171.95   | 123,090.75 |
| 2009    |             |             | 8,456.51      | 64,892.54     | 49,049.08  | 110.31         |                | 12,766.14    | 2,496.28        | 58.16    | 137,829.02 |
| 2010    |             |             | 13,330.05     | 75,163.32     | 50,590.93  | 83.87          |                | 10,474.93    | 14,340.59       | 41.68    | 164,025.38 |
| 2011    |             |             | 14,915.00     | 100,017.33    | 49,694.50  | 454.11         |                | 16,649.08    | 5,335.06        | 29.40    | 187,094.48 |
| 2012    |             |             | 21,880.96     | 107,605.77    | 61,055.35  | 35.43          |                | 17,956.16    | 10,107.89       | 21.36    | 218,662.92 |
| 2013    |             |             | 19,300.83     | 129,947.92    | 55,401.21  | 11.68          |                | 12,167.72    | 7,226.49        | 17.70    | 224,073.55 |
| 2014    |             |             | 12,829.71     | 124,679.87    | 52,358.65  | 26.45          |                | 9,515.89     | 6,053.30        | 39.02    | 205,502.90 |
| 2015    |             |             | 18,989.94     | 126,298.01    | 64,648.92  | 66.74          |                | 8,644.32     | 2,766.29        | 10.13    | 221,424.34 |
| 2016    |             |             | 14,202.80     | 150,988.58    | 57,447.11  | 576.78         |                | 11,463.34    | 3,541.13        | 479.21   | 238,698.94 |
| 2017    |             |             | 17,081.20     | 146,694.67    | 62,679.66  | 486.78         |                | 10,740.92    | 5,107.63        | 418.58   | 243,209.44 |
| 2018    |             |             | 25,611.69     | 162,624.52    | 74,578.78  | 246.37         |                | 10,958.53    | 11,141.28       | 8.74     | 285,169.91 |
| 2019    |             |             | 11,773.91     | 162,426.90    | 69,110.54  | 228.22         |                | 10,744.03    | 5,054.91        | 210.73   | 259,549.25 |
| 2020    |             |             | 32,879.08     | 111,517.09    | 64,640.00  | 120.49         |                | 5,278.78     | 3,428.69        | 10.07    | 217,874.19 |

**Table 2.** Task 1 catch (t) by year and fleet ID for the skipjack west stock unit 1952 – 2020.

| Catch t | FleetID   | FleetName |         |          |          |           |
|---------|-----------|-----------|---------|----------|----------|-----------|
|         | 1         | 2         | 3       | 4        | 5        |           |
| YearC   | PS West   | BB West   | LL USMX | LL OTH   | HL RR    | Total     |
| 1952    |           | 1,229.00  |         |          |          | 1,229.00  |
| 1953    |           | 1,281.00  |         |          |          | 1,281.00  |
| 1954    |           | 1,370.00  |         |          |          | 1,370.00  |
| 1955    |           | 1,396.00  |         |          |          | 1,396.00  |
| 1956    |           | 1,503.00  |         |          |          | 1,503.00  |
| 1957    |           | 1,955.00  |         |          |          | 1,955.00  |
| 1958    |           | 1,650.00  |         |          |          | 1,650.00  |
| 1959    |           | 1,830.00  |         |          |          | 1,830.00  |
| 1960    |           | 3,263.00  |         |          |          | 3,263.00  |
| 1961    |           | 3,295.00  |         |          |          | 3,295.00  |
| 1962    | 463.00    | 1,549.00  |         |          |          | 2,012.00  |
| 1963    | 2,995.00  | 968.00    |         |          |          | 3,963.00  |
| 1964    | 3,980.00  | 1,071.00  |         |          |          | 5,051.00  |
| 1965    | 64.00     | 1,481.00  |         |          |          | 1,545.00  |
| 1966    | 40.00     | 1,651.00  |         | 100.00   |          | 1,791.00  |
| 1967    | 32.00     | 2,655.00  |         | 103.07   |          | 2,790.07  |
| 1968    | 135.00    | 2,407.00  |         | 102.15   |          | 2,644.15  |
| 1969    | 102.00    | 1,655.00  |         | 101.23   |          | 1,858.23  |
| 1970    |           | 2,200.00  |         | 277.39   |          | 2,477.39  |
| 1971    |           | 1,700.00  | 16.90   | 273.21   |          | 1,990.11  |
| 1972    | 245.00    | 1,400.00  | 16.18   | 279.28   |          | 1,940.46  |
| 1973    | 29.00     | 1,921.00  | 42.00   | 575.30   |          | 2,567.30  |
| 1974    | 28.00     | 2,972.00  | 41.71   | 389.55   |          | 3,431.26  |
| 1975    | 196.00    | 2,836.00  | 91.49   | 258.72   | 2.00     | 3,384.21  |
| 1976    | 700.00    | 2,883.00  | 13.38   | 177.57   |          | 3,773.95  |
| 1977    | 334.00    | 2,588.00  | 7.77    | 141.00   | 19.00    | 3,089.77  |
| 1978    | 1,722.00  | 2,464.00  | 26.24   | 209.69   | 63.00    | 4,484.93  |
| 1979    | 737.00    | 4,225.00  | 2.11    | 176.33   | 292.00   | 5,432.45  |
| 1980    | 2,887.00  | 9,351.00  | 3.22    | 149.95   | 1.10     | 12,392.26 |
| 1981    | 4,654.00  | 17,999.00 | 23.02   | 236.00   | 180.00   | 23,092.02 |
| 1982    | 9,705.00  | 22,402.00 | 11.79   | 386.00   | 22.00    | 32,526.79 |
| 1983    | 9,845.00  | 20,057.00 | 202.57  | 525.00   | 109.07   | 30,738.64 |
| 1984    | 10,924.93 | 16,810.00 | 49.00   | 743.00   | 36.00    | 28,562.93 |
| 1985    | 9,270.00  | 28,506.00 | 69.18   | 444.00   | 62.13    | 38,351.31 |
| 1986    | 4,954.00  | 25,885.00 | 18.18   | 897.00   | 143.06   | 31,897.24 |
| 1987    | 4,964.00  | 18,805.00 | 17.31   | 280.00   | 97.24    | 24,163.55 |
| 1988    | 2,315.01  | 21,146.00 | 12.00   | 212.00   | 51.31    | 23,736.32 |
| 1989    | 2,466.00  | 23,492.00 | 19.56   | 373.00   | 31.82    | 26,382.38 |
| 1990    | 3,241.00  | 22,350.00 | 27.42   | 416.00   | 75.87    | 26,110.29 |
| 1991    | 6,935.00  | 24,096.00 | 10.36   | 662.79   | 107.74   | 31,811.88 |
| 1992    | 7,389.00  | 21,112.00 | 11.23   | 459.30   | 63.03    | 29,034.56 |
| 1993    | 12,397.00 | 19,902.00 | 11.71   | 421.00   | 92.09    | 32,823.80 |
| 1994    | 5,712.00  | 22,855.00 | 8.57    | 1,296.00 | 77.52    | 29,949.09 |
| 1995    | 2,059.00  | 17,744.00 | 33.71   | 1,941.90 | 81.00    | 21,859.61 |
| 1996    | 3,349.00  | 23,741.00 | 11.31   | 374.79   | 85.50    | 27,561.60 |
| 1997    | 4,347.00  | 27,045.00 | 6.15    | 232.31   | 81.31    | 31,711.76 |
| 1998    | 3,826.00  | 24,727.00 | 18.80   | 411.71   | 103.53   | 29,087.04 |
| 1999    | 2,936.00  | 23,881.00 | 56.59   | 331.88   | 150.06   | 27,355.53 |
| 2000    | 3,063.35  | 25,641.00 | 22.28   | 424.50   | 42.28    | 29,193.41 |
| 2001    | 5,297.10  | 25,142.30 | 59.45   | 886.63   | 65.28    | 31,450.76 |
| 2002    | 2,116.05  | 18,736.88 | 318.01  | 344.09   | 84.49    | 21,599.52 |
| 2003    | 2,296.30  | 21,990.30 | 81.16   | 303.21   | 77.56    | 24,748.53 |
| 2004    | 2,769.12  | 24,081.60 | 179.40  | 329.53   | 101.84   | 27,461.48 |
| 2005    | 1,966.57  | 26,027.60 | 178.84  | 314.12   | 29.45    | 28,516.57 |
| 2006    | 2,045.01  | 23,766.12 | 256.36  | 324.22   | 60.81    | 26,452.51 |
| 2007    | 1,209.25  | 23,897.94 | 50.52   | 210.47   | 71.33    | 25,439.51 |
| 2008    | 901.28    | 20,701.94 | 40.66   | 303.70   | 65.57    | 22,013.16 |
| 2009    | 2,034.57  | 23,518.10 | 19.58   | 78.83    | 123.21   | 25,774.29 |
| 2010    | 1,943.16  | 22,803.47 | 851.88  | 210.34   | 97.78    | 25,906.62 |
| 2011    | 1,859.49  | 29,468.12 | 351.71  | 227.05   | 481.31   | 32,387.68 |
| 2012    | 1,582.03  | 30,692.80 | 49.87   | 167.45   | 342.58   | 32,834.73 |
| 2013    | 907.74    | 32,187.12 | 639.95  | 245.93   | 547.54   | 34,528.28 |
| 2014    | 1,081.25  | 24,813.95 | 433.61  | 287.75   | 551.52   | 27,168.09 |
| 2015    | 2,243.09  | 17,537.76 | 187.41  | 190.32   | 558.57   | 20,717.15 |
| 2016    | 1,912.29  | 16,810.42 | 788.61  | 203.45   | 1,347.31 | 21,062.09 |
| 2017    | 2,150.27  | 14,646.53 | 258.65  | 244.67   | 5,490.89 | 22,791.00 |
| 2018    | 1,226.30  | 14,926.46 | 290.31  | 209.61   | 4,618.91 | 21,271.59 |
| 2019    | 876.46    | 15,409.55 | 388.69  | 181.71   | 2,240.82 | 19,097.22 |
| 2020    | 1,008.94  | 14,593.47 | 174.36  | 61.39    | 2,344.38 | 18,182.56 |

**Table 3.** Merge of the “faux poisson” SKJ catch series (shaded in yellow).

| [1] T1NC as of 2022-05-23 (SKJ-SA) |             |                           |               |      |      |      |      |      |       |       |      |       |      |       |                             |
|------------------------------------|-------------|---------------------------|---------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-----------------------------|
| Stock                              | PartyStatus | FlagName                  | CatchTypeCode | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015  | 2016  | 2017 | 2018  | 2019 | 2020  | Remarks                     |
| ATE                                | CP          | Belize                    | LF            | 395  | 368  | 179  | 636  | 301  |       |       |      |       |      |       | not adopted                 |
|                                    |             | Cape Verde                | LF            | 726  | 411  | 230  | 428  | 1362 | 1485  | 1046  | 327  | 512   | 355  | 410   | adopted                     |
|                                    |             | Côte d'Ivoire             | LF            |      | 42   | 562  | 544  | 202  |       |       |      |       |      |       | not adopted                 |
|                                    |             | Curaçao                   | LF            | 415  | 441  | 545  | 520  | 351  |       |       |      |       |      |       | not adopted                 |
|                                    |             | EU-España                 | LF            | 1394 | 1842 | 983  | 998  | 1623 | 3028  | 3658  | 2788 | 1943  | 2396 | 1809  | adopted                     |
|                                    |             | EU-France                 | LF            | 743  | 1480 | 1646 | 463  | 440  | 1716  | 1920  | 893  | 2169  | 1616 | 1681  | adopted                     |
|                                    |             | Guatemala                 | LF            | 136  | 51   | 102  | 72   | 93   |       |       |      |       |      |       | not adopted                 |
|                                    |             | Guinée Rep                | LF            | 614  | 1778 | 2379 | 1670 | 2146 |       |       |      |       |      |       | not adopted                 |
|                                    |             | Panama                    | LF            | 354  | 609  | 284  | 962  | 400  |       |       |      |       |      |       | not adopted                 |
|                                    | NCO         | Mixed flags (EU tropical) | LF            | 3427 | 2372 |      |      |      | 4484  | 8603  | 4618 | 6499  | 5396 | 6710  | merged (not adopted series) |
| ATW                                | CP          | Cape Verde                | LF            |      |      |      |      |      | 2     | 2     |      | 9     |      | 9     | adopted                     |
|                                    |             | EU-España                 | LF            |      |      |      |      |      | 8     | 67    | 35   | 7     | 13   | 9     | adopted                     |
|                                    | NCO         | Mixed flags (EU tropical) | LF            |      |      |      |      |      | 58    | 37    | 21   | 29    | 6    | 17    | merged (not adopted series) |
| TOTAL                              |             |                           |               | 8205 | 9395 | 6909 | 6293 | 6918 | 10779 | 15334 | 8682 | 11169 | 9781 | 10645 |                             |

[2] T1NC as of 2022-02-25 (SKJ-DP)

| Stock | PartyStatus | FlagName                  | CatchTypeCode | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015  | 2016  | 2017 | 2018  | 2019 | 2020  | Remarks                     |
|-------|-------------|---------------------------|---------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-----------------------------|
| ATE   | CP          | Belize                    | LF            | 395  | 368  | 179  | 636  | 301  | 399   | 876   | 478  |       |      |       |                             |
|       |             | Cape Verde                | LF            | 726  | 411  | 230  | 428  | 1362 | 1485  | 1046  | 327  | 512   | 355  | 410   |                             |
|       |             | Côte d'Ivoire             | LF            |      | 42   | 562  | 544  | 202  |       |       |      |       |      |       |                             |
|       |             | Curaçao                   | LF            | 415  | 441  | 545  | 520  | 351  | 1644  | 2296  | 1128 | 1742  | 1249 | 1289  |                             |
|       |             | El Salvador               | LF            |      |      |      |      |      | 683   | 1920  | 765  | 1359  | 1286 | 1600  |                             |
|       |             | EU-España                 | LF            | 1394 | 1842 | 983  | 998  | 1623 | 3028  | 3658  | 2788 | 1943  | 2396 | 1809  |                             |
|       |             | EU-France                 | LF            | 743  | 1480 | 1646 | 463  | 440  | 1716  | 1920  | 893  | 2169  | 1616 | 1681  |                             |
|       |             | Guatemala                 | LF            | 136  | 51   | 102  | 72   | 93   | 735   | 663   | 500  | 713   | 575  | 655   |                             |
|       |             | Guinée Rep                | LF            | 614  | 1778 | 2379 | 1670 | 2146 |       |       |      |       |      |       |                             |
|       |             | Panama                    | LF            | 354  | 609  | 284  | 962  | 400  | 713   | 1279  | 525  | 647   |      | 826   | Group estimates (2015-2020) |
| ATW   | NCO         | Senegal                   | LF            |      |      |      |      |      | 309   | 1569  | 1223 | 2037  | 2285 | 2340  |                             |
|       |             | Mixed flags (EU tropical) | LF            | 3427 | 2372 |      |      |      |       |       |      |       |      |       |                             |
|       | CP          | Belize                    | LF            |      |      |      |      |      |       | 4     |      |       |      |       |                             |
|       |             | Cape Verde                | LF            |      |      |      |      |      | 2     | 2     |      | 9     |      | 9     |                             |
|       |             | Curaçao                   | LF            |      |      |      |      |      | 4     | 11    | 8    | 14    | 3    | 4     |                             |
|       |             | El Salvador               | LF            |      |      |      |      |      | 5     | 13    | 8    | 3     |      | 8     |                             |
|       |             | EU-España                 | LF            |      |      |      |      |      | 8     | 67    | 35   | 7     | 13   | 9     |                             |
|       |             | Guatemala                 | LF            |      |      |      |      |      |       | 1     | 5    | 5     | 4    | 1     |                             |
|       |             | Panama                    | LF            |      |      |      |      |      | 49    | 8     |      |       |      | 5     |                             |
|       |             | Senegal                   | LF            |      |      |      |      |      |       |       |      | 8     |      |       |                             |
| TOTAL |             |                           |               | 8205 | 9395 | 6909 | 6293 | 6918 | 10779 | 15334 | 8682 | 11169 | 9781 | 10645 |                             |

Difference (t) in TOTAL: [1]-[2]

00000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000

## RÉUNION D'ÉVALUATION DU STOCK DE LISTAO - EN LIGNE 2022

**Table 4.** CAS (catch-at-size) matrix estimated for SKJ-E (Eastern stock) in thousands of fish caught, by year and 2 cm size classes.

[illegible]

## RÉUNION D'ÉVALUATION DU STOCK DE LISTAO - EN LIGNE 2022

**Table 5.** CAS (catch-at-size) matrix estimated for SKJ-W (Western stock) in thousands of fish caught, by year and 2 cm size classes.

[illegible]

**Table 6.** Fleet structure for the East Atlantic Skipjack stock.

| Fleet | Fleet Name      | Description                        | Time Period | Gear    | Area               | Catch (Flagname or fleet code ICCAT)                                                                             | Size Fleet code                                                                     | Abundance indices                                                                                       |
|-------|-----------------|------------------------------------|-------------|---------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | PS EU 63-85     | Purse seine ETRO EU (Spain France) | 1963 - 1985 | PS      | East ATL           | CAN, CYM, CIV, CUB, EU(SPA, FRA, POR), JPN, MAR, PAN, SEN, ZAF, USSR                                             | EU (SPA,FRA,POR), FIS, NIE Etro, Maroc, CIV, PAN, SEN, ZAF, CAN, JPN)               |                                                                                                         |
| 2     | PS EU 86-90     | Purse seine ETRO EU (Spain France) | 1986 - 1990 | PS      | East ATL           | CUB, EU(SPA, FRA, POR), JPN, MAR, NOR, PAN, SEN, ZAF                                                             | EU (SPA,FRA,POR), FIS, NIE Etro, Maroc, CIV, PAN, SEN, JPN, VUN)                    |                                                                                                         |
| 3     | PS EU FSC 91+   | Purse seine ETRO Free-school (FSC) | 1991 - 2020 | PS-FSC  | East ATL           | ANG, BLZ, CPV, COG, CIV, CUB, CUW, SLV, EU(SPA, FRA, POR), GTM, GNQ, JPN, KOR, LIB, MAR, NEI, NOR, PAN, RUS, SEN | EU (SPA,FRA), FIS, NIE Etro, BLZ, MAR, CPV, CUW, SLV, GTM, PAN, SEN, RUS, SVT, VUN) | Catch Ratio 1990-2018 ONLY as Sensitivity Analysis                                                      |
| 4     | PS EU FAD 91+   | Purse seine ETRO FOB/FAD           | 1991 - 2020 | PS-FAD  | East ATL           | BLZ, CPV, CIV, CUB, CUW, SLV, EU(SPA, FRA), GMT, MAR, NEI, NOR, PAN, SEN, STV, VUT                               | EU (SPA,FRA), NIE Etro, BLZ, CPV, CUW, SLV, GTM, MAR, PAN, SEN, SVT)                | EchoSunder 2010-2020 as Whole ESKJ Population<br>PS FAD VAST 2010-2020 (yearly or <b>new quartely</b> ) |
| 5     | PSBB Ghana      | Ghana purse seine and baitboat     | All         | PS + BB | East ATL           | GHA<br>Add catch E-SJK PS VEN, USA<br><b>Add catch other gears</b>                                               | GHA                                                                                 |                                                                                                         |
| 6     | BB South Dakar  | Baitboat south Dakar               | All         | BB      | South of 10° N     | ANG, CPV, CUW, EU(SPA, FRA, POR), GAB, JPN, KOR, MAR, NAM, PAN, SEN, STV, UK-STH                                 | ANG, CPV, CUW, EU (SPA, FRA, POR), JPN, KOR, FIS, NAM, PAN, SEN, SVT, UK-STH, VEN   |                                                                                                         |
| 7     | BB Dakar 62-80  | Baitboat Dakar 62-80               | 1962 - 1980 | BB      | 10° N to 25 N° Lat | CPV, EU(SPA,FRA), SEN                                                                                            | EU FRA, FIS                                                                         | Dakar BB 1969- <b>(1980)</b>                                                                            |
| 8     | BB Dakar 81+    | Baitboat Dakar 81+                 | 1981 - 2020 | BB      | 10° N to 25 N° Lat | CPV, CUW, EU(SPA, FRA, POR), PAN, SEN, STV                                                                       | CPV, CUW, EU (SPA, FRA), PAN, SEN, STV, VEN                                         | Dakar BB <b>(1981)</b> -2012                                                                            |
| 9     | BB North 25 lat | Baitboat North 25                  | All         | BB      | North of 25 N° Lat | CPV, EU(SPA,FRA), MAR                                                                                            | CPV, EU (SPA, POR)                                                                  | Canary BB 1980-2013<br>Azores BB 1963-2013                                                              |
| 10    | LL fleets       | All longline fleets                | All         | LL      | East ATL           | JPN, CHN, CIV, EU-SPA, EU-POR,KOR, PAN, STV, CTP, MAR                                                            | JPN, CIV, CUB, CTP                                                                  |                                                                                                         |

**Table 7.** Fleet structure for the West Atlantic Skipjack stock.

| Fleet | Fleet Name  | Description                       | Time Period | Gear     | Area     | Catch (Flagname or fleet code ICCAT)                           | Size Fleet code         | CPUE available                                         |
|-------|-------------|-----------------------------------|-------------|----------|----------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1     | PS West Atl | Purse seine                       | All         | PS       | West ATL | VEN, USA                                                       | USA, VEN                | PS Venezuela: 1987-2020                                |
| 2     | BB West     | Baitboat                          | All         | BB       | West ATL | BRA, VEN, CUB, JPN, PAN,                                       | BRA, VEN, CUB, JPN, VEN | Brazil BB: 2000-2021<br>Historic Brazil BB: 1981 -1999 |
| 3     | LL USMXCA   | Longline USA, Mexico and Canada   | All         | LL       | West ATL | BRB, CAN, EU-SPA, EU-FRA, EU-POR, KOR, MEX, STV, USA, GRD, DMA | MEX                     | USA LL: 1993-2020                                      |
| 4     | LL JPNCTP   | Longline Japan and Chinese-Taipei | All         | LL       | West ATL | JPN, CTP<br><b>Add catch other gears</b>                       | JPN, CTP                | GOM larvae: sensitivity only                           |
| 5     | HL_RR       | Handline Brazil Rod & Reel USA    | All         | HL+RR+SP | West ATL | BRA, USA                                                       | BRA, USA                | Brazil HL: 2010- <b>2016</b>                           |

**Table 8.** List of decisions made regarding life history assumptions for the 2014 and 2022 skipjack stock assessment models.

|                                   | <b>2014</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>2022 (PROPOSAL)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   | <b>SAME ASSUMPTIONS E &amp; W</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>SAME ASSUMPTIONS E &amp; W</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                   | <i>surplus production models</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <i>surplus production models</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>SS</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Growth parameters</b>          | Paired values of $K$ , $L_{inf}$ , and $t_0$ were chosen from published von Bertalanffy growth curves <sup>1</sup> .<br>For each iteration, a set of von Bertalanffy parameters was randomly selected and the mean size-at-age was calculated.                                                                                          | Generate dummy age-length pairs based on selection of growth curves + some level of variability in size at age. Fit VB to resulting set of predicted values and extract median and percentiles to use as the 3 growth assumptions for the uncertainty grid. Compare results from using Atlantic-only models vs. all models. | Generate dummy age-length pairs based on selection of growth curves + some level of variability in size at age. Fit VB to resulting set of predicted values and extract median and percentiles to use as the 3 (fixed) growth assumptions for the uncertainty grid. Compare results from using Atlantic-only models vs. all models.<br><br>Specify CV based on upper limit of CI reaching the largest fish observed in the catch (~120cm) |
| <b>Natural mortality</b>          | Normal prior ( $\mu_i$ , 0.04) where $\mu_i$ is the mortality at age $i$ .<br>$L < 15$ cm: $12.01 \cdot \exp((-0.08 \cdot L) + (0.0005 \cdot L^2)) + 1.77$<br>$L \geq 15$ cm: $12.01 \cdot \exp((-0.08 \cdot L) + (0.0005 \cdot L^2))$<br><br>(Gaertner 2015 approach) and size at age is derived from the various growth models chosen | Use Lorenzen's model for a vector of $M$ at age and adjust the $M$ of age 6 to the expected .... For each of the growth models.                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Maximum age</b>                | 6 years                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Same as 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Length-weight relationship</b> | $W(\text{kg}) = 7.480 \times 10^{-6} \cdot FL(\text{cm})^{3.253}$ (Entire Atlantic)                                                                                                                                                                                                                                                     | Same as 2014                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

<sup>1</sup> Chu Vien Tinh, 2000; Tanabe et al., 2003; Chur and Zharov, 1983; Yao 1981 in Wild and Hampton, 1994; Uchiyama and Strushaker, 1981; Chi and Yang 1973 IN Wild and Hampton, 1994; Joseph and Calkins, 1969.

**Table 8 (Continued).** List of decisions made regarding life history assumptions for the 2014 and 2022 skipjack stock assessment models.

|                                     | 2014                                                                                                                                                                                                                                 | 2022 (PROPOSAL)                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | SAME ASSUMPTIONS E & W                                                                                                                                                                                                               | SAME ASSUMPTIONS E & W                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                      |
|                                     | <i>surplus production models</i>                                                                                                                                                                                                     | <i>surplus production models</i>                                                                                                                   | <i>SS</i>                                                                                                                                                                                            |
| <b>Maturity</b>                     | Size at 50% maturity = 42cm (approx. 9.5 months old) and fully mature at 55cm. A 3-line model, fixed at zero for ages 0 to 6 months, linear increasing at a rate of 0.125 (1/8) from 6 to 14 months, and fixed at one for 14+ months | Same as 2014                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Fecundity</b>                    |                                                                                                                                                                                                                                      | NA                                                                                                                                                 | Female SSB                                                                                                                                                                                           |
| <b>Spawner-Recruit relationship</b> | Beverton-Holt, steepness beta prior with mode of 0.9 <sup>2</sup>                                                                                                                                                                    | Fixed values of <i>h</i> : 0.7, 0.8, 0.9 based on 10 <sup>th</sup> , 50 <sup>th</sup> and 90 <sup>th</sup> percentile of Beta (18,4) distribution. | Fixed values of <i>h</i> : 0.7, 0.8, 0.9 based on 10 <sup>th</sup> , 50 <sup>th</sup> and 90 <sup>th</sup> percentile of Beta (18,4) distribution.<br>Sigma R: attempt estimation. If needed fix it. |

<sup>2</sup> This is based upon examination of the prior distribution for *h* used in the Western Pacific skipjack and yellowfin tuna assessments (Beta (18, 4) distribution) but allowing a greater density towards lower values of steepness

**Table 9.** Available E-SKJ abundance indices for the 2022 stock assessment.

| Name                   | EU Echosounder | Catch Ratio YFT/SKJ |
|------------------------|----------------|---------------------|
| SCRS Doc               | SCRS/2022/026  | SCRS/2022/031       |
| Use in 2022 Assessment | Yes            | only sensitivity    |
| Year                   | Quarter        | Scaled index SE     |
| 1990                   | 1              |                     |
| 1990                   | 2              | 0.314 0.347         |
| 1990                   | 3              | 0.229 0.358         |
| 1990                   | 4              | 0.404 0.344         |
| 1991                   | 1              | 0.552 0.298         |
| 1991                   | 2              | 0.713 0.344         |
| 1991                   | 3              | 0.155 0.327         |
| 1991                   | 4              | 0.193 0.301         |
| 1992                   | 1              | 0.408 0.301         |
| 1992                   | 2              | 0.248 0.314         |
| 1992                   | 3              | 0.040 0.331         |
| 1992                   | 4              | 0.073 0.321         |
| 1993                   | 1              | 0.195 0.300         |
| 1993                   | 2              | 0.148 0.305         |
| 1993                   | 3              | 0.077 0.344         |
| 1993                   | 4              | 0.133 0.303         |
| 1994                   | 1              | 0.134 0.319         |
| 1994                   | 2              | 0.182 0.305         |
| 1994                   | 3              | 0.040 0.321         |
| 1994                   | 4              | 0.055 0.294         |
| 1995                   | 1              | 0.131 0.297         |
| 1995                   | 2              | 0.112 0.297         |
| 1995                   | 3              | 0.090 0.331         |
| 1995                   | 4              | 0.107 0.284         |
| 1996                   | 1              | 0.143 0.296         |
| 1996                   | 2              | 0.090 0.308         |
| 1996                   | 3              | 0.059 0.312         |
| 1996                   | 4              | 0.142 0.293         |
| 1997                   | 1              | 0.266 0.294         |
| 1997                   | 2              | 0.092 0.311         |
| 1997                   | 3              | 0.072 0.343         |
| 1997                   | 4              | 0.115 0.345         |
| 1998                   | 1              | 0.446 0.564         |
| 1998                   | 2              | 0.109 0.540         |
| 1998                   | 3              | 0.413 0.487         |
| 1998                   | 4              | 0.118 0.447         |
| 1999                   | 1              | 1.039 0.486         |
| 1999                   | 2              | 0.388 0.399         |
| 1999                   | 3              | 0.241 0.378         |
| 1999                   | 4              | 0.225 0.583         |
| 2000                   | 1              | 0.436 0.377         |
| 2000                   | 2              | 0.280 0.353         |
| 2000                   | 3              | 0.213 0.411         |
| 2000                   | 4              | 0.322 0.331         |
| 2001                   | 1              | 0.469 0.363         |
| 2001                   | 2              | 0.181 0.385         |
| 2001                   | 3              | 0.493 0.377         |
| 2001                   | 4              | 0.399 0.396         |
| 2002                   | 1              | 0.940 0.368         |
| 2002                   | 2              | 0.421 0.358         |
| 2002                   | 3              | 0.230 0.371         |
| 2002                   | 4              | 0.402 0.350         |
| 2003                   | 1              | 0.507 0.354         |
| 2003                   | 2              | 0.589 0.359         |
| 2003                   | 3              | 0.299 0.371         |
| 2003                   | 4              | 0.468 0.387         |
| 2004                   | 1              | 0.398 0.369         |
| 2004                   | 2              | 0.251 0.342         |
| 2004                   | 3              | 0.452 0.372         |
| 2004                   | 4              | 0.528 0.339         |
| 2005                   | 1              | 0.279 0.368         |
| 2005                   | 2              | 0.423 0.371         |
| 2005                   | 3              | 0.329 0.320         |
| 2005                   | 4              | 0.484 0.328         |

| Name                   | EU Echosounder | Catch Ratio YFT/SKJ       |
|------------------------|----------------|---------------------------|
| SCRS Doc               | SCRS/2022/026  | SCRS/2022/031             |
| Use in 2022 Assessment | Yes            | only sensitivity          |
| Year                   | Quarter        | Scaled index SE           |
| 2006                   | 1              | 0.3865 0.3218             |
| 2006                   | 2              | 0.3617 0.3381             |
| 2006                   | 3              | 0.7208 0.3466             |
| 2006                   | 4              | 0.4665 0.315              |
| 2007                   | 1              | 0.6143 0.3697             |
| 2007                   | 2              | 0.3334 0.3408             |
| 2007                   | 3              | 0.5454 0.3532             |
| 2007                   | 4              | 0.5654 0.3285             |
| 2008                   | 1              | 0.4799 0.3289             |
| 2008                   | 2              | 0.2163 0.3728             |
| 2008                   | 3              | 0.2173 0.3643             |
| 2008                   | 4              | 0.2233 0.3594             |
| 2009                   | 1              | 0.2189 0.3751             |
| 2009                   | 2              | 0.2831 0.3754             |
| 2009                   | 3              | 0.4846 0.3342             |
| 2009                   | 4              | 0.6264 0.3314             |
| 2010                   | 1              | 1.624 0.249 0.5983 0.3523 |
| 2010                   | 2              | 1.377 0.208 0.4617 0.3462 |
| 2010                   | 3              | 1.033 0.161 0.337 0.3397  |
| 2010                   | 4              | 1.952 0.304 0.5075 0.3392 |
| 2011                   | 1              | 1.357 0.218 0.7778 0.4255 |
| 2011                   | 2              | 1.446 0.223 0.7168 0.3324 |
| 2011                   | 3              | 0.663 0.103 0.9154 0.3224 |
| 2011                   | 4              | 0.825 0.125 0.6885 0.3226 |
| 2012                   | 1              | 0.631 0.098 0.663 0.3504  |
| 2012                   | 2              | 1.082 0.167 0.8068 0.3616 |
| 2012                   | 3              | 0.561 0.087 0.7687 0.3688 |
| 2012                   | 4              | 0.517 0.078 0.3507 0.3908 |
| 2013                   | 1              | 0.669 0.1 0.7045 0.3743   |
| 2013                   | 2              | 0.737 0.103 0.6877 0.3791 |
| 2013                   | 3              | 0.57 0.072 0.7993 0.374   |
| 2013                   | 4              | 0.954 0.115 0.6679 0.3235 |
| 2014                   | 1              | 0.828 0.108 0.3253 0.4103 |
| 2014                   | 2              | 0.745 0.093 0.3799 0.3765 |
| 2014                   | 3              | 0.79 0.091 0.4798 0.3395  |
| 2014                   | 4              | 0.86 0.089 0.3794 0.3425  |
| 2015                   | 1              | 0.758 0.089 0.4911 0.4038 |
| 2015                   | 2              | 0.762 0.091 0.3392 0.3535 |
| 2015                   | 3              | 0.81 0.081 0.4627 0.3215  |
| 2015                   | 4              | 0.944 0.083 0.3772 0.3363 |
| 2016                   | 1              | 0.761 0.084 0.5161 0.4521 |
| 2016                   | 2              | 0.863 0.118 0.2837 0.3675 |
| 2016                   | 3              | 0.846 0.097 0.4267 0.3825 |
| 2016                   | 4              | 0.903 0.09 0.2724 0.3481  |
| 2017                   | 1              | 0.768 0.088 0.1954 0.4519 |
| 2017                   | 2              | 0.996 0.123 0.6455 0.4036 |
| 2017                   | 3              | 1.097 0.135 0.5454 0.3747 |
| 2017                   | 4              | 1.493 0.151 0.4403 0.3574 |
| 2018                   | 1              | 1.434 0.161 0.4936 0.3882 |
| 2018                   | 2              | 1.979 0.244 0.8801 0.4113 |
| 2018                   | 3              | 1.485 0.175 0.4466 0.4381 |
| 2018                   | 4              | 1.585 0.174 0.8618 0.3742 |
| 2019                   | 1              | 1.749 0.232               |
| 2019                   | 2              | 1.524 0.202               |
| 2019                   | 3              | 1.418 0.196               |
| 2019                   | 4              | 1.577 0.2                 |
| 2020                   | 1              | 1.341 0.196               |
| 2020                   | 2              | 1.838 0.235               |
| 2020                   | 3              | 1.122 0.148               |
| 2020                   | 4              | 1.471 0.185               |

Table 9. Continued.

| Name                   | EU PS VAST    |       | W-Med RR      |       | Azores BB       |       | Canary BB       |       | Dakar BB        |       |
|------------------------|---------------|-------|---------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| SCRS Doc               | SCRS/2022/028 |       | SCRS/2019/169 |       | Assessment 2014 |       | Assessment 2014 |       | Assessment 2014 |       |
| Use in 2022 Assessment | Yes           |       | No            |       | Continuity runs |       | Continuity runs |       | Continuity runs |       |
| Year                   | Scaled index  | SE    | Scaled index  | SE    | index           | SE    | index           | SE    | index           | SE    |
| 1960                   |               |       |               |       |                 |       |                 |       |                 |       |
| 1961                   |               |       |               |       |                 |       |                 |       |                 |       |
| 1962                   |               |       |               |       |                 |       |                 |       |                 |       |
| 1963                   |               |       |               |       | 0.135           | 0.391 |                 |       |                 |       |
| 1964                   |               |       |               |       | 0.983           | 1.342 |                 |       |                 |       |
| 1965                   |               |       |               |       | 0.321           | 0.544 |                 |       |                 |       |
| 1966                   |               |       |               |       | 1.436           | 1.215 |                 |       |                 |       |
| 1967                   |               |       |               |       | 0.215           | 0.403 |                 |       |                 |       |
| 1968                   |               |       |               |       | 0.553           | 1.079 |                 |       |                 |       |
| 1969                   |               |       |               |       | 0.051           | 0.133 |                 |       | 0.743           | 0.595 |
| 1970                   |               |       |               |       | 0.007           | 0.021 |                 |       | 0.788           | 1.039 |
| 1971                   |               |       |               |       | 1.171           | 1.728 |                 |       | 0.808           | 1.043 |
| 1972                   |               |       |               |       | 0.466           | 0.910 |                 |       | 0.792           | 1.043 |
| 1973                   |               |       |               |       | 0.091           | 0.205 |                 |       | 0.790           | 1.039 |
| 1974                   |               |       |               |       | 0.035           | 0.086 |                 |       | 0.831           | 1.039 |
| 1975                   |               |       |               |       | 0.010           | 0.030 |                 |       | 0.755           | 1.038 |
| 1976                   |               |       |               |       | 0.294           | 0.645 |                 |       | 0.792           | 1.040 |
| 1977                   |               |       |               |       | 1.612           | 1.306 |                 |       | 0.752           | 1.038 |
| 1978                   |               |       |               |       | 1.328           | 1.511 |                 |       | 0.930           | 1.099 |
| 1979                   |               |       |               |       | 0.733           | 1.048 |                 |       | 0.909           | 1.100 |
| 1980                   |               |       |               |       | 0.715           | 0.717 | 0.959           | 0.729 | 0.667           | 1.038 |
| 1981                   |               |       |               |       | 1.079           | 0.970 | 1.225           | 1.161 | 1.009           | 1.038 |
| 1982                   |               |       |               |       | 1.549           | 1.254 | 1.443           | 1.369 | 0.954           | 1.039 |
| 1983                   |               |       |               |       | 0.386           | 0.586 | 0.677           | 0.692 | 0.876           | 1.037 |
| 1984                   |               |       |               |       | 1.480           | 1.507 | 0.901           | 0.898 | 1.023           | 1.100 |
| 1985                   |               |       |               |       | 0.222           | 0.399 | 1.839           | 1.796 | 0.791           | 1.040 |
| 1986                   |               |       |               |       | 0.721           | 0.999 | 0.867           | 0.869 | 0.897           | 1.039 |
| 1987                   |               |       |               |       | 1.181           | 1.386 | 0.938           | 0.953 | 1.051           | 1.039 |
| 1988                   |               |       |               |       | 2.682           | 1.853 | 1.146           | 1.150 | 1.075           | 1.037 |
| 1989                   |               |       |               |       | 1.844           | 1.661 | 1.483           | 1.416 | 1.143           | 1.100 |
| 1990                   |               |       |               |       | 0.068           | 0.131 | 1.558           | 1.515 | 1.142           | 1.037 |
| 1991                   |               |       |               |       | 1.818           | 1.745 | 1.192           | 1.163 | 0.953           | 0.972 |
| 1992                   |               |       |               |       | 0.864           | 1.317 | 1.137           | 1.136 | 0.975           | 1.007 |
| 1993                   |               |       |               |       | 0.760           | 1.006 | 0.707           | 0.739 | 1.166           | 0.984 |
| 1994                   |               |       |               |       | 1.377           | 1.487 | 1.169           | 1.138 | 1.047           | 0.974 |
| 1995                   |               |       |               |       | 0.279           | 0.439 | 1.042           | 1.000 | 0.954           | 0.977 |
| 1996                   |               |       |               |       | 0.808           | 1.078 | 1.026           | 1.051 | 1.066           | 0.974 |
| 1997                   |               |       |               |       | 0.424           | 0.709 | 1.046           | 1.096 | 1.008           | 0.965 |
| 1998                   |               |       |               |       | 0.586           | 0.734 | 2.241           | 2.229 | 1.207           | 0.966 |
| 1999                   |               |       |               |       | 1.047           | 0.835 | 0.702           | 0.721 | 1.172           | 0.961 |
| 2000                   |               |       |               |       | 0.838           | 0.785 | 0.705           | 0.746 | 0.994           | 0.961 |
| 2001                   |               |       |               |       | 1.019           | 0.818 | 0.641           | 0.678 | 1.104           | 0.963 |
| 2002                   |               |       |               |       | 1.303           | 1.324 | 0.226           | 0.242 | 1.128           | 0.964 |
| 2003                   |               |       |               |       | 2.069           | 1.475 | 0.745           | 0.792 | 1.087           | 0.964 |
| 2004                   |               |       |               |       | 1.490           | 1.105 | 0.750           | 0.794 | 1.044           | 0.965 |
| 2005                   |               |       |               |       | 1.266           | 1.028 | 0.855           | 0.907 | 1.158           | 0.968 |
| 2006                   |               |       | 0.160         | 0.072 | 2.062           | 1.737 | 0.893           | 0.928 | 1.088           | 0.967 |
| 2007                   |               |       | 0.253         | 0.060 | 2.651           | 1.876 | 0.565           | 0.593 | 1.178           | 0.969 |
| 2008                   |               |       | 0.220         | 0.068 | 2.779           | 1.850 | 0.946           | 0.969 | 1.072           | 0.973 |
| 2009                   |               |       |               |       | 0.232           | 0.389 | 0.751           | 0.798 | 1.156           | 0.968 |
| 2010                   | 0.838         | 0.325 | 0.320         | 0.227 | 3.604           | 2.544 | 0.771           | 0.811 | 1.192           | 0.966 |
| 2011                   | 0.991         | 0.328 | 0.224         | 0.130 | 1.572           | 1.350 | 0.669           | 0.723 | 1.344           | 0.968 |
| 2012                   | 1.016         | 0.336 | 0.228         | 0.042 | 0.243           | 0.396 | 1.381           | 1.361 | 1.391           | 0.972 |
| 2013                   | 1.006         | 0.346 | 0.339         | 0.073 | 0.538           | 0.913 | 0.801           | 0.839 |                 |       |
| 2014                   | 0.987         | 0.353 | 0.443         | 0.043 |                 |       |                 |       |                 |       |
| 2015                   | 1.030         | 0.365 | 0.371         | 0.043 |                 |       |                 |       |                 |       |
| 2016                   | 1.208         | 0.371 | 0.248         | 0.030 |                 |       |                 |       |                 |       |
| 2017                   | 0.693         | 0.383 | 0.237         | 0.033 |                 |       |                 |       |                 |       |
| 2018                   | 0.747         | 0.392 | 0.209         | 0.032 |                 |       |                 |       |                 |       |
| 2019                   | 0.859         | 0.403 |               |       |                 |       |                 |       |                 |       |

**Table 10.** Available W-SKJ abundance indices for the 2022 stock assessment.

| Name                   | BRA BB                                               |       | BRA HL schools                                          |       | USA GOM          |       | USA LL observer |       | VEN PS        |       |
|------------------------|------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|---------------|-------|
| SCRS Doc               | SCRS/2022/029                                        |       | SCRS/2022/036                                           |       | SCRS/2022/040    |       | SCRS/2022/037   |       | SCRS/2022/039 |       |
| Use in 2022 Assessment | Yes + use early period of BRA BB 1981 1999 (2014 SA) |       | Yes for West up to 2016 only, re-estimate w/o 2017-2020 |       | only sensitivity |       | Yes             |       | Yes           |       |
| Year                   | Scaled index                                         | SE    | Scaled index                                            | SE    | Scaled index     | CV    | Scaled index    | CV    | Scaled index  | CV    |
| 1981                   |                                                      |       |                                                         |       |                  |       |                 |       |               |       |
| 1982                   |                                                      |       |                                                         |       | 1.795            | 0.164 |                 |       |               |       |
| 1983                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.512            | 0.279 |                 |       |               |       |
| 1984                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.524            | 0.230 |                 |       |               |       |
| 1985                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.031            | 1.449 |                 |       |               |       |
| 1986                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.337            | 0.356 |                 |       |               |       |
| 1987                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.142            | 0.368 |                 |       | 0.906         | 0.300 |
| 1988                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.176            | 0.361 |                 |       | 0.780         | 0.280 |
| 1989                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.833            | 0.209 |                 |       | 0.887         | 0.280 |
| 1990                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.663            | 0.148 |                 |       | 0.925         | 0.390 |
| 1991                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.664            | 0.273 |                 |       | 1.132         | 0.270 |
| 1992                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.464            | 0.280 |                 |       | 0.992         | 0.230 |
| 1993                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.997            | 0.150 | 0.390           | 0.230 | 1.059         | 0.300 |
| 1994                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.838            | 0.193 | 0.650           | 0.230 | 0.944         | 0.320 |
| 1995                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.644            | 0.132 | 0.350           | 0.220 | 0.720         | 0.340 |
| 1996                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.503            | 0.255 | 1.360           | 0.260 | 1.003         | 0.500 |
| 1997                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.451            | 0.193 | 0.510           | 0.260 | 1.409         | 0.240 |
| 1998                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.748            | 0.194 | 2.170           | 0.230 | 1.454         | 0.310 |
| 1999                   |                                                      |       |                                                         |       | 0.637            | 0.192 | 0.820           | 0.210 | 0.866         | 0.320 |
| 2000                   | 1.214                                                | 0.124 |                                                         |       | 0.815            | 0.173 | 0.870           | 0.240 | 1.172         | 0.220 |
| 2001                   | 1.073                                                | 0.101 |                                                         |       | 0.976            | 0.203 | 1.250           | 0.230 | 1.108         | 0.300 |
| 2002                   | 1.020                                                | 0.100 |                                                         |       | 0.755            | 0.172 | 0.300           | 0.410 | 1.325         | 0.220 |
| 2003                   | 0.768                                                | 0.101 |                                                         |       | 1.179            | 0.223 | 1.120           | 0.220 | 0.957         | 0.270 |
| 2004                   | 0.935                                                | 0.100 |                                                         |       | 1.618            | 0.277 | 1.430           | 0.180 | 0.914         | 0.190 |
| 2005                   | 1.029                                                | 0.105 |                                                         |       | 0.687            | 0.197 | 1.370           | 0.170 | 0.855         | 0.180 |
| 2006                   | 1.310                                                | 0.107 |                                                         |       | 0.886            | 0.176 | 1.980           | 0.180 | 0.653         | 0.250 |
| 2007                   | 1.355                                                | 0.101 |                                                         |       | 0.947            | 0.178 | 1.080           | 0.170 | 0.438         | 0.200 |
| 2008                   | 1.300                                                | 0.101 |                                                         |       | 0.958            | 0.127 | 0.940           | 0.160 | 0.610         | 0.190 |
| 2009                   | 1.303                                                | 0.104 |                                                         |       | 1.195            | 0.220 | 1.110           | 0.150 | 0.731         | 0.230 |
| 2010                   | 1.076                                                | 0.102 | 0.095                                                   | 0.296 | 1.618            | 0.246 | 0.660           | 0.170 | 0.903         | 0.280 |
| 2011                   | 1.525                                                | 0.098 | 0.290                                                   | 0.113 | 1.803            | 0.151 | 2.050           | 0.160 | 0.780         | 0.360 |
| 2012                   | 1.854                                                | 0.098 | 0.239                                                   | 0.115 | 0.985            | 0.167 | 1.460           | 0.160 | 0.796         | 0.220 |
| 2013                   | 1.167                                                | 0.105 | 0.403                                                   | 0.211 | 2.249            | 0.138 | 0.610           | 0.160 | 1.059         | 0.220 |
| 2014                   | 0.917                                                | 0.110 | 1.063                                                   | 0.370 | 1.648            | 0.129 | 0.580           | 0.160 | 1.078         | 0.180 |
| 2015                   | 0.819                                                | 0.124 | 0.645                                                   | 0.027 | 1.900            | 0.098 | 0.830           | 0.170 | 1.613         | 0.340 |
| 2016                   | 0.620                                                | 0.197 | 0.456                                                   | 0.065 | 1.927            | 0.114 | 1.340           | 0.160 | 1.390         | 0.290 |
| 2017                   | 0.442                                                | 0.108 | 2.112                                                   | 0.086 | 2.369            | 0.127 | 0.870           | 0.180 | 1.210         | 0.250 |
| 2018                   | 0.488                                                | 0.109 | 1.842                                                   | 0.023 | 1.344            | 0.148 | 0.620           | 0.190 | 1.065         | 0.290 |
| 2019                   | 0.520                                                | 0.112 | 2.148                                                   | 0.042 | 1.183            | 0.120 | 0.840           | 0.210 | 1.210         | 0.210 |
| 2020                   | 0.679                                                | 0.103 | 1.707                                                   | 0.077 |                  |       | 0.430           | 0.280 | 1.057         | 0.820 |
| 2021                   | 0.585                                                | 0.108 |                                                         |       |                  |       |                 |       |               |       |

**Table 11.** Nominal and standardized (Delta lognormal mixed model) CPUE series (t/fishing operation) for the Venezuelan baitboat fleet (1987-2020) estimated from logbooks. UCI: Upper confidence interval, LCI: Lower confidence interval, CV: Coefficient of variation, SD: Standard deviation.

| Year | n    | Nominal CPUE | Standardized CPUE | UCI  | LCI  | CV   | SD   |
|------|------|--------------|-------------------|------|------|------|------|
| 1987 | 521  | 1.05         | 1.52              | 1.57 | 0.43 | 0.37 | 0.57 |
| 1988 | 891  | 1.47         | 1.40              | 1.80 | 0.04 | 0.63 | 0.88 |
| 1989 | 565  | 0.88         | 0.90              | 0.98 | 0.20 | 0.44 | 0.39 |
| 1990 | 1029 | 0.29         | 0.54              | 0.61 | 0.09 | 0.48 | 0.26 |
| 1991 | 1117 | 0.46         | 0.60              | 0.64 | 0.14 | 0.42 | 0.25 |
| 1992 | 740  | 0.40         | 0.58              | 0.69 | 0.07 | 0.54 | 0.31 |
| 1993 | 850  | 0.28         | 0.55              | 0.69 | 0.03 | 0.60 | 0.33 |
| 1994 | 602  | 0.48         | 0.57              | 0.70 | 0.05 | 0.57 | 0.32 |
| 1995 | 621  | 0.54         | 0.69              | 0.67 | 0.24 | 0.32 | 0.22 |
| 1996 | 813  | 0.48         | 0.77              | 1.14 | 0.13 | 0.83 | 0.64 |
| 1997 | 685  | 0.49         | 0.55              | 0.68 | 0.05 | 0.57 | 0.32 |
| 1998 | 981  | 0.87         | 0.80              | 1.17 | 0.12 | 0.81 | 0.65 |
| 1999 | 944  | 0.43         | 0.69              | 0.90 | 0.00 | 0.65 | 0.45 |
| 2000 | 1181 | 0.72         | 1.01              | 0.97 | 0.36 | 0.30 | 0.31 |
| 2001 | 1068 | 0.64         | 0.71              | 0.83 | 0.10 | 0.52 | 0.37 |
| 2002 | 816  | 0.53         | 0.63              | 0.75 | 0.07 | 0.54 | 0.34 |
| 2003 | 758  | 0.72         | 0.75              | 0.93 | 0.06 | 0.57 | 0.43 |
| 2004 | 686  | 0.97         | 1.14              | 1.35 | 0.14 | 0.53 | 0.61 |
| 2005 | 480  | 0.63         | 0.69              | 0.83 | 0.07 | 0.55 | 0.38 |
| 2006 | 345  | 0.23         | 0.32              | 0.38 | 0.03 | 0.56 | 0.18 |
| 2007 | 277  | 1.15         | 0.99              | 1.11 | 0.19 | 0.47 | 0.46 |
| 2008 | 139  | 0.36         | 0.66              | 0.80 | 0.07 | 0.55 | 0.36 |
| 2009 | 238  | 0.25         | 0.29              | 0.48 | 0.11 | 1.02 | 0.29 |
| 2010 | 173  | 0.25         | 0.29              | 0.50 | 0.12 | 1.09 | 0.31 |
| 2011 | 322  | 0.63         | 0.76              | 0.86 | 0.14 | 0.47 | 0.36 |
| 2012 | 206  | 0.30         | 0.52              | 0.51 | 0.17 | 0.33 | 0.17 |
| 2013 | 265  | 0.57         | 0.84              | 1.10 | 0.01 | 0.65 | 0.55 |
| 2014 | 151  | 0.32         | 0.80              | 0.98 | 0.06 | 0.58 | 0.46 |
| 2015 | 119  | 0.12         | 0.29              | 0.37 | 0.01 | 0.62 | 0.18 |
| 2016 | 370  | 0.58         | 1.06              | 1.20 | 0.20 | 0.47 | 0.50 |
| 2017 | 668  | 0.32         | 0.64              | 0.74 | 0.11 | 0.49 | 0.31 |
| 2018 | 275  | 0.29         | 0.64              | 0.67 | 0.16 | 0.40 | 0.25 |
| 2019 | 214  | 0.21         | 0.74              | 0.62 | 0.35 | 0.18 | 0.13 |
| 2020 | 23   | 0.16         | 0.42              | 0.49 | 0.07 | 0.82 | 0.21 |

**Table 12.** The uncertainty grid for the assessment models for West and East SKJ, based on assumptions of i) steepness (3 levels), and ii) the growth/natural mortality at age (corresponding 0.25, 0.5, and 0.75 quantiles of the SKJ growth model estimated at the Data Preparatory meeting and equivalent vectors of  $M$  at age (SCRS/2022/093)).

| Axis of uncertainty \ levels                  |     |     |     |
|-----------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Steepness $h$                                 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| Growth + $M$ -at-age<br>See below for details | A   | B   | C   |

**Table 13.** Natural mortality at age rescaled inside SS3 using Lorenzen function applied to the uncertainty grid proposed during the SKJ Data Preparatory meeting and presented in SCRS Document SCRS/2022/093.

| West SKJ           |          | von Bertalanffy growth parameters |          |           | Natural mortality at age estimates |              |              |              |              |              |            |
|--------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|
| Steepness <i>h</i> | quantile | <i>L<sub>inf</sub></i>            | <i>K</i> | <i>t0</i> | <i>M_0</i>                         | <i>M_1</i>   | <i>M_2</i>   | <i>M_3</i>   | <i>M_4</i>   | <i>M_5</i>   | <i>M_6</i> |
| 0.6                | 0.25     | 67                                | 0.54     | -0.09     | 1.3967                             | 0.81126      | 0.67122<br>2 | 0.61048<br>5 | 0.58003<br>9 | 0.56369<br>2 | 0.55       |
|                    | 0.5      | 76                                | 0.53     | -0.31     | 1.20679                            | 0.70558      | 0.59886      | 0.55030      | 0.52532      | 0.51168      | 0.5        |
|                    | 0.75     | 86                                | 0.49     | -0.49     | 1.18466                            | 0.68909<br>7 | 0.59027<br>2 | 0.54292<br>3 | 0.51757<br>4 | 0.50320<br>6 | 0.49       |
| 0.7                | 0.25     | 67                                | 0.54     | -0.09     | 1.3967                             | 0.81126      | 0.67122<br>2 | 0.61048<br>5 | 0.58003<br>9 | 0.56369<br>2 | 0.55       |
|                    | 0.5      | 76                                | 0.53     | -0.31     | 1.20679                            | 0.70558      | 0.59886      | 0.55030      | 0.52532      | 0.51168      | 0.5        |
|                    | 0.75     | 86                                | 0.49     | -0.49     | 1.18466                            | 0.68909<br>7 | 0.59027<br>2 | 0.54292<br>3 | 0.51757<br>4 | 0.50320<br>6 | 0.49       |
| 0.8                | 0.25     | 67                                | 0.54     | -0.09     | 1.3967                             | 0.81126      | 0.67122<br>2 | 0.61048<br>5 | 0.58003<br>9 | 0.56369<br>2 | 0.55       |
|                    | 0.5      | 76                                | 0.53     | -0.31     | 1.20679                            | 0.70558      | 0.59886      | 0.55030      | 0.52532      | 0.51168      | 0.5        |
|                    | 0.75     | 86                                | 0.49     | -0.49     | 1.18466                            | 0.68909<br>7 | 0.59027<br>2 | 0.54292<br>3 | 0.51757<br>4 | 0.50320<br>6 | 0.49       |

| East SKJ | von Bertalanffy growth parameters |          |           | L at age 1 | Recruitment Quarter | M at season | Natural mortality at age estimates |            |              |              |            |              |              |
|----------|-----------------------------------|----------|-----------|------------|---------------------|-------------|------------------------------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|
| quantile | <i>L<sub>inf</sub></i>            | <i>K</i> | <i>t0</i> |            |                     |             | <i>M_0</i>                         | <i>M_1</i> | <i>M_2</i>   | <i>M_3</i>   | <i>M_4</i> | <i>M_5</i>   | <i>M_6</i>   |
| 0.25     | 67                                | 0.54     | -0.09     | 29.8<br>1  | 1                   | 1           | 1.84987                            | 0.912655   | 0.70710<br>3 | 0.62626<br>3 | 0.587373   | 0.56691<br>6 | 0.55         |
|          |                                   |          |           |            | 1                   | 2           | 1.44007                            | 0.83818    | 0.68043<br>6 | 0.61394<br>3 | 0.581023   | 0.56345<br>8 | 0.54880<br>4 |
|          |                                   |          |           |            | 1                   | 3           | 1.19462                            | 0.782861   | 0.65878<br>7 | 0.60358<br>1 | 0.575589   | 0.56047<br>3 | 0.54776<br>4 |
|          |                                   |          |           |            | 1                   | 4           | 1.02652                            | 0.740432   | 0.64100<br>6 | 0.59481<br>8 | 0.570926   | 0.55789<br>1 | 0.54685<br>8 |
|          |                                   |          |           |            | 2                   | 1           | 1.84526                            | 1.02396    | 0.73858<br>5 | 0.63940<br>7 | 0.593334   | 0.56950<br>2 | 0.55         |
|          |                                   |          |           |            | 2                   | 2           | 1.84526                            | 0.910379   | 0.70533<br>9 | 0.62470<br>1 | 0.585907   | 0.56550<br>2 | 0.54862<br>8 |

RÉUNION D'ÉVALUATION DU STOCK DE LISTAO - EN LIGNE 2022

|     |    |      |      |    |   |   |              |          |              |              |          |              |              |
|-----|----|------|------|----|---|---|--------------|----------|--------------|--------------|----------|--------------|--------------|
|     |    |      |      |    | 2 | 3 | 1.43648      | 0.83609  | 0.67873<br>8 | 0.61241<br>2 | 0.579573 | 0.56205<br>3 | 0.54743<br>5 |
|     |    |      |      |    | 2 | 4 | 1.19164      | 0.780908 | 0.65714<br>4 | 0.60207<br>5 | 0.574153 | 0.55907<br>5 | 0.54639<br>7 |
|     |    |      |      |    | 3 | 1 | 1.83998      | 1.18823  | 0.77867<br>3 | 0.65526<br>3 | 0.600352 | 0.57251      | 0.55         |
|     |    |      |      |    | 3 | 2 | 1.83998      | 1.02103  | 0.73647<br>1 | 0.63757<br>7 | 0.591636 | 0.56787<br>2 | 0.54842<br>6 |
|     |    |      |      |    | 3 | 3 | 1.83998      | 0.907773 | 0.70332      | 0.62291<br>3 | 0.58423  | 0.56388<br>3 | 0.54705<br>8 |
|     |    |      |      |    | 3 | 4 | 1.43237      | 0.833696 | 0.67679<br>6 | 0.61065<br>9 | 0.577914 | 0.56044<br>4 | 0.54586<br>8 |
|     |    |      |      |    | 4 | 1 | 1.83393      | 1.42766  | 0.83095<br>7 | 0.67457<br>2 | 0.608652 | 0.57601<br>5 | 0.55         |
|     |    |      |      |    | 4 | 2 | 1.83393      | 1.18433  | 0.77611<br>4 | 0.65310<br>9 | 0.598379 | 0.57062<br>9 | 0.54819<br>3 |
|     |    |      |      |    | 4 | 3 | 1.83393      | 1.01767  | 0.73405<br>1 | 0.63548<br>2 | 0.589692 | 0.56600<br>6 | 0.54662<br>4 |
|     |    |      |      |    | 4 | 4 | 1.83393      | 0.90479  | 0.70100<br>9 | 0.62086<br>6 | 0.582311 | 0.56203      | 0.54526      |
| 0.5 | 76 | 0.53 | 0.31 | 38 | 1 | 1 | 1.71007      | 0.778567 | 0.62678<br>8 | 0.56301<br>5 | 0.531357 | 0.51437<br>5 | 0.5          |
|     |    |      |      |    | 1 | 2 | 1.27527      | 0.725203 | 0.60602<br>8 | 0.55306<br>4 | 0.526114 | 0.51147<br>5 | 0.49898<br>3 |
|     |    |      |      |    | 1 | 3 | 1.03291      | 0.684384 | 0.58897<br>8 | 0.54464      | 0.521609 | 0.50896<br>3 | 0.49809<br>6 |
|     |    |      |      |    | 1 | 4 | 0.87331<br>8 | 0.652374 | 0.57483<br>8 | 0.53747<br>5 | 0.517727 | 0.50678<br>3 | 0.49732<br>2 |
|     |    |      |      |    | 2 | 1 | 1.7061       | 0.871286 | 0.65085<br>6 | 0.5735       | 0.536225 | 0.51652<br>2 | 0.5          |
|     |    |      |      |    | 2 | 2 | 1.7061       | 0.776756 | 0.62533      | 0.56170<br>5 | 0.530121 | 0.51317<br>8 | 0.49883<br>7 |
|     |    |      |      |    | 2 | 3 | 1.27231      | 0.723516 | 0.60461<br>8 | 0.55177<br>7 | 0.52489  | 0.51028<br>5 | 0.49782<br>2 |
|     |    |      |      |    | 2 | 4 | 1.0305       | 0.682792 | 0.58760<br>8 | 0.54337<br>3 | 0.520395 | 0.50777<br>9 | 0.49693<br>7 |
|     |    |      |      |    | 3 | 1 | 1.70155      | 1.02776  | 0.68097<br>3 | 0.58604<br>3 | 0.541926 | 0.51900<br>9 | 0.5          |
|     |    |      |      |    | 3 | 2 | 1.70155      | 0.868966 | 0.64912<br>3 | 0.57197<br>3 | 0.534797 | 0.51514<br>7 | 0.49866<br>9 |
|     |    |      |      |    | 3 | 3 | 1.70155      | 0.774687 | 0.62366<br>5 | 0.56020<br>9 | 0.528709 | 0.51181<br>2 | 0.49750<br>8 |

RÉUNION D'ÉVALUATION DU STOCK DE LISTAO - EN LIGNE 2022

|      |    |      |           |           |   |   |              |          |              |              |          |              |              |
|------|----|------|-----------|-----------|---|---|--------------|----------|--------------|--------------|----------|--------------|--------------|
|      |    |      |           |           | 3 | 4 | 1.26892      | 0.721589 | 0.60300<br>8 | 0.55030<br>7 | 0.523492 | 0.50892<br>7 | 0.49649<br>7 |
|      |    |      |           |           | 4 | 1 | 1.69636      | 1.26505  | 0.71938<br>9 | 0.60116<br>9 | 0.54863  | 0.52189<br>7 | 0.5          |
|      |    |      |           |           | 4 | 2 | 1.69636      | 1.02463  | 0.67889<br>7 | 0.58425<br>6 | 0.540274 | 0.51742<br>7 | 0.49847<br>6 |
|      |    |      |           |           | 4 | 3 | 1.69636      | 0.866316 | 0.64714<br>4 | 0.57022<br>9 | 0.533166 | 0.51357<br>6 | 0.49714<br>8 |
|      |    |      |           |           | 4 | 4 | 1.69636      | 0.772326 | 0.62176<br>3 | 0.55850<br>1 | 0.527097 | 0.51025<br>1 | 0.49599<br>2 |
| 0.75 | 86 | 0.49 | -<br>0.49 | 44.5<br>5 | 1 | 1 | 1.76119      | 0.753617 | 0.61661<br>2 | 0.55540<br>2 | 0.523695 | 0.50603<br>6 | 0.49         |
|      |    |      |           |           | 1 | 2 | 1.27176      | 0.706615 | 0.59698<br>7 | 0.54556      | 0.518308 | 0.50294<br>7 | 0.48888<br>1 |
|      |    |      |           |           | 1 | 3 | 1.01203      | 0.669841 | 0.58066<br>6 | 0.53714<br>7 | 0.513637 | 0.50024<br>5 | 0.48789<br>5 |
|      |    |      |           |           | 1 | 4 | 0.84554<br>7 | 0.640466 | 0.56697<br>4 | 0.52992<br>2 | 0.509575 | 0.49788      | 0.48702<br>6 |
|      |    |      |           |           | 2 | 1 | 1.75663      | 0.843359 | 0.63880<br>8 | 0.56550<br>7 | 0.528551 | 0.50825<br>6 | 0.49         |
|      |    |      |           |           | 2 | 2 | 1.75663      | 0.751667 | 0.61501<br>6 | 0.55396<br>4 | 0.522339 | 0.50472<br>6 | 0.48873<br>2 |
|      |    |      |           |           | 2 | 3 | 1.26847      | 0.704786 | 0.59544<br>2 | 0.54414<br>8 | 0.516967 | 0.50164<br>5 | 0.48761<br>6 |
|      |    |      |           |           | 2 | 4 | 1.00941      | 0.668108 | 0.57916<br>3 | 0.53575<br>7 | 0.512308 | 0.49895<br>1 | 0.48663<br>2 |
|      |    |      |           |           | 3 | 1 | 1.75148      | 1.00645  | 0.66614<br>8 | 0.57746<br>5 | 0.534186 | 0.51080<br>5 | 0.49         |
|      |    |      |           |           | 3 | 2 | 1.75148      | 0.840885 | 0.63693<br>4 | 0.56384<br>8 | 0.527001 | 0.50676<br>6 | 0.48856<br>3 |
|      |    |      |           |           | 3 | 3 | 1.75148      | 0.749462 | 0.61321<br>2 | 0.55233<br>9 | 0.520807 | 0.50324<br>6 | 0.48729<br>8 |
|      |    |      |           |           | 3 | 4 | 1.26475      | 0.702719 | 0.59369<br>5 | 0.54255<br>2 | 0.515451 | 0.50017<br>4 | 0.48618<br>5 |
|      |    |      |           |           | 4 | 1 | 1.74565      | 1.26054  | 0.70038<br>2 | 0.59172<br>1 | 0.540748 | 0.51373<br>7 | 0.49         |
|      |    |      |           |           | 4 | 2 | 1.74565      | 1.0031   | 0.66393<br>3 | 0.57554<br>4 | 0.532409 | 0.50910<br>6 | 0.48837      |
|      |    |      |           |           | 4 | 3 | 1.74565      | 0.838089 | 0.63481<br>6 | 0.56197<br>3 | 0.525248 | 0.50508      | 0.48693<br>8 |
|      |    |      |           |           | 4 | 4 | 1.74565      | 0.74697  | 0.61117<br>3 | 0.55050<br>3 | 0.519075 | 0.50157<br>2 | 0.48567<br>8 |

**Table 14.** Summary of the uncertainty grid scenarios for East Atlantic skipjack tuna.  $B_{MSY}/K$  are input parameters derived from the ASEM model as priors.

| Scenario | Model                | r                        | $B_{MSY}/K$ (m) |
|----------|----------------------|--------------------------|-----------------|
| S01      | ASEM h = 0.7 Pella m | Lognormal (0.545, 0.284) | 0.40            |
| S02      | ASEM h = 0.8 Pella m | Lognormal (0.607, 0.318) | 0.41            |
| S03      | ASEM h = 0.9 Pella m | Lognormal (0.668, 0.330) | 0.42            |
| S04      | ASEM h = 0.7 Pella m | Lognormal (0.416, 0.148) | 0.38            |
| S05      | ASEM h = 0.8 Pella m | Lognormal (0.440, 0.184) | 0.37            |
| S06      | ASEM h = 0.9 Pella m | Lognormal (0.466, 0.219) | 0.36            |
| S07      | ASEM h = 0.7 Pella m | Lognormal (0.366, 0.142) | 0.38            |
| S08      | ASEM h = 0.8 Pella m | Lognormal (0.385, 0.172) | 0.36            |
| S09      | ASEM h = 0.9 Pella m | Lognormal (0.402, 0.206) | 0.35            |

**Table 15.** Summary of sensitivity analysis runs for East Atlantic skipjack tuna.

| Scenario | Model   | Type         | Indices          |
|----------|---------|--------------|------------------|
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU PS VAST     |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU PS VAST     |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU Echosounder |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU PS VAST     |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU Echosounder |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + AZO BB Past    |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU PS VAST     |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU Echosounder |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + AZO BB Past    |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + CAN BB Past    |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU PS VAST     |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + EU Echosounder |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + AZO BB Past    |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + CAN BB Past    |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + DAK BB Past    |

**Table 16.** Summary of the uncertainty grid scenarios for West Atlantic skipjack tuna.  $B_{MSY}/K$  are input parameters derived from the ASEM model as priors.

| Scenario | Model                | r                        | $B_{MSY}/K$ (m) |
|----------|----------------------|--------------------------|-----------------|
| S01      | ASEM h = 0.7 Pella m | Lognormal (0.545, 0.284) | 0.40            |
| S02      | ASEM h = 0.8 Pella m | Lognormal (0.607, 0.318) | 0.41            |
| S03      | ASEM h = 0.9 Pella m | Lognormal (0.668, 0.330) | 0.42            |
| S04      | ASEM h = 0.7 Pella m | Lognormal (0.416, 0.148) | 0.38            |
| S05      | ASEM h = 0.8 Pella m | Lognormal (0.440, 0.184) | 0.37            |
| S06      | ASEM h = 0.9 Pella m | Lognormal (0.466, 0.219) | 0.36            |
| S07      | ASEM h = 0.7 Pella m | Lognormal (0.366, 0.142) | 0.38            |
| S08      | ASEM h = 0.8 Pella m | Lognormal (0.385, 0.172) | 0.36            |
| S09      | ASEM h = 0.9 Pella m | Lognormal (0.402, 0.206) | 0.35            |

**Table 17.** Summary of sensitivity analysis runs for JABBA West Atlantic skipjack tuna.

| Scenario | Model   | Type         | Indices                                                               |
|----------|---------|--------------|-----------------------------------------------------------------------|
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + BRA BB Past<br>+ BRA BB Present                                     |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + BRA BB Past<br>+ BRA BB Present<br>+ USA LL                         |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + BRA BB Past<br>+ BRA BB Present<br>+ USA LL<br>+ BRA HL             |
| S05      | Pella m | ASEM h = 0.8 | + BRA BB Past<br>+ BRA BB Present<br>+ USA LL<br>+ BRA HL<br>+ VEN PS |

**Table 18.** Summary of posterior quantiles presented in the form of marginal posterior medians and associated 95% credibility intervals of parameters for the Bayesian state-space surplus production models for East Atlantic skipjack tuna.

| S01             |           |                |                 | S02             |           |                |                 |
|-----------------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|-----------|----------------|-----------------|
| Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) | Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) |
| $K$             | 1.268.825 | 774.129        | 2.230.156       | $K$             | 1.127.863 | 692.823        | 1.805.619       |
| $r$             | 0,756     | 0,435          | 1,273           | $r$             | 0,915     | 0,507          | 1,496           |
| $\psi_{(psi)}$  | 0,940     | 0,815          | 0,991           | $\psi_{(psi)}$  | 0,940     | 0,813          | 0,991           |
| $\sigma_{proc}$ | 0,104     | 0,056          | 0,171           | $\sigma_{proc}$ | 0,099     | 0,054          | 0,171           |
| S03             |           |                |                 | S04             |           |                |                 |
| Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) | Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) |
| $K$             | 1.080.736 | 663.238        | 1.832.490       | $K$             | 1.577.513 | 1.121.595      | 2.328.869       |
| $r$             | 1,014     | 0,564          | 1,667           | $r$             | 0,453     | 0,340          | 0,605           |
| $\psi_{(psi)}$  | 0,940     | 0,816          | 0,991           | $\psi_{(psi)}$  | 0,940     | 0,810          | 0,990           |
| $\sigma_{proc}$ | 0,095     | 0,052          | 0,164           | $\sigma_{proc}$ | 0,122     | 0,071          | 0,185           |
| S05             |           |                |                 | S06             |           |                |                 |
| Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) | Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) |
| $K$             | 1.509.670 | 1.036.906      | 2.405.568       | $K$             | 1.414.773 | 966.329        | 2.266.726       |
| $r$             | 0,507     | 0,355          | 0,732           | $r$             | 0,566     | 0,367          | 0,868           |
| $\psi_{(psi)}$  | 0,939     | 0,816          | 0,991           | $\psi_{(psi)}$  | 0,939     | 0,816          | 0,991           |
| $\sigma_{proc}$ | 0,116     | 0,065          | 0,180           | $\sigma_{proc}$ | 0,113     | 0,061          | 0,179           |
| S07             |           |                |                 | S08             |           |                |                 |
| Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) | Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) |
| $K$             | 1.699.609 | 1.205.711      | 2.590.927       | $K$             | 1.616.704 | 1.097.909      | 2.496.304       |
| $r$             | 0,397     | 0,301          | 0,523           | $r$             | 0,429     | 0,304          | 0,605           |
| $\psi_{(psi)}$  | 0,940     | 0,814          | 0,991           | $\psi_{(psi)}$  | 0,939     | 0,816          | 0,990           |
| $\sigma_{proc}$ | 0,122     | 0,074          | 0,185           | $\sigma_{proc}$ | 0,120     | 0,070          | 0,185           |
| S09             |           |                |                 |                 |           |                |                 |
| Estimates       | Median    | LCI<br>(2.50%) | UCI<br>(97.50%) |                 |           |                |                 |
| $K$             | 1.585.391 | 1.065.949      | 2.469.064       |                 |           |                |                 |
| $r$             | 0,472     | 0,314          | 0,715           |                 |           |                |                 |
| $\psi_{(psi)}$  | 0,938     | 0,813          | 0,990           |                 |           |                |                 |
| $\sigma_{proc}$ | 0,116     | 0,065          | 0,181           |                 |           |                |                 |

**Table 19.** A list of model parameters for the W-SKJ reference case of the stock synthesis model. No priors were used in this model, and no parameter was estimated at the bounds.

| Label                                         | Value    | Phase | Min    | Max | Init  | SD    | Type |
|-----------------------------------------------|----------|-------|--------|-----|-------|-------|------|
| SR_LN(R0)                                     | 11.4604  | 1     | 0.0001 | 20  | 11.13 | 0.09  | SRR  |
| Size_DblN_peak_PS_West(1)                     | 48.6286  | 2     | 20     | 90  | 49.16 | 0.94  | Sel  |
| Size_DblN_top_logit_PS_West(1)                | -12.1995 | 2     | -15    | 15  | -     | 47.55 | Sel  |
| Size_DblN_ascend_se_PS_West(1)                | 4.37675  | 3     | -4     | 12  | 4.43  | 0.18  | Sel  |
| Size_DblN_descend_se_PS_West(1)               | 4.79913  | 3     | -10    | 6   | 4.78  | 0.3   | Sel  |
| Size_DblN_end_logit_PS_West(1)                | -2.69686 | 3     | -20    | 20  | -2.28 | 0.5   | Sel  |
| Size_DblN_peak_BB_West(2)                     | 55.3124  | 2     | 20     | 90  | 55.94 | 1.08  | Sel  |
| Size_DblN_top_logit_BB_West(2)                | -11.9822 | 2     | -15    | 15  | -     | 50.66 | Sel  |
| Size_DblN_ascend_se_BB_West(2)                | 4.87641  | 3     | -4     | 12  | 4.9   | 0.18  | Sel  |
| Size_DblN_descend_se_BB_West(2)               | 4.67589  | 3     | -10    | 6   | 4.73  | 0.32  | Sel  |
| Size_DblN_end_logit_BB_West(2)                | -4.15657 | 3     | -20    | 20  | -4.59 | 4.2   | Sel  |
| Size_inflection_LL_USMX(3)                    | 47.35    | 2     | 20     | 126 | 48.8  | 1.75  | Sel  |
| Size_95%width_LL_USMX(3)                      | 8.46853  | 3     | 0.01   | 100 | 9.3   | 2.53  | Sel  |
| Size_inflection_LL_OTH(4)                     | 76.1612  | 2     | 20     | 126 | 77.85 | 9.37  | Sel  |
| Size_95%width_LL_OTH(4)                       | 13.601   | 3     | 0.01   | 100 | 13.43 | 7.28  | Sel  |
| Size_DblN_peak_HL_RR(5)                       | 52.676   | 2     | 20     | 90  | 53.2  | 2.01  | Sel  |
| Size_DblN_top_logit_HL_RR(5)                  | -10.932  | 2     | -15    | 15  | -10.8 | 62.28 | Sel  |
| Size_DblN_ascend_se_HL_RR(5)                  | 4.93594  | 3     | -10    | 15  | 4.95  | 0.32  | Sel  |
| Size_DblN_descend_se_HL_RR(5)                 | 3.26863  | 3     | -10    | 15  | 2.98  | 1.45  | Sel  |
| Size_DblN_end_logit_HL_RR(5)                  | -        | 3     | -20    | 20  | -0.6  | 0.5   | Sel  |
| Size_DblN_peak_PS_West(1)_BLK1repl_2015       | 57.6126  | 2     | 20     | 90  | 57.63 | 1.7   | Sel  |
| Size_DblN_top_logit_PS_West(1)_BLK1repl_2015  | -3.2507  | 2     | -15    | 15  | -2.98 | 1.07  | Sel  |
| Size_DblN_ascend_se_PS_West(1)_BLK1repl_2015  | 4.40235  | 3     | -4     | 12  | 4.37  | 0.36  | Sel  |
| Size_DblN_descend_se_PS_West(1)_BLK1repl_2015 | 3.63638  | 3     | -10    | 6   | 3.62  | 1.55  | Sel  |
| Size_DblN_end_logit_PS_West(1)_BLK1repl_2015  | -1.39099 | 3     | -20    | 20  | -0.9  | 0.91  | Sel  |

**Table 20.** Summary of posterior quantiles presented in the form of marginal posterior medians and the associated 95% credibility intervals of parameters for the Bayesian state-space surplus production models for West Atlantic skipjack tuna (uncertainty grid scenario).

| S01                       |         |         |         | S02                       |         |         |         |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|
| Estimates                 | Median  | LCI     | UCI     | Estimates                 | Median  | LCI     | UCI     |
| $K$                       | 135,554 | 89,686  | 223,440 | $K$                       | 124,239 | 81,155  | 190,556 |
| $r$                       | 0.861   | 0.552   | 1.321   | $r$                       | 0.980   | 0.618   | 1.551   |
| $\psi_{(\text{psi})}$     | 0.940   | 0.815   | 0.991   | $\psi_{(\text{psi})}$     | 0.939   | 0.816   | 0.991   |
| $\sigma_{\text{proc}}$    | 0.103   | 0.056   | 0.166   | $\sigma_{\text{proc}}$    | 0.101   | 0.056   | 0.164   |
| $F_{\text{MSY}}$          | 0.724   | 0.465   | 1.112   | $F_{\text{MSY}}$          | 0.782   | 0.493   | 1.238   |
| $B_{\text{MSY}}$          | 54,219  | 35,872  | 89,372  | $B_{\text{MSY}}$          | 50,945  | 33,278  | 78,138  |
| $\text{MSY}$              | 38,457  | 29,754  | 59,238  | $\text{MSY}$              | 39,119  | 30,300  | 59,165  |
| $B_{1952}/K$              | 0.931   | 0.726   | 1.164   | $B_{1952}/K$              | 0.930   | 0.724   | 1.166   |
| $B_{2020}/K$              | 0.734   | 0.532   | 0.922   | $B_{2020}/K$              | 0.752   | 0.546   | 0.931   |
| $B_{2020}/B_{\text{MSY}}$ | 1.836   | 1.330   | 2.306   | $B_{2020}/B_{\text{MSY}}$ | 1.834   | 1.330   | 2.271   |
| $F_{2020}/F_{\text{MSY}}$ | 0.257   | 0.143   | 0.440   | $F_{2020}/F_{\text{MSY}}$ | 0.253   | 0.145   | 0.427   |
| S03                       |         |         |         | S04                       |         |         |         |
| Estimates                 | Median  | LCI     | UCI     | Estimates                 | Median  | LCI     | UCI     |
| $K$                       | 121,544 | 79,093  | 194,144 | $K$                       | 188,042 | 140,788 | 269,550 |
| $r$                       | 1.054   | 0.651   | 1.654   | $r$                       | 0.506   | 0.384   | 0.662   |
| $\psi_{(\text{psi})}$     | 0.940   | 0.815   | 0.991   | $\psi_{(\text{psi})}$     | 0.940   | 0.817   | 0.991   |
| $\sigma_{\text{proc}}$    | 0.098   | 0.054   | 0.162   | $\sigma_{\text{proc}}$    | 0.106   | 0.061   | 0.169   |
| $F_{\text{MSY}}$          | 0.799   | 0.493   | 1.253   | $F_{\text{MSY}}$          | 0.474   | 0.360   | 0.620   |
| $B_{\text{MSY}}$          | 51,043  | 33,216  | 81,532  | $B_{\text{MSY}}$          | 71,464  | 53,506  | 102,441 |
| $\text{MSY}$              | 40,152  | 30,630  | 61,185  | $\text{MSY}$              | 33,621  | 27,008  | 47,088  |
| $B_{1952}/K$              | 0.932   | 0.730   | 1.166   | $B_{1952}/K$              | 0.931   | 0.722   | 1.162   |
| $B_{2020}/K$              | 0.769   | 0.566   | 0.943   | $B_{2020}/K$              | 0.641   | 0.438   | 0.847   |
| $B_{2020}/B_{\text{MSY}}$ | 1.832   | 1.347   | 2.245   | $B_{2020}/B_{\text{MSY}}$ | 1.687   | 1.153   | 2.229   |
| $F_{2020}/F_{\text{MSY}}$ | 0.246   | 0.142   | 0.417   | $F_{2020}/F_{\text{MSY}}$ | 0.319   | 0.185   | 0.556   |
| S05                       |         |         |         | S06                       |         |         |         |
| Estimates                 | Median  | LCI     | UCI     | Estimates                 | Median  | LCI     | UCI     |
| $K$                       | 172,595 | 122,341 | 261,704 | $K$                       | 155,467 | 107,402 | 238,505 |
| $r$                       | 0.575   | 0.408   | 0.800   | $r$                       | 0.651   | 0.447   | 0.936   |
| $\psi_{(\text{psi})}$     | 0.939   | 0.815   | 0.990   | $\psi_{(\text{psi})}$     | 0.939   | 0.819   | 0.991   |
| $\sigma_{\text{proc}}$    | 0.104   | 0.059   | 0.167   | $\sigma_{\text{proc}}$    | 0.105   | 0.059   | 0.167   |
| $F_{\text{MSY}}$          | 0.568   | 0.403   | 0.790   | $F_{\text{MSY}}$          | 0.680   | 0.467   | 0.977   |
| $B_{\text{MSY}}$          | 63,873  | 45,275  | 96,850  | $B_{\text{MSY}}$          | 55,971  | 38,667  | 85,865  |
| $\text{MSY}$              | 36,040  | 28,110  | 51,995  | $\text{MSY}$              | 37,617  | 29,019  | 55,466  |
| $B_{1952}/K$              | 0.929   | 0.724   | 1.171   | $B_{1952}/K$              | 0.931   | 0.721   | 1.169   |
| $B_{2020}/K$              | 0.673   | 0.463   | 0.871   | $B_{2020}/K$              | 0.689   | 0.477   | 0.885   |
| $B_{2020}/B_{\text{MSY}}$ | 1.819   | 1.252   | 2.353   | $B_{2020}/B_{\text{MSY}}$ | 1.914   | 1.324   | 2.458   |
| $F_{2020}/F_{\text{MSY}}$ | 0.276   | 0.161   | 0.496   | $F_{2020}/F_{\text{MSY}}$ | 0.251   | 0.143   | 0.453   |

**Table 20.** Continued.

| S07                |         |         |         | S08                |         |         |         |
|--------------------|---------|---------|---------|--------------------|---------|---------|---------|
| Estimates          | Median  | LCI     | UCI     | Estimates          | Median  | LCI     | UCI     |
| $K$                | 208,597 | 156,839 | 303,053 | $K$                | 185,436 | 134,087 | 270,092 |
| $r$                | 0.443   | 0.339   | 0.581   | $r$                | 0.500   | 0.362   | 0.682   |
| $\psi_{(psi)}$     | 0.939   | 0.814   | 0.991   | $\psi_{(psi)}$     | 0.939   | 0.817   | 0.991   |
| $\sigma_{proc}$    | 0.106   | 0.062   | 0.168   | $\sigma_{proc}$    | 0.107   | 0.062   | 0.171   |
| $F_{MSY}$          | 0.414   | 0.317   | 0.544   | $F_{MSY}$          | 0.522   | 0.378   | 0.712   |
| $B_{MSY}$          | 79,276  | 59,606  | 115,174 | $B_{MSY}$          | 66,760  | 48,273  | 97,237  |
| $MSY$              | 32,716  | 26,300  | 45,689  | $MSY$              | 34,376  | 27,248  | 49,174  |
| $B_{1952}/K$       | 0.927   | 0.720   | 1.163   | $B_{1952}/K$       | 0.931   | 0.719   | 1.172   |
| $B_{2020}/K$       | 0.628   | 0.432   | 0.833   | $B_{2020}/K$       | 0.637   | 0.433   | 0.847   |
| $B_{2020}/B_{MSY}$ | 1.651   | 1.136   | 2.192   | $B_{2020}/B_{MSY}$ | 1.770   | 1.203   | 2.354   |
| $F_{2020}/F_{MSY}$ | 0.335   | 0.195   | 0.576   | $F_{2020}/F_{MSY}$ | 0.296   | 0.169   | 0.527   |

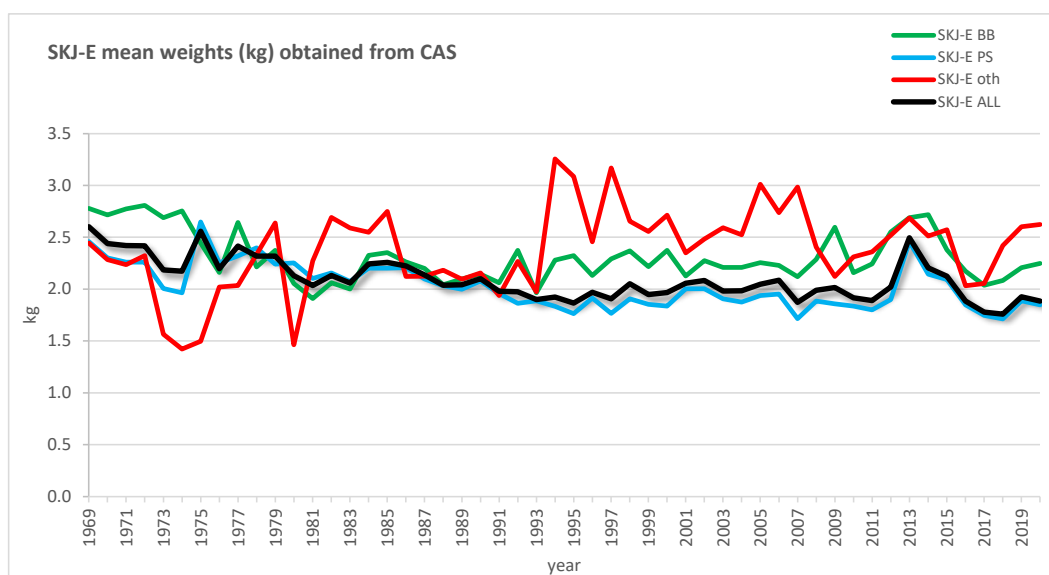
| S09                |         |         |         |
|--------------------|---------|---------|---------|
| Estimates          | Median  | LCI     | UCI     |
| $K$                | 172,008 | 119,107 | 263,847 |
| $r$                | 0.561   | 0.386   | 0.806   |
| $\psi_{(psi)}$     | 0.940   | 0.814   | 0.990   |
| $\sigma_{proc}$    | 0.104   | 0.059   | 0.167   |
| $F_{MSY}$          | 0.618   | 0.426   | 0.888   |
| $B_{MSY}$          | 60,216  | 41,697  | 92,367  |
| $MSY$              | 36,731  | 28,686  | 54,241  |
| $B_{1952}/K$       | 0.930   | 0.728   | 1.167   |
| $B_{2020}/K$       | 0.668   | 0.465   | 0.871   |
| $B_{2020}/B_{MSY}$ | 1.909   | 1.327   | 2.489   |
| $F_{2020}/F_{MSY}$ | 0.259   | 0.145   | 0.455   |

**Table 21.** Estimates of  $MSY$ ,  $F_{MSY}$ , Virgin SSB,  $SSB_{MSY}$ , 10% $SSB_{MSY}$  and 20% $SSB_{MSY}$  for the deterministic 9 grid runs for the W-SKJ stock

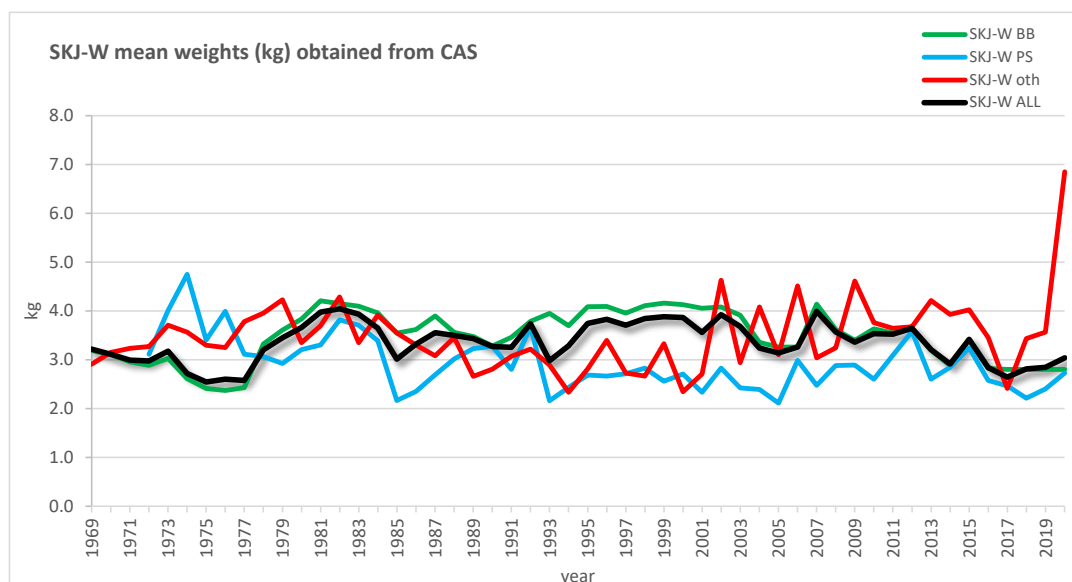
| Quantile | h   | $MSY$ | $F_{MSY}$ | Virgin SSB | $SSB_{MSY}$ | 10% $SSB_{MSY}$ | % $SSB_{MSY}$ | 20% $SSB_{MSY}$ |
|----------|-----|-------|-----------|------------|-------------|-----------------|---------------|-----------------|
| 25       | 0.6 | 41003 | 0.500     | 199582     | 54466       | 2.7%            | 10893         | 5.5%            |
| 25       | 0.7 | 42401 | 0.701     | 166437     | 37316       | 2.2%            | 7463          | 4.5%            |
| 25       | 0.8 | 46340 | 1.002     | 148743     | 25599       | 1.7%            | 5120          | 3.4%            |
| 50       | 0.6 | 32342 | 0.377     | 250229     | 69702       | 2.8%            | 13940         | 5.6%            |
| 50       | 0.7 | 33497 | 0.536     | 210495     | 48736       | 2.3%            | 9747          | 4.6%            |
| 50       | 0.8 | 35906 | 0.787     | 185962     | 33293       | 1.8%            | 6659          | 3.6%            |
| 75       | 0.6 | 28313 | 0.310     | 294861     | 82172       | 2.8%            | 16434         | 5.6%            |
| 75       | 0.7 | 28444 | 0.451     | 238811     | 55306       | 2.3%            | 11061         | 4.6%            |
| 75       | 0.8 | 29244 | 0.697     | 200524     | 35381       | 1.8%            | 7076          | 3.5%            |

**Table 22.** Constant catch scenarios by fleet used for projections for the western skipjack stock.

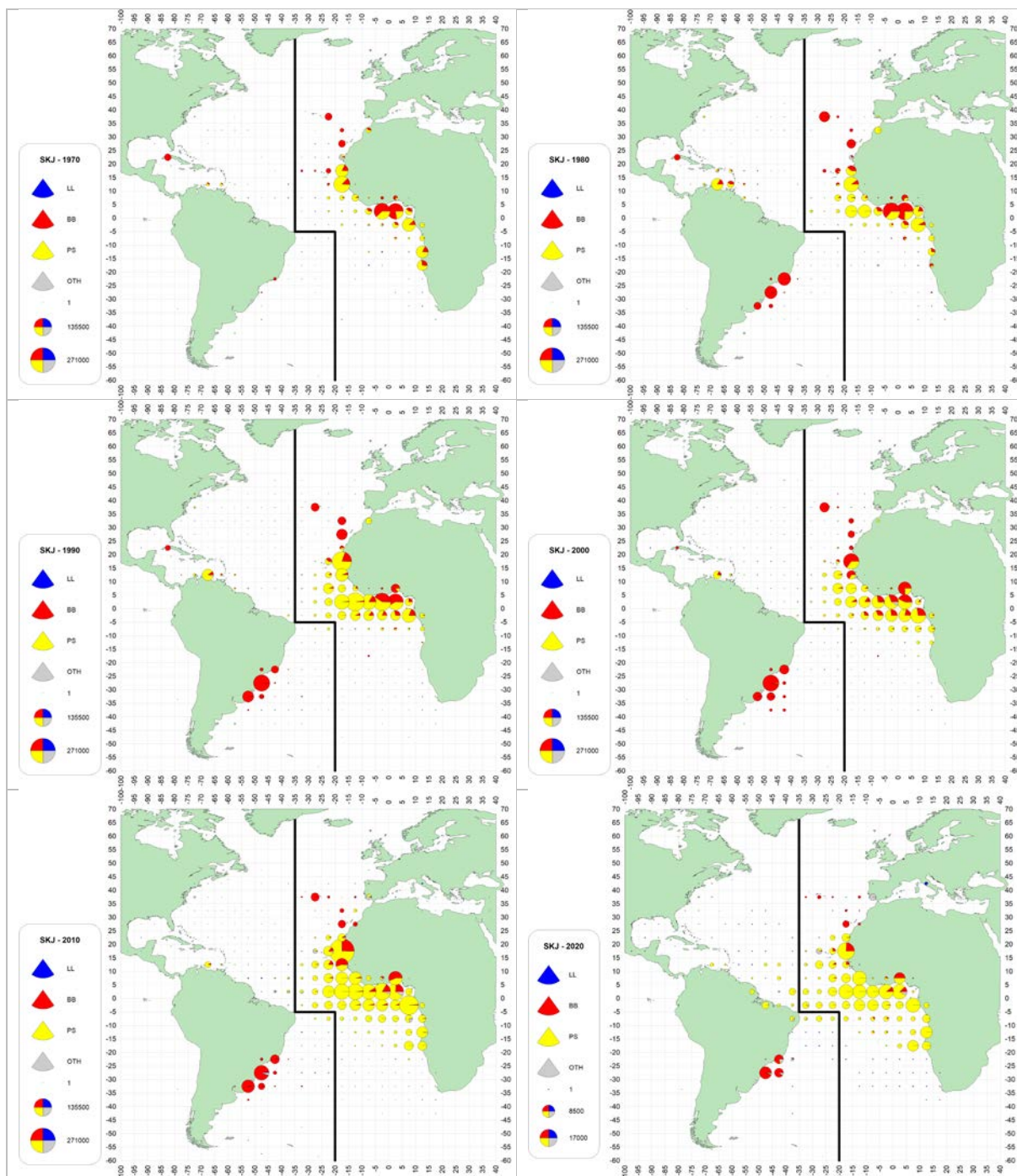
|             |       | FL1     | FL2     | FL3     | FL4    | FL5   |
|-------------|-------|---------|---------|---------|--------|-------|
| Years       | catch | PS_West | BB_West | LL_USMX | LL_OTH | HL_RR |
| 2021 - 2022 | 18859 | 1000    | 14529   | 266     | 151    | 2913  |
| 2023 - 2040 | 0     | 0       | 0       | 0       | 0      | 0     |
| 2023 - 2040 | 14000 | 742     | 10786   | 198     | 112    | 2163  |
| 2023 - 2040 | 16000 | 848     | 12326   | 226     | 128    | 2472  |
| 2023 - 2040 | 18000 | 954     | 13867   | 254     | 144    | 2780  |
| 2023 - 2040 | 20000 | 1060    | 15408   | 282     | 160    | 3089  |
| 2023 - 2040 | 22000 | 1166    | 16949   | 310     | 176    | 3398  |
| 2023 - 2040 | 24000 | 1272    | 18490   | 339     | 192    | 3707  |
| 2023 - 2040 | 26000 | 1378    | 20031   | 367     | 208    | 4016  |
| 2023 - 2040 | 28000 | 1484    | 21571   | 395     | 224    | 4325  |
| 2023 - 2040 | 30000 | 1590    | 23112   | 423     | 240    | 4634  |
| 2023 - 2040 | 32000 | 1696    | 24653   | 452     | 256    | 4943  |
| 2023 - 2040 | 34000 | 1802    | 26194   | 480     | 272    | 5252  |
| 2023 - 2040 | 36000 | 1908    | 27735   | 508     | 288    | 5561  |
| 2023 - 2040 | 38000 | 2014    | 29275   | 536     | 304    | 5870  |
| 2023 - 2040 | 40000 | 2120    | 30816   | 564     | 320    | 6179  |



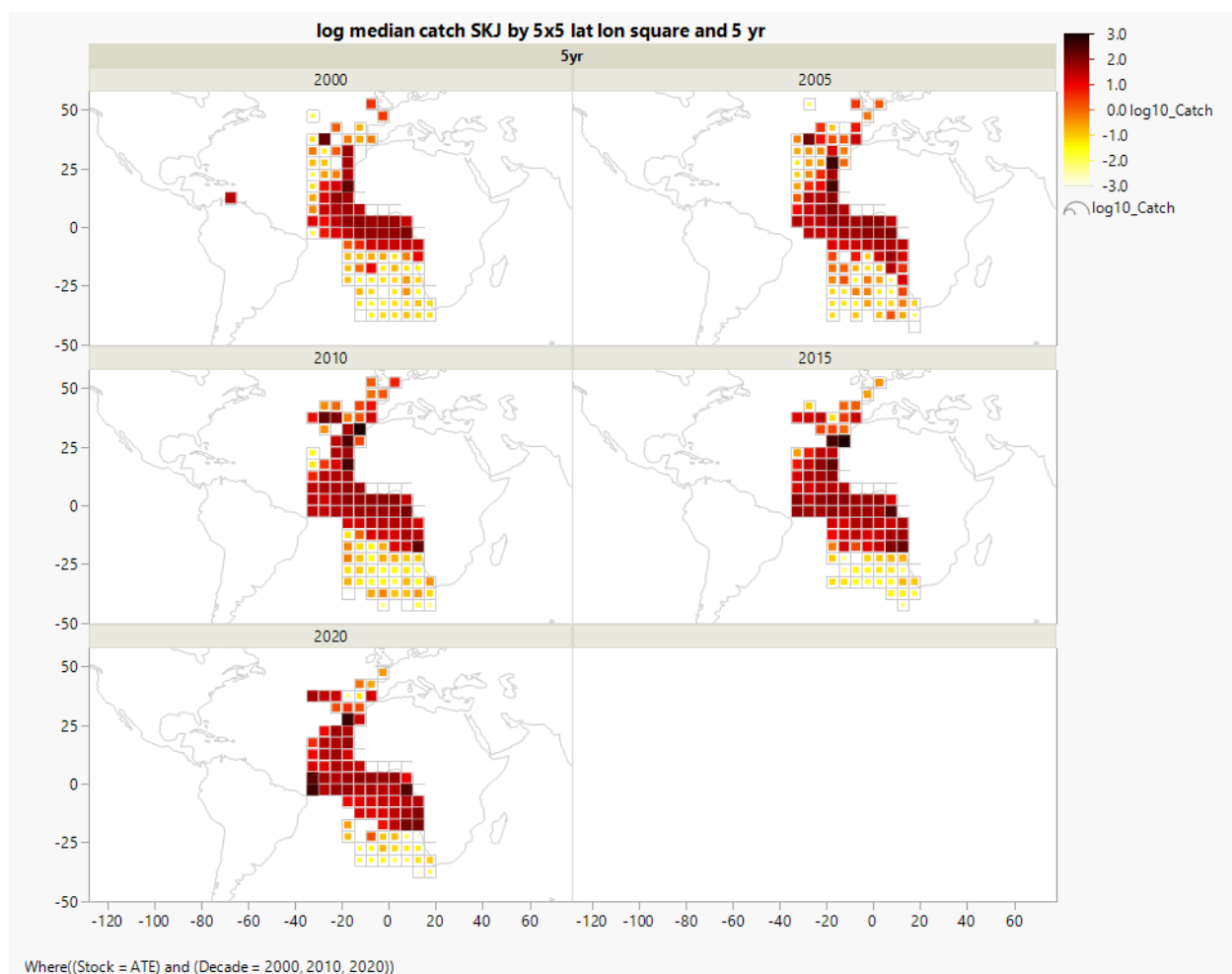
**Figure 1.** SKJ-E weighted mean weights (kg) estimated from the overall CAS estimations.



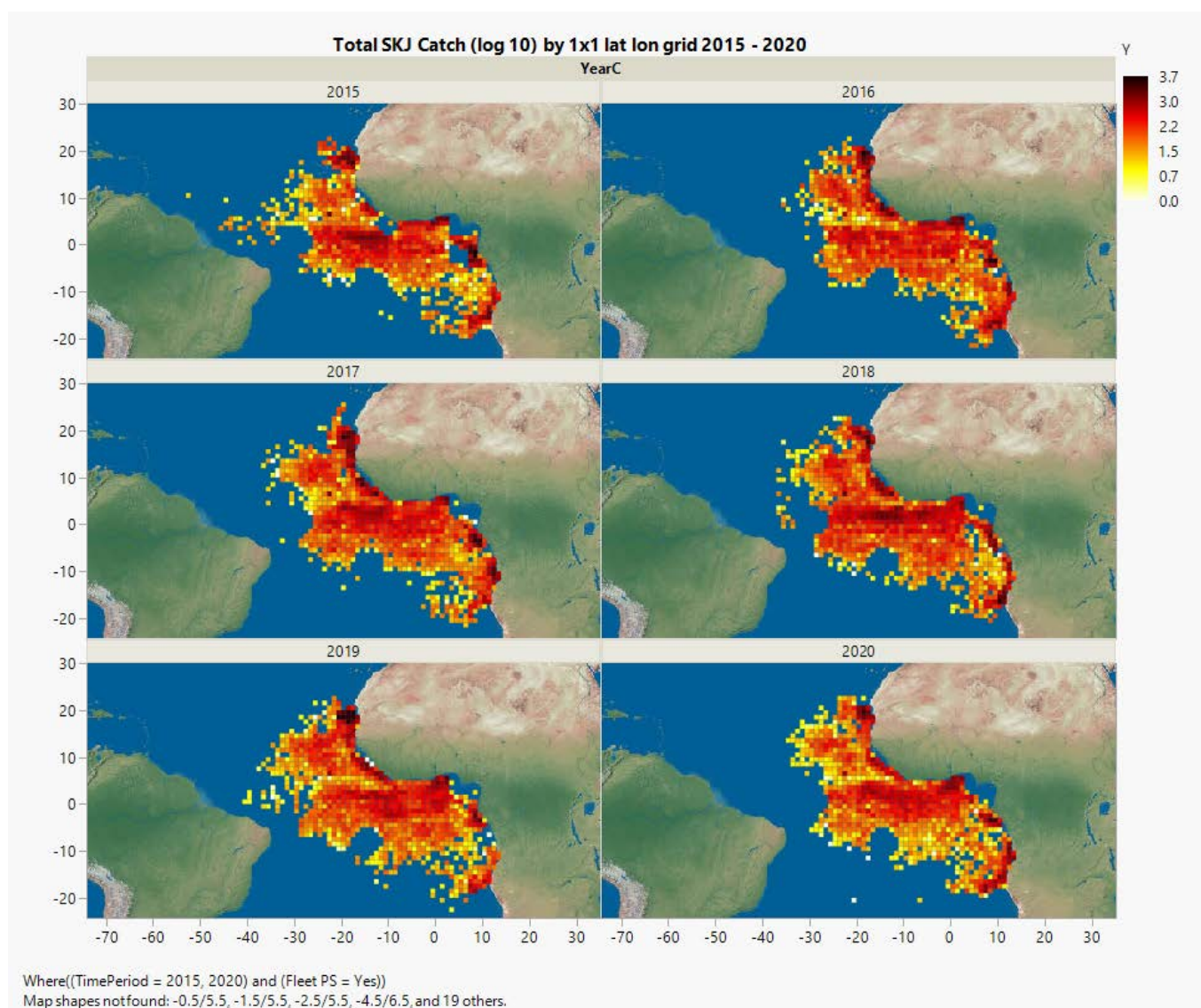
**Figure 2.** SKJ-W weighted mean weights (kg) estimated from the overall CAS estimations. The high value of the mean weight in other gears (oth) in 2020 may be due to some errors/inconsistencies in the associated size information available.



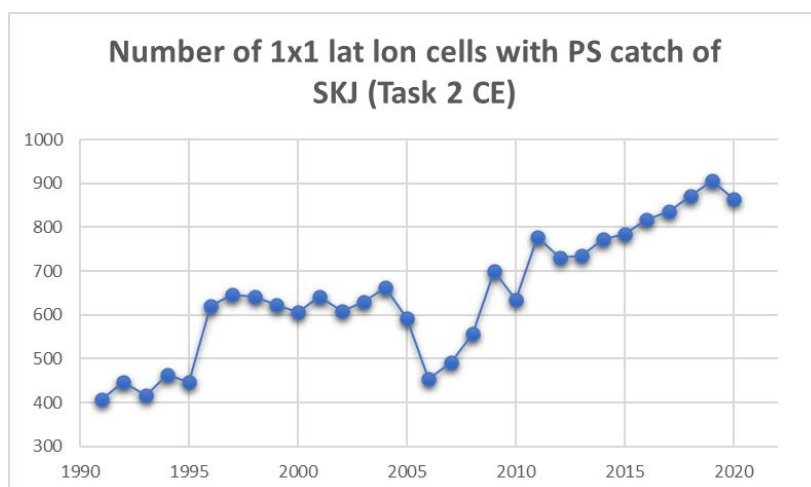
**Figure 3.** SKJ total catches (t) in 5x5 degree squares (source: CATDIS) by major gear and decade (1970-2020). The last decade only contains 1 year.



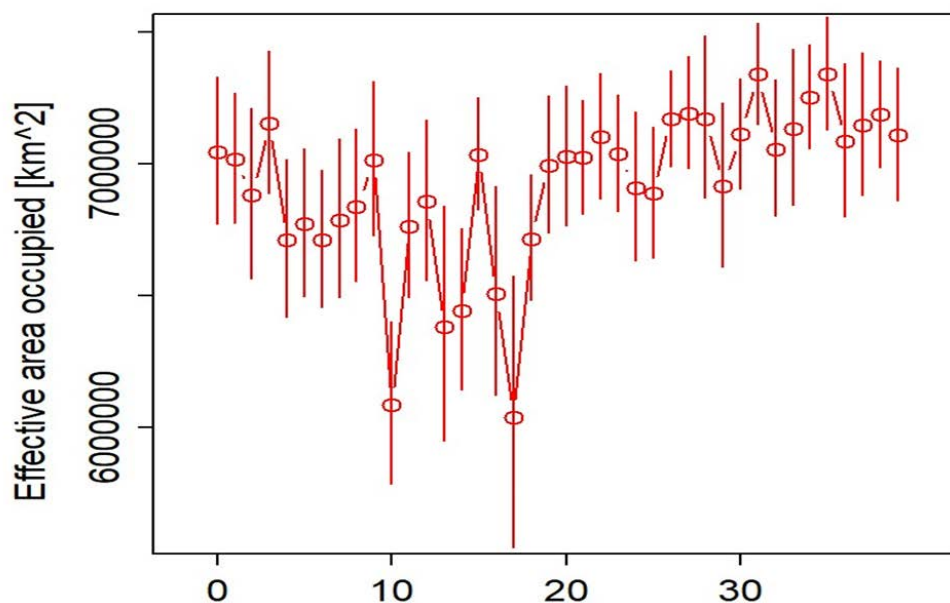
**Figure 4.** Spatial distribution (5x5 degree square) of SKJ median catch (t) since 2000 grouped in 5-year periods. Colour shades indicate the log10 of the median catch overall. Estimates based on the SKJ CATDIS database.



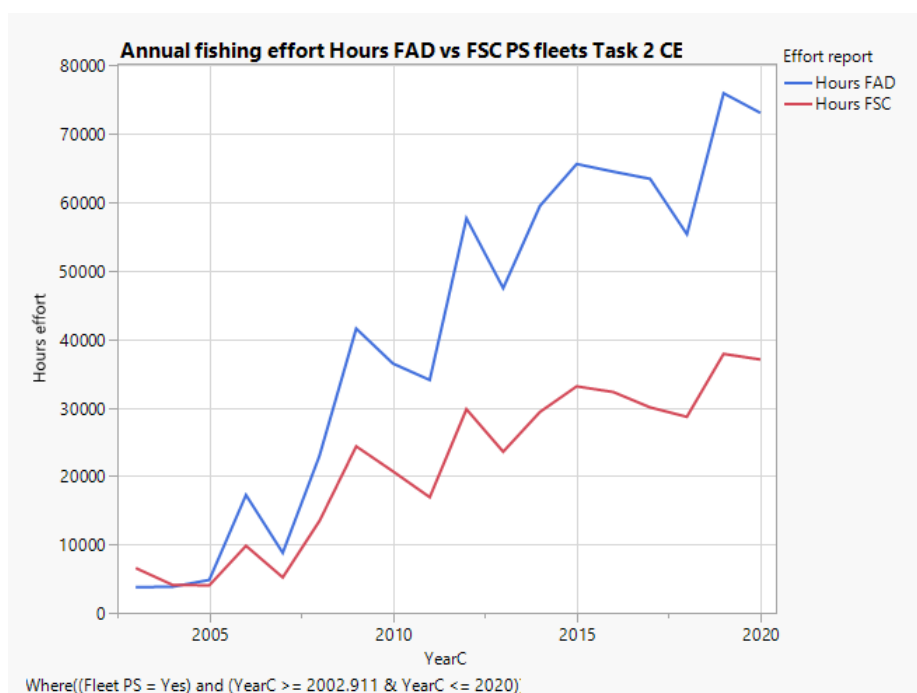
**Figure 5.** Total annual catch of SKJ (log 10 t) by 1x1 degree squares from 2015 to 2020 based on T2CE data reported by CPCs. Darker shades indicate larger catches.



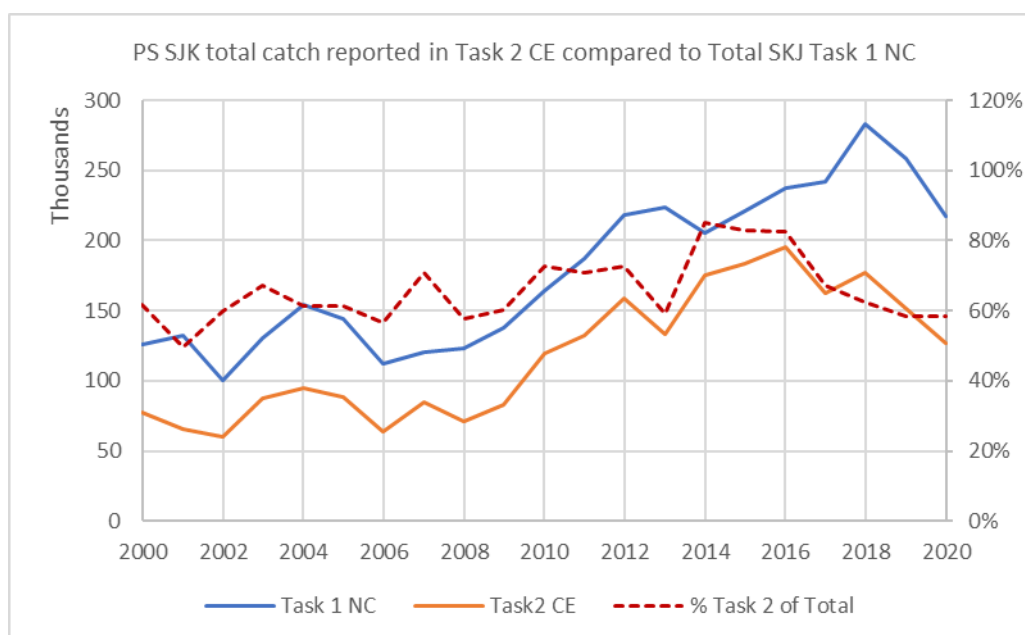
**Figure 6.** Number of 1x1 degree squares that have reported catches of tropical tunas (SKJ, YFT, BET) by year from the T2CE ICCAT dbase. Note that the period 1990-2009 may be incomplete as not all fleets with reported catches (Task 1 NC) had reported the Task 2 CE in the spatio-temporal resolution indicated.



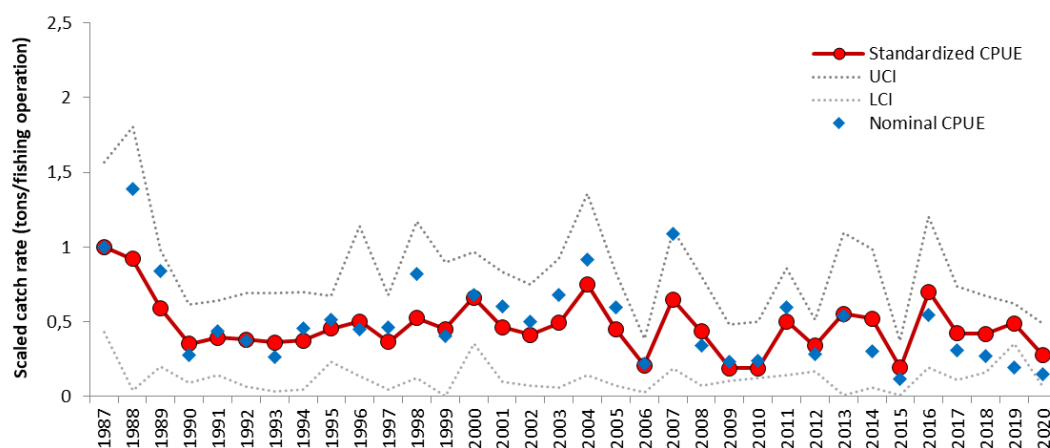
**Figure 7.** Estimated effective area occupied (in square km) required to contain a population given its average population density ( $\text{kg km}^{-2}$ ) of the eastern Atlantic skipjack caught by the European purse seiner for fishing operations on drifting FADs not owned by the vessel. The plot shows the estimate (circle) and confidence interval ( $\pm 1 \text{ se}$ ) by year-quarter (x-axis), from Q1-2010 to Q4-2019 (SCRS/2022/028).



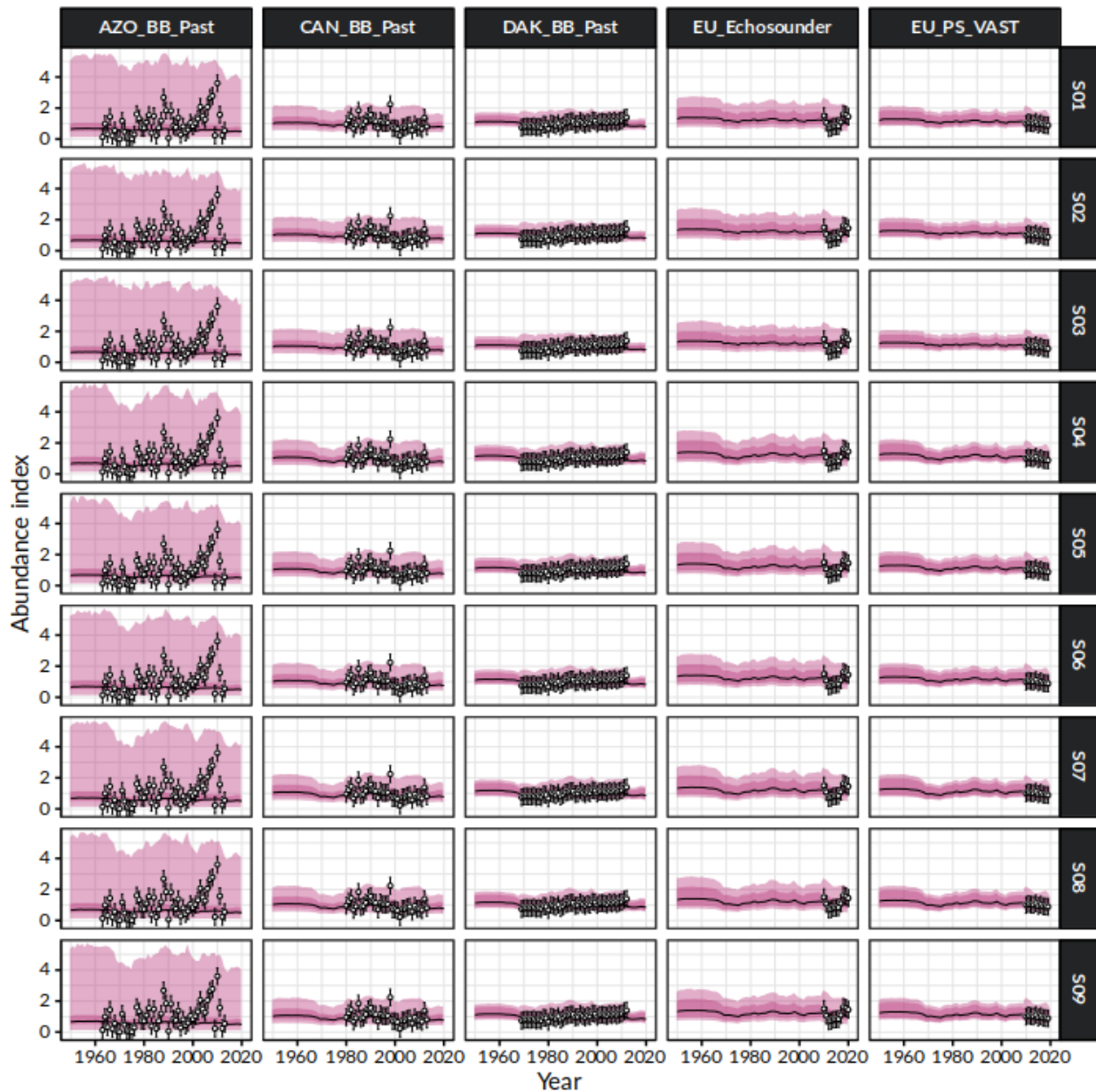
**Figure 8.** Reported fishing effort (hours fishing) for the tropical tuna PS fleets (Task 2 CE) by fishing mode on floating objects (FOB/FAD) and free schools (FSC) 2005 - 2020.



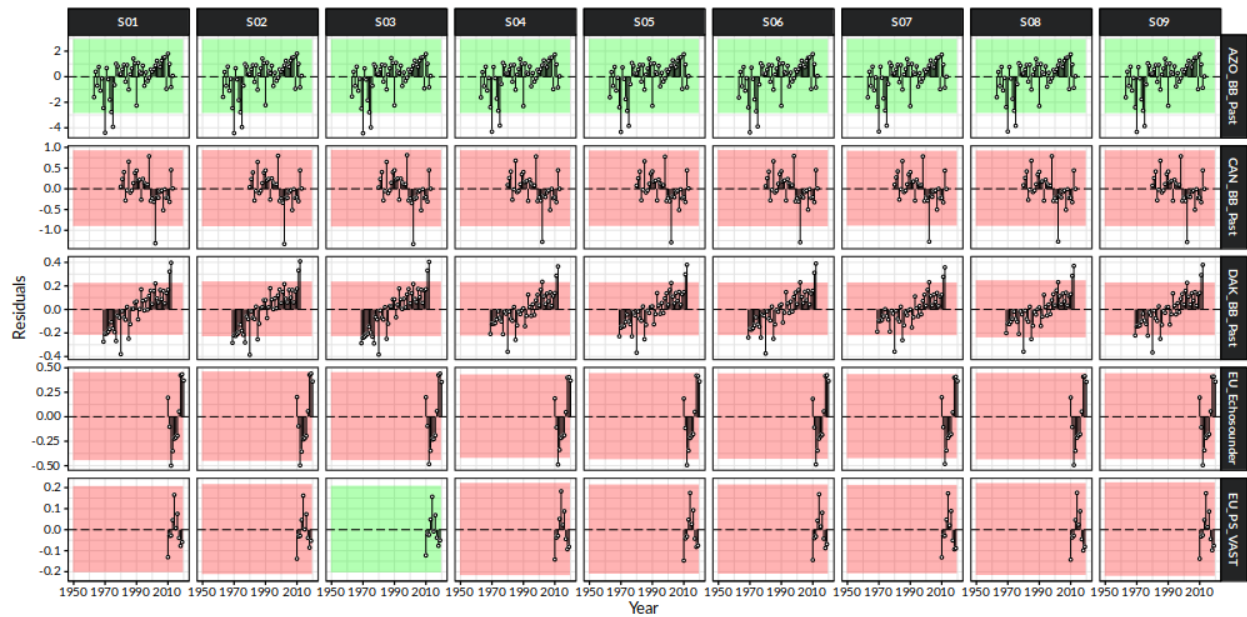
**Figure 9.** Annual trends of the E-SKJ total catch (Task 1 NC) compared to the purse seine (PS) SKJ catch reported in Task 2 CE (Task 2 CE). The dashed line indicates the annual percent values on the right y-axis.



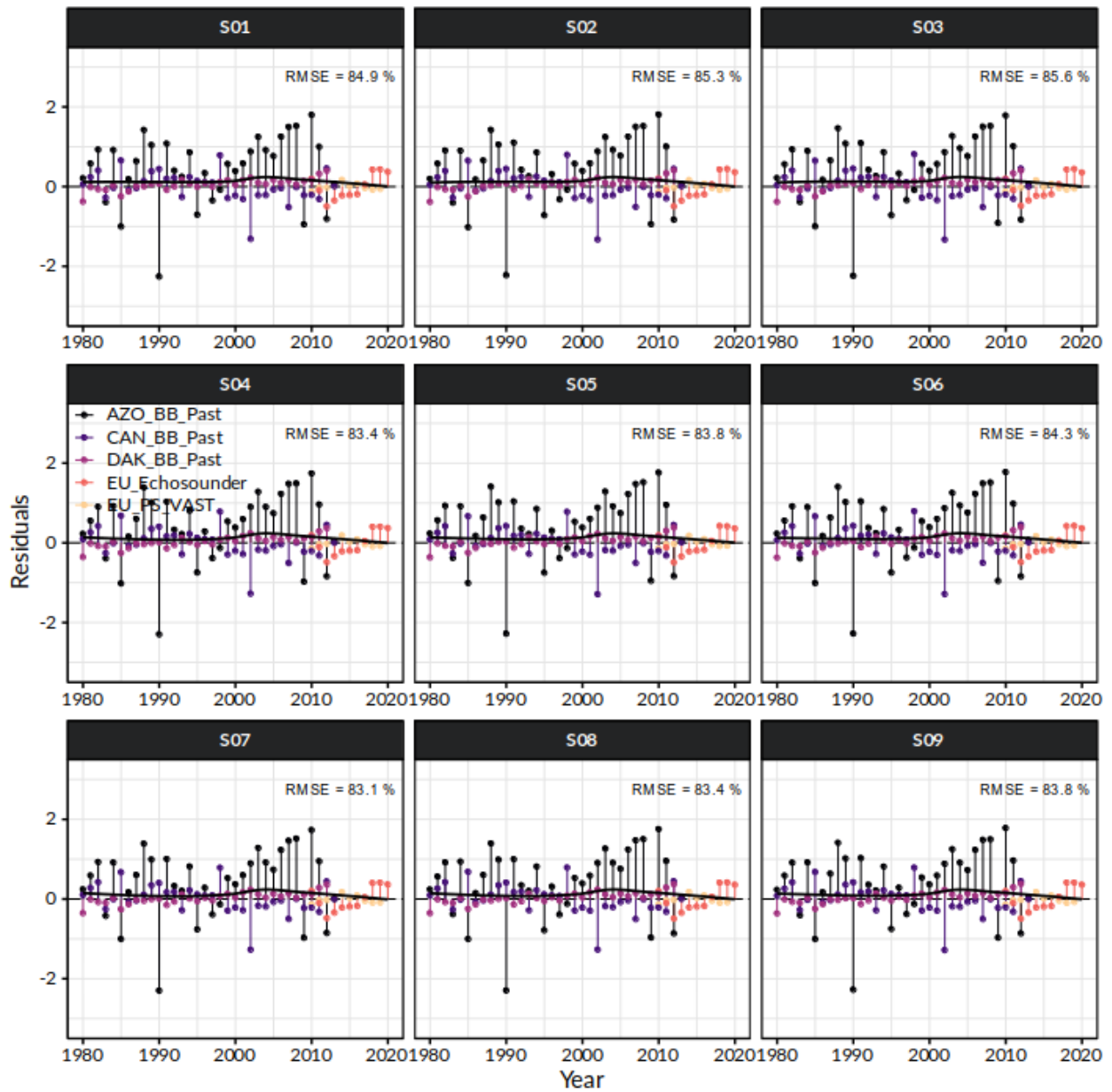
**Figure 10.** Scaled nominal (blue squares) and standardized (red line and circles) CPUE (t/fishing operation) of skipjack tuna caught by the Venezuelan baitboat fishery. Dotted lines represent 95% confidence intervals for the standardized CPUE.



**Figure 11.** Time series of observed (circle) with error 95% CIs (error bars) and predicted (solid line) CPUE of East Atlantic skipjack tuna for the Bayesian state-space surplus production model JABBA for each scenario fitted. Dark shaded pink areas show 95% credibility intervals of the expected mean CPUE and light shaded blue areas denote the 95% posterior predictive distribution intervals.

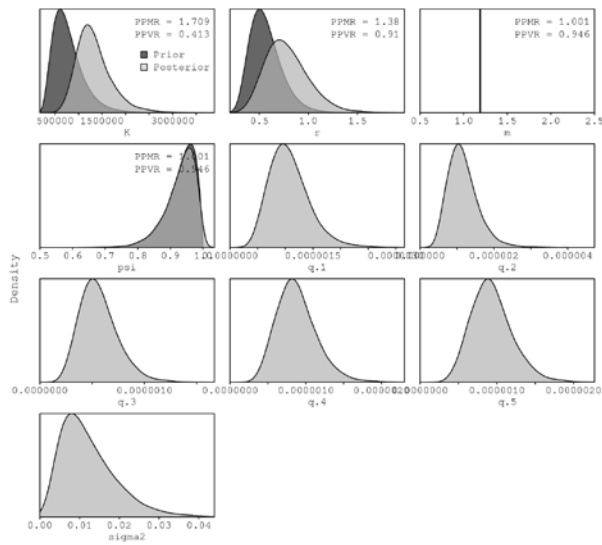


**Figure 12.** Runs tests to quantitatively evaluate the randomness of the time series of CPUE residuals for each scenario fitted for West Atlantic skipjack tuna. Green panels indicate no evidence of lack of randomness of time-series residuals ( $p > 0.05$ ), while red panels indicate the opposite. The inner shaded area shows three standard errors from the overall mean and red circles identify a specific year with residuals greater than this threshold value (3x sigma rule).

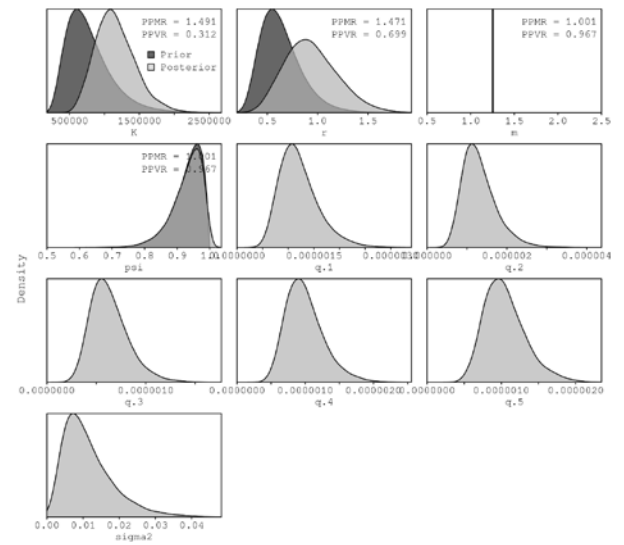


**Figure 13.** JABBA residual diagnostic plots for alternative sets of CPUE indices examined for each scenario fitted for the East Atlantic skipjack tuna. Solid black lines indicate a loess smoother through all residuals.

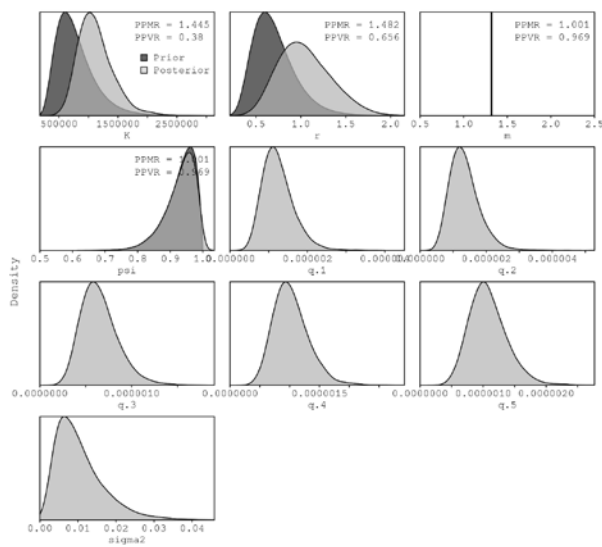
S01



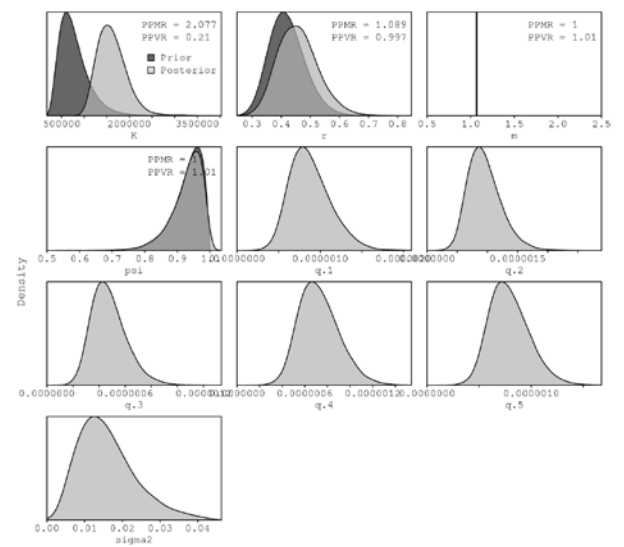
S02



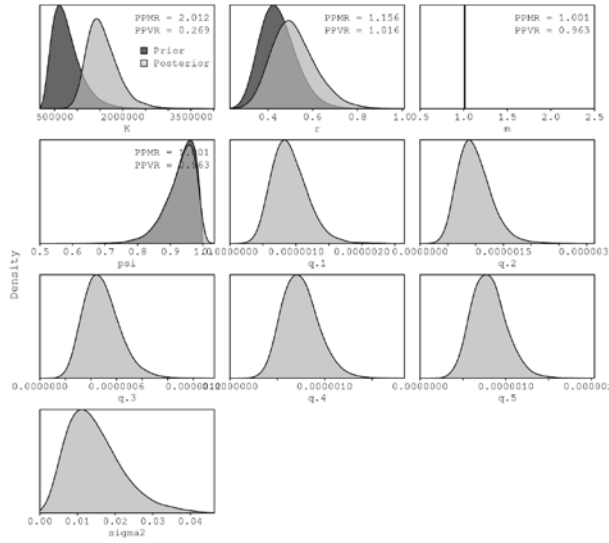
S03



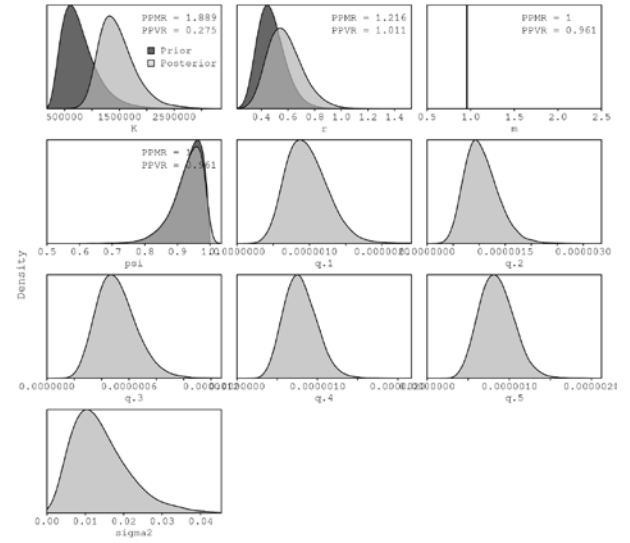
S04



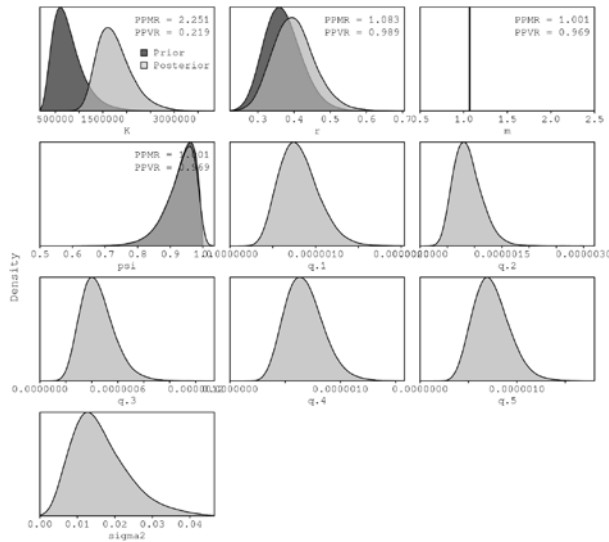
S05



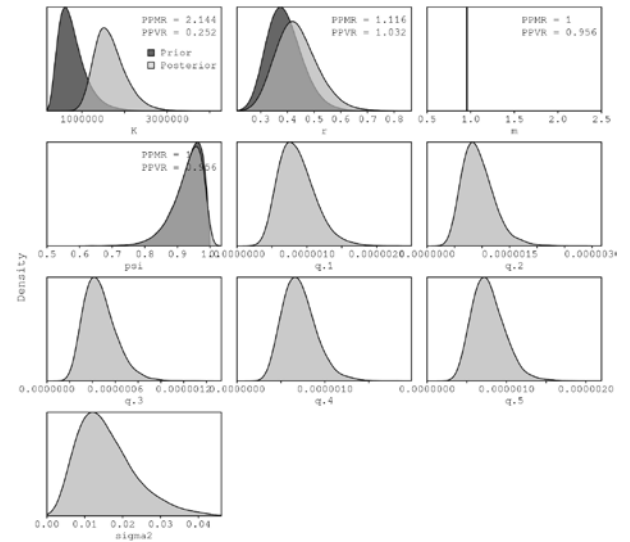
S06



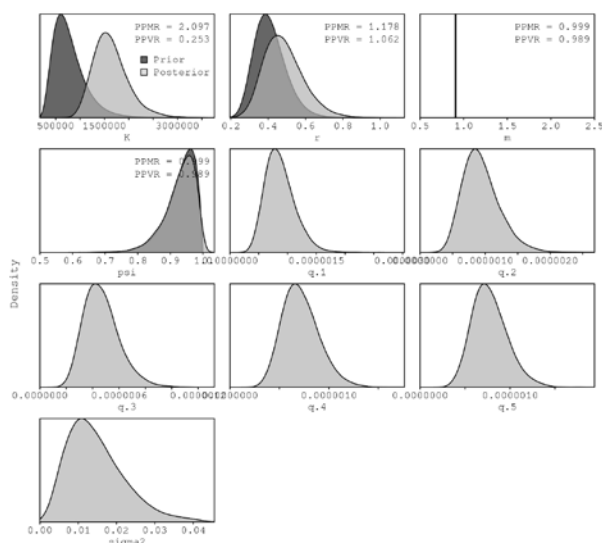
S07



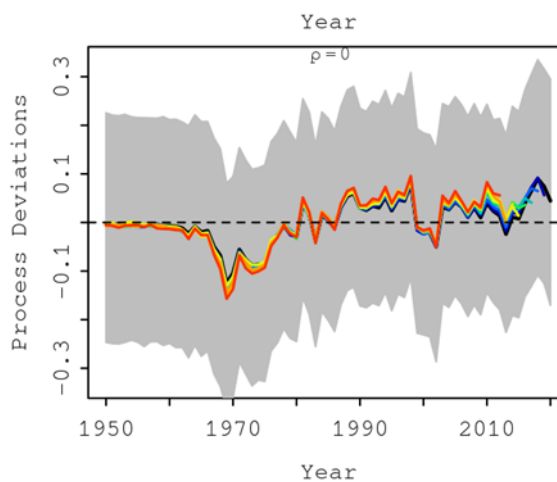
S08



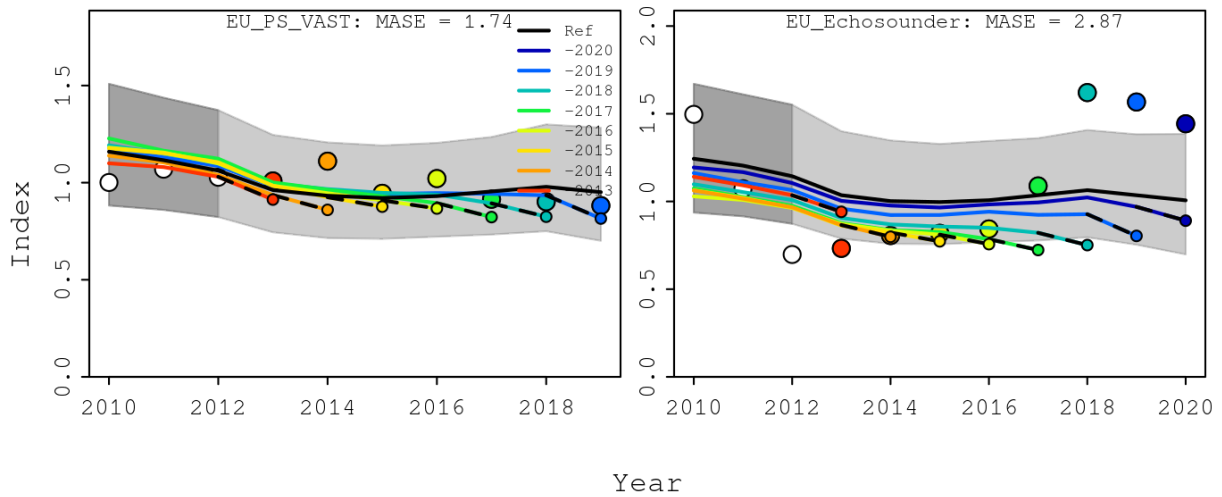
S09



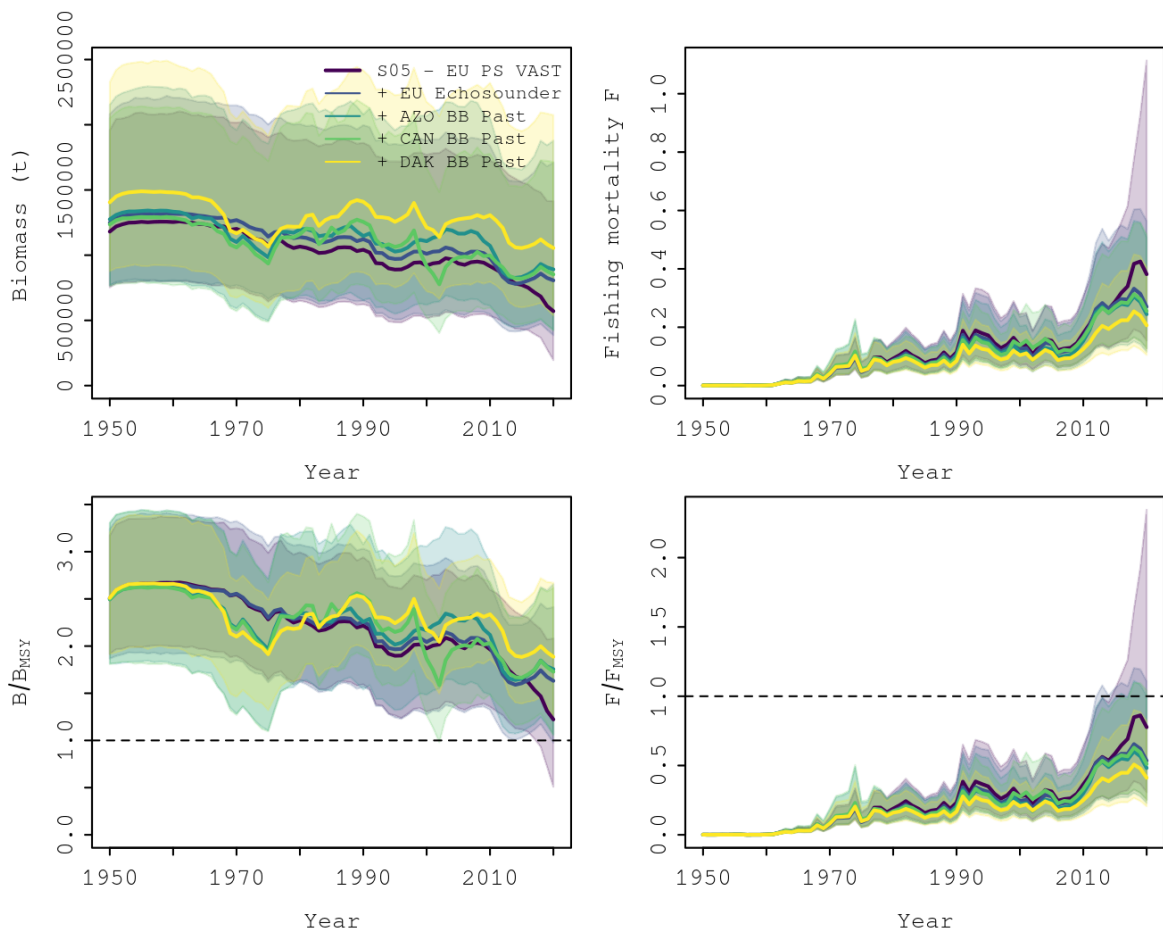
**Figure 14.** Prior and posterior distributions of various model and management parameters for the Bayesian state-space surplus production fitted for the East Atlantic skipjack tuna. PPRM: Posterior to Prior Ratio of Medians; PPRV: Posterior to Prior Ratio of Variances.



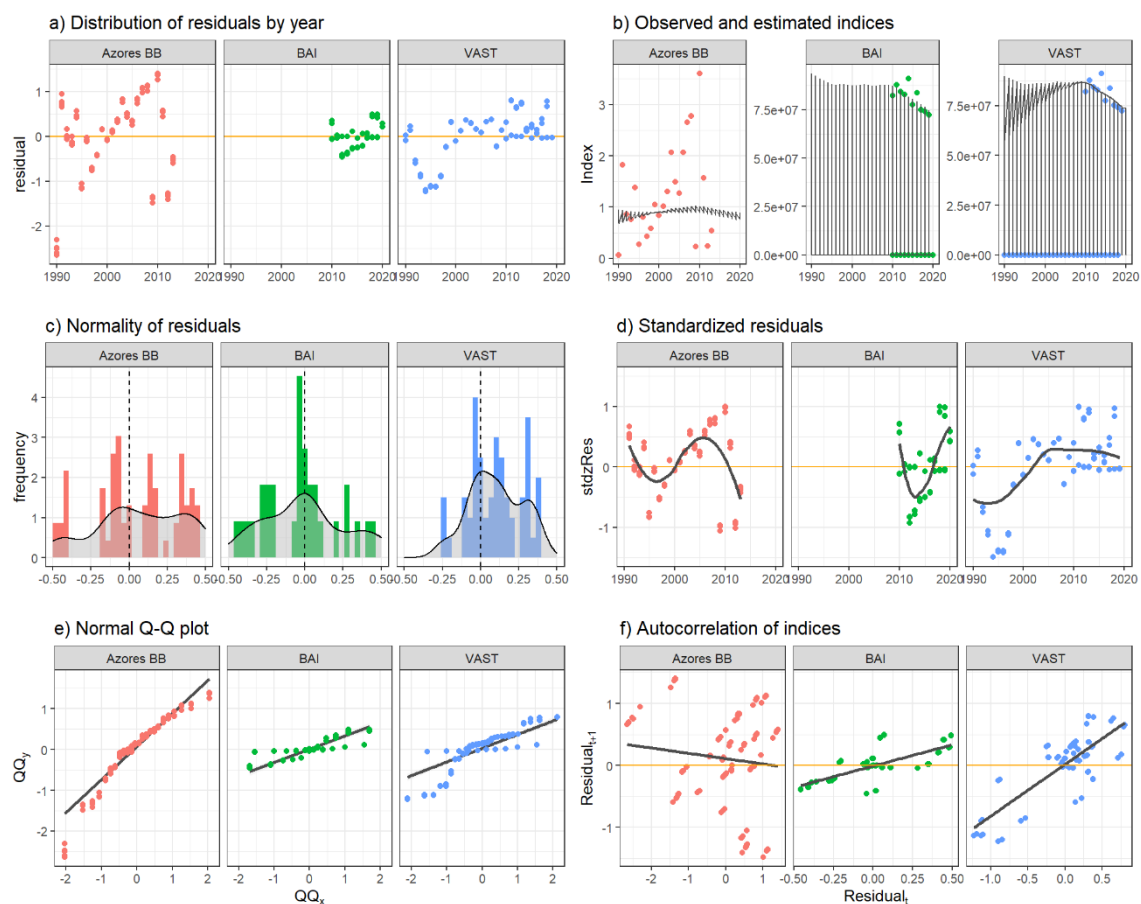
**Figure 15.** E-SKJ JABBA model run. Trends of process error deviations from the retrospective analyses when removing up to 5 years of the terminal input data.



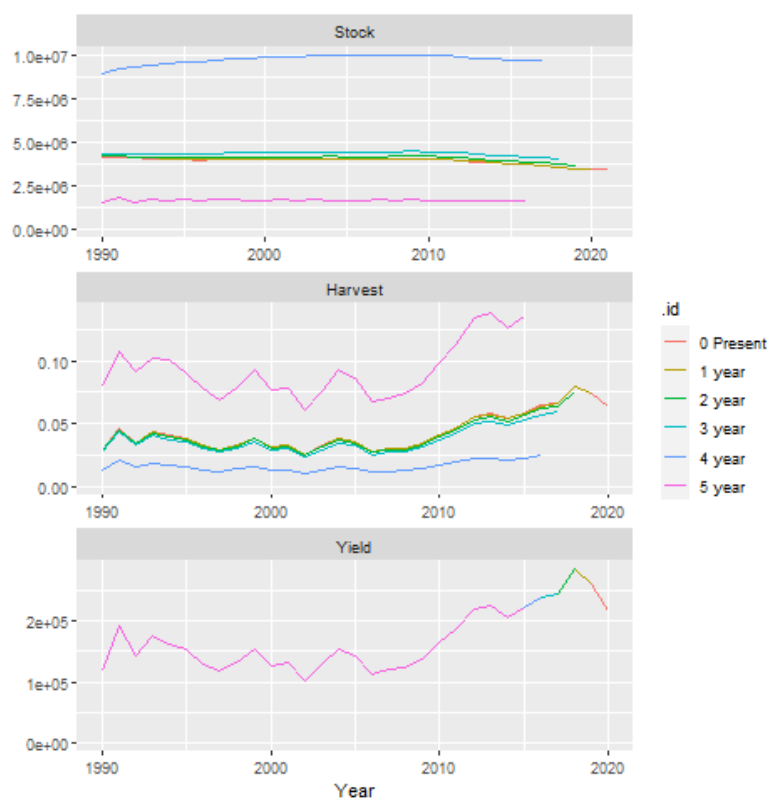
**Figure 16.** Hindcasting cross-validation results (HCxval) for the two scenarios S05 for East Atlantic skipjack tuna, showing one-year-ahead forecasts of CPUE values (2011-2019), performed with eight hindcast model runs relative to the expected CPUE. The CPUE observations, used for cross-validation, are highlighted as colour-coded solid circles with associated light-grey shaded 95% confidence interval. The model reference year refers to the end points of each one-year-ahead forecast and the corresponding observation (i.e., year of peel + 1).



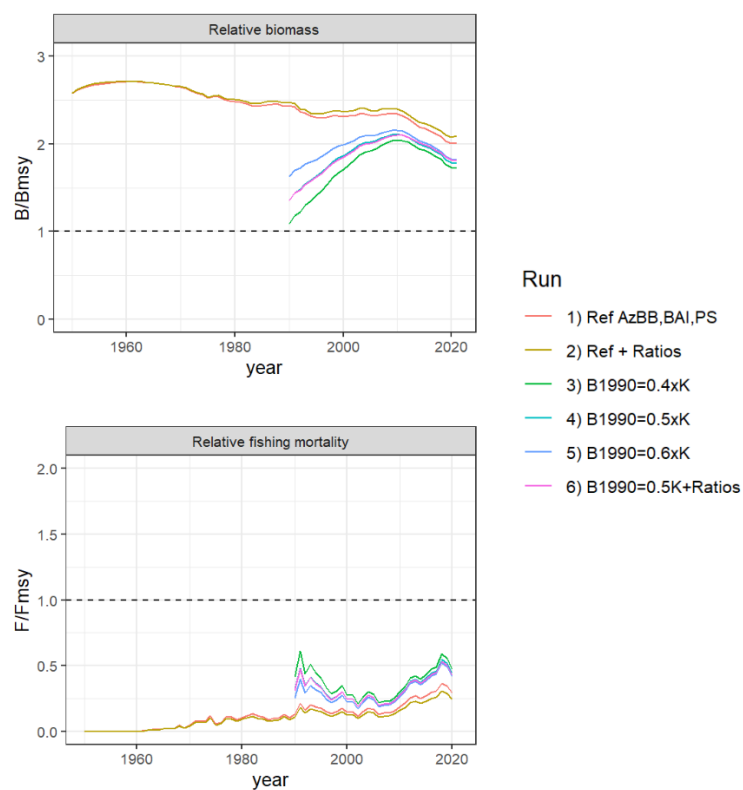
**Figure 17.** Sensitivity analysis performed for scenarios S05 showing the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to  $B_{MSY}$  ( $B/B_{MSY}$ ) and fishing mortality relative to  $F_{MSY}$  ( $F/F_{MSY}$ ) (middle panels) and biomass relative to  $K$  ( $B/K$ ) and surplus production curve (bottom panels) for the East Atlantic skipjack tuna.



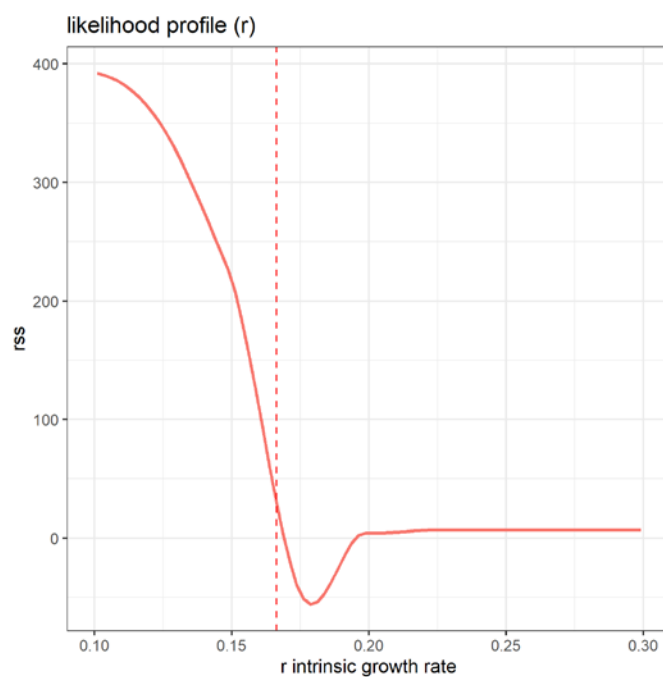
**Figure 18.** Diagnostics of fit for the proposed preliminary reference case MPB model.



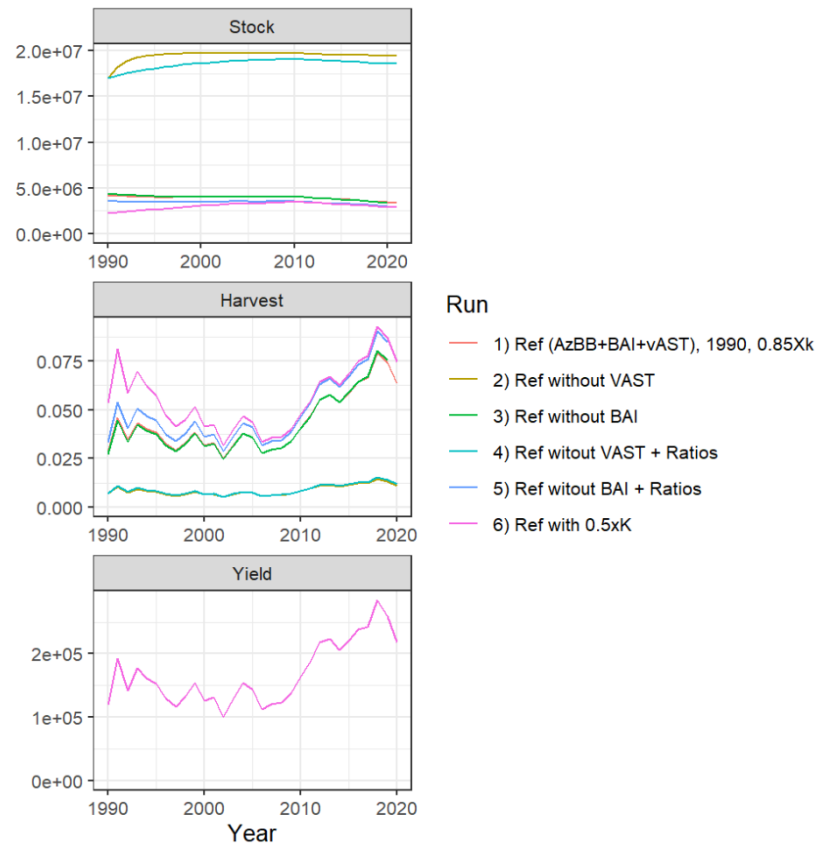
**Figure 19.** Retrospective analysis for the MPB preliminary reference run SKJ-E.



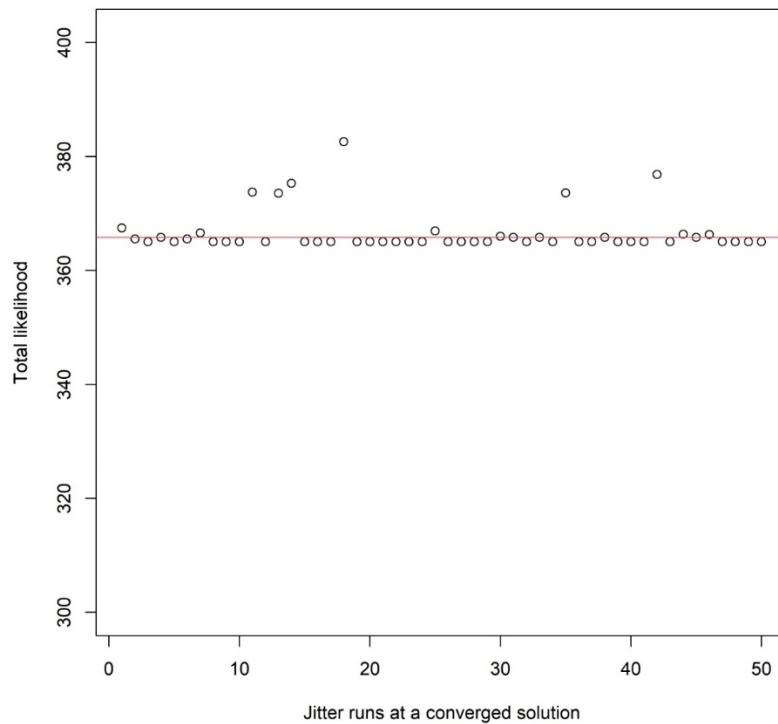
**Figure 20.** Diagnostics were presented to the Group including the production function



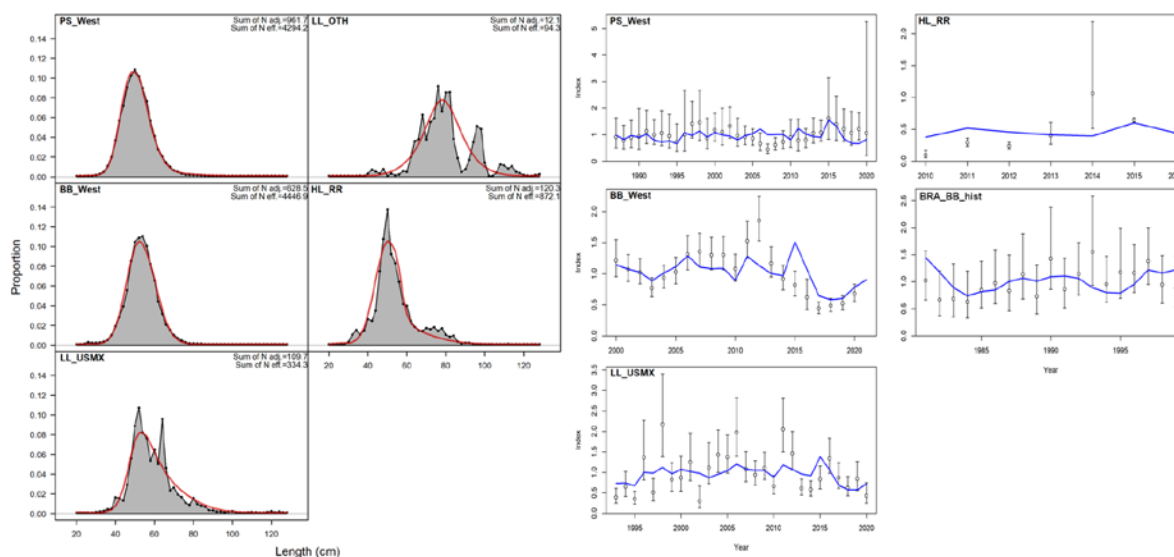
**Figure 21.** Likelihood profile for the intrinsic growth rate for the proposed preliminary reference case of the MPB SKJ-E.



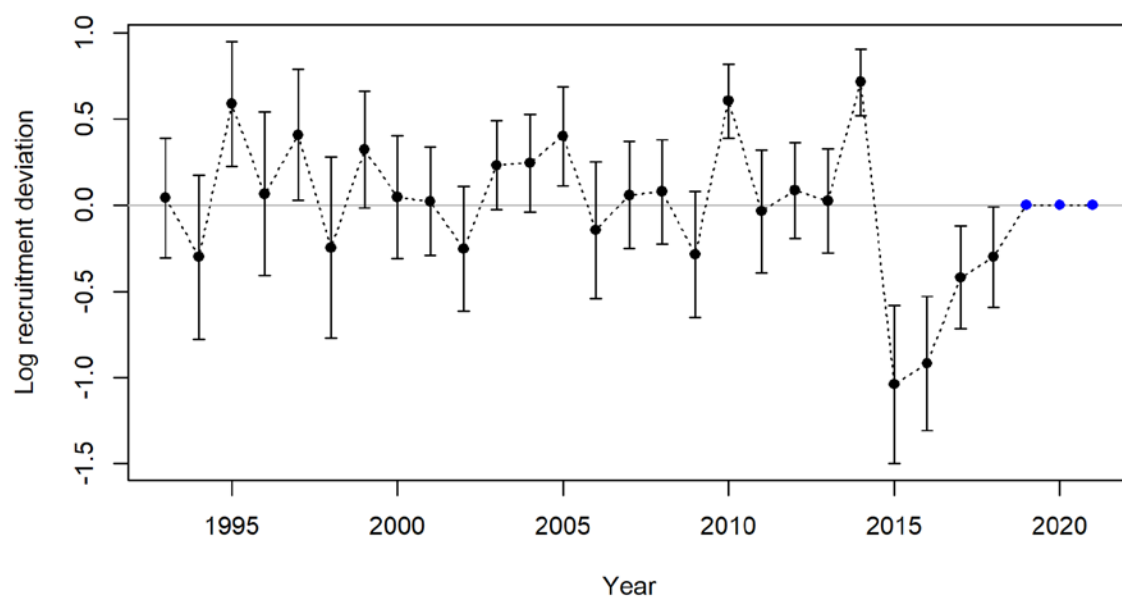
**Figure 22.** Estimated biomass and fishing mortality for the proposed preliminary reference case and alternatives from the MPB E-SKJ run.



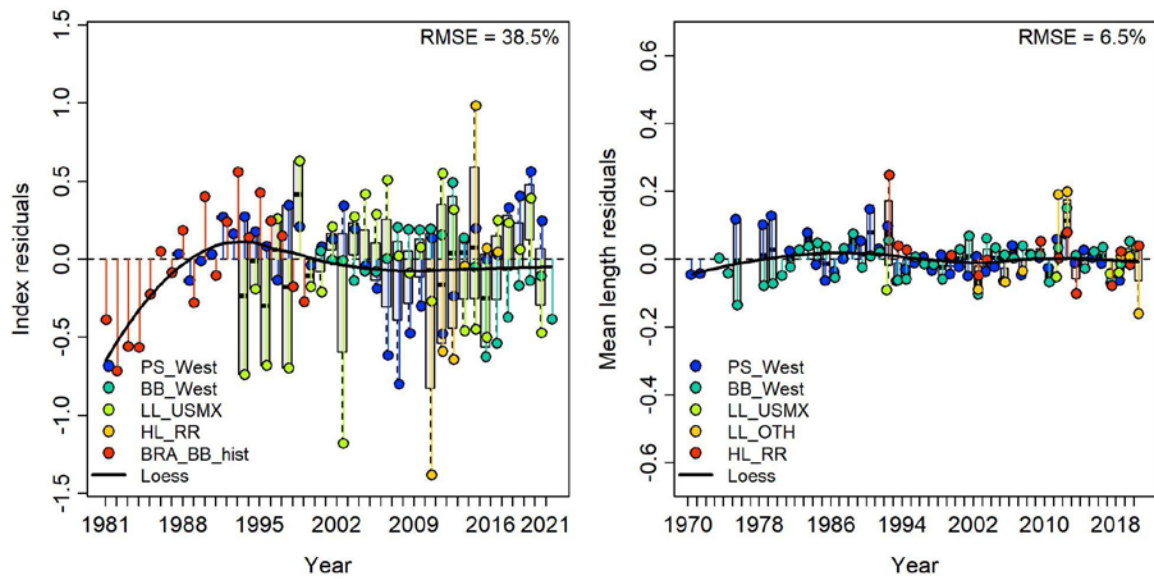
**Figure 23.** Jitter results for the reference case.



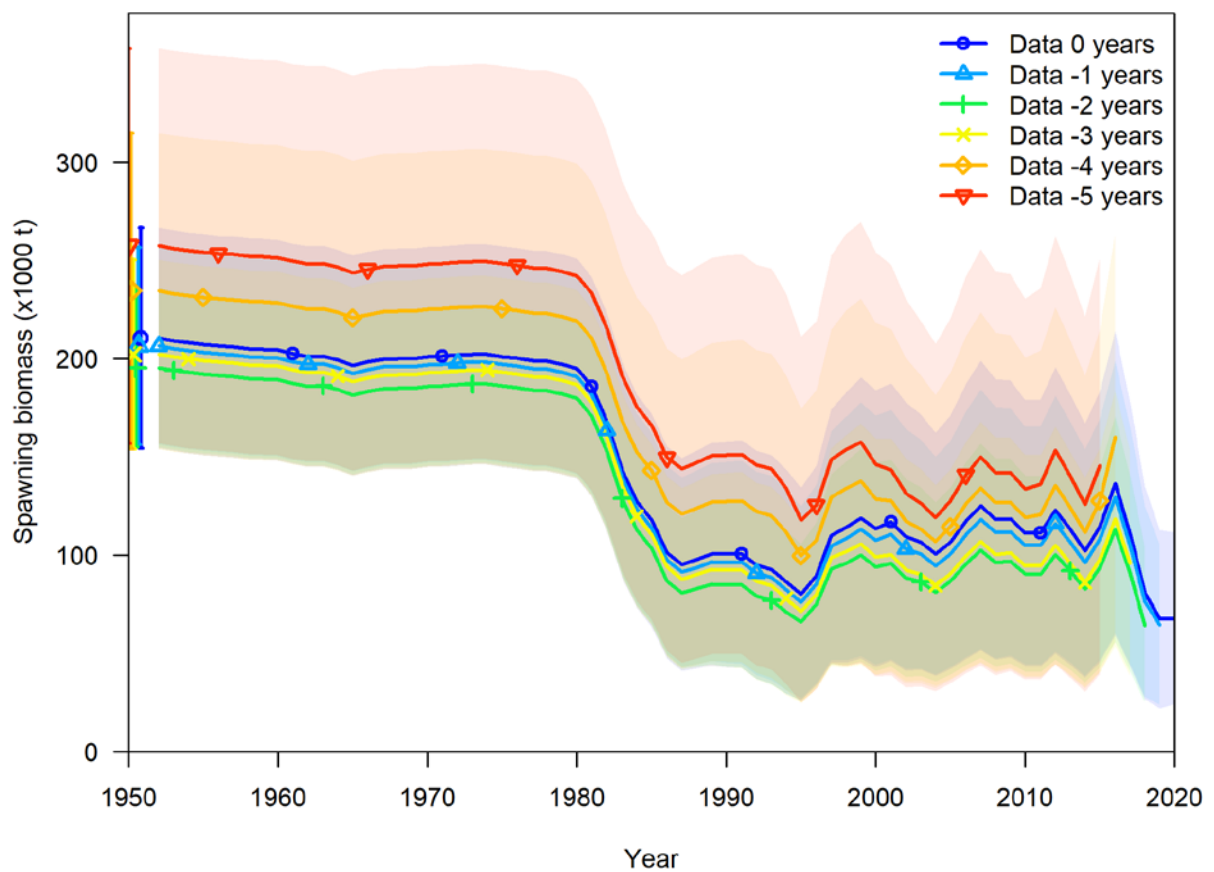
**Figure 24.** Model fits to the aggregated length compositions for each fleet (left panels) and for the index (right panels) for the reference case.



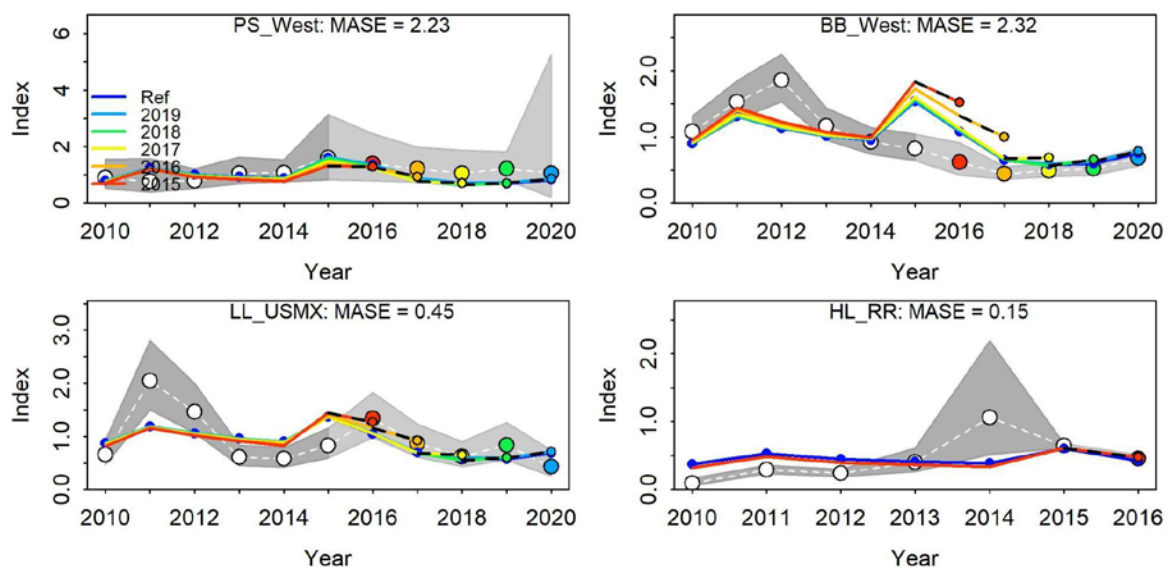
**Figure 25.** Recruitment deviations for the W-SKJ Stock synthesis model reference case.



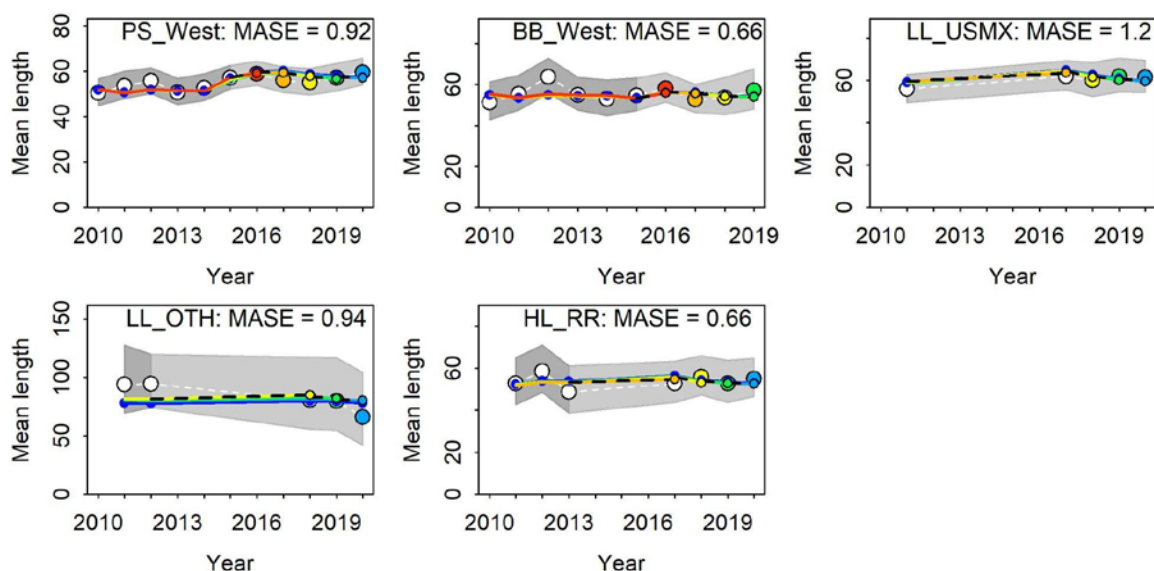
**Figure 26.** Joint residuals plot for the index (left panel) and length composition (right panel) fits for the W-SKJ Stock synthesis model reference case.



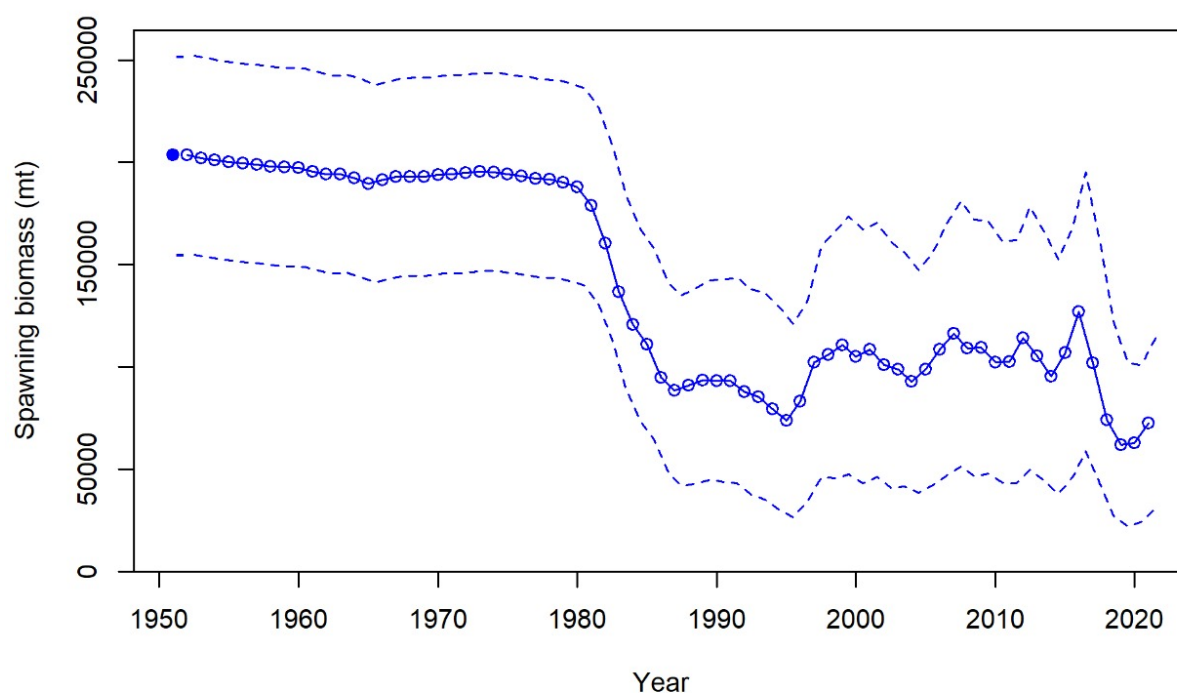
**Figure 27.** Retrospective plots of spawning stock biomass, for the W-SKJ Stock synthesis model reference case.



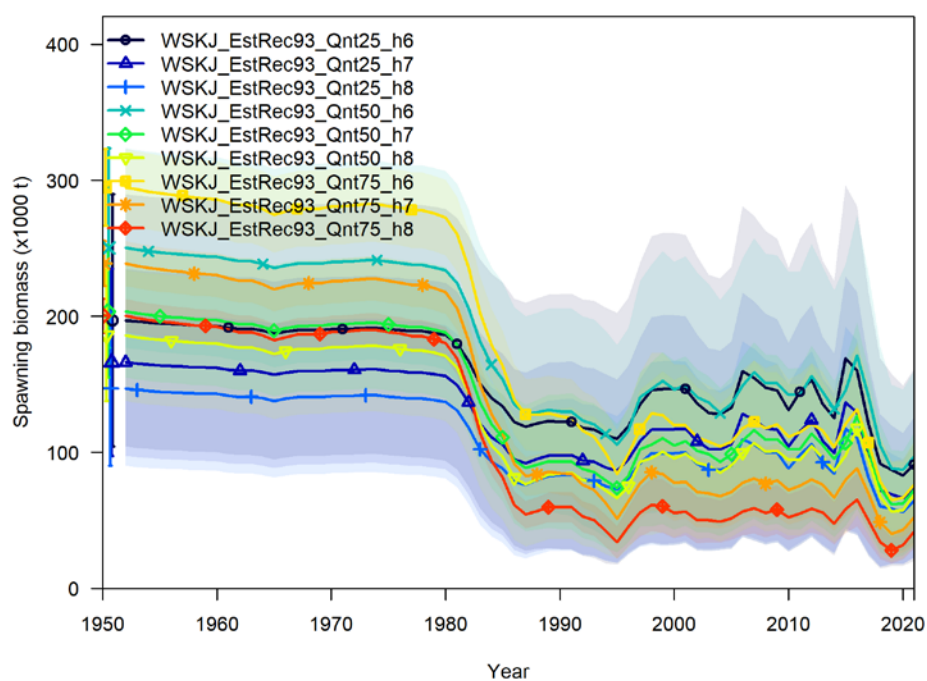
**Figure 28.** Hindcasting plots for the index fit for the W-SKJ Stock synthesis model reference case.



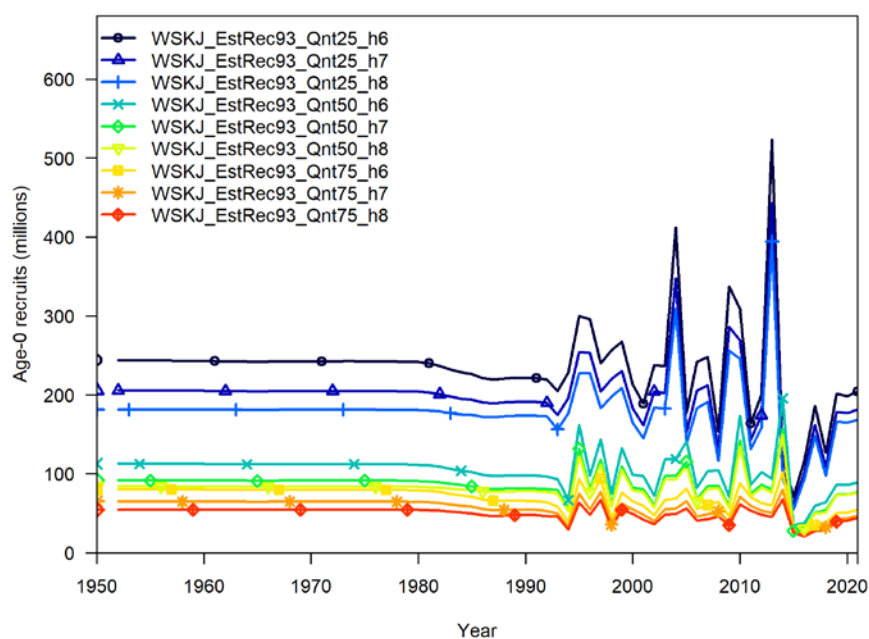
**Figure 29.** Hindcasting plots for the length composition fit in the W-SKJ Stock synthesis model reference case.



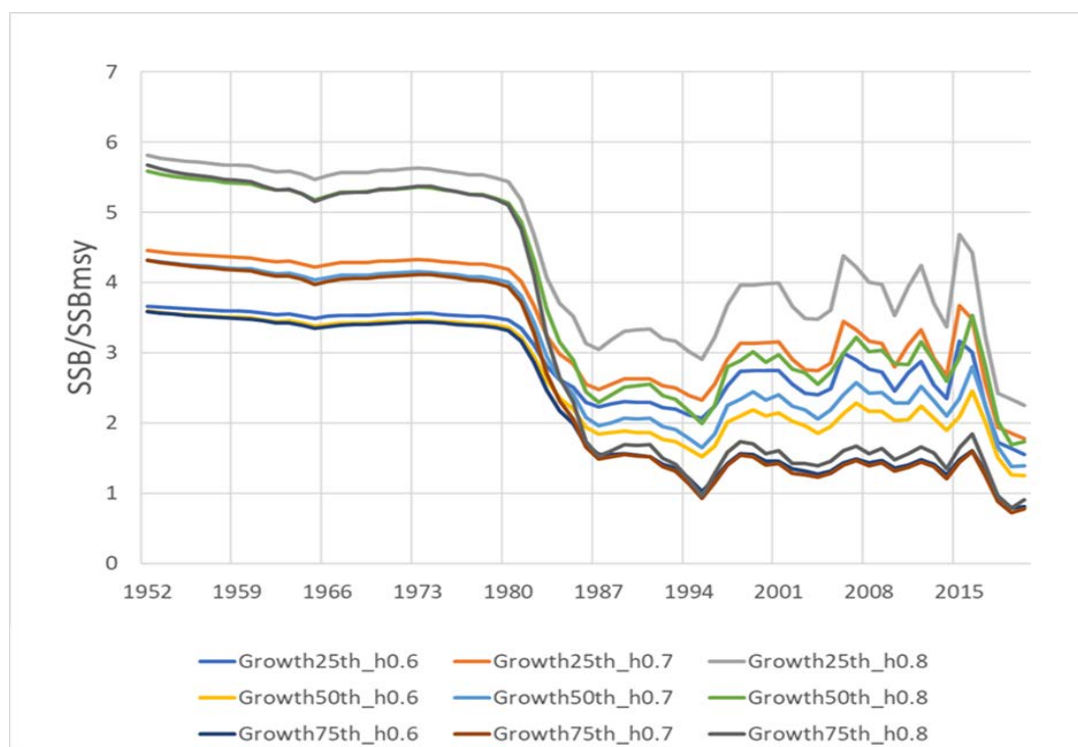
**Figure 30.** Spawning stock biomass estimates for the Stock Synthesis reference case of the western skipjack stock.



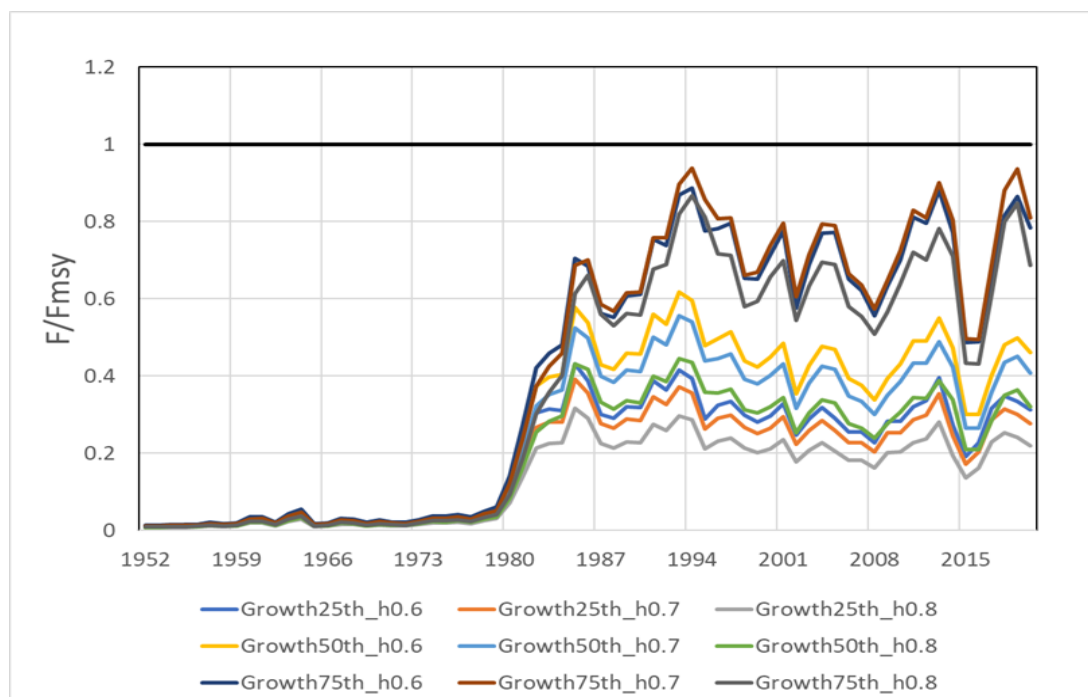
**Figure 31.** Spawning stock biomass trajectories across the Stock Synthesis uncertainty grid of the western skipjack stock.



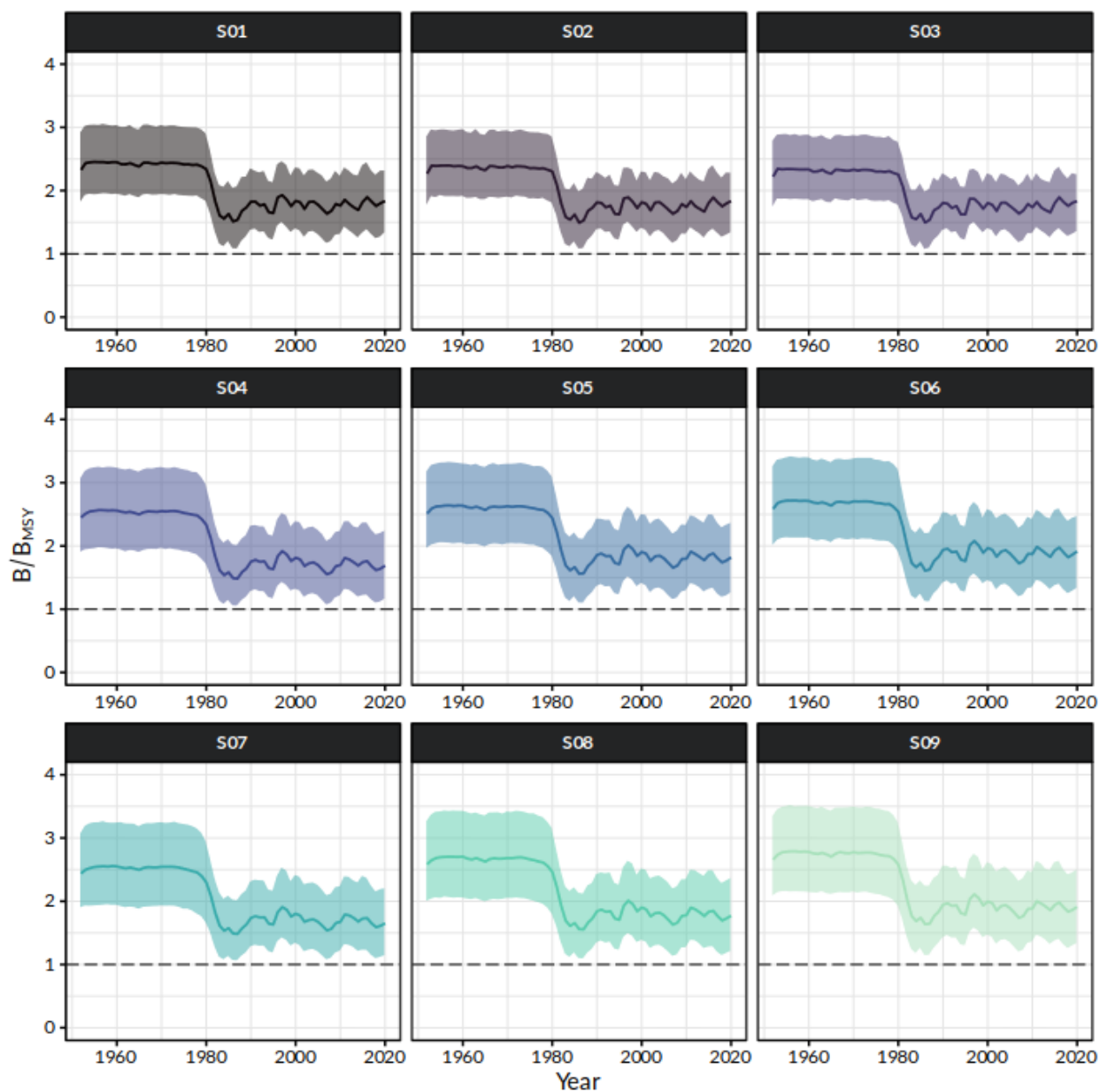
**Figure 32.** Age-0 recruits' trajectories across the Stock Synthesis uncertainty grid of the western skipjack stock.



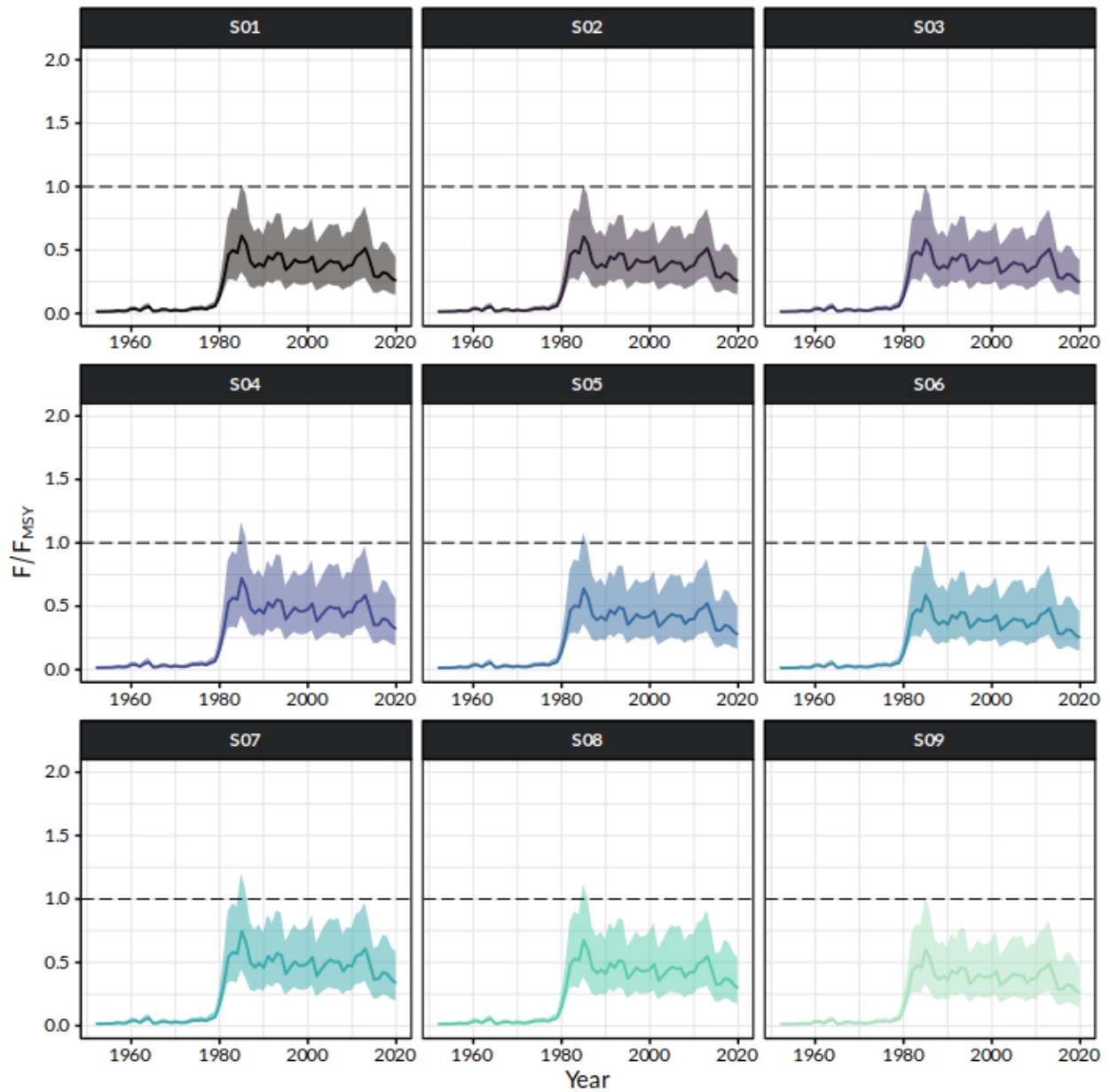
**Figure 33.** SSB/SSB<sub>msy</sub> trajectories across the Stock Synthesis uncertainty grid of the western skipjack stock.



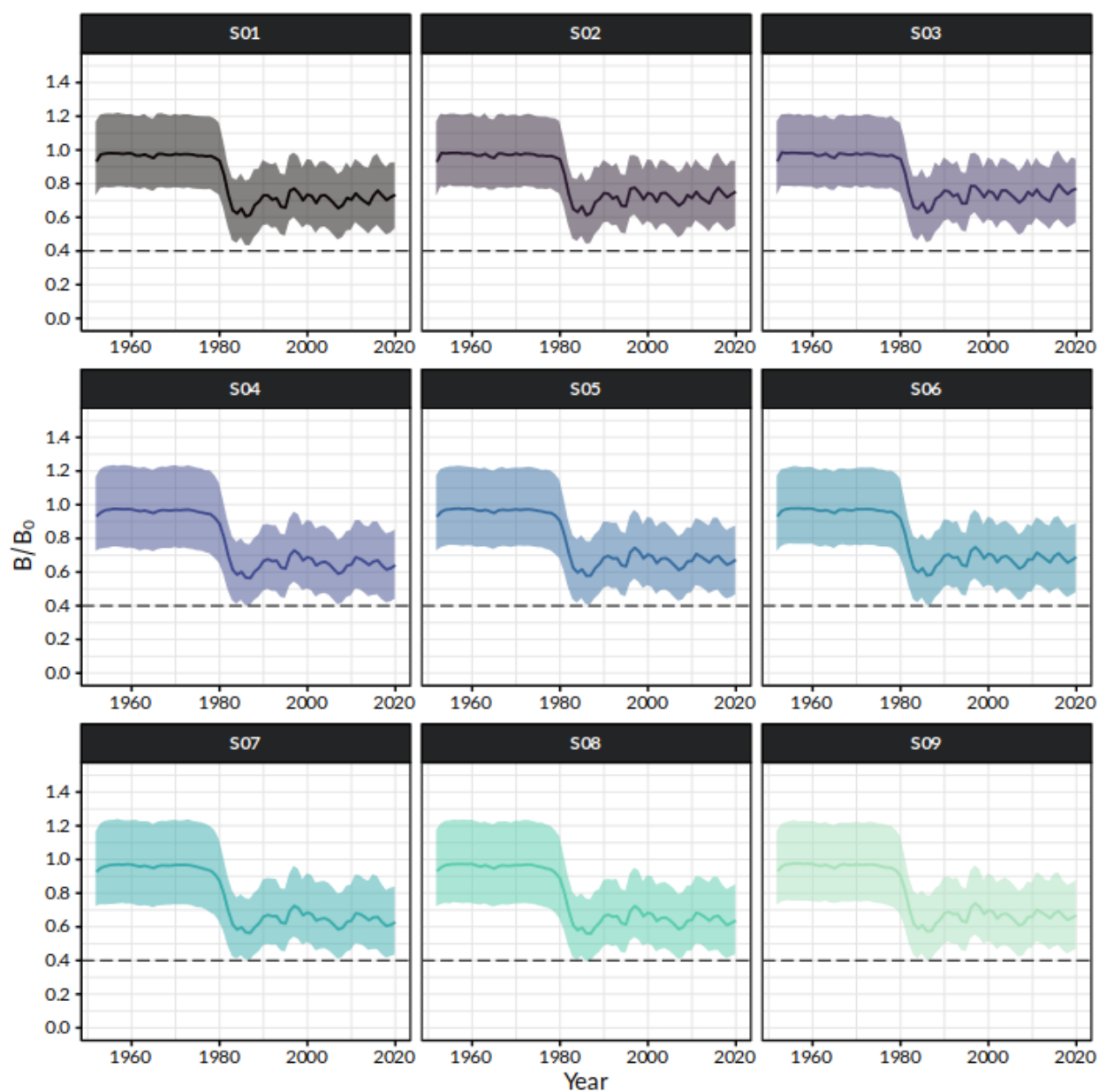
**Figure 34.**  $F/F_{MSY}$  trajectories across the Stock Synthesis uncertainty grid of the western skipjack stock.



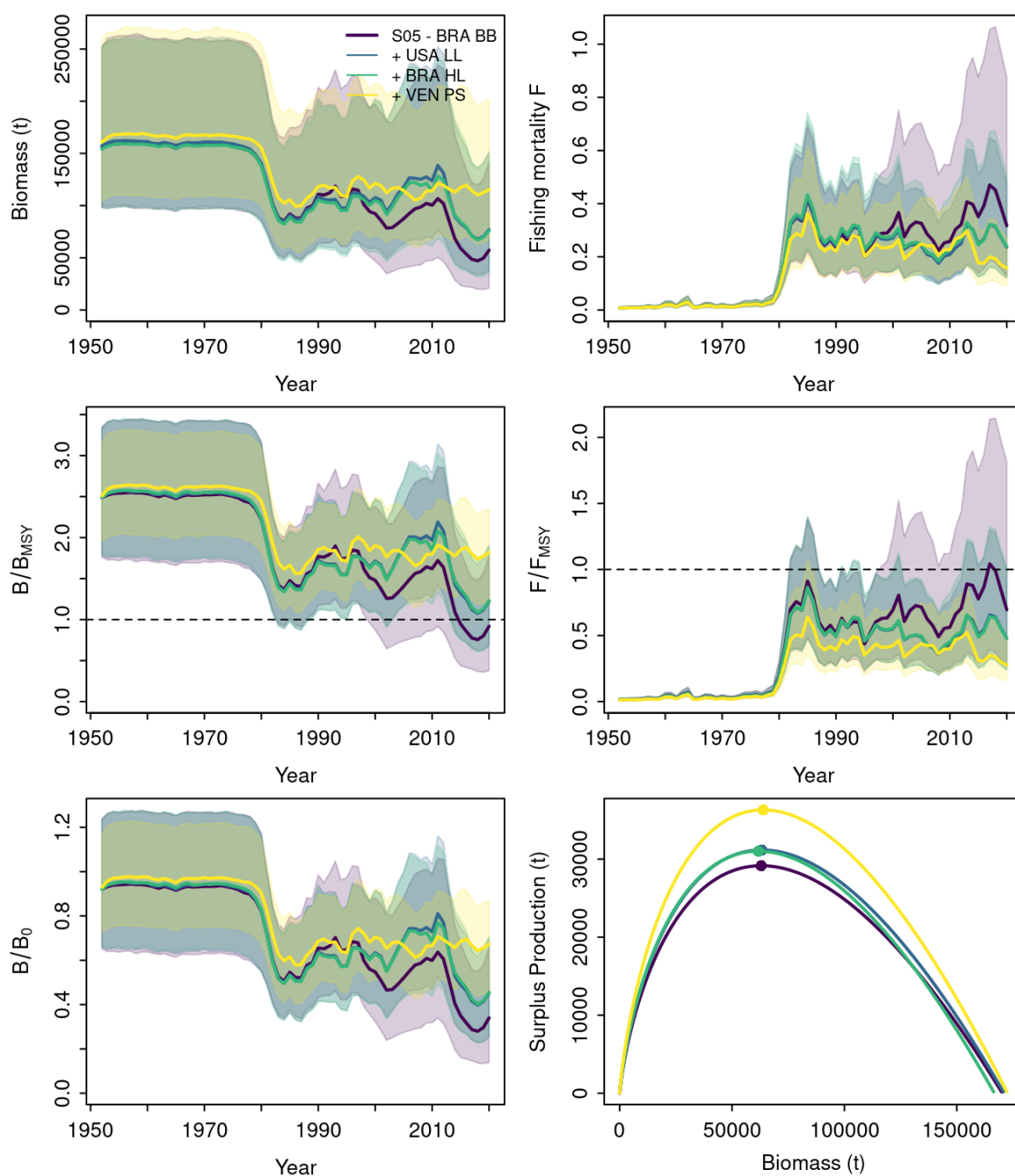
**Figure 35.** Trends in biomass relative to  $B_{MSY}$  ( $B/B_{MSY}$ ) for each uncertainty grid scenario from the Bayesian state-space surplus production JABBA model fits to West Atlantic skipjack tuna.



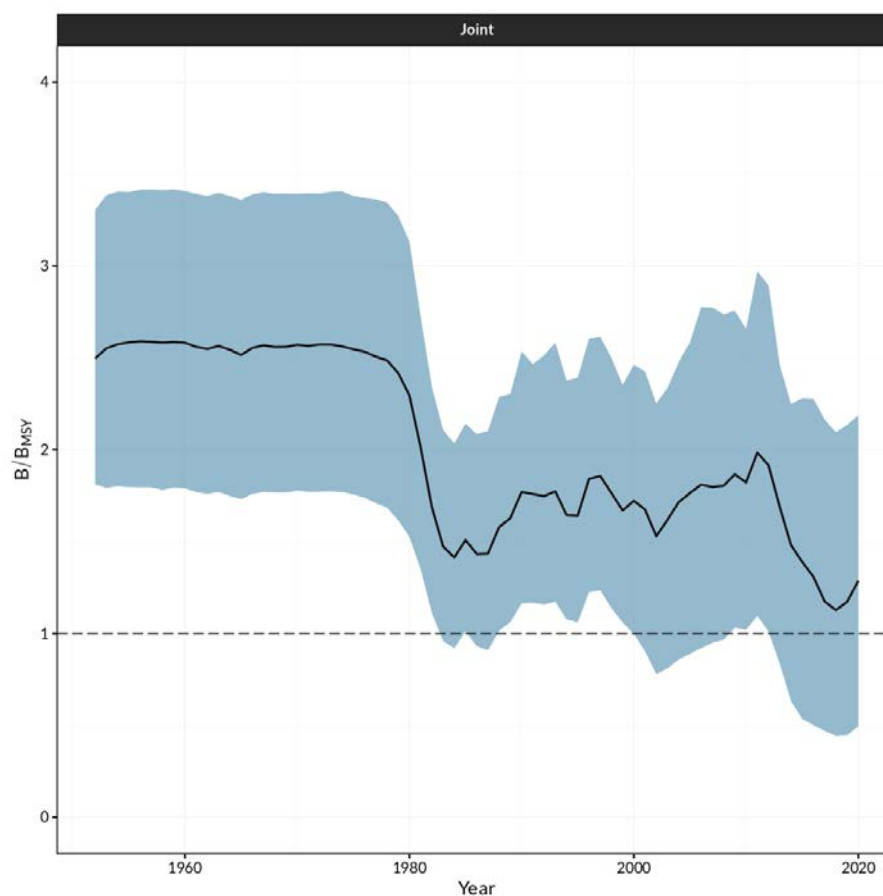
**Figure 36.** Trends in fishing mortality relative to  $F_{MSY}$  ( $F/F_{MSY}$ ) for each uncertainty grid scenario from the Bayesian state-space surplus production JABBA model fits to West Atlantic skipjack tuna.



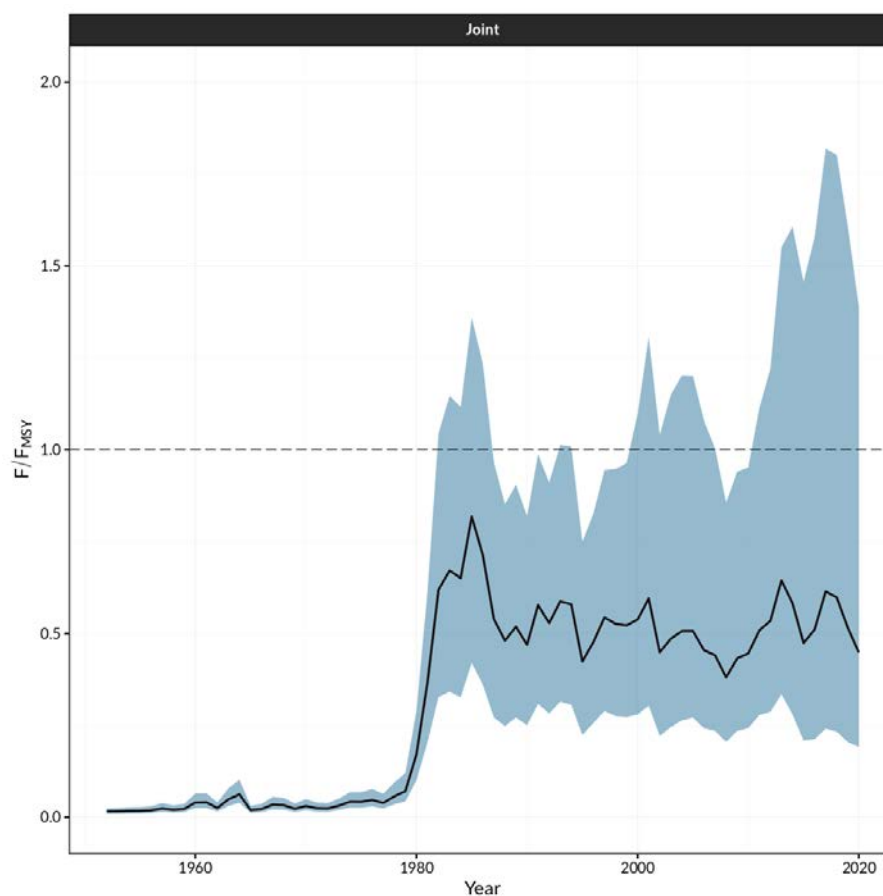
**Figure 37.** Trends in biomass relative to  $B_0$  ( $B/B_0$ ) for each uncertainty grid scenario from the Bayesian state-space surplus production JABBA model fits to West Atlantic skipjack tuna.



**Figure 38.** Sensitivity analysis performed for scenario S05 involving the stepwise addition of each CPUE series within the model, depicting the trends in biomass and fishing mortality (upper panels), biomass relative to  $B_{MSY}$  ( $B/B_{MSY}$ ) and fishing mortality relative to  $F_{MSY}$  ( $F/F_{MSY}$ ) (middle panels) and biomass relative to  $K$  ( $B/B_0$ ) and surplus production curve (bottom panels) for the West Atlantic skipjack tuna.



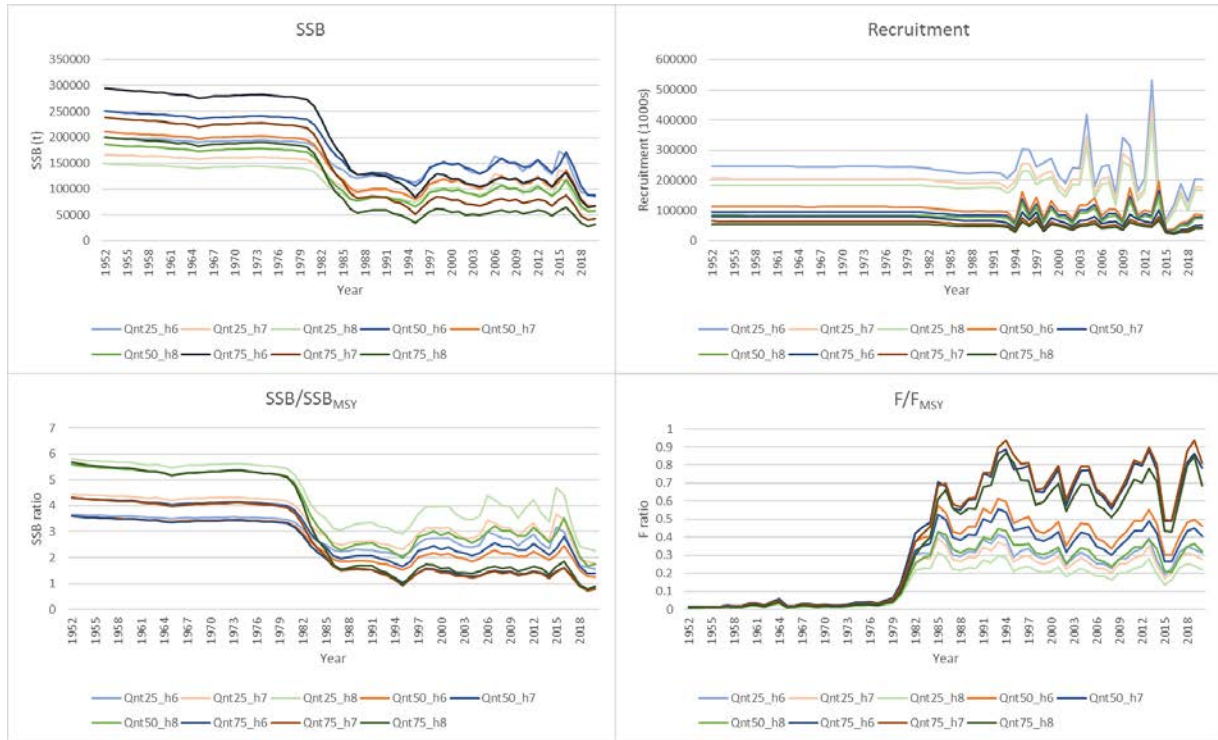
**Figure 39.** Trends in biomass relative to  $B_{MSY}$  ( $B / B_{MSY}$ ) for the reference case scenario model (S05) where the indices were weighted proportional to the total catch by fleet.



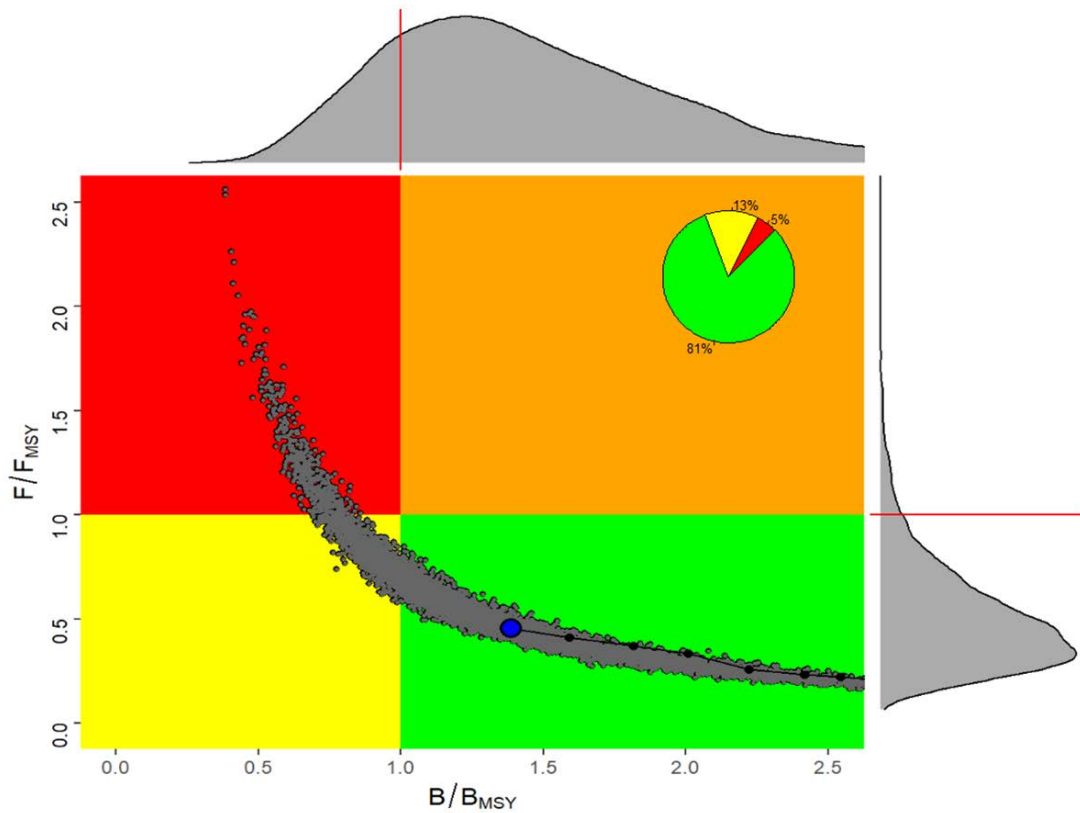
**Figure 40.** Trends in fishing mortality relative to  $F_{MSY}$  ( $F / F_{MSY}$ ) for the reference case scenario model (S05) where the indices were weighted proportional to the total catch by fleet.



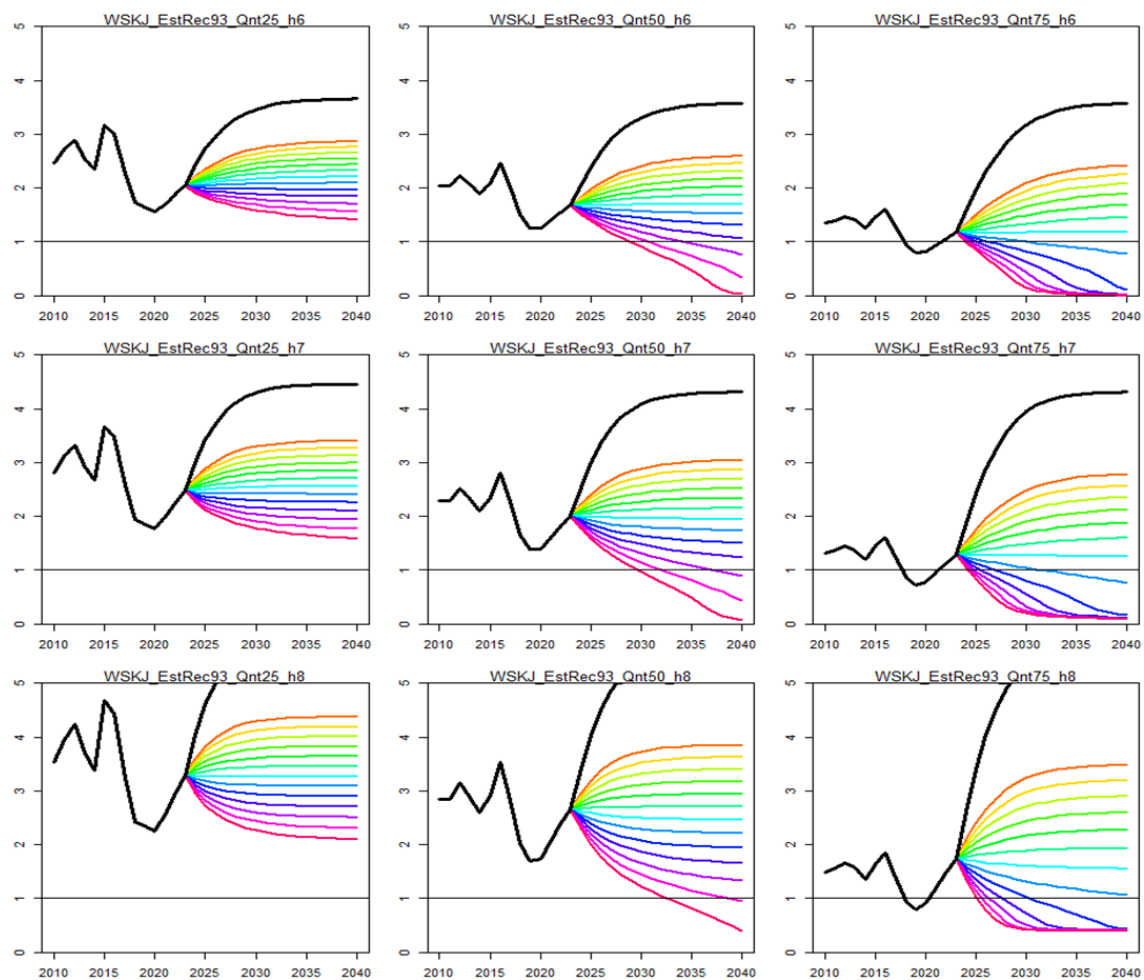
**Figure 41.** Annual estimates of SSB, Recruitment, SSB/SSBMSY and  $F/F_{MSY}$  for the two stock assessment models considered for the western Atlantic stock (Stock Synthesis, JABBA).



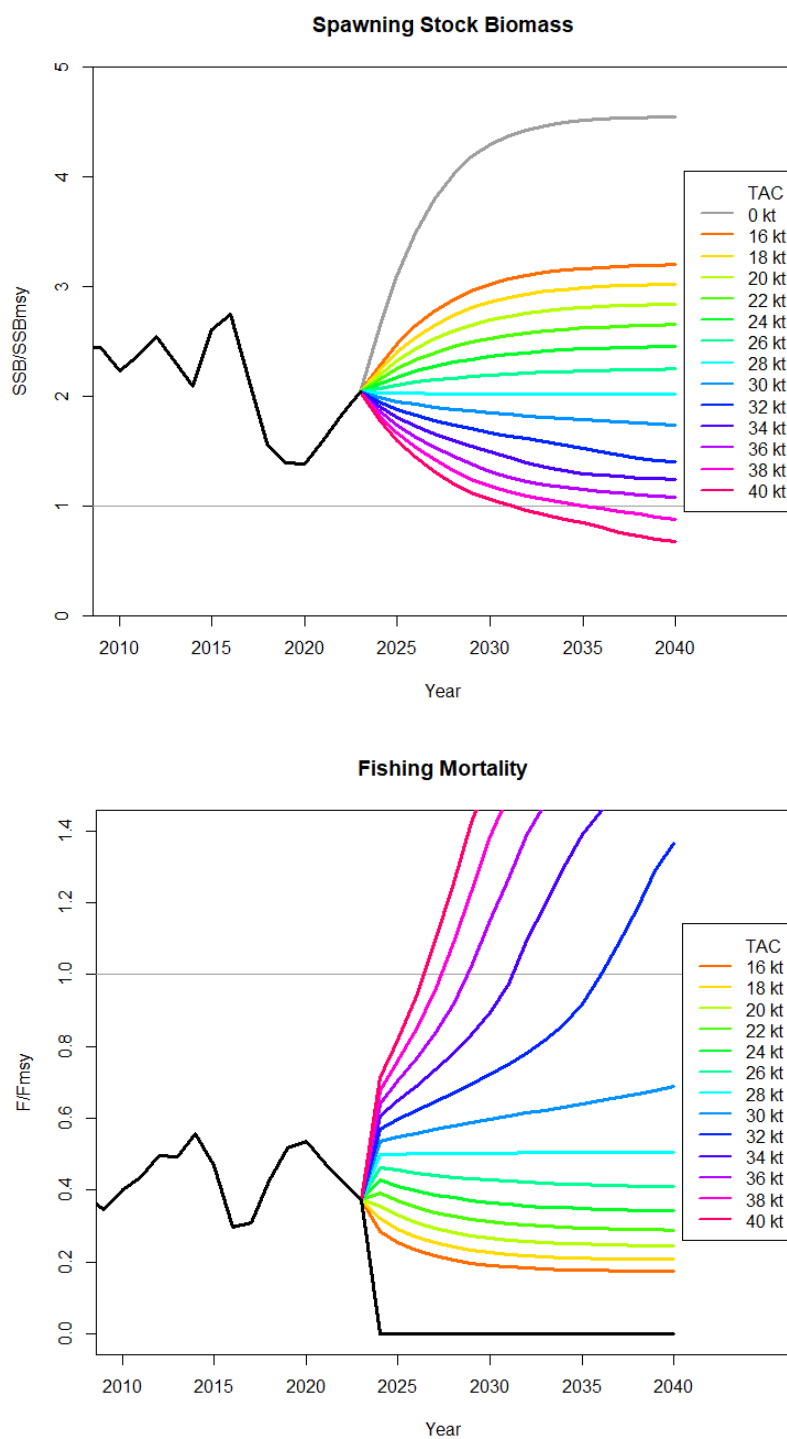
**Figure 42.** Annual estimates of the median SSB, Recruitment, SSB/SSB<sub>MSY</sub> and F/F<sub>MSY</sub> from nine Stock Synthesis uncertainty grid runs, exploring uncertainty in natural mortality (M) and stock productivity (steepness, h).



**Figure 43.** Kobe plot illustrating the current stock status and associated uncertainty quantified using (10000) MVLN iterations across nine uncertainty grid scenarios. All grid runs used Stock Synthesis and explored uncertainty in growth/natural mortality (M) and steepness (h).



**Figure 44.** SSB/SSB<sub>MSY</sub> trajectories across 9 Stock Synthesis uncertainty grid runs under different constant catch scenarios for the western skipjack stock.



**Figure 45.**  $SSB/SSB_{MSY}$  (upper panel) and  $F/F_{MSY}$  (lower panel) trajectories combining 9 Stock Synthesis uncertainty grid runs under different constant catch scenarios for the western skipjack stock.

## Appendix 1

### Agenda

#### Objectives

The SCRS will conduct the 2022 assessment of Skipjack tuna stock with data up to 2020. An intersessional workplan agreed upon during the Data Preparatory meeting will define the parameters and models for the assessment analyses.

#### Tentative Agenda\*

1. Opening, adoption of Agenda, and meeting arrangements [Secretariat]
2. Summary of available data for assessment and updates since Data Preparatory meeting []
  - 2.1. Fisheries statistics, size, and CAS estimates [ C. Palma]
  - 2.2. Biological parameters and fleet structure [Serena W.]
  - 2.3. Relative indices of abundance [Mariela Narvaez]
3. Stock Assessment Models and other data relevant to the assessment [Teams SA models]
  - 3.1. Eastern stock
    - 3.1.1. Statistically integrated model, (Stocks Synthesis 3) [M. Lauretta]
    - 3.1.2. Surplus Production models (JABBA and MPB) [Daniel G.]
  - 3.2. Western stock
    - 3.2.1. Statistically integrated model, (Stocks Synthesis 3) [Eidi K.]
    - 3.2.2. Surplus Production models (JABBA) [Rodrigo S.]
4. Stock status results
  - 4.1 Eastern stock
    - 4.1.1 Statistically integrated model, Stocks Synthesis [Gustavo, Agurtzane]
    - 4.1.2 Surplus Production models, JABBA and MPB [Hilario M.]
    - 4.1.3 Synthesis of assessment results [J. Santiago]
  - 4.2 Western stock
    - 4.2.1 Statistically integrated model, Stocks Synthesis [Gustavo, Rodrigo, Shannon]
    - 4.2.2 Surplus Production models, JABBA [Fisch, .]
    - 4.2.3 Synthesis of assessment results [Shannon C.]
5. Projections Kobe Matrix for Skipjack tuna stocks [Thursday] [A. Kimoto]
  - 5.1 Eastern Stock
  - 5.2 Western stock
6. Recommendations
  - 6.1 Management
    - 6.1.1 Eastern Stock [A. Maufroy]
    - 6.1.2 Western stock [P. Travassos? To be confirmed]
  - 6.2 Research and statistics – including those with financial implications [K, Bradley]
7. Responses to the Commission [G. Diaz]
8. Other matters [D. Die]
9. Adoption of the report and closure

**List of participants**

**CONTRACTING PARTIES**

**BRAZIL**

**Cardoso, Luis Gustavo**

Federal University of Rio Grande - FURG, Italy Av, sn, Campus Carreiros, 96203-900 Rio Grande - RS  
Tel: +55 53 999010168, E-Mail: cardosolg15@gmail.com

**Crespo, Osman**

Marine Biologist, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Oceanografia e Pescas, Rua Prf. Doutor Frederico Machado, 4, 9901-862, Portugal  
Tel: +351 913 112 367, E-Mail: osman.crespo@gmail.com

**Kikuchi, Eidi**

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

**Leite Mourato, Bruno**

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

**Sant'Ana, Rodrigo**

Researcher, Laboratório de Estudos Marinhos Aplicados - LEMA Ecola do Mar, Ciência e Tecnologia - EMCT, Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, Rua Uruquai, 458 - Bloco E2, Sala 108 - Centro, Itajaí, CEP 88302-901 Santa Catarina Itajaí  
Tel: +55 (47) 99627 1868, E-Mail: rsantana@univali.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; 276828719@qq.com; f52e@qq.com

**Huang, Yucheng**

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Road, Shanghai, 201306  
Tel: +86 177 989 21637, E-Mail: yuchenhuang0111@163.com

**Wang, Yang**

Research Assistant, Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Road, Shanghai, 201306  
E-Mail: shouwyh@163.com

**Yang, Shiyu**

Shanghai Ocean University, 999 Hucheng Huan Road, Shanghai, 201306  
Tel: +86 185 021 91519, E-Mail: yangshiyu\_shou@163.com

**Zhang, Fan**

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

**Zhu, Jiangfeng**

Professor, Shanghai Ocean University, College of Marine Sciences, 999 Hucheng Huan Rd., 201306 Shanghai, China (P.R.)  
Tel: +86 21 619 00554; +86 156 921 65061, Fax: +86 21 61900000, E-Mail: jfzhu@shou.edu.cn

**EL SALVADOR**

**Chavarría Valverde, Bernal Alberto**

Asesor en Gestión y Política pesquera Internacional, Centro para el Desarrollo de la Pesca y Acuicultura (CENDEPESCA), Final 1ª Avenida Norte, 13 Calle Oriente y Av. Manuel Gallardo, 1000 Santa Tecla, La Libertad  
Tel: +506 882 24709, Fax: +506 2232 4651, E-Mail: bchavarria@lsg-cr.com

**Galdámez de Arévalo, Ana Marlene**

Jefa de División de Investigación Pesquera y Acuicola, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Final 1a. Avenida Norte, 13 Calle Oriente y Av. Manuel Gallardo. Santa Tecla, La Libertad  
Tel: +503 2210 1913; +503 619 84257, E-Mail: ana.galdamez@mag.gob.sv; ana.galdamez@yahoo.com

**EUROPEAN UNION**

**Biagi, Franco**

Senior Expert Marine & Fishery Sciences, Directorate General for Maritime Affairs and Fisheries (DG-Mare) - European Commission, Unit C3: Scientific Advice and data collection, Rue Joseph II, 99, 1049 Brussels, Belgium  
Tel: +322 299 4104, E-Mail: franco.biagi@ec.europa.eu

**Abascal Crespo, Francisco Javier**

Fisheries Scientist, Ministerio de Economía y Competitividad, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Canarias, C/ Farola del Mar, 22, 38180 Santa Cruz de Tenerife, Spain  
Tel: +34 922 549 400, Fax: +34 922 549 554, E-Mail: francisco.abascal@ieo.es

**Akia, Sosthène Alban Valeryn**

Doctorant, IRD, UMR MARBEC, Station Ifremer, Avenue Jean Monnet CS 30171, 34203 Sète, France  
Tel: +33 758 312 795, E-Mail: sosthene.akia@ird.fr

**Alzorritz, Nekane**

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

**Déniz González, Santiago Félix**

Instituto Español de Oceanografía, C/ La Farola del Mar n ° 22 - Dársena Pesquera, 38180 Santa Cruz de Tenerife, Spain  
Tel: +34 646 152 724, E-Mail: santiago.deniz@ieo.es

**Gaertner, Daniel**

Institut de Recherche pour le Développement (IRD) UMR MARBEC (IRD/Ifremer/CNRS/UMI), CRH, CS 30171, Av. Jean Monnet, 34203 Sète Cedex, France  
Tel: +33 4 99 57 32 31, Fax: +33 4 99 57 32 95, E-Mail: daniel.gaertner@ird.fr

**Grande Mendizabal, Maitane**

AZTI - Investigación Marina. Marine Research. Itsas Ikerketa Gestión Pesquera Sostenible. Sustainable Fisheries Management. Arrantza-kudeaketa Jasangarria, Herrera Kaia - Portualdea z/g, 20110 Pasaia, Spain  
Tel: +34 667 100 124; +34 667 100 124, E-Mail: mgrande@azti.es

**Herrera Armas, Miguel Angel**

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

**Kaplan, David**

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

**Maufroy, Alexandra**

ORTHONGEL, 5 rue des sardiniers, 29900 Concarneau, France  
Tel: +33 649 711 587, Fax: +33 2 98 50 80 32, E-Mail: amaufroy@orthongel.fr

**Merino, Gorka**

AZTI - Tecnalia /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

**Pascual Alayón, Pedro José**

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

**Rojo Méndez, Vanessa**

IEO Centro Oceanográfico de Canarias, C/ Farola del Mar n ° 22, Dársena Pesquera, 38180 Santa Cruz de Tenerife, Spain  
Tel: +34 922 549 400, Fax: +34 922 549 554, E-Mail: vanessa.rojo@ieo.es

**Santiago Burrutxaga, Josu**

Head of Tuna Research Area, AZTI-Tecnalia, Txatxarramendi z/g, 48395 Sukarrieta (Bizkaia) Basque Country, Spain  
Tel: +34 94 6574000 (Ext. 497); +34 664 303 631, Fax: +34 94 6572555, E-Mail: jsantiago@azti.es; flarrauri@azti.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

**GABON**

**Angueko, Davy**

Chargé d'Etudes du Directeur Général des Pêches, Direction Générale des Pêche et de l'Aquaculture, BP 9498, Libreville  
Estuaire  
Tel: +241 6653 4886, E-Mail: davyanguoko83@gmail.com; davyanguoko@yahoo.fr

**GUATEMALA**

**Alvarado Albarado, Stefanny Rebeca**

Técnico, km 22 Ruta al Pacífico, Edificio La Ceiba 3er Nivel, 01064 Bárcena, Villa Nueva  
Tel: +502 330 30005, E-Mail: stefannyalbarado@gmail.com

**JAPAN**

**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: matsubaranaoto@affrc.go.jp; naotomatsubaraf91@gmail.com

**Uozumi, Yuji**

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

**MAURITANIA**

**Habibe, Beyahe Meissa**

Chef du Laboratoire Évaluation des Ressources Vivantes Aquatiques (LERVA), Institut Mauritanien de Recherches  
Océanographiques et des Pêches - IMROP, B.P. 22, Cite IMROP Villa N° 8, Nouadhibou  
Tel: +222 2242 1047, Fax: +222 574 5081, E-Mail: bmouldhabib@gmail.com; beyahem@yahoo.fr

**MOROCCO**

**Baibbat, Sid Ahmed**

Chef de Laboratoire des Pêches, Centre régional de l'INRH à Dakhla, Institut National de Recherches Halieutiques  
(INRH), 2, BD Sidi Abderrahmane, ain diab., 20100 Dakhla  
Tel: +212 661 642 573, E-Mail: baibbat@inrh.ma; baibat@hotmail.com

**El Joumani, El Mahdi**

Ingénieur Halieute, Institut National de Recherche Halieutique "INRH", Laboratoire de pêche au Centre Régional de  
l'INRH-Laayoune, Avenue Charif Erradi N 168 Hay el Ouahda 01, Laayoune  
Tel: +212 661 114 418, E-Mail: Eljoumani.mehdi@gmail.com

**NAMIBIA**

**Hanghome, Gustaf**

Senior Fisheries Research Technician, Ministry of Fisheries and Marine Resources, National Marine Information and  
Research Centre, 1st Strand Street  
Tel: +264 410 1000, Fax: +264 64 404385, E-Mail: Gustaf.Hanghome@mfmr.gov.na

**Jagger, Charmaine**

Fisheries Biologist, Ministry of Fisheries and Marine Resources, National Marine Information and Research Centre  
(NatMIRC), P.O. Box 912 Swakopmund, 1 Strand Street  
Tel: +264 64 410 1000, Fax: +264 64 404385, E-Mail: Charmaine.Jagger@mfmr.gov.na

**Shikongo, Taimi**

Senior Fisheries Biologist, Ministry of Fisheries and Marine Resources, Large Pelagic Species, 1 Strand Street P.O. BOX  
912, 9000 Swakopmund Erongo  
Tel: +264 644 101 000, Fax: +264 644 04385, E-Mail: Taimi.Shikongo@mfmr.gov.na; tiemeshix@gmail.com

## **NICARAGUA**

**Barnuty Navarro**, Renaldy Antonio

Hidrobiólogo, Director - Dirección de Investigaciones Pesqueras - Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA), Km 3.5 carretera Norte, Contiguo al edificio de la Big Cola, Managua

Tel: +505 22 4424 01 Ext. 140; +505 842 04110, E-Mail: rbarnutti@inpesca.gob.ni

## **SENEGAL**

**Ba**, Kamarel

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

Tel: +221 76 164 8128, Fax: +221 338 328 262, E-Mail: kamarel2@hotmail.com

**Kebe**, Papa

Consultant, Villa numéro 288 Sipres-II Dakar, B.P. 45.828, Dakar Fann

Tel: +221 33 867 92 82; Tel. Cellular: +221 77 565 02 87, E-Mail: papa.amary@gmail.com

**Ndiaye**, El Hadji

Direction des Pêches maritimes, 20000 Dakar

Tel: +221 77 543 6301, E-Mail: elhandiaye@yahoo.fr

**Sow**, Fambaye Ngom

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

Tel: +221 3 0108 1104; +221 77 502 67 79, Fax: +221 33 832 8262, E-Mail: ngomfambaye2015@gmail.com; famngom@yahoo.com

## **ST. VINCENT AND GRENADINES**

**Connell**, Shamal

Fisheries Officer, Fisheries Division Ministry of Agriculture, Forestry, Fisheries, Industry and Labour, Richmond Hill, VC0120 Kingstown

Tel: +784 456 2738, E-Mail: volcanicsoils@hotmail.com; fishdiv@gov.vc

**Jardine-Jackson**, Cheryl

Fisheries Officer / Data Unit, Fisheries Division, Ministry of Agriculture, Forestry, Fisheries, Rural Transformation, Industry and Labour

Tel: +1 784 456 2738, E-Mail: cejmespo@yahoo.com; cejackson@outlook.com

## **UNITED KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN IRELAND**

**Bradley**, Kirsty

Fisheries Scientist, CEFAS, Pakefield Road, Lowestoft Suffolk NR33 0HT

Tel: +44 1502 524 404, E-Mail: kirsty.bradley@cefasc.co.uk

**Wright**, Serena

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

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

## **UNITED STATES**

**Brown**, Craig A.

Chief, Highly Migratory Species Branch, Sustainable Fisheries Division, Southeast Fisheries Science Center, NOAA, National Marine Fisheries Service, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149

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

**Cass-Calay**, Shannon

Director, NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, Sustainable Fisheries Division, 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, E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

**Die**, David

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

Tel: +1 305 421 4607, E-Mail: [ddie@rsmas.miami.edu](mailto:ddie@rsmas.miami.edu)

**Fisch, Nicholas**

Southeast Fisheries Science Center, 101 Pivers Island Road, Beaufort, North Carolina 28516

Tel: +1 727 798 8424, E-Mail: [nickcfisch@gmail.com](mailto:nickcfisch@gmail.com); [nicholas.fisch@noaa.gov](mailto:nicholas.fisch@noaa.gov)

**Lauretta, Matthew**

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

Tel: +1 305 361 4481, E-Mail: [matthew.lauretta@noaa.gov](mailto:matthew.lauretta@noaa.gov)

**Norelli, Alexandra**

PhD Student, University of Miami, Cooperative Institute for Marine & Atmospheric Studies, CIMAS Office 303, RSMAS, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami FL 33149

Tel: +1 203 918 0949, E-Mail: [apn26@miami.edu](mailto:apn26@miami.edu); [alexandra.norelli@rsmas.miami.edu](mailto:alexandra.norelli@rsmas.miami.edu)

**Schirripa, Michael**

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

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

**Zhang, Xinsheng**

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

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

#### **URUGUAY**

**Forselledo, Rodrigo**

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

Tel: +598 2400 46 89, Fax: +598 2401 3216, E-Mail: [rforselledo@gmail.com](mailto: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, E-Mail: [farochap@gmail.com](mailto:farochap@gmail.com)

**Leiva, Rony**

Analista de la Gerencia de Ordenación Pesquera

E-Mail: [ronyleivamartinez@gmail.com](mailto:ronyleivamartinez@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](mailto:mnarvaezruiz@gmail.com)

#### **OBSERVERS FROM INTERGOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**

##### **INDIAN OCEAN TUNA COMMISSION - IOTC**

**Fu, Dan**

Stock Assessment Expert, IOTC, Victoria, Mahe, Seychelles

Tel: +248 252 5471, E-Mail: [dan.fu@fao.org](mailto:dan.fu@fao.org)

#### **OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**

##### **BRAZILIAN ASSOCIATION OF FISH INDUSTRIES - ABIPESCA**

**Mello, Carlos**

Technical Director, Associação Brasileira das indústrias de pescados - ABIPESCA, Áreas Norte, Quadra 601 Boco H, Edifício ION, Sala 1920, 70830-018 Brasília, DF, Brazil

Tel: +55 619 950 85491, E-Mail: [carlos@abipescas.com.br](mailto:carlos@abipescas.com.br); [iccat@abipescas.com.br](mailto:iccat@abipescas.com.br)

##### **INTERNATIONAL SEAFOOD SUSTAINABILITY FOUNDATION – ISSF**

**Justel, Ana**

ISSF-Spain, Plaza Santa María Soledad Torres Acosta 1, 5ª Planta, 28004 Madrid, Spain

Tel: +34 91 745 3075; +34 696 557 530, E-Mail: [ajustel@issf-foundation.org](mailto:ajustel@issf-foundation.org)

**Murua, Hilario**

Senior Scientist, International Seafood Sustainability Foundation (ISSF), 655 15th Street NW, Suite 800, Washington, DC 20005, United States

Tel: +34 667 174 433; +1 703 226 8101, E-Mail: hmurua@iss-foundation.org

**WORLDWIDE FUND FOR NATURE – WWF**

**Buzzi, Alessandro**

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

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

**SCRS CHAIRMAN**

**Melvin, Gary**

SCRS Chairman, St. Andrews Biological Station - Fisheries and Oceans Canada, Department of Fisheries and Oceans, 285 Water Street, St. Andrews, New Brunswick E5B 1B8, Canada

Tel: +1 506 652 95783; +1 506 651 6020, E-Mail: gary.d.melvin@gmail.com; gary.melvin@dfo-mpo.gc.ca

**SCRS VICE-CHAIRMAN**

**Arrizabalaga, Haritz**

Principal Investigator, SCRS Vice-Chairman, 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

\*\*\*\*\*

**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**

**Taylor, Nathan**

**Kimoto, Ai**

**Mayor, Carlos**

**De Andrés, Marisa**

### Appendix 3

#### List of Papers and Presentations

| DocRef          | Title                                                                                                                                                                                                              | Authors                                                                                                                                                                                          |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SCRS/2022/044   | Datos estadísticos de la pesquería de túnidos de las islas Canarias durante el periodo 2000 a 2021                                                                                                                 | Delgado R.                                                                                                                                                                                       |
| SCRS/2022/045   | Actualización de algunos parámetros biológicos del listado de la pesquería de las islas Canarias                                                                                                                   | Delgado R.                                                                                                                                                                                       |
| SCRS/2022/089   | Standardized catch rates for skipjack tuna ( <i>Katsuwonus pelamis</i> ) from the Venezuelan baitboat fishery in the Caribbean Sea and adjacent waters of the western central Atlantic for the period of 1987-2020 | Narvaez M., Evaristo E., Marcano J.H., Gutiérrez X., Arocha F.                                                                                                                                   |
| SCRS/2022/093   | Data input and assessment models settings for the evaluation of east and west Atlantic skipjack tuna stocks.                                                                                                       | Anon                                                                                                                                                                                             |
| SCRS/2022/095   | East Atlantic skipjack tuna Stock Synthesis analyses                                                                                                                                                               | Urtizberea A., Merino G., Ortiz M., Kimoto A., Lauretta M., Ailloud L., Mourato B., Sant'Ana R., Akia S., Santiago J., Gaertner D., Palma C., Mayor C., Taylor N., Díaz G., Calay S., and Die D. |
| SCRS/2022/098   | Preliminary western Atlantic skipjack tuna stock assessment 1952-2020 using Stock Synthesis                                                                                                                        | Cardoso L.G., Kikuchi E., Sant'Ana R., Lauretta M., Kimoto A., and Mourato B.L.                                                                                                                  |
| SCRS/2022/099   | Bayesian Surplus Production Models (JABBA) applied to the Western Atlantic Skipjack tuna stock assessment                                                                                                          | Sant'Ana R., Kikuchi E., Mourato B.L., Kimoto A., Ortiz M., and Cardoso L.G.                                                                                                                     |
| SCRS/2022/100   | Bayesian Surplus Production Models (JABBA) applied to the Eastern Atlantic Skipjack tuna stock assessment                                                                                                          | Sant'Ana R., Kikuchi E., Mourato B.L., Kimoto A., Ortiz M., and Cardoso L.G.                                                                                                                     |
| SCRS/2022/102   | Stock assessment for east Atlantic skipjack using a biomass production model                                                                                                                                       | Merino G., Urtizberea A., Santiago J., Laborda A., and Sant'Ana R.                                                                                                                               |
| SCRS/P/2022/031 | Preliminary stock status and projection results of the western skipjack stock using Stock Synthesis                                                                                                                | Cardoso L.G., Kikuchi E., Lauretta M., Kimoto A., Sant'Ana R., and Mourato B. L.                                                                                                                 |

## Appendix 4

**SCRS Documents and Presentation Abstracts as provided by the authors**

SCRS/2022/044 – This document presents a summary of the development and current composition of the Canary Islands baitboat fleet and the catches made between 2000 and 2021. This paper also presents size histograms of the different species caught in 2021 and the average between 2015 and 2019. Until 2019, an estimate of the nominal fishing effort was made, distinguishing between vessels smaller and larger than 50 GRT, considering the former (vessels less than 50 GRT) carry out daily trips, whereas the latter carry out trips lasting more than a day, with an average of 9 days at sea. Since 2020, the effort of part of the fleet has been obtained directly from the logbooks, while the unloadings without logbook have continued to be calculated as before, that is, vessels less than 50 tons with 1-day at sea and larger with 9-days at sea.

SCRS/2022/045 – This document updates some biological parameters of skipjack caught by the baitboat fleet based in the Canary Islands. The equations of length-live weight, length-gutted weight, length-weight by sex and sex ratio by length are obtained, with sizes ranging from 38 cm to 82 cm.

SCRS/2022/089 - Standardized index of relative abundance for skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) was estimated using Generalized Linear Models approach assuming a delta lognormal model distribution. For this, logbook registers were used (1987-2020), considering as categorical variables year, season/quarter, area, association with whales, association with the whale shark and baitboat capacity. As indicators of overall model fitting, diagnostic plots were evaluated. Standardized catch rates started declining since 1988, until 1990. From that point on, the trend shows a relatively stable trend which increased their variability since 2005, decreasing for the most recent year of the time series (2020).

SCRS/2022/093 - Following the decision of the Tropical Tunas Working Group during the 2022 Skipjack Data Preparatory meeting an intersessional online meeting was convened to review final data inputs and recommendations for the assessment models settings in preparation for the evaluation of the East and West SKJ stocks. This document summarizes the biological and fisheries inputs for the assessment models for both stocks, including the initial settings for the uncertainty grid and sensitivity analyses to be included in the assessment evaluation.

SCRS/2022/095 - This paper presents the preliminary results of the Stock Synthesis analysis for the East Atlantic skipjack tuna. The application of stock assessment models is difficult to apply to skipjack due to the biological characteristics of the species and the changes in the fisheries' characteristics with time. An assessment model has been developed considering two indices; the standardized CPUE fishing under non-owned dFADs using the VAST methodology and a relative abundance index based on acoustic biomass observations from FAD buoys. The biological parameters were agreed upon during an intersessional meeting as well as the model structural uncertainty. So the grid is composed of 9 alternative parameterizations of steepness, and growth (the derived natural mortality from growth). Sensitivity analyses were done in the exclusion of different indices of abundance, different re-weighting methods and assumptions in f-ballpark. Standard model diagnostics were conducted using SS3 and the SSdiags R package and included fits to index and length compositions, jitter of starting parameters, randomness tests of model residuals, retrospective analyses, profiles of key estimated parameters, and hindcasting.

SCRS/2022/098 - This document describes the provisional version of the stock assessment model using Stock Synthesis (SS) for the western Atlantic stock of skipjack, including the initial model setup, fleet definitions, selectivity and parameterizations. The model runs from 1952 to 2020 and was fit to length composition data, 5 indices and 5 fishing fleets. Growth was fixed in the model, with three alternative growth scenarios considered based on a comprehensive meta-analysis of skipjack growth studies and recommendations from the stock assessment team. The associated natural mortality-at-age vectors were tested, along with three alternative values of growth quantiles to construct the model uncertainty grid. However, initial runs showed poor performance, an alternative parameterization within SS was applied using a Lorenzen function with the same assumed asymptotic natural mortality-at-age recommended by the stock assessment team for each growth curve scenario. Model diagnostics demonstrated fast and stable convergence, acceptable retrospectives, informed estimation of population absolute scale ( $R_0$ ), and a robust solution across different starting values. A comprehensive set of model diagnostics are presented for this provisional reference case, as well as the model estimates of SSB and recruitment across the entire uncertainty grid.

SCRS/2022/099 - Bayesian State-Space Surplus Production Models were fitted to Western Atlantic skipjack tuna catch and CPUE data using the 'JABBA' R package. The ten scenarios were based on the previous assessment and on the uncertainty grid proposed during the 2022 SKJ Data Preparatory Meeting, which in summary corresponded to nine runs based on variations in growth parameters and steepness. To implement these scenarios in a Bayesian surplus production model, a Pella-Tomlinson production function was used and priors for  $r$  and  $B_{MSY}/B_0$  were derived using the concept called Age-Structured Equilibrium Model (ASEM). All scenarios showed a similar trend for the trajectories of  $B/B_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$  over time.

SCRS/2022/100 - Bayesian State-Space Surplus Production Models were fitted to Eastern Atlantic skipjack tuna catch and CPUE data using the 'JABBA' R package. The ten scenarios were based on the previous assessment and on the uncertainty grid proposed during the 2022 SKJ Data Preparatory Meeting, which in summary corresponded to nine runs based on variations in growth parameters and steepness. To implement these scenarios in a Bayesian surplus production model, a Pella-Tomlinson production function was used and priors for  $r$  and  $B_{MSY}/B_0$  were derived using the concept called Age-Structured Equilibrium Model (ASEM). All scenarios showed a similar trend for the trajectories of  $B/B_{MSY}$  and  $F/F_{MSY}$  over time.

SCRS/2022/102 - In this paper, we present a preliminary run for the assessment of East Atlantic Ocean skipjack using a biomass dynamic model. The preliminary diagnostics suggest there are problems of convergence when using the five indices available for the assessment. Therefore, we propose a run with total catch and CPUE from Azores baitboat (1963-2014), purse seine using FADs (2010-2019) and data from echosounder buoys (2010-2020) as a starting point. In this document, we show the estimated trends, reference points and a set of diagnostics of fit for further discussion and possible refinement during the stock assessment session.

SCRS/P/2022/031 - Not provided by the author(s)