Rapport de 2024 du Programme annuel sur le germon (ALBYP) de l'ICCAT

Contexte et objectifs du programme

Depuis 2010, le Groupe d'espèces sur le germon (ALB SG) met en œuvre un programme de recherche qui vise à répondre aux principales incertitudes permettant d'améliorer l'avis scientifique pour la gestion de cette espèce. Ce programme de recherche a désormais été développé pour les stocks Nord et Sud de germon de l'Atlantique et a été révisé à plusieurs reprises en fonction de nouvelles connaissances, priorités et estimations des coûts. Le programme de recherche est axé sur trois domaines de recherche majeurs : la biologie et l'écologie, le suivi de l'état du stock et l'évaluation de la stratégie de gestion (MSE) pour le germon du Nord. Des fonds pour ce programme de recherche sont disponibles depuis 2021 et ont été utilisés afin de développer les principaux thèmes de recherche décrits ci-après. En 2024, il a été recommandé d'intégrer le stock méditerranéen dans l'ALBYP.

Activités en 2024

Depuis 2021, le Groupe d'espèces sur le germon a donné la priorité aux thèmes de recherche suivants : une étude sur la biologie de la reproduction afin d'améliorer les connaissances sur la maturité et la fécondité, une étude de marquage électronique pour mieux comprendre le cycle vital et l'utilisation de l'habitat et la MSE conformément au calendrier de la MSE convenu par la Commission. Les deux premiers éléments de recherche portent sur les stocks Nord et Sud tandis que le troisième est, pour l'instant, propre au stock Nord. Les activités cumulées de l'ALBYP réalisées jusqu'en 2024 sont présentées ci-après.

Biologie de la reproduction du germon de l'Atlantique Nord

Les fonds de l'ICCAT ont été utilisés pour établir un contrat avec un consortium chargé de ce projet afin d'améliorer les connaissances sur : a) la reproduction et la maturité pour le stock de germon de l'Atlantique Nord, b) les ogives de maturité spécifiques aux sexes, c) les zones de reproduction spatio-temporelles et d) L50 la fécondité liée à la taille/l'âge.

Le Consortium chargé du projet est dirigé par le Dr Alex Hanke et le Dr Dheeraj Busawon (Département des pêches et des océans, DFO, Canada), assistés dans les activités de coordination par Pablo Quelle et la Dre Victoria Ortiz de Zárate (UE-Espagne, Instituto Español de Oceanografía - Consejo Superior de Investigaciones Científicas) IEO-CSIC). Les autres scientifiques impliqués dans le projet sont :le Dr Freddy Arocha (Instituto oceanográfico de Venezuela (IOV), Universidad de Oriente (UDO), Venezuela), le Dr Nan-Jay Su (Université nationale des océans du Taipei chinois), le Dr David Macías (UE-Espagne, IEO-CSIC) et la Dre Kadra Benhalima (DFO, Canada).

Les échantillons de germon ont été collectés de février 2023 à janvier 2024 par les flottilles du Taipei chinois (février à août 2023) et du Venezuela (novembre 2023 à janvier 2024). En raison de l'envoi tardif de 207 échantillons sur les 276 échantillons collectés par la flottille du Taipei chinois, il n'a pas été possible de les analyser. En revanche, les 50 échantillons du Venezuela ont tous été analysés.

Les rayons de la nageoire dorsale ont été traités et lus en appliquant la méthodologie décrite dans Ortiz de Zárate et Babcock (2016). Deux lecteurs ont réalisé des estimations indépendantes de l'âge de chaque échantillon et l'âge final a été déterminé par accord mutuel. Cette analyse a été réalisée au cours du premier semestre 2024. L'âge du germon était compris entre 4 et 9 ans pour les femelles et entre 4 et 11 ans pour les mâles.

Afin de déterminer le stade de maturité, des gonades ont également été prélevées sur des spécimens de germon. Les ovocytes ont été classés dans l'une des six classes en fonction de leurs différents stades de développement en utilisant une terminologie similaire à celle de Brown-Peterson *et al.* (2011). Pour déterminer le stade de maturité et la phase ovarienne de chaque femelle, une échelle de maturité microscopique a été appliquée pour identifier le groupe d'ovocytes le plus avancé (MAGO) dans l'ovaire, les follicules post-ovulatoires (POF) et le développement des ovocytes vitellogènes (Farley *et al.*, 2013 et 2016 ; et Schaefer, 2001). Afin d'estimer les paramètres de fécondité, les deux approches suivantes ont été utilisées : la méthode de Weibel pour les estimations de la fécondité (Weibel et Gómez, 1962 ; Weibel *et al.*, 1966 ; Weibel, 1969) et une nouvelle méthode de dissecteur (Sterio, 1984).

La flottille du Taipei chinois a collecté 201 poissons, 144 femelles et 57 mâles, capturés dans les sous-zones 1, 2 et 4. Un total de 96 femelles et 9 mâles, capturés entre février et août, ont été classés comme étant au stade de frai (stade gonadique IV). Sur l'ensemble des échantillons analysés, 34 correspondaient à des poissons en âge de frayer (stade III) (27 mâles et 7 femelles), 10 poissons (2 mâles et 2 femelles) en phase de régénération (Vb) et 52 poissons en phase de développement (IIb). Aucun poisson immature (stade I), en développement (stade IIa) et en régression (Va) n'a été observé.

Des échantillons du Venezuela ont été prélevés dans les zones 3 à 5. Tous les poissons analysés étaient matures, principalement au stade de la régénération (N=40). L'analyse histologique a confirmé ces résultats, des femelles reproductrices ayant été trouvées d'avril à septembre (données de 2021 et 2022) dans les zones de pêche 1, 2, 3 et 4.

La fécondité par acte de ponte (BF) a été estimée pour 11 échantillons dont les tailles variaient de 97 à 107 cm de longueur droite à la fourche (SFL) (âges de 5 à 9 ans). La FB moyenne était de 1,01 million d'ovocytes, allant de 0,30 à 2,15 millions. La fécondité relative moyenne par acte de ponte (BFrel) était de 54 ovocytes par gramme de poids corporel, allant de 13 à 108 ovocytes par gramme de poids corporel. Afin de déterminer les facteurs affectant la fécondité par acte de ponte, tels que la taille, le poids corporel, le poids des gonades et la saison, les échantillons de toutes les années devraient être réanalysés ensemble.

L'analyse microscopique du statut de maturité a indiqué que la plupart des poissons (n=248) étaient matures. Cependant, seuls 3 poissons (2 mâles et 1 femelle) étaient « en développement » (stade II). Il a donc été impossible d'ajuster la courbe logistique pour obtenir l'ogive. Dans ce contexte, aucune estimation de L_{50} ne peut être réalisée à moins que de nouveaux spécimens immatures de plus petite longueur (< 80 cm de longueur SFL) puissent être échantillonnés dans l'océan Atlantique.

Biologie de la reproduction du germon de l'Atlantique Sud

Le Dr Paulo Travassos, scientifique national du Brésil, est le responsable du projet pour ce contrat de courte durée et les activités de recherche sont réalisées avec la participation et le soutien de scientifiques du Brésil (Dr Paulo Almeida, Dre Mariana Rego, Dre Maria Lúcia Araújo, Dr Joaquim Evêncio Neto et Dr Luis Gustavo Cardoso), de l'Uruguay (Dr Andrés Domingo et Dr Rodrigo Forselledo), d'Afrique du Sud (Dre Wendy West, Dr Denham Parker et Dr Sven Kerwath), de la Namibie (Charmaine Jagger) et du Taipei chinois (Dr Nan-Jay Su).

Les connaissances scientifiques concernant le germon de l'océan Atlantique Sud présentent encore d'importantes lacunes qu'il convient de combler. Par conséquent, l'objet de cette recherche est de déterminer les zones de frai, la saison de reproduction, l'âge et la taille à maturité ainsi que la fécondité du germon de l'Atlantique Sud, en utilisant les échantillons/mesures fournis par les CPC participantes. Ces travaux devraient générer des informations pour la conservation de cette espèce et la gestion des pêcheries dans l'Atlantique Sud.

Afin d'atteindre ces objectifs, l'échantillonnage biologique est actuellement mené dans les trois principales zones de l'Atlantique Sud (deux zones océaniques au large du Brésil/de l'Uruguay et une zone au large de la Namibie/l'Afrique du Sud). De septembre 2021 à aujourd'hui, des échantillons ont été collectés dans le cadre d'un effort conjoint des pays partenaires dans le but d'échantillonner sur la plus grande échelle spatio-temporelle possible. Seuls les échantillons collectés par les flottilles thonières du Brésil (237 gonades) et du Taipei chinois (300 gonades) ont été inclus dans l'étude jusqu'à présent. Des échantillons de la zone de Namibie/d'Afrique du Sud sont en cours de collecte et seront bientôt (2025) envoyés pour analyse.

Des échantillons ont été prélevés dans trois zones différentes le long de la côte brésilienne : l'une située au Nord (zone où est basée la flottille de Recife, autour de 4°-6°S), la deuxième située autour de 22°-27°S et la troisième autour de 33°-34°S. L'examen de la distribution de fréquence du germon capturé dans ces zones a révélé un gradient dans la composition des longueurs en fonction de la latitude. Des poissons plus grands ont été capturés aux basses latitudes, avec des longueurs à la fourche comprises entre 91 et 125 cm. Avec l'augmentation de la latitude, une diminution de la taille des poissons capturés a été observée, allant de 99-111 cm autour de 22°-27°S et de 81-111 cm plus au Sud (autour de 33°-34°S).

L'évaluation des stades de maturation en fonction du lieu de capture a révélé une prédominance de spécimens immatures aux latitudes plus élevées. Au fur et à mesure que la latitude diminue, le pourcentage de stades indiquant une activité de reproduction augmente. Sur la base des données générées pour les poissons classés comme capables de frayer et actifs, la zone de frai de l'espèce dans l'Atlantique Sud est probablement située entre les latitudes 10°S et 25°S, où de nombreuses femelles actives ont été capturées.

La taille à la première maturité (L50) a été réestimée sur la base d'un examen des stades de maturation précédemment établis pour les mâles et les femelles. La L_{50} pour les femelles a été déterminée comme étant de 89,7 cm de longueur à la fourche (FL) (intervalle de confiance : 86,1-91,5 cm), tandis que pour les mâles elle était de 88,0 cm FL (intervalle de confiance : 86,8–90,5 cm). La L_{95} était de 94,0 cm pour les femelles et les mâles. Cependant, pour obtenir une L_{50} plus exacte et plus précise, il est nécessaire d'inclure des spécimens plus petits, ce qui rend indispensable l'analyse des échantillons de Namibie et d'Afrique du Sud. Pour l'estimation de la fécondité, il n'y a pas eu de nouvelle analyse et les valeurs déjà présentées sont considérées ici. Le poids moyen des ovaires utilisés pour l'estimation de la fécondité était de 328,1 g (±164,6 écart-type), tandis que la longueur de la fourche des femelles variait de 97,7 à 109,0 cm. La fécondité par acte de ponte variait de 0,08 à 1,46 million d'ovocytes, et la fréquence des ovocytes hydratés par acte de ponte de 0,5 g variait de 176 à 398.

Au total, 288 épines de la première nageoire dorsale ont été collectées sur des poissons mesurant entre 91 et 125 cm FL. Sur ce total, une petite partie a été retenue et analysée. Le nombre d'anneaux dans les sections d'épines analysées était de 7 à 8 anneaux, mais le nombre d'années est probablement plus élevé car les anneaux initiaux ne sont pas visibles en raison de la zone de vascularisation de l'épine. Quatre-vingts (80) otolithes ont également été collectés à ce jour sur des poissons capturés par la flottille palangrière brésilienne basée à Recife, mesurant plus de 95 cm FL. Ces otolithes ont été traités et stockés en vue d'analyses qui devraient débuter prochainement.

Dans ce contexte, l'espèce se reproduit dans les basses latitudes après son voyage migratoire vers les zones tropicales de l'Ouest de l'Atlantique Sud. L'étude suggère que les jeunes spécimens de l'espèce restent dans les zones subtropicales et tempérées des deux côtés de l'océan Atlantique Sud, tandis que les adultes effectuent leur migration reproductive vers les eaux tropicales chaudes et retournent ensuite vers les hautes latitudes d'eaux froides.

Déplacements et utilisation de l'habitat du germon de l'Atlantique Nord

Ce projet est mené par le Dr Haritz Arrizabalaga (AZTI, UE-Espagne), en collaboration avec des scientifiques de l'UE-Espagne (AZTI et IEO), et avec le soutien additionnel de scientifiques de différentes CPC participant à la communication des récupérations de marques et des récompenses associées (UE-France, UE-Irlande, UE-Portugal, Japon et Taipei chinois).

Les fonds de l'ICCAT sont essentiellement utilisés pour acquérir des marques et couvrir certains coûts de déploiement et de transmission par satellite, tandis que les autres coûts (marques additionnelles, personnel, voyages, etc.) sont assumés par des contributions en nature par les instituts participant aux activités de marquage et d'analyses.

Depuis 2019, plusieurs prospections de marquage ont été menées au large des îles Canaries et du Golfe de Gascogne. Les prospections au large des îles Canaries ont été réalisées à bord de canneurs et de navires affrétés ciblant de grands spécimens en hiver/au printemps. Jusqu'à présent, 39 MiniPAT ont été déployées (5 en 2019, 10 en 2020, 14 en 2022, 6 en 2023 et 4 en 2024). Dans le golfe de Gascogne, les prospections ont été réalisées à bord de canneurs utilisés pour la prospection acoustique sur le thon rouge et de navires récréatifs et affrétés utilisant l'engin de traîne et ciblant des spécimens de petite à moyenne taille en été et à l'automne. Pour l'instant, 154 marques archives internes (Lotek LAT 2810L) et deux marques archive reliées par satellite de type pop-up (PSAT) ont été apposées en 2020-2024.

Afin d'augmenter les chances de récupérer des marques archives internes, des affiches annonçant des récompenses de 1.000 € ont été élaborées en espagnol, français, anglais, portugais, japonais et chinois mandarin et distribuées grâce à la collaboration des participants du Groupe d'espèces sur le germon de différentes CPC. À ce jour, nous avons recueilli des données des 34 marques PSAT déployées. Parmi les marques-archives internes, 14 ont été récupérées, dont neuf d'entre elles avec des temps de liberté supérieurs à une année complète. Malheureusement, deux d'entre elles ont été récupérées avec l'antenne

cassée. Une autre est encore en cours d'analyse, mais les autres ont fourni des trajectoires d'une année complète. Ces marques récupérées couvrent les périodes les plus longue jamais obtenues (jusqu'à 439 jours de liberté) pour le germon dans l'océan Atlantique. Ces trajectoires couvrent plus d'une année de la vie d'un germon juvénile qui s'est rendu dans les eaux peu profondes du golfe de Gascogne les étés suivants tout en habitant des eaux plus profondes dans l'Atlantique centre et ouest au cours de l'hiver, et en se déplaçant vers le Sud en direction des îles Canaries avant de retourner dans le golfe de Gascogne. Des mises à jour des résultats obtenus jusqu'à présent ont été présentées au Groupe d'espèces sur le germon lors des réunions du Groupe d'espèces tenues en septembre 2024 (Cabello de los Cobos *et al*., 2023 et 2024). Dans un proche avenir, le déploiement du reste des marques acquises se poursuivra, toutes les trajectoires seront estimées et les informations fournies par les marques seront analysées.

Déplacements et utilisation de l'habitat du germon de l'Atlantique Sud

Les chefs de projet pour cette étude sont le Dr Paulo Travassos et le Dr Andrés Domingo, scientifiques nationaux du Brésil et de l'Uruguay respectivement. Le but principal de cette étude est d'apporter des informations sur les schémas de déplacements et l'utilisation de l'habitat du germon dans l'océan Atlantique Sud et de contribuer à l'évaluation et à la gestion du stock méridional de cette espèce.

Au total, 13 marques miniPAT (WildLife Computers) ont été mises à disposition par l'ICCAT (10 pour le marquage au Brésil et 3 en Afrique du Sud). À l'occasion d'une sortie de marquage d'albacore autour de l'archipel de Fernando de Noronha (Projet Protuna, programme de recherche national soutenu par le gouvernement brésilien ; processus nº CNPq . 445810/2015-7), une tentative de marquage de germon a eu lieu du 23 au 27 mai 2022. Cependant, aucun germon n'a été capturé au cours de cette campagne et aucun poisson n'a donc été marqué.

Après cela, aucune campagne de marquage n'a été effectuée et les marques ont dû récemment être retournées au fabricant (WildLife Computers) pour changer le logiciel de marquage et la batterie. Ces marques devraient être renvoyées en mai/juin 2025 afin que le travail de marquage puisse être planifié, la première sortie de marquage étant prévue dans l'Atlantique Sud au printemps 2025.

Évaluation de la stratégie de gestion (MSE) pour le germon de l'Atlantique Nord

Les fonds de l'ICCAT ont été utilisés pour un contrat de courte durée avec AZTI, coordonné par le Dr Gorka Merino et la Dre Agurtzane Urtizberea, afin de réaliser les tâches techniques requises pour suivre le calendrier de la MSE adopté par la Commission en 2021. Conformément à ce calendrier, faisant suite à l'adoption de la première procédure de gestion (MP) de l'ICCAT en 2021 (suite à l'adoption d'une règle de contrôle de l'exploitation en 2017), l'existence de circonstances exceptionnelles doit être évaluée sur une base annuelle (les indicateurs dépendant de l'année). En outre, une nouvelle évaluation de stock de référence utilisant Stock Synthesis (SS3) a été réalisée en 2023, laquelle servira de base au conditionnement de nouveaux modèles opérationnels pour le deuxième volet du cadre de MSE. Cette nouvelle MSE devrait être disponible en 2026 pour permettre à la Commission de réviser la MP si elle le souhaite. De plus, la *Recommandation de l'ICCAT sur des mesures de conservation et de gestion, incluant une procédure de gestion et un protocole de circonstances exceptionnelles, pour le germon de l'Atlantique Nord* (Rec. 21-04) prévoit de tester des alternatives à la MP adoptée.

En ce qui concerne le développement des modèles opérationnels (OM) dans le nouveau cadre du modèle de MSE pour le germon de l'Atlantique Nord, les membres intéressés du Groupe d'espèces sur le germon travaillent depuis 2021 avec le Secrétariat de l'ICCAT et les prestataires sur la nouvelle structure du modèle. Les définitions des flottilles, de la capture, de la prise par unité d'effort (CPUE) et des données de taille pour le modèle SS3 ont été adoptées lors de la réunion de préparation des données sur le germon du Nord de 2023 (incluant la MSE) (ICCAT, 2023). En 2023, le modèle SS3 a été développé et discuté plus avant lors de la réunion de préparation des données sur le germon du Nord de 2023 (incluant la MSE) (Urtizberea *et al*., 2023a) et de la réunion d'évaluation du stock de germon du Nord de 2023 de l'ICCAT (Urtizberea *et al*., 2023b). Lors de la réunion du Groupe d'espèces sur le germon de 2023, le modèle affiné (Urtizberea *et al*., 2023c) a été présenté avec un ensemble de diagnostics du modèle, incorporant les suggestions du Groupe d'espèces sur le germon. Ce modèle a produit des résultats très similaires à ceux du modèle utilisé pour fournir l'état du stock dans l'évaluation du stock de 2023, mais a montré une meilleure performance en ce qui concerne les performances des diagnostics. Le Groupe d'espèces sur le germon a accepté ce modèle comme cas de référence pour structurer les modèles opérationnels de la nouvelle MSE.

En 2024, le scénario de référence SS3 a été utilisé pour conditionner de nouveaux modèles opérationnels pour le deuxième cycle du cadre MSE, qui devrait être fourni en 2026. Les prestataires ont commencé l'élaboration d'une grille de référence des OM basée sur Stock Synthesis dans le cadre de la nouvelle MSE, et ont testé la MP actuellement adoptée sur cette nouvelle grille de référence. En outre, ils ont développé un nouveau modèle d'erreur d'observation en incorporant les propriétés statistiques des valeurs résiduelles de CPUE dans les parties historiques et futures de la série temporelle. Ils ont également produit les diagrammes nécessaires pour que le Groupe d'espèces sur le germon puisse discuter de la détection de circonstances exceptionnelles, comme le demande le protocole relatif aux circonstances exceptionnelles inclus dans la Rec. 21-04.

Planification et activités pour 2025

Biologie de la reproduction et détermination de l'âge du germon de l'Atlantique Nord

Les activités d'échantillonnage se poursuivront en 2025 pour couvrir les petits spécimens afin de permettre l'estimation de L_{50}. Des analyses supplémentaires de la fécondité sur la base des échantillons existants permettront de finaliser l'étude sur la biologie de la reproduction du germon du Nord. Les analyses seront effectuées en utilisant les mêmes méthodes que celles utilisées précédemment pour estimer le stade de maturité et la fécondité. L'âge des échantillons d'épines correspondants sera déterminé afin d'établir l'âge des poissons échantillonnés pour l'étude sur les stades de reproduction et la fécondité.

Afin d'estimer l'âge maximum du germon et d'alimenter les postulats sur la mortalité naturelle, des échantillons supplémentaires pour la détermination de l'âge (épines et otolithes) de grands spécimens (>100 cm SFL) sont nécessaires (100-200 spécimens par stock). Un échantillon d'épines, dont l'âge a déjà été déterminé, est disponible, et des échantillons supplémentaires sont et seront disponibles pour compléter cette étude.

Biologie de la reproduction et détermination de l'âge du germon de l'Atlantique Sud

Étant donné que seuls les échantillons collectés par les flottilles thonières du Brésil et du Taipei chinois ont été analysés jusqu'à présent pendant la durée du projet, la priorité sera donnée à la collecte d'échantillons provenant des autres pays partenaires (principalement la Namibie et l'Afrique du Sud). Des échantillons sont déjà collectés par des partenaires dans ces deux pays et seront envoyés au Brésil pour analyse au début de l'année 2025.

Des échantillons appariés (otolithes et épines) de grands germons seront également prélevés afin de vérifier les hypothèses de mortalité naturelle basées sur l'âge maximal.

Déplacements et utilisation de l'habitat du germon de l'Atlantique Nord

En 2025, il est prévu de continuer à déployer des marques supplémentaires en utilisant différentes opportunités de marquage (navires commerciaux, de recherche, d'affrètement et récréatifs) dans le but de mieux caractériser le cycle vital du germon de l'Atlantique Nord et d'envisager des hypothèses sur la structure du stock. Compte tenu de l'expérience de ces dernières années, des déploiements sont prévus par les scientifiques d'AZTI dans le golfe de Gascogne et aux îles Canaries, mais pourraient être étendus à d'autres zones si l'occasion se présente, notamment dans l'Atlantique Ouest si des plateformes de marquage adéquates sont identifiées. Il est également prévu d'effectuer des analyses supplémentaires des informations collectées jusqu'à présent afin de compléter les trajectoires de toutes les marques récupérées.

Déplacements et utilisation de l'habitat du germon de l'Atlantique Sud

La sortie de marquage, qui devait avoir lieu au Brésil en janvier/février 2025, a dû être suspendue en raison de la nécessité d'envoyer les marques à WildLife Computers à des fins de révision du logiciel de marquage et de la batterie de la marque. Ces marques devraient être renvoyées en mai/juin afin que le travail de marquage puisse être planifié, la première sortie de marquage étant prévue dans l'Atlantique Sud au printemps 2025.

Évaluation de la stratégie de gestion du germon de l'Atlantique Nord

En 2025, il est prévu de finaliser l'ensemble des OM de référence et de robustesse en utilisant le cas de base du modèle SS3 développé en 2023. Un autre développement clé attendu en 2025 est la finalisation du modèle d'erreur d'observation prenant en compte les propriétés statistiques de chaque indice d'abondance dans les projections. Des MP empiriques et basées sur des modèles seront élaborées et évaluées. Au moins l'une des MP examinées sera l'une de celles qui a été adoptée dans la Rec. 21-04.

Bibliographie

Brown-Peterson N.J, Wyanski D.M., Saborido-Rey F., Macewicz B.J., Lowerre-Barbieri S.K. 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. Marine and Costal Fisheries. Dynamics Management, and Ecosystem Science, Vol. 3, Issue 1. https://doi.org/10.1080/19425120.2011.555724.

Cabello de los Cobos M., Arregui I., Onandia I., Uranga J., Lezama-Ochoa N., Ortiz de Zárate V., Delgado de Molina R., Santiago J., Abascal F., Arrizabalaga H. 2023. Updated North Atlantic albacore e-tagging research 2019-2023. SCRS/P/2023/028REV2.

Cabello de los Cobos M., Arregui I., Onandia I., Markalain G., Uranga J., Lezama-Ochoa N., Ortiz de Zárate V., Delgado de Molina R., Santiago J., Abascal F., Arrizabalaga H. 2024. Updated North Atlantic albacore e-tagging research 2019-2024. SCRS/P/2024/119.

Farley J.H., Williams A.J., Hoyle S.D., Davies C.R., Nicol S.J. 2013. Reproductive dynamics and potential annual fecundity of South Pacific albacore tuna (*Thunnus alalunga*). PloS ONE 8 (4), e60577. doi: 10.1371/jounal.pone.0060577.

Farley J., Clear N., Kolody D., Krusic-Golub K., Eveson P., Young J. 2016. Determination of swordfish growth and maturity relevant to the southwest Pacific stock. CSIRO Oceans & Atmosphere, Hobart, pp.114. ISBN 978-1-4863-0688-6.

ICCAT. 2023. Report of the ICCAT 2023 North Atlantic Albacore Data Preparatory Meeting (including MSE) (Hybrid/San Sebastian/Pasaia, Spain, 20-23 March 2023). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 80 (3): 1-69.

Ortiz de Zárate V., Babcock E.A. 2016. Estimating individual growth variability in albacore (*Thunnus alalunga*) from the North Atlantic stock: Aging for assessment purposes. Fisheries Research, 180: 54-66.

Schaefer K.M. 2001. Reproductive biology of tunas. In: Tuna: Physiology, Ecology and Evolution, eds. Block B.A., Stevens E.D. Academic Press, San Diego, California, pp. 225–270.

Sterio D. C. 1984. The unbiased estimation of number and sizes of arbitrary particles using the dissector. J. Microsc. 134, 127–136. doi: 10.1111/j.1365-2818.1984.tb02501.x.

Urtizberea A., Merino G., Kimoto A., Ortiz M., Lauretta M., Schirripa M., Brown C., Arrizabalaga H. 2023a. Preliminary Stock Synthesis assessment model for northern Atlantic albacore. Presentation SCRS/P/2023/013.

Urtizberea A., Merino G., Kimoto A., Ortiz M., Schirripa M., Calay S., Brown C., Ortiz de Zárate V., Morón Correa G., Santiago J., Arrizabalaga H. 2023b. Preliminary stock synthesis assessment model for northern Atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 80(3): 279-312.

Urtizberea A., Lauretta M., Merino G., Kimoto A., Ortiz M., Schirripa M., Calay S., Brown C., Ortiz de Zárate V., Morón Correa G., Santiago J., Arrizabalaga H. 2023c. Review and diagnostics for the stock synthesis model for North Atlantic albacore. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 80(3): 336-356.

Weibel E.R. 1969. Stereological principles for morphometry in electron microscopy cytology. Int. Rev. Cytol., 26: 235-302.

Weibel E.R., Gómez D.M. 1962. A principle for counting tissue structures on random sections. J Appl Physiol, 17: 343-348.

Weibel E.R., Kristel G.S., Scherle W.F. 1966. Practical stereological methods for morphometric cytology. J. Cell Biol., 30: 23-38.