

REPORT OF THE 2016 ICCAT BLUEFIN TUNA DATA PREPARATORY MEETING*(Madrid, Spain – 25-29 July, 2016)***SUMMARY**

The Bluefin Species Group Intersessional meeting was held in Madrid, Spain from 25 to 29 July. The Commission approved a delay in the bluefin tuna stock assessment until 2017, on condition that updated stock projections are provided in 2016. During the meeting the Group: reviewed historical and new information on biology and stock structure; reviewed Task I and Task II statistics; reviewed the indices of abundance available for use in the next stock assessment; reviewed, discussed and completed the technical specifications for the MSE work; and reviewed age-length keys.

RÉSUMÉ

La Réunion intersession du groupe d'espèces sur le thon rouge eu lieu à Madrid (Espagne) du 25 au 29 juillet. La Commission a autorisé que l'évaluation du stock de thon rouge soit repoussée jusqu'en 2017, sous réserve que des projections de stocks actualisées soient fournies en 2016. Au cours de la réunion, le groupe a passé en revue les informations nouvelles et historiques sur la biologie et la structure des stocks ; les statistiques de la Tâche I et Tâche II ; les indices d'abondance disponibles pour être utilisés dans la prochaine évaluation des stocks ; il a examiné, discuté et complété les spécifications techniques pour les travaux sur la MSE et il a également examiné les clefs d'identification âge-longueur.

RESUMEN

La Reunión intersesiones del Grupo de especies de atún rojo tuvo lugar en Madrid, España, del 25 al 29 de julio. La Comisión aprobó un aplazamiento de la evaluación de atún rojo hasta 2017, con la condición de que en 2016 se proporcione una actualización de las proyecciones del stock. Durante la reunión el Grupo revisó la información nueva e histórica sobre biología y estructura del stock, revisó las estadísticas de Tarea I y Tarea II, examinó los índices de abundancia disponibles para su utilización en la próxima evaluación de stock, revisó, debatió y completó las especificaciones técnicas para el trabajo de MSE y revisó las clases de edad-talla.

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements

The meeting was held at the ICCAT Secretariat in Madrid from July 25 to 29, 2016. Dr. Clay Porch (USA), Coordinator, opened the meeting. Drs Gary Melvin (Canada) and Sylvain Bonhommeau (EU-France), Rapporteurs for the western Atlantic and eastern Atlantic and Mediterranean stocks, respectively, served as co-Chairmen. The Chairmen welcomed meeting participants (“the Group”) and proceeded to review the Agenda which was adopted with minor changes (**Appendix 1**).

The List of Participants is included in **Appendix 2**. The List of Documents presented at the meeting is attached as **Appendix 3**. The following served as rapporteurs:

<i>Sections</i>	<i>Rapporteur</i>
Items 1 and 10	M. Neves dos Santos
Item 2	S. Tensek, A. di Natale
Item 3	G. Diaz, D. Secor, H. Arrizabalaga and L. Kerr
Item 4	C. Palma and G. Diaz
Item 5	D. Álvarez-Berastegui, A. Kimoto, T. Rouyer, J. Walter
Item 6	J. Walter, D. Butterworth, C. Porch
Item 7	D. Butterworth and T. Carruthers
Item 8	C. Porch
Item 9	S. Bonhommeau, G. Melvin

The Coordinator noted that more than 40 documents and presentations had been submitted for review. Owing to the limited time available, it was agreed to limit each presentation to 10 minutes including discussions. In several cases discussions had to be deferred to one of several smaller working groups that were formed to focus on tasks related to items 3-7 of the agenda.

2. Review progress made by the GBYP and Phase 6 programme

During Phase 5, several partial reviews of the Programme activities were undertaken, as required by the Commission. The Cost-Benefit analysis of the GBYP tagging activities and aerial surveys were successfully carried out and the reports are available from the ICCAT GBYP web site, while the cost-benefit analysis of biological studies haven't been done due to the lack of tenders. GBYP Phase 5 officially terminated on February 2016 and was immediately followed by Phase 6. The full integrated analysis of all GBYP activities since the beginning of the Programme (ICCAT GBYP second review) was carried out at the beginning of the Phase 6, but the final report is still to be finalised and therefore is not publicly available. The ICCAT GBYP Coordination team undertook the analysis of ICCAT GBYP PSAT tags data, revision of trap data, review of old literature on bluefin tuna maturity, review and selection of best trade, market and auction data, study of bluefin tuna YOYs in the Mediterranean and the analysis of ICCAT conventional tags database (reports are available as SCRS documents).

Regarding data mining activities, additional data recovery activities were initiated in Phase 6 for collecting recent and historical data sets still missing from Task I and Task II data. A contract was awarded to the Stanford University for the recovery of 393 electronic tag datasets which will be available at the end of August. Other electronic data sets have been already provided to the SCRS bluefin tuna Group. For the purpose of data recovery in Mauritania, a short training course was carried out in July, within a local data mining activity.

The aerial survey was suspended in the Phase 6, while the PSAT tagging activities continued, followed by the limited complementary conventional tagging. 19 electronic tags were deployed in a Turkish purse seine, 15 in a Moroccan trap, 20 in a Sardinian trap and 24 in a Portuguese trap, while additional electronic tagging will be carried out in Irish waters and in the Strait of Messina. Field tag awareness campaign was straighten in this Phase by awarding a contract for producing two short promotional videos, while the tag recovery and rewarding activities are still ongoing. The first part of the close-kin genetic tagging feasibility study has been completed but the report is still to be approved and the decision on the second part is still pending.

The biological studies in Phase 6 are focused in sampling and analysis. Biological sampling was enhanced this year, due to the need for collection of additional adult samples from spawning areas for the purpose of preliminary close-kin feasibility study. Three contracts were provided for sampling adults, while the main contract for biological studies is still to be awarded. This year the biological studies will represent the continuation of the work from the previous phases (e.g. micro-constituents, otolith shape, genetic, age analyses, etc.) with the introduction of the analysis of microsatellite genetic markers. A larval workshop is scheduled for September.

MSE modelling development is ongoing, carried mainly by the external expert Dr. Tom Carruthers, whose contract was renewed. The GBYP Core Modelling MSE group meeting will be carried out in the later phase.

3. Review of historical and new information on biology and stock structure

Documents SCRS/2016/140 indicated that year 2015 was the warmest so far in the Mediterranean Sea and the possible effects on the bluefin tuna reproductive biology were proposed to SCRS by GBYP in the same year. Now, after collecting some detailed samples and data about the presence of YOY in different parts of the Mediterranean Sea, it is possible to notice a peculiar situation, showing different size-at-time by area in late summer-fall and early winter 2015/2016, possibly mirroring fractioned spawnings and different growth rates. These fish might result in future problems for age readings and ALK at least for the juveniles of bluefin tunas born in 2015. This document also provides the growth curves and equations for the various cohorts of bluefin tuna YOY which have been detected and that were born in 2015.

The Group briefly discussed if anomaly warm weather in the Mediterranean during 2015 would affect the eastern stock in a positive or negative way. In general, warmer waters can result in longer spawning seasons which tend to produce higher recruitments. However, it is hard to predict that this will be the result in all cases. It also inquired how these high temperatures can affect the chemical signals in the otolith. It was hypothesized that warmer waters in the Mediterranean Sea can produce a signal similar to that in the Gulf of Mexico. However, it was indicated that the opposite might be true with higher temperatures in the Mediterranean resulting in otolith signals that even more

different than that from the Gulf of Mexico. The Group observed that the document described that three cohorts were spawned during the spawning season, but that at some point their sizes would overlap and it would not be possible to distinguish one cohort from the others. It was indicated that daily otolith rings could be used to distinguish the cohorts.

Document SCRS/2016/141 presented a brief review of some of the most significant ancient studies on sexual maturity and reproductive biology of eastern Atlantic bluefin tuna. Special attention was given to the works of Rodriguez-Roda (1964, 1967) and Frade (1950, 1962), and in particular on the study of the fish size at first maturity. All these studies are well-known, but they are quite often forgotten in recent papers on bluefin tuna biology. Due to the recurrent discussions about the sexual maturity of eastern bluefin tuna, a summary of their findings can be useful.

The Group once again agreed that for stock assessment purposes it is important to know what fraction of fish at each age are mature and are contributing to spawning. The Group noted that in the document, samples from fish around 110 cm FL were few even though the fish sampled at this size were 100% mature. Since most fish in the samples were 135 cm FL and larger, the Group discussed that this might indicate that not all 110 cm FL fish in the population are mature and only a fraction of these fish are spawning.

Document SCRS/2016/146 reviewed sexual maturity and reproduction for Atlantic bluefin tuna in the Mediterranean Sea and western North Atlantic against the historic research record and current management assumptions. The document highlights the need to update and revise ICCAT scientific assumptions for putative western Atlantic bluefin tuna in the context of emerging understanding established with histological and new endocrine techniques that establish similarity to maturity and reproduction in the Mediterranean Sea. With confirmation of Atlantic spawning and extended spawning period established by larvae collected across the Slope Sea in the NW Atlantic, expanded, state-of-the-art reproductive sampling of bluefin tuna in the pelagic realm is needed, in conjunction with broader larval sampling, in order to obtain spatio-temporal and oceanographic attributes of spawning areas as well as their variability.

Document SCRS/2016/151 indicated that the fisheries of Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L.) (ABFT) juveniles began to develop at the end of the 1940s (Bay of Biscay), middle of the 1950s (off the coast of Morocco) and in 1958 off New England (USA). The results of an analysis of the juvenile ABFT population of the eastern Atlantic part between 1949 and 1962 reveal that under different scenarios the high fishing mortality exerted on the juvenile fish groups (<5 years) in the period studied may have been one of the main factors behind the decline of the north eastern Atlantic fisheries of spawners from 1963; juvenile catches of 6,879,967 ABFT may have given rise to the limited recruitment from juvenile age to spawning stocks. The analysis has also been made for the periods 1970-2006 and the present (2009). In the first of these two cases fishing mortality (F) fell as a result of a fall in the catch of juveniles, mainly the fishery of Morocco. Nevertheless, during these years over 4 million specimens of 1 year were caught illegally in the Atlantic part of the eastern stock. The fall in F is now even greater due to the practically entire disappearance of the juvenile fisheries as a result of the implementation of the Pluriannual Recovery Plan (PRP) of the *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas* (ICCAT), which began in the fisheries of the eastern stock in 2007.

Document SCRS/2016/154 explained that the recently adopted models by ICCAT Standing Committee on Research and Statistics (SCRS) for the Atlantic bluefin tuna (ABFT), *Thunnus thynnus* (L.) ($RW= 0.0000159137 SFL3.020584$, WEST; and $RW= 0.0000315551 SFL 2.898454$, EAST), together with the models used to date ($RW= 0.0000152 SFL3.0531$, for western stock; and $RW= 0.000019607 SFL 3.0092$, for eastern stock) and an alternative model for the eastern stock ($RW= 0.0000188 SFL 3.01247$), are analyzed in using bi-variant samples (SFL (cm), RW (kg)) of 698 pairs of data ($K= 2.02 \pm 0.23 SD$, western stock) and 474 pairs of data ($K= 2.03 \pm 0.15 SD$, eastern stock) with the aim of validating them and establishing which model best fits the reality represented by the samples and, therefore, will have the greatest descriptive and predictive power. The result of the analysis indicates that the adopted models WEST and EAST currently used clearly underestimate the weight of spawning ABFT, while the alternative model presented in this paper best explains the data of the samples. The result of the classical statistical analysis is confirmed by means of the quantile regression technique, selecting the quantiles 5%, 25%, 50%, 75% and 95%. Other biological and fisheries indicators also conclude that the models WEST and EAST gradually underestimate the weight of ABFT spawners (of 2-3 m) by 8-14%; the average value of K (1.78 and 1.82) obtained for spawners (> 140 cm), using the adopted models, represents ABFT in low fattening condition; and the evolution of K throughout the year, by using the monthly $L-W$ adopted models, does not represent the significant increase in weight that ABFT experiences in nature between August and December.

A presentation by D. Richardson on a recent publication (Richardson *et al.* 2016) indicated that in 2013 opportunistic plankton sampling collected 67 bluefin tuna larvae in the Slope Sea between the Gulf Stream and the U.S. northeast continental shelf. The majority of these larvae were small (<5 mm) and drifting buoy tracks confirmed that these larvae could not have been transported into the region from the Gulf of Mexico. Electronic tagging data and published reproductive studies point to size-structured spawning migrations in western Atlantic bluefin tuna, and support a younger age-at-maturity. Also notable is that published multi-year tracks of electronically tagged bluefin tuna that show movement from the Slope Sea in one year to the Gulf of Mexico or the Mediterranean Sea in the following year.

SCRS/P/2016/037 presented an oceanographic index of bluefin tuna spawning habitat in the Gulf of Mexico (Domingues *et al.* 2016). The main findings from this study were that the BFT_Index successfully captures the spatial and temporal variability in the occurrence of bluefin tuna larvae. Areas with favorable environmental conditions for larvae in the GOM exhibit year-to-year spatial and temporal variability linked with mesoscale ocean features and sea surface temperature. Comparison of the BFT_Index- with recruitment of age-0 fish estimated from the 2014 stock assessment indicates that changes in environmental conditions reflect a relevant component (~58%) of the recruitment variability. It may be possible that this index could be considered as a proxy for recruitment deviations from a spawner-recruit curve. In addition the spatial and temporal habitat predictions will be useful in designing larval surveys and evaluating trends in habitat over time.

3.1 Review life history assumptions such as fecundity, maturity, mortality schedules

Fecundity

Information was presented to the Group indicating that the length of individual E-BFT spawning events are longer (>30 days) (Gordoa *et al.*, 2015) than previously thought. Furthermore, it was indicated that females were observed spawning as late as October even when their ovaries were already partially absorbed (Di Natale *et al.* 2016). More details on this observation are needed because this contradicts historical and recent literature on eastern Atlantic bluefin tuna reproduction. With regard to fecundity, there is evidence in the scientific literature that batch fecundity per gram of body weight is fairly constant regardless of fish size (e.g., Corriero *et al.*, 2005; Knapp *et al.*, 2014). However, the question of the viability and survival of eggs and larvae from younger females in the wild compared to those produced by the older female spawners remains unanswered. However, it was indicated to the Group that in captivity, the quality of eggs and larvae seems to be influenced by the quality of female nutrition more than by size (Izquiero *et al.* 2001).

Age of Maturity

It was discussed by the Group that significant progress has been made in studying and establishing age of maturity for W-BFT. It was indicated to the Group that there is scientific evidence that W-BFT mature at 3-5 yr old (Heinisch *et al.*, 2014) similar to E-BFT, rather than what is currently assumed for the stock assessment (age 9). It is known that fish of that young age are uncommon in the Gulf of Mexico (GOM) at any time of the year. The Group acknowledged the new hypothesis that indicates that younger BFT may spawn in the area known as the Slope Sea where bluefin tuna larvae were found in 2013 (Richardson *et al.*, 2016). There was a general agreement within the Group that this is a promising hypothesis that still needs to be tested. It was pointed out that the newly proposed age of maturity for the western stock is in line with the age of maturity for the eastern stock. The current discrepancy between the ages of maturity of each stock has been difficult to justify biologically, particularly given that both stocks have almost identical growth curves. However, the Group acknowledged that some basic information necessary for stock assessment regarding the newly proposed age of maturity is currently lacking, such as the relative contribution of these younger spawners to the total spawning. There is also no information available at this time with respect to the proportion of fish that are mature at each age, whether spawning in the Slope Sea takes place every year, and the stock origin of the fish spawning in this area (or even if the fish spawning in this area constitute a separate stock). The Group recalled one of the recommendations from the 2013 bluefin tuna data preparatory meeting held in Tenerife (Anon. 2014b) regarding the development of a maturity o-give for the western stock.

The Group agreed to develop two alternative vectors for the proportion of fish contributing to the spawning output of the population as a function of age. These vectors were to be used in the operating model of the MSE as describing the plausible range of these relationships and should be used for both stocks. One of the vectors (option 1) was developed by assuming that maturity alone determines contribution to the spawning stock. The other vector (option 2) was calculated by using the results of the southern bluefin tuna close-kin studies and translating them to ABFT (Table maturity vectors, **Appendix 4**). The Group also agreed to define the quarters were spawning was possible for each of the areas in the operating model. The definitions were to be done exclusively by considering

SST (Table spawning areas, **Appendix 4**). Both calculations on vectors of the proportion of fish spawning and the definition of possible spawning areas were conducted by a few members of the working group. Although the methodology used in both cases was not thoroughly reviewed by the whole working group, it was accepted that such values would be transmitted to the MSE Modelling Working Group.

The quarters and areas with probability of spawning activity were classified in two categories (yes and no) using the criteria of average value quarter SST >20°C assuming 20°C is the minimum temperature for the larvae to survive (SCRS/P/2016/043). Average temperatures per quarter were estimated from monthly SST NOAA NASA AVHRR Oceans Path-finder on a grid of 5x5° cells. Areas and quarters with positive probability of spawning activity might be overestimated for some areas due to the large latitudinal range some of the geographical areas represent (e.g. Western Atlantic).

Natural Mortality

The Group recalled that during the meeting in Tenerife it was proposed to replace the currently assumed natural mortality for each stock with a Lorenzen mortality function ($M=3.0.W^{-0.288}$) rescaled so that the average mortality on the age classes that are available to the fishery (ages 4+) equals the value inferred from the maximum age using the relationship on Then *et al.* (2014). As such, the Group reiterates that recommendation. For the purpose of estimating the Lorenzen mortality function, the Group recommends to use a maximum age of 35 yr for both the western and eastern stocks. This assumption is based on the maximum age observed in the Canadian bluefin tuna age-length observations, the growth curves currently used for each stock, and the observed maximum lengths of fish landed in the fisheries (on average 300 cm FL). Cort *et al.* (2015) reported a bluefin tuna of 725 kg and 320 cm FL, but the age of this fish was not estimated.

Stock-Recruitment

Recent modeling exercises have attempted to incorporate mixing rates into the assessments for eastern and western stocks of bluefin tuna (SCRS/P/2016/038). The Group agreed that while there is high uncertainty in the estimates for the most recent years of both SSB and recruitment, should this be the beginning of an increasing trend in future assessments may prove informative in elucidating the spawner recruit relationship for WBFT.

3.2 Review stock structure and mixing rate information

The terms of reference addressed by the Mixing Group are directly applicable to SCRS efforts to work with Dr. Tom Carruthers and others to develop an operating model – MSE framework to address scenarios of stock structure, life history assumptions, and seasonal movements on population dynamics and reference points. These terms of reference also apply to likely stock assessment activities by SCRS and a parallel effort to evaluate operating and assessment models by Dr. Lisa Kerr and colleagues.

New information on stock mixing

In 2013 opportunistic plankton sampling collected 67 bluefin tuna larvae in the Slope Sea between the Gulf Stream and the U.S. northeast continental shelf (Richardson *et al.*, 2016). The majority of these larvae were small (<5 mm) and drifting buoy tracks confirmed that these larvae could not have been transported into the region from the Gulf of Mexico. Electronic tagging data and published reproductive studies point to size-structured spawning migrations in western Atlantic bluefin tuna, and support a younger age-at-maturity. Also notable is that published multi-year tracks of electronically tagged bluefin tuna that show movement from the Slope Sea in one year to the Gulf of Mexico in the following year.

Applications centered on otolith stable isotope analysis were presented that focused on mixing in the western stock. Siskey *et al.* (2016) conducted a study on decadal trends in mixing levels observed in US fisheries, analyzing otoliths archived by NMFS. They observed a substantially higher contribution of Mediterranean-origin fish in the 1990s (48% eastern stock contribution) than in the 1970s (0% contribution) and the most recent 2009-2014 sample (4% contribution). They attributed higher mixing in the 1990s to a depleted status in the western stock. In contrast to the recent low mixing levels in US fisheries observed by Siskey *et al.* (2016) for the period 2009-2014, SCRS/2016/130 reported a high level of mixing in 2015. The 2015 sample of US fisheries was heavily biased towards the recreational fleet, with >80% < 120 cm CFL. The authors suggested that this apparent shift in mixing between the period 2009-2014 and 2015 may have been caused by contributions of Mediterranean-origin juveniles emanating from a strong year-class.

Document SCRS/2016/128 presented a comparative analysis of individual origin assignments for bluefin tuna sampled within the GBYP programme. For that purpose, an integrated stock identification database has been established with individuals assigned to origin using different methods (namely otolith stable isotopes, genetics and otolith shape analysis) over the past years. Analysis of the integrated database revealed that overall rates of agreement between methods were reasonably good given the compounding influence of classification error associated with each method. Rates of agreement were lowest for fish that had potentially performed transatlantic migrations, e.g. fish collected in the east that was classified to be of western origin (according to at least one method), or the reverse. This may reflect the influence of environmental history on phenotypic markers (otolith shape and chemistry). Rates of agreement between methods also increased when more restricted classification criteria were used (e.g. when the individual probabilities of belonging to a given stock was higher than 0.7, compared to 0.5).

Subsequently, SCRS/P/2016/032 presented the development of a genetic traceability panel to assign bluefin tuna to their birth place. For that aim, the authors have gathered larvae and young of the year from the Mediterranean, larvae from the Gulf of Mexico, and young of the year from Cape Hatteras. Applying the Restriction Site Associated DNA sequencing (RAD-seq) method to 204 of the samples, they have discovered and genotyped more than 10k SNPs and used them to determine population structure. Their results show clear genetic differentiation among the Gulf of Mexico and the Mediterranean, and suggest separation between the Gulf of Mexico and Cape Hatteras, meaning that the latter cannot be used as reference for the Gulf of Mexico spawning component. Genetic information on the Cape Hatteras samples was very preliminary because it was based on a small sample of young-of-the-year juveniles, which were taken on only a single day. Respectively, the 144 and 38 SNPs that best differentiate between the Northwest Atlantic and the Mediterranean and between the Gulf of Mexico and the Mediterranean were selected and genotyped in 152 new samples. With a reduced panel of 40 SNPs, 93% and 60% correct assignments for Mediterranean and Gulf of Mexico samples respectively were obtained. Although this panel is the best performing to date, it can still be improved, particularly increasing the sample size of the Gulf of Mexico baseline.

Stock composition information can be applied at the data preparation stage of the stock assessment process to avoid utilizing mixed-stock data (e.g., CPUE series) to stock dynamics. SCRS/P/2016/038 presented a revised stock assessment approach for western origin bluefin tuna in which input data (catch, catch-at-age, catch-per-unit-effort) from the most recent ICCAT stock assessment of western Atlantic bluefin tuna fisheries was revised based on previous estimates of stock composition (Busawon *et al.*, 2013; Fraile *et al.*, 2014; Rooker *et al.*, 2014; Secor *et al.*, 2015, Siskey *et al.*, 2016). The assessment of western Atlantic fisheries was compared to the assessment of western-origin fish to demonstrate the sensitivity of results to stock mixing as well as to demonstrate a practical approach to operational assessments that account for stock mixing. Estimates of stock size and fishing mortality from the VPA of western-origin Atlantic bluefin were generally similar to the ICCAT (2014) estimates based on western Atlantic mixed-stock fisheries. However, estimates of SSB in the western origin assessment were lower in 1970s and SSB and recruitment were greater in recent years (since mid-2000s). Fishing mortality and recruitment were also lower in the 1980-1990s in the western origin assessment. These results are preliminary and work is ongoing to improve upon the approach.

3.2.1 Review status of ICCAT electronic tagging data base and the response to the letter from the SCRS Chair

The Group discussed the response to the request for electronic tagging data. Many cooperators responded positively to the request, and to date, summarized tracks from 770 individual fish have been submitted (**Table 1**). A review of the tagging (conventional and electronic tags) database was presented in SCRS/2016/135 (722 tracks reported within that document). The majority of tags have been released in the West Atlantic and Gulf of St. Lawrence, accounting for over half of the available data (**Table 2**). Four regions had zero tag releases, the North Central Atlantic, South Central Atlantic, northeast Atlantic, and Caribbean Sea. Of the 770 individuals, 242 were released within or entered the Mediterranean Sea, and 85 were released within or entered the Gulf of Mexico, and therefore could potentially have stock id assigned (**Table 3**). The Group discussed the need to review the list of potential investigators and send a second request to those that have not responded. The database has been posted on the ownCloud and is available to the SCRS.

3.2.2 Review/compile inventory of composition data (genetics, microconstituent) by fleet and area and year

The following were recommended related to the provision and structure of a stock structure inventory:

- Data will be made available to GBYP for archival and data amendment purposes. Records will be classified regionally according to the same 11 geographic boxes specified in the electronic tagging data set (Lauretta *et al.* 2016b) and made available to SCRS and associated scientists and stakeholders.

- To the extent possible, data providers agreed on the format constructed within the GBYP programme.
- The Group agreed that individual assignment data was required rather than strata-aggregated mixing levels. Individual assignment algorithms vary among data providers but the Group decided that this likely would not bias the intended stock mixing modeling efforts. Still, future research was recommended that should compare different individual and Group assignment methods. As analysis of stock mixing will become increasingly common in bluefin tuna assessments, the Group recommends that the Random Forest classification procedure (R code) developed by Dr. Alex Hanke should be nominated for inclusion in SCRS software tool kit.
- Where multiple methods were employed to assign population of origin for the same individual, and in cases of disagreement, the Group decided to respectively select the classification determined by: 1) otolith stable isotope information first; 2) genetics; and, then 3) otolith shape. This was justified on the basis that the stable isotope work is peer reviewed, at an operational stage, and 90% of the individuals on the compiled database (with 5495 individuals) have stable isotope information. The genetic work includes two different approaches that are not peer reviewed yet, and around 15% of the individuals have genetic origin information. Finally, otolith shape can be influenced not only by origin but also life history, and less than 3% of the individuals have this information.
- It was advised that age-0 population assignments should be dropped from any analysis as these serve a different purpose than assessing mixed stocks.

Individual assignments will require acceptance of error risk. Therefore categorical stock designations (i.e., east or west) will be made by the analyst. This is accomplished by provision of probability of eastern stock identity provided in the data set. There is some precedent and justification for acceptance of a 70% assignment probability (Fraile *et al.*, 2014).

It was noted that there is a certain level of uncertainty in the estimates of movement matrices and mixing proportions. This should be reflected in a plausible range of OMs. In addition, due to a nature of highly migratory species, mixing proportions might change across years, and therefore stochastic mixing should be incorporated into the OMs. Since the population size differs between the western and eastern populations and stochastic mixing may increase a chance of higher exploitation of western stock, the extent of stochasticity could become one of drivers in management performance. Therefore, the Group recommended the OMs to cover these sorts of uncertainty/stochasticity.

3.2.3 Determine preliminary stock definitions

The Group considered past population structures developed at the 2013 SCRS Biological Parameters meeting (Anon. 2014b) and new information pertinent to Mediterranean subpopulation structure (H. Arrizabalaga in review). Discussions centered on feasible population structures that could be assessed by the operating model – MSE framework and centered on (1) new evidence of spawning in the NW Atlantic Slope Sea (Richardson *et al.*, 2016); and (2) accumulated evidence on migration behaviours of adults originating from spawning regions within the Mediterranean Sea (Arrizabalaga *et al.*, in review).

Slope Sea Spawning

Genetic investigation of stock of origin will occur for larvae collected in the Slope Sea from June-July 2016 and the limited number of ethanol preserved larvae collected in 2013. The collection and processing of the 2016 plankton samples is ongoing at this time (Richardson *pers. com.*).

Until results confirm otherwise, the Group provided guidance that spawners in the Slope Sea should be considered as part of a broader western Atlantic population (Gulf of Mexico, Greater Antilles, plus the Slope Sea). The Group recognized that the Slope Sea is in an area proximate to high levels of historical mixing and spawners within that region could include Mediterranean population individuals. An alternative concept is that spawning in the Slope Sea represents a separate population independent of the Gulf of Mexico and Mediterranean populations. It was noted that additional population structure could explain the inability of genetic approaches (e.g. SCRS/P/2016/32) to assign a substantial fraction of mixed stock samples to either the Gulf of Mexico or Mediterranean populations. Either of these concepts (population mixing or separate population), if proven, could have very large consequences in how populations are modeled, assessed and evaluated against reference points. At this time however, when new discoveries about Slope Sea spawning are imminent, the Group advises modeling Slope Sea recruits as part of the broader western Atlantic population.

Mediterranean subpopulation and Contingent Structure

Arrizabalaga *et al.* (in review) provided a synthesis of current knowledge regarding potential population structures within the Mediterranean. In essence, the new knowledge accumulated since the last meeting in Tenerife (Anon. 2014b) uncovered links between the western, central and eastern Mediterranean spawning grounds and the Atlantic Ocean. In essence, uncertainty remains high regarding the percentage of resident/migratory fish in each potential subpopulation or contingent. There is a need to reconcile results from different genetic studies, but even in the absence of genetic differences, if strong behavioural differences exist between fish spawning in different spawning grounds, there might be a need to consider this substructure in the management process. Current knowledge and research efforts provide limited opportunity to resolve the contingent hypotheses, but long term e-tag information as well as close-kin genetics would be helpful.

3.3 Review/develop movement matrices (probability of occurrence in a region, amongst 8 box model regions, by stock, month of the year, and size class)

Stock mixing influences on bluefin tuna assessments have been evaluated through the development of movement matrices. Butterworth and Punt (1994) and NRC (1994) studied how inclusion of mixing could affect the results of stock assessments for bluefin tuna using a discrete time box-transfer model. Porch *et al.* (2001) conducted sensitivity analysis of VPA results to stock mixing using a tag-integrated model of bluefin tuna (VPA 2-box model). Taylor *et al.* (2011) developed movement estimates using both bulk transfer and gravity based estimates as alternative methods to inform a Multi-stock Age Structured Tag Integrated Model (MAST). These estimates were based on a combination of electronic tagging, conventional tagging, otolith chemistry, and CPUE data. The bulk transfer method estimates all off-diagonal matrix cells (i.e., transfer coefficients from one area to another). This approach can be more robust, however, due to the number of parameters this method can make model convergence difficult. The gravity method estimates an 'attraction' coefficient for each area to derive residence, and movement is derived from relative attraction of other areas in that season. This approach reduces the number of parameters to estimate, but estimates may not be as realistic due to this simplification. Laretta *et al.* (2015) incorporated both gravity and bulk transfer approaches to estimate movement matrices to inform an operating model with stock mixing. Galuardi *et al.* (2015) (R package "sattagsim") and SCRS/P/2016/032 used advection diffusion population simulations to combine various sources of electronic tagging data to calculate the underlying seasonal movement probability matrix (i.e., the full Markov matrix of movements from-to all areas). This approach estimates movement outside of the assessment model, avoiding interactive effects of selectivity, fishing mortality and other assumptions. There are a number of possible uses for these estimates in operational modelling to support MSE, and a related R package has been developed and is available. The simplest approach would be to assume the derived movement matrices are known exactly and 'hard-wire' these into the operating model and therefore avoid simultaneous estimation of movement in the operating model. This would greatly simplify estimation however it may lead to a model predicted spatial distribution of individuals that cannot be reconciled with other fishery information (for example the prediction of few fish in a particular area and season in which there are substantial catches of fish). An alternative, intermediate option would be to use the method to derive a prior on movement probabilities. This would provide both the benefits of a better defined estimation problem whilst allowing for flexibility in movement modeling in light of other fishery observations. Estimated movement matrices also have other potential uses such as probabilistic assignment of stock of origin to tracks of unknown origin and the prediction of seasonal expected distribution of individuals from one or more stocks. Future applications of movement matrices will continue to heavily rely on acquisition and compilation of electronic tagging tracks (see Section 3.2.1).

3.4 Review progress on age-length keys

Five documents were presented in relation to direct ageing, age-length keys and growth.

Document SCRS/2016/134 presented an updated comparison of age estimates from otoliths and spines from the same specimen, with the intention to analyze whether it is possible to use both structures in obtaining age-length keys for this species. The agreement between otolith and spine age estimates was good for bluefin tuna younger than 14 years old with less than one year of difference between averages for each age. Tests of symmetry showed asymmetrical distributions of ages. However no significant differences were found between the growth parameters estimated from both paired hard parts. The authors suggested using readings from both structures for constructing age-length keys for bluefin tuna younger than 14 years.

A question was raised about the influence of nucleus vascularization of fin spines in the age comparison; the authors confirmed that a correction for this had been applied. The use of a X^2 statistic test to determine at which point age symmetry is no longer maintained was also suggested.

Document SCRS/2016/133 analyzed the available direct ageing information in the last decade from Atlantic bluefin tuna caught in the eastern management area. To investigate differences among ALKs, a standard von Bertalanffy growth function (VB) was fit to length at age data for each stratum. Poor convergence of VB fitting to the asymptotic length due to the scarcity of old specimens was found for all available ALKs. After these analyses some records were identified as outliers (arising from reading methodological issues) and removed from the data base.

Document SCRS/2016/143 analyzed all data existing in the ICCAT bluefin tuna conventional tag data base, for extracting the data that could be used to detect growth in the wild with high confidence. The analysis revealed that very few data can be used whenever considering straight fork length and round weight without first applying a conversion factor. Questions were raised about the purpose of this paper because this data base was examined thoroughly in Ailloud *et al.* 2014 and found to have high quality information useful for estimating growth parameters after the data were subjected to stringent data quality control procedures; furthermore, the database has been used for growth estimations in conjunction with otolith data (SCRS/2016/147).

Document SCRS/2016/147 uses the improvements in otolith age determination together with advances in modeling of tag-recapture data to provide an update of the western Atlantic bluefin tuna growth curve. A much larger sample of otoliths has been aged ($n=3,779$) since parameters were last estimated ($n=146$) and ageing corrections have been made to avoid bias. For tagging data, new maximum likelihood approaches now render growth parameters directly comparable when they are estimated from otolith and tagging data. Growth parameters estimates were derived from an integrated analysis of both sources of data using the “Aires-da-Silva-Maunders-Schaefer-Fuller with correlation” (AMSFc) framework (Francis *et al.*, 2016). Two different cases of the Schnute (1981) growth model were considered: the Richards model and the von Bertalanffy model. Results suggest that the Richards curve provides a better fit. Both curves follow a similar trajectory until age 16, after which they diverge from one another. The Richards model supports a lower mean asymptotic length ($L_{\infty}= 263.77\text{cm FL}$) than the model currently used in the stock assessment ($L_{\infty}= 314.9\text{cm FL}$). Implications of this change to the stock assessment process were discussed by authors. Discussion after the presentation acknowledged that the new model had provided a valuable contribution and requested a reestimation without the age 1 and age 2 observations because these might be biased through under-selection of slower growing individuals under length-specific selectivity.

3.4.1 Evaluate performance of various ALK approaches and cohort slicing

A presentation in relation to the use of hybrid age-length keys for improving age composition estimates dealt with how to accommodate the sparseness of aged samples in some years (SCRS/P/2016/049). In years with no aged fish in a length interval, the suggestion is to use cohort slicing; in years with adequate data for creating a key it is suggested to use the key. The “hybrid” approach applies to the case where there are fewer than 20 age readings in a length interval. In this case, it is suggested to average the result from cohort slicing and from the age-length key with the weight w for the key being $w = n/20$ for $n < 20$ and $w = 1$ for $n = 20$ or more; here n is the number of fish aged in the length interval.

A small working group was tasked with evaluating various ALK approaches and cohort slicing in an objective way. The report is provided in **Appendix 5**.

3.4.2 Develop preliminary age-length keys for each stock

A small working group was tasked with developing a preliminary ALK for each stock and the details are given in **Appendix 5**.

3.4.3 Review potential for developing age-stock-length keys

A small working group considered the potential for developing age-stock-length keys and the details are given in **Appendix 5**.

4. Review of Task I nominal catch

This section describes the current status of Task I (T1NC: nominal catches) and Task II (T2CE: catch and effort; T2SZ: actual size; T2CS: catch-at-size report by CPCs) statistics, aiming its validation and approval by the Group. This revision takes into account the improvements made with the incorporation of new information available (GBYP historical recoveries, size samples from farmed tuna, size samples from stereoscopic cameras, etc.) , and, it also focus on the improvements required for the next bluefin tuna stock assessment (planned for 2017).

4.1 Review Task I statistics to be used for the 2016 update projections

The Secretariat presented to the Group the current (up-to-date) T1NC statistics for the eastern (**Table 4** and **Figure 1**) and western stocks (**Table 5** and **Figure 2**). Catches from the last three years (2012 to 2014) are preliminary, and, 2015 still incomplete. A preliminary estimation of 2015 catches was made (for the 2016 update projections) using preliminary catches provided during the meeting by the National scientists (two stocks) and also using the BCD (Bluefin tuna catch documentation scheme) catches for the eastern stock. No changes were made to T1NC catches prior to 2013 since the SCRS meeting of 2015.

As requested by the Group in 2015, the Secretariat presented a comparison between T1NC and BCD annual catches. **Table 6** (and **Figure 3**) summarises the current BCD information (number, total weight and total number of fish) available in ICCAT between 2008 and 2016 by stock. From a total of 18942 BCDs issued since 2008, around 449 (about 2%, representing 890 t and 18837 fish) cannot be allocated to a stock (geographically undefined). In addition, several other types of omissions/inconsistencies/errors were identified (omissions in the number of fish caught and/or weight of the catch, no date of the catch, undefined gear, etc.) which do not allow to utilize their respective catches in any case. Details of these inconsistencies are presented in **Table 7** by flag, year, and stock. Without considering these problems, overall T1NC and BCD catches between 2008 and 2015 are very similar in the eastern stock (**Table 8**). The BCD information for the western stock is scarce (BCD system was developed for BFT-E), and thus cannot be compared against T1NC. There are however, some minor exceptions (mostly gaps in T1NC and very few cases with under estimations in T1NC). The Group agreed that the BCD information is a valid instrument to validate and get provisional T1NC catches (as it was here made for 2015 catches) for the eastern stock. In some cases, it can also be used to complete the T1NC gaps. However, the inconsistencies found in nearly 450 BCDs need to be solved before trying to use BCDs to fill the gaps in T1NC. The unclassified gear problem (gear codes: SURF + SPOR + UNCL) of T1NC, identified several years ago in both stocks, is still problematic (**Figure 4**) and no progress has been made to solve it. In the 50s and 60s, more than 25% of the entire catches lacks a gear association in both stocks. The Mediterranean region (eastern stock) is the worst case and the same problem (nearly 25% of Task I without gear) also occurred in the 80s. The Group established a work plan (**Table 14**) to, among other objectives, reduce the unknown gear catches to a minimum. This task must be accomplished before the 2017 data preparatory meeting.

For 2017, other changes to T1NC were adopted by the Group. The historical Trap catch series of EU-Italy, Eu-Portugal, EU-Spain, and Morocco, recovered/revised under the GBYP programme (SCRS/2016/139), were finally approved by the Group. The Secretariat will send these catch series to each one of the above mentioned CPCs for a formal adoption.

4.2 Review CPC submissions of metadata describing the quality of the submitted statistics

The ICCAT catalogues of Task I (T1NC quantities) and corresponding Task II (T2CE and T2SZ/CS) stored in the ICCAT-DB system (i.e.: reported all over the years by the ICCAT CPCs) are presented in **Table 9** (BFT-E Atlantic region), **Table 10** (BFT-E Mediterranean sea) and, **Table 11** (BFT-W). The catalogues include the largest portion of the GBYP data recoveries, the largest amount of the stereoscopic camera samples, and the (first estimation) of the PS wild equivalent (discounted the growth in size during the fattening period) samples of the bluefin tuna harvested on the farms (2005 to 2013). Some Task II (both T2CE and T2SZ) datasets reported during the last two weeks have yet to be integrated into the ICCAT-DB system.

4.3 Review progress by CPCs on their submissions of Task II size data to include the actual size samples used to estimate the catch at size and using the new weight/length conversions

In relation to the Task II size frequencies (T2SZ) harmonization ongoing task, very little progress has been made during the last year. As shown in **Table 12**, T2SZ maintains globally (all flags and fisheries) reasonable levels of structural heterogeneity and poor resolution in time (high amounts of datasets/fish by year and quarter), many types of geographical stratification (grids of 1x1, 5x5, 5x10, 10x10, 10x20, sampling areas), several frequency

types (FL, SFL, CFL, LD1, WGT, etc.) and various size intervals (1, 2, 5, and 10 cm/kg). Similarly, the T2CS information (**Table 13**) with similar levels of structural heterogeneity has not improved in the last year. The complete revision presented by Japan (SCRS/2016/123) of T2SZ and T2CS (1973 to 2011) significantly contributes to Task II harmonization (LL component).

4.4 Review and make final revisions to Task II by validating and integrating the catch at size statistics with new information from farms, harvesting and stereoscopic cameras, and other sources of information

The Secretariat presented to the Group the preliminary version of the “fully” revised catch-at-size (CAS, 1950-2013) prepared, as planned, for the 2014 stock assessment. This preliminary estimation already includes a large portion of the new ICCAT GBYP size samples recovered, and, the wild equivalent PS samples derived (using the “old” W/L relationships) from the farmed tuna samples. This preliminary CAS version could be used as the basis for the development of a final fully revised CAS. A joint effort (CPC scientists, Secretariat, ICCAT GBYP) needs to be made to achieve this goal. The work plan presented in **Table 14** was created specifically for that purpose.

5. Evaluate indices available for use in next assessment (including the index criteria table)

5.1 Review currently used indices and updates for 2016 species group meeting

For eastern bluefin tuna, two updated series were presented to the Group. As the joint index with the Spanish traps stopped in 2013, the series for the Moroccan Atlantic traps for the period 1986-2015 was presented (SCRS/2016/136). The standardized index displayed a substantial increase in 2012 and remained at a high level since then. The data included above-quota released fish and improvements from the standardization were noted, but it was suggested to account for the effect of the quota-based management in the CPUE standardization. It was noted that outside-quota fish was estimated by the trap divers and that the geographical coverage was concentrated. The updated CPUE series of the Japanese longline fishery in the Northeast Atlantic for 2016 remains at a high level since 2010, supported by the 2003 and following year classes (SCRS/2016/122). The Working Group recognized that the geographical concentration of their operations was the result of the short fishing seasons and the high catch rates and the current quota. The Spanish baitboat index in the Bay of Biscay (Santiago *et al.* 2016) could not be updated due to lack of fishing activity during the last recent years. An acoustic survey (SCRS/2016/137) started in 2015 and might provide additional information about local abundance trends in the future, but was considered to be preliminary for the current assessment.

For western bluefin tuna, the updated index from the Japanese longline fishery to 2016 fishing year (SCRS/2016/122) was presented. The longline effort in the Northwest Atlantic in recent years has concentrated on waters off of Canada during November to February, and has observed nearly 100% positive occurrence of bluefin tuna in November 2015. The relatively high longline CPUEs both in the West and Northeast Atlantic have been supported mainly by the strong 2003-year class and the following year classes. The operations in September and October have not been included in this index, however operations targeting not only bluefin tuna in those months were observed in the recent years. It was noted that careful considerations would be needed for the use of Japanese CPUE series in the stock assessments.

5.2 Review of new indices of potential use in 2017 assessment

Three CPUE indices and four fishery-independent indices were presented for eastern bluefin tuna. The updated series from the Algarve trap operating off the southern coast of Portugal (Algarve) indicated an upward trend generally consistent with other fisheries indicators (SCRS/2016/118). However, concerns were raised about the possibility to standardize it to account for quota implementation and due to the lack of monthly data.

Two series of CPUE indices from purse seiners were presented. The fundamental difficulty to quantify effort proportional to fishing mortality rate for purse seiners was underlined. In purse seine fisheries, it was noted that recent research on purse seine standardization has been taken up. The updated nominal CPUE (catch per day) from the Balfegó purse seiners (2000-2016) was noted to display a good correlation with Japanese indices (SCRS/2016/132). GLM analysis show that only the year effect was significant. An updated CPUE series for Tunisian purse seiners in the central Mediterranean from 2009 to 2015 was presented (SCRS/2016/148).

The French aerial surveys for juvenile bluefin tuna in the Northwest Mediterranean Sea, from 2000 to 2015, displayed a general increase in abundance and changes in spatial distribution between the early 2000s and the 2009-2015 period (SCRS/2016/153). Diagnostics from sensitivity analyses from previous assessments were found satisfactory. It was noted that this index referred to a density of schools and not to individual fish abundance and that improvements could be expected by accounting for changes in detectability related to environmentally-driven factors including movement of the fish. The ICCAT GBYP aerial surveys of spawners currently covers four years (Di Natale and Tensek 2016). Concerns related to inter-calibration of the survey and transect density between areas were raised.

A potential larval survival index based on empirical data from rearing experiments of eggs and larvae was presented (SCRS/P/2016/043). The index, covering years 2000 to 2015, identified good larval survival in 2003 around the Balearic Islands, matching the high recruitments already reported by ICCAT, whereas poor conditions were estimated for 2013. The interest of this index was underlined but further developments were suggested so that it could be considered for inclusion in some way in a future stock assessment. Due to the differences between how assessment models will need to incorporate environmental factors, the most appropriate treatments of environmental covariates will be a recommendation to the Method Working Group.

The update of the larval survey in the western Mediterranean (Balearic Islands) up to 2014 was presented (SCRS/P/2016/041). Three different larval indices were computed. The three models showed an increase trend along the last years and were found to correlate with SSB. Larval abundance model considering variables related to the quality of larval habitat performed significantly better. It was noted that the characteristics of the survey changed over time and that methods for standardization were applied to the time series. It was suggested to investigate the reasons underlying the high value obtained in 2014.

For western bluefin tuna, two new potential indices of abundance were presented. The acoustic survey in the Gulf of St. Lawrence (SCRS/P/2016/34) was compared with the Gulf of St. Lawrence rod and reel index and showed similar trends, but with lower inter-annual variation observed in the acoustic survey. It was mentioned that the first two years of the series might have to be truncated due to potential bias from zeroes in the data. The acoustic index was not standardized, and it was noted that a change in survey vessel occurred after 2015, which may have resulted in a change in detection of bluefin. The Group noted that the acoustic survey might be a good candidate to test harvest control rules due to the low inter-annual variation. The larval recruitment index for the GOM based on Gulf of Mexico oceanographic index provided estimates of annual variation in spawning habitat suitability (SCRS/P/2016/37), and was shown to capture spatio-temporal variability in larvae occurrences habitat. Areas with favourable environmental conditions for larvae in the GOM exhibit year to year spatial and temporal variability linked with mesoscale oceanic features and sea surface temperature. The year-to-year variability in the index was driven primarily by sea surface temperature. It was suggested that the modality of best approach for inclusion in the stock assessment of indices based on environmental data should be investigated by the method Methods Working Group.

5.3 Review of progress towards combined CPUE indices

The small working group was settled to explore the feasibility of combining the non-aggregated longline catch and effort data from Canada, Japan, Mexico and United States in the West Atlantic. The conclusion of the workshop was that spatial overlap was observed when aggregate data was evaluated, and this provided encouragement to the small group to proceed with combining set by set data (Report on workshop to be presented to SCRS at Species Group). No decision on using the pooled data for a combined index will be made until after the data diagnostics and standardization details are reviewed sometime this fall. If it appears that a combined index can be derived, a second meeting of the Group will be proposed in the early 2017 to develop appropriate modeling approaches and diagnostics to evaluate the performance of combined fleet indices.

The general characteristics of all available indices were assessed through a list of criteria suggested by the methods Working Group (**Tables 15 and 16**). The tables were first filled for each index by each scientist in charge of the index. The Group then discussed and modified each entry. The Group agreed to discontinue assigning numerical scores to the entries and suggested several other changes. The two rows related to biological plausibility were replaced with a single row (discussed below). A row for "Other comments" was added and the row describing the continuity of CPUE was augmented with the number of years represented and the span of years covered by the index (e.g., 12 of 15 years). For the fisheries independent indices, the "Catch Fraction" criterion was changed to "Proportion of the stock covered".

It was noted that the continuity of potential indices to be included in the stock assessment should be ensured to a certain extent for the following years. The availability of uncertainty quantification associated to each index was also underlined to consider their inclusion in the assessment model. The Group agreed to show all available indices. The Group did not make any selections of indices for the next stock assessment in 2017. The tables will be revised in the next data preparation meeting, when the selection of indices will also be done.

During the meeting, results from analyses of the interannual variability of the index and the deviation from assumed production model dynamics were reviewed (SCRS/2012/039). This exercise is a diagnostic that can flag indices with very or very low interannual variation in an index, outlier values or systematic trends that could be indicative of unaccounted for process error. The exercise is most useful for evaluating indices that would reflect or be used in production models (e.g. SSB, total biomass indices) it nonetheless can flag peculiar index behavior in age-specific indices that would be expected to vary with the variability in year class strength. To make this analysis requires making an assumption about the intrinsic rate of population increase (r). Values were taken from Fromentin *et al.* 2010 and were, for WBFT = 0.84, and for east bluefin tuna = 1.54 (John adds a sentence to that – Sylvain’s comment). This process also requires an assumption of the rate of initial biomass level relative to K at the start of the index time frame (assumed to be 0.5 for each index), the maximum rate of annual decline in biomass (assumed to be 0.5, or 50% of the population can be removed in a year). Overall most of the indices showed high interannual CVs with some above 1. One purse seine index showed very little variability indicative of potential hyperstability. About half of indices showed substantial deviations from assumed production model dynamics (>50% outside plausible bounds) (**Figures 5 and 6**). Lastly many indices showed positive deviations in the most recent years, a time frame when regulatory impacts have substantially impacted all fishery-dependent indices. Taken qualitatively, this suggests either that the assumed surplus production model framework is not appropriate or that the indices may not reflect population dynamics model assumptions very well.

6. Review of assessment methods

6.1 Review current models and proposed enhancements

SCRS/P/2016/38 presented progress towards incorporating stock mixing into the VPA assessment of Atlantic bluefin tuna through the use of otolith-derived stock composition information to revise data inputs.

6.2 Review new models under consideration for 2017 assessment

SCRS/2016/152 provided a description of the Statistical Catch at Length (SCAL) assessment methodology, covering both the formulation of the population dynamics and the penalised log likelihood used for fitting to data. Parameter value inputs for recent applications to East Atlantic and Mediterranean as well as to West Atlantic bluefin tuna were provided, together with the data used on those occasions. The approach as presented is applicable only to separate West or East and Mediterranean stocks, and is not able to explicitly address a situation where these two stocks mix. This submission was intended to serve as an initial step in the process of this methodology being considered for possible use in the 2017 assessment update process.

6.3 Review status of the ICCAT Stock Assessment Software Catalogue

Under the SCRS Strategic Plan for 2015-2020 it was agreed to consolidate the Stock Assessment Software Catalogue and to ensure the best use of stock assessment models that should be fully documented.

To do this three strategies were agreed in the Strategic Plan:

- 1.3.1 Update the current stock assessment software catalogue, by removing outdated software and updating the software versions that are currently being used.
- 1.3.2 Ensure that all software used in the most recent assessments are matched up with the versions in the catalogue.
- 1.3.3 Ensure that software is well documented and have an accompanying user’s manual and code.

The measurable target for the Software Catalogue under the Strategic Plan is to reactivate the Working Group on the Stock Assessment Software Catalogue and review the protocols of inclusion and updating the software used for stock assessments, while maintain a historic repository of version control. A review of current protocols was completed in 2015 with the participation of the Species Group rapporteurs, the main change is to recommend that a version control system is used to track changes in the software. See: github.com/ICCAT/software/wiki/1.-Introduction

7. GPYP Core Modelling MSE Group

7.1 Review of activities relative to MSE/MP development

Dr. T. Carruthers gave presentations on issues arising from the preliminary conditioning of operating models for Atlantic bluefin tuna (SCRS/2016/145), including outstanding data needs, and the progress on simulation testing (SCRS/2016/144).

7.2 Review, discuss and complete the technical specifications for the MSE/MP

The proposed fleet structure definitions for the operating model and tentative specifications for assessment models are outlined below. We note that for stock assessment models there may need to be some flexibility in these specifications pending examining initial model run diagnostics, particularly as non-spatial models may need to incorporate some flexibility by allowing selectivity to model spatial changes in a fleet.

- Longline (2 fleets): Japan_longline, Other_longline
- Baitboat (2 fleets): BBPre2009, BB2009onwards
- Purse Seine (5 fleets): PSMedRecent_2009onwards, PSMedLarge_Pre2009, PSMedSmall_Pre2009, PSWestern_Pre1987, PSWestern_1987onwards. The precise separation of small *versus* large purse seines fleets in the Mediterranean will be defined according to quarter and flag.
- Trap (2): TPPre2009, TP2009onwards
- Rod and reel (2); RRCan, RRUS, only use complete data from 1988 on due to missing data from some fleets prior to this year.
- All other fleets (1)

This totals 14 fleets. Many fleets were split at 2009 due to the impacts of Resolution 08-05 that affected fleet operations.

7.3 Recommend Task I and Task II statistics, abundance indices and other information to be used for the MSE/MP

The draft document entitled *Specifications for MSE Trials for Bluefin Tuna in the North Atlantic*, developed during the Monterey meeting (Anon. 2016), included a number of items specifically referred to this Data Preparation meeting for final decision. Those decisions are set out below, with the table references being to that document unless otherwise indicated.

- Table 2.1 (Overview of available data which may be used): The ICCAT CATDIS dataset and the ICCAT bluefin size frequency data set are the sources of catch and catch composition observations, respectively. These data are now available at a sufficiently fine scale to allow for modification of fleet definitions and spatio-temporal strata for the operating models to be used for the MSE.
- Tables 2.2 and 2.3 (PSAT and otolith microchemistry data): The stock of origin data (otolith microchemistry) and electronic tagging (PSAT) data had both been compiled into single datasets. These are now available in their raw form, providing flexibility over how they may be aggregated and interpreted. Data of this nature which are provided to ICCAT only after the final day of this meeting will not be included among those to be used in conditioning the operating models.
- Fleet selection (Section 3 part III): Fleets are defined as fishing activities for which size selectivity can be assumed to be constant over time and space. Based on historical changes in fishing, observations of size data and the estimated selectivities from a previous stock assessment model, the group identified 14 discrete fleets (see Section 7.2 above). These were structured using fishing season, year, area, flag and gear group codes.

- Indices to use in projections (Section 7 part I): The predictions of the conditioned operating models can be compared with relative abundance indices to characterize the statistical properties of these data (e.g. imprecision, autocorrelation, constant of proportionality). In the absence of a combined index derived from Canadian, U.S. and Japanese longline catch rate data in the west, the meeting agreed to replace this option with two alternative options: the Japanese longline index and the combined US-Canada longline index (Lauretta *et al.* 2016a).
- Parameter values (Table 8.2): The von Bertalanffy growth curve will be replaced by a Richards curve (see section 3 of the report of this meeting). The same age-based mortality curve will be used for both stocks. This is a Lorenzen type curve in which natural mortality rate is inversely related to weight. $M=3W^{-0.288}$ (see details given in section 3.1 of the report of this meeting). Two scenarios for maturity-at-age were developed during the meeting, which could be applied to either stock to form a crossed design (younger/older maturity schedule in the west by younger/older maturity schedule in the east) (see details given in section 3 and appendix 3.1 of the report of this meeting).

8. Other matters

8.1 Biometrics for farmed fish

The Commission requested information on the appropriate length-weight relationships to be used in the calculation of weight of fish when they are put in the farms. Two papers were presented and are described below. However, the Group decided that the response to the Commission should be developed at the September Species Group meeting.

The SCRS/2016/131 examines the suitability of using the most recent length-weight relationship adopted by ICCAT for the eastern stock to calculate weights from lengths measured by stereo cameras. The estimated weights were compared with those obtained from direct observations from purse seiners' catches in the Balearic grounds. Observations come from fish that died during fishing operations or were damaged and had to be killed during the fishing season from 2010 to 2015. The results showed that estimations with the annual L-W relationship overestimate the catch (quota) around 4% and the relationship for the month of June around 6%. Therefore, a good and representative model for the stock might not be the same for each fishery. The authors consider it advisable that the L-W metrics for stereo cameras should be adjusted for each region.

The document SCRS/2016/149 reharding morphometric relationships of fattening bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught in the central Mediterranean in 2013 and 2014, analysed the length-length (LLR) and length-weight (LWR) relationships of fattened bluefin tuna, caught in the central Mediterranean Sea and farmed in the region of Mahdia (Tunisian eastern coasts). Fulton's condition factor (K) was also estimated. A total of 1,653 and 713 specimens from the catches of 2013 and 2014 were sampled, respectively. The LLRs, the LWRs and the condition factor K showed significant differences between fattened fishes of the two years. These differences seem related to the duration of the fattening process.

8.2 Observer coverage

Document SCRS/2016/124 presents a short summary of Japanese scientific observer data collected on their longline vessels in 2014 and 2015 fishing year (FY) in the entire Atlantic Ocean were presented with the observer coverage. In 2015 FY, 17 observer trips were conducted and 710 operations were monitored, while the observers monitored 1,363 operations in 30 trips in 2014 FY. Details of trips, animal records, and the coverage level based on the number of operating days are available in the document. In each FY, more than 35,000 individuals were recorded. Japan's observer programmes covered 8.7% fishing activities in the entire Atlantic Ocean in 2015 calendar year, and also monitored 30.4% of the operations for eastern Atlantic bluefin tuna in 2015 FY.

9. Recommendations

9.1 Statistics

See above item 4.4 for details on a work plan (see also **Table 14**) aiming the provision of a "fully" revised catch-at-size (CAS, 1950-2013) data set.

9.2 Research

Without financial implications

- Continued sampling and analysis of otoliths and genetic tissues for stock composition analysis, particularly sampling that is representative of principal fishing fleets, size and age classes, and regions. Individual stock assignments should be coupled with age estimates and provided to the GBYP database on stock composition.
- Evaluate bias in stock assignment procedures owing to empirical approaches and assignment algorithms. Continue exploration of the influence of incorporating mixing and population structures into assessment and simulation (operating model) frameworks.
- Evaluate population origin for larvae collected in the Slope Sea.
- Evaluate potential for spawning in regions within and outside (i.e., the Azores; Morocco and Canary Islands) of the Mediterranean Sea.
- The Group should use the available and latest models that predict habitat/seasons of spawning bluefin together with observations of co-occurrence of bluefin in those areas/times to define areas of highest priorities for new larval surveys.
- The ICCAT GBYP larval workshop should have as an objective to evaluate the resources required to provide larval indices with coefficients of variation that are smaller to those currently obtained in existing larval indices.

With financial implications

- Next iteration of the feasibility of close-kin analysis should consider that the estimation of the proportion of each age group which contributes to spawning is one of the highest priorities as a possible objective for a future close-kin analysis.
- A last call needs to be issued for available electronic tagging data providing a firm threshold date for data receipt.
- Continue to deploy archival tags, particularly for juveniles and acquire archival tag tracks in the Mediterranean Sea to support inferences on initial size at spawning and population structure.
- Longline cruise to obtain linked samples for reproductive analyses, otolith microchemistry and genetic analyses.
- Obtain samples of Atlantic bluefin tuna from the South Atlantic for population assignment purposes.

Research on the Slope Sea, which includes:

- An ichthyoplankton survey that is designed to allow for rigorous comparisons of the relative magnitude of spawning in the Slope Sea and Gulf of Mexico.
- Further work to evaluate the spatial extent of nursery (YOY and age-1) areas for bluefin tuna spawned in the Gulf of Mexico and Slope Sea. Analyses of existing western Atlantic YOY samples determine whether a spawning ground can be assigned.

9.3 Other

Given that the convergence of relatively long term environmental time series and more advanced modeling tools to incorporate environmental covariates, it is necessary to consider how environmental indices should be used in stock assessments. The Group recommends that the ICCAT Stock Assessment Methods Working Group consider a set of criteria similar to the CPUE report card for evaluating the suitability of environmental indicators for explicit inclusion in assessment models. This may include consideration such as the mechanistic link between the process and the biology, the model parameters that the covariate may influence and whether appropriate diagnostic and methodological performance of the covariate has been conducted.

10. Adoption of the report and closure

Due to the limited time, some of the analyses conducted in support of various agenda items were only partially reviewed in plenary prior to the close of the meeting. These analyses are included as appendices (4 and 5) to this report with the appropriate annotation. The remainder of the report was adopted during the meeting. The meeting was adjourned.

References

- Ailloud L.E., Lauretta M.V., Hoenig J.M., Walter J.F. and Fonteneau, A. 2014. Growth of Atlantic bluefin tuna determined from the ICCAT tagging database: A reconsideration of methods. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 70(2): 380-393.
- Anon. 2014a. Report of the 2014 Atlantic Bluefin Tuna Stock Assessment Session (Madrid, Spain – September 22 to 27, 2014). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71(2): 692-945.
- Anon. 2014b. Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review (Tenerife, Spain – May 7 to 13, 2013). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 70(1): 1-159.
- Anon. 2016. Report of the 2nd Meeting of the ICCAT GPYP Core Modelling and MSE Group. 21-23 January 2016, Monterey, CA USA. www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%205/MODELLING_GROUP_PHASE5_SECOND_MEETING_REPORT.pdf
- Busawon, D.S., J.D. Neilson, I. Andrushchenko, A. Hanke, D.H. Secor, and G. Melvin. 2013. Evaluation of Canadian sampling program for bluefin tuna, assessment of length-weight conversions, and results of natal origin studies 2011-2012. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. 70(1) 202-219.
- Butterworth, D.S., Punt, A.E. 1994. The robustness of estimates of stock status for the western North Atlantic bluefin tuna population to violations of the assumptions underlying the associated assessment models. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 42(1): 192–210.
- Corriero, A., Karakulak, S., Santamaria, N., Deflorio, M., Spedicato, D., Addis, P., Desantis, S., Cirillo, F., Fenech-Farrugia, A., Vassallo-Agius, R., de la Serna, J. M., Oray, Y., Cau, A., Megalofonou, P., Metrio, G., 2005. Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.1758) from the Mediterranean Sea. Journal of Applied Ichthyology 21, 483–486.
- Cort J.L., Estruch V.D., Santos M.N., Di Natale A., Abid N., de la Serna J.M. 2015. On the Variability of the Length–Weight Relationship for Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus* (L.), Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 23:1, 23-38, DOI: 10.1080/23308249.2015.1008625
- Di Natale A and Tensek S. 2016. ICCAT Atlantic-wide Research Programme for Bluefin tuna (GBYP). Activity report for the last part of Phase 4 and the first part of Phase 5 (2014-2015). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 72(6) 1477-1530.
- Di Natale A., Tensek S. and Pagá García A. 2016. Preliminary information about the ICCAT GBYP tagging activities in Phase 5. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. 72(6) 1589-1613.
- Domingues, R., G. Goni, F. Bringas, B. Muhling, D. Lindo-Atichati, and J. Walter. 2016. Variability of preferred environmental conditions for Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) larvae in the Gulf of Mexico during 1993-2011. Fisheries Oceanography, 25(3): 320-336.
- Frade, F. 1950. Estudos de Pescarias do Ultramar Português Os Atuns, Colóquios J. Inv. Coloniasis.
- Frade, F. and Vilela, H. 1962. Le Thon Rouge et le Germon. Morphologie, Biologie et Pêche., Estud. Ens. E Doc., J. Inv.Ultramar.
- Fraile, I., H. Arrizabalaga, and J.R. Rooker. 2014. Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 73: 625-634.
- Francis, R.C., Aires-da-Silva, A.M., Maunder, M.N., Schaefer, K.M. and Fuller, D.W. 2016. Estimating fish growth for stock assessments using both age–length and tagging-increment data. Fish. Res. 180, 113–118.
- Galuardi, B., Cadrin, S.X., Kerr, L.A., Miller, T.J., Lutcavage, M. 2014. Using electronic tag data to provide transition matrices for movement inclusive population models. ICCAT SCRS/2014/177, Madrid.
- Fromentin, J.M., Bonhommeau, S., Kell, L. and Restrepo, V. 2010. Estimating the productivity of Atlantic bluefin tuna from validated scientific data). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 65(3): 1052-1057.
- Galuardi B., Cadrin S.X., Kerr L., Miller J.T and Lutcavage M. 2015. Using electronic tag data to provide transition matrices for movement inclusive population models. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 71(4): 1746-1756.

- Gordoa A., Sanz N., Viñas J. 2015. Individual spawning duration of captive Atlantic bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) revealed by mitochondrial DNA analysis of eggs. *PloS one*, 10(8), e0136733.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J.M., Gordin, H. & Lutcavage, M.E. 2014. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. *Sci. Rep.* 4, 7205; DOI:10.1038/srep07205
- Kerr, L.A., Cadrin, S.X., Secor, D.H., Taylor, N. 2014. Evaluating the effect of Atlantic bluefin tuna movement on the perception of stock units ICCAT SCRS/2014/170, Madrid.
- Knapp JM, Aranda G, Medina A, Lutcavage M. 2014. Comparative Assessment of the Reproductive Status of Female Atlantic Bluefin Tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 9(6): e98233.
- Lauretta M. 2015. Revision to the catch-at-size and catch-at-age estimates of western Atlantic bluefin tuna used in the 2014 update assessment. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 71(4): 1690-1709.
- Lauretta M., Hanke A. and Andrushchenko I. 2016a. An index of abundance of bluefin tuna in the northwest Atlantic Ocean from combined Canada-U.S. pelagic longline data. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 72(7): 1729-1747.
- Lauretta M., Hanke A. Di Natale A. and Quilez Badia G. 2016b. Atlantic bluefin tuna electronic tagging data summary. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.* 72(7) 1715-1728.
- NRC (National Research Council). 1994. An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna. National Academy Press: Washington, D.C. 148 pp.
- Porch, C., Turner, S.C., Powers J.E. 2001. Virtual population analyses of Atlantic bluefin tuna with alternative models of transatlantic migration: 1970-1997. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 52(3): 1022–1045.
- Richardson, D.E., K.e. Marancik, J.R. Guyon, M.E. Lutcavage, B. Galuardi, C.H. Lam, H.J. Walsh, S. Wildes, D.A. Yates, and J.A. Hare. 2016. Discovery of a spawning ground reveals diverse migration strategies in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113:3299-3304.
- Rodriguez-Roda, J., 1964, Biología del Atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España, *Inv. Pesq* 25: 33-146.
- Rodriguez-Roda, J., 1967, Fecundidad del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España, *Inv. Pesq* 31(1): 33-52.
- Rooker, J.R., H. Arrizabalaga, I. Fraile, D.H. Secor, D.L. Dettman, N. Abid, P. Addis, S. Deguara, F. Saadet Karakulak, A. Kimoto, O. Sakai, D. Macías, and Santos M.N. 2014. Crossing the line: migratory and homing behaviors of Atlantic bluefin tuna. *Marine Ecology Progress Series* 504:265-276.
- Santiago J., Arrizabalaga H., Ortiz M. and Goñi N. 2016. Updated standardised bluefin tuna CPUE index of the Bay of Biscay baitboat fishery (1952-2014). *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 72(7): 1694-1714.
- Schnute, J., 1981. A versatile growth-model with statistically stable parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 1128–1140.
- Secor, D.H., Gahagan, B.I., Siskey, M., Wingate R.A., and J.R. Rooker. 2015. Depressed resilience of bluefin tuna in the Western Atlantic and age truncation. *Conservation Biology* 29:400-408.
- Siskey, M.R., M.J. Wilberg, R.J. Allman, B.K. Barnett, and D.H. Secor. 2016. Forty years of fishing: changes in age structure and stock mixing in northwestern Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) associated with size-selective and long-term exploitation. *ICES Journal of Marine Science.* doi:10.1093/icesjms/fsw115
- Taylor, N., McAllister, M.K., Lawson, G.L., T. Carruthers, and B.A. Block. 2011. Atlantic bluefin tuna: A novel multistock spatial model for assessing population biomass. *PLOS One* <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0027693>
- Then, A.Y., J.M. Hoenig, N.G. Hall and D.A. Hewitt. 2014. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science.* doi:10.1093/icesjms/fsu
- Walter J.F and Cass-Calay S.L. *Withdrawn*. SCRS/2012/039. Identifying biologically implausible interannual variability in CPUE indices; with application to Atlantic yellowfin tuna.

RAPPORT DE LA RÉUNION ICCAT DE PRÉPARATION DES DONNÉES SUR LE THON ROUGE DE 2016

(Madrid (Espagne), 25-29 juillet 2016)

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

La réunion a été tenue au Secrétariat de l'ICCAT à Madrid du 25 au 29 juillet 2016. Le Dr Clay Porch (États-Unis), coordinateur, a ouvert la réunion. Le Dr Gary Melvin (Canada) et le Dr Sylvain Bonhommeau (UE-France), rapporteurs pour les stocks de thon rouge de l'Atlantique Ouest et Est et de la Méditerranée, respectivement, ont rempli les fonctions de co-présidents. Les Présidents ont souhaité la bienvenue aux participants de la réunion (« le groupe ») et ont passé en revue l'ordre du jour qui avait été adopté avec quelques modifications (**Appendice 1**).

La liste des participants se trouve à l'**Appendice 2**. La liste des documents présentés à la réunion est jointe à l'**Appendice 3**. Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de rapporteur :

<i>Point</i>	<i>Rapporteur</i>
Points 1 et 10	M. Neves dos Santos
Point 2	S. Tensek, A. di Natale
Point 3	G. Diaz, D. Secor, H. Arrizabalaga et L. Kerr
Point 4	C. Palma et G. Diaz
Point 5	D. Álvarez-Berastegui, A. Kimoto, T. Rouyer et J. Walter
Point 6	J. Walter, D. Butterworth, C. Porch
Point 7	D. Butterworth et T. Carruthers
Point 8	C. Porch
Point 9	S. Bonhommeau, G. Melvin

Le coordinateur a signalé que plus de 40 documents et présentations avaient été soumis pour examen. Compte tenu du temps limité disponible, il a été convenu de limiter chaque présentation et les discussions en découlant à 10 minutes. Dans plusieurs cas, les discussions ont dû être reportées à l'un des divers petits groupes de travail ayant été composés afin de se concentrer sur des tâches liées aux points 3 à 7 de l'ordre du jour.

2. Examen des progrès accomplis par l'ICCAT-GBYP et au cours de la phase 6 du programme

Au cours de la phase 5, plusieurs examens partiels des activités réalisées par le programme ont été réalisés, comme le demandait la Commission. L'analyse coûts-bénéfices des activités de marquage et des prospections aériennes de l'ICCAT-GBYP a été réalisée avec succès et les rapports sont disponibles sur la page web de l'ICCAT-GBYP, tandis que l'analyse coûts-bénéfices des études biologiques n'a pas été effectuée en raison de l'absence de soumissionnaires. La phase 5 de l'ICCAT-GBYP s'est officiellement terminée en février 2016 et a été immédiatement suivie de la phase 6. L'analyse pleinement intégrée de toutes les activités de l'ICCAT-GBYP depuis le début du programme (second examen de l'ICCAT-GBYP) a été réalisée au début de la phase 6, mais le rapport final doit encore être achevé et n'est donc pas encore accessible au public. L'équipe de coordination de l'ICCAT-GBYP a entrepris l'analyse des données des marques PSAT de l'ICCAT-GBYP, la révision des données des madragues, l'examen de l'ancienne littérature sur la maturité du thon rouge, l'examen et la sélection des meilleures données commerciales, des marchés et des ventes à la criée, une étude sur les jeunes thons rouges de l'année en Méditerranée et l'analyse de la base de données des marques conventionnelles de l'ICCAT (les rapports sont disponibles sous forme de documents du SCRS).

En ce qui concerne les activités d'exploration de données, des activités supplémentaires de récupération de données ont été lancées pendant la phase 6 afin de recueillir des jeux de données historiques et récentes faisant encore défaut dans les données de tâche I et de tâche II. Un contrat a été attribué à l'Université de Stanford pour la récupération de 393 jeux de données de marques électroniques qui seront disponibles à la fin du mois d'août. D'autres jeux de données électroniques ont déjà été fournis au groupe d'espèces sur le thon rouge du SCRS. Aux fins de la récupération de données en Mauritanie, un cours de formation de courte durée a été réalisé en juillet, dans le cadre d'une activité d'exploration locale de données.

Les prospections aériennes ont été suspendues pendant la phase 6, tandis que les activités de marquage PSAT ont été continuées et suivies par des activités complémentaires et limitées de marquage conventionnel. 19 marques électroniques ont été apposées à bord d'un senneur sous pavillon turc, 15 dans une madrague marocaine, 20 dans une madrague de Sardaigne et 24 dans une madrague portugaise, tandis que le marquage électronique supplémentaire sera effectué dans les eaux irlandaises et dans le détroit de Messine. Une campagne de sensibilisation aux marques sur le terrain a été renforcée au cours de cette phase en concluant un contrat couvrant l'élaboration de deux vidéos promotionnelles de courte durée, tandis que les activités de récupération et de récompense des marques sont toujours en cours. La première partie de l'étude de faisabilité du marquage génétique de spécimens étroitement apparentés a été achevée, mais le rapport doit encore être approuvé et la décision relative à la deuxième partie est encore en suspens.

Les études biologiques de la phase 6 sont consacrées à l'échantillonnage et l'analyse. L'échantillonnage biologique a été amélioré cette année, en raison de la nécessité de collecter des échantillons supplémentaires d'adultes dans les zones de frai aux fins de la réalisation d'une étude préliminaire de faisabilité concernant les spécimens étroitement apparentés. Trois contrats ont été conclus en vue d'échantillonner les adultes, tandis que le contrat principal concernant les études biologiques doit encore être attribué. Cette année, les études biologiques constitueront la suite des travaux des phases précédentes (par exemple micro-éléments, forme des otolithes, génétique, analyses de l'âge, etc.) grâce à l'introduction de l'analyse des marqueurs génétiques microsatellites. Il est prévu de tenir un atelier larvaire en septembre.

Le développement de la modélisation MSE est en cours et est mené principalement par un expert externe, le Dr Tom Carruthers, dont le contrat a été reconduit. La réunion du groupe de pilotage de modélisation de la MSE de l'ICCAT-GBYP aura lieu à un stade ultérieur.

3. Examen des informations historiques et récentes sur la biologie et la structure des stocks

Le document SCRS/2016/140 indiquait que l'année 2015 avait été marquée par les températures les plus élevées observées jusqu'à présent en Méditerranée et l'ICCAT-GBYP a présenté les effets que cela pourrait avoir sur la biologie reproductive du thon rouge au SCRS cette même année. Actuellement, sur la base de quelques données et échantillons détaillés concernant la présence de jeunes de l'année ayant été recueillis dans différentes parties de la mer Méditerranée, il est possible d'observer une situation particulière montrant une taille à un moment donné variant selon la zone à la fin de l'été-automne et au début de l'hiver 2015/2016, ce qui refléterait des frais fractionnés et différents taux de croissance. Ces poissons pourraient engendrer des difficultés à l'avenir pour les lectures d'âge et la clé d'identification âge-taille (ALK) au moins pour les juvéniles de thons rouges nés en 2015. Ce document fournit également les courbes et les équations de croissance des différentes cohortes de jeunes thons rouges de l'année (YOY) qui ont été détectés et nés en 2015.

Le groupe s'est brièvement penché sur la question de savoir si les températures anormalement élevées en Méditerranée au cours de 2015 auraient une incidence négative ou positive sur le stock oriental. En général, les eaux plus chaudes peuvent se traduire par un allongement des saisons de frai qui ont tendance à produire des recrutements plus élevés. Cependant, il est difficile de prédire que ce résultat sera obtenu dans tous les cas. Il a également été demandé comment ces températures élevées peuvent affecter les signaux chimiques dans les otolithes. On a supposé que les eaux plus chaudes de la mer Méditerranée peuvent produire un signal similaire à celui observé dans le golfe du Mexique. Cependant, il a été indiqué que le contraire pourrait être vrai et que des températures plus élevées dans la Méditerranée pourraient donner lieu à des signaux dans les otolithes encore plus différents de ceux du golfe du Mexique. Le groupe a constaté que le document indiquait que trois cohortes ont été frayées pendant la saison de frai, mais, à un certain moment, leurs tailles se seraient chevauchées et il ne serait pas possible de différencier une cohorte des autres. Il a été indiqué que les anneaux quotidiens des otolithes pourraient être utilisés pour différencier les cohortes.

Le document SCRS/2016/141 présentait un bref aperçu de quelques-unes des études anciennes les plus importantes consacrées à la maturité sexuelle et la biologie reproductive du thon rouge de l'Atlantique. Une attention particulière a été accordée aux travaux de Rodriguez-Roda (1964, 1967) et de Frade (1950, 1962), et en particulier sur l'étude de la taille des poissons à la première maturité. Toutes ces études sont bien connues, mais elles sont très souvent oubliées dans les documents récents sur la biologie du thon rouge. En raison des discussions récurrentes sur la maturité sexuelle du thon rouge de l'Est, un résumé de leurs conclusions pourrait s'avérer utile.

Le groupe a décidé une nouvelle fois que, aux fins de l'évaluation des stocks, il est important de savoir quelle est la proportion de poissons de chaque âge qui est arrivée à maturité et qui contribue à la reproduction. Le groupe a noté que, dans le document, les échantillons de poissons d'environ 110 cm FL étaient peu nombreux, même si les poissons échantillonnés de cette taille étaient complètement matures. Étant donné que la plupart des poissons des échantillons mesuraient 135 cm FL et plus, le groupe a abordé le fait que cela pourrait indiquer que les poissons de 110 cm FL de la population ne sont pas tous matures et que seule une partie de ces poissons fraie.

Le document SCRS/2016/146 révisait la maturité sexuelle et la reproduction du thon rouge en Méditerranée et dans l'ouest de l'Atlantique Nord par rapport aux registres historiques de recherche et des postulats actuels de gestion. Le document souligne la nécessité de mettre à jour et de réviser les postulats scientifiques émis par l'ICCAT au sujet du thon rouge de l'Atlantique Ouest dans le contexte des nouveaux acquis obtenus au moyen de techniques histologiques et de nouvelles techniques endocriniennes qui établissent une similitude avec la maturité et la reproduction dans la mer Méditerranée. Sur la base de la confirmation de la période de frai dans l'Atlantique et de la prolongation de la période de frai établies par les larves recueillies dans la Slope Sea de l'Atlantique Nord-Ouest, il est nécessaire de procéder à un vaste échantillonnage au moyen de technologie de pointe des thons rouges reproducteurs dans les zones pélagiques ainsi qu'à un échantillonnage larvaire plus vaste, afin de pouvoir déterminer les caractéristiques spatio-temporelles et océanographiques des zones de frai ainsi que leur variabilité.

Le document SCRS/2016/151 indiquait que les pêcheries de juvéniles de thon rouge, *Thunnus thynnus* (L.) -ABFT- ont commencé à se développer à la fin des années 40 (golfe de Gascogne), au milieu des années 50 (au large des côtes du Maroc) et en 1958 au large de la Nouvelle Angleterre (États-Unis). Les résultats d'une analyse de la population juvénile de thon rouge de l'Atlantique Est entre 1949 et 1962 ont fait apparaître que, selon différents scénarios, la mortalité par pêche intense exercée sur les groupes de poissons juvéniles (<5 ans) pendant la période étudiée pourrait avoir constitué l'un des principaux facteurs expliquant la baisse des pêcheries dans l'Atlantique Nord-Est de reproducteurs à partir de 1963. La prise de 6.879.967 juvéniles de thon rouge de l'Atlantique pourrait avoir donné lieu à un recrutement limité des juvéniles dans le stock des reproducteurs. L'analyse a également été réalisée pour la période comprise entre 1970 et 2006 et la période actuelle (2009). Dans le premier de ces deux cas, la mortalité par pêche (F) a chuté à la suite d'une diminution des prises de juvéniles, principalement au Maroc. Néanmoins, au cours de ces années, plus de 4 millions de spécimens de 1 an issus du stock de l'Atlantique Est ont été capturés illégalement. La chute de F est actuellement encore plus élevée en raison de la disparition quasi-totale des pêcheries juvéniles à la suite de la mise en œuvre du programme pluriannuel de rétablissement de la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (ICCAT), qui a commencé à être appliqué aux pêcheries ciblant le stock oriental en 2007.

Le document SCRS/2016/154 expliquait que les modèles récemment adoptés par le Comité permanent pour la recherche et les statistiques (SCRS) de l'ICCAT pour le thon rouge de l'Atlantique (ABFT), *Thunnus thynnus* (L.) (RW= 0,0000159137 SFL 3,020584, Ouest et RW= 0,0000315551 SFL 2,898454, Est), ainsi que les modèles utilisés jusqu'à présent (RW= 0,0000152 SFL 3,0531, pour le stock de l'Ouest ; et RW= 0,000019607 SFL 3,0092, pour le stock de l'Est) et un modèle alternatif pour le stock de l'Est (RW= 0,0000188 SFL 3,01247), sont analysés au moyen d'échantillons bivariés (*SFL* (cm), *RW* (kg)) de 698 paires de données ($K = 2,02 \pm 0,23$ SD, stock de l'Ouest) et 474 paires de données ($K = 2,03 \pm 0,15$ SD, stock de l'Est), dans le but de les valider et de déterminer le modèle qui correspond le plus à la réalité représentée par les échantillons, étant dès lors celui qui aura la puissance prédictive et descriptive la plus élevée. Les résultats de l'analyse indiquent que les modèles adoptés pour l'Est et l'Ouest, actuellement utilisés, sous-estiment clairement le poids des thons rouges reproducteurs alors que le modèle alternatif proposé dans le présent document explique mieux les données des échantillons. Le résultat de l'analyse statistique classique est confirmé au moyen de la technique de régression quantile, en sélectionnant les quantiles 5 %, 25 %, 50 %, 75 % et 95 %. D'autres indicateurs biologiques et de la pêche concluent également que les modèles Ouest et Est sous-estiment progressivement le poids des reproducteurs de thon rouge (de 2-3 m) à hauteur de 8 à 14 %. La valeur moyenne de K (1,78 et 1,82) obtenue pour les reproducteurs (> 140 cm), en utilisant les modèles adoptés, représente le thon rouge de l'Atlantique dans des conditions d'engraissement faible et, de plus, l'évolution de K tout au long de l'année, en utilisant les modèles L-W mensuels adoptés, ne représente pas l'augmentation significative du poids que les thons rouges de l'Atlantique connaissent à l'état sauvage entre août et décembre .

Une présentation de D. Richardson portant sur une publication récente (Richardson et al. 2016) indiquait que, dans le cadre d'un échantillonnage opportuniste du plancton en 2013, 67 larves de thon rouge ont été recueillies dans la Slope Sea entre le Gulf Stream et le plateau continental nord-oriental des États-Unis. La majorité de ces larves étaient de petite taille (< 5 mm) et le suivi au moyen de balises dérivantes a confirmé que ces larves pourraient ne pas avoir été transportées dans la région depuis le golfe du Mexique. Les données de marquage électroniques et les études sur la reproduction publiées font état de migrations de frai structurées par taille dans le cas du thon rouge de l'Atlantique Ouest et soutiennent un âge d'arrivée à maturité plus jeune. Il convient également de signaler que

les suivis pluriannuels publiés de marques électroniques apposées sur des thons rouges montrent un déplacement entre la Slope Sea en un an vers le golfe du Mexique ou la mer Méditerranée l'année suivante.

La présentation SCRS/P/2016/037 présentait un indice océanographique de l'habitat de frai du thon rouge dans le golfe du Mexique (Domingues et al. 2016). Parmi les principales conclusions de cette étude figurent le fait que l'indice_BFT reflète efficacement la variabilité spatio-temporelle de la présence de larves de thon rouge. Les zones présentant des conditions environnementales favorables pour les larves dans le golfe du Mexique présentent une variabilité spatio-temporelle d'une année à l'autre, ayant trait aux caractéristiques océanographiques d'échelle moyenne et à la température de surface de la mer. La comparaison de l'indice_BFT avec le recrutement des poissons d'âge 0 estimé dans le cadre de l'évaluation des stocks de 2014 indique que les changements des conditions environnementales reflètent une composante pertinente (~ 58%) de la variabilité du recrutement. Il est possible que cet indice soit considéré comme un indice approchant pour les écarts de recrutement à partir d'une courbe reproducteurs-recrues. En outre, les prévisions spatio-temporelles de l'habitat seront utiles pour élaborer les prospections larvaires et évaluer les tendances de l'habitat au fil du temps.

3.1 Examen des postulats sur le cycle vital, tels que les calendriers de fécondité, de maturité et de mortalité

Fécondité

Des informations ont été présentées au groupe indiquant que la durée des actes de ponte du thon rouge de l'Est est plus longue (> 30 jours) (Gordoa *et al.* 2015) qu'on ne le pensait. En outre, il a été indiqué que l'on a observé que des femelles frayaient jusqu'en octobre, même lorsque leurs ovaires étaient déjà partiellement absorbés (Di Natale *et al.* 2016). Il est nécessaire de disposer de plus amples détails sur cette observation, car cela contredit la littérature historique et récente sur la reproduction du thon rouge de l'Atlantique Est. En ce qui concerne la fécondité, il existe des éléments de preuves dans la littérature scientifique qui indiquent que la fécondité par acte de ponte par gramme de poids corporel est assez constante indépendamment de la taille du poisson (par exemple, Correiro et al. 2005 ; Knapp *et al.* 2014). Cependant, la question de la viabilité et de la survie des œufs et des larves de jeunes femelles à l'état sauvage par rapport à ceux produits par des femelles reproductrices plus âgées reste sans réponse. Cependant, il a été indiqué au groupe que, en captivité, la qualité des œufs et des larves semble être influencée par la qualité de l'alimentation des femelles, plutôt que par la taille (Izquierdo *et al.* 2001).

Âge d'arrivée à maturité

Le groupe a abordé le fait que des progrès significatifs ont été accomplis en ce qui concerne l'étude et la détermination de l'âge d'arrivée à maturité du thon rouge de l'Ouest. Il a été fait remarquer au groupe qu'il existe des preuves scientifiques indiquant que le thon rouge de l'Ouest est mature à l'âge de 3-5 ans (Heinisch et al. 2014) à l'instar du thon rouge de l'Est, au lieu de ce que ce qui est actuellement postulé pour l'évaluation des stocks, à savoir 9 ans. Il est notoire que les poissons de ce jeune âge sont rares dans le golfe du Mexique (GOM) tout au long de l'année. Le groupe a salué la nouvelle hypothèse qui indique qu'il est possible que des jeunes thons rouges frayent dans la zone connue comme la *Slope Sea* où des larves de thon rouge ont été trouvées en 2013 (Richardson et al. 2016). Un avis général au sein du groupe s'est dégagé sur le fait qu'il s'agit d'une hypothèse prometteuse qui doit encore être testée. Il a été souligné que le nouvel âge proposé d'arrivée à maturité du stock occidental concorde avec l'âge d'arrivée à maturité du stock oriental. Il était difficile de justifier d'un point de vue biologique l'écart actuel entre les âges d'arrivée à maturité de chaque stock, notamment étant donné que les deux stocks ont des courbes de croissance presque identiques. Toutefois, le groupe a reconnu que certaines informations de base nécessaires à l'évaluation des stocks en ce qui concerne le nouvel âge proposé d'arrivée à maturité font actuellement défaut, telles que la contribution relative de ces reproducteurs plus jeunes à la reproduction totale. De plus, il n'existe actuellement aucune information disponible sur la proportion de poissons matures à chaque âge, sur la question de savoir si le frai a lieu chaque année dans la *Slope Sea* et sur l'origine du stock des poissons frayant dans cette zone (ou même si les poissons frayant dans cette zone constituent un stock distinct). Le groupe a rappelé l'une des recommandations formulée lors de la réunion de préparation des données sur le thon rouge de 2013 tenue à Tenerife (Anon. 2014b) en ce qui concerne le développement d'une ogive de maturité pour le stock occidental.

Le groupe a décidé d'élaborer deux vecteurs alternatifs pour la proportion de poissons qui contribuent à la reproduction de la population en tant que fonction de l'âge. Ces vecteurs devaient être utilisés dans le modèle opérationnel de la MSE pour décrire la gamme plausible de ces relations et devraient être utilisés pour les deux stocks. L'un des vecteurs (option 1) a été développé en postulant que seule la maturité détermine la contribution au stock reproducteur. L'autre vecteur (option 2) a été calculé en utilisant les résultats des études consacrées aux spécimens de thon rouge du Sud étroitement apparentés et en les transposant au thon rouge de l'Atlantique (tableau sur les vecteurs de maturité, **Appendice 4**). Le groupe a également convenu de définir les trimestres au cours

desquels le frai était possible pour chacune des zones du modèle opérationnel. Les définitions devaient être effectuées en ne considérant que la SST (tableau des zones de frai, **Appendice 4**). Les deux calculs liés aux vecteurs de la proportion de poissons frayant et la définition des zones de frai possibles ont été réalisés par quelques membres du groupe de travail. Même si la méthodologie utilisée dans les deux cas n'a pas été examinée de manière approfondie par l'ensemble du groupe de travail, il a été accepté que ces valeurs soient transmises au groupe de travail chargé de la de modélisation de la MSE.

Les trimestres et les zones présentant une probabilité d'activité de frai ont été classés en deux catégories (oui et non) en utilisant le critère d'une valeur moyenne trimestrielle de la SST > 20°C en supposant que 20°C est la température minimale de survie des larves (SCRS/P/2016/043). Les températures moyennes par trimestre ont été estimées sur la base de Oceans Path-finder de la NOAA NASA AVHRR en carrés de 5°x5°. Les zones et les trimestres présentant une probabilité positive d'activité de frai pourraient être surestimés pour certaines zones en raison de la gamme latitudinale importante de certaines des zones géographiques représentées (par exemple Atlantique Ouest).

Mortalité naturelle

Le groupe a rappelé que, lors de la réunion de Tenerife, il a été proposé de remplacer la mortalité naturelle actuellement postulée pour chaque stock par une fonction de mortalité Lorenzen ($M=3,0.W^{-0,288}$) rééchantillonnée de sorte que le taux moyen de mortalité des classes d'âge disponibles pour la pêche (âges 4+) est égal à la valeur déduite de l'âge maximal en utilisant la relation de Then et al. (2014). Par conséquent, le groupe réitère cette recommandation. Aux fins de l'estimation de la fonction de mortalité de Lorenzen, le groupe recommande d'utiliser un âge maximal de 35 ans pour les deux stocks, de l'Ouest et de l'Est. Ce postulat se fonde sur l'âge maximal observé dans les observations canadiennes âge-taille du thon rouge, les courbes de croissance actuellement utilisées pour chaque stock et les tailles maximales observées de poissons débarqués dans les pêcheries (en moyenne 300 cm FL). Cort et al. (2015) faisaient état d'un thon rouge pesant 725 kg et mesurant 320 cm FL, mais l'âge de ce poisson n'a pas été estimé.

Stock-recrutement

De récents exercices de modélisation ont tenté d'incorporer des taux de mélange dans les évaluations des stocks de thon rouge de l'Est et de l'Ouest (SCRS/P/2016/038). Le groupe a convenu que, même si une grande incertitude entoure les estimations des années les plus récentes de la SSB et du recrutement, si cela marque le début d'une tendance à la hausse dans les évaluations futures, cela peut être instructif pour déduire la relation stock-recrutement du thon rouge de l'Ouest.

3.2 Examen des informations sur la structure des stocks et les taux de mélange

Les termes de référence abordés par le groupe sur le mélange sont directement applicables aux efforts du SCRS pour travailler avec le Dr Tom Carruthers et d'autres scientifiques en vue de développer un modèle opérationnel, cadre MSE, visant à aborder les scénarios de la structure des stocks, les postulats sur le cycle vital et les déplacements saisonniers sur la dynamique des populations et les points de référence. Ces termes de référence sont également applicables aux activités probables d'évaluation des stocks du SCRS et à un effort parallèle visant à évaluer les modèles opérationnels et d'évaluation par la Dre Lisa Kerr et ses collègues.

Nouvelles informations sur le mélange des stocks

Dans le cadre d'un échantillonnage opportuniste du plancton en 2013, 67 larves de thon rouge ont été recueillies dans la *Slope Sea* entre le Gulf Stream et le plateau continental nord-oriental des États-Unis (Richardson et al, 2016). La majorité de ces larves étaient de petite taille (< 5 mm) et le suivi des trajectoires des balises dérivantes a confirmé que ces larves pourraient ne pas avoir été transportées dans la région depuis le golfe du Mexique. Les données de marquage électronique et les études sur la reproduction publiées font état de migrations de frai structurées par taille dans le cas du thon rouge de l'Atlantique Ouest et soutiennent un âge d'arrivée à maturité plus jeune. Il convient également de signaler que les suivis pluriannuels publiés des trajectoires des thons rouges portant des marques électroniques montrent un déplacement depuis la *Slope Sea* et vers le golfe du Mexique l'année suivante.

Des applications consacrées aux analyses des isotopes stables d'otolithes ont été présentées. Celles-ci étaient consacrées au mélange du stock occidental. Siskey et al. (2016) ont mené une étude sur les tendances décennales des niveaux de mélange observés dans les pêcheries des États-Unis, en analysant des otolithes archivés par NMFS. Ils ont observé une contribution considérablement plus élevée de poissons d'origine méditerranéenne dans les années 90 (contribution de 48% au stock de l'Est) que dans les années 70 (contribution nulle) et les années les plus récentes 2009-2014 (contribution de 4%). Ils ont attribué le mélange plus élevé dans les années 90 à l'épuisement du stock occidental. Contrairement aux faibles niveaux récents de mélange dans les pêcheries des États-Unis observés par Siskey et al. (2016) pour la période 2009-2014, le document SCRS/2016/130 fait état d'un niveau élevé de mélange en 2015. L'échantillon des pêcheries des États-Unis de 2015 était fortement biaisé en faveur de la flottille récréative qui présentait > 80% de <120 cm CFL. Les auteurs suggèrent que ce changement apparent dans le mélange entre la période 2009-2014 et 2015 pourrait avoir été causé par des contributions de juvéniles d'origine méditerranéenne issus d'une forte classe d'âge.

Le document SCRS/2016/128 présentait une analyse comparative des attributions individuelles de l'origine des thons rouges échantillonnés dans le cadre du programme ICCAT-GBYP. À cet effet, une base de données d'identification intégrée des stocks a été établie avec des spécimens attribués à une origine en utilisant différentes méthodes (à savoir isotopes stables d'otolithes, génétique et analyse de la forme des otolithes) au cours des dernières années. L'analyse de la base de données intégrée a fait apparaître que les taux globaux de concordance entre les méthodes étaient relativement bons compte tenu de l'influence cumulative de l'erreur de classification inhérente à chaque méthode. Les taux de concordance les plus faibles concernaient les poissons qui pourraient avoir réalisé des migrations transatlantiques, par exemple des poissons prélevés dans l'Est qui ont été classés comme étant d'origine occidentale (selon au moins une méthode), ou inversement. Cela peut être le reflet de l'influence de l'histoire environnementale sur les marqueurs phénotypiques (forme des otolithes et chimie). Les taux de concordance entre les méthodes ont également augmenté lorsque des critères de classification plus restreints ont été utilisés (par exemple lorsque les probabilités d'appartenance d'un spécimen à un stock donné étaient supérieures à 0,7, par rapport à 0,5).

Par la suite, la SCRS/P/2016/032 présentait le développement d'un panel de traçabilité génétique en vue d'affecter les thons rouges à leur lieu de naissance. À cette fin, les auteurs ont recueilli des larves et des jeunes de l'année provenant de la Méditerranée, des larves du golfe du Mexique et des jeunes de l'année du Cap Hatteras. En appliquant la méthode de séquençage d'ADN lié aux sites de restriction (RAD-seq) à 204 des échantillons, ils ont découvert et génotypé plus de 10.000 SNP et les ont utilisés pour déterminer la structure de la population. Leurs résultats montrent une différenciation génétique claire entre le golfe du Mexique et la Méditerranée et suggèrent une séparation entre le golfe du Mexique et le Cap Hatteras, ce qui signifie que ce dernier ne peut être utilisé comme référence pour la composante de reproduction du golfe du Mexique. L'information génétique sur les échantillons du Cap Hatteras était très préliminaire car elle était fondée sur un petit échantillon de jeunes de l'année, qui ont été prélevés en une seule journée. Respectivement, les 144 et 38 SNP qui différencient le mieux l'Atlantique Nord-Ouest de la Méditerranée et le golfe du Mexique de la Méditerranée ont été sélectionnés et génotypés dans 152 nouveaux échantillons. Avec un panel réduit de 40 SNP, 93% et 60% d'attributions correctes pour les échantillons de la Méditerranée et du golfe du Mexique respectivement ont été obtenus. Même si ce panel est celui qui a offert les meilleurs résultats jusqu'à présent, il peut encore être amélioré, notamment en augmentant la taille de l'échantillonnage de référence du golfe du Mexique.

Les informations sur la composition du stock peuvent être appliquées à la phase de préparation des données du processus d'évaluation des stocks afin d'éviter d'appliquer des données de stocks mixtes (p.ex. séries de CPUE) aux dynamiques des stocks. La SCRS/P/2016/038 présentait une méthode révisée d'évaluation des stocks appliquée au stock de thon rouge de l'Ouest dans laquelle les données d'entrée (prise, prise par âge, prise par unité d'effort) de l'évaluation de l'ICCAT la plus récente du stock de thon rouge de l'Atlantique Ouest ont été révisées sur la base des estimations précédentes de la composition des stocks (Busawon et al. 2013 ; Fraile et al. 2014 ; Rooker et al. 2014 ; Secor et al. 2015 ; Siskey et al. 2016). L'évaluation des pêcheries de l'Atlantique Ouest a été comparée à l'évaluation des poissons d'origine occidentale pour démontrer la sensibilité des résultats au mélange de stocks, et pour démontrer une méthode pratique d'évaluation qui tient compte du mélange des stocks. Les estimations de la taille du stock et de la mortalité par pêche découlant de la VPA du thon rouge de l'Atlantique Ouest étaient généralement similaires aux estimations de l'ICCAT (2014) fondées sur les pêcheries de stocks de l'Atlantique Ouest. Cependant, les estimations de la SSB dans l'évaluation du stock d'origine occidentale étaient plus faibles dans les années 70 et la SSB et le recrutement étaient plus élevés au cours des dernières années (depuis le milieu des années 2000). La mortalité par pêche et le recrutement étaient également plus faibles dans les années 80-90 selon l'évaluation de l'origine occidentale. Ces résultats sont préliminaires et des travaux sont en cours de réalisation en vue d'améliorer la méthode.

3.2.1 Examen de l'état de la base de données de marquage électronique de l'ICCAT et de la réponse à la lettre du président du SCRS

Le groupe s'est penché sur la réponse apportée à l'appel de données de marquage électronique. De nombreux collaborateurs ont apporté une réponse positive à la demande, et jusqu'à présent, un résumé des suivis des trajectoires de 770 spécimens a été soumis (**tableau 1**). Un examen de la base de données de marquage (marques conventionnelles et électroniques) a été présenté dans le document SCRS/2016/135 (722 suivis de trajectoires déclarés dans ledit document). La majorité des marques a été apposée dans l'Atlantique Ouest et le golfe du Saint-Laurent et représente plus de la moitié des données disponibles (**tableau 2**). Quatre régions ne présentaient aucune apposition de marques, à savoir le Nord de l'Atlantique central, le Sud de de l'Atlantique central, l'Atlantique Nord-Est et la mer des Caraïbes. Parmi les 770 spécimens marqués, 242 ont été remis à l'eau en Méditerranée, ou s'y sont rendus, et 85 de ceux-ci ont été remis à l'eau dans le golfe du Mexique, ou s'y sont rendus, et pourraient donc avoir été attribués à un stock (**tableau 3**). Le groupe a abordé la nécessité de passer en revue la liste des chercheurs potentiels et d'envoyer un second appel à ceux qui n'ont pas répondu. La base de données a été publiée sur le ownCloud et est à la disposition du SCRS.

3.2.2 Examen/compilation de l'inventaire des données de composition (génétique, micro-éléments) par flottille, zone et année

Les éléments suivants ont été recommandés en ce qui concerne la présentation et la structure d'un inventaire de la structure des stocks :

- Les données seront mises à la disposition de l'ICCAT-GBYP à des fins d'archivage et de modification des données. Les fichiers seront classés par région sur la base des mêmes délimitations géographiques spécifiées par le jeu de données de marquage électronique (Lauretta et al. 2016b) et mis à la disposition du SCRS et des parties prenantes et des scientifiques concernés.
- Dans la mesure du possible, les fournisseurs de données étaient d'accord sur le format élaboré dans le cadre du programme ICCAT-GBYP.
- Le groupe a convenu que des données d'attribution individuelle étaient nécessaires plutôt que des niveaux de mélange agrégés par strate. Les algorithmes d'attribution individuelle varient en fonction des fournisseurs de données, mais le groupe a décidé que ce ne devrait probablement pas biaiser les efforts de modélisation prévus de mélange de stocks. Pourtant, il a été recommandé de mener des recherches à l'avenir afin de comparer les différentes méthodes d'attribution individuelle et groupée. Étant donné que l'analyse du mélange des stocks deviendra de plus en plus courante dans les évaluations du thon rouge, le groupe recommande que la procédure de classification des forêts aléatoires (code R) mise au point par le Dr Alex Hanke soit retenue aux fins de son inclusion dans le catalogue de logiciels du SCRS.
- Lorsque plusieurs méthodes ont été utilisées pour attribuer une population d'origine au même spécimen, et en cas de désaccord, le groupe a décidé de sélectionner la classification en fonction de : 1) informations sur les isotopes stables d'otolithes, 2) informations génétiques et 3) forme des otolithes. Ceci a été justifié par le fait que les travaux relatifs aux isotopes stables sont revus par les pairs, à un stade opérationnel, et que 90% des spécimens de la base de données combinées (comptant 5.495 spécimens) présentent des informations sur les isotopes stables. Le travail génétique prévoit deux différentes approches qui n'ont pas encore été révisées par des pairs et environ 15% des spécimens présentent des informations sur l'origine génétique. Finalement, la forme des otolithes peut être influencée non seulement par l'origine, mais également par le cycle vital, et moins de 3% des spécimens disposent de cette information.
- Il a été conseillé de supprimer les attributions de la population d'âge 0 dans les analyses, car celles-ci ne visent pas à évaluer le mélange des stocks.

Il sera nécessaire d'accepter un risque d'erreur dans le cas des attributions individuelles. Par conséquent, l'analyste réalisera des attributions de stock (p.ex. Est ou Ouest). Cette tâche sera réalisée en fournissant la probabilité que l'identité du stock de l'Est soit déterminée dans le jeu de données. Il existe des précédents et une justification de l'acceptation de 70% de probabilité d'attribution (Fraile et al. 2014).

Il a été fait remarquer qu'un certain niveau d'incertitude entoure les estimations des matrices de mouvement et des proportions du mélange. Cela devrait être reflété dans une gamme plausible de modèles opérationnels. En outre, en raison de la nature hautement migratoire de l'espèce, les proportions de mélange peuvent varier d'une année à l'autre et un mélange stochastique devrait être incorporé dans les modèles opérationnels. Étant donné que la taille de la population varie entre les populations de l'Ouest et de l'Est et qu'un mélange stochastique risque d'accroître la probabilité d'une exploitation plus intense du stock de l'Ouest, l'ampleur de la stochasticité pourrait devenir l'un des facteurs servant à mesurer l'efficacité de la gestion. Le groupe a par conséquent recommandé que les modèles opérationnels couvrent ces types d'incertitude/de stochasticité.

3.2.3 Détermination des définitions de stocks préliminaires

Le groupe s'est penché sur les structures de la population élaborées antérieurement lors de la réunion du SCRS sur les paramètres biologiques tenue en 2013 (Anon. 2014b) et sur de nouvelles informations concernant la structure de la sous-population méditerranéenne (H. Arrizabalaga, en cours de révision). Les discussions ont porté sur les structures démographiques possibles qui pourraient être évaluées par le modèle opérationnel- cadre MSE et ont été consacrées (1) à une nouvelle preuve attestant de la reproduction dans la *Slope Sea* de l'Atlantique Nord-Ouest (Richardson et al. 2016) et (2) aux preuves recueillies au sujet des comportements migratoires des adultes provenant de régions de frai au sein de la mer Méditerranée (Arrizabalaga et al. en cours de révision).

Reproduction dans la Slope Sea

Des travaux de recherche génétique concernant le stock d'origine seront réalisés pour les larves recueillies dans la *Slope Sea* en juin et juillet 2016 et le nombre limité de larves prélevées en 2013 et conservées dans de l'éthanol. La collecte et le traitement des échantillons de plancton de 2016 sont actuellement en cours de réalisation, d'après une communication personnelle de D. Richardson.

Tant que les résultats ne confirment pas le contraire, le groupe a conseillé de considérer les reproducteurs de la *Slope Sea* comme faisant partie d'une population plus vaste de l'Atlantique Ouest (golfe du Mexique, Grandes Antilles et la *Slope Sea*). Le groupe a reconnu que la *Slope Sea* se trouve dans une zone à proximité de zones présentant des niveaux élevés de mélange historique et que les reproducteurs au sein de cette région pourraient inclure des spécimens du stock méditerranéen. Un autre concept est que la reproduction ayant lieu dans la *Slope Sea* représente une population séparée indépendante des populations du golfe du Mexique et de la Méditerranée. Il a été fait remarquer qu'une structure supplémentaire de la population pourrait expliquer l'incapacité des approches génétiques (p.ex. SCRS/P/2016/032) d'attribuer une fraction importante d'échantillons de stock mixte aux populations du golfe du Mexique ou de la Méditerranée. Ces deux concepts (mélange de population ou population séparée), s'ils sont démontrés, pourraient avoir des conséquences importantes sur la façon de modéliser, d'analyser et d'évaluer les populations par rapport à des points de référence. Pour l'instant, alors que de nouvelles découvertes sur la reproduction dans la *Slope Sea* sont sur le point d'être réalisées, le groupe conseille toutefois de modéliser les recrues de la *Slope Sea* comme partie de la population plus vaste de l'Atlantique Ouest.

Sous-population méditerranéenne et structure du contingent

Arrizabalaga et al. (en cours de révision) fournit une synthèse des connaissances actuelles sur les structures potentielles de population au sein de la Méditerranée. Les nouvelles connaissances recueillies depuis la dernière réunion de Tenerife (Anon. 2014b) ont essentiellement fait apparaître des liens entre les zones de frai de l'Ouest, du centre et de l'Est de la Méditerranée et l'océan Atlantique. Des incertitudes élevées entourent toujours le pourcentage de poissons résidents/migrateurs dans chaque sous-population ou contingent potentiels. Il s'avère nécessaire de recouper les résultats obtenus par différentes études génétiques, mais même en l'absence de différences génétiques, si d'importantes différences comportementales apparaissent entre des poissons frayant dans différentes zones de frai, il pourrait être nécessaire de considérer cette sous-structure dans le processus de gestion. Les connaissances actuelles et les efforts de recherche limitent la capacité de résoudre les hypothèses formulées sur le contingent, mais des informations sur les marques électroniques à long terme ainsi que des études sur la génétique des spécimens étroitement apparentés seraient utiles.

3.3 Examen/élaboration des matrices de mouvement (probabilité de survivance dans une région, entre les régions du modèle à 8 boîtes, par stock, mois de l'année et classe de taille)

Les influences du mélange du stock sur les évaluations du thon rouge ont été évaluées au moyen de l'élaboration de matrices de déplacements. Butterworth et Punt (1994) et NRC (1994) ont étudié la façon dont l'ajout du mélange affecterait les résultats des évaluations de stocks de thon rouge en utilisant un modèle de fonction de transfert à temps discret. Porch et al. (2001) ont appliqué une analyse de sensibilité des résultats de la VPA au mélange du stock au moyen d'un modèle intégrant des informations de marquage du thon rouge (modèle VPA à deux boîtes). Taylor et al (2011) ont élaboré des estimations des déplacements au moyen de méthodes de transfert de masse et de gravité comme méthodes alternatives afin d'alimenter un modèle intégrant des informations de marquage structuré par âge multistocks (MAST). Ces estimations étaient fondées sur une combinaison de données de marquage électronique, de marquage conventionnel, de chimie des otolithes et de CPUE. La méthode de transfert de masse estime toutes les cellules « hors diagonale » de la matrice (à savoir, coefficients de transfert d'une zone à l'autre). Cette méthode peut être plus solide ; toutefois, en raison du nombre de paramètres, elle peut compliquer la convergence du modèle. La méthode de gravité estime un coefficient d'« attraction » pour chaque zone afin de

calculer le lieu de résidence, et le mouvement est dérivé de l'attraction relative des autres zones pendant cette saison. Cette approche réduit le nombre de paramètres à estimer, mais les estimations peuvent ne pas être réalistes en raison de cette simplification. Lauretta et al. (2015) intégraient les méthodes de transfert de masse et de gravité pour estimer les matrices de déplacements et alimenter un modèle opérationnel prévoyant le mélange des stocks. Galuardi et al. (2015) (paquet R « sattagsim ») et la présentation SCRS/P/2016/032 utilisaient des simulations de population d'advection-diffusion pour combiner différentes sources de données de marquage électronique en vue de calculer la matrice sous-jacente de probabilité de déplacements saisonniers (à savoir, la matrice complète de Markov de mouvements à partir de/vers toutes les zones). Cette méthode estime les déplacements en dehors du modèle d'évaluation, en évitant les effets interactifs de la sélectivité, de la mortalité par pêche et d'autres postulats. Il existe plusieurs utilisations possibles de ces estimations dans le modèle opérationnel servant à étayer la MSE et un paquet R s'y rapportant a été développé et est disponible. L'approche la plus simple consisterait à postuler que les matrices des déplacements dérivés sont très bien connues et à les intégrer directement dans le modèle opérationnel, évitant ainsi l'estimation simultanée de déplacements dans le modèle opérationnel. Cela simplifierait énormément l'estimation, mais cela risquerait de donner lieu à une distribution spatiale des spécimens prévue dans le modèle ne pouvant pas être conciliée avec d'autres informations des pêcheries (par exemple la prévision de la présence de peu de poissons dans une zone et au cours d'une saison présentant des captures importantes de poissons). Une solution intermédiaire et alternative consisterait à utiliser la méthode pour obtenir une distribution a priori des probabilités de déplacements. Cela offrirait l'avantage d'une meilleure définition du problème d'estimation, tout en permettant une certaine souplesse dans la modélisation des déplacements à la lumière d'autres observations des pêcheries. D'autres utilisations des matrices de déplacements estimés sont également possibles, notamment l'attribution probabiliste du stock d'origine aux suivis de trajectoires de spécimens dont l'origine n'est pas connue et la prédiction de la distribution saisonnière des spécimens issus d'un ou de plusieurs stocks. Les futures applications de matrices de déplacements continueront à reposer dans une grande mesure sur l'acquisition et la compilation des données des suivis des trajectoires des spécimens porteurs de marques électroniques (voir point 3.2.1).

3.4 Examen des progrès réalisés dans les clés d'identification âge-taille

Cinq documents ont été présentés en ce qui concerne la détermination directe de l'âge, les clés âge-taille et la croissance.

Le document SCRS/2016/134 présentait une comparaison actualisée des estimations de l'âge à partir des otolithes et des épines du même spécimen, en vue d'analyser la possibilité d'utiliser les deux structures pour obtenir des clés âge-taille pour cette espèce. L'accord entre les estimations de l'âge à partir des otolithes et des épines était satisfaisant pour le thon rouge de moins de 14 ans, il y avait moins d'un an de différence entre les moyennes pour chaque âge. Des tests de symétrie ont montré des distributions asymétriques des âges. Toutefois, aucune différence significative n'a été trouvée entre les paramètres de croissance estimés à partir des deux pièces dures. Les auteurs ont suggéré d'utiliser les lectures des deux structures pour construire des clés âge-taille pour le thon rouge âgé de moins de 14 ans.

Une question a été soulevée quant à l'influence de la vascularisation du noyau des épines des nageoires dans la comparaison de l'âge ; les auteurs ont confirmé qu'une correction pour cela avait été appliquée. On a également suggéré l'utilisation d'un test statistique X^2 afin de déterminer à quel point la symétrie démographique n'est plus maintenue.

Le document SCRS/2016/133 analysait les informations disponibles sur la détermination directe de l'âge du thon rouge de l'Atlantique capturé dans la zone de gestion orientale au cours de la dernière décennie. Afin d'étudier les différences entre les ALK, une fonction de croissance standard de von Bertalanffy (VB) a été ajustée aux données de taille à l'âge pour chaque strate. On a constaté une convergence insuffisante de l'ajustement de VB à la longueur asymptote en raison de la rareté des spécimens âgés pour toutes les ALK disponibles. Après ces analyses, certains registres ont été identifiés comme étant des valeurs atypiques (découlant de la lecture de questions méthodologiques) et ils ont été retirés de la base de données.

Le document SCRS/2016/143 analysait toutes les données existantes dans la base de données ICCAT de marquage conventionnel du thon rouge, afin d'extraire les données qui pourraient servir à détecter la croissance à l'état sauvage avec une confiance élevée. L'analyse a révélé que très peu de données peuvent être utilisées lorsque l'on considère la longueur droite à la fourche et le poids vif sans appliquer d'abord un coefficient de conversion. Des questions ont été soulevées sur l'objectif de ce document, parce que cette base de données a été exhaustivement examinée dans Ailloud *et al.* 2014 et qu'elle s'était avérée présenter des informations de haute qualité utiles pour estimer les paramètres de croissance une fois que les données ont été soumises à des procédures rigoureuses de

contrôle de la qualité des données ; en outre, la base de données a été utilisée pour obtenir des estimations de croissance conjointement aux données sur les otolithes (SCRS/2016/147).

Le document SCRS/2016/147 utilise les améliorations dans la détermination de l'âge à partir des otolithes avec les progrès dans la modélisation des données de marquage-récupération pour fournir une actualisation de la courbe de croissance du thon rouge de l'Atlantique Ouest. On a déterminé l'âge d'un échantillon beaucoup plus grand d'otolithes ($n = 3.779$) depuis que les paramètres ont été estimés pour la dernière fois ($n = 146$) et des corrections ont été apportées à la détermination de l'âge afin d'éviter les biais. Pour les données de marquage, de nouvelles approches de vraisemblance maximale rendent désormais les paramètres de croissance directement comparables lorsqu'ils sont estimés à partir des otolithes et des données de marquage. Les estimations des paramètres de croissance ont été obtenues d'une analyse intégrée des deux sources de données à l'aide du cadre « Aires-da-Silva-Maunders-Schaefer-Fuller avec corrélation » (AMSFc) (Francis *et al.*, 2016). Deux cas différents du modèle de croissance de Schnute (1981) ont été considérés : le modèle de Richards et le modèle de von Bertalanffy. Les résultats suggèrent que la courbe de Richards fournit un meilleur ajustement. Les deux courbes suivent une trajectoire similaire jusqu'à l'âge 16, après quoi elles divergent entre elles. Le modèle de Richards prend en charge une longueur asymptote moyenne inférieure ($L_{\infty} = 263,77$ cm FL) au modèle actuellement utilisé dans l'évaluation des stocks ($L_{\infty} = 314,9$ cm FL). Les conséquences de ce changement dans le processus d'évaluation des stocks ont été discutées par les auteurs. Après la présentation, les participants ont reconnu que le nouveau modèle avait fourni une contribution précieuse et ils ont sollicité une réestimation sans les observations de l'âge 1 et de l'âge 2 parce que celles-ci pouvaient être biaisées par la sous-sélection de spécimens à croissance plus lente dans le cadre d'une sélectivité spécifique à la longueur.

3.4.1 Évaluation des performances des diverses approches des clefs d'identification âge-longueur (ALK) et de découpage des cohortes

Une présentation relative à l'utilisation des clefs âge-longueur hybrides pour améliorer les estimations de la composition démographique a porté sur la façon de tenir compte de la faible abondance certaines années des échantillons dont on a déterminé l'âge. Au cours des années où il n'y a aucun poisson dont l'âge a été déterminé dans un intervalle de tailles, il a été suggéré d'utiliser le découpage des cohortes ; au cours des années où l'on dispose de données adéquates pour la création d'une clé, il est suggéré d'utiliser la clé. L'approche « hybride » s'applique au cas où il y a moins de 20 lectures d'âge dans un intervalle de tailles. Dans ce cas, il est suggéré de calculer la moyenne du résultat du découpage des cohortes et de la clé âge-taille avec le poids w pour la clé étant $w = n/20$ pour $n < 20$ et $w = 1$ pour $n = 20$ ou plus ; ici, n est le nombre de poissons dont l'âge a été déterminé dans l'intervalle de tailles.

Un petit groupe de travail a été chargé d'évaluer diverses approches de ALK et découpages des cohortes d'une manière objective. Le rapport est fourni à l'**Appendice 5**.

3.4.2 Élaboration des clefs préliminaires d'identification âge-longueur pour chaque stock

Un petit groupe de travail a été chargé d'élaborer une clef préliminaire ALK pour chaque stock et les détails sont donnés à l'**Appendice 5**.

3.4.3 Examen du potentiel de développement des clés âge-stock-taille

Un petit groupe de travail a examiné le potentiel de développement des clés âge-stock-taille et les détails sont donnés à l'**Appendice 5**.

4. Examen des prises nominales de Tâche I

Cette section décrit l'état actuel des statistiques de la Tâche I (T1NC : captures nominales) et Tâche II (T2CE : captures et effort ; T2SZ : taille réelle ; T2CS : prise par taille déclarée par les CPC), en vue de sa validation et approbation par le groupe. Cette révision prend en compte les améliorations apportées avec l'incorporation de nouvelles informations disponibles (récupérations historiques du GBYP, échantillons de taille du thon d'élevage, échantillons de taille des caméras stéréoscopiques, etc.), et elle met également l'accent sur les améliorations à apporter à la prochaine évaluation des stocks de thon rouge (prévue en 2017).

4.1 Examen des statistiques de la Tâche I à utiliser pour les projections actualisées en 2016

Le Secrétariat a présenté au groupe les statistiques actuelles de TINC (à jour) pour les stocks de l'Est (**Tableau 4** et **Figure 1**) et les stocks de l'Ouest (**Tableau 5** et **Figure 2**). Les captures des trois dernières années (2012-2014) sont préliminaires et celles de 2015 sont encore incomplètes. Une estimation préliminaire des captures de 2015 a été faite (pour les projections actualisées de 2016) à l'aide des prises préliminaires fournies au cours de la réunion par les scientifiques nationaux (deux stocks) et également à l'aide des prises consignées sur les BCD (programme de documentation des captures de thon rouge) pour le stock oriental. Aucune modification n'a été apportée aux captures de TINC avant 2013 depuis la réunion du SCRS de 2015.

Comme demandé par le groupe, en 2015, le Secrétariat a présenté une comparaison entre les captures annuelles de TINC et du BCD. Le **Tableau 6** (et la **Figure 3**) résument l'information actuelle du BCD (nombre, poids total et le nombre total de poissons) disponible à l'ICCAT entre 2008 et 2016 par stock. Sur un total de 18.942 BCD émis depuis 2008, environ 449 (environ 2 %, soit 890 t et 18.837 poissons) ne peuvent pas être attribués à un stock (géographiquement indéfini). En outre, plusieurs autres types d'omissions/incohérences/erreurs ont été identifiés (omissions dans le nombre de poissons capturés et/ou poids des prises, pas de date de la capture, engin non défini, entre autres) qui ne permettent pas d'utiliser leurs prises respectives dans tous les cas. Les détails de ces incohérences sont présentés au **Tableau 7** par pavillon, année et stock. Sans tenir compte de ces problèmes, dans l'ensemble, les prises de TINC et du BCD entre 2008 et 2015 sont très similaires dans le stock oriental (**Tableau 8**). Il existe peu d'information du BCD pour le stock occidental (le système du BCD a été développé pour le thon rouge de l'Est) et celles-ci ne peuvent donc pas être comparées aux données de TINC. Il y a cependant quelques exceptions mineures (principalement des lacunes dans la TINC et très peu de cas avec des sous estimations dans la TINC). Le groupe a convenu que l'information du BCD est un instrument valide pour valider et obtenir des captures provisoires de TINC (comme cela a été fait ici pour les captures de 2015) pour le stock oriental. Dans certains cas, elle peut également servir pour combler les lacunes dans la TINC. Toutefois, les incohérences rencontrées dans près de 450 BCD doivent être résolues avant d'essayer d'utiliser les BCD pour combler les lacunes dans les TINC. Le problème des engins non classifiés (codes d'engins : SURF + SPOR + UNCL) de TINC, identifiés il y a plusieurs années dans les deux stocks, est toujours problématique (**Figure 4**) et aucun progrès n'a été réalisé pour le résoudre. Dans les années 50 et 60, plus de 25 % des prises totales étaient dépourvues d'une association d'engins dans les deux stocks. La région méditerranéenne (stock oriental) est le pire des cas et le même problème (près de 25 % de la Tâche I sans engin) s'est également produit dans les années 80. Le groupe a établi un plan de travail (**Tableau 14**) pour, entre autres objectifs, réduire au minimum les prises d'engins inconnus. Cette tâche doit être accomplie avant la réunion préparatoire de données de 2017.

Pour 2017, d'autres modifications à la TINC ont été adoptées par le groupe. Les séries historiques de captures à la madrague de UE-Espagne, UE-Portugal, du Maroc et de UE-Italie, récupérées ou révisées dans le cadre du programme GBYP (SCRS/2016/139), ont été finalement approuvées par le groupe. Le Secrétariat enverra ces séries de capture à chacune des CPC susmentionnées pour une adoption formelle.

4.2 Examen des transmissions par les CPC des métadonnées décrivant la qualité des statistiques soumises

Les catalogues de la Tâche I (quantités TINC) et de la Tâche II correspondante (T2CE et T2SZ/CS) de l'ICCAT stockés dans le système de la base de données de l'ICCAT (ICCAT-DB) (c'est-à-dire : données déclarées durant toutes les années par les CPC de l'ICCAT) sont présentés dans le **Tableau 9** (région de l'Atlantique BFT-E) et le **Tableau 10** (BFT-E mer Méditerranée), **Tableau 11** (BFT-W). Les catalogues comprennent la plus grande partie des récupérations de données du GBYP, la plus grande quantité d'échantillons par caméra stéréoscopique et la (première estimation) des échantillons de l'équivalent à l'état sauvage de la senne (la croissance en taille ayant été réduite au cours de la période d'engraissement) de thons rouges mis à mort dans les fermes (2005-2013). Certains jeux de données de Tâche II (T2CE et T2SZ) déclarés au cours des deux dernières semaines doivent encore être intégrés dans le système ICCAT-DB.

4.3 Examen des progrès réalisés par les CPC dans leur transmission des données de taille de la Tâche II pour inclure les échantillons de taille réelle utilisés pour estimer la prise par taille et en employant les nouvelles conversions poids/taille

En ce qui concerne le travail d'harmonisation en cours des fréquences des tailles de la Tâche II (T2SZ), très peu de progrès ont été accomplis au cours de la dernière année. Comme indiqué dans le **Tableau 12**, la T2SZ maintient globalement (tous les pavillons et pêcheries) des niveaux raisonnables d'hétérogénéité structurale et de faible résolution dans le temps (des quantités élevées de jeux de données/poissons par année et par trimestre), de nombreux types de stratification géographique (grilles de 1 x 1, 5 x 5, 5 x 10, 10 x 10, 10 x 20, zones

d'échantillonnage), plusieurs types de fréquence (FL, SFL, CFL, LD1, WGT, etc) et divers intervalles de tailles (1, 2, 5 et de 10 cm/kg). De même, les informations de T2CS (**Tableau 13**) avec des niveaux similaires d'hétérogénéité structurale ne se sont pas améliorées l'an dernier. La révision complète présentée par le Japon (SCRS/2016/123) de T2SZ et de T2CS (1973-2011) contribue significativement à l'harmonisation de la Tâche II (composante palangrière).

4.4 Examiner et apporter des révisions finales à la tâche II en validant et intégrant aux statistiques de prise par taille les nouvelles informations provenant des fermes, de la mise à mort et des caméras stéréoscopiques et d'autres sources

Le Secrétariat a présenté au groupe la version préliminaire de la prise par taille « pleinement » révisée (CAS, 1950-2013) qui avait été préparée, comme prévu, pour l'évaluation des stocks de 2014. Cette estimation préliminaire inclut déjà une grande partie des nouveaux échantillons de taille du GBYP récupérés et les échantillons de l'équivalent à l'état sauvage de la senne obtenus (en utilisant les « anciennes » relations W/L) des échantillons de thons d'élevage. Cette version préliminaire de CAS pourrait servir de base pour le développement d'une CAS finale entièrement révisée. Un effort conjoint (scientifiques des CPC, Secrétariat, GBYP) doit être fait pour atteindre cet objectif. Le plan de travail présenté dans le **Tableau 14** a été créé spécialement à cet effet.

5. Évaluation des indices disponibles aux fins de leur utilisation dans la prochaine évaluation (comprenant le tableau des critères concernant les indices)

5.1 Examen des indices actuellement utilisés et des mises à jour pour la réunion du groupe d'espèces de 2016

Pour le thon rouge de l'Est, deux séries actualisées ont été présentées au groupe. Comme l'indice conjoint avec les madragues espagnoles a cessé en 2013, on a présenté la série pour les madragues atlantiques marocaines pour la période 1986-2015 (SCRS/2016/136). L'indice standardisé a affiché une augmentation substantielle en 2012 et est resté à un niveau élevé depuis lors. Les données incluaient les poissons remis à l'eau, le quota ayant été atteint, et l'on a constaté des améliorations de la standardisation, mais il a été suggéré de tenir compte de l'effet de la gestion basée sur les quotas dans la standardisation de la CPUE. Il a été noté que du poisson hors quota a été estimé par les plongeurs des madragues et que la couverture géographique était concentrée. La série de CPUE actualisée de la pêcherie palangrière japonaise dans l'Atlantique Nord-Est pour 2016 demeure à un haut niveau depuis 2010, étayée par les classes d'âge de 2003 et des années suivantes (SCRS/2016/122). Le groupe de travail a reconnu que la concentration géographique de leurs opérations était le résultat de la courte durée des saisons de pêche, des taux de capture élevés et du quota actuel. L'indice des canneurs espagnols dans le golfe de Gascogne (Santiago *et al.*, 2016) n'a pas pu être actualisé en raison de l'absence d'activité de pêche au cours des dernières années. Une prospection acoustique (SCRS/2016/137) a commencé en 2015 et pourrait fournir des informations supplémentaires sur les tendances de l'abondance locale à l'avenir, mais elle a été considérée préliminaire pour l'évaluation actuelle.

Pour le thon rouge de l'Ouest, l'indice actualisé de la pêcherie palangrière japonaise jusqu'en 2016 (SCRS/2016/122) a été présenté. L'effort palangrier dans l'Atlantique Nord-Ouest au cours de ces dernières années s'est concentré sur les eaux au large du Canada aux mois de novembre à février et a observé presque 100 % de survivance positive de thon rouge en novembre 2015. Les CPUE palangrières relativement élevées tant dans l'Atlantique Ouest que Nord-Est ont été soutenues principalement par la forte classe d'âge de 2003 et les classes d'âge suivantes. Les opérations en septembre et octobre n'ont pas été incluses dans cet indice, mais l'on a observé ces dernières années des opérations ciblant plus que du thon rouge au cours de ces mois. Il a été noté qu'il conviendrait de faire preuve de prudence en utilisant cette série de CPUE japonaise dans les évaluations de stocks.

5.2 Examen des nouveaux indices pouvant être éventuellement utilisés dans l'évaluation de 2017

Trois indices de CPUE et quatre indices indépendants des pêcheries ont été présentés pour le thon rouge de l'Est. La série actualisée de la madrague de l'Algarve opérationnelle au large de la côte sud du Portugal (Algarve) indiquait une tendance ascendante généralement compatible avec d'autres indicateurs des pêcheries (SCRS/2016/118). Toutefois, des préoccupations ont été exprimées quant à la possibilité de la standardiser pour tenir compte de la mise en place de quotas et en raison du manque de données mensuelles.

Deux séries d'indices de CPUE de senneurs ont été présentées. On a souligné la difficulté fondamentale de quantifier l'effort proportionnel au taux de mortalité par pêche des senneurs. Dans les pêcheries de senneurs, il a été noté que des recherches ont récemment été lancées sur la standardisation de la senne. On a constaté que la

CPUE nominale actualisée (prise par jour) des senneurs de Balfegó (2000-2016) affichait une bonne corrélation avec les indices japonais (SCRS/2016/132). L'analyse GLM montre que seul l'effet de l'année était important. Une série de CPUE actualisée pour les senneurs tunisiens en Méditerranée centrale de 2009 à 2015 a été présentée (SCRS/2016/148).

Les prospections aériennes françaises de thons rouges juvéniles dans le Nord-Ouest de la Méditerranée, entre 2000 et 2015, ont fait apparaître une hausse générale de l'abondance et des changements dans la distribution spatiale entre le début des années 2000 et la période 2009-2015 (SCRS/2016/153). Les diagnostics des analyses de sensibilité des évaluations précédentes se sont révélés satisfaisants. Il a été noté que cet indice se rapportait à une densité de bancs et non à l'abondance des poissons individuels et que des améliorations pourraient se produire en tenant compte des changements dans la détectabilité liée à des facteurs environnementaux, y compris les déplacements du poisson. Les prospections aériennes du GBYP de géniteurs couvrent actuellement quatre années (Di Natale et Tensek, 2016). Des préoccupations ont été exprimées en ce qui concerne l'inter-calibrage de la prospection et la densité du transect entre les zones.

On a présenté un indice potentiel de survie larvaire basé sur des données empiriques obtenues d'expériences d'élevage d'œufs et de larves (SCRS/P/2016/043). L'indice, couvrant les années 2000 à 2015, identifiait la bonne survie larvaire en 2003 autour des îles Baléares, correspondant aux recrutements élevés déjà signalés par l'ICCAT, tandis que l'on a estimé de mauvaises conditions pour 2013. L'intérêt de cet indice a été souligné, mais de plus amples développements ont été suggérés afin de pouvoir envisager son inclusion de quelque manière que ce soit dans une future évaluation de stock. En raison des différences entre la façon dont les modèles d'évaluation devront incorporer les facteurs environnementaux, les traitements les plus appropriés des covariables environnementales seront une recommandation au groupe de travail sur les méthodes.

L'actualisation de la prospection larvaire dans l'Ouest de la Méditerranée (îles Baléares) jusqu'en 2014 a été présentée (SCRS/P/2016/041). Trois différents indices larvaires ont été calculés. Les trois modèles ont affiché une tendance à la hausse tout au long des dernières années et se sont avérés être en corrélation avec la SSB. Le modèle d'abondance larvaire qui tenait compte des variables relatives à la qualité de l'habitat larvaire a réalisé de bien meilleures performances. Il a été noté que les caractéristiques de la prospection ont changé au fil du temps et que les méthodes de standardisation ont été appliquées à la série temporelle. Il a été suggéré d'enquêter sur les raisons qui sous-tendent la haute valeur obtenue en 2014.

En ce qui concerne le thon rouge de l'Ouest, deux nouveaux indices potentiels d'abondance ont été présentés. La prospection acoustique dans le golfe du Saint-Laurent (SCRS/P/2016/34) a été comparée avec l'indice de canne et moulinet du golfe du Saint-Laurent et a dégagé des tendances similaires, mais une plus faible variation interannuelle a été observée dans la prospection acoustique. Il a été mentionné que les deux premières années de la série devraient peut-être être tronquées en raison des biais potentiels provenant des zéros dans les données. L'indice acoustique n'était pas standardisé, et il a été noté qu'un changement de navire de prospection s'est produit après 2015, ce qui a pu donner lieu à un changement dans la détection du thon rouge. Le groupe a noté que la prospection acoustique pourrait être une bonne option pour tester les règles de contrôle de l'exploitation en raison de la faible variation interannuelle. L'indice de recrutement larvaire pour le GOM basé sur l'indice océanographique du golfe du Mexique a fourni des estimations de la variation annuelle dans le caractère pertinent de l'habitat de frai (SCRS/P/2016/37), et il s'est avéré capturer la variabilité spatio-temporelle dans l'habitat où des larves sont présentes. Les zones dotées de conditions environnementales favorables pour les larves dans le GOM font apparaître une variabilité spatiale et temporelle d'une année à l'autre, liée aux caractéristiques océaniques de méso-échelle et à la température à la surface de la mer. La variabilité de l'indice d'une année à l'autre était principalement due à la température à la surface de la mer. Il a été suggéré que le groupe de travail sur les méthodes étudie la modalité de la meilleure approche pour inclure dans l'évaluation des stocks les indices basés sur les données environnementales.

5.3 Examen des progrès réalisés en ce qui concerne les indices de CPUE combinés

Le groupe de travail réduit a été établi pour explorer la possibilité de combiner les données palangrières de prise et d'effort non agrégées du Canada, du Japon, du Mexique et des Etats-Unis dans l'Atlantique Ouest. L'atelier a conclu qu'un chevauchement spatial a été observé lorsque les données agrégées ont été évaluées, et cela a encouragé le groupe réduit à combiner les jeux de données un par un (rapport sur l'atelier qui sera présenté au groupe d'espèces du SCRS). Aucune décision d'utiliser les données regroupées pour un indice combiné ne sera prise tant que les diagnostics des données et les détails de la standardisation n'auront été passés en revue cet automne. S'il apparaît qu'un indice combiné peut être obtenu, une deuxième réunion du groupe sera proposée

début 2017 pour développer des approches et des diagnostics de modélisation appropriés pour évaluer la performance des indices de flottilles combinés.

Les caractéristiques générales de tous les indices disponibles ont été évaluées par le biais d'une liste de critères suggérés par le groupe de travail sur les méthodes (**Tableaux 15 et 16**). Chaque scientifique responsable de l'indice a d'abord rempli les tableaux pour chaque indice. Le groupe a ensuite examiné et modifié chaque entrée. Le groupe a décidé de cesser d'attribuer des scores numériques aux entrées et a suggéré plusieurs autres changements. Les deux rangées relatives à la plausibilité biologique ont été remplacées par une seule rangée (voir ci-dessous). Une rangée pour "autres commentaires" a été ajoutée et la rangée décrivant la continuité de la CPUE a été augmentée avec le nombre d'années représentées et la durée des années couvertes par l'indice (par exemple, 12 sur 15 ans). Pour les indices indépendants des pêcheries, le critère "fraction de la capture" a été changé en « proportion du stock couvert ».

Il a été noté qu'il conviendrait de garantir dans une certaine mesure la continuité des indices potentiels à inclure dans l'évaluation des stocks pour les années suivantes. La disponibilité de la quantification de l'incertitude associée à chaque indice a également été soulignée afin d'envisager son inclusion dans le modèle d'évaluation. Le groupe a décidé de montrer tous les indices disponibles. Le groupe n'a fait aucune sélection d'indices pour la prochaine évaluation des stocks en 2017. Les tableaux seront révisés à la prochaine réunion de préparation de données, où la sélection des indices sera également faite.

Au cours de la séance, les résultats des analyses de la variabilité interannuelle de l'indice et la déviation par rapport à la dynamique du modèle de production postulé ont été examinés (SCRS/2012/039). Cet exercice est un diagnostic qui peut repérer les indices avec une variation interannuelle très élevée ou très faible dans un indice, des valeurs atypiques ou des tendances systématiques qui pourraient être le signe d'une erreur de processus dont on n'a pas tenu compte. L'exercice est très utile pour évaluer les indices qui refléteraient ou seraient utilisés dans des modèles de production (p. ex., SSB, les indices de la biomasse totale) ; il peut néanmoins signaler un comportement étrange d'indice dans des indices spécifiques à l'âge qui devraient varier avec la variabilité de la force des classes d'âge. Pour faire cette analyse, il a fallu formuler un postulat sur le taux intrinsèque d'augmentation de la population (r). Les valeurs proviennent de Fromentin *et al.*, 2010 et ont été, pour WBFT = 0,84 et pour le thon rouge de l'Est = 1,54. Ces valeurs ont été estimées à partir des caractéristiques du cycle vital (Jennings *et al.*, 1998), sont en rapport avec la productivité d'un stock et non avec la valeur absolue du taux de croissance intrinsèque de la population. Ce processus nécessite également un postulat du taux du niveau initial de la biomasse par rapport à K au début du cadre temporel de l'indice (supposé être de 0,5 pour chaque indice), le taux maximal de chute annuelle de la biomasse (supposé être de 0,5, ou 50 % de la population peut être supprimé en un an). Dans l'ensemble, la plupart des indices ont montré des coefficients de variation interannuels élevés, certains d'entre eux supérieurs à 1. Un indice de senne a fait apparaître une très faible variabilité, ce qui est révélateur d'une hyperstabilité potentielle. Environ la moitié des indices ont montré des écarts substantiels par rapport à la dynamique postulée du modèle de production (> 50 % en dehors des limites plausibles) (**Figures 5 et 6**). Enfin, de nombreux indices ont montré des déviations positives au cours des années les plus récentes, cadre temporel où les impacts réglementaires ont considérablement affecté tous les indices dépendant des pêcheries. D'un point de vue qualitatif, cela suggère soit que le cadre postulé du modèle de production excédentaire n'est pas approprié, soit que les indices ne reflètent peut-être pas très bien les postulats du modèle de dynamique des populations.

6. Examen des méthodes d'évaluation

6.1 Examen des modèles actuels et des améliorations proposées

Le SCRS/P/2016/38 a présenté les progrès réalisés dans l'incorporation du mélange des stocks dans l'évaluation de la VPA du thon rouge de l'Atlantique grâce à l'utilisation d'informations sur la composition des stocks obtenues des otolithes, et ce, afin de réviser les données d'entrée.

6.2. Examen des nouveaux modèles à l'étude pour l'évaluation de 2017

Le SCRS/2016/152 fournissait une description de la méthodologie d'évaluation de la prise par taille statistique (SCAL), couvrant à la fois la formulation de la dynamique des populations et la vraisemblance logarithmique pénalisée utilisée pour l'ajustement des données. On a fourni des entrées de valeurs des paramètres pour de récentes applications au thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée ainsi que de l'Atlantique Ouest, conjointement avec les données utilisées à ces occasions. L'approche, telle que présentée, est applicable uniquement pour séparer les stocks de l'Ouest ou de l'Est et de la Méditerranée, et elle ne peut pas explicitement faire face à une situation

où ces deux stocks se mélangent. Cette approche était destinée à servir de première étape dans le processus de cette méthodologie envisagée pour une éventuelle utilisation dans le processus d'actualisation de 2017.

6.3 Examen de l'état du catalogue de logiciel de l'ICCAT

Dans le cadre du plan stratégique du SCRS pour 2015-2020, il a été décidé de consolider le catalogue de logiciel d'évaluation des stocks et de veiller à la meilleure utilisation des modèles d'évaluation des stocks qui devraient être complètement documentés.

À cette fin, trois stratégies ont été convenues dans le plan stratégique :

- 1.3.1 Actualiser le catalogue de logiciel actuel d'évaluation des stocks en éliminant les logiciels périmés et en actualisant les versions logicielles actuellement utilisées.
- 1.3.2 Veiller à ce que tous les logiciels utilisés dans les toutes dernières évaluations coïncident avec les versions du catalogue.
- 1.3.3 Veiller à ce que le logiciel soit bien documenté et soit accompagné d'un manuel et d'un code utilisateur.

L'objectif mesurable du catalogue de logiciel dans le cadre du plan stratégique est de réactiver le groupe de travail sur le catalogue de logiciel d'évaluation des stocks et passer en revue les protocoles d'inclusion et d'actualisation du logiciel utilisé pour les évaluations des stocks tout en maintenant une base historique de contrôle de la version. Un examen des protocoles actuels a été achevé en 2015 avec la participation des rapporteurs des groupes d'espèces, le principal changement consistant à recommander qu'un système de contrôle de version soit utilisé pour suivre les changements dans le logiciel. Veuillez consulter : github.com/ICCAT/software/wiki/1.-Introduction

7. Groupe de pilotage de modélisation de la MSE de l'ICCAT-GBYP

7.1 Examen des activités relatives au développement de la MSE/MP

Le Dr T. Carruthers a fait des présentations sur les questions soulevées par le conditionnement préliminaire de modèles opérationnels pour le thon rouge de l'Atlantique (SCRS/2016/145), y compris les besoins de données manquantes, et sur les progrès réalisés dans les tests de simulation (SCRS/2016/144).

7.2 Examen, discussion et finalisation des spécifications techniques pour la MSE/MP

Les définitions proposées de structure des flottilles pour le modèle opérationnel et les spécifications provisoires pour les modèles d'évaluation sont décrites ci-dessous. Nous constatons que, pour les modèles d'évaluation des stocks, il sera peut-être nécessaire d'apporter une certaine souplesse dans ces spécifications, en attendant d'examiner les diagnostics du scénario du modèle initial, sachant notamment que les modèles non spatiaux doivent peut-être incorporer une certaine souplesse en permettant à la sélectivité de modéliser les changements spatiaux dans une flottille.

- Palangre (2 flottilles) ; Japon_palangre, autre_palangre
- Canneurs (2 flottilles) ; BBavant2009, BB2009et au-delà
- Senneurs (5 flottilles) : PSMedRécent_2009et au-delà, PSMedLarge_avant2009, PSMedSmall_avant2009, PSWestern_avant1987, PSWestern_1987et au-delà. La séparation précise des petites flottilles de senneurs par opposition aux grandes flottilles de senneurs en Méditerranée sera définie en fonction du trimestre et du pavillon
- Madrague (2) : TPavant2009, TP2009et au-delà
- Canne et moulinet (2); RRCan, RRUS, utiliser seulement données complètes à partir de 1988 car il manque des données de certaines flottilles avant cette année.
- Toutes les autres flottilles (1)

Cela fait au total 14 flottilles. De nombreuses flottilles ont été divisées à 2009 en raison de la Résolution 08-05 qui a eu des impacts sur les opérations des flottilles.

7.3 Recommandation sur les statistiques de la Tâche I et de la Tâche II, sur les indices d'abondance et sur d'autres informations à utiliser pour la MSE/MP

Le projet de document intitulé *Spécifications pour les essais de MSE pour le thon rouge de l'Atlantique Nord*, mis au point lors de la réunion de Monterey comprenait un certain nombre d'éléments qui sont spécifiquement renvoyés à cette réunion de préparation des données pour décision finale. Ces décisions sont énoncées ci-dessous, les références de tableaux se rapportant à ce document, sauf indication contraire.

- **Tableau 2.1** (Aperçu général des données disponibles pouvant être utilisées) : Le jeu de données CATDIS de l'ICCAT et le jeu de données de fréquence des tailles du thon rouge de l'ICCAT sont les sources des observations des captures et de la composition des captures, respectivement. Ces données sont maintenant disponibles à une échelle suffisamment fine pour permettre la modification des définitions des flottilles et des strates spatio-temporelles pour les modèles opérationnels qui seront utilisés pour la MSE.
- **Tableaux 2.2 et 2.3** (Données de microchimie des otolithes et de PSAT) : Les données sur le stock d'origine (microchimie des otolithes) et les données de marquage électronique (PSAT) avaient été compilées dans des jeux de données individuels. Ceux-ci sont maintenant disponibles dans leur forme brute, permettant une certaine flexibilité sur la façon dont ils peuvent être agrégés et interprétés. Les données de cette nature qui sont fournies à l'ICCAT seulement après le dernier jour de cette réunion ne seront pas incorporées aux données qui seront utilisées pour conditionner les modèles opérationnels.
- **Sélection des flottilles** (Section 3, IIIe partie) : Les flottilles sont définies comme des activités de pêche pour lesquelles la sélectivité des tailles peut être postulée comme étant constante dans le temps et dans l'espace. Sur la base des changements historiques survenus dans la pêche, des observations des données de taille et des sélectivités estimées d'un modèle d'évaluation des stocks antérieur, le groupe a identifié 14 flottilles distinctes (voir la section 7.2 ci-dessus). Celles-ci ont été structurées à l'aide de la saison de pêche, de l'année, du pavillon et des codes de groupe d'engins.
- **Indices à utiliser dans les projections** (Section 7, Ie partie) : Les prédictions des modèles opérationnels conditionnés peuvent être comparées aux indices d'abondance relative pour caractériser les propriétés statistiques de ces données (p. ex. imprécision, autocorrélation, constante de proportionnalité). En l'absence d'un indice combiné obtenu des données du taux de capture palangrière du Canada, des Etats-Unis et du Japon dans l'Ouest, la réunion a décidé de remplacer cette option par deux alternatives : l'indice palangrier japonais et l'indice palangrier combiné Etats-Unis-Canada (Lauretta *et al.*, 2016a).
- **Valeurs des paramètres** (Tableau 8.2) : La courbe de croissance de von Bertalanffy sera remplacée par une courbe de Richards (voir section 3 du rapport de cette réunion). La même courbe de mortalité basée sur l'âge sera utilisée pour les deux stocks. Il s'agit d'une courbe de type Lorenzen dans laquelle le taux de mortalité naturelle est inversement proportionnel au poids. $M = 3W^{-0,288}$ (voir détails indiqués au point 3.1 du rapport de cette réunion). Deux scénarios de maturité à l'âge ont été développés au cours de la réunion, qui pourraient être appliqués à n'importe lequel des deux stocks pour former une conception croisée (calendrier de maturité plus jeune/plus âgé dans l'Ouest par calendrier de maturité plus jeune/plus âgé dans l'Est) (voir détails indiqués dans la section 3 et à l'appendice 3.1 du rapport de cette réunion).

8. Autres questions

8.1 Biométrie pour les poissons d'élevage

La Commission a demandé des informations sur les relations longueur-poids appropriées qui sont utilisées dans le calcul du poids des poissons lorsque ceux-ci sont placés dans les fermes. Deux documents ont été présentés et sont décrits ci-dessous. Toutefois, le groupe a décidé que la réponse à la Commission devrait être formulée lors de la réunion du groupe d'espèces de septembre.

Le SCRS/2016/131 examine la possibilité d'utiliser la relation longueur-poids la plus récente adoptée par l'ICCAT pour le stock Est afin de calculer les poids à partir des longueurs mesurées par caméras stéréoscopiques. Les poids estimés ont été comparés avec ceux obtenus à partir des observations directes des captures des senneurs réalisées dans les zones Baléares. Les observations proviennent de poissons qui sont morts pendant les opérations de pêche ou ont été endommagés et ont dû être tués au cours de la saison de pêche de 2010 à 2015. Les résultats ont montré que les estimations avec la relation longueur-poids annuelle surestiment les captures (quota) d'environ 4 % et la

relation pour le mois de juin d'environ 6 %. Donc, un modèle satisfaisant et représentatif du stock peut ne pas être le même pour chaque pêcherie. Les auteurs jugent souhaitable que les mesures de longueur-poids prises par les caméras stéréoscopiques soient ajustées pour chaque région.

Le document SCRS/2016/149 portant sur les relations morphométriques de l'engraissement du thon rouge (*Thunnus thynnus*) capturé en Méditerranée centrale en 2013 et 2014, a analysé les relations longueur – longueur (LLR) et les relations longueur – poids (LWR) de thons rouges engraisés, capturés en mer Méditerranée centrale et élevés dans la région de Mahdia (côtes tunisiennes orientales). Le facteur de condition de Fulton (K) a aussi été estimé. Au total, 1.653 et 713 spécimens provenant des captures de 2013 et 2014 ont été échantillonnés, respectivement. Les LLR, le LWR et le facteur de condition K ont montré des différences significatives entre les poissons engraisés au cours de ces deux années. Ces différences semblent être en rapport avec la durée du processus d'engraissement.

8.2. Couverture des observateurs

Le document SCRS/2016/124 présente un bref résumé des données d'observateurs scientifiques japonais recueillies à bord de leurs navires palangriers au cours de l'année de pêche de 2014 et 2015 (FY) dans tout l'océan Atlantique, ainsi que la couverture d'observateurs. Pendant l'année de pêche de 2015, 17 sorties d'observateurs ont été réalisées et 710 opérations ont fait l'objet d'un suivi, tandis que les observateurs ont surveillé 1.363 opérations au cours de 30 sorties pendant l'année de pêche de 2014. Les détails des sorties, les registres des spécimens et le niveau de couverture basé sur le nombre de jours opérationnels sont disponibles dans le document. Au cours de chaque année de pêche, plus de 35.000 spécimens ont été enregistrés. Au cours de l'année civile 2015, les programmes d'observateurs du Japon couvraient 8,7% des activités de pêche dans l'ensemble de l'océan Atlantique et ils contrôlaient également 30,4% des opérations qui ciblaient le thon rouge de l'Atlantique Est pendant l'année de pêche 2015.

9. Recommandations

9.1 Statistiques

Voir ci-dessus point 4.4 pour obtenir plus de détails sur un plan de travail (voir aussi le **Tableau 14**) visant la fourniture d'un jeu de données "entièrement" révisé de prise par taille (CAS, 1950-2013).

9.2 Recherche

Recommandations n'ayant pas d'implications financières

- Poursuivre l'échantillonnage et l'analyse des otolithes et des tissus génétiques pour l'analyse de la composition des stocks, particulièrement l'échantillonnage qui est représentatif des principales flottilles de pêche, classes de taille et d'âge et des régions. Les allocations de stocks individuelles doivent être accompagnées d'estimations de l'âge et être incorporées à la base de données du GBYP sur la composition des stocks.
- Évaluer les biais dans les procédures d'allocation des stocks en raison des approches empiriques et des algorithmes d'assignation. Continuer à explorer l'influence de l'incorporation des mélanges et de la structure des populations dans les cadres d'évaluation et de simulation (modèle opérationnel).
- Évaluer l'origine des populations de larves recueillies dans la *Slope Sea*.
- Évaluer le potentiel du frai dans les régions se trouvant à l'intérieur et à l'extérieur (c.à-d. les Açores, le Maroc et les îles Canaries) de la mer Méditerranée.
- Le groupe devrait utiliser les tout derniers modèles disponibles qui prédisent l'habitat/saisons de frai du thon rouge ainsi que les observations de concomitance du thon rouge dans ces zones/époques pour définir les zones de priorité pour les nouvelles prospections larvaires.
- L'atelier sur les larves du GBYP devrait avoir comme objectif d'évaluer les ressources nécessaires pour fournir des indices larvaires avec des coefficients de variation qui soient inférieurs à ceux obtenus actuellement dans les indices larvaires existants.

Recommandations ayant des implications financières

- La prochaine itération de la faisabilité d'une analyse de similitude "close kin" devrait envisager que l'estimation de la proportion de chaque groupe d'âge qui contribue à la reproduction est l'une des principales priorités en tant qu'objectif possible pour une future analyse de similitude "close kin".
- Un dernier appel doit être lancé pour obtenir les données de marquage électroniques disponibles, en établissant fermement une date de réception de ces données.
- Continuer à déployer des marques-archives, en particulier pour les juvéniles et acquérir les données de déplacement des marques-archives dans la mer Méditerranée afin d'étayer les déductions sur la taille initiale à la reproduction et la structure des populations.
- Campagne palangrière pour obtenir des échantillons pertinents pour les analyses de la reproduction, la microchimie des otolithes et les analyses génétiques.
- Obtenir des échantillons de thon rouge de l'Atlantique Sud à des fins d'assignation des populations.

Recherche sur la *Slope Sea*, notamment :

- Une prospection d'ichthyoplancton qui est conçue pour permettre des comparaisons rigoureuses de l'ampleur relative de frai dans la *Slope Sea* et le golfe du Mexique.
- Poursuite des travaux pour évaluer l'étendue spatiale des zones de nourricerie (jeunes de l'année et âge-1) du thon rouge né dans le golfe du Mexique et la *Slope Sea*. Analyses des échantillons existants de thons rouges de l'année de l'Atlantique Ouest pour déterminer si une zone de frai peut être assignée.

9.3 Autres

Compte tenu de la convergence de séries temporelles environnementales relativement longues et des outils de modélisation plus avancés pour incorporer les covariables environnementales, il est nécessaire d'envisager la façon d'utiliser les indices environnementaux dans les évaluations de stocks. Le groupe recommande que le groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks de l'ICCAT examine un ensemble de critères similaires au catalogue détaillé de CPUE pour évaluer la pertinence des indicateurs environnementaux à des fins d'inclusion explicite dans les modèles d'évaluation. Ceci pourrait inclure des considérations comme le lien entre le processus et la biologie, les paramètres du modèle que la covariable pourrait influencer et la question de savoir si un diagnostic approprié et des performances méthodologiques de la covariable ont été réalisés.

10. Adoption du rapport et clôture

En raison du temps limité, certaines analyses réalisées en appui à divers points de l'ordre du jour n'ont été examinées que partiellement en séance plénière avant la clôture de la réunion. Ces analyses sont incluses comme appendices (4 et 5) au présent rapport avec l'annotation appropriée. Le reste du rapport a été adopté pendant la réunion. La réunion a été levée.

Références

- Ailloud L.E., Laretta M.V., Hoenig J.M., Walter J.F. and Fonteneau, A. 2014. Growth of Atlantic bluefin tuna determined from the ICCAT tagging database: A reconsideration of methods. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 70(2): 380-393
- Anon. 2014a. Report of the 2014 Atlantic Bluefin Tuna Stock Assessment Session (Madrid, Spain – September 22 to 27, 2014). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71(2): 692-945.
- Anon. 2014b. Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review (Tenerife, Spain – May 7 to 13, 2013). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 70(1): 1-159.

- Anon. 2016. Report of the 2nd Meeting of the ICCAT GPYP Core Modelling and MSE Group. 21-23 January 2016, Monterey, CA USA. www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%205/MODELLING_GROUP_PHASE5_SECOND_MEETING_REPORT.pdf
- Busawon, D.S., J.D. Neilson, I. Andrushchenko, A. Hanke, D.H. Secor, and G. Melvin. 2013. Evaluation of Canadian sampling program for bluefin tuna, assessment of length-weight conversions, and results of natal origin studies 2011-2012. . ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. 70(1) 202-219.
- Butterworth, D.S., Punt, A.E. 1994. The robustness of estimates of stock status for the western North Atlantic bluefin tuna population to violations of the assumptions underlying the associated assessment models. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 42(1): 192–210.
- Corriero, A., Karakulak, S., Santamaria, N., Deflorio, M., Spedicato, D., Addis, P., Desantis, S., Cirillo, F., Fenech-Farrugia, A., Vassallo-Agius, R., de la Serna, J. M., Oray, Y., Cau, A., Megalofonou, P., Metrio, G., 2005. Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.1758) from the Mediterranean Sea. Journal of Applied Ichthyology 21, 483–486.
- Cort J.L., Estruch V.D., Santos M.N., Di Natale A., Abid N., de la Serna J.M. 2015. On the Variability of the Length–Weight Relationship for Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus* (L.), Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 23:1, 23-38, DOI: 10.1080/23308249.2015.1008625
- Di Natale A and Tensek S. 2016. ICCAT Atlantic-wide Research Programme for Bluefin tuna (GBYP). Activity report for the last part of Phase 4 and the first part of Phase 5 (2014-2015). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 72(6) 1477-1530
- Di Natale A., Tensek S. and Pagá García A. 2016. Preliminary information about the ICCAT GBYP tagging activities in Phase 5. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. 72(6) 1589-1613
- Domingues, R., G. Goni, F. Bringas, B. Muhling, D. Lindo-Atichati, and J. Walter (2016). Variability of preferred environmental conditions for Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) larvae in the Gulf of Mexico during 1993-2011. Fisheries Oceanography, 25(3): 320-336.
- Frade, F., 1950, Estudos de Pescarias do Ultramar Português Os Atuns, Colóquios J. Inv. Coloniasis.
- Frade, F. and Vilela, H., 1962, Le Thon Rouge et le Germon. Morphologie, Biologie et Pêche., Estud. Ens. E Doc., J. Inv.Ultramar.
- Fraile, I., H. Arrizabalaga, and J.R. Rooker. 2014. Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 73: 625-634.
- Francis, R.C., Aires-da-Silva, A.M., Maunder, M.N., Schaefer, K.M. and Fuller, D.W., 2016. Estimating fish growth for stock assessments using both age–length and tagging-increment data. Fish. Res. 180, 113–118. Galuardi, B., Cadrin, S.X., Kerr, L.A., Miller, T.J., Lutcavage, M. 2014. Using electronic tag data to provide transition matrices for movement inclusive population models. ICCAT SCRS/2014/177, Madrid.
- Fromentin, J.M., Bonhommeau, S., Kell, L. and Restrepo, V. 2010. Estimating the productivity of Atlantic bluefin tuna from validated scientific data. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 65(3): 1052-1057
- Galuardi B., Cadrin S.X., Kerr L., Miller J.T and Lutcavage M. 2015. Using electronic tag data to provide transition matrices for movement inclusive population models. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 71(4): 1746-1756
- Gordoa A., Sanz N., Viñas J. 2015. Individual spawning duration of captive Atlantic bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) revealed by mitochondrial DNA analysis of eggs. PloS one, 10(8), e0136733.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J.M., Gordin, H. & Lutcavage, M.E. 2014. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. Sci. Rep. 4, 7205; DOI:10.1038/srep07205
- Jennings, S., Reynolds, J.D., Mills, S.C. 1998, Life history correlates of responses to fisheries exploitation. Proceedings of the Royal Society London, Serie B 265, 333-339.
- Kerr, L.A., Cadrin, S.X., Secor, D.H., Taylor, N. 2014. Evaluating the effect of Atlantic bluefin tuna movement on the perception of stock units ICCAT SCRS/2014/170, Madrid.
- Knapp JM, Aranda G, Medina A, Lutcavage M. 2014. Comparative Assessment of the Reproductive Status of Female Atlantic Bluefin Tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. PLoS ONE 9(6): e98233.

- Lauretta M. 2015. Revision to the catch-at-size and catch-at-age estimates of western Atlantic bluefin tuna used in the 2014 update assessment. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 71(4): 1690-1709
- Lauretta M., Hanke A. and Andrushchenko I. 2016a. An index of abundance of bluefin tuna in the northwest Atlantic Ocean from combined Canada-U.S. pelagic longline data. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 72(7): 1729-1747
- Lauretta M., Hanke A. Di Natale A. and Quilez Badia G. 2016b. Atlantic bluefin tuna electronic tagging data summary. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. 72(7) 1715-1728
- NRC (National Research Council). 1994. An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna. National Academy Press: Washington, D.C. 148 pp.
- Porch, C., Turner, S.C., Powers J.E. 2001. Virtual population analyses of Atlantic bluefin tuna with alternative models of transatlantic migration: 1970-1997. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 52(3): 1022-1045.
- Richardson, D.E., K.e. Marancik, J.R. Guyon, M.E. Lutcavage, B. Galuardi, C.H. Lam, H.J. Walsh, S. Wildes, D.A. Yates, and J.A. Hare. 2016. Discovery of a spawning ground reveals diverse migration strategies in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113:3299-3304.
- Rodriguez-Roda, J., 1964, *Biología del Atún, Thunnus thynnus (L.), de la costa sudatlántica de España*, Inv. Pesq 25: 33-146.
- Rodriguez-Roda, J., 1967, *Fecundidad del atún, Thunnus thynnus (L.), de la costa sudatlántica de España*, Inv. Pesq 31(1): 33-52
- Rooker, J.R., H. Arrizabalaga, I. Fraile, D.H. Secor, D.L. Dettman, N. Abid, P. Addis, S. Deguara, F. Saadet Karakulak, A. Kimoto, O. Sakai, D. Macías, and Santos M.N. 2014. Crossing the line: migratory and homing behaviors of Atlantic bluefin tuna. *Marine Ecology Progress Series* 504:265-276.
- Santiago J., Arrizabalaga H., Ortiz M. and Goñi N. 2016. Updated standardised bluefin tuna CPUE index of the Bay of Biscay baitboat fishery (1952-2014). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 72(7): 1694-1714
- Schnute, J., 1981. A versatile growth-model with statistically stable parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 1128-1140.
- Secor, D.H., Gahagan, B.I., Siskey, M., Wingate R.A., and J.R. Rooker. 2015. Depressed resilience of bluefin tuna in the Western Atlantic and age truncation. *Conservation Biology* 29:400-408.
- Siskey, M.R., M.J. Wilberg, R.J. Allman, B.K. Barnett, and D.H. Secor. 2016. Forty years of fishing: changes in age structure and stock mixing in northwestern Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) associated with size-selective and long-term exploitation. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsw115
- Taylor, N., McAllister, M.K., Lawson, G.L., T. Carruthers, and B.A. Block. 2011. Atlantic bluefin tuna: A novel multistock spatial model for assessing population biomass. *PLOS One* <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0027693>.
- Then, A.Y., J.M. Hoenig, N.G. Hall and D.A. Hewitt. 2014. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsu
- Walter J.F and Cass-Calay S.L. *Retiré*. SCRS/2012/039. Identifying biologically implausible interannual variability in CPUE indices; with application to Atlantic yellowfin tuna:16 p.

INFORME DE LA REUNIÓN DE PREPARACIÓN DE DATOS DE ATÚN ROJO DE ICCAT DE 2016 (Madrid, España, 25-29 de julio de 2016)

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

La reunión se celebró en la Secretaría de ICCAT, en Madrid, del 25 al 29 de julio de 2016. El Dr. Clay Porch (Estados Unidos), coordinador, inauguró la reunión. Los Drs. Gary Melvin (Canadá) y Sylvain Bohommeau (UE-Francia), relatores, respectivamente, de los stocks del Atlántico occidental y del Atlántico oriental y Mediterráneo, copresidieron la reunión. Los Presidentes dieron la bienvenida a los participantes y procedieron a revisar el orden del día, que fue adoptado con algunos pequeños cambios (**Apéndice 1**).

La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 2**. La lista de documentos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 3**. Los siguientes participantes actuaron como relatores:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
Puntos 1	M. Neves dos Santos
Punto 2	S. Tensek, A. di Natale
Punto 3	G. Diaz, D. Secor, H. Arrizabalaga and L. Kerr
Punto 4	C. Palma and G. Diaz
Punto 5	D. Álvarez-Berastegui, A. Kimoto, T. Rouyer, J. Walter
Punto 6	J. Walter, D. Butterworth, C. Porch
Punto 7	D. Butterworth and T. Carruthers
Punto 8	C. Porch
Punto 9	S. Bonhommeau, G. Melvin
Punto 10	M. Neves dos Santos

El coordinador informó de que se habían presentado más de 40 documentos y presentaciones para su revisión. Debido a restricciones de tiempo, se acordó limitar a 10 minutos cada presentación, incluyendo su debate. En varios casos, los debates tuvieron que remitirse a uno de los diferentes pequeños grupos de debate que se formaron para centrarse en las tareas relacionadas con los puntos 3 a 7 del orden del día.

2 Examen de los progresos del ICCAT GBYP y de la fase 6 del programa

Durante la fase 5, se llevaron a cabo varias revisiones parciales del programa, tal y como requería la Comisión. El análisis coste-beneficios de las actividades de marcado y las prospecciones aéreas del ICCAT GBYP se llevó a cabo con éxito y los informes pueden consultarse en la página web del ICCAT GBYP, mientras que el análisis coste-beneficios de los estudios biológicos no se ha realizado debido a la falta de ofertas. La fase 5 del ICCAT GBYP finalizó oficialmente en febrero de 2016 y fue seguida inmediatamente por la fase 6. El análisis plenamente integrado de las actividades del ICCAT GBYP desde el inicio del programa (segunda revisión del ICCAT GBYP) se realizó al inicio de la fase seis, pero el informe final tiene que completarse todavía y, por tanto, aún no está disponible. El equipo de coordinación del ICCAT GBYP emprendió el análisis de los datos de las marcas PSAT del ICCAT GBYP, la revisión de los datos de las almadrabas, la revisión de la bibliografía antigua sobre madurez de atún rojo, la revisión y selección de los mejores datos comerciales, de mercado y subastas, el estudio de los juveniles del año de atún rojo en el Mediterráneo y el análisis de la base de datos de marcas convencionales de ICCAT (los informes están disponibles como documentos SCRS).

En lo que concierne a las actividades de minería de datos, en la fase 6 se iniciaron actividades adicionales de recuperación de datos para recopilar conjuntos de datos recientes e históricos que todavía faltaban en la Tarea I y en la Tarea II. Se asignó un contrato a la universidad de Stanford para la recuperación de 393 conjuntos de datos de marcado electrónico que estarán disponibles a finales de agosto. Ya se han facilitado otros conjuntos de datos electrónicos al grupo de especies de atún rojo del SCRS. A efectos de recuperación de datos en Mauritania, se llevó a cabo un breve curso de formación en julio, en el marco de la actividad de minería de datos local.

La prospección aérea se suspendió en la fase 6, mientras que las actividades de marcado PSAT prosiguieron, seguidas de actividades complementarias y limitadas de marcado convencional. Se colocaron 19 marcas electrónicas desde un cerquero turco, 15 en una almadraba marroquí, 20 en una almadraba sarda, 24 en una almadraba portuguesa, y se realizarán actividades adicionales de marcado electrónico en aguas irlandesas y en el estrecho de Messina. En esta fase se reforzó la campaña de concienciación sobre marcado en el terreno, mediante

un contrato para la producción de dos breves vídeos promocionales, y prosiguieron las actividades de recuperación de marcas y recompensas. Se ha completado la primera parte del estudio de viabilidad de marcado genético close-kin, pero el informe tiene que ser todavía aprobado y queda pendiente la decisión sobre la segunda parte.

Los estudios biológicos de la fase 6 se centran en muestreo y análisis. El muestreo biológico se intensificó este año debido a la necesidad de recoger muestras adicionales de ejemplares adultos de zonas de reproducción para el estudio preliminar de viabilidad de close-kin. Se firmaron tres contratos para el muestreo de adultos, y todavía se tiene que asignar el contrato principal para los estudios biológicos. Este año los estudios biológicos son la continuación de los trabajos realizados en las fases anteriores (por ejemplo, microelementos, formas de otolitos, genética, análisis de edad, etc.), con la introducción del análisis de marcadores genéticos microsatélite. Se han programado unas jornadas de trabajo sobre larvas para septiembre.

Se está llevando a cabo la modelación MSE, realizada sobre todo por el experto externo Dr. Tom Carruthers, cuyo contrato fue renovado. En una fase ulterior se celebrará la reunión del grupo de modelación MSE del ICCAT GBYP.

3 Examen de la información nueva e histórica sobre biología y estructura del stock

En el documento SCRS/2016/140 se indicaba que el año 2015 había sido el año más cálido en el Mediterráneo hasta la fecha, y dicho año el ICCAT GBYP presentó los posibles efectos en la biología reproductiva del atún rojo al SCRS. Actualmente, tras recopilar muestras y datos detallados sobre la presencia de juveniles del año en diferentes partes del mar Mediterráneo, es posible detectar una situación peculiar, con diferentes tallas por periodo y por zona a finales del verano-otoño y principios del invierno 2015/2016, que posiblemente sean un reflejo de reproducciones fraccionadas y diferentes tasas de crecimiento. Estos peces podrían generar problemas en el futuro en las lecturas de edad y en la clave edad-talla (ALK) al menos para los juveniles de atún rojo nacidos en 2015. Este documento proporciona también ecuaciones y curvas de crecimiento para diferentes cohortes de juveniles del año de atún rojo que han sido detectadas y que nacieron en 2015.

El Grupo debatió brevemente si las condiciones meteorológicas anormalmente cálidas en el Mediterráneo durante 2015 afectarían al stock oriental de un modo positivo o negativo. En general, las aguas más cálidas pueden dar lugar a temporadas de reproducción más largas que tienden a producir reclutamientos más elevados. Sin embargo, resulta difícil predecir si este será el resultado en todos los casos. También se preguntó sobre el modo en que estas elevadas temperaturas podrían afectar a las señales químicas en los otolitos. Se planteó la hipótesis de si las aguas más cálidas en el Mediterráneo podrían producir una señal similar a la del golfo de México. Sin embargo, se indicó que podría ser cierto lo opuesto, y que unas temperaturas más elevadas en el Mediterráneo podrían dar lugar a señales en otolitos que sean aún más diferentes de las del golfo de México. El Grupo observó que el documento describía que las tres cohortes fueron desovadas durante la temporada de reproducción, pero que en algún punto sus tallas se solaparían y no sería posible distinguir una cohorte de las otras. Se indicó que podrían utilizarse los anillos diarios de otolitos para distinguir las cohortes.

En el documento SCRS/2016/141 se presentó una breve revisión de algunos de los estudios antiguos más importantes sobre madurez sexual y biología reproductiva del atún rojo del este. Se prestó especial atención a los trabajos de Rodríguez-Roda (1964, 1967) y Frade (1950, 1962), y en particular al estudio de talla de los peces en la primera madurez. Todos estos estudios son bien conocidos, pero a menudo se olvidan en los documentos recientes sobre biología del stock. Debido a discusiones recurrentes sobre la madurez sexual del atún rojo del este, podría ser útil resumir sus conclusiones.

El Grupo acordó una vez más que a efectos de evaluación de stock es importante saber qué fracción de peces en cada edad ha alcanzado la madurez y contribuye a la reproducción. El Grupo indicó que en el documento las muestras de peces de 110 cm FL eran escasas aunque los peces muestreados de esta talla habían alcanzado la plena madurez. Dado que la mayoría los peces de las muestras eran ejemplares de 125 cm FL o más grandes, el Grupo debatió si esto podría indicar que no todos los ejemplares de 110 cm FL en la población han alcanzado la madurez y solo una fracción de estos peces está desovando.

En el documento SCRS/2016/146 se revisaba la madurez sexual y la reproducción del atún rojo en el mar Mediterráneo y en el Atlántico noroccidental con respecto al registro de investigación histórico y los actuales supuestos de ordenación. En el documento se resaltaba la necesidad de actualizar y revisar los supuestos científicos de ICCAT para el atún rojo del Atlántico occidental en el contexto de los conocimientos emergentes

procedentes de las nuevas técnicas endocrinas e histológicas que establecen una similitud con la madurez y reproducción en el mar Mediterráneo. Basándose en la confirmación del periodo de reproducción del Atlántico y del periodo de reproducción ampliado establecido mediante las larvas recogidas en Slope Sea en el Atlántico noroeste, es necesario proceder a un muestreo ampliado y con tecnología punta de reproductores de atún rojo en el reino pelágico, junto con un muestreo de larvas más amplio para obtener información sobre las características oceanográficas y espaciotemporales de las zonas de reproducción, así como sobre su variabilidad.

En el documento SCRS/2016/151 se indicaba que las pesquerías de atún rojo del Atlántico, *Thunnus thynnus* (L.) -ABFT- juveniles empezaron a desarrollarse a finales de los cuarenta (golfo de Vizcaya), mediados de los cincuenta (frente a la costa de Marruecos) y en 1958 en aguas frente a Nueva Inglaterra (Estados Unidos). Los resultados de un análisis de la población de juveniles ABFT de la parte oriental del Atlántico entre 1949 y 1962 revelan que bajo diferentes escenarios la elevada mortalidad por pesca de los grupos de juveniles (<5 años) en el periodo estudiado podría haber sido uno de los principales factores que subyacen tras el descenso de la pesquerías de Atlántico nordeste desde 1963; unas capturas de juveniles de 6.879.967 atunes rojos podrían haber dado lugar al reclutamiento limitado de juveniles en los stocks de reproductores. También se realizaron análisis para los periodos 1970-2006 y la actualidad (2009). En el primero de estos dos casos la mortalidad por pesca (F) cayó como resultado de un descenso en la captura de juveniles, sobre todo en la pesquería de Marruecos. Sin embargo, durante dichos años más de 4 millones de ejemplares de un año fueron capturados de forma ilegal en la parte atlántica del stock oriental. El descenso de F se achaca actualmente incluso más a la prácticamente total desaparición de las pesquerías de juveniles como resultado de la implementación del plan de recuperación plurianual (PRP) de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (ICCAT) que comenzó en las pesquerías del stock oriental en 2007.

En el documento SCRS/2016/154 explicaba que los modelos recientemente adoptados por el Comité Permanente de Estadísticas e Investigación de ICCAT (SCRS) para el atún rojo del Atlántico (ABFT), *Thunnus thynnus* (L.) ($RW= 0,0000159137 SFL3,020584, WEST$; y $RW= 0,0000315551 SFL 2,898454, EAST$), y de los modelos utilizados hasta la fecha ($RW= 0,0000152 SFL3,0531$, para el stock occidental; y $RW= 0,000019607 SFL 3,0092$, para el stock oriental), así como de un modelo alternativo para el stock oriental ($RW= 0,0000188 SFL 3,01247$), son analizados utilizando muestras con dos variantes (SFL (cm), RW (kg)) de 698 pares de datos ($K= 2,02 \pm 0,23 SD$, stock occidental) y 474 pares de datos ($K= 2,03 \pm 0,15 SD$, stock oriental) con el objetivo de validarlos y establecer qué modelo se ajusta más a la realidad representada por las muestras y, por tanto, tendrá mayor potencia descriptiva y predictiva. Los resultados del análisis indican que los modelos oeste y estos adoptados y que se utilizan en la actualidad subestiman claramente el peso del atún rojo reproductor, mientras que el modelo alternativo propuesto en el documento explica mejor los datos de las muestras. El resultado del análisis estadístico clásico se confirma mediante la técnica de regresión cuantil, seleccionando los cuantiles 5%, 25%, 50%, 75% y 95%. Otros indicadores biológicos y pesqueros también concluyen que los modelos OESTE y ESTE subestiman gradualmente el peso de los reproductores ABFT (de 2–3 m) en un 8–14%: el valor medio de K (1,78 y 1,82) obtenido para los reproductores (> 140 cm), utilizando los modelos adoptados representa ABFT en una condición de engorde bajo, así como la evolución de K a lo largo del año, utilizando los modelos adoptados de la relación L-W mensuales, y no representa el incremento significativo de peso que experimenta el atún rojo en la naturaleza entre agosto y diciembre

Una presentación de D. Richardson sobre una publicación reciente (Richardson et al. 2016) indicaba que el muestreo oportunista de plancton de 2013 recogió 67 larvas de atún rojo en la zona Slope Sea, situada entre la corriente del golfo y la plataforma continental del nordeste de Estados Unidos. La mayoría de estas larvas eran pequeñas (<5 mm) y los seguimientos con boyas a la deriva confirmaron que estas larvas no podían haber sido transportadas a la región desde el golfo de México. Los datos de marcado electrónico y los estudios publicados sobre reproducción apuntan a migraciones de reproducción estructuradas por talla para el atún rojo del Atlántico occidental, y respaldan una edad de madurez más joven. También cabe destacar que los seguimientos publicados multianuales de atunes rojos con marcas electrónicas muestran movimientos desde Slope Sea en un año hacia el golfo de México o al mar Mediterráneo al año siguiente.

La presentación SCRS/P/2016/037 incluía un índice oceanográfico de hábitat de reproducción de atún rojo en el golfo de México (Domingues et al. 2016). Los principales hallazgos de este estudio fueron que el índice de atún rojo capta adecuadamente la variabilidad espacial y temporal de la presencia de larvas de atún rojo. Las zonas con condiciones medioambientales favorables para las larvas en el golfo de México muestran una variabilidad espacial y temporal de un año a otro vinculada con rasgos oceánicos de mesoescala y con la temperatura de la superficie del mar. La comparación del índice de atún rojo con el reclutamiento de ejemplares de edad 0 estimado a partir de la evaluación de stock de 2014 indica que los cambios en las condiciones medioambientales reflejan un componente relevante (~58%) de la variabilidad en el reclutamiento. Es posible que este índice pueda

considerarse una aproximación para las desviaciones del reclutamiento a partir de una curva reproductor-recluta. Además las predicciones de hábitat espacial y temporal resultarán útiles a la hora de diseñar prospecciones de larvas y de evaluar las tendencias del hábitat en el tiempo.

3.1 Examen de los supuestos sobre el ciclo vital como calendarios de fecundidad, madurez, mortalidad

Fecundidad

Se presentó información al Grupo indicando que la duración de las puestas del atún rojo oriental individual es más larga (>30 días) (Gordoa *et al.* 2015) de que lo que se creía anteriormente. Además, se indicó que se había observado que las hembras desovaban tan tarde como en octubre incluso aunque sus ovarios estén ya parcialmente absorbidos (Di Natale *et al.* 2016d). Son necesarios más detalles sobre esta observación porque esto contradice la bibliografía histórica y reciente sobre la reproducción del atún rojo del Atlántico oriental. Respecto a la fecundidad, hay evidencias en la bibliografía científica de que la fecundidad por lote por gramo de peso corporal es bastante constante independientemente de la talla de los peces (por ejemplo, Corriero *et al.*, 2005; Knapp *et al.*, 2014). Sin embargo, la cuestión de la viabilidad y supervivencia de los huevos y las larvas de las hembras más jóvenes salvajes en comparación con los producidos por las hembras reproductoras más mayores sigue sin resolverse. No obstante, se indicó al Grupo que, en cautividad, la calidad de los huevos y larvas parece estar influida por la calidad de la nutrición de las hembras más que por la talla (Izquierdo *et al.* 2001).

Edad de madurez

El Grupo discutió sobre los importantes progresos realizados en el estudio y establecimiento de una edad de madurez para el atún rojo del oeste. Se indicó al Grupo que existen evidencias científicas de que el atún rojo del oeste madura a los 3-5 años (Heinisch *et al.*, 2014), de forma similar al atún rojo del este, en lugar de lo que se asume actualmente para la evaluación de stock (edad 9). Se sabe que los peces de esa edad tan joven son poco comunes en el golfo de México (GOM) en cualquier momento del año. El Grupo reconoció la nueva hipótesis que indica que atunes rojos más jóvenes podrían desovar en la zona conocida como el mar Slope, donde se han hallado larvas de atún rojo en 2013 (Richardson *et al.* 2016). Se produjo un acuerdo general en el Grupo respecto a que esta es una hipótesis prometedora que aún debe probarse. Se indicó que la recientemente propuesta edad de madurez para el stock occidental se corresponde con la edad de madurez para el stock oriental. La actual discrepancia entre las edades de madurez de cada stock ha sido difícil de justificar biológicamente, especialmente teniendo en cuenta que ambos stocks tienen curvas de crecimiento casi idénticas. Sin embargo, el Grupo reconoció que falta alguna información básica necesaria para la evaluación de stock respecto a la recientemente propuesta edad de madurez, como la contribución relativa de estos reproductores más jóvenes a la reproducción total. Tampoco se dispone de información en este momento respecto a la proporción de peces que son maduros en cada edad, a si la reproducción en el mar Slope tiene lugar cada año, ni al origen de los peces que desovan en esta zona (o incluso si los peces que desovan en esta zona constituyen un stock separado). El Grupo recordó una de las recomendaciones de la reunión de preparación de datos de atún rojo de 2013 celebrada en Tenerife (Anon 2014b) respecto al desarrollo de una ojiva de madurez para el stock occidental.

El Grupo acordó desarrollar dos vectores alternativos para la proporción de peces que contribuyen a la reproducción de la población como una función de la edad. Estos vectores debían usarse en el modelo operativo de la MSE describiendo el rango plausible de estas relaciones y deberían utilizarse para ambos stocks. Uno de los vectores (opción 1) fue desarrollado asumiendo que la madurez por sí sola determina la contribución al stock reproductor. El otro vector (opción 2) se calculó utilizando los resultados de los estudios close-kin del atún rojo del sur y trasladándolos al atún rojo del Atlántico (tabla de vectores de madurez, **Apéndice 4**). El Grupo convino también en definir los trimestres en los que el desove es posible para cada una de las áreas del modelo operativo. Las definiciones iban a hacerse exclusivamente considerando la SST (tabla de zonas de desove, **Apéndice 4**). Ambos cálculos sobre los vectores de proporción de los peces desovando y la definición de posibles zonas de desove fueron llevados a cabo por algunos miembros del grupo de trabajo. Aunque la metodología usada en ambos casos no fue exhaustivamente revisada por todo el grupo de trabajo, se aceptó que dichos valores serían transmitidos al Grupo de trabajo sobre modelación de la MSE.

Los trimestres y las zonas con posibilidad de actividad reproductiva fueron clasificados en dos categorías (sí y no) utilizando el criterio de valor medio de la SST por trimestre >20°C, asumiendo que 20°C es la temperatura mínima para que las larvas sobrevivan (SCRS/P/2016/043). Las temperaturas medias por trimestre se estimaron a partir del *monthly SST NOAA NASA AVHRR Oceans Path-finder* en una cuadrícula de celdas de 5x5. Las áreas y trimestres con una probabilidad positiva de actividad reproductiva podrían estar sobrestimados para algunas

zonas debido al amplio rango latitudinal de algunas de las zonas geográficas representadas (por ejemplo, Atlántico occidental).

Mortalidad natural

El Grupo recordó que durante la reunión de Tenerife se propuso sustituir la mortalidad natural asumida actualmente para cada stock por una función de mortalidad Lorenzen ($M=3,0.W^{-0,288}$) reescalada para que la mortalidad media de las clases de edad que están disponibles para la pesquería (edades 4+) sea igual al valor deducido de la edad máxima utilizando la relación de Then *et al.* (2014). Por ello, el Grupo reitera esta recomendación. Para estimar la función de mortalidad Lorenzen, el Grupo recomienda utilizar una edad máxima de 35 años para ambos stocks, este y oeste. Este supuesto se basa en la edad máxima obtenida en las observaciones edad-talla de atún rojo de Canadá, en las curvas de crecimiento actualmente utilizadas para cada stock y en las tallas máximas observadas de los peces desembarcados en la pesquería (de media 300 cm FL). Cort *et al.* (2015) informaron sobre un atún rojo de 725 kg y 320 cm FL, pero la edad de dicho pez no fue estimada.

Stock-Reclutamiento

Recientes ejercicios de modelación han intentado incorporar tasas de mezcla en las evaluaciones de los stocks oriental y occidental de atún rojo (SCRS/P/2016/038). El Grupo acordó que aunque existe una elevada incertidumbre en las estimaciones de los últimos años tanto de la SSB como del reclutamiento, si esto fuera el inicio de una tendencia ascendente en futuras evaluaciones podría aportar información para deducir la relación reproductor-recluta para el atún rojo del oeste.

3.2 Examen de la información sobre estructura del stock y sobre tasas de mezcla

Los términos de referencia abordados por el Grupo de mezcla son directamente aplicables a los esfuerzos del SCRS para trabajar con el Dr. Tom Carruthers y otros científicos con el fin de desarrollar un modelo operativo - marco MSE para abordar los escenarios de la estructura del stock, los supuestos sobre el ciclo vital, los movimientos estacionales sobre dinámica de la población y los puntos de referencia. Estos términos de referencia se aplican también a probables actividades de evaluación de stock del SCRS y a un esfuerzo paralelo para evaluar modelos operativos y de evaluación de la Dra. Lisa Kerr y otros colegas.

Nueva información sobre mezcla de los stocks

En 2013, un muestreo oportunista de plancton recopiló 67 larvas de atún rojo en el mar Slope, entre la corriente del Golfo y la plataforma continental nororiental estadounidense (Richardson *et al.* 2016). La mayoría de estas larvas eran pequeñas (<5 mm) y la trayectoria de boyas de deriva confirmó que estas larvas no podían haber sido transportadas a la región desde el golfo de México. Los datos de marcado electrónico y los estudios reproductivos publicados apuntan a migraciones reproductivas estructuradas por talla del atún rojo del Atlántico occidental y respaldan una edad de madurez más joven. Es notable también que las trayectorias multianuales publicadas de atunes rojos marcados electrónicamente muestran el movimiento desde el mar Slope un año y hacia el golfo de México el siguiente año.

Se presentaron aplicaciones centradas en el análisis de isótopos estables de otolitos que se centraban en la mezcla en el stock occidental. Siskey *et al.* (2016) llevaron a cabo un estudio sobre tendencias decenales en los niveles de mezcla observadas en las pesquerías estadounidenses, analizando otolitos archivados por la NMFS. Observaron una contribución sustancialmente mayor de los peces de origen mediterráneo en los 90 (48% de la contribución del stock oriental) que en los 70 (0% de contribución) y la muestra más reciente de 2009-2014 (4% de contribución). Atribuyeron la mayor mezcla en los 90 al estado de merma del stock occidental. En contraste a los recientes niveles bajos de mezcla de las pesquerías de Estados Unidos observados por Siskey *et al.* (2016) para el periodo 2009-2014, el documento SCRS/2016/130 informaba sobre un elevado nivel de mezcla en 2015. La muestra de 2015 de las pesquerías de Estados Unidos estaba muy sesgada hacia la flota recreativa, con >80% 120 cm CFL. Los autores sugirieron que este aparente cambio en la mezcla entre el periodo 2009-2014 y 2015 podría haber sido causado por contribuciones de juveniles de origen mediterráneo procedentes de una fuerte clase anual.

El documento SCRS/2016/128 presentaba un análisis comparativo de las asignaciones de origen individuales para el atún rojo muestreado en el marco del programa GBYP. Para este fin, se ha establecido una base de datos integrada de identificación de stock con ejemplares asignados al origen usando diferentes métodos

(principalmente, isótopos estables de otolitos, análisis genéticos y de forma del otolito) durante los últimos años. El análisis de la base de datos integrada reveló que las tasas globales de correspondencia entre los métodos eran razonablemente buenas teniendo en cuenta la influencia conjunta de los errores de clasificación asociados a cada método. Las tasas de correspondencia eran menores para los peces que potencialmente habían realizado migraciones transatlánticas, por ejemplo, los peces recogidos en el este que se clasificaron como originarios del oeste (de acuerdo con al menos un método) o al contrario. Esto podría reflejar la influencia del historial medioambiental en marcadores fenotípicos (química y forma del otolito). Las tasas de correspondencia entre los métodos aumentaban también cuando se utilizaban criterios de clasificación más restringidos (por ejemplo, cuando las probabilidades de que un ejemplar perteneciera a un stock determinado eran superiores a 0,7, en comparación con 0,5).

Por consiguiente, la SCRS/P/2016/032 presentaba el desarrollo de un panel de trazabilidad genética para asignar a los atunes rojos a sus lugares de nacimiento. Con este fin, los autores han reunido larvas y juveniles del año del Mediterráneo, larvas del golfo de México y juveniles del año del cabo Hatteras. Aplicando un método de secuenciación del ADN asociado con sitios de restricción (RAD) a 204 de las muestras, se descubrieron y genotipificaron más de 10k SNP y se utilizaron para determinar la estructura de la población. Sus resultados muestran una clara diferenciación genética entre el golfo de México y el Mediterráneo, y sugieren una separación entre el golfo de México y el cabo Hatteras, lo que significa que este último no puede utilizarse como referencia para el componente reproductivo del golfo de México. La información genética de las muestras del cabo Hatteras era muy preliminar porque se basaba en una pequeña muestra de juveniles del año, que fue tomada en solo un día. Respectivamente, los 144 y 38 SNP que mejor diferencian el Atlántico noroccidental del Mediterráneo y el golfo de México del Mediterráneo fueron seleccionados y genotipificados en 152 nuevas muestras. Con un panel reducido de 40 SNP, se obtuvieron respectivamente el 93% y el 60% de asignaciones correctas para las muestras del Mediterráneo y el golfo de México. Aunque este panel es el que mejor ha funcionado hasta la fecha, aún puede mejorarse, aumentando especialmente el tamaño de la muestra de referencia del golfo de México.

La información sobre composición del stock puede aplicarse en la etapa de preparación de los datos del proceso de evaluación de stock para evitar la aplicación de datos de stocks mezclados (por ejemplo, series de CPUE) a la dinámica del stock. La SCRS/P/2016/038 presentaba un enfoque revisado de la evaluación de stock para el atún rojo originario del oeste en el que los datos de entrada (captura, captura por edad, captura por unidad de esfuerzo) de la evaluación de stock más reciente de ICCAT de las pesquerías de atún rojo del Atlántico occidental fueron revisados en base a estimaciones previas de la composición del stock (Busawon *et al.*, 2013; Fraile *et al.*, 2014; Rooker *et al.*, 2014; Secor *et al.*, 2015, Siskey *et al.*, 2016). La evaluación de las pesquerías del Atlántico occidental se comparó con la evaluación de los peces de origen occidental para demostrar la sensibilidad de los resultados a la mezcla del stock, así como para demostrar un enfoque práctico de las evaluaciones que tienen en cuenta la mezcla del stock. Las estimaciones del tamaño del stock y de la mortalidad por pesca a partir del VPA del atún rojo del Atlántico originario del oeste eran, por lo general, similares a las estimaciones de ICCAT (2014) basadas en las pesquerías de stocks mezclados del Atlántico occidental. Sin embargo, las estimaciones de la SSB en la evaluación del stock de origen occidental eran inferiores en los 70 y la SSB y el reclutamiento eran mayores en años recientes (desde mediados de los 2000). La mortalidad por pesca y el reclutamiento fueron también menores en los 1980-90 en la evaluación de origen occidental. Estos resultados son preliminares y se está trabajando para mejorar el enfoque.

3.2.1 Examen del estado de la base de datos de marcado electrónico de ICCAT y respuesta a la carta del Presidente del SCRS

El Grupo debatió la respuesta a la solicitud de datos de marcado electrónico. Muchos colaboradores respondieron a la solicitud y hasta la fecha se han presentado un resume de seguimientos de la trayectoria de 770 ejemplares (**Tabla 1**). En el documento SCRS/2016/135 se presentaba una revisión de la base de datos de marcado (marcas convencionales y electrónicas) (722 seguimientos de trayectorias comunicados en el documento). La mayoría de las marcas se colocaron en el Atlántico occidental y en el golfo de San Lorenzo, respondiendo de más de la mitad de los datos disponibles (**Tabla 2**). Cuatro regiones tenían cero colocaciones, el Atlántico central norte, el Atlántico central sur, el Atlántico nororiental y el mar Caribe. De los 770 ejemplares, 242 se marcaron en el Mediterráneo o entraron en él, y 85 fueron liberados dentro del golfo de México o entraron en él, y por tanto podrían potencialmente asignarse a un stock (**Tabla 3**). El Grupo debatió la necesidad de revisar la lista de potenciales investigadores y enviar una segunda petición a los que no habían respondido. La base de datos se ha publicado en ownCloud y está disponible para el SCRS.

3.2.2 Examen/compilación de un inventario de datos de composición (genética, microelementos) por flota, área y año

Se recomendó lo siguiente en lo que concierne a la provisión y estructura de un inventario sobre estructura del stock:

- Los datos se pondrán a disposición del ICCAT GBYP para fines de enmienda de datos y archivo. Los registros se clasificarán por regiones siguiendo las mismas delimitaciones geográficas establecidas para los conjuntos de datos de marcado electrónico (Lauretta *et al.*, 2016b) y se pondrán a disposición del SCRS y de las partes interesadas y científicos asociados.
- En la medida de lo posible, los proveedores de datos estuvieron de acuerdo con el formato establecido por el ICCAT GBYP.
- El Grupo acordó requerir datos de asignación individual en vez de niveles de mezcla agregados por estratos. Los algoritmos de asignación individual varían en función del proveedor de datos, pero el grupo decidió que es probable que esto no produzca sesgos en los esfuerzos de modelación de la mezcla del stock. Aunque se sigue recomendando que se realicen trabajos de investigación en el futuro para comparar los diferentes métodos de asignación individual y de grupo. Dado que el análisis de mezcla del stock va a ser cada vez algo más común en las evaluaciones de atún rojo, el Grupo recomienda que se designe el procedimiento de clasificación de bosque aleatorio (código R) desarrollado por el Dr. Alex Hanke para su inclusión en el catálogo de paquetes informáticos del SCRS.
- Cuando se emplean múltiples métodos para asignar la población de origen al mismo ejemplar y existen desacuerdos, el grupo decidió seleccionar la clasificación determinada por: 1) la información sobre isótopos estables de otolitos, 2) la información genética; y 3) la forma del otolito. Esto se justificó basándose en que los trabajos sobre isótopos estables se someten a una revisión por pares, en la fase operativa, y en que el 90% de los ejemplares de la base de datos compilada (con 5.495 peces) tiene información sobre isótopos estables. El trabajo genético incluye dos enfoques diferentes que aún no se han sometido a revisión por pares, y aproximadamente el 15% de los ejemplares tienen información sobre origen genético. Finalmente, la forma de los otolitos puede verse influenciada no solo por el origen sino también por el ciclo vital, y menos del 3% de los ejemplares disponen de dicha información.
- Se aconsejó eliminar del análisis a las asignaciones de población de edad 0, ya que dichas asignaciones tienen otra finalidad diferente a la de la evaluación de la mezcla de stocks.

Las asignaciones individuales requerirán la aceptación del riesgo de error. Por tanto, las designaciones de stock categóricas (a saber, este u oeste) serán realizadas por el analista. Esto se consigue mediante una provisión de probabilidad de identidad del stock oriental proporcionada en el conjunto de datos. Hay algún precedente y justificación para una aceptación de una probabilidad de asignación del 70% (Fraile *et al.*, 2014).

Se constató que hay un cierto nivel de incertidumbre en las estimaciones de las matrices de movimiento y proporciones de mezcla. Esto debería reflejarse en una gama plausible de modelos operativos. Además, debido a la naturaleza altamente migratoria de esta especie, las proporciones de mezcla podrían presentar cambios a lo largo de los años y por tanto, debería incorporarse la mezcla estocástica en el modelo operativo. Dado que las tallas de población presentan diferencias entre el este y el oeste y que la mezcla estocástica podría incrementar la posibilidad de una explotación mayor del stock occidental, el grado de estocasticidad podría ser uno de los factores para medir la eficacia ordenación. Por tanto, el Grupo recomendó que los modelos operativos abarquen estos tipos de incertidumbre/estocástica.

3.2.3 Determinación de las definiciones preliminares de stock

El Grupo consideró las estructuras de población pasadas desarrolladas en la reunión sobre parámetros biológicos del SCRS de 2013 (Anon 2014b) y la nueva información pertinente sobre estructura de la subpoblación mediterránea (H. Arrizabalaga, en revisión). Los debates se centraron en las estructuras de población posibles que podrían evaluarse en el modelo operativo - marco MSE y se centraron en: (1) la nueva evidencia de reproducción en la zona Slope Sea del Atlántico noroccidental (Richardson *et al.* 2016) y (2) la evidencia acumulada de comportamientos migratorios de adultos procedentes de regiones de reproducción dentro del Mediterráneo (Arrizabalaga *et al.*, en revisión).

Reproducción en Slope Sea

Se realizarán trabajos de investigación genética de stock de origen en las larvas recogidas en la zona conocida como Slope Sea en junio y julio de 2016 y en un número limitado de larvas recogidas en 2013 y preservadas en etanol. En este momento se está procediendo a la recogida y procesamiento de muestras de plancton de 2016 (comunicación personal del Dr. Richardson).

Hasta que los resultados confirmen lo contrario, el Grupo aconsejó que los reproductores de Slope Sea se consideren parte de una población más amplia del Atlántico oeste (golfo de México, Grandes Antillas, más Slope Sea). El Grupo reconoció que Slope Sea está en un área próxima a la zona de altos niveles históricos de mezcla y que los reproductores de dicha región podrían incluir ejemplares de población del Mediterráneo. Un concepto alternativo sería que la reproducción en Slope Sea represente una población separada independiente del golfo de México y del Mediterráneo. Se indicó que una estructura de población adicional podría explicar la incapacidad de los enfoques genéticos (por ejemplo, SCRS/P/2016/32) de asignar una fracción importante de muestras de stock mezclado al golfo de México al Mediterráneo. Cualquiera de estos conceptos (mezcla de población o población separada), de probarse, tendría importantes consecuencias en el modo de modelar y evaluar la población con respecto a los puntos de referencia. Sin embargo, en este momento, en el que los nuevos descubrimientos en Slope Sea son inminentes, el Grupo aconseja que en la modelación se considere a los reclutas de Slope Sea como parte de una población más amplia del Atlántico occidental.

Estructura de contingentes y subpoblación mediterránea

Arrizabalaga et al. (en revisión) proporcionó un resumen de los conocimientos actuales sobre estructuras potenciales de población en el Mediterráneo. Básicamente, el nuevo conocimiento adquirido desde la última reunión de Tenerife (Anon 2014b) reveló vínculos entre las zonas de reproducción del Mediterráneo occidental, central y oriental y el océano Atlántico. En principio, sigue existiendo una gran incertidumbre con respecto al porcentaje de peces migratorios/residentes en cada subpoblación o contingente. Es necesario reconciliar los resultados de los diferentes estudios genéticos, pero incluso aunque no existan diferencias genéticas, si se detectan importantes diferencias de comportamiento de los peces que desovan en diferentes zonas de reproducción, podría ser necesario considerar esta subestructura en el procesamiento de ordenación. El conocimiento actual y los esfuerzos de investigación proporcionan una oportunidad limitada de revolver las hipótesis de contingentes, pero la información del marcado electrónico a largo plazo así como los estudios genéticos close-kin resultarían útiles.

3.3 Revisar /desarrollar matrices de movimiento (probabilidad de presencia en una región, entre las regiones del modelo de 8 cajas, por stock, mes del año y clase de talla)

Se han evaluado las influencias de la mezcla del stock en las evaluaciones de atún rojo mediante el desarrollo de matrices de movimiento. Butterworth y Punt (1994) y NRC (1994) estudiaron el modo en el que la inclusión de la mezcla podría afectar a los resultados de las evaluaciones de stocks de atún rojo utilizando un modelo transferencia-cajas en tiempo discreto. Porch et al. (2001) realizaron un análisis de sensibilidad de los resultados del VPA para la mezcla de stocks utilizando un modelo que integra información sobre marcado de atún rojo (VPA- modelo de dos cajas). Taylor et al (2011) desarrolló estimaciones de movimiento utilizando estimaciones basadas en gravedad y transferencia de masas como métodos alternativos para aportar información al modelo que integra información sobre marcado, estructurado por edad y multi-stock. Estas estimaciones se basaron en una combinación de marcado electrónico, marcado convencional, química de otolitos y datos de CPUE. El método de transferencia de masas estima todas las celdas de la matriz "fuera de la diagonal" (a saber, coeficientes de transferencia de una zona a otra). Este enfoque puede ser más robusto, sin embargo, debido al número de parámetros, este método puede hacer que la convergencia del modelo resulte difícil. El método de gravedad estima un coeficiente de "atracción" para cada zona para calcular la residencia, y el movimiento se deriva a partir de la atracción relativa de otras zonas en dicha temporada. Este enfoque reduce el número de parámetros que se tienen que estimar, pero las estimaciones podrían no ser realistas debido a esta simplificación. En Lauretta *et al.*, 2015 se incorporaron los enfoques de transferencia de masas y gravedad para estimar las matrices de movimiento y aportar información al modelo operativo de mezcla del stock. En Galuardi *et al.*, (2015) paquete R "sattagsim") y la presentación SCRS/P/2016/032 utilizaron simulaciones de advección/difusión de población para combinar diferentes fuentes de datos de marcado electrónico con el fin de calcular la matriz de probabilidad de movimiento estacional subyacente (a saber, matriz de Markov completa de los movimientos desde/hacia todas las áreas). Este enfoque estima el movimiento fuera del modelo de evaluación, evitando los efectos interactivos de la selectividad, mortalidad por pesca y otros supuestos. Existen varios usos posibles de estas estimaciones en el modelo operativo para respaldar la MSE, y se ha desarrollado un paquete R

asociado que está disponible. El enfoque más sencillo sería asumir que se conocen con exactitud las matrices de movimiento derivado e integrar dichas matrices en el modelo operativo para, de este modo, evitar la estimación simultánea del movimiento en el modelo operativo. Esto simplificaría en gran medida la estimación, sin embargo puede generar una distribución espacial de ejemplares predicha por el modelo que no pueda conciliarse con otra información de la pesquería (por ejemplo, la predicción de pocos peces en una zona o temporada determinada en la que hay importantes capturas de peces). Una opción intermedia alternativa sería utilizar el método para derivar una distribución previa de probabilidades de movimiento. Esto proporcionaría los beneficios que supone una mejor definición del problema de estimación, lo que permitirá, al mismo tiempo, dotar de flexibilidad a la modelación del movimiento a la luz de otras observaciones de la pesquería. Las matrices de movimientos estimados también tienen otros usos potenciales, como la asignación probabilística de stock de origen para trayectorias origen desconocido y la predicción de la distribución estacional de ejemplares de uno o más stocks. Las aplicaciones futuras de las matrices de movimiento seguirán dependiendo en gran medida de la adquisición y recopilación de datos de seguimiento de trayectorias del mercado electrónico (véase la sección 3.2.1).

3.4 Examen de los progresos alcanzados en las claves edad-talla

Se presentaron cinco documentos en relación con la determinación directa de la edad, las claves edad-talla y el crecimiento.

El documento SCRS/2016/134 presentaba una comparación actualizada de las estimaciones de edad a partir de otolitos y espinas del mismo ejemplar, con la intención de analizar si es posible utilizar ambas estructuras para obtener claves edad-talla para esta especie. La correspondencia entre las estimaciones de edad a partir de otolitos y espinas era buena para los atunes rojos menores de 14 años, con menos de un año de diferencia entre las medias para cada edad. Las pruebas de simetría presentaban distribuciones asimétricas de las edades. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas entre los parámetros de crecimiento estimados a partir de ambas partes duras. Los autores sugirieron utilizar las lecturas de ambas estructuras para construir claves de edad-talla para el atún rojo con una edad inferior a 14 años.

Se planteó una pregunta acerca de la influencia de la vascularización del núcleo de las espinas de las aletas en la comparación de edades y los autores confirmaron que se había aplicado una corrección para esto. Se sugirió también usar una prueba estadística X^2 para determinar en qué punto la simetría de edades no se mantiene ya.

El documento SCRS/2016/133 analizaba la información disponible sobre determinación directa de la edad en la última década del atún rojo del Atlántico capturado en la zona oriental de ordenación. Para investigar las diferencias entre las ALK, se ajustó una función de crecimiento estándar von Bertalanffy (VB) a los datos de talla por edad para cada estrato. Para todas las ALK disponibles se halló una pobre convergencia del ajuste VB a la talla asintótica debido a la escasez de ejemplares mayores. Después de estos análisis se identificaron algunos registros como datos atípicos (surgidos al leer temas metodológicos) y se eliminaron de la base de datos.

El documento SCRS/2016/143 analizaba todos los datos existentes en la base de datos de marcas convencionales de atún rojo de ICCAT, para extraer los datos que podrían utilizarse para detectar el crecimiento en libertad con una elevada confianza. El análisis reveló que pueden usarse muy pocos datos al considerar la longitud a la horquilla recta y el peso vivo sin aplicar primero un factor de conversión. Se plantearon preguntas acerca del propósito de este documento ya que esta base de datos fue examinada exhaustivamente en Ailloud *et al.* (2014) y se halló que tiene información de alta calidad, útil para estimar parámetros de crecimiento después de que los datos fueran sometidos a procedimientos de control de calidad estrictos. Además, la base de datos se ha utilizado para obtener estimaciones de crecimiento junto con datos de otolitos (SCRS/2016/147).

El documento SCRS/2016/147 utiliza las mejoras en la determinación de la edad a partir de otolitos junto con los avances en la modelación de los datos de marcado-recaptura para proporcionar una actualización de la curva de crecimiento del atún rojo del Atlántico occidental. Desde la última estimación de parámetros ($n=146$) se ha determinado la edad de una muestra mucho más grande de otolitos ($n=3.779$) y se han hecho correcciones en la determinación de la edad para evitar el sesgo. Para los datos de marcado, los nuevos enfoques de verosimilitud máxima producen ahora parámetros de crecimiento directamente comparables cuando son estimados a partir de otolitos y de datos de marcado. Las estimaciones de los parámetros de crecimiento fueron derivadas de un análisis integrado de ambas fuentes de datos utilizando el marco “Aires-da-Silva-Maunders-Schaefer-Fuller with correlation” (AMSFc) (Francis *et al.*, 2016). Se consideraron dos casos diferentes del modelo de crecimiento de Schnute (1981): el modelo Richards y el modelo von Bertalanffy. Los resultados sugieren que la curva de Richards produce un ajuste mejor. Ambas curvas siguen una trayectoria similar hasta la edad 16, después de la cual divergen una de otra. El modelo Richards soporta una talla media asintótica menor ($L_{\infty}= 263,77$ cm FL) que

el modelo actualmente utilizado en la evaluación de stock ($L_{\infty} = 314,9$ cm FL). Los autores discutieron las implicaciones de este cambio para el proceso de evaluación de stock. En la discusión que siguió a la presentación se reconoció que el nuevo modelo había proporcionado una valiosa contribución y se solicitó una reestimación sin las observaciones de la edad 1 y la edad 2 porque podrían estar sesgadas por la subselección de ejemplares de crecimiento más lento bajo una selectividad específica de la talla.

3.4.1 Evaluar el rendimiento de varios enfoques ALK y separación de cohortes (filo de cuchillo)

Una presentación relacionada con el uso de claves edad-talla híbridas para mejorar las estimaciones de composición por edades trataba sobre cómo tener en cuenta la escasez, en algunos años, de muestras con la edad determinada. En años sin peces con la edad determinada en un intervalo de talla, la sugerencia es usar la separación de cohortes, en los años con datos adecuados para crear una clave, se sugiere usar la clave. El enfoque "híbrido" se aplica cuando hay menos de 20 lecturas de edad en un intervalo de talla. En este caso, se sugiere promediar el resultado de la separación de cohortes y de la clave edad-talla con el peso w para la clave, siendo $w = n/20$ para $n < 20$ y $w = 1$ para $n = 20$ o más; aquí n es el número de peces con la edad determinada en el intervalo de tallas.

Se encargó a un pequeño grupo de trabajo que evaluara varios enfoques de ALK y de separación de cohortes de una forma objetiva. El Informe se incluye en el **Apéndice 5**.

3.4.2 Desarrollar claves de edad-talla preliminares para cada stock

Se encargó a un pequeño grupo desarrollar una ALK preliminar para cada stock y los detalles se incluyen en el **Apéndice 5**.

3.4.3 Examinar el potencial de desarrollar claves de edad-stock-talla

Un pequeño grupo consideró el potencial de desarrollar claves edad-stock-talla y los detalles se incluyen en el **Apéndice 5**.

4 Examen de la captura nominal de Tarea I

Esta sección describe el estado actual de las estadísticas de Tarea I (T1NC: capturas nominales) y Tarea II (T2CE: captura y esfuerzo; T2SZ: talla real; T2CS: captura por talla, declarada por las CPC), con el objetivo de que el Grupo la valide y la apruebe. Esta revisión tiene en cuenta las mejoras realizadas con la incorporación de la nueva información disponible (recuperaciones históricas del GBYP, muestras de talla de atunes de granjas, muestras de talla de las cámaras estereoscópicas, etc.) y se centra también en las mejoras requeridas para la próxima evaluación del stock de atún rojo (prevista para 2017).

4.1 Examen de las estadísticas de Tarea I a utilizar para las proyecciones actualizadas de 2016

La Secretaría presentó al Grupo las estadísticas actuales (hasta la fecha) de T1NC para los stocks del este (**Tabla 4** y **Figura 1**) y el oeste (**Tabla 5** y **Figura 2**). Las capturas de los tres últimos años (2012-2014) son preliminares y 2015, incompletas. Se hizo una estimación preliminar de las capturas de 2015 (para las proyecciones actualizadas de 2016) usando las capturas preliminares proporcionadas durante la reunión por los científicos nacionales (dos stocks) y usando también las capturas del BCD (programa de documentación de capturas de atún rojo) para el stock oriental. Desde la reunión del SCRS de 2015 no se han hecho cambios a las capturas de T1NC anteriores a 2013.

Tal y como solicitó el Grupo en 2015, la Secretaría presentó una comparación entre las capturas anuales de T1NC y de los BCD. La **Tabla 6** (y la **Figura 3**) resumen la información de los BCD actualmente disponible en ICCAT (número, peso total y número total de peces) entre 2008 y 2016 por stock. De un total de 18942 BCD expedidos desde 2009, aproximadamente 449 (cerca del 2%, que representan 890 t y 18837 peces) no pueden ser asignados a ningún stock (geográficamente indefinidos). Además, se identificaron otros tipos de omisiones/incoherencias/errores (omisiones en el número de peces capturados y/o peso de la captura, sin fecha de captura, arte indefinido, etc.) que no permiten utilizar sus capturas respectivas en ningún caso. Los detalles de estas incoherencias se presentan en la **Tabla 7** por pabellón, año y stock. Sin considerar estos problemas, las capturas globales de los BCD y la T1NC entre 2008 y 2015 son muy similares en el stock oriental (**Tabla 8**). La información de BCD para el stock occidental es escasa (el BCD se desarrolló para el atún rojo oriental) y por tanto no puede compararse con la T1NC. Sin embargo, hay algunas pequeñas excepciones (principalmente

lagunas en la T1NC y muy pocos casos con subestimaciones en la T1NC). El Grupo se mostró de acuerdo en que la información de los BCD es un instrumento útil para validar y obtener capturas provisionales de T1NC (como se hizo aquí para las capturas de 2015) para el stock oriental. En algunos casos, pueden usarse también para rellenar las lagunas de la T1NC. No obstante, deben solucionarse las incoherencias halladas en casi 450 BCD antes de intentar utilizar dichos BCD para rellenar las lagunas de la T1NC. El problema de los artes sin clasificar (códigos de arte: SURF + SPOR + UNCL) de la T1NC, identificado hace varios años en ambos stocks, continúa siendo problemático (**Figura 4**) y no se ha hecho ningún progreso para solucionarlo. En los 50 y los 60, en más del 25% de todas las capturas falta una asociación de arte en ambos stocks. La región del Mediterráneo (stock oriental) es el peor caso y en los 80 se produjo el mismo problema (casi el 25% de Tarea I sin arte). El Grupo estableció un plan de trabajo (**Tabla 14**) para, entre otros objetivos, reducir las capturas de artes desconocidos al mínimo. Esta tarea debe lograrse antes de la reunión de preparación de datos de 2017.

Para 2017, el Grupo adoptó otros cambios para la T1NC. Las series de captura históricas de almadrabas de UE-España, UE-Portugal, Marruecos y UE-Italia recuperadas/revisadas en el marco del Programa GBYP (SCRS/2016/139) fueron finalmente aprobadas por el Grupo. La Secretaría enviará estas series de captura a cada una de las CPC mencionadas para su adopción formal.

4.2 Examen de los envíos de las CPC de metadatos describiendo la calidad de las estadísticas enviadas

Los catálogos de ICCAT de Tarea I (cantidades de T1NC) y la correspondiente Tarea II (T2CE y T2SZ/CS) almacenados en el sistema de bases de datos de ICCAT (es decir, comunicadas para todos los años por las CPC de ICCAT) se presentan en la **Tabla 9** (región del Atlántico del atún rojo del este), **Tabla 10** (atún rojo del este del Mediterráneo) y **Tabla 11** (atún rojo del oeste). Los catálogos incluyen la mayor parte de las recuperaciones de datos del GBYP, la mayor cantidad de muestras de las cámaras estereoscópicas y la (primera estimación) de las muestras del equivalente en estado salvaje del cerco (descontado el crecimiento en talla durante el periodo de engorde) del atún rojo sacrificado en las granjas (2005 a 2013). Algunos conjuntos de datos de TII (tanto T2CE como T2SZ) declarados durante las dos últimas semanas aún deben ser integrados en el sistema de bases de datos de ICCAT.

4.3 Examen de los progresos de las CPC en sus envíos de datos de talla de Tarea II para incluir las muestras de talla reales utilizadas para estimar la captura por talla y utilizando las nuevas conversiones talla/peso

En relación a la tarea en curso de armonización de frecuencias de talla de Tarea II (T2SZ), durante el último año se han realizado pocos progresos. Como se muestra en la **Tabla 12**, la T2SZ mantiene a nivel global (todos los pabellones y pesquerías) niveles razonables de heterogeneidad estructural y escasa resolución en el tiempo (elevadas cantidades de conjuntos de datos/peces por año y trimestre), muchos tipos de estratificación geográfica (cuadrículas de 1x1, 5x5, 5x10, 10x10, 10x20, áreas de muestreo) varios tipos de frecuencias (FL, SFL, CFL, LD1, WGT, etc.) y diversos intervalos de tallas (1, 2, 5, y 10 cm/kg). De forma similar, la información de T2CS (**Tabla 13**), con niveles similares de heterogeneidad estructural, no ha mejorado en el último año. La revisión completa presentada por Japón (SCRS/2016/123) DE T2SZ y T2CS (1973 a 2011) contribuye de forma importante a la armonización de la Tarea II (componente LL).

4.4 Examinar y hacer las revisiones finales de la Tarea II validando e integrando en las estadísticas de captura por talla la nueva información procedente de las granjas, el sacrificio y las cámaras estereoscópicas, así como de otras fuentes de información

La Secretaría presentó al Grupo la versión preliminar de la captura por talla "totalmente" revisada (CAS, 1950-2013), preparada, como estaba previsto, para la evaluación de stock de 2014. Esta estimación preliminar ya incluye una gran parte de las nuevas muestras de talla del GBYP recuperadas y las muestras del equivalente en estado salvaje del cerco derivadas (usando las "antiguas" relaciones talla/peso) de las muestras de atunes de granja. Esta versión preliminar de la CAS podría utilizarse como base para desarrollar una CAS final totalmente revisada. Debe hacerse un esfuerzo conjunto (científicos de las CPC, Secretaría, GBYP) para lograr este objetivo. El plan de trabajo presentado en la **Tabla 14** se creó específicamente para este fin.

5 Evaluar los índices disponibles para su uso en la próxima evaluación (incluida la tabla de criterios sobre los índices)

5.1 Examinar los índices utilizados actualmente y las actualizaciones para la reunión del Grupo de especies de 2016

Para el atún rojo oriental, se presentaron al Grupo dos series actualizadas. Como el índice conjunto con las almadrabas españolas llegaba hasta 2013, se presentó la serie de almadrabas marroquíes del Atlántico para el periodo 1986-2015 (SCRS/2016/136). El índice estandarizado presentaba un aumento sustancial en 2012 y permanecía en un nivel elevado desde entonces. Los datos incluían los peces liberados al sobrepasar la cuota y se observaron mejoras gracias a la estandarización, pero se sugirió tener en cuenta el efecto de la ordenación basada en la cuota en la estandarización de la CPUE. Se indicó que los peces fuera de cuota habían sido estimados por los buzos de la almadraba y que la cobertura geográfica estaba concentrada. La serie de CPUE actualizada de la pesquería de palangre japonesa en el Atlántico noreste para 2016 permanece en un nivel elevado desde 2010, respaldada por la clase anual de 2003 y siguientes (SCRS/2016/122). El Grupo reconoció que la concentración geográfica de sus operaciones era el resultado de temporadas de pesca cortas, de elevadas tasas de captura y de la cuota actual. El índice de cebo vivo de España en el golfo de Vizcaya (Santiago *et al.* 2016) no pudo ser actualizado debido a la falta de actividad pesquera durante los últimos años. En 2015 se inició una prospección acústica (SCRS/2016/137) que podría proporcionar información adicional acerca de las tendencias en la abundancia local en el futuro, pero que fue considerada demasiado preliminar para la actual evaluación.

Se presentó, para el atún rojo occidental, el índice actualizado de la pesquería de palangre japonesa hasta el año pesquero 2016 (SCRS/2016/122). El esfuerzo de palangre en el Atlántico noroccidental en años recientes se ha concentrado en aguas de Canadá de noviembre a febrero, y se ha observado una presencia casi 100% positiva de atún rojo en noviembre de 2015. Las CPUE relativamente elevadas del palangre en el Atlántico oeste y noreste se han visto respaldadas principalmente por la fuerte clase anual de 2003 y de los años siguientes. Las operaciones en septiembre y octubre no han sido incluidas en este índice, sin embargo, en años recientes se han observado operaciones que no solo se dirigen al atún rojo. Se observó que se requerirá una consideración minuciosa al utilizar estas series japonesas de CPUE en las evaluaciones de stock.

5.2 Examen de los nuevos índices con potencial para ser utilizados en la evaluación de 2017

Se presentaron, para el atún rojo oriental, tres índices de CPUE y cuatro índices independientes de la pesquería. La serie actualizada de la almadraba del Algarve que opera en aguas de la costa meridional de Portugal (Algarve) indicaba una tendencia ascendente generalmente coherente con otros indicadores pesqueros (SCRS/2016/118). Sin embargo, se planteó cierta inquietud acerca de la posibilidad de estandarizarla para tener en cuenta la implementación de la cuota y debido a la falta de datos mensuales.

Se presentaron dos series de índices de CPUE del cerco. Se puso de relieve la dificultad fundamental para cuantificar el esfuerzo proporcional a la tasa de mortalidad por pesca para los cerqueros. Respecto a las pesquerías de cerco, se indicó que las investigaciones recientes sobre estandarización del cerco han sido realizadas. Se observó que la CPUE nominal actualizada (captura por día) de los cerqueros de Balfegó (2000-2016) presentaba una buena correlación con los índices japoneses (SCRS/2016/132). El análisis GLM demostró que solo era significativo el efecto año. Se presentó una serie de CPUE actualizada para los cerqueros tunecinos en el Mediterráneo central de 2009 a 2015 (SCRS/2016/148).

Las prospecciones aéreas francesas de atún rojo juvenil en el Mediterráneo noroccidental, desde 2000 a 2015, presentaban un aumento general en la abundancia y cambios en la distribución espacial entre principios de los 2000 y el periodo 2009-2015 (SCRS/2016/153). Se halló que los diagnósticos de los análisis de sensibilidad de evaluaciones anteriores eran satisfactorios. Se indicó que este índice se refería a una densidad de bancos y no a la abundancia de peces individuales y que podrían verse mejoras teniendo en cuenta los cambios en la detectabilidad relacionados con factores medioambientales, incluido el movimiento de los peces. Las prospecciones aéreas de reproductores del GBYP cubren actualmente cuatro años (Di Natale y Tensek, 2016). Se plantearon inquietudes respecto a la intercalibración de la prospección y a la densidad de transectos entre áreas.

Se presentó un posible índice de supervivencia de las larvas basado en datos empíricos procedentes de experimentos de cría de huevos y larvas (SCRS/P/2016/043). El índice, que cubre los años 2000 a 2015, identificó una buena supervivencia de las larvas en 2003 alrededor de las islas Baleares, correspondiente a los elevados reclutamientos ya comunicados por ICCAT, mientras que para 2013 se estimaron unas pobres condiciones. Se destacó el interés de este índice pero se sugirieron más desarrollos para que pudiera considerarse

su inclusión, de alguna forma, en una futura evaluación de stock. Debido a las diferencias entre cómo los modelos de evaluación necesitarán incorporar los factores medioambientales, los tratamientos más adecuados de las covariables medioambientales serán una recomendación al Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock.

Se presentó la actualización de la prospección de larvas en el Mediterráneo occidental (islas Baleares) hasta 2014 (SCRS/P/2016/041) Se calcularon tres índices larvales diferentes. Los tres modelos mostraban una tendencia ascendente a lo largo de los últimos años y se halló una correlación con la SSB. El modelo de abundancia de larvas considerando las variables relacionadas con la calidad del hábitat larval funcionó significativamente mejor. Se indicó que las características de la prospección cambiaban a lo largo del tiempo y que se aplicaron métodos de estandarización a la serie temporal. Se sugirió investigar las razones subyacentes del elevado valor obtenido en 2014.

Para el atún rojo del oeste, se presentaron dos nuevos posibles índices de abundancia. La prospección acústica del golfo de San Lorenzo (SCRS/P/2016/034) se comparó con el índice de caña y carrete del golfo de San Lorenzo y mostraba tendencias similares, pero con una menor variación interanual en la prospección acústica. Se mencionó que los dos primeros años de la serie podrían tenerse que truncar debido a potenciales sesgos procedentes de ceros en los datos. El índice acústico no fue estandarizado y se observó que después de 2015 se produjo un cambio en el buque de la prospección, lo que podría haber tenido como resultado un cambio en la detección de atún rojo. El Grupo indicó que la prospección acústica podría ser una buena posibilidad para probar las normas de control de la captura debido a la escasa variación interanual. El índice de reclutamiento larval para el GOM basado en el índice oceanográfico del golfo de México proporcionaba estimaciones de variación anual en la idoneidad del hábitat de desove (SCRS/P/2016/037) y capturaba la variabilidad espacio-temporal en el hábitat donde hay larvas. Las áreas con condiciones medioambientales favorables para las larvas en el GOM presentan cada año una variabilidad espacial y temporal vinculada a las características oceánicas de mesoescala y a la temperatura de la superficie del mar. La variabilidad interanual en el índice se debe principalmente a la temperatura de la superficie del mar. Se sugirió que la modalidad del mejor enfoque para la inclusión en la evaluación de stock de índices basados en datos medioambientales debería ser investigada por el Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stocks.

5.3 Examen de los progresos realizados en la obtención de índices de CPUE combinados

El pequeño Grupo de trabajo fue establecido para explorar la viabilidad de combinar los datos de captura y esfuerzo de palangre no agregados de Canadá, Japón, México y Estados Unidos en el Atlántico occidental. La conclusión del taller fue que el solapamiento espacial se observaba cuando se evaluaban los datos agregados, y esto animó al pequeño grupo a proceder a combinar los conjuntos de datos uno por uno (el Informe del Taller se presentará al SCRS en los Grupos de especies). No se tomará una decisión sobre si utilizar los datos agregados para un índice combinado hasta después de que los detalles sobre la estandarización y los diagnósticos de los datos sean revisados en algún momento de este otoño. Si parece que puede derivarse un índice combinado, se propondrá una segunda reunión del Grupo a principios de 2017 para desarrollar diagnósticos y enfoques de modelación adecuados para evaluar el rendimiento de los índices de la flota combinada.

Se evaluaron las características generales de todos los índices disponibles mediante una lista de criterios sugerida por el Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock (**Tablas 15 y 16**). Las fueron rellenas primero para cada índice por cada científico a cargo del índice. Posteriormente, el Grupo discutió y modificó cada entrada. El Grupo se mostró de acuerdo en dejar de asignar puntuaciones numéricas a las entradas y sugirió otros cambios. Las dos filas relacionadas con la plausibilidad biológica fueron sustituidas por una sola fila (discusión más abajo). Se añadió una fila para "otros comentarios" y se aumentó la fila que describe la continuidad de la CPUE con el número de años representado y el alcance de los años cubiertos por el índice (por ejemplo, 12 de 15 años). Para los índices independientes de las pesquerías, el criterio "fracción de captura" se cambió a "proporción del stock cubierta".

Se indicó que la continuidad de los índices potenciales a incluir en la evaluación de stock debería garantizarse en cierta medida para los siguientes años. Se destacó también la disponibilidad de la cuantificación de la incertidumbre asociada a cada índice para considerar su inclusión en el modelo de evaluación. El Grupo acordó mostrar todos los índices disponibles. El Grupo no hizo ninguna selección de los índices para la próxima evaluación de stock de 2017. En la próxima reunión de preparación de los datos se revisarán las tablas, cuando se haga también la selección de los índices.

Durante la reunión, se revisaron los resultados de los análisis de la variabilidad interanual del índice y la desviación de la dinámica asumida del modelo de producción (SCRS/2012/039). Este ejercicio es un diagnóstico que puede destacar los índices como teniendo mucha o muy baja variación interanual, datos atípicos o tendencias sistemáticas que podrían ser indicativas de que no se ha tenido en cuenta el error de proceso. El ejercicio es muy útil para evaluar los índices que podrían reflejarse o ser utilizados en modelos de producción (por ejemplo, índices de SSB, de biomasa total), no obstante puede destacar el comportamiento peculiar de los índices en índices específicos de la edad que se prevé que varíen con la variabilidad en la fuerza de la clase anual. Hacer este análisis requiere hacer un supuesto sobre la tasa intrínseca de crecimiento de la población (r). Los valores se tomaron de Fromentin *et al.* 2010 y fueron: para el WBFT: 0,84 y para EBFT: 1,54. Estos valores se estimaron a partir de rasgos del ciclo vital (Jennings *et al.* 1998) y están relacionados con la productividad de un stock, no con el valor absoluto de la tasa intrínseca de crecimiento de la población. Este proceso requiere también un supuesto de la tasa del nivel inicial de biomasa relativa a K al inicio del marco temporal del índice (que se asume es 0,5 para cada índice), la tasa máxima de descenso anual de la biomasa (que se asume es 0,5 o 50% de la población que puede extraerse en un año). En general, la mayoría de los índices mostraba elevados CV interanuales, con algunos por encima de 1. Un índice de cerco presentaba muy poca variabilidad, indicativa de una posible hiperestabilidad. Cerca de la mitad de los índices presentaban desviaciones sustanciales respecto a la dinámica asumida del modelo de producción (>50% fuera de los límites plausibles) (**Figuras 5 y 6**). Por último, muchos índices presentaban desviaciones positivas en los años más recientes, un marco temporal en el que los impactos reglamentarios han influido sustancialmente en todos los índices dependientes de la pesquería. Tomado cualitativamente, esto sugiere bien que el marco asumido del modelo de producción excedente no es adecuado, o bien que los índices podrían no reflejar muy bien los supuestos del modelo de dinámica de la población.

6 Examen de los métodos de evaluación

6.1 Examen de los modelos actuales y mejoras propuestas

La SCRS/P/2016/038 presentaba el progreso realizado en la incorporación de la mezcla de stocks en la evaluación VPA del atún rojo del Atlántico mediante el uso de información sobre la composición del stock derivada de otolitos para revisar las entradas de datos.

6.2. Examen de los nuevos modelos que se están considerando para la evaluación de 2017

El documento SCRS/2016/152 presentaba una descripción de la metodología de evaluación de la captura por talla estadística (SCAL), cubriendo tanto la formulación de la dinámica de la población como la verosimilitud logarítmica penalizada utilizada para ajustar los datos. Se facilitaron los datos de entrada de los valores de parámetros para las recientes aplicaciones al Atlántico este y el Mediterráneo, así como al atún rojo del Atlántico occidental, junto con los datos usados en dichas ocasiones. El enfoque, tal y como fue presentado, es aplicable solo para separar los stocks occidental u oriental y Mediterráneo, y no puede abordar explícitamente una situación en la que estos dos stocks se mezclan. Esta presentación tenía como intención servir como un paso inicial en el proceso de consideración de esta metodología para su posible uso en el proceso de actualización de la evaluación de 2017.

6.3 Examen del estado del catálogo de software de evaluación de stock de ICCAT

En el marco del Plan estratégico para la ciencia del SCRS para 2015-2020, se acordó consolidar el catálogo de software de evaluación de stock y asegurar el mejor uso de los modelos de evaluación de stock que deberían estar plenamente documentados.

Para hacer esto, se acordaron tres estrategias en el Plan estratégico:

- 1.3.1 Actualizar el catálogo actual de software de métodos de evaluación de stock para eliminar el software desfasado y actualizar las versiones del software que se están utilizando actualmente.
- 1.3.2 Garantizando que todo el software utilizado en las evaluaciones más recientes se corresponde con las versiones del software.
- 1.3.3 Asegurando que todo el software está bien documentado y cuenta con un manual de usuario y el código.

El objetivo mensurable para el Catálogo de software en el marco del Plan estratégico es reactivar el Grupo de trabajo sobre el catálogo de software de evaluación de stock y revisar los protocolos de inclusión y actualización del software utilizado para las evaluaciones de stock a la vez que se mantiene depósito histórico para el control de las versiones. En 2015 se finalizó una revisión de los protocolos actuales con la participación de los relatores

de los Grupos de especies y el principal cambio es recomendar que se use un sistema de control de versiones para hacer un seguimiento de los cambios en el software. Véase: github.com/ICCAT/software/wiki/1.-Introduction

7 Grupo de modelación MSE del GBYP

7.1 Examen de las actividades relativas al desarrollo de MSE/MP

El Dr. T. Carruthers realizó presentaciones sobre temas que han surgido de acondicionar de forma preliminar los modelos operativos para el atún rojo del Atlántico (SCRS/2016/145), incluidas las necesidades en cuanto a datos más destacadas, y el progreso en las pruebas de simulación (SCRS/2016/144).

7.2 Examen, discusión y finalización de las especificaciones técnicas para las MSE/MP

A continuación se describen las definiciones de estructura de la flota propuestas para el modelo operativo y las especificaciones provisionales para los modelos de evaluación. Se observa que para los modelos de evaluación de stock podría ser necesaria alguna flexibilidad en estas especificaciones a la espera de examinar los diagnósticos de los ensayos iniciales del modelo, especialmente dado que los modelos no espaciales podrían necesitar incorporar alguna flexibilidad permitiendo a la selectividad modelar cambios espaciales en una flota.

- Palangre (2 flotas): Japan_longline, Other_longline
- Cebo vivo (2 flotas): BBPre2009, BB2009onwards
- Cerqueros (5 flotas): PSMedRecent_2009onwards, PSMedLarge_Pre2009, PSMedSmall_Pre2009, PSWestern_Pre1987, PSWestern_1987onwards. Se definirá la separación precisa de flotas de cerco pequeñas frente a grandes en el Mediterráneo, de acuerdo con el trimestre y el pabellón.
- Almadrabas (2): TPPre2009, TP2009onwards
- Caña y carrete (2): RRCan, RRUS, solo utilizan datos completos desde 1988 en adelante debido a que antes de este año faltan datos de algunas flotas.
- Todas las demás flotas (1).

Esto suma un total de 14 flotas. Muchas flotas se separaron en 2009 debido al impacto de la Resolución 08-05, que afectó a las operaciones de las flotas.

7.3 Recomendar estadísticas de Tarea I y Tarea II, índices de abundancia y otra información para utilizarla para las MSE/MP

El proyecto de documento denominado *Especificaciones para ensayos de MSE para el atún rojo en el Atlántico norte*, desarrollado durante la reunión de Monterrey, incluía diversos temas específicamente aplazados hasta esta reunión de preparación de datos para tomar una decisión final. Dichas decisiones se establecen a continuación, siendo las referencias de las tablas a dicho documento a menos que se indique lo contrario.

- Tabla 2.1 (perspectiva general de los datos disponibles que podrían utilizarse). El conjunto de datos CATDIS de ICCAT y el conjunto de datos de frecuencias de tallas de atún rojo de ICCAT son las fuentes de las observaciones de captura y de composición de la captura, respectivamente. Estos datos están ahora disponibles a una escala lo suficientemente pequeña para permitir la modificación de las definiciones de flota y de los estratos espacio-temporales para los modelos operativos que se utilizarán para la MSE.
- Tablas 2.2 y 2.3 (datos de PSAT y de microquímica de otolitos): Los datos del stock de origen (microquímica de otolitos) y los datos de marcado electrónico (PSAT) se han reunido ahora en conjuntos de datos individuales. Están disponibles en bruto, proporcionando flexibilidad respecto a cómo podrían agregarse e interpretarse. Los datos de esta naturaleza que se proporcionen a ICCAT solo

después del último día de esta reunión, no se incluirán entre los que se utilizarán en el acondicionamiento de los modelos operativos.

- Selección de la flota (Sección III, parte III): Las flotas se definen como actividades pesqueras para las que la selectividad de talla puede asumirse como una constante en el tiempo y el espacio. Basándose en los cambios históricos en la pesca, las observaciones de datos de talla y las selectividades estimadas en un modelo de evaluación de stock previo, el Grupo identificó 14 flotas separadas (véase la sección 7.2 anterior). Fueron construidos utilizando temporada de pesca, año, área, pabellón y códigos de grupo de arte.
- Índices a usar en las proyecciones (Sección 7, parte I): Las predicciones de los modelos operativos acondicionados pueden compararse con los índices de abundancia relativa para describir las propiedades estadísticas de estos datos (por ejemplo, imprecisión, autocorrelación, constante de proporcionalidad). A falta de un índice combinado derivado de los datos de tasas de captura de palangre de Canadá, Japón y Estados Unidos en el oeste, en la reunión se acordó sustituir esta opción con dos opciones alternativas; el índice de palangre japonés y el índice de palangre combinado de Canadá-Estados Unidos (Lauretta *et al.* 2016a).
- Valores de los parámetros (**Tabla 8.2**): La curva de crecimiento de von Bertalanffy se sustituirá por una curva de Richards (véase la sección 3 de este informe). Se utilizará la misma curva de mortalidad basada en la edad para ambos stocks. Es una curva tipo Lorenzen en la que la tasa de mortalidad natural está inversamente relacionada con el peso. $M=3W^{-0.288}$ (véanse los detalles en la sección 3.1 del informe de esta reunión). Durante la reunión se desarrollaron dos escenarios para la madurez por edad, que podrían aplicarse a cada stock para formar un diseño cruzado (calendario de madurez más joven/más mayor en el oeste y calendario de madurez más joven/más mayor en el este) (véanse los detalles en la sección 3 y en el Apéndice 3.1 de este informe).

8 Otros asuntos

8.1 Biométrica de los peces de granja

La Comisión solicitó información sobre las relaciones talla-peso adecuadas para el cálculo del peso de los peces cuando se introducen en las granjas. Se presentaron dos documentos que se describen a continuación. Sin embargo, el Grupo decidió que la respuesta a la Comisión debería elaborarse durante la reunión del Grupo de especies de septiembre.

El documento SCRS/2016/131 examina la idoneidad de utilizar la relación talla-peso más reciente adoptada por ICCAT para el stock oriental con el fin de calcular los pesos a partir de las tallas medidas por las cámaras estereoscópicas. Se compararon los pesos estimados con los obtenidos en las observaciones directas de las capturas de los cerqueros en los caladeros de Baleares. Las observaciones proceden de peces que murieron durante las operaciones de pesca o que quedaron dañados y tuvieron que ser sacrificados durante la temporada de pesca de 2010 a 2015. Los resultados demostraron que las estimaciones con la relación talla-peso anual sobrestiman la captura (cuota) en aproximadamente un 4% y la relación para el mes de junio en aproximadamente un 6%. Por lo tanto, un buen modelo representativo para el stock podría no ser el mismo para cada pesquería. Los autores consideran aconsejable que las mediciones L-W de las cámaras estereoscópicas se ajusten en cada región.

El documento SCRS/2016/149 trataba sobre las relaciones morfométricas del atún rojo engordado (*Thunnus thynnus*) capturado en el Mediterráneo central en 2013 y 2014, analizado con las relaciones talla-talla (LLR) y talla-peso (LWR) del atún rojo engordado, capturado en el Mediterráneo central e introducido en granjas en la región de Mahdia (costas orientales de Túnez). Se estimó también el factor de condición (K) de Fulton. Se muestrearon en total 1653 y 713 ejemplares de las capturas de 2013 y 2014, respectivamente. Las LLR, LWR y el factor de condición K mostraban diferencias significativas entre los peces engordados durante los dos años. Estas diferencias parecen estar relacionadas con la duración del proceso de engorde.

8.2 Cobertura de observadores

El documento SCRS/2016/124 presenta un breve resumen de los datos de observadores científicos japoneses recopilados en sus palangreros en los años pesqueros (FY) 2014 y 2015 en todo el Atlántico junto con la cobertura de observadores. En el año pesquero 2015, se realizaron 17 mareas de observadores y se hizo un

seguimiento de 710 operaciones, mientras que en el año pesquero 2014 los observadores hicieron un seguimiento de 1.363 operaciones en 30 mareas. Los detalles de las mareas, los registros de ejemplares y el nivel de cobertura basado en el número de días operativos están incluidos en el documento. En cada año pesquero, se consignaron más de 35.000 ejemplares. El programa de observadores de Japón cubrió el 8,7% de las actividades pesqueras en todo el Atlántico en el año civil 2015, y también hizo un seguimiento del 30,4% de las operaciones que se dirigen al atún rojo del Atlántico este en el año pesquero de 2015.

9 Recomendaciones

9.1 Estadísticas

Véase el punto 4.4 para más detalles sobre un plan de trabajo (véase también la **Tabla 14**) con el objetivo de proporcionar un conjunto de datos de captura por talla (CAS 1950–2013) "completamente" revisado.

9.2 Investigación

Sin implicaciones financieras

- Continuar el muestreo y análisis de otolitos y tejidos genéticos para el análisis de composición del stock, muestreando particularmente los que sean representativos de las principales flotas pesqueras, clases de edad y talla y regiones. Las asignaciones individuales de stock deberían ir unidas a las estimaciones de edad e introducirse en la base de datos del GBYP sobre composición por stock.
- Evaluar el sesgo en los procedimientos de asignación de stock debido a enfoques empíricos y a algoritmos de asignación. Continuar explorando la influencia de incorporar la estructura de población y la mezcla en los marcos de evaluación y simulación (modelo operativo).
- Evaluar el origen de la población de las larvas recopiladas en el mar Slope.
- Evaluar el potencial de desove en regiones dentro y fuera (es decir, Azores, Marruecos e islas Canarias) del Mediterráneo.
- El Grupo debería utilizar los últimos modelos disponibles que predicen hábitats/temporadas de atún rojo reproductor junto con observaciones de co-presencia de atún rojo en esas áreas/temporadas para definir las áreas de mayor prioridad para nuevas prospecciones de larvas.
- El taller de larvas del GBYP debería tener como objetivo evaluar los recursos necesarios para proporcionar índices larvarios con coeficientes de variación que sean menores que los que se han obtenido actualmente con los índices larvarios existentes.

Con implicaciones financieras

- La próxima iteración de la viabilidad de los análisis close-kin debería considerar que la estimación de la proporción de cada grupo de edad que contribuye al desove es una de las máximas prioridades como posible objetivo para futuros análisis close-kin.
- Debe publicarse una última convocatoria de ofertas para obtener los datos disponibles de mercado electrónico que establezca una fecha límite estricta para la recepción de datos.
- Continuar colocando marcas archivo, especialmente en juveniles y adquirir datos de los movimientos de las marcas archivo en el Mediterráneo para respaldar las deducciones sobre la talla inicial en el momento de la reproducción y la estructura de la población.
- Un crucero de palangre para obtener muestras pertinentes para análisis reproductivos, análisis de microquímica de otolitos y genéticos.
- Obtener muestras de atún rojo del Atlántico del Atlántico sur con fines de asignación de población.

Investigación en el mar Slope, incluyendo:

- Una prospección de ictioplancton que esté diseñada para permitir comparaciones rigurosas de la magnitud relativa del desove en el mar Slope y en el golfo de México.
- Más trabajos para evaluar la extensión espacial de las zonas de cría (YOY y edad -1) del atún rojo desovado en el golfo de México y el mar Slope. Análisis de las muestras existentes de YOY del Atlántico occidental para determinar si puede asignarse una zona de desove.

9.3 Otros

Dada la convergencia de la relativamente larga serie temporal medioambiental y las herramientas de modelación más avanzadas para incorporar covariables medioambientales, es necesario considerar cómo deberían utilizarse en las evaluaciones de stock los índices medioambientales. El Grupo recomienda que el Grupo de trabajo de métodos de evaluación de stock de ICCAT considere un conjunto de criterios similares al catálogo de comunicación de la CPUE para evaluar la idoneidad de los indicadores medioambientales para su inclusión explícita en los modelos de evaluación. Esto podría incluir consideraciones como el mecanismo que vincula el proceso y la biología, los parámetros del modelo en los que podría influir la covariable y si se han llevado a cabo análisis metodológicos y de diagnóstico adecuados de la covariable.

10 Adopción del informe y clausura

Debido a las limitaciones de tiempo, algunos de los análisis llevados a cabo para algunos puntos del orden del día solo fueron parcialmente revisados en la sesión plenaria antes de la clausura de la reunión. Estos análisis se incluyen como **Apéndice (4 y 5)** del informe con la anotación adecuada. El resto del informe fue adoptado durante la reunión. La reunión fue clausurada.

Referencias

- Ailloud L.E., Lauretta M.V., Hoenig J.M., Walter J.F. and Fonteneau, A. 2014. Growth of Atlantic bluefin tuna determined from the ICCAT tagging database: A reconsideration of methods. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 70(2): 380-393.
- Anon. 2014a. Report of the 2014 Atlantic Bluefin Tuna Stock Assessment Session (Madrid, Spain – September 22 to 27, 2014). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 71(2): 692-945.
- Anon. 2014b. Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review (Tenerife, Spain – May 7 to 13, 2013). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 70(1): 1-159.
- Anon. 2016. Report of the 2nd Meeting of the ICCAT GPYP Core Modelling and MSE Group. 21-23 January 2016, Monterey, CA USA. www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%205/MODELLING_GROUP_PHASE5_SECOND_MEETING_REPORT.pdf
- Busawon, D.S., J.D. Neilson, I. Andrushchenko, A. Hanke, D.H. Secor, and G. Melvin. 2013. Evaluation of Canadian sampling program for bluefin tuna, assessment of length-weight conversions, and results of natal origin studies 2011-2012. ICCAT Col. Vol. Sci. Pap. 70(1) 202-219.
- Butterworth, D.S., Punt, A.E. 1994. The robustness of estimates of stock status for the western North Atlantic bluefin tuna population to violations of the assumptions underlying the associated assessment models. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 42(1): 192–210.
- Corriero, A., Karakulak, S., Santamaria, N., Deflorio, M., Spedicato, D., Addis, P., Desantis, S., Cirillo, F., Fenech-Farrugia, A., Vassallo-Agius, R., de la Serna, J. M., Oray, Y., Cau, A., Megalofonou, P., Metrio, G., 2005.
- Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.1758) from the Mediterranean Sea. Journal of Applied Ichthyology 21, 483–486.
- Cort J.L., Estruch V.D., Santos M.N., Di Natale A., Abid N., de la Serna J.M. 2015. On the Variability of the Length–Weight Relationship for Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus* (L.), Reviews in Fisheries Science & Aquaculture, 23:1, 23-38, DOI: 10.1080/23308249.2015.1008625.
- Di Natale A and Tensek S. 2016. ICCAT Atlantic-wide Research Programme for Bluefin tuna (GBYP). Activity report for the last part of Phase 4 and the first part of Phase 5 (2014-2015). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 72(6) 1477-1530.
- Di Natale A., Tensek S. and Pagá García A. 2016. Preliminary information about the ICCAT GBYP tagging activities in Phase 5. ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap. 72(6) 1589-1613.

- Domingues, R., G. Goni, F. Bringas, B. Muhling, D. Lindo-Atichati, and J. Walter (2016). Variability of preferred environmental conditions for Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) larvae in the Gulf of Mexico during 1993-2011. *Fisheries Oceanography*, 25(3): 320-336.
- Frade, F., 1950, Estudos de Pescarias do Ultramar Português Os Atuns, Colóquios J. Inv. Coloniasis.
- Frade, F. and Vilela, H., 1962, Le Thon Rouge et le Germon. Morphologie, Biologie et Pêche., Estud. Ens. E Doc., J. Inv.Ultramar.
- Fraile, I., H. Arrizabalaga, and J.R. Rooker. 2014. Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science* 73: 625-634.
- Francis, R.C., Aires-da-Silva, A.M., Maunder, M.N., Schaefer, K.M. and Fuller, D.W., 2016. Estimating fish growth for stock assessments using both age-length and tagging-increment data. *Fish. Res.* 180, 113–118.
- Galuardi, B., Cadrin, S.X., Kerr, L.A., Miller, T.J., Lutcavage, M. 2014. Using electronic tag data to provide transition matrices for movement inclusive population models. *ICCAT SCRS/2014/177*, Madrid.
- Fromentin, J.M., Bonhommeau, S., Kell, L. and Restrepo, V. 2010. Estimating the productivity of Atlantic bluefin tuna from validated scientific data. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 65(3): 1052-1057.
- Galuardi B., Cadrin S.X., Kerr L., Miller J.T and Lutcavage M. 2015. Using electronic tag data to provide transition matrices for movement inclusive population models. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 71(4): 1746-1756.
- Gordoa A., Sanz N., Viñas J. 2015. Individual spawning duration of captive Atlantic bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) revealed by mitochondrial DNA analysis of eggs. *PloS one*, 10(8), e0136733.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J.M., Gordin, H. & Lutcavage, M.E. 2014. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. *Sci. Rep.* 4, 7205; DOI:10.1038/srep07205
- Jennings, S., Reynolds, J.D., Mills, S.C. 1998, Life history correlates of responses to fisheries exploitation. *Proceedings of the Royal Society London, Serie B* 265, 333-339.
- Kerr, L.A., Cadrin, S.X., Secor, D.H., Taylor, N. 2014. Evaluating the effect of Atlantic bluefin tuna movement on the perception of stock units *ICCAT SCRS/2014/170*, Madrid.
- Knapp JM, Aranda G, Medina A, Lutcavage M. 2014. Comparative Assessment of the Reproductive Status of Female Atlantic Bluefin Tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. *PLoS ONE* 9(6): e98233.
- Lauretta M. 2015. Revision to the catch-at-size and catch-at-age estimates of western Atlantic bluefin tuna used in the 2014 update assessment. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 71(4): 1690-1709.
- Lauretta M., Hanke A. and Andrushchenko I. 2016a. An index of abundance of bluefin tuna in the northwest Atlantic Ocean from combined Canada-U.S. pelagic longline data. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 72(7): 1729-1747.
- Lauretta M., Hanke A. Di Natale A. and Quilez Badia G. 2016b. Atlantic bluefin tuna electronic tagging data summary. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.* 72(7) 1715-1728.
- NRC (National Research Council). 1994. *An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna*. National Academy Press: Washington, D.C. 148 pp.
- Porch, C., Turner, S.C., Powers J.E. 2001. Virtual population analyses of Atlantic bluefin tuna with alternative models of transatlantic migration: 1970-1997. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT.* 52(3): 1022–1045.
- Richardson, D.E., K.e. Marancik, J.R. Guyon, M.E. Lutcavage, B. Galuardi, C.H. Lam, H.J. Walsh, S. Wildes, D.A. Yates, and J.A. Hare. 2016. Discovery of a spawning ground reveals diverse migration strategies in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113:3299-3304.
- Rodriguez-Roda, J., 1964, Biología del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España, *Inv. Pesq* 25: 33-146.
- Rodriguez-Roda, J., 1967, Fecundidad del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España, *Inv. Pesq* 31(1): 33-52

- Rooker, J.R., H. Arrizabalaga, I. Fraile, D.H. Secor, D.L. Dettman, N. Abid, P. Addis, S. Deguara, F. Saadet Karakulak, A. Kimoto, O. Sakai, D. Macías, and Santos M.N. 2014. Crossing the line: migratory and homing behaviors of Atlantic bluefin tuna. *Marine Ecology Progress Series* 504:265-276.
- Santiago J., Arrizabalaga H., Ortiz M. and Goñi N. 2016. Updated standardised bluefin tuna CPUE index of the Bay of Biscay baitboat fishery (1952-2014). *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*. 72(7): 1694-1714
- Schnute, J., 1981. A versatile growth-model with statistically stable parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38, 1128–1140.
- Secor, D.H., Gahagan, B.I., Siskey, M., Wingate R.A., and J.R. Rooker. 2015. Depressed resilience of bluefin tuna in the Western Atlantic and age truncation. *Conservation Biology* 29:400-408.
- Siskey, M.R., M.J. Wilberg, R.J. Allman, B.K. Barnett, and D.H. Secor. 2016. Forty years of fishing: changes in age structure and stock mixing in northwestern Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) associated with size-selective and long-term exploitation. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsw115
- Taylor, N., McAllister, M.K., Lawson, G.L., T. Carruthers, and B.A. Block. 2011. Atlantic bluefin tuna: A novel multistock spatial model for assessing population biomass. *PLOS One* <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0027693>.
- Then, A.Y., J.M. Hoenig, N.G. Hall and D.A. Hewitt. 2014. Evaluating the predictive performance of empirical estimators of natural mortality rate using information on over 200 fish species. *ICES Journal of Marine Science*. doi:10.1093/icesjms/fsu
- Walter J.F and Cass-Calay S.L. *Withdrawn*. SCRS/2012/039. Identifying biologically implausible interannual variability in CPUE indices; with application to Atlantic yellowfin tuna: 16 p.

TABLEAUX

Tableau 1. Collaborateurs qui ont soumis des données de suivi électronique des trajectoires de thons rouges de l'Atlantique.

Tableau 2. Quantité de marques apposées par zone de stock.

Tableau 3. Quantité de spécimens marqués dans une zone de frai du stock, ou qui s'y sont rendus.

Tableau 4. Prises actuelles estimées de thon rouge de l'Est de la tâche I (t) par zone, engin et pavillon, entre 1970 et 2015.

Tableau 5. Prises actuelles estimées de thon rouge de l'Ouest de la tâche I (t) par zone, engin et pavillon, entre 1970 et 2015.

Tableau 6. Inventaire des BCD (en date du 19 juillet 2016) par année (de capture) et stock (nombre de BCD, poids total, nombre total). Les BCD concernant 2016 sont incomplets (préliminaires, ombrés en jaune). Le stock non connu (UNK) figurant en rouge indique une zone de pêche pouvant être incorrecte.

Tableau 7. Prises totales (en nombre et en poids, (t)) obtenues grâce au système BCD (en date du 19 juillet 2016) tenu à jour par l'ICCAT. Les montants en rouge pourraient indiquer une erreur ou un élément principal manquant (zone, dates, engins, etc.).

Tableau 8. Comparaison des prises (t) entre la tâche I et les BCD par pavillon et année (2008 à 2015) du stock de BFT-E. Seules les prises des BCD dépourvus d'une erreur identifiée ont été prises en considération.

Tableau 9. Catalogue ICCAT des statistiques (tâche I et tâche II) de **BFT-E (ATE)** par principale pêcherie (combinaisons pavillon/engin classées par ordre d'importance) et année (1990 à 2015). Seules les pêcheries les plus importantes (représentant environ +90% de la prise de Tâche I) sont présentées. Dans chaque série de données de la tâche I (DSet= « t1 », en tonnes), le schéma de disponibilité équivalent de la tâche II (DSet= « t2 ») est indiqué. Le schéma de couleurs de tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de tâche II dans la base de données de l'ICCAT. Veuillez-vous reporter aux légendes pour les définitions du schéma de couleurs.

Tableau 10. Catalogue ICCAT des statistiques (tâche I et tâche II) de **BFT-E (MED)** par principale pêcherie (combinaisons pavillon/engin classées par ordre d'importance) et année (1990 à 2015). Seules les pêcheries les plus importantes (représentant environ +90% de la prise de Tâche I) sont présentées. Dans chaque série de données de la tâche I (DSet= « t1 », en tonnes), le schéma de disponibilité équivalent de la tâche II (DSet= « t2 ») est indiqué. Le schéma de couleurs de tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de tâche II dans la base de données de l'ICCAT. Veuillez-vous reporter aux légendes pour les définitions du schéma de couleurs.

Tableau 11. Catalogue ICCAT des statistiques (tâche I et tâche II) de **BFT-W** par principale pêcherie (combinaisons pavillon/engin classées par ordre d'importance) et année (1990 à 2015). Seules les pêcheries les plus importantes (représentant environ +90% de la prise de Tâche I) sont présentées. Dans chaque série de données de la tâche I (DSet= « t1 », en tonnes), le schéma de disponibilité équivalent de la tâche II (DSet= « t2 ») est indiqué. Le schéma de couleurs de tâche II présente une concaténation de caractères (« a »= T2CE existe ; « b »= T2SZ existe; « c »= CAS existe) qui représente la disponibilité des données de tâche II dans la base de données de l'ICCAT. Veuillez-vous reporter aux légendes pour les définitions du schéma de couleurs.

Tableau 12. Quantité de poissons mesurés (1950-2015) dans l'ensemble de la T2SZ de l'ICCAT par stock, type de fréquence et strates spatio-temporelles (les échantillons de jeux de données associés à réviser pour la nouvelle CAS/CAA figurent en rouge/jaune).

Tableau 13. Quantité de poissons dans la prise par taille « déclarée » par les CPC (1950-2015) dans l'ensemble de la T2CS de l'ICCAT par stock, type de fréquence et strates spatio-temporelles (les jeux de données associés à réviser pour la nouvelle CAS/CAA figurent en rouge/jaune).

Tableau 14. Plan de travail visant à réaliser une révision complète de la prise par taille du thon rouge de la période 1950-2016.

Tableau 15. Séries de CPUE disponibles pour le thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée en 2016.

Tableau 16. Séries de CPUE disponibles pour le thon rouge de l'Atlantique Ouest en 2016.

TABLAS

- Tabla 1.** Cooperadores que han facilitado datos de seguimiento electrónico para el atún rojo del Atlántico.
- Tabla 2.** Número de marcas colocadas por área del stock.
- Tabla 3.** Número de ejemplares liberados dentro de una zona de reproducción del stock o que entraron en ella.
- Tabla 4.** Capturas estimadas actuales de Tarea I de atún rojo del este (t) por área, arte y pabellón entre 1970 y 2015.
- Tabla 5.** Capturas estimadas actuales de Tarea I de atún rojo del oeste (t) por área, arte y pabellón entre 1970 y 2015.
- Tabla 6.** Inventario de BCD (a 19 de julio de 2016) por año (de captura) y stock (número de BCD, peso total y número total). Los BCD relativos a 2016 son incompletos (preliminares, sombreados en amarillo). Stock desconocido (UNK) en rojo indica una posible zona de pesca incorrecta.
- Tabla 7.** Capturas totales (en número y peso (t)) obtenidas mediante el sistema BCD (a 19 de julio de 2016) que se mantiene en ICCAT. Las cifras rojas podrían indicar un error o que falta un elemento importante (área, fechas, artes, etc.).
- Tabla 8.** Comparación de captura (t) entre la Tarea I y los BCD por pabellón y área (2008-2015) en el stock de atún rojo del este. Solo se han considerado las capturas de los BCD sin errores identificados.
- Tabla 9.** Catálogo ICCAT de estadísticas de atún rojo del este (Tarea I y Tarea II) por pesquería principal (combinaciones pabellón-arte clasificadas por orden de importancia) y año (1990 a 2015). Solo se muestran las pesquerías más importantes (que representan aproximadamente el +90% de la captura total de Tarea I). En cada serie de datos de Tarea I (DSet= "t1", en t) se indica el esquema equivalente de disponibilidad de Tarea II (DSet= "t2"). [El esquema de colores de Tarea II tiene una concatenación de caracteres ("a"= T2CE existe; "b"= T2SZ existe; "c"= CAS existe) que representa la disponibilidad de datos de Tarea II en las bases de datos de ICCAT]. Véase la leyenda para las definiciones del patrón de colores.
- Tabla 10.** Catálogo ICCAT de estadísticas de atún rojo del este (Mediterráneo) (Tarea I y Tarea II) por pesquería principal (combinaciones pabellón-arte clasificadas por orden de importancia) y año (1990 a 2015). Solo se muestran las pesquerías más importantes (que representan aproximadamente el +90% de la captura total de Tarea I). En cada serie de datos de Tarea I (DSet= "t1", en t) se indica el esquema equivalente de disponibilidad de Tarea II (DSet= "t2"). [El esquema de colores de Tarea II tiene una concatenación de caracteres ("a"= T2CE existe; "b"= T2SZ existe; "c"= CAS existe) que representa la disponibilidad de datos de Tarea II en las bases de datos de ICCAT]. Véase la leyenda para las definiciones del patrón de colores.
- Tabla 11.** Catálogo ICCAT de estadísticas de atún rojo del oeste (Tarea I y Tarea II) por pesquería principal (combinaciones pabellón-arte clasificadas por orden de importancia) y año (1990 a 2015). Solo se muestran las pesquerías más importantes (que representan aproximadamente el +90% de la captura total de Tarea I). En cada serie de datos de Tarea I (DSet= "t1", en t) se indica el esquema equivalente de disponibilidad de Tarea II (DSet= "t2"). [El esquema de colores de Tarea II tiene una concatenación de caracteres ("a"= T2CE existe; "b"= T2SZ existe; "c"= CAS existe) que representa la disponibilidad de datos de Tarea II en las bases de datos de ICCAT]. Véase la leyenda para las definiciones del patrón de colores.
- Tabla 12.** Número de ejemplares medidos (1950-2015) en toda la T2SZ de ICCAT por stock, tipo de frecuencia y estratos espacio-temporales (en "rojo/amarillo" las muestras de conjuntos de datos asociados que requieren revisiones para la nueva CAS/CAA).
- Tabla 13.** Número de ejemplares en la captura por talla "declarada" por las CPC (1950-2015) en toda la T2SZ de ICCAT por stock, tipo de frecuencia y estratos espacio-temporales (en "rojo/amarillo" las muestras de conjuntos de datos asociados que requieren revisiones para la nueva CAS/CAA).
- Tabla 14.** Plan de trabajo con miras a una revisión completa de la captura por talla del atún rojo para el periodo 1950-2016.
- Tabla 15.** Series de CPUE disponibles para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo en 2016.
- Tabla 16.** Series de CPUE disponibles para el atún rojo del Atlántico oeste en 2016.

FIGURES

Figure 1. Prises accumulées de thon rouge de l'Atlantique Est (t) par zone principale (ATE-Atlantique Est et MED-mer Méditerranée) et année.

Figure 2. Prises de thon rouge de l'Atlantique Ouest (t) par année.

Figure 3. Quantité de BCD saisis dans la base de données de l'ICCAT (regroupés par stock) et informations. (UNK – non connu; BFT-W – Atlantique Ouest ; BFT-E – Atlantique Est et mer Méditerranée).

Figure 4. Proportions (%) d'engins non classifiés par stock (dans le cas du thon rouge de l'Est, séparation entre les régions Méditerranée et Atlantique Est) et année dans les prises de thon rouge (débarquements et rejets morts) déclarées dans la tâche I. BFT-E (AE) – Atlantique Est; BFT-E (MD) – mer Méditerranée; BFT-W – Atlantique Ouest.

Figure 5. Analyse de la variabilité interannuelle de l'indice du thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée.

Figure 6. Analyse de la variabilité interannuelle de l'indice du thon rouge de l'Atlantique Ouest.

FIGURAS

Figura 1. Capturas acumuladas del stock de atún rojo del Atlántico oriental (t) por región principal (ATE - Atlántico oriental y MED - Mediterráneo) y año.

Figura 2. Capturas del stock de atún rojo del Atlántico oeste (t) por año.

Figura 3. Número de BCD almacenados en la base de datos de ICCAT (acumulados por stock) e información (UNK – desconocido; BFT-W – Atlántico occidental; BFT-E – Atlántico oriental y Mediterráneo).

Figura 4. Proporciones (%) de artes sin clasificar por stock (para el atún rojo del este separado en regiones MED y ATE) y año, en las capturas de atún rojo (desembarques y descartes muertos) declaradas en la Tarea I. BFT-E (AE) – Atlántico este; BFT-E (MD) – Mediterráneo; BFT-W – Atlántico oeste.

Figura 5. Análisis de la variabilidad interanual del índice para el atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo.

Figura 6. Análisis de la variabilidad interanual del índice para el atún rojo del Atlántico oeste.

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour.

Appendice 2. Liste des participants.

Appendice 3. Listes des documents et des présentations.

Appendice 4. Données d'entrée sur le cycle vital examinées aux fins de la MSE.

Appendice 5. Rapport du groupe de travail réduit sur la clé âge-taille et la clé relative au stock.

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día

Apéndice 2. Lista de participantes.

Apéndice 3. Lista de documentos y presentaciones.

Apéndice 4. Datos de entrada sobre el ciclo vital discutidos para la MSE.

Apéndice 5. Informe del pequeño grupo de trabajo sobre clave edad-talla y clave stock.

Table 1. Cooperators that have provided electronic track data for Atlantic bluefin tuna.

Investigator	# Tags
AZTI Tecnalia (AZTI)	20
Grande Bluefin Year Programme (GBYP)	134
Department of Fisheries Oceans (DFO)	48
DFO - Acadia National Park (Acadia)	37
DFO - Duke University (Duke)	15
Instituto Espanol de Oceanographica (IEO)	13
Large Pelagics Research Center (LPRC)	316
National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA)	31
Natural Resource Damage Assessment (NRDA)	24
Universidad de Cadiz (UCA)	46
WWF	86

Table 2. Number of tags released per stock area.

Release_Area	# tags
GOM	31
CAR	0
GSL	121
W_ATL	319
NC_ATL	0
SC_ATL	0
NE_ATL	0
SE_ATL	93
E_ATL	37
W_MED	132
E_MED	37

Table 3. Number of individuals that were released within or entered a stock spawning area.

Spawn entry	# tags
MED-EAST	242
UNKNOWN	443
GOM-WEST	85

Table 8. Catch (t) comparison between Task I and BCD's by Flag and year (2008 to 2015) in BFT-E stock. Only those BCD catches without any identified error were considered.

Flag	Task I (t)							BCDs (t)							Task I - BCDs (t)									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Albania		50		0		9	34	40		50					34	40	0	0	0	0	0	9	0	0
Algerie	1311				69	244	244	370	973				69	244	244	370	338	0	0	0	0	0	0	0
China PR	119	42	38	36	36	38	37	43	68	42		36	36	38	38	43	51	0	38	0	0	0	-1	0
Egypt				64	77	77	155				65	64	77	77	155		0	0	0	-65	-1	0	0	0
EU.Croatia	834	619	389	375	374	389	387	458	941	613	383	371	373	346	385	468	-107	6	6	4	1	43	2	-10
EU.Cyprus	132	2	3	10	18	17	17	22	158	1	2	9	17	16	17	22	-25	2	1	1	1	1	0	0
EU.España	5402	4178	2426	2426	2393	2502	2446	2782	5164	1878	1647	1847	2161	2238	2256	2657	238	2299	778	578	232	264	190	125
EU.France	2923	3454	1982	939	938	2414	2419	2595	2078	2346	1412	685	676	1940	2083	2293	845	1108	571	255	262	474	336	302
EU.Greece	350	373	224	172	176	178	161	195	207	253	172	165	162	107			143	121	52	7	15	71	161	195
EU.Ireland	1	1	2	4	10	13	19	14									1	1	2	4	10	13	19	14
EU.Italy	2247	2749	1060	1783	1788	1938	1946	2273	1989	2425	283	1093	1743	1895	1854	2050	257	324	776	689	44	43	92	223
EU.Malta	296	263	136	142	137	155	160	180	296	192	113	130	116	135	144	174	0	71	22	12	21	20	16	6
EU.Portugal	36	53	58	180	223	235	243	263		61	110	180	216	236	242	262	36	-8	-53	0	8	-1	2	1
EU.United Kingdom	0	1															0	1	0	0	0	0	0	0
Guinea Ecuatorial								1									0	0	0	0	0	0	0	1
Iceland	50			2	5	4	30		50		2	4	4	28			0	0	0	0	1	0	2	0
Japan	2431	1922	1155	1089	1093	1129	1134	1386									2431	1922	1155	1089	1093	1129	1134	1386
Korea Rep.	335	102			77	80	81		335	102			77	80	81		0	0	0	0	0	0	0	0
Libya	1318	1082	645	0	763	933	933	1153	1154	1060	645		763	933	933	1153	164	22	0	0	0	0	0	0
Maroc	2478	2278	1553	1237	1213	1270	1269	1498	2316	2274	1539	1238	1187	1265	1267	1452	162	4	14	-1	26	5	2	46
Norway	0					0	0								0		0	0	0	0	0	0	0	0
Senegal					6	0											0	0	0	0	0	6	0	0
Syria	41		34		0	0	0	40			34	81			40		41	0	0	-81	0	0	0	0
Tunisie	2679	1932	1042	852	1017	1057	1057	1248	2475	1830	1044	851	1017	1057	1307	1248	204	102	-1	0	1	0	-250	0
Turkey	879	665	409	528	536	551	555	957	905	661	408	525	535	545	554	957	-26	4	1	3	1	6	1	0
ICCAT (RMA)					5	5	1					n/a									n/a			
TOTAL	23862	19765	11155	9774	10934	13244	13250	14687	19109	13787	7792	7278	9214	11156	11543	13383								

Table 9. ICCAT catalogue of **BFT-E (ATE)** on statistics (Task-I and Task-II) by major fishery (flag/gear combinations ranked by order of importance) and year (1990 to 2015). Only the most important fisheries (representing +90% of Task-I total catch) are shown. For each data series, Task I (DSet= “t1”, in tonnes) is visualised against its equivalent Task II availability (DSet= “t2”) scheme. The Task-II colour scheme, has a concatenation of characters (“a”= T2CE exists; “b”= T2SZ exists; “c”= CAS exists) that represents the Task-II data availability in the ICCAT-DB. See the legend for the colour scheme pattern definitions.

BFT-E (ATE)						T1 Total	6040	6556	7619	9251	6931	9646	12674	16856	11739	9596	10547	10086	10347	7362	7410	9036	7535	8037	7645	6684	4313	3984	3834	4163	3918	4742							
Species	Stock	Status	FlagName	GearGrp	DSet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Rank	%	%cum					
BFT	ATE	CP	Japan	LL	t1	1464	2981	3350	2484	2075	3971	3341	2905	3195	2690	2895	2425	2536	2695	2015	2598	1896	1612	2351	1904	1155	1089	1093	1129	1134	1386	1	28.3%	28%					
BFT	ATE	CP	Japan	LL	t2	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	
BFT	ATE	CP	EU.España	BB	t1	1614	1200	1046	3718	1999	2878	4979	6634	2605	1278	1939	2168	2410	1239	1735	2012	1065	1903	1727	1197	562	562	197	163	92	10	2	22.7%	51%					
BFT	ATE	CP	EU.España	BB	t2	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc
BFT	ATE	CP	EU.España	TP	t1	1911	1040	1271	1244	1136	941	1207	2723	1525	2005	1416	1240	1548	750	862	880	820	1348	1194	1209	902	902	1106	1370	1173	1466	3	16.1%	67%					
BFT	ATE	CP	EU.España	TP	t2	ac	ac	ab	ab	ac	ab	ab	ac	ac	ab	ac	ac	ac	c	c	abc	b	a	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	ab	abc	3						
BFT	ATE	CP	Maroc	TP	t1	323	482	94	387	494	210	699	1240	1615	852	1540	2330	1670	1305	1098	1518	1744	2417	1947	1909	1348	1055	990	960	959	1176	4	14.7%	82%					
BFT	ATE	CP	Maroc	TP	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	a	a	a	-1	-1	-1	-1	bc	abc	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	
BFT	ATE	CP	Maroc	PS	t1	54	46	462	24	213	458	323	828	692	709	660	150	884	490	855	871	179																	
BFT	ATE	CP	Maroc	PS	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
BFT	ATE	CP	EU.France	TW	t1	101	70	441	436	224	400		57	259	247	394	456	599	518	26		731	501	180	295	122	28	36	120	118	207	6	3.2%	89%					
BFT	ATE	CP	EU.France	TW	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	abc	abc	ab	ab	abc	abc	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab
BFT	ATE	CP	EU.France	BB	t1	367	448	372	164	66	181	310	134	282	270	91	105	150	130	47			50	128	67	62	83	74	85	74	2	7	1.8%	91%					
BFT	ATE	CP	EU.France	BB	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	a	a	a	a	a	a	a	ab	ab							
BFT	ATE	CP	Libya	LL	t1			312					576	477	511	450																							
BFT	ATE	CP	Libya	LL	t2			-1					-1	-1	-1	-1																							
BFT	ATE	CP	EU.Portugal	LL	t1		99	4	4	8		97	246	18	404	398	383	160	33	1	63	71	6	12	5			8	0		0	9	1.0%	93%					
BFT	ATE	CP	EU.Portugal	LL	t2		a	a	-1	a		-1	a	a	-1	-1	a	a	a	a	a	ab	a	a	a	a	a		a	a	ab								
BFT	ATE	CP	EU.Portugal	TP	t1						1	15	19	45	2	40	15	17	27	18	9	25	23	24	46	57	180	215	233	243	263	10	0.7%	93%					
BFT	ATE	CP	EU.Portugal	TP	t2				-1	a	a	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	b	b	b	b	b	ab	ab	b	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	
BFT	ATE	NCC	Chinese Taipei	LL	t1			6	20	4	61	226	350	222	144	304	158					10	4																
BFT	ATE	NCC	Chinese Taipei	LL	t2			-1	-1	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab		ab	ab																
BFT	ATE	CP	EU.France	UN	t1				25				75								263	818	189		5		19												
BFT	ATE	CP	EU.France	UN	t2				-1				-1								-1	-1	-1		-1		-1	a											
BFT	ATE	CP	EU.France	GN	t1	42	47	74	497	21	144	253	3	72	71	57	68	6																					
BFT	ATE	CP	EU.France	GN	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																		
BFT	ATE	CP	EU.Portugal	BB	t1	12		0	2	219	34	80	447	252	5	2	2	7		1	8	6	0	1															
BFT	ATE	CP	EU.Portugal	BB	t2	a		a	ab	ab	ab	abc	abc	ab	ab	a	a	a	ab	abc	ab	a	a			a													
BFT	ATE	NCO	NEI (Flag related)	LL	t1		85	144	223	68	189	71	208	66																									
BFT	ATE	NCO	NEI (Flag related)	LL	t2		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																									
BFT	ATE	CP	China PR	LL	t1									85	103	80	68	39	19	41	24	42	72	119	42	38	36	36	38	37	43	16	0.5%	97%					
BFT	ATE	CP	China PR	LL	t2									-1	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	a	a	a	ab	a	a	abc	-1								
BFT	ATE	CP	EU.España	HL	t1									162	28	33	126	61	63	109	87	11	4	10	6	2	19	19	25	21	16	62	17	0.4%	97%				
BFT	ATE	CP	EU.España	HL	t2									ab	ac	ac	ab	ac	ac	c	c	abc	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	ab	ab	ab	ab	ab	ab	

Table 11. ICCAT catalogue of BFT-W on statistics (Task-I and Task-II) by major fishery (flag/gear combinations ranked by order of importance) and year (1990 to 2015). Only the most important fisheries (representing +90% of Task-I total catch) are shown. For each data series, Task I (DSet= "t1", in tonnes) is visualised against its equivalent Task II availability (DSet= "t2") scheme. The Task-II colour scheme, has a concatenation of characters ("a"= T2CE exists; "b"= T2SZ exists; "c"= CAS exists) that represents the Task-II data availability in the ICCAT-DB. See the legend for the colour scheme pattern definitions.

BFT-W						T1 Total	2780	2920	2282	2367	2113	2425	2514	2334	2657	2772	2775	2784	3319	2305	2125	1756	1811	1638	2000	1980	1876	2007	1754	1482	1626	1840				
Species	Stock	Status	FlagName	GearGrp	DSet	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Rank	%	%cum		
BFT	ATW	CP	U.S.A.	RR	t1	752	696	324.25	540	462	844	840	931	777	760	683	1244	1523	991	716	425	376	634	658	860	682	592	568	365	478	1	30.4%	30%			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	RR	t2	ab	ab	abc	ab	ab	ab	b	ab	ab	ab	ab	abc	ab	ab	ab	ab	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	1		
BFT	ATW	CP	Japan	LL	t1	550	688	512	581	427	387	436	330	691	365	492	506	575	57	470	265	376	277	492	162	353	578	289	317	302	347	2	18.6%	49%		
BFT	ATW	CP	Japan	LL	t2	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	a	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	2		
BFT	ATW	CP	Canada	RR	t1	28	32	30	88	71	195	155	245	303	348	433	402	508	407	421	497	629	389	471	390	324	294	347	325	331	389.251	3	13.8%	63%		
BFT	ATW	CP	Canada	RR	t2	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	3			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	LL	t1	275	305	347	177	185	211	235	191	156	222	242	130	224	299	275	211	205	173	233	335	239	241	295	208	222	4	10.0%	73%			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	LL	t2	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	ab	abc	ab	ac	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	4			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	PS	t1	384	237	300	295	301	249	245	250	249	248	275	196	208	265	32	178	4	28			11		2	43	42	5	6.9%	80%			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	PS	t2	b	b	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	b	c	bc			bc			bc	bc	bc		5				
BFT	ATW	CP	Canada	TL	t1	404	447	403	284	203	262	298	138	172	125	81	79	39	42	49	44	35	23	24	37	40	30	34	52	40	35.198	6	5.9%	86%		
BFT	ATW	CP	Canada	TL	t2	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	6			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	HP	t1	129	129	105	88	68	77	96	98	133	116	184	102	55	88	41	32	30	23	30	66	29	70	52	45	68	7	3.4%	89%			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	HP	t2	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	7			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	HL	t1	210	341	218	224	228	66	33	17	29	15	3	9	4	1	2	0				1	0	3	1	1	0	8	2.4%	91%			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	HL	t2	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c			c	bc	bc	bc	bc	bc	bc	8				
BFT	ATW	CP	Canada	LL	t1	4	6	9	25	5	4	22	12	32	31	47	20	53	28	43	36	48	58	30	64	89	112	65	67	61	74.174	9	1.8%	93%		
BFT	ATW	CP	Canada	LL	t2	ab	a	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	9			
BFT	ATW	CP	Canada	TP	t1	2		1	29	79	72	90	59	68	44	16	16	28	84	32	8	3	4	23	23	39	26	17	11	20	6.473	10	1.4%	95%		
BFT	ATW	CP	Canada	TP	t2	ab		ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	abc	abc	ac	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	10				
BFT	ATW	NCO	NEI (Flag related)	LL	t1							2			429	270	49														11	1.3%	96%			
BFT	ATW	NCO	NEI (Flag related)	LL	t2							-1			-1	-1	-1														11					
BFT	ATW	CP	Canada	HP	t1			33	34	43	32	55	36	38	18	20	13	10	7	14	20	17	24	18	37	30	31	25	11	25.723	12	1.0%	97%			
BFT	ATW	CP	Canada	HP	t2			ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	12				
BFT	ATW	CP	Mexico	LL	t1			4		19	2	8	14	29	10	12	22	9	10	14	7	7	10	14	14	14	52	23	51	53	13	0.7%	98%			
BFT	ATW	CP	Mexico	LL	t2			ab	b	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	bc	b	ab	ab	ab	ab	abc	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	13				
BFT	ATW	NCO	Cuba	LL	t1																											14	0.3%	98%		
BFT	ATW	NCO	Cuba	LL	t2																											14				
BFT	ATW	NCO	Sta. Lucia	HL	t1	14	14	14	2	43	9																					15	0.2%	98%		
BFT	ATW	NCO	Sta. Lucia	HL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1																					15				
BFT	ATW	NCO	NEI (ETRO)	LL	t1	24	23	17																								16	0.1%	98%		
BFT	ATW	NCO	NEI (ETRO)	LL	t2	-1	-1	-1																								16				
BFT	ATW	CP	Korea Rep.	LL	t1																	1	52								17	0.1%	98%			
BFT	ATW	CP	Korea Rep.	LL	t2																	-1	-1								17					
BFT	ATW	CP	FR.St Pierre et Miquelon	LL	t1																											18	0.1%	98%		
BFT	ATW	CP	FR.St Pierre et Miquelon	LL	t2																												18			

Table 12. Number of fish measured (1950-2015) in all T2SZ of ICCAT, by Stock, frequency type, and, time-area strata (in "red/yellow" the associated dataset samples requiring a revisions for the new CAS/CAA).

				TimeStrata GeoStrata																	
Stock	SubStock	FreqTypeCode	SzInterval	mm					qq					yy							
				10x10	1x1	5x10	5x5	ICCAT	LatLon	10x10	10x20	1x1	5x10	5x5	ICCAT	1x1	5x5	ICCAT			
BFT-E	ATE	CFL	5			432															
		FL	1	25434	23205		94602	186405													
			2		643	11588	6323	1013													
			5		8027		101761	50463													
		SFL	1					27225													
		WGT	1		283265		70	1													
		2			671																
		10																			
		WGT-FL	1		283245																
	5			14740																	
	MED	CFL	1		6		5783														
			5		552																
		FL	1	119133	441472	834	503170	2082339		30	38	24	931	4269	10279	8346	181	357788			
			2		8	656506	174							2877					7939		
		5		153226		36983	3746	6				14333	1351	22496	9461	22209	4148	8964			
		10		357													437				
WGT		1		12748		188305							150			166458	181	192870			
		5		419		1500							922	8295	136	117		4314			
	10		99																		
	WGT-FL	1				814	2962														
BFT-W	ATW	CFL	1		7795		5639	81078													
			5																		
		CPFFL	1				265	580													
		FL	1	3541	32439	31255	28920	53470		7	933		6306	5	428						
		2	487	923	29574	13145						1307	14897	3							
		5		1		1920	2476		6	114					115						
		10					153														
	LD1	1					17														
		WGT	1		714			9650				3	7								
	2				1651	1850															
	5						2040														
	10			175		1642													1577		
	WGT-FL	1					507														
total				148595	1264491	732079	992866	2504125	6	43	6376	16830	67919	27874	27076	398173	4510	580875			

Table 13. Number of fish in the CPC "reported" catch-at-size (1950-2015) in all T2CS of ICCAT, by Stock, frequency type, and, time-area strata (in "red/yellow" the associated datasets requiring a revision for the new CAS/CAA).

Sum of Nr				TimeStrata GeoStrata													
				mm						qq			yy				
Stock	SubStock	FreqTypeCode	SzInterval	10x10	1x1	5x10	5x5	ICCAT	Stock	1x1	5x5	ICCAT	1x1	5x5	ICCAT		
BFT-E	ATE	CFL	5		4311												
		FL	1		166960		593167	4559084					859		1455		
			2		520		1542								66		
	MED	CFL		5	75829	1114363	493839	933440	1067117						244884	41903	
				1				1239									
				5				835									
		FL		1		407542		780975	2120617			83					
				2			1239093		1172147								
				5		120290		68190	36430		12821	46351		61069	13452	147010	
			10		1518			635								1099	
		WGT		1											156050		
				5								975					
	10												68				
BFT-W	ATW	FL	1	2608		8786	73585	95069	102430			601					
			2				40043	36307									
			5				26										
	WGT		1					990									
			2				2445										
	5						2790										
total				78437	1815503	1741718	2495486	9091186	102430	12821	47409	601	218046	258402	191467		

Table 14. Work plan aiming a full revision of the Bluefin tuna catch-at-size for the period 1950-2016.

Major goals by meeting:

- BFT data preparatory (March/2017): Complete version ready (version 1) [allowing minor adjustments and 2016 data]
- BFT stock assessment (Sep/2017 (?): Final CAS/CAA (version 2) [no more changes]

Task #	Task	Description	Participation (*)	Start/End	Deadline (months)
1	Raw data revisions/corrections	Revise any required data source: - T1NC: corrections and UNCL gear “elimination” - T2CE: recover new & better resolution data (CATDIS improvement) - T2SZ: revise and harmonize series (month, 5x5, /1,2 cm, FL classes)	[CS]+[IS]+[GB]	Oct/2016	Dec/2016 (3)
2	CPCs CAS revision	Major CPCs (Japan, USA, Canada, Spain, France, Malta, Italy, Maroc) to revise/update their CAS estimations	[CS]	Oct/2016	Jan/2017 (4)
3	Report & database update	All the revised data (1) must be reported (format to be specified by the Secretariat in advance) to ICCAT in order to update ICCAT-DB	[CS]+[IS]	Nov/2016	Dec/2016 (2)
4	Estimate wild equivalent PS farmed samples	Redo the PS farmed samples work (inclusion of new data) SCRS/2014/162 (new W/L relationships [decisions required - small group]) ADD NAME OF CPCs OF THE SMALL GROUP	[CS]+[IS]	Nov/2016	Jan/2017 (4)
5	Update CATDIS	CATDIS update (box model) with data from (1) and reflecting Task I (Includes revision of the substitution criteria)	[IS]	Jan/2017	Jan/2017 (1)
6	Build CAS	Build CAS from scratch including ALL new T2SZ and CAS available (Includes revision of the substitution criteria)	[CS]+[IS]	Jan/2017	Feb/2017 (2)
7	Build CAA	Use “agit” software (default) and test other slicing approaches/algorithms	[IS]+[CS]	Mar/2017	During BFTdp
8	Final CAS/CAA	Final CAS adjustments (from 6) & decisions pending from	[IS]+[CS]	TBD	TBD

* Participation (FULL commitment): [CS] CPC scientists; [IS] ICCAT Secretariat; [GB] GBYP.

Table 15. Available CPUE series for Eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna in 2016.

Index	Bay of Biscay Baitboat	Morocco and Spanish traps	Japanese East Atl & Med LL	Japanese NEAtl LL	Tunisian PS	Moroccan trap	Balfegó Purseiners	Portugal tuna trap	Sardinian Traps
Fisheries Dependent/Independent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent
Stock	East and Med	East and Med	East and Med	East and Med	East and Med	East and Med	East and Med	East and Med	East and Med
Paper	SCRS/2014/054	SCRS/2014/060	SCRS/2012/131	SCRS/2016/122	SCRS/2016/148	SCRS/2016/136	SCRS/2016/132	SCRS/2016/118	SCRS/2011/075
Diagnostics	Most of the appropriate diagnostics are included	Most of the appropriate diagnostics appear to be included	Most of the appropriate diagnostics appear to be included	Most of the appropriate diagnostics appear to be included	Available and can be provided by authors	Available and can be provided by authors	No diagnostics	No diagnostics	Appropriate diagnostics are included
Appropriateness of data exclusions and classifications (e.g. to identify targeted trips).	Data exclusions/classifications are listed and justified, specific targeting factors included in standardization	Data exclusions not discussed, targeting not an issue	Data exclusions are covered and included only main BFT target months	Data exclusions are covered and included only main BFT target months	All data used, no exclusion was made	All data used, no exclusion was made, BFT is the only target species for traps	No data excluded	No data excluded but time series is short	Data are listed, detailed and standardised, methods are explained
Geographical Coverage (East or west Atlantic? Or Med)	Geographical coverage is limited to bay of Biscay, maps are provided	Coverage limited to the Straits of Gibraltar	NorthEast Atlantic, north of 40N, Distribution maps are provided	NorthEast Atlantic 30-40N and central and western Mediterranean, Distribution maps are provided	Tunisian water	Traps covered a relatively limited geographical area, but this applies to all other traps	Balearic spawning ground (Western Med). One of the main spawning regions	Portugal water (covering migration route)	Geographical coverage is limited to the SW part of Sardinia
Catch Fraction to the total catch weight (East or West), or Percentage of abundance for fishery independent index	Catch fraction is roughly 5%	5%	10%	8%	less than 5%	less than 5%	less than 5%	less than 2%	1%
Length of Time Series relative to the history of exploitation.	1952 to 2014, but split in 1962 and 2006	1981 to 2013	1975 to 2009	1990 to 2016	2009 to 2015	1986 to 2015	2000 to 2016	1998-2015; exploitation began since 1950s	1993 to 2010
Are other indices available for the same time period?	Yes, although not for juveniles.	Yes	Yes	Yes	Serie runs from 2009	Yes	yes	1	no because there are not other Mediterranean traps
Does the index standardization account for known factors that influence catchability/selectivity?	The analysis includes many factors that could affect fishing efficiency/selectivity. Multiple interactions included	Factors included in the model, table 1, are not explained in the text and impossible to understand for those not immediately familiar with the fishery. It would appear only one factor was included that could influence	Gear type is included as is a selectivity proxy. area*month interaction was considered as random effect	Gear type is included as is a selectivity proxy. area*month interaction was considered as random effect	No	Standardised, with only 2 factors, including trap factor, catchability wouldn't change significantly among traps as their technical characteristics haven't changed over time	Factors month vessel were not significant and area NA	Not standardized	The standardisation was made with a constant system
Are there conflicts between the catch history and the CPUE response?	No conflict noted	No conflict noted	No conflict noted	No conflict noted	No conflict noted	5 (No conflict noted)	No conflict noted		after the adoption of the quota the fishery was limited
Is interannual CV high, and is there potential evidence of unaccounted process error (trends in deviations from production model dynamics, high peaks, multiple stanzas, increasing or decreasing catchability)	CV=0.48 %Devs 0.453 Variability increases over the latter years of the series	CV=1.25 %Devs 0.62high interannual CV, very high spike in 2013 (no spanish traps then)	CV=0.49 %Devs 0.53	CV=1.12 %Devs 0.64northeast cpue devas trend in deviations in recent years and very high interannual CV	CV=0.38 %Devs 0.5 high CV	CV=1.25 %Devs 0.62 high cv, positive trend to recent deviations	CV=0.1 %Devs 0 very low CV, possible hyperstable	No values	CV=0.34 %Devs 0.47 Variability decreases over the latter years of the series, due to the quota
Assessment of data quality and adequacy of data for standardization purpose (e.g. sampling design, sample size, factors considered)	Multiple factors and interactions included. Model design takes into account effort distribution. Discussions of data quality touched on. Since 2012, Bay of Biscay quota transferred, affecting seriously the quality of the data that could be used. Management regulations affected data quality but these effects are partially addressed	Document states LF data was recorded, but it is not presented. Document states series applied to spawners 10+, model is extremely low on factors	Factors included. Sample design and sensitivity runs investigate effort distribution as well as data assumptions/concerns and effort is presented	Information includes length frequencies of catches. Multiple factors included. Sample design and sensitivity runs investigate effort distribution as well as data assumptions/concerns and effort is presented	4	The assessment of catch data quality was carried out, interaction term was not included because of some gaps in data	Standardisation was provided and rejected because the natural logarithm of the nominal CPUE is more reliable	Not standardized	
Is this CPUE time series continuous? (the number of observation in the CPUE period)	Yes, split into 3 but no gap (63 of 63 years)	Yes, no split (33 of 33 years)	Yes, no split (35 of 35 years)	Yes, no split (27 of 27 years)	Yes, no split (7 of 7 years)	Yes, no split (30 of 30 years)	Yes, no split (17 of 17 years)	Yes, no split (27 of 27 years)	Yes, no split (18 of 18 years)
Other Comment	2012-2014 is most problematic due to quota transfer to the Med. Check selectivity of the first period is consistent with CAA.	Spanish Trap index was not available after 2014	This index will not be updated because of no operation in the Med for bluefin				The catch in the gulf of Lion was not considered		Need to be split in 2007. Fisheries Research 127– 128 (2012) 133– 141

Table 16. Available CPUE series for west bluefin tuna in 2016.

Index	Japanese West All LL	US Rod and Reel	US GOMPelagic LL	Southern Gulf of St. Lawrence	Southwest Nova Scotia	Joint USA/CAN Pelagic LL	Joint USA/CAN Rod and Reel	French Aerial survey	Western Mediterranean larval index	Potential larval survival	GBVP Aerial Survey on Spawners	Acoustic Juvenile (Bay of Biscay)	GOM Larval survey	Gulf of Mexico, Oceanographic index	Canadian Acoustics
Fisheries Dependent/Independent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Dependent	Fishery Independent	Fishery Independent	Fishery Independent	Fishery Independent	Fishery Independent	Fishery Independent	Fishery Independent	Fishery Independent
Stock	West	West	West	West	West	West	West	East and Med	East and Med	East and Med	East and Med	East and Med	West	West	West
Paper	SCRS/2016/122	SCRS/2014/055	SCRS/2014/058	SCRS/2014/039	SCRS/2014/039	SCRS/2015/171	SCRS/2015/178	SCRS/2016/153	SCRS/P/2016/041	SCRS/P/2016/043	SCRS/2015/144	SCRS/2016/137	SCRS/2014/057	SCRS/P/2016/037	SCRS/P/2016/024
Diagnostics	Most of the appropriate diagnostics appear to be included	Observed catch distributions and probability model fits are shown	Most of the appropriate diagnostics appear to be included	All the appropriate diagnostics were included	All the appropriate diagnostics were included	All the appropriate diagnostics were included	All the appropriate diagnostics were included	Different methodologies applied to compute indices have been published in peer-reviewed journals	QQ, residuals, tables of consistency provided in various documents	Diagnostics to be provided before next meeting	Appropriate diagnostics are included for the four main spawning areas		Most of the appropriate diagnostics appear to be included	No variance	None. Perhaps compare with CPUE
Appropriateness of data exclusions and classifications (e.g., to identify targeted trips)	Data exclusions are covered and included only main BFT target months	Data exclusions are covered and included only trip that targeted bluefin tuna during the main fishing season	Uses vessel as a repeated measure	No Exclusions	No Exclusions	Data exclusions are indicated, classifications appropriate	Data exclusions are indicated, classifications appropriate. Limited to Bluefin tuna above 110kgs or 177 cm in straight fork length.	Raw data has been checked. Year 2013 was removed due to low effort. Corrections still remain to be implemented	Sampling designed for the purpose, strong documented data selection	N/A	Data are fully listed and detailed, but the strategy was different for the two series of years - standardisation was done for the four main areas		Data collection method clearly explained, as is a survey, presumably few data exclusions	N/A	Fairly certain that the targets are Bluefin tuna. TS within acceptable bounds
Geographical Coverage (East or west Atlantic? Or Med)	West Atlantic. Distribution maps are provided	Moderate coverage of the stock foraging grounds in the West Atlantic during the summer and early fall	Covers entire Northern Gulf of Mexico	Gulf of St Lawrence where fishery occurs	Scotian shelf	Atlantic north of 15°N latitude and west of 45°W longitude	Mid-Atlantic, Maine, Gulf of St. Lawrence and north east Scotian Shelf areas	The whole Gulf of Lions is covered and the area surveyed is constant over time. However two main improvements could be implemented in the future: (i) survey coastal area to follow the extension of the fish separation towards the coast (ii) other nursery areas have to be followed.	Covers the whole Bakarcic spawning ground in half of the sampling years, 3/4 in the other half	NW Mediterranean, Bakarcic Sea	52% of the Mediterranean for the extended surveys, 10.7% of the Med for main areas		Northern Gulf of Mexico	Covers entire Gulf of Mexico	Coverage is limited. Major fishery occurs off PEI which is not covered. Yet fishing occurs where most of the licenses are. Fish may be there but catches low due to fishing in other areas.
Catch Fraction to the total catch weight (East or West) or Percentage of abundance for fishery independent index	20%	10%	5% (100% of US longline in GOM, but only a discard fishery)	14%	5%	10%	15%	10%	N/A	N/A	greater than 50% of spawners in Med.		No direct catch	N/A	N/A
Length of Time Series relative to the history of exploitation.	1976 to 2016	1993 to 2013	1987 to 2013, but split in 1992	1981 to 2013, exploitation began in 1972-73	1988 to 2013	1992 to 2014	1984 to 2014	2000 to 2013, with 2004-2008 data gap	2001 to 2014	2000 to 2016	2010, 2011, 2013, 2015		2001 to 2011	1993 to 2011	1994 to 2015
Are other indices available for the same time period?	Yes	Yes, but no overlap with the main U.S. fishery	Yes but no GOMEX spawners	Perhaps fishery independent index	No	Yes but not same area	This index is based on data used in 3 individual indices used in the assessment.	Only time series (i) fishery independent, (ii) for young fish and (iii) in the mediterranean	traps and purse seiners, unique fishery independent	All others	Not for spawners		Yes	Yes	Yes, but not fishery independent.
Does the index standardization account for known factors that influence catchability/selectivity?	Gear type is included as is a selectivity proxy. area*month interaction was considered as random effect	Index for bluefin trips by size class targeted and standardized for year and area effects	Standardised, but few factors, accounts for change to weak hooks	Factors are month, fleet, gear and hours fished	Factors are month, fleet, gear and hours fished	Yes		Fishery independent index from scientific survey that does not have catchability-related caveats. Still some work to account for detectability of fish in relationship to vertical and horizontal behaviour linked to environmental fluctuations.	Factors affecting catchability included, also environmental	Model based on experimental data, factors of variability controlled	All factors were considered for the four main areas		Methodology for standardisation of the series appears to be appropriate for a survey	Fishery independent	Index has not been standardised as most factors constant over time
Are there conflicts between the catch history and the CPUE response?	No conflict noted	NA	No conflict noted	No, no detectable departures	No, no detectable departures	No	No	No conflict noted	No conflict noted, 0.9 correlation with last assessment	No conflict noted	N/A		No conflict noted	No conflict noted	N/A
Is interannual CV high, and is there potential evidence of unaccounted process error (trends in deviations from production model dynamics, high peaks, multiple stanzas, increasing or decreasing catchability)	CV=0.61 %Devs 0.56	CV=0.65 %Devs 0.62 interannual CV increases for larger fish, would expect small fish indices to be more variable	CV=0.45 %Devs 0.5	CV=1.15 %Devs 0.58 High CV Even with 2010 which has been removed, positive trend in recent deviations	CV=0.31 %Devs 0.32	CV=0.53 %Devs 0.46 yes	CV=0.92 %Devs 0.5 high cv, positive trends in dev's in recent years	CV=0.71 %Devs 0.67 juvenile survey so could expect high CV, dev's	CV=1.04 %Devs 0.57 high interannual CV	CV=0.19 %Devs 0.57 dev's not as applicable age 0 recruitment proxy (make index on rec dev's)	No values	No values	CV=1.14 %Devs 0.79 high interannual variability	CV=0.22 %Devs 0.17 dev's not as applicable age 0 recruitment proxy (make index on rec dev's)	CV=0.59 %Devs 0.68
Assessment of data quality and adequacy of data for standardization purpose (e.g., sampling design, sample size, factors considered)	Information includes length frequencies of catches. Multiple factors included. Sample design and sensitivity runs investigate effort distribution as well as data assumptions/concerns and effort is presented	Review of the database and models is ongoing	Index has been used for a long time and reviewed many times. However recent (2015) changes in the fishery in 2015 may require breaking the index after this	Includes trends in forage fish and recent changes in environmental variables. Shows weight frequencies, trends in condition and describes a potential shift in the distribution of size components of the population to other areas.	some issues related to effort	includes environmental covariates. Large spatial domain	a derivative CAN and USA rod and reel. Spans a larger spatial domain.	NA - scientific index	Recommended improving assessment for gear change effect	Controlled variables in experiment	There are important concerns regarding the ability to calibrate different observers and among areas and years		Data is presented and methodology for standardisation explicitly presented. Factors appear to be appropriate for a survey	? Environmental index	Yes, but not likely necessary except for vessel/equipment change in 2015
Is this CPUE time series continuous? (the number of observation in the CPUE period)	Yes, no split (41 of 41 years)	Yes, no split (21 of 21 years)	Yes, split into 2 but no gap (27 of 27 years)	Yes, no split (33 of 33 years)	Yes, no split (26 of 26 years)	Yes, no split (23 of 23 years)	Yes, no split (31 of 31 years)	No, gap in 2004-2008 and 2013 cannot be used due to low effort. (8 of 13 years)	No, gap in 2006 to 2011 (8 of 14 years)	YES (17 of 17 years)	No (4 of 6 years)		Yes (11 of 11 years)	Yes (19 of 19 years)	Yes (22 of 22 years)
Other Comment		See above No break in 1992, and potential break in 2016		CPUE in 2010 was not used in the 2014 assessment		Overcomes issues related to the redistribution of the stock	Preliminary: Overcomes issues related to the redistribution of the stock	This is a series of number of school and not direct fish abundance.		can be updated yearly	Possibly high CV, Power Analysis Report		Inclusion of environmental index	First two years of this index should be removed pending further evaluation	

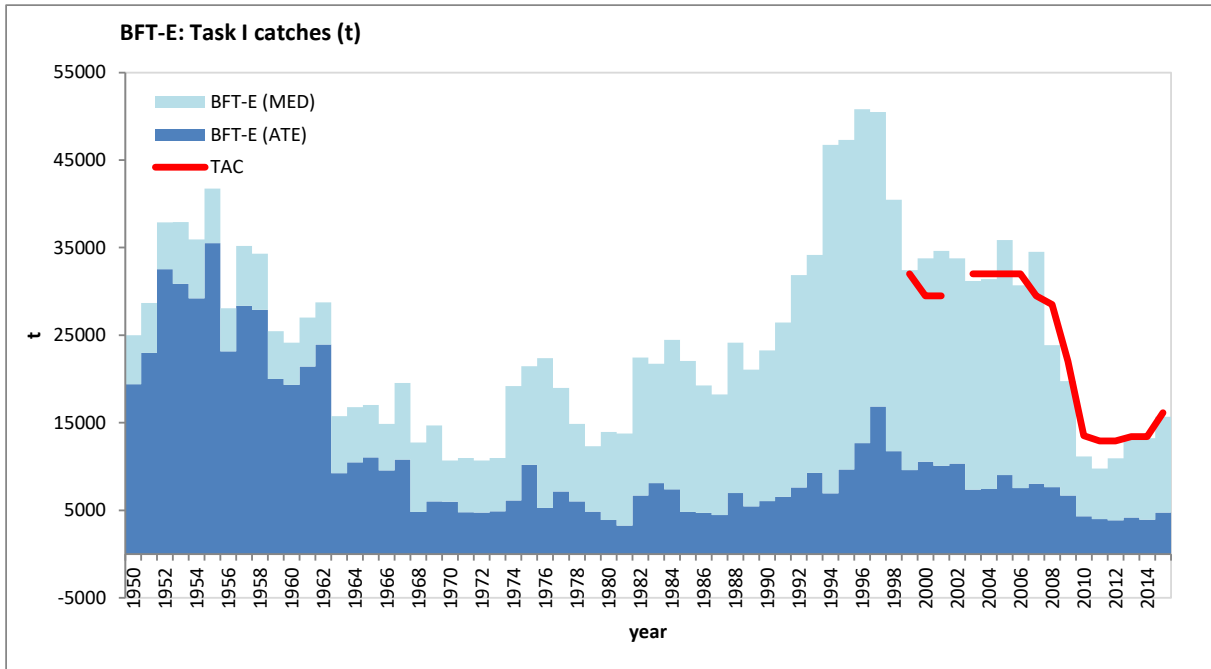


Figure 1. Eastern Atlantic bluefin tuna stock accumulated catches (t) by major region (ATE – Eastern Atlantic and MED – Mediterranean Sea) and year.

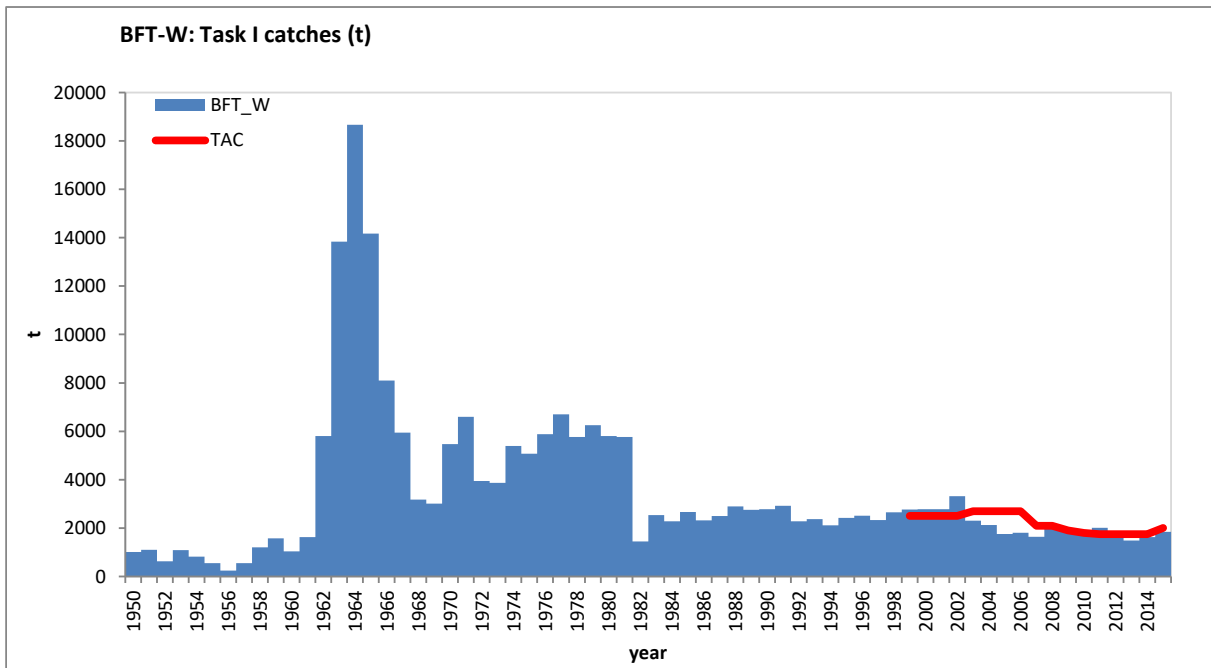


Figure 2. Western Atlantic bluefin tuna stock catches (t) by year.

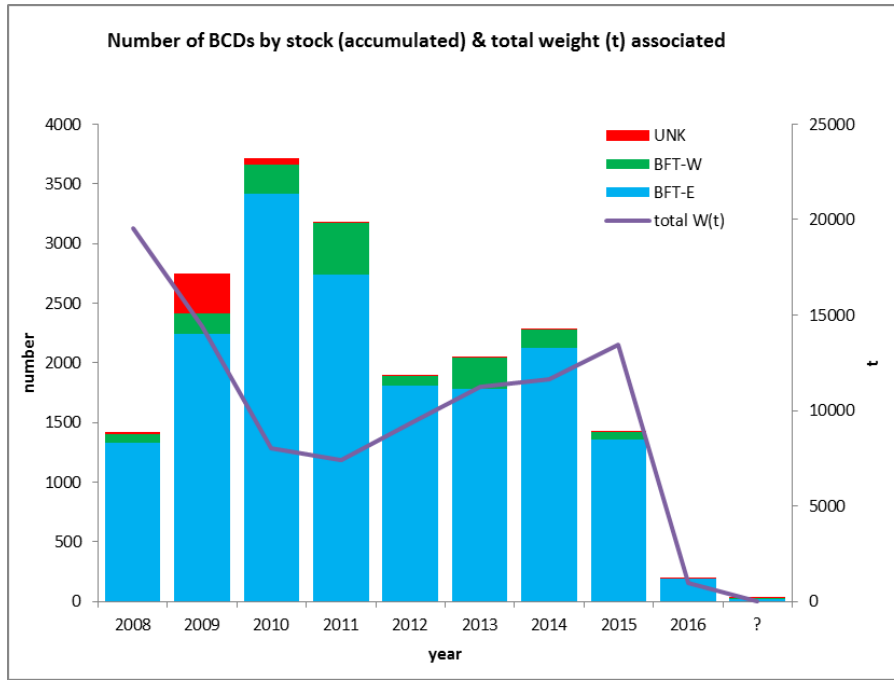


Figure 3. Number of BCDs stored in ICCAT-DB (accumulated by stock) and info. UNK – unknown; BFT-W – Western Atlantic; BFT-E – Eastern Atlantic and Mediterranean Sea).

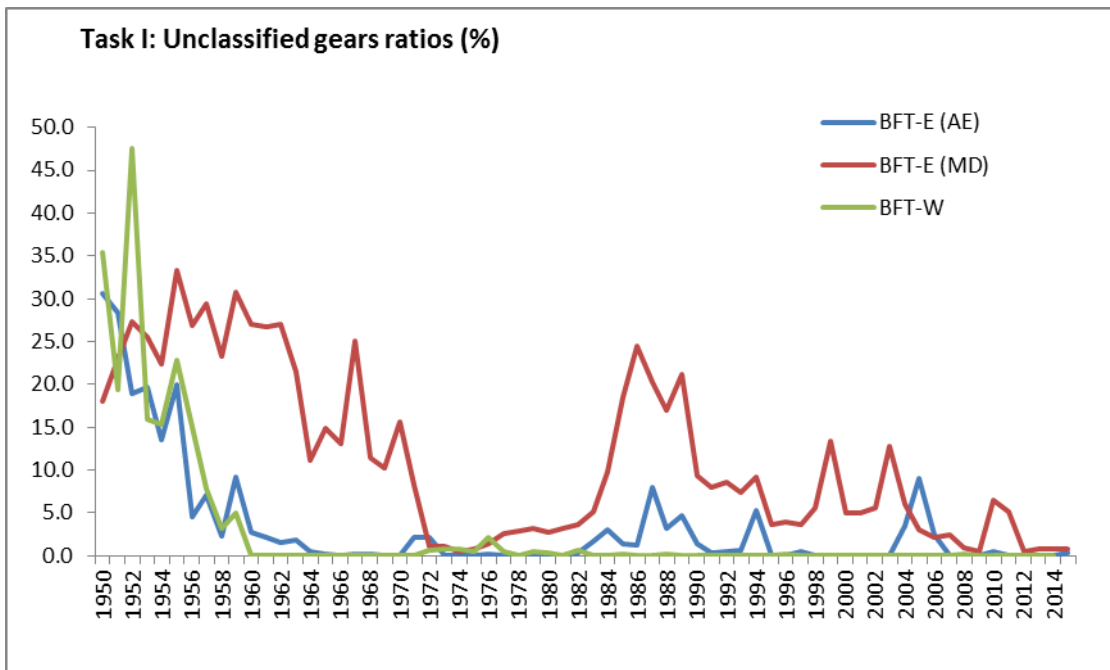


Figure 4. Proportions (%) of unclassified gears by stock (for BFT-E separated by MED and ATE regions) and year, in the Bluefin tuna catches (landings and dead discards) reported Task I. BFT-E (AE) – Eastern Atlantic; BFT-E (MD) – Mediterranean Sea; BFT-W – Western Atlantic.

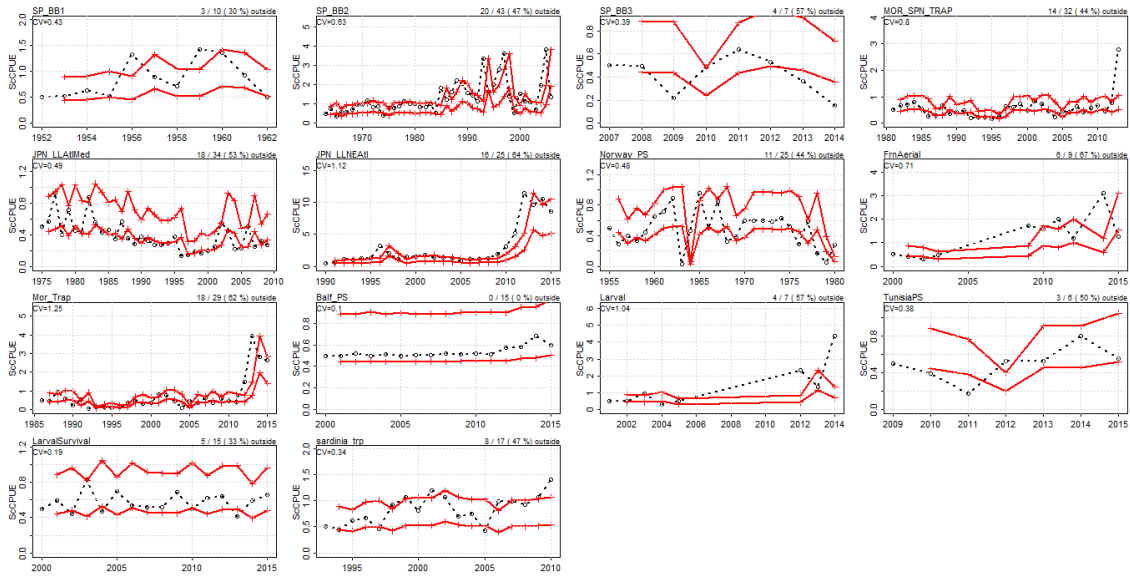


Figure 5. Analyses of the interannual variability of the index for Eastern Atlantic and Mediterranean bluefin tuna.

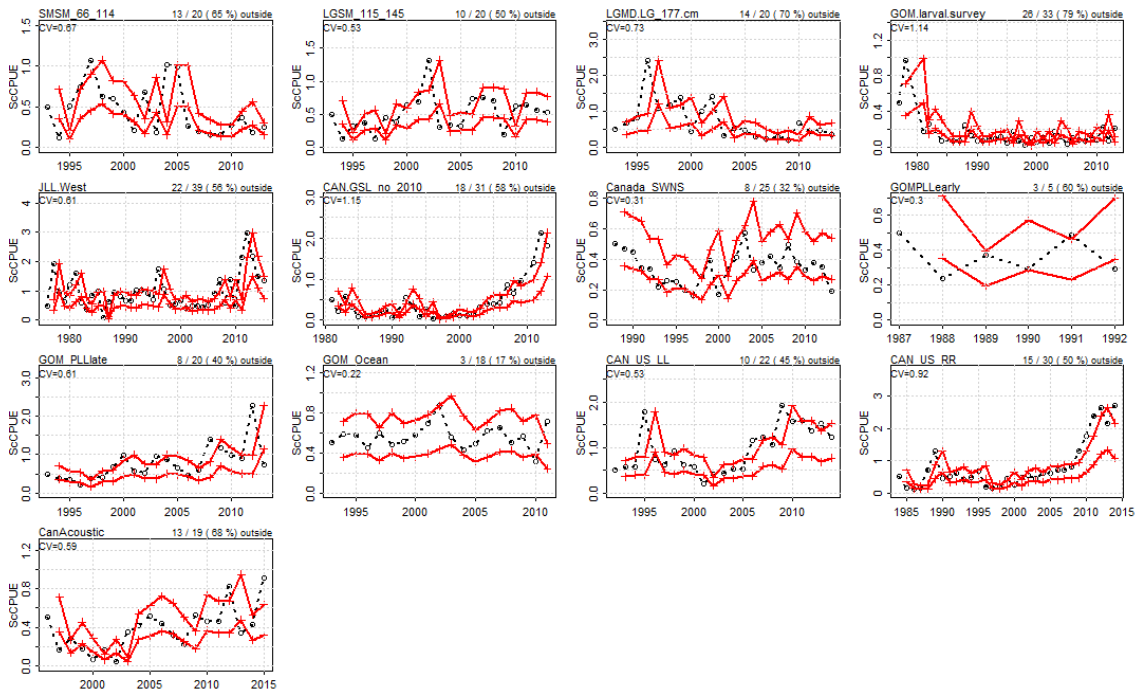


Figure 6. Analyses of the interannual variability of the index for Western Atlantic bluefin tuna.

AGENDA

1. Opening, adoption of the Agenda and meeting arrangements
2. Review progress made by the ICCAT GBYP and Phase 6 programme
3. Review of historical and new information on biology and stock structure
 - 3.1. Review life history assumptions such as fecundity, maturity, mortality schedules
 - 3.2. Review stock structure and mixing rate information
 - 3.2.1. Review status of ICCAT electronic tagging data base and the response to the letter from the SCRS Chair
 - 3.2.2. Review/compile inventory of composition data (genetics, microconstituent) by fleet and area and year
 - 3.2.3. Determine preliminary stock definitions
 - 3.3. Review/develop movement matrices (probability of occurrence in a region, amongst 8 box model regions, by stock, month of the year, and size class)
 - 3.4. Review progress on age-length keys
 - 3.4.1. Evaluate performance of various ALK approaches and cohort slicing
 - 3.4.2. Develop preliminary age-length keys for each stock
 - 3.4.3. Review potential for developing age-stock-length keys
4. Review of Task I and Task II statistics
 - 4.1. Review Task I statistics to be used for the 2016 update projections
 - 4.2. Review CPC submissions of metadata describing the quality of the submitted statistics
 - 4.3. Review progress by CPCs on their submissions of Task II size data to include the actual size samples used to estimate the catch at size and using the new weight/length conversions
 - 4.4. Review and make final revisions to Task II by validating and integrating the catch at size statistics with new information from farms, harvesting and stereoscopic cameras, and other sources of information.
5. Evaluate indices available for use in next assessment (including the index criteria table)
 - 5.1. Review currently used indices and updates for 2016 species group meeting
 - 5.2. Review of new indices of potential use in 2017 assessment
 - 5.3. Review of progress towards combined CPUE indices
6. Review of assessment methods
 - 6.1. Review current models and proposed enhancements
 - 6.2. Review new models under consideration for 2017 assessment
 - 6.3. Review status of the ICCAT Software Catalogue
7. GPYP Core Modelling and MSE Group
 - 7.1. Review of activities relative to MSE/MP development
 - 7.2. Review, discuss and complete the technical specifications for the MSE/MP
 - 7.3. Recommend Task I and Task II statistics, abundance indices and other information to be used for the MSE/MP
8. Other matters
 - 8.1. Biometrics for farmed fish
 - 8.2. Observer coverage
9. Recommendations
10. Adoption of the report and closure

LIST OF PARTICIPANTS

CONTRACTING PARTIES**ALGERIA****Ferhani, Khadra**

Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA), 11 Boulevard Colonel Amirouche, BP 67 Tipaza Bou Ismail

Tel: +213 24 32 64 10, Fax: +213 24 32 64 10, E-Mail: ferhani_khadra@yahoo.fr; dpmo@mpeche.gov.dz

CANADA**Carruthers, Thomas**

335 Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver Columbia V2P 2T9

Tel: +1 604 805 6627, E-Mail: t.carruthers@oceans.ubc.ca

Hanke, Alexander

Scientific, St. Andrews Biological Station/ Biological Station, Fisheries and Oceans Canada, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews New Brunswick E5B 2L9

Tel: +1 506 529 4665, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: alex.hanke@dfo-mpo.gc.ca

Maguire, Jean-Jacques

1450 Godefroy, Quebec G1T 2E4

Tel: +1 418 688 3027, Fax: E-Mail: jeanjacquesmaguire@gmail.com

Melvin, Gary

Biological Station - Fisheries and Oceans Canada, Department of Fisheries and Oceans, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, New Brunswick E5B 2L9

Tel: +1 506 529 5874, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: gary.melvin@dfo-mpo.gc.ca

EUROPEAN UNION**Álvarez-Berastegui, Diego**

SOCIB - Sistema de Observación Costera de las Islas Baleares, Parc Bit, Naorte, Bloc A 2ºp. pta. 3, 07121 Palma de Mallorca, Spain

Tel: +34 971 43 99 98, Fax: +34 971 43 99 79, E-Mail: dalvarez@socib.es

Arrizabalaga, Haritz

AZTI - Tecnalia /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia Gipuzkoa, Spain

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

Bonhommeau, Sylvain

IFREMER - DOI, B.P. 60 - Rue Jean Bertho, 97822 Le Port, Reunion, France

Tel: +262 554 723; +262 693 801 100, Fax: +262 420 340, E-Mail: sylvain.bonhommeau@ifremer.fr

Cort, José Luis

Ministerio de Economía y Competitividad, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Santander, Apartado 240; Promontorio de San Martín S/N, 39080;39004 Santander Cantabria, Spain

Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 5072, E-Mail: jose.cort@st.ieo.es

Goñi, Nicolas

AZTI-TECNALIA, Herrera Kaia Portualdea z/g, 20110 Pasaia, Spain

Tel: +34 946 574000, E-Mail: ngoni@azti.es

Gordoa, Ana

CEAB - CSIC, Acc. Cala St. Francisc, 14, 17300 Blanes Girona, Spain

Tel: +34 972 336101, E-Mail: gordoa@ceab.csic.es

Lino, Pedro Gil

Instituto Português do Mar e da Atmosfera - I.P./IPMA, Avenida 5 Outubro s/n, 8700-305 Olhão, Portugal
Tel: +351 289 700520, Fax: +351 289 700535, E-Mail: plino@ipma.pt

Navarro Cid, Juan José

Grupo Balfegó, Polígono Industrial - Edificio Balfegó, 43860 L'Ametlla de Mar Tarragona, Spain
Tel: +34 977 047700, Fax: +34 977 457 812, E-Mail: jnavarro@grupbalfego.com

Reglero, Patricia

Centro Oceanográfico de las Islas Baleares, Instituto Español de Oceanografía, Muelle de Poniente s/n, 07015 Palma de Mallorca Islas Baleares, Spain
Tel: +34 971 13 37 20, E-Mail: patricia.reglero@ba.ieo.es

Rodríguez-Marín, Enrique

Ministerio de Economía y Competitividad, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Santander, Promontorio de San Martín s/n, 39004 Santander Cantabria, Spain
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: rodriguez.marin@st.ieo.es

Rouyer, Tristan

Ifremer - Dept Recherche Halieutique, B.P. 171 - Bd. Jean Monnet, 34203 Sète, France
Tel: +33 (0)4 42 57 32 37; +33 (0)7 82 99 52 37, Fax: E-Mail: tristan.rouyer@ifremer.fr

JAPAN

Butterworth, Douglas S.

Emeritus Professor, Department of Mathematics and Applied Mathematics, University of Cape Town Rondebosch, 7701 Cape Town, South Africa
Tel: +27 21 650 2343, Fax: +27 21 650 2334, E-Mail: doug.butterworth@uct.ac.za

Itoh, Tomoyuki

Chief of Temperate Tuna Group, Bluefin Tuna Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633
Tel: +81 54 336 6000, E-Mail: itou@fra.affrc.go.jp

Kimoto, Ai

Bluefin Tuna Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633
Tel: +81 54 336 6000, E-Mail: aikimoto@affrc.go.jp

Kitakado, Toshihide

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

Rademeyer, Rebecca

Marine Resource Assessment and Management Group, Department of Mathematics and Applied Mathematic - University of Cape Town 7701 Rondebosch, South Africa
E-Mail: rebecca.rademeyer@gmail.com

Uozumi, Yuji

Visiting Scientist, Bluefin Tuna Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research and Education Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633
Tel: +81 54 336 6000, E-Mail: uozumi@japantuna.or.jp; uozumi@affrc.go.jp

MAURITANIA

Habibe, Beyahe Meissa

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: beyahem@yahoo.fr; bmouldhabib@gmail.com

MEXICO

Ramírez López, Karina

Jefe de Departamento de Modelación y Pronósticos Pesqueros - DGAIPA-INAPESCA, Instituto Nacional de Pesca - SAGARPA, Av. Ejército Mexicano No.106 - Colonia Exhacienda, Ylang Ylang, C.P. 94298 Boca de Río Veracruz

Tel: +52 22 9130 4520, Fax: +52 22 9130 4518, E-Mail: kramirez_inp@yahoo.com; kramirez_lopez@yahoo.com.mx

MOROCCO

Abid, Nouredine

Responsable du programme de suivi et d'étude des ressources des grands pélagiques, Center Régional de L'INRH á Tanger/M'dig, B.P. 5268, 90000 Drabed Tanger

Tel: +212 53932 5134, Fax: +212 53932 5139, E-Mail: abid.n@menara.ma; noureddine.abid65@gmail.com

Ben Mhamed, Abdelouahed

Ingénieur en Modélisation statistique à l'INRH, Laboratoire Approches et Méthodologies, INRH, Institut National de Recherche Halieutique, Boulevard Sidi Abderrahman Ain Diab, 20000 Casablanca

Tel: +212 614 592 144; +212 613 384 845, Fax: E-Mail: a.benmhamed@mail.com;a.benmhamed@gmail.com; ben.mhamed.abdelouahed@gmail.com

TUNISIA

Zarrad, Rafik

Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, BP 138 Mahdia 5199

Tel: +216 972 92 111, Fax: +216 73688602, E-Mail: rafik.zarrad@instm.rnrt.tn

UNITED STATES

Ailloud, Lisa

Virginia Institute of Marine Science, College of William & Mary, PO Box 1346 Gloucester Point, VA 23062

Tel: +1 240 253 3958, E-Mail: lailloud@vims.edu

Bravington, Mark

CSIRO MARINE LAB, Castray Esplanade, Tas 7000 Hobart, Australia

Tel: +61 438 315 623, E-Mail: Mark.bravington@csiro.au;Mark.Bravington@data61.csiro.au

Díaz, Guillermo

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

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

Hoenig, John

Professor of Marine Science, Department of Fisheries Science, Virginia Institute of Marine Science, PO Box 1346 (1375 Greate Rd), Gloucester Pt. VA 23185

Tel: +1 804 815 2912, E-Mail: hoenig@vims.edu

Kerr, Lisa

Gulf of Maine Research Institute, 350 Commercial Street, Portland ME 04101

Tel: +1 207 228 1639, E-Mail: lkerr@gmri.org

Lam, Chi Hin (Tim)

Large Pelagics Research, University of Massachusetts, P O Box 3188, Gloucester, Massachusetts MA01931

Tel: +1 978 238 8208, Fax: +1 978 283 0297, E-Mail: tim.lam@umb.edu; tagtuna@gmail.com

Lauretta, Matthew

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

Tel: +1 305 361 4481, E-Mail: matthew.lauretta@noaa.gov

Lutcavage, Molly

Director, Large Pelagics Research Center, University of Massachusetts, Boston, PO Box 3188, Gloucester MA 01931

Tel: +1 603 767 2126, E-Mail: molly.lutcavage@umb.edu

Porch, Clarence E.

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

Tel: +1 305 361 4232, Fax: +1 305 361 4219, E-Mail: clay.porch@noaa.gov

Richardson, David

US Dept of Commerce/NOAA Fisheries, 28 Tarzwell Drive, Narragansett RI 02882

Tel: +1 401 782 3222, Fax: +1 401 782 3201, E-Mail: david.richardson@noaa.gov

Secor, David

University of Maryland Center for Environmental Science, P.O. Box 38, MD Solomons 20688

Tel: +1410 326 7229, Fax: +1 410 326 7210, E-Mail: secor@cbl.umces.edu

Thomson, Robin Barbara

Stock Assessment Modeller, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation Marine and Atmospheric Research(CSIRO), CSIRO MARINE LAB Castray Esplanade, Tas 7000 Hobart, Australia

Tel: +61 3 6232 5133, Fax: +61 3 6232 5000, E-Mail: robin.thomson@csiro.au

OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

FEDERATION OF MALTESE AQUACULTURE PRODUCERS – FMAP

Dequara, Simeon

Research and Development Coordinator, Federation of Maltese Aquaculture Producers - FMAP, 61, St. Paul Street, VLT 1212 Valletta, Malta

Tel: +356 21223515 /21226268, Fax: +356 21241170, E-Mail: simeon.dequara@um.edu.mt

THE OCEAN FOUNDATION

Boustany, Andre M.

Duke University, Nicholas School of the Environment Box 90328, Durham NC 27708, United States

Tel: +1 831 402 1364, E-Mail: andre.boustany@duke.edu

Miller, Shana

The Ocean Foundation, 1320 19th St., NW, 5th Floor, Washington, DC 20036, United States

Tel: +1 631 671 1530, E-Mail: smiller@oceanfdn.org

UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA

Braun, Amy

University of North Carolina at Chapel Hill, Department of Geography, CB 3220 Chapel Hill, NC, 27599, United States

Tel: +1 919 923 1068, Fax: +1 919 962 1537, E-Mail: ambraun@live.unc.edu

Havice, Elizabeth

University of North Carolina Chapel Hill, Department of Geography Carolina Hall CB 3220, Chapel Hill, NC-27599-3220, United States

Tel: +1 919 962 3414, E-Mail: havice@email.unc.edu

SCRS CHAIRMAN

Die, David

SCRS Chairman, Cooperative Institute of Marine and Atmospheric Studies, University of Miami, 4600 Rickenbacker Causeway, Miami Florida 33149, United States

Tel: +1 305 421 4607, Fax: +1 305 421 4221, E-Mail: ddie@rsmas.miami.edu

ICCAT Secretariat

C/ Corazón de María 8 – 6th floor, 28002 Madrid – Spain
Tel: +34 91 416 56 00; Fax: +34 91 415 26 12; E-mail: info@iccat.int

Neves dos Santos, Miguel

De Bruyn, Paul

Kell, Laurence

Palma, Carlos

Ortiz, Mauricio

GBYP PROGRAM

Di Natale, Antonio

Pagá, Alfonso

Tensek, Stasa

LIST OF DOCUMENTS AND PRESENTATIONS

Reference	Title	Authors
SCRS/2016/115	A summary of bluefin tuna electronic and conventional tagging data	Guénette S., Hanke A., and Lauretta M.
SCRS/2016/118	Update on the bluefin tuna catches from the tuna trap fishery off southern Portugal (NE Atlantic) between 1998 and 2015	Lino P.G., Rosa D., and Coelho R.
SCRS/2016/122	Simple update of the standardized bluefin CPUE of Japanese longline fishery in the Atlantic up to 2016 fishing year	Kimoto A., and Itoh T.
SCRS/2016/123	Revision of Task II size data of bluefin tuna catch by Japanese longline from the 1970s to present	Itoh T.
SCRS/2016/124	Report of Japan's scientific observer program for tuna longline fishery in the Atlantic Ocean since 2013 fishing year	
SCRS/2016/128	Comparative analysis of origin assignments for bluefin tuna sampled within ICCAT GBYP	Brophy D., Arrizabalaga H., Fraile I., Haynes P., Kitakado T., and Hanke A.
SCRS/2016/129	Structures de taille de <i>Thunnus thynnus</i> capturé par les thoniers algériens	Ferhani K., and Bensmail S.
SCRS/2016/130	Contribution of the Gulf of Mexico population to US Atlantic bluefin tuna fisheries in 2015	Barnett B.K., Secor D.H., and Allman R.
SCRS/2016/131	Possible consequences of the use of Atlantic Bluefin tuna population biometrics in the algorithm of stereo cameras	Gordoa A.
SCRS/2016/132	Updated Bluefin CPUE and catch structure from the Balfegó Purse Seine Fleet in Balearic Waters from 2000 to 2016	Gordoa A.
SCRS/2016/133	Age-length keys availability for Atlantic bluefin tuna captured in the eastern management area	Quelle P., Rodriguez-Marin E., Ruiz M., and Gatt M.
SCRS/2016/134	Expanded comparison of age estimates from paired calcified structures from Atlantic bluefin tuna	Rodriguez-Marin E., Quelle P., Ruiz M., Busawon D., Golet W., Dalton A., and Hanke A.
SCRS/2016/135	A summary of bluefin tuna electronic and conventional tagging data	Hanke A., Guénette S., and Lauretta M.
SCRS/2016/136	Standardized CPUE of bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>) caught by Moroccan traps for the period 1986- 2015	Abid N., and Ben Mhamed A.
SCRS/2016/137	Acoustic-based fishery-independent abundance index of juvenile bluefin tunas in the Bay of Biscay: 2015 and 2016 surveys	Goñi N., Onandia I., Lopez J., Arregui I., Uranga J., Melvin G.D., Boyra G., Arrizabalaga H., and Santiago J.
SCRS/2016/138	ICCAT GBYP P-Sat tagging: the first five years	Tensek S., Di Natale A., and Pagá García A
SCRS/2016/139	Report on revised trap data recovered by ICCAT GBYP between Phase 1 and Phase 6	Pagá García A., Palma C., Di Natale A., Tensek S., Parrilla A., and de Bruyn P.
SCRS/2016/140	A peculiar situation for YOY of bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>) in the Mediterranean Sea in 2015	Di Natale A., Tensek S., Celona A., Garibaldi F., Oray I., Pagá García A., Quilez Badía G., and Valastro M.

SCRS/2016/141	Studies on eastern bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>) maturity – Review of old literature	Di Natale A., Tensek S., Pagá García A.
SCRS/2016/142	Bluefin tuna weight frequencies from selected market and auction data recovered by GBYP	Di Natale A., Tensek S., Die D., Porch C., Bonhommeau S., Takeuchi Y., Melvin G., Mielgo Bregazzi R., de Bruyn P., and Palma C.
SCRS/2016/143	Bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>) growth derived from conventional tag data	Pagá Garcia A., Tensek S., and Di Natale A.
SCRS/2016/144	Simulation testing a multi-stock model with age-based movement	Carruthers T., and Kell L.
SCRS/2016/145	Issues arising from the preliminary conditioning of operating models for Atlantic bluefin tuna	Carruthers T., and Kell L.
SCRS/2016/146	Resolution of age at maturity and reproduction in Atlantic bluefin tuna: historical evidence and new insights from endocrine-based biomolecular approaches	Heinisch G., Correiro A., and Lutcavage M.E.
SCRS/2016/147	Improving growth estimates for western Atlantic bluefin tuna using the AMSFc approach	Ailloud L.E., Lauretta M.V., Hoenig J.M., Hanke A.R., Golet W.J., Allman R., and Siskey M.R.
SCRS/2016/148	Update of CPUE bluefin tuna <i>Thunnus thynnus</i> (l. 1758) caught by Tunisian purse seines in the Central Mediterranean	Rafik Z., and Missaoui H.
SCRS/2016/149	Morphometric relationships of fattening bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>) caught in the Central Mediterranean in 2013 and 2014	Rafik Z., and Missaoui H.
SCRS/2016/150	Overview of the bluefin tuna data recovery in GBYP Phase 6	Di Natale A., Pagá Garcia A., and Tensek S.
SCRS/2016/151	The impact of massive fishing of juvenile Atlantic bluefin tunas on the spawning population (1949-2010)	Cort J.L., and Abaunza P.
SCRS/2016/152	Statistical catch at length assessment methodology for Atlantic bluefin tuna	Butterworth D.S., and Rademeyer R.A
SCRS/2016/153	Aerial surveys of bluefin tuna in the western Mediterranean Sea: an operational fishery-independent abundance index for juvenile fish?	Rouyer T., Bonhommeau S., Fromentin J.-M., and Brisset B.
SCRS/2016/154	Analysis of the length–weight relationships for the Atlantic bluefin tuna, <i>Thunnus thynnus</i> (L.)	Cort J.L., and Estruch V.D.
SCRS/P/2016/032	A genetic traceability tool for differentiation of Atlantic bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>) spawning grounds	Rodríguez-Ezpeleta N., Díaz-Arce N., Alemany F., Deguara S., Franks J., Rooker J.R., Lutcavage M., Quattro J., Oray I., Macías D., Valastro M., Irigoien X., and Arrizabalaga H. Galuardi B, Cadrin S.X.,
SCRS/P/2016/033	Using SatTagSim to provide transition matrices for Movement Inclusive Models	Arregui I., Arrizabalaga H., Di Natale A., Brown C., Lam C.H., and Lutcavage M.E.
SCRS/P/2016/034	Herring Acoustic Surveys: A new fishery independent abundance index (1994 - 2014) for Atlantic bluefin tuna in the Gulf of St Lawrence	Melvin G., Munden J., and Finley M.
SCRS/P/2016/035	Review of BCD information (2008 to 2016) as a complement to improve Task I	Palma C.

SCRS/P/2016/036	Guidelines towards a “fully revised” catch-at-size/age estimation	Palma C.
SCRS/P/2016/037	Bluefin tuna larvae in the Gulf of Mexico: an overview of available oceanographic conditions during the past 20 years	Domingues R., Goni G., Bringas F., Walter J., Muhling B., and Lindo D.
SCRS/P/2016/038	Incorporating stock mixing into the assessment and long-term expectations of Atlantic bluefin tuna	Kerr L.A., Cadrin S.X., Secor D.H., and Siskey M.
SCRS/P/2016/039	Review progress made by the ICCAT GBYP and Phase 6 programme	Di Natale A., Tensek S., and Pagá García A.
SCRS/P/2016/040	Close-Kin Mark-Recapture for Eastern ABFT: Summary of scoping study for ICCAT	Davies C., Bravington M., and Thomson R.
SCRS/P/2016/041	Indices of larval bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>) in the western Mediterranean Sea (2001-2014)	Ingram Jr. G.W., Álvarez-Berastegui D., Reglero P., Balbín R., García A., and Alemany F.
SCRS/P/2016/042	Genetic close kin pilot project for West Atlantic bluefin tuna	Walter J., Lauretta M., Porch C., Grewe P., Bravington M., Davies C., McDowell J., Graves J., and Kaplan D.
SCRS/P/2016/043	A recruitment index for Atlantic bluefin tuna independent from the fishery	Reglero P., Balbin R., Ortega A., Mourre B., Alvarez-Berastegui D., Abascal F., Blanco E., Medina A., de la Gándara F., Juzá M., Kernec M., Tintoré J., and Alemany F.
SCRS/P/2016/049	Improving age composition estimates using hybrid Age Length Keys	Ailloud L.E., Hoenig J.M., Lauretta M.V.

LIFE-HISTORY INPUTS DISCUSSED FOR MSE

The material presented in this Appendix was developed by a few members of the life-history subgroup and presented during the plenary session, however there was insufficient time to fully review the material in plenary and it was not formally adopted.

- Table 8.2 in DRAFT ANNEX FOR ATLANTIC BLUEFIN MSE SPECIFICATIONS_JULY 2016.pdf
- Natural mortality rate at age
- Maturity at age

A. Areas with potential spawning for MSE

The quarters and areas with probability of spawning activity were classified in two categories (yes and no) using the criteria of average value quarter SST >20°C assuming 20°C is the minimum temperature for the larvae to survive (SCRS/P/2016/043). Average temperatures per quarter were estimated from monthly SST NOAA NASA AVHRR Oceans Path-finder on a grid of 5x5° cells. Areas and quarters with positive probability of spawning activity might be overestimated due to the size of the geographical areas considered.

Area	Q1	Q2	Q3	Q4
GOM	yes	yes	yes	yes
W. Alt	yes	yes	yes	yes
GSL	no	no	no	no
C. Atl	yes	yes	yes	yes
E. Atl	yes	yes	yes	yes
NE. Atl	no	no	no	no
W. Med	no	no	yes	no
E. Med	no	no	yes	yes

B. Stock-Recruitment

Recent modeling exercises have attempted to incorporate mixing rates into the assessments for eastern and western stocks of bluefin tuna (SCRS_P_2016_038_Kerr_et_al.pdf). It was noted that when the estimates of spawning stock biomass and recruitment for the western stock were separated from eastern fish, the former seemed to show increasing recruitment with increasing SSB in recent years. The Group agreed that while there is high uncertainty in the estimates for the most recent years of both SSB and recruitment, should this trend continue in future assessments it may prove informative in elucidating the spawner recruit relationship for WBFT.

Egg production modeling for assessment purposes

In addition, The Group discussed and agreed that the total number of eggs produced by the spawning stock S is the product of the number of females in each age class during the spawning season N_a and the average number of eggs produced per female E_a , summed over all ages:

$$S = \sum E_a N_a$$

Egg production for both stocks was expected to be similar between the East and West, and to vary with age (as agreed in Tenerife). There was considerable discussion regarding the meaning of various terms. For example, when assessment scientists use the term maturity what they often mean is the relative fraction of the population that is spawning, whereas the term maturity used in a physiological sense refers to the stage when viable gametes are produced and the animal has the potential to be reproductively active (regardless of whether they actually do reproduce). In order to avoid further confusion, the Group discussed the quantity that is ultimately needed for the operating model and the assessment: the relative egg production of each age/size class (or equivalent measure of spawning capacity at age).

The number of eggs per female is the product of the number of spawning events n and the average number of eggs produced per spawning event (batch fecundity) f :

$$E_a = n_a f_a$$

For stock assessment purposes, it is not generally necessary to know the absolute number of eggs produced, but rather the relative change in egg-production with age. Thus, the values for n or f may be expressed relative to their maximum values (for example, n may be interpreted as the relative fraction of each age class that spawns).

The dependence of batch fecundity on age has not been determined for Atlantic Bluefin Tuna, although there is evidence that batch fecundity per gram of body weight is fairly constant at about 58 eggs gr^{-1} regardless of fish size (e.g., Medina *et al.*, 2002, Corriero *et al.*, 2005; Knapp *et al.*, 2015). The relationship between the number of spawning events and age is poorly known for BFT and there was considerable discussion regarding the best proxy for this quantity. One approach is to assume that all mature fish spawn the same number of times per year regardless of their age (i.e., that they spawn with the same frequency and stay on the spawning grounds for the same amount of time). In that case, the maturity vector m (calculated from histology and endocrinal work could serve as the proxy for number of spawners (n)). This, together with the previous assertion that batch fecundity is proportional to body weight, implies mature biomass as a proxy for egg production:

$${}^m B = \sum m_a w_a N_a$$

In other words, one is assuming mature fish produce eggs in direct proportion to their body mass. The assessment for the Eastern Atlantic similarly used mature biomass as a proxy for egg production and it was pointed out that this approach can be regarded as a limit in the sense that it attributes the greatest possible impact to younger mature fish.

Another possible alternative is to infer the contribution of each age class from the frequency of occurrence of each age class on the spawning grounds relative to the frequency in the overall population p :

$${}^p B = \sum p_a w_a N_a$$

Variations of this approach were used for the Western Atlantic population (assuming most spawning occurs in the Gulf of Mexico), in which case the relative contribution of younger fish was much less than expected based on maturity alone. It was pointed out that there is some evidence from PSAT data in the Gulf of Mexico and observations of fish movement patterns in the Mediterranean that younger fish may have shorter resident times in the spawning grounds than older fish. A preliminary review of purse seine catches on the Mediterranean spawning grounds also suggested that the contribution of younger mature fish might be less than expected based on maturity alone. However, further analyses were required to account for possible biases owing to the effects of size selection by the fishery. In any case, proxies obtained from relative age frequencies on the spawning ground could potentially be regarded as another limit in the sense that they attribute the least possible impact to younger mature fish by assuming they do not spawn outside the putative spawning grounds.

Two other alternatives were identified that may be intermediate between the ‘limits’ (${}^p B$ and ${}^m B$) discussed above. One of these was based on the observation that the estimates of spawning potential from a close-kin genetic tagging study of Southern Bluefin Tuna showed that younger fish contributed substantially less to the spawning stock than was expected based on the histologically-based maturity vector. It was pointed out that there are important differences between BFT and SBT, as well as the environments they live in. Thus, rather than use the SBT vector directly, it was proposed to use the relative difference between the close-kin and histologically-based SBT vectors as a correction factor for BFT:

$${}^{adj} B = \sum_a m_a w_a N_a \frac{E_a [SBT, genetics]}{E_a [SBT, histology]}$$

This adjustment essentially assumes that the basic physiological processes that might cause younger fish to contribute proportionately less than older fish are similar for BFT and SBT (rather than making the more restrictive assumption that the animals are identical).

Establishing hypotheses about the contribution of each age to spawning

The latest stock assessments of ABFT made assumptions about the relative contribution of each age group to the spawning output of the population. The assumed vectors are different for the eastern and western stock (Table LH1).

The only tuna where the contribution of different age groups to population spawning output has been directly measured is Southern Bluefin tuna. These estimates were derived from the close kin analysis (Bravington *et al.* 2014). Estimates of this contribution show that it departs significantly from the assumption that spawning output can be approximated by the weight of the spawner (Figure LH1). Estimates differ significantly from the assumption that weight of spawner is a good measure of spawning contribution. Close-kin results strongly suggest that older fish contribute relatively more to the spawning output of the population than what it would otherwise be expected because of their weight.

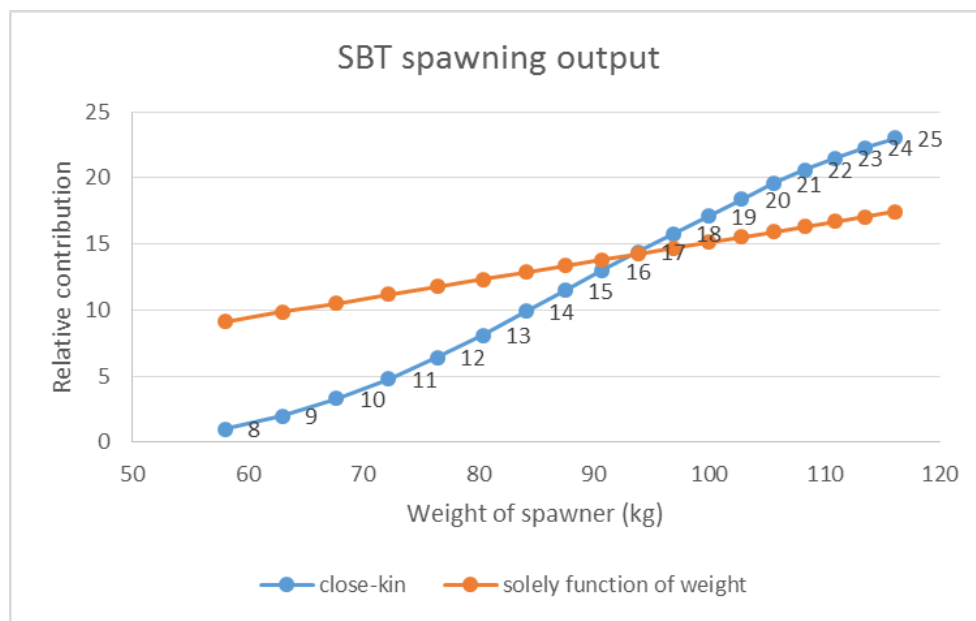


Figure LH1. Relative contribution of southern bluefin tuna to population spawning output as a function of weight. Labels on line correspond to age of each spawner. Blue line corresponds to estimates from close-kin analyses. Orange line corresponds to assumption that relative contribution can be solely calculated from the weight of the spawner (redrawn from Bravington *et al.*, 2014)

After further discussion the Group agreed in plenary to develop two alternative vectors to condition the operating model. One uses the latest results of the endocrine studies (reference needed) which suggest that ABFT start maturing at age 3 and are all mature by age 5. The second vector was developed by using the vector estimated for SBT by Bravington *et al.* (2014) and shifting it so that the youngest ABFT contributing to the spawning output would be assumed to be fish of age 4 rather than fish of age 8 like in SBT.

These 2 alternative vectors were compared with the maturity vectors used in the previous stock assessment. The resulting 4 vectors show that option 1 developed herein is relatively close to the vector assumed for eastern stock of ABFT. Option 2 is more aligned than the vector assumed for western stock of ABFT, however, option 2 assumes a gradual change in the contribution rather than a knife-edge shift (Figure LH2). Previous studies of size composition of ABFT in the GOM are consistent with the vector in option 2 (Diaz, 2011).

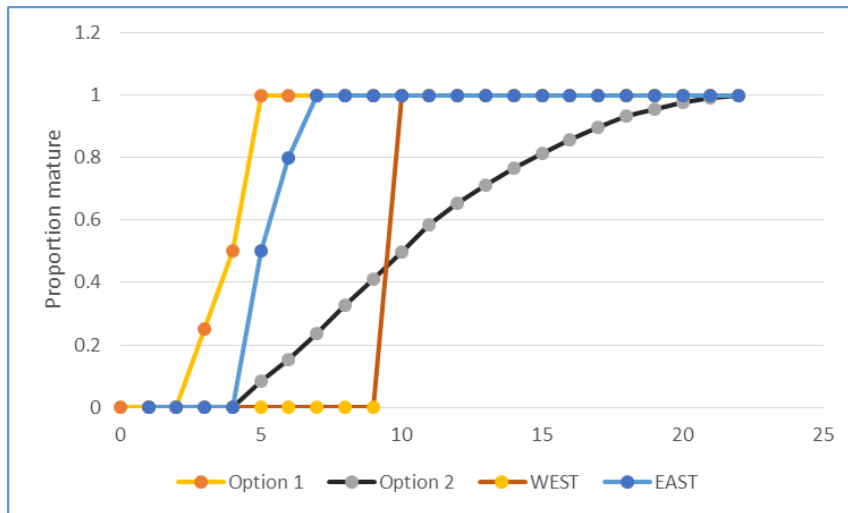


Figure LH2. Proportion mature at age as a proxy for the relative contribution of ABFT to the total population spawning output.

To evaluate the consequences of these assumptions on the calculation of spawning biomass it is useful to calculate the SSB on the basis of the simple product of %mature x biomass of mature fish. The biomass of mature fish in equilibrium would be the product of $\text{Number}_{\text{age}} \times \text{Weight}_{\text{age}}$. Assuming that $\text{Number}_{\text{age}}$ of a fully exploited stock can be expressed as $N_{\text{age}} = N_{\text{age}-1} e^{-2M}$. This assumes that $F=M$ on a fully exploited stock. Calculations were made with the M_{age} and $\text{Weight}_{\text{age}}$ values included in MSE model specifications document.

When these calculations are done for the four vectors it is clear that the ages that contribute the most to population spawning output are different (**Figure LH3**). When such contributions are done cumulatively it is more apparent that the current Eastern stock assumption is very similar to option 1 and the western stock assumption to option 2, except that option 2 acknowledges some contribution of fish less than 9 (**Figure LH 4**).

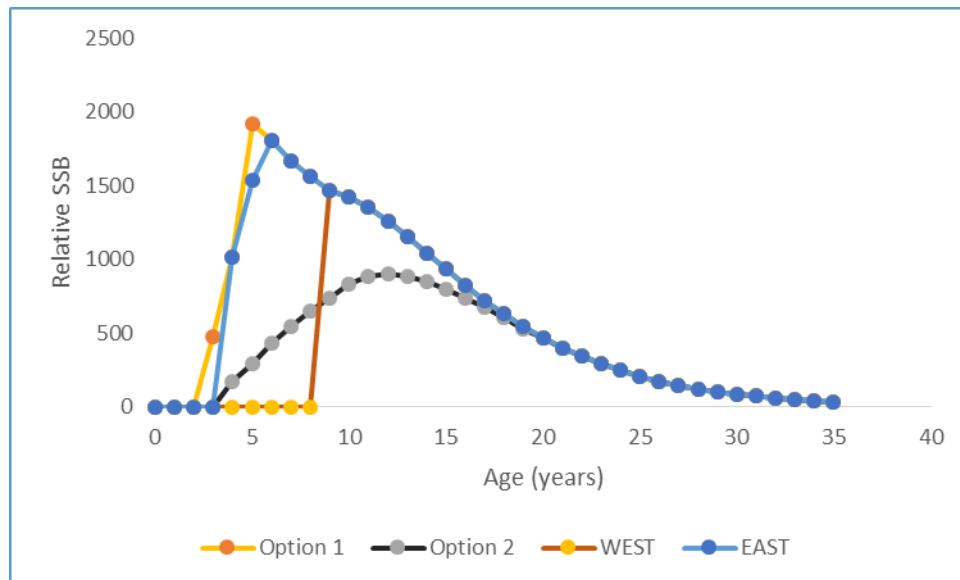


Figure LH3. Relative spawning stock biomass as a function of age for a fully exploited stock. Each line represents a different assumption about the relative contribution of each fish as a function of age.

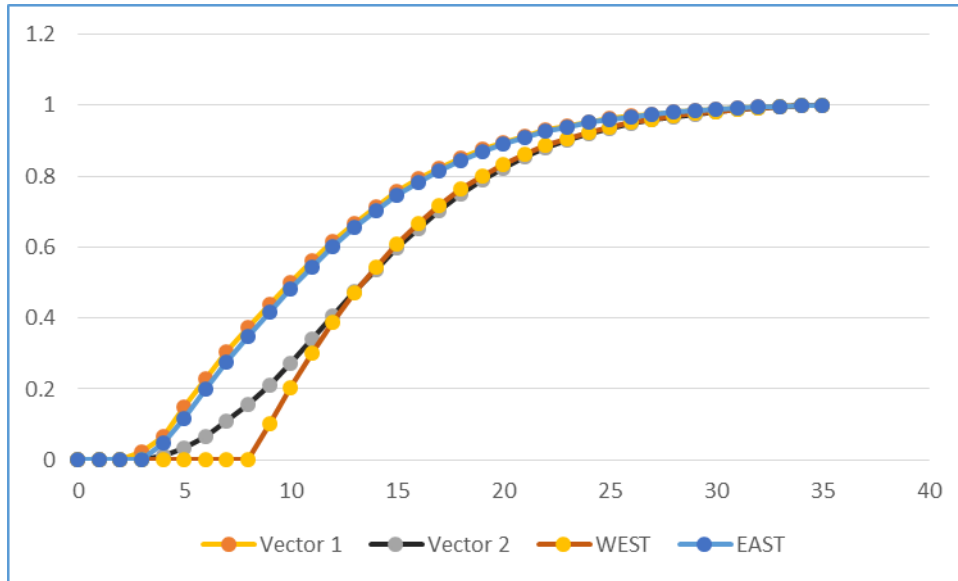


Figure LH4. Cumulative relative spawning stock biomass as a function of age for a fully exploited stock. Each line represents a different assumption about the relative contribution of each fish as a function of age.

Table LH1. Maturity vectors used to represent the proportion of any age group that will contribute to the spawning biomass. East and West rows correspond to assumptions made in the latest ICCAT stock assessment for each of the two ABFT stocks. Option 1 and Option 2 are the vectors proposed for the conditioning of the MSE GBYP operating model.

	Age	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
East		0	0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
West		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Option 1		0	0	0	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Option 2		0	0	0	0	0.08	0.15	0.24	0.33	0.41	0.5	0.58	0.65	0.71	0.82	0.86	0.9

References

- Bravington M.V., P.M. Grewe and C.R. Davies. 2014. Fishery independent estimate of spawning biomass of southern bluefin tuna through identification of close-kin using genetic markers. FRDC report 2007/034 CSIRO, Australia. 150 p.
- Corriero, A., Karakulak, S., Santamaria, N., Deflorio, M., Spedicato, D., Addis, P., Desantis, S., Cirillo, F., Fenech-Farrugia, A., Vassallo-Agius, R., de la Serna, J.M., Oray, Y., Cau, A., Megalofounou, P., De Metrio, G., 2005. Size and age at sexual maturity of female bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) from the Mediterranean Sea. *J Appl Ichthyol* 21, 483–486.
- Cort J.L., Estruch V.D., Santos M.N., Di Natale A., Abid N., de la Serna J.M. 2015. On the Variability of the Length–Weight Relationship for Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus* (L.), *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 23:1, 23-38, DOI: 10.1080/23308249.2015.1008625
- Díaz G. 2011. A revision of western Atlantic bluefin tuna age of maturity derived from size samples collected by the Japanese longline fleet in the Gulf of Mexico (1975-1980). *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 66: 1216-1226.
- Gordoa, A., Sanz, N., & Viñas, J. 2015. Individual spawning duration of captive Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) revealed by mitochondrial DNA analysis of eggs. *PLoS one*, 10(8), e0136733.
- Heinisch G, Corriero A, Medina A, Abascal FJ, de la Serna JM, et al. (2008) Spatial-temporal pattern of bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) gonad maturation across the Mediterranean Sea. *Marine Biology* 154: 623–630.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J.M., Gordin, H., Lutcavage, M.E., 2014. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. *Sci. Rep.* 4. doi:10.1038/srep07205
- Izquierdo MS, Fernández-Palacios H, Tacon AGJ. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*. 2001; 197:25-42.
- Knapp, J.M., Aranda, G., Medina, A., Lutcavage, M., 2014. Comparative assessment of the reproductive status of female Atlantic bluefin tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. *PLoS One* 9, e98233.
- Medina, A., Abascal, F. J., Megina, C. and García, A. (2002), Stereological assessment of the reproductive status of female Atlantic northern bluefin tuna during migration to Mediterranean spawning grounds through the Strait of Gibraltar. *Journal of Fish Biology*, 60: 203–217. doi:10.1111/j.1095-8649.2002.tb02398.x
- Neilson, J.D., Campana, S.E., 2008. A validated description of age and growth of western Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Can J Fish Aqua Sci* 65, 1523–1527.
- Ortega, A. and G. Mourente, G. 2010. Comparison of the lipid profiles from wild caught eggs and unfed larvae of two scombroid fish: northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L., 1758) and Atlantic bonito (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Fish Physio. & Biochem.* 36:461-471.
- Reglero, P., Tittensor, D. P., Álvarez-Berastegui, D., Aparicio-González, A., Worm, B. 2014. Worldwide distributions of tuna larvae: revisiting hypotheses on environmental requirements for spawning habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 501:207-224.
- Richardson, D.E., Marancik, K.E., Guyon, J.R., Lutcavage, M.E., Galuardi, B., Lam, C.H., Walsh, H.J., Wildes, S., Yates, D.A., Hare, J.A. 2016. Discovery of a spawning ground reveals diverse migration strategies in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Proc. Natl. Acad. Sci.* 201525636. doi:10.1073/pnas.1525636113

AGE-LENGTH KEY AND STOCK KEY SMALL WORKING GROUP REPORT

In order to be consistent with the recommendations and work plan of the 2015 Bluefin tuna Working Group, their report on the feasibility of producing an ALK was used as a template to guide the discussions. The Group also recognized that 4 papers and 1 presentation provided at this year's meeting would be informative (SCRS/2016/133, SCRS/2016/134, SCRS/2016/143, SCRS/2016/147 and SCRS/P/2016/049). The material presented in this Appendix was developed by members of the age-length subgroup and presented during the plenary session, however there was insufficient time to fully review the material in plenary and it was not formally adopted.

The 2015 Working Group's recommendations/evaluation below was amended with actionable items as noted following each point:

1. Verify that all ages used same protocol and that we are tracking cohorts properly:
 - a. The currently accepted (Busawon *et al.* 2014, Secor *et al.*, 2014) aging protocol counts the number of opaque bands and assigns the age according to this number. [*The biological database includes a field that indicates if the new protocol was used in ageing. Prior to the next meeting, the group will confirm with each contributor that the entries are correct for years prior to the introduction of the protocol (SCRS/P/2016/049).*]
 - b. In an assessment that works on calendar years to correctly track cohorts it is necessary to assign the fish correctly to the year it was born. [*The protocol for assigning a fish to the year it was born was confirmed to be as described in c) below. It was also agreed that a correction should be done to account for the type of section shape used for the reading: V or Y type, where one year should be added to the readings of V sections (Secor et al., 2014)*]
 - c. To do so we propose a rule that if the fish is caught between January 1 and the assumed time of the opaque band formation (June 1) then 1 year is added to the age. The timing of opaque band formation was inferred from monthly formation of edge type in bluefin tuna fin spines (Cort 1990, Luque *et al.*, 2014) and band formation from chemical tagging in southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*) (Clear *et al.*, 2000). Both sources coincide in opaque bands forming annually in summer. [*Recent chemical analyses of opaque and translucent zones of Atlantic bluefin tuna otoliths (Siskey et al. 2015) also show that opaque zones are apparent (distinguishable from the edge) by June 1. The database includes the direct age estimate and the adjusted age based on the this protocol and it was confirmed that the adjusted age was correctly applied by all investigators.*]
 - d. For future otolith reads we recommend measuring the width of the translucent band and continuing to determine if the timing of opaque band formation in otoliths can be more precisely determined. [*This depends on data that do not exist for each otolith and hence cannot be accomplished in the short term.*]

2. Evaluate the suitability of the existing information to use the ALKs:
 - a. Identify and verify any outlier age-length pairs (Otolith readers) [*Prior to generating eastern and western ALKs from both otolith and spine samples, the outliers in length for a given age were removed when they were further than 3 standard deviations from the mean. As a consequence, approximately 50 western observations and one eastern observation were removed.*]
 - b. Are all bins filled, define appropriate size bin? [*The Group agreed that the resolution of the ALK should not be coarser than that used in slicing and that ALKs would be developed at several resolutions and evaluated. Six methods were proposed for dealing with an absence of observations (i.e. gaps in the key). These approaches are: 1) Hybrid key (SCRS/P/2016/049), 2) Gap fill using data from other years, 3) Inverse key, 4) follow Butterworth's ALK method (SCRS/2016/152) 5) follow an approach integrating several methods and 6) Smooth ALK. The group was not in favour of borrowing data from another stock region because of the potential*]

for differences in probability in age-at-length between the two stocks (which forward ALKs are based on), which can result from differences in annual recruitment strengths (see SCRS/P/2016/049) There was also a preference for an approach that did not involve reliance on a growth model. Finally, it was thought that the use of a plus group in the assessment may allow one to overcome gaps at older ages. These approaches will be evaluated intersessionally, however an interim ALK (as described below) will be made available for use in the MSE operating model (LA).]

- c. *Are sample sizes sufficient for the EastWest Recent years data have been added to the database (East: 2800 fish over years 2005-2013; West: 3400 over years 2009-2015). The existence of GBYP data for the western management zone, that were not included in the Biological Database, was noted and efforts will be made to include them (ERM). Bubble plots of year by age were produced to determine if the data was sufficient for detecting cohort progression. In the eastern bubble plot (Figure 1) it was possible to detect some cohort progression whereas in the west there was no strong evidence (Figure 2)*
 - d. *Are sufficient years represented and is there trend over year, evaluate mean age at length. [Approximately 5 annual ALKs could be constructed using data from the west. The east has approximately 5 years. The adequacy of the annual ALKs (whether sample sizes are sufficient) is yet to be determined (LA). The 2016 ages should be available for the 2017 assessment.]*
 - e. *Are samples representative of the fishery? [This was assessed by comparing the catch at size from each stock (east, west, Mediterranean) with the length composition of the relevant samples (Figures 3 to 5). In all cases the sampling covered the size range of the catch, though the eastern samples were closer to being collected in proportion to the size distribution of the catch. Two catch at size options were provided for the Mediterranean and the length distribution of the sample matched that of the catch at size that include data from caging operations. It still remains to be verified that the distribution of samples from smaller western fish (100 to 110 cm) is correct.]*
 - f. *Do we need a ‘rule’ to deal with holes in the ALK? [As described in b) above, there are several alternatives for dealing with holes. The approach will be contingent on the seriousness of the gaps and the performance of the various ALK approaches (LA).]*
3. *Does the new aging data provide new information on growth [The new data in addition to tagging data were used to generate a new growth model for the western stock (SCRS/2016/147). There was no new model provided for the east, although the group was informed about two recent publications with same results on this topic (Cort et al., 2014; Luque et al., 2014). The group considered that before the new Richards model could be accepted, it should be refit after outlier removal and removal of age 1 and 2 fish as these could introduce a bias because of under-representation of slowing-growing fish (LA). It was recommended that the east also adopt a model fit using a Richards curve to be consistent with the west. However, since the von Bertalanffy growth estimates for each stock (Restrepo et al. (2010) and Cort (1991)) are very similar to one another, there is no reason to suspect much difference between the Richards models fitted to eastern and western samples. Given that the east has few older fish it was recommended that the model is fit with priors on shape parameters. The intent is for the new models for the east and west to be used whenever slicing is required.]*
- a. *Do we need to re-estimate Restrepo et al. (2010) , Cort (1991) and Cort et al., 2014 growth curves to be consistent with the new aging protocols and the substantial new age-length data. [The ageing data that produced the Restrepo et al. (2010) and Cort (1991) growth curves used old ageing protocols and involved modal progression. Recent analyses using more data under the new protocols match the Restrepo et al. (2010) fit but also indicate that the Richards model is free of residual bias for the older ages.*
 - b. *Re-estimate Restrepo et al. (2010) growth curves (cohort progression or without)?*
4. *2-3 step evaluation of which method replicates known ages (To be completed for Species group meetings) [The group recognized that steps 4 and 5 represent a reasonable approach for evaluating the ALKs once produced. These comparisons can be accomplished in time for the Species Working Group Meeting (LA).]*

- a. Use Restrepo *et al.* (2010) and Cort (1991) and run cohort slicing on known age-length info;
 - b. Fit growth curve to new direct aging data, use cohort slicing to generate ages from the same lengths;
 - c. Use ALK to generate ages;
 - d. Compare Age comp with known ages to test the three methods.
5. Estimate full CAA with slicing and ALK to evaluate (To be completed for Species group meetings):
- a. CAA from slicing and Restrepo *et al.* (2010) and Cort (1991) (continuity CAA);
 - b. CAA from slicing and new growth curves;
 - c. CAA from ALKs

In addition to the work and decisions indicated above, the group considered how spines would inform the key (SCRS/2016/134). It was felt that spine age could be included in a key when an otolith was not available, however spine age was not suitable for fish older than 13 y and there were moderate concerns over using spine age for fish between 7 and 13 years of age.

Diagnostics and quality control

Prior to the 2017 data preparatory meeting the biological database will be summarized so that the completeness of the data and the availability of ages for annual keys can be assessed. Also, checks for inconsistencies in age assignment by lab will be checked using the relationship to the new Richards growth curve. Lastly, the effect on the ALK of using lengths estimated from weights or snout length will be evaluated.

Preliminary age-length key comparisons

Following a review of related diagnostics, preliminary ALKs were developed for both the east and western stocks. Catch at age matrices were created for the western stock using 3 approaches and included in the 2014 BFT western VPA. Retrospective analyses yielded estimates of Mohn's Rho calculated for both F and recruitment on 10 year retrospective peels. These performance statistics were used to assess the effect of the 3 approaches on cohort progression. The three approaches considered were as follows:

- 1) Use a hybrid key (SCRS/P/2016/049) for each year with direct ages. Gaps are filled using cohort slicing. For all other years, cohort slicing is applied to the catch at size data. The growth model used to perform the cohort slicing was based Restrepo *et al.* (2010).
- 2) Apply a pooled key to all the catch at size data.
- 3) Apply cohort slicing to all the catch at size data using the growth model described 1.

Results

For the pooled key, convergence of the VPA was a problem and the retrospective pattern was bad (**Figure 6**). Relative to cohort slicing, the hybrid method had very little retrospective pattern until the transition to years where no or few direct ages were available (**Figure 7**). The pattern coincided with the change in method but also because the von Bertalanffy curve used in cohort slicing was not a good fit to the age-length data. There was some concern that the retrospective issue was also a function of other features which can't be disentangled from the effect of the age assignment method.

Estimates of Mohn's Rho show that the hybrid method was less biased over the most recent 5 years (**Table 1, Figure 8**). Performance over the most recent 10 years was much worse. This could be indicative of the influence of more years of ALK providing a differential cohort or growth signal relative to the assumptions of age-slicing. The pooled key was the worst performing key for both 5 and 10 year peels. For both recruitment and SSB, the hybrid method had higher bias; however, the bias decreased with the shorter (5 year) retrospective span.

Some considerations for future analyses were:

- 1) Retest with the addition of the most recent years of ageing data.
- 2) Use a Richards's model throughout.
- 3) Explore other age assignment methods described above (e.g. combined forward and inverse key).
- 4) Compare slicing using the Richards and von Bertalanffy growth models.
- 5) Explore the sensitivity to gap filling (i.e. explore alternative bin widths and sample size thresholds).

Stock specific age-length key

The possibility of constructing stock specific ALKs was not assessed. The availability of stock origin information across all ages and by area could be more properly assessed by the small working group on stock mixing which compiled all available mixing information.

Recommendations

- 1) The GBYP has collected otoliths and spines that have not been aged. It is recommended that in the short term gaps be identified in the ALK and that these be filled by ageing those GBYP samples that will fill the gaps (e.g. **Tables 2** and **3**).
- 2) It was noted that many institutions have conducted Bluefin tuna sampling programs which could yield samples not part of the GBYP or Biological Sampling databases. It is recommended that a request for these data be circulated.
- 3) It is recommended that all the biological data be included in the Biological Database. To that end, an Excel workbook can be provided to each investigator to facilitate data transfer.