

## REPORT OF THE 2015 ICCAT BLUEFIN DATA PREPARATORY MEETING

(Madrid, Spain – 2-6 March, 2015)

### SUMMARY

*The meeting was held in Madrid, Spain, 2-6 March 2015. It aimed to review all the available data and prepare the data required to carry out the full assessment of the West Atlantic and the East Atlantic and Mediterranean stocks, scheduled for 2016. Likewise, the activities were defined by the Core Modelling Group to continue the development of new modelling frameworks using Management Strategy Evaluation (MSE) that can better take into account various sources of uncertainties.*

### RÉSUMÉ

*La réunion a eu lieu à Madrid (Espagne) du 2 au 6 mars 2015. Celle-ci visait à examiner toutes les données disponibles et à préparer les données requises pour procéder à l'évaluation complète des stocks de thon rouge de l'Atlantique Ouest et de l'Atlantique Est et de la Méditerranée, laquelle devrait avoir lieu en 2016. Pareillement, le Groupe de modélisation a défini les activités destinées à poursuivre le développement de nouveaux cadres de modélisation en utilisant l'évaluation de la stratégie de gestion (MSE) qui peut mieux tenir compte des diverses sources d'incertitude.*

### RESUMEN

*La reunión se celebró del 2 al 6 de marzo de 2015, en Madrid, España. El objetivo principal de la reunión era revisar todos los datos disponibles y preparar los datos requeridos para llevar a cabo la evaluación completa de los stocks del Atlántico oeste y del Atlántico este y el Mediterráneo prevista para 2016. Asimismo, el Grupo de modelación definió las actividades necesarias para proseguir con el desarrollo de nuevos marcos de modelación que utilicen la evaluación de estrategias de ordenación (MSE) que puedan tener mejor en cuenta las diferentes fuentes de incertidumbres.*

### 1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements

The meeting was held at the ICCAT Secretariat in Madrid from March 2 to 6, 2015. Mr. Driss Meski, ICCAT Executive Secretary, opened the meeting and welcomed participants (“the Group”).

Drs. Clay Porch (USA) 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 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 11	P. Pallarés
Item 2	E. Rodríguez-Marín, A. Hanke, J. M. Ortiz de Urbina, A. Boustany and J. Walter
Item 3	C. Palma and M. Ortiz
Item 4	C. Palma
Item 5	M. Ortiz, S. Deguara, E. Rodríguez-Marín, M. Neves Santos and C. Palma
Item 6	M. Lauretta
Item 7	J. M. Ortiz de Urbina and A. Kimoto
Item 8	J. Walter and E. Rodríguez-Marín
Item 9	C. Porch and S. Bonhommeau
Item 10	M. Ortiz, A. Kimoto, L. Kell, C. Porch and M. Lauretta

## 2. Review of historical and new information on biology and stock structure

The Group reviewed the working papers presented to the 2015 Atlantic Bluefin Tuna Data Preparatory Meeting related to bluefin tuna biology and stock structure.

### 2.1 Review progress on developing age-length keys

Two documents were presented to this section in relation to direct ageing of Atlantic bluefin tuna from otoliths: SCRS/2015/040 and SCRS/2015/046. The first paper presented an age-length key (ALK) for the East Atlantic and Mediterranean stock using sampling from three years (2010 to 2012) and following the recent standardized reading criterion. Fractional age estimates were not used and age estimates were assigned based on annuli count because monthly formation of edge type, translucent or opaque, was inconclusive and did not allow establishing an annual formation pattern. The authors concluded that pooling the 2010 to 2012 data improved the length range and monthly sampling coverage, while it did not increase the ALK variability in length at age. The ALK confidence interval, defined as the mean length at age plus/minus the standard deviation of the mean, included the ICCAT currently adopted growth functions for both bluefin tuna stocks.

Some questions were raised about expanding the sampling and the lack of representativeness of main fisheries such as the purse seiners. It was indicated that stratified length and monthly sampling was adopted because of time constraints in annual phases of the biological sampling project and the necessity to share samples for stock structure analysis, which is the main objective of the biological sampling project. It was recommended to improve coordination from GBYP to increase the sampling (more purse seiner data) and to improve the utilization of the samples collected for other purposes. The effect of multi-year ALKs and their ability to track cohorts through time was also discussed. The Group noted that the ALK predicted a younger age than the current growth model after about age 7. It was also noted that there are methods available for dealing with ALKs that are incomplete.

Document SCRS/2015/046 presented 2010 to 2013 Canadian fisheries ALKs based on direct ageing of otoliths. Age assignment based on inverting the Restrepo *et al.* (2010) current growth curve was compared with an age-length key developed from the combined data. Age assignment was also compared between annual keys and a multi-year key. The multi-year ALK key yielded ages younger at a particular size than the growth model and the difference increased with increasing fish size after about age 10. Yearly ALKs were consistent with the multi-year key on the basis of symmetry tests.

The Group emphasized the need for annual keys and warned of the potential bias introduced by the different fisheries. Repeating the analysis including fish less than 180 cm SFL was recommended. The Group noted that the current approach used to convert length to age is a form of cohort slicing (program AGEIT) and not simply an inversion of the growth curve, therefore it would be appropriate to compare the age assignments of the age-length key to those obtained using program AGEIT. Establishing the protocols for incorporating an ALK in the VPA was left to a small working group to undertake.

### 2.2 Review progress on life history studies such as fecundity schedules

The Group considered a recently published paper by Heinisch *et al.* (2014) that concluded that western bluefin tuna mature at younger ages (100% mature at age 5) than currently assumed in the stock assessment (100% mature at age 9). Concerns were expressed that the endocrine criterion (FSH/LH) used to determine maturity was subjective, particularly as the primary basis for assuming that the 135-185 cm size classes were mature was a non-significant difference between levels for *assumed* mature fish >185. Particularly as it is not known that all fish >185 cm are mature, and other analyses have suggested an even older length at maturity (electronic tagging results (SCRS/P/2015/011) and length frequency analysis (Diaz, 2011)). Basing an assumption of maturity on non-significant differences between samples assumed to be mature was felt to be premature. A more definitive comparison would be with known mature (spawning in Gulf of Mexico) fish, in which case the FSH/LH values were much lower (below detection) than for either of the non-spawning but presumed mature fish size categories.

Concerns were also raised that the sample size of fish (17) used to conclude maturity in sizes 135-185 cm CLF was quite low and that the potential that some (or all) of these fish were of Eastern origin could not be excluded. However, the authors mentioned that it was unlikely that all the fish were of Eastern origin. It was felt unfortunate that otoliths were not available for definitive stock identification, though if tissue samples are still available, genetic (SCRS/P/2015/007) or organochlorine (Dickhut *et al.* 2009) methods might provide insight into stock origin.

Lastly, the Group held the view that maturity does not always reflect the amount of reproductive contribution. The desired measure of fecundity for the stock assessment is actual reproductive contribution at age and current proxies used for the East and the West stocks (weight at age x maturity at age) may not accurately reflect this. In this case it is necessary to consider, among many things, the fraction of the population at age that actually contributes to reproduction. One recurring concern is that the age at maturity estimated from fish on the spawning grounds may not reflect the reproductive contribution at age of the entire population.

It was noted that there have been several recent publications related to reproductive contribution such as batch fecundity, relative fecundity at length and frequency of spawning that would be of value to consider and that the Tenerife biological parameters meeting (Anon. 2014) reviewed bluefin tuna reproduction in detail. In particular, some useful works include papers by Correia *et al.* (2005), Medina *et al.* (2007), Zupa *et al.* (2009), Piccinetti (2012), Aranda *et al.* (2013a and b) and Knapp *et al.* (2014). Useful historical references include Rodríguez-Roda (1967). Considering this, the Group discussed the age at maturity assumptions for eastern bluefin (50% at age 4, 100% at age 5) and felt that reconsiderations of both eastern and western assumptions related to realized reproductive contribution by age were warranted. The Group considered that these could take the form of length-frequency analyses of the fish captured on the spawning grounds similar to analysis presented in Diaz (2011), new insights gleaned from electronic tagging and side-by-side comparison of the available measures of reproductive output for East and West bluefin (relative fecundity by size, batch fecundity, spawning periodicity, length of spawning period, etc similar to those conducted by Schirripa (2011) and Knapp *et al.* (2014). If this analysis cannot be performed prior to the 2016 assessment the Group recommends examining the sensitivity of both the Eastern and Western stock assessments regarding the reproductive contribution at age that are assumed at present.

### **2.3 Stock structure and mixing rates**

#### **2.3.1 Otolith microconstituent analysis**

An updated estimate of mixing based on otolith microconstituent analysis on the Canadian fishing grounds was presented (SCRS/2015/41). Baseline samples for stock identification were from the spawning grounds in the Gulf of Mexico and Mediterranean Sea. The baseline data were the most recent baselines used in previous mixing studies (Rooper *et al.* 2014). A larger number of samples from the fishing grounds in Canadian waters were examined and the data were analyzed by additional strata (year and fishing port). Samples from New England and Virginia waters, collected in the late 1970s were also examined. Data were analyzed using linear discriminant analysis (LDA), quadratic discriminant analysis (QDA) and Random Forest methodologies to assign samples to natal origin based on  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  ratios. LDA, which assumes similar covariance structure across classes, tended to assign more fish to eastern origin. All sampled areas had at least 65% of the fish of western origin across all sample locales and years. The largest proportions of eastern origin fish were identified in the Virginia (~35% eastern, 1977) and Canso Nova Scotia samples collected in 2011 (~35%). Across sampling years, the eastern proportion varied considerably in some ports (10-35% of eastern origin in Canso during 2011 and 2012; 0-14% if eastern origin from St. Margaret's Bay between 2012 and 2013). The relationship between class probability and fish size indicated that smaller fish were more likely to be of eastern origin and the median probability by length class differed by region, partially explaining some of the differences among regions.

The mean misclassification error was estimated to be ~17%, with equivalent false positive and false negative rates (eastern samples were the "positive" class in this analysis), indicating an equal likelihood of incorrectly classifying fish as eastern or western in origin. Some of the samples fell outside the range of the baseline samples with respect to  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  ratios, suggesting the possibility of other, unsampled regions of origin. In addition, a relationship between  $\delta^{18}\text{O}$  and age was observed, relative to the baseline samples, indicating the possibility of "drift" in this ratio with age, with 4 to 8 year old fish more similar to the baseline samples than the 9 to 36 year olds. This "drift" was not corrected for in this study, but there are plans to do so in future analyses. As more drift was evident in the  $\delta^{13}\text{C}$  ratios and  $\delta^{18}\text{O}$  are more informative for the assignment tests, it was not considered that this effect was significantly biasing the assignment tests. The proportion of eastern origin fish in the Virginia sample was similar to that estimated by Secor *et al.* (2008) for the same location and time period. It was suggested that the variation in the eastern proportion was a function of season, year and locale and that some consideration should be given to the spatial and temporal scale of mixing estimates used in a stock assessment.

The results of an otolith shape analysis study, conducted as part of the GBYP (SCRS/P/2015/004) were presented. Images of 718 otoliths of Atlantic bluefin tuna collected from 11 locations in the West Atlantic, East Atlantic, Mediterranean and Central Atlantic were included in the analysis. Otolith shape was described using 45 Elliptical Fourier harmonics and three morphometric shape indices. Principal component analysis (PCA) was used to reduce the dimensionality of the dataset. Results of general linear models (GLM) showed that the principal components of the shape descriptors (PCs) were highly length dependent with less variation detected between locations and years.

The PCs that captured the majority of the variation in otolith shape and that were independent of length (in some cases after standardisation) were used in a stepwise discriminant function analysis to distinguish between fish within a restricted size range (200-297cm FL) from the West Atlantic (Canadian fishery, autumn 2013) and East Atlantic (Malta, spawning time), achieving a Jackknife classification rate of 83%. This is similar to the accuracy associated with otolith stable isotopes (87%; Rooker *et al.* 2014) and otolith trace elements (85%, Rooker *et al.* 2003). Bayesian stock mixture analysis indicated that samples from the East Atlantic and Mediterranean were predominantly of eastern origin. The proportion assigned to the eastern stock varied spatially, however overlapping 95% credible intervals indicated no significant difference (Central Atlantic, 94% + 7%; Straits of Gibraltar, 94% + 7%; Morocco, 79% + 13%; Portugal 91% + 10%). The ranges of these estimates overlapped with those obtained using otolith stable isotopes (Rooker *et al.* 2014) and genetics (SCRS/2015/048 and SCRS/2015/007). The probability of observing a more extreme value for the mean from the marginal posterior distribution relative to the distribution for the base samples was within the 0.90 probability bounds for all PCs indicating that the classification model fit the data reasonably well. However, the probabilities of observing an extreme value were higher for the base samples from the East Atlantic than those from the West Atlantic suggesting that the individuals in the mixed sample that were assigned to the eastern stock were less similar to the baseline samples than the individuals that were assigned to the western stock. This may indicate that the eastern baseline samples were not fully representative of the population.

For fish <160cm, low levels of variation in the PCs (R squared values < 10%) were detected between locations in the East Atlantic and Mediterranean Sea. Comparisons between fish from the Bay of Biscay and Adriatic Sea were significant for several principal components. The Ligurian Sea also differed from other locations for one PC. This may reflect the presence of multiple groups within the Mediterranean with different environmental histories.

The Group considered that results of the study show that the potential exists to use otolith shape with other population markers (otolith stable isotopes, genetics) to improve estimates of mixing rates. There is a need to improve the characterisation of the baselines using fish collected from the spawning grounds during spawning time (for the West Atlantic and within the Mediterranean) and to combine data from the different population markers using the same fish. When applying otolith shape analysis to investigations of stock structure and mixing rates it is important to control for length driven variability in shape and to consider that otolith shape differences may reflect divergence at any point in the environmental history of the fish and are not necessarily indicative of distinct spawning or nursery ground origins.

A summary of studies focusing on chemical markers in otoliths as part of GBYP was presented (SCRS/P/2015/006). That review demonstrated that chemical markers in otoliths have significant potential for determining natal origin and population connectivity of bluefin tuna. During the GBYP program otolith microchemistry has been used to determine natal origin and mixing proportions of eastern and western stocks of Atlantic bluefin tuna in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. Furthermore, several novel approaches have been attempted for the development of new markers that will help in understanding population structure and migratory movements over time.

As a result of these investigations two articles have recently been published:

(1) Rooker *et al.* 2014 -> Using  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  in otolith cores the natal origin of giant bluefin tuna caught in the central North Atlantic Ocean, Mediterranean Sea, the Strait of Gibraltar and Moroccan coast was identified. Results indicate that mixing of the two stocks occurs in the central North Atlantic and Morocco, whereas fish captured in the Strait of Gibraltar and Mediterranean Sea belong to the eastern stock. There is considerable interannual variability in the mixing proportions in Moroccan coast (e.g., the presence of western migrants detected in samples from 2011 was of 73%, whereas in 2012 and 2013 it was just of 0-5%), as well as in the different regions of the central North Atlantic.

Further analyses not included in the article indicate that the two stocks also mix around Canary Islands, where mixing proportions of about 80% East 20% West were estimated.

(2) Fraile *et al.* 2014 -> The origin of bluefin tuna collected in the Bay of Biscay using  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  in otolith cores (same approach as [1]) was determined. Results indicate that bluefin tuna caught in the Bay of Biscay are almost exclusively from the eastern populations, but sporadic migration pulses from the west may occur (revealed by the presence of several western migrants of the same age captured in the same week).

In order to develop new markers that allow tracking of bluefin tuna, several lines of research are being developed:

- Discrimination of Mediterranean Sea and Atlantic Ocean water masses by otolith edge trace element composition: Trace element concentration has been measured by Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (LA-ICPMS), in otolith edges of bluefin tuna captured in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. Results indicate that Ba was the most important discriminating element, and the overall discrimination capacity between the two water masses was of 78%.
- Discrimination of nursery areas within the Mediterranean Sea by trace element composition: Trace element concentration was measured by LA-ICPMS in the otolith core of young-of-the-year bluefin tuna were from different putative nursery areas in western (Balearic Sea), central (Tyrrhenian Sea), and eastern (Levantine Sea). Results indicated that classification success for western, central and eastern Mediterranean was 80 %, 73% and 85% respectively.
- Determination of Atlantic bluefin tuna movements between Mediterranean Sea and western North Atlantic by  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  values along otolith transects: Transects of approximately 100  $\mu\text{m}$  width were milled using an automated MicroMill system to be perpendicular to the growth axis of the otolith, and  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  were measured for each of the otolith portion corresponding to different life stages. Based on  $\delta^{18}\text{O}$  differences between Mediterranean Sea and Gulf of Mexico samples, the utility of these two stable isotopes to detect if adult individuals captured in the eastern Atlantic Ocean have visited the western Atlantic throughout its lifetime was assessed. The results suggest that, two of the five individuals captured in the Bay of Biscay, as well as both individuals from the Strait of Gibraltar could have visited the western or northern North Atlantic Ocean. Comments were made that it is necessary to pool together all different results from the various years for avoiding biases in interpreting the results.

### 2.3.2 Genetic analysis

The results from the GBYP assignment tests based on genetic data were presented in SCRS/2015/048. A genotyping-by-sequencing (GBS) approach was performed to discover single nucleotide polymorphisms (SNPs) throughout the bluefin tuna genome, for which only reference samples (larvae and young-of-the-year - YOY) were used. Due to unexpected shortcomings of the GBS approach (likely a result of inappropriate restriction enzyme selection) reads were grouped per strata (combination of age, area and year) in order to achieve the desirable coverage. From the analysis of the grouped reads, a 384 SNP panel featuring loci with the highest allele frequency differences among strata were selected for further analyses. This 384 SNP panel was validated using 188 young tuna and larvae collected from the Gulf of Mexico, Cape Hatteras, Strait of Sicily, Balearic, Tyrrhenian and Levantine Seas, and a total of 220 SNPs provided consistent genotypes. From these, a 96 SNP panel was developed based upon discriminatory power among all major spawning areas (Gulf of Mexico, Balearic Sea, Strait of Sicily and Levantine Sea), which was then used to genotype 576 additional individuals from various age classes, locations and years. Pairwise comparisons of reference samples (larvae and young of the year fish (YOY)) showed consistent differentiation between Gulf of Mexico samples and several samples within the Mediterranean Sea. No clear pattern of structuring was detected among Mediterranean samples (Fst p-values > 0.05). YOY and larvae caught during different sampling seasons in the Gulf of Mexico and Cape Hatteras showed very little variation between samples, providing further support to pool samples in this region in order to increase statistical power.

After pooling, Western Atlantic samples differed significantly from all other Mediterranean samples. After elimination from the dataset of samples with assignment scores of less than 70% to one of two supposedly dominant spawning areas, the average score for assignment of young and adult tuna to spawning areas in the Western Atlantic or Mediterranean was high (86.5% and 84.5%, respectively) with 81.1% of individuals assigned. The SNP panel described herein has provided novel insights into the population structuring and spatial dynamics of Atlantic bluefin tuna. The proportion of individuals assigned with high assignment scores to probable spawning areas of origin was high, serving as an indication of the high performance of the selected SNPs. In order to improve the analysis of assignment to Western Atlantic and Mediterranean spawning areas, additional young tuna samples are required from the Gulf of Mexico and adult samples are required from the eastern Mediterranean. With further development and increased sampling, the capacity to trace individuals back to a Western or Eastern origin is expected to improve. The results from the analysis of young tunas provide further evidence of persistent population structuring across broad geographic areas, can be used to estimate mixing rates and with further development, may lead to traceability tools.

The Group expressed some concern that the Gulf of Mexico and Cape Hatteras samples were pooled together, given the high number of eastern origin fish present in the latter region based on otolith (Rooker *et al.* 2014) and tagging studies (Block *et al.* 2005; SCRS/P/2015/008). This pooling was carried out as the sample size for the Gulf of Mexico and western YOY fish were both low and increasing the sample size for use as a baseline was necessary. Given that the fish sampled off Cape Hatteras were YOY, the researchers had assumed that there was a low probability that these fish were of eastern origin. This assumption was based on nearly negligible levels of differentiation between samples from Cape Hatteras and the Gulf of Mexico, suggesting that they share a common origin, thereby validating the pooling of samples between geographic regions. The Group noted the high proportion of “unassigned” and “cross-assigned” (fish identified as Gulf of Mexico origin found in the Mediterranean Sea and vice versa) fish. The authors explained that these data are still preliminary and more statistical tests and comparison with complementary methods are foreseen. These first results are suggestive of limited gene flow between major spawning areas, although the set of markers developed still allows the overall genetic differentiation of spawning groups.

The overall  $F_{ST}$  results showing statistically significant population differentiation support maintained natal homing or spawning group fidelity, as suggested by previous genetic studies using mtDNA (Boustany *et al.* 2008) and microsatellites (Carlsson *et al.* 2007). The higher  $F_{ST}$  values provided by the new SNP panel, when compared with the results of microsatellite studies, and significant differentiation between young bluefin tuna (YOY and larvae) from the western Atlantic and each spawning area within the Mediterranean (western, central and eastern), both separately and combined, is a testament to the increased power of this approach. This improvement on genetic resolution of spawning areas is a result of the relatively increased number of genetic markers utilized from throughout the species' genome.

There was agreement by the Group and the authors of this study that combining microchemistry, genetic analyses otolith shape or other stock ID methods on the same individuals would be desirable, as this would allow for reconciliation of inference between the different approaches. A “misclassification” analysis was not conducted in this study, but the possibility to do this in the future would be examined. The Group inquired why there was such a high proportion of fish that were not assigned to either spawning ground even considering a very low threshold for assignment (set at 70% where for forensic applications confidence level as high as 95% are required). This could be attributed to the unexplored possibilities of genetic hybrids and unidentified alternative spawning areas in the Atlantic, however, as already stated, deeper assessment of the statistical power of the set of genetic markers developed has to be properly assessed with simulation studies and comparison between different methods.

Another population structure analysis based on genetic data was performed in SCRS/2015/007. The SNPs used in this analysis were discovered using Restriction Site Associated DNA sequencing (RAD-seq) based on a less frequently cutting (and thus more appropriate) restriction enzyme than the one used in SCRS/2015/048. Other differences between the two studies were 1) the SNPs were discovered based on individual and not pooled data, avoiding biases due to a priori grouping of samples 2) both the SNP selection and population structure analyses were performed without any priors (sampling region). Most samples were provided from singular years of sampling. In total, 130 reference samples (YOY and larvae) were used, with a total of 9830 SNPs. Using both Principal Components Analysis and Structure analyses (with and without taking into account the sample origin as priors), samples from the western Atlantic were identified as isolated from the Mediterranean Sea samples. Moreover, larvae collected from the Gulf of Mexico were more genetically distinct than the Cape Hatteras YOY samples and from any of the Mediterranean Sea samples. The western Atlantic larvae were identified as genetically distinct from the Mediterranean Sea samples. For now, these results should be considered preliminary as most samples come from singular years of sampling, and a high proportion of the larvae used came from a small number of tows, raising the possibility that the larval sampling could be skewed due to close kinship of individuals and could potentially increase the perceived distinctness of sampling regions based on the larval samples compared to YOY samples, the latter of which would be less likely to consist of close kin. However, it was noted that tagging studies have not shown much movement among regions within the Mediterranean Sea. Mention was made that sampling of spawning adults would allow for robust assignment to spawning ground while avoiding the potential for sampling of close kin. Currently, a second batch of samples is being analyzed including more tows and years for both larvae and YOY in order to avoid grouping of samples due to kinship.

SCRS/2015/049 presented information on historical samples made available through archeological work being conducted in several sampling regions in Europe. DNA was extracted from bluefin tuna vertebrae excavated from late iron-age and ancient Roman settlements in coastal Iberia (Portugal and Spain, 4th-2nd century BC; n=23) and Byzantine-era Constantinople (4th-15th century AD; n=6), as well as vertebrae from the Massimo Sella archive located at the University of Bologna (Ionian, Tyrrhenian and Adriatic Seas, early 20<sup>th</sup> century; n=150). Currently, some 147 historical samples (~100 years old) and 30 ancient samples (>1000 years old) are being genetically

characterized. The number of both historical and ancient samples available for analysis is in the thousands. Over 150,000 boxes of samples were available for analysis. A high performance genotyping panel containing SNPs derived from two separate projects funded by the GBYP scientific programme has been designed for the purpose of genotyping all historical samples along with modern samples collected from the same geographic areas. DNA was being extracted by drilling into the vertebrae and using ancient DNA isolation techniques. Due to the extended time series of samples, it would be possible to examine the historical change in genes over time, whether due to climatic shifts or human induced effects. The author noted that it would also be possible to conduct aging analyses on the vertebrae, as ring structure was readily apparent, even in the oldest samples.

### 2.3.3 Tagging studies

A review of the available tagging data contained in the ICCAT databases was presented (SCRS/P/2015/008). Tagging effort has been concentrated in select regions, including the East Coast of the U. S., the Bay of Biscay, and the Mediterranean Sea. Recovery trajectories showed that western-tagged fish were recaptured throughout the East and West Atlantic, while all fish recaptured in the Gulf of Mexico were tagged exclusively in the West Atlantic. Fish tagged in both the eastern and western Atlantic have been recaptured in the Mediterranean; however, there are currently no examples of fish tagged in the Gulf of Mexico entering the Mediterranean Sea, nor are there examples of Mediterranean tagged fish going into the Gulf of Mexico. A review of tagging and recovery effort by the seven stock region model (Kerr *et al.* 2014) showed concentration of tagging effort and indicated little information to estimate mixing at this spatial resolution, owing to low recoveries in some regions and uncertainty in reporting rates. Electronic tag releases showed a relatively good spatial coverage in the west and east Atlantic, as well as the Gulf of Mexico and Mediterranean; however, currently the ICCAT database only contains an inventory of the deployed electronic tags and does not include the actual track data.

The Group noted that the review of the tagging data conducted at this meeting was useful to provide recommendations for improving the usable information from the electronic tagging.

Some ideas for potential modeling approaches were discussed, including catchability estimation in areas where scientific tagging and recapture (100% tag reporting can be assumed) has occurred, or where on-board observers record the recapture of tags (Gulf of Mexico), coupled with the use of electronic tag data for prior distributions on migration, and tag loss estimates from caging studies. The Group noted that tag recovery rates for conventional tags were low (~1%) considering the estimates of fishing mortality rate. This could be the result of a combination of tag shedding and non-reporting. It was noted that for archival tags, where rewards can be up to US \$1,000, the tag recovery rates are much higher (up to 20%) even though it is believed that non-reporting of recaptures is also common for these tags. The Group also noted that the reporting rates for pop-up tags was much lower than expected (~20%) considering the generally high reporting rates reported in the past (>80%). Although there are regions and times when successful reporting by pop-up tags was significantly lower (Mediterranean Sea), the low number of pop-off positions in the tagging database was attributed mainly to lack of updating of the database by researchers engaged in tagging programs. It was agreed that clarification and updating of the database should be conducted before using these data to inform the stock assessment process. It was also noted that several YOY fish tagged in the western Atlantic were subsequently recaptured in the Eastern Atlantic and the Strait of Gibraltar.

SCRS/2015/055 presented information on bluefin tuna ( $n = 24$ ) tagged at five traps located in the Strait of Gibraltar using electronic pop-up satellite (PSAT) tags. Half of these fish were tagged on-board and the remaining tuna were tagged underwater by spear gun. The vertical behavior of the tagged fish was significantly affected by the phase of the day, the longitude and the tagging procedure. The pattern of horizontal movement was also different between both tagging methods. Mean retention time for tags applied underwater was 47 days for tags at large longer than 10 days. Mean retention of fish tagged on deck was 85 days at large for tags on longer than 10 days. A higher proportion of fish tagged underwater went to the Mediterranean Sea. For fish tagged on-board, 3 out of 5 went to the Mediterranean. The authors attributed these differences to an effect of tagging procedure on the post-release behavior of bluefin tuna. Some members of the Group noted that they also observed differences among fish behavior post-release based on tagging procedure and attributed this to increased stress experienced by fish brought on-board. The Group suggested that differences in the date of tagging events (differences of more than 2 weeks) could influence post release movement patterns of individuals derived from differing cohorts (tagging and capture evidence suggests that bluefin tuna may move in size dependent groups), as reflected by the differing behaviours and migratory patterns of tagged juvenile and adult fish in eastern Atlantic waters.

SCRS/2015/056 presented an update on assessing the feasibility of deploying an acoustic curtain across the Strait of Gibraltar for the monitoring of bluefin tuna and other pelagics as part of the Ocean Tracking Network (OTN). Pilot tests were carried out between 2009 and 2012. The results of these tests show that the performance of VR4-UWM receivers placed 800 m apart from each other was sufficient for detecting acoustic tags in this region. The most favorable layout for the line would comprise 35 receivers and would extend over 26 km between the coasts of Spain and Morocco. The Group asked if this array would run into opposition by international military forces, due to the potential for identification of ships and submarines. It was hoped this would not be a problem, but similar to other regions where acoustic “curtains” were proposed (e.g. between Florida and Cuba), the major obstacles were predicted to be political rather than technological. Additional concerns were expressed concerning the common frequency of tag transponders and military vessels and the possibility of false positive records due to the monitoring of these passing vessels. It was also noted that in order to identify which direction tagged fish were traveling, a two-layer curtain would need to be installed. However, the detections of a fish by multiple sensors in the array could triangulate direction of movement and a two-layer curtain might not be necessary. The Group suggested that the GBYP could examine the possibility of a partnership with OTN to facilitate deployment of this and other arrays.

An update on the electronic tagging program conducted in the Gulf of St. Lawrence, Canada was presented (SCRS/P/2015/011). 135 tags were deployed on 125 bluefin tuna ( $268 \pm 20$  cm CFL) and 100 of these pop-up tags reported to satellites. Tag retention rates for the smaller mini-PATs were higher than for MK-10 PATs allowing for increased deployment lengths. Of fish that were tracked for durations long enough to cover the Gulf of Mexico spawning season, 74% visited the Gulf of Mexico (mean length  $275 \pm 14$  cm CFL; 243-302 cm CFL). Mean entry date into the Gulf of Mexico was January 14 ( $\pm 42$  days) and mean time of residency within the Gulf of Mexico was 123 days ( $\pm 49$  days). Two tagged fish traveled to the Mediterranean Sea. These bluefin tuna were 267 and 261 cm (CFL) at release. They entered the Mediterranean Sea on 28 and 19 May and were both in the Tyrrhenian Sea when their tags detached on 14 and 20 June. 43 fish did not travel to either the Gulf of Mexico or Mediterranean Sea. These fish tended to be smaller than fish that traveled to either of the known spawning grounds ( $259 \pm 23$  cm CFL).

Fish that traveled to the Gulf of Mexico all remained west of the  $45^\circ$  W management boundary while many fish not assigned to either spawning region crossed the management boundary. Based on all the electronic tagging data (acoustic, archival and PSAT) generated by this lab to date, the smallest tagged bluefin tuna that has traveled to the GOM was 207 cm CFL at release and the smallest tagged bluefin tuna that subsequently traveled to the Mediterranean Sea was 191 cm at release (1.5 years before entry into Mediterranean). The age at which 50% of tagged bluefin tuna travel to the Gulf of Mexico is ~15 years old. No skipped spawning was observed once a bluefin tuna entered a known spawning ground (up to 4 years).

Document SCRS/P/2015/053 reports about GBYP tagging activities, updated as of 23 February 2014. The tagging volume was high reaching a total of 16,631 tagged bluefin, using a variety of tags (including 97 mini-PATs and 50 archival tags). A double tagging activity was also carried out, to test the performance of various types of spaghetti tags and to estimate tag shedding rate. The results showed that the difference between single-barb and double barb is minor. While the number of tags reported (201) to the GBYP has increased due to an increase in the number of tags deployed, a systematic awareness campaign and a new reward policy, the fraction of recoveries remains low (1%). The satellite tags showed some unexpected patterns and confirmed that some areas where bluefin tuna is clearly present (eastern Mediterranean and South Atlantic) are not well represented by the observed movement of tagged fish or the current tagging coverage. Hence, tagging in Phase 5 will be concentrated mostly in the eastern Mediterranean.

#### *2.3.4 Summary remarks*

The tagging working group agreed that an increased effort should be made to ensure overlap of samples analyzed by the various techniques described above. A comparison of samples analyzed by the various groups has revealed that very few fish have been analyzed using all GBYP research approaches. Not only can the various techniques be used to reconcile individual results generated by otolith shape, otolith microconstituent and genetic analysis but financial resources can also be optimized. An online central database, with editing constraints, providing frequent updates concerning analysis of samples should be made available to ensure optimization of research efforts as well as provide a new arena for transparency of research endeavours by ICCAT affiliates.



Recent tagging studies suggest caution is warranted when assuming that YOY fish provide baseline samples for Eastern or Western origin fish. Additional tagging studies from the past decade show that adults tagged on the Atlantic Ocean coast of the USA and Canada should be regarded as mixed feeding aggregates. This also applies for individuals captured in the mid-Atlantic Ocean to the waters south of Iceland and the western coast of Portugal. As such, samples used for the establishment of baseline signatures for otolith and genetic parameter studies to establish eastern and western identities should include samples collected from only the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea.

Preliminary comparisons of datasets detailing the results from otolith shape, otolith stable isotope and genetic (GBS SNP genotyping) studies have provided promising continuity of spawning basin assignment applications. For example, feeding aggregates in the Central Atlantic and off of the coasts of Morocco appear to contain a substantial numbers of western origin tuna, while the samples analyzed from the coast of Portugal suggest a much lower, if not negligible, contribution from the west.

### 3. Review of Task I nominal catch

This section describes the current status of the Task I nominal catches (TINC, as of 2015/03/02) related to bluefin tuna. In addition, the work related to the incorporation of the new datasets obtained under the GBYP Program (the result of four bluefin tuna data recovery projects, adopted in the 2013 Tenerife meeting). Finally, some guidelines and recommendations are made to improve the TINC catch series before the next stock assessment.

#### 3.1 Changes resulting from the incorporation of new information from GBYP and other sources

The Secretariat presented the most up-to-date bluefin tuna information on TINC statistics for both stocks to the Group. This information is summarised in **Table 1** (and **Figures 1** and **2**). No major changes were made to the CPC reported data, (except Korea who reported a PS catch of 80.5 t in 2013 at the end of the meeting) compared to the information available at the last SCRS meeting.

In relation to the incorporation of the GBYP catch series (detailed in Justel *et al.*, 2014) the Secretariat had followed the 2013 Tenerife meeting recommendations. The following Task I series (1950 and posterior years) were added (updated) as final:

- Spanish BB (Bay of Biscay): 1950 to 2000 (2 series fully replaced)
  - EU. ESP-ES-CANT\_BFT (targeting bluefin tuna)
  - EU. ESP-ES-CANT\_ALB (targeting albacore with bluefin tuna as by-catch)
- Italian LL in the MED: 1998 (update)
- Italian HAND in the MED: 1988 to 2010 (partially updated)
- Italian HARP in the MED: 1976 to 2003 (partially updated)

The last two small Italian fisheries (HAND and TRAP) mostly linked to South Tyrrhenian, Strait of Messina and North Ionian, were partially updated and all the series were allocated to the Strait of Messina.

Due to some inaccuracies (possible double counting, inconsistency in mean weights, not all fish caught in numbers were transformed into weight, etc.) found in the remaining GBYP related catch series (all TRAP catch series and a small HARP Italian fishery), the Secretariat had revised these datasets again (eliminating whenever possible the inaccuracies found) and presented the updated series to the Group. They are as follows:

- The updated Spanish TRAP (ATE and MEDI, 1950 to 2009) catches, which eliminates the “double count” found in the GBYP catches presented at the 2013 meeting in Tenerife. The same fish were counted twice (individual TRAP catches + the “SurAtlantica” combined trap catches [catches of all traps deployed in the Atlantic northeast]). However, the Secretariat considers that additional work is required to improve these revised estimates. The active participation of the Spanish National scientists is crucial to recalculate these two catches series. The work should be focused on clarifying the geographical location of some traps (to properly differentiate the MED and ATE catch series), correct records that resulted in inaccurate mean weights estimates (various types of inaccuracies) at the detailed (record basis) level and fully transform “all” the catches in number into weight.

- The Portuguese TRAP (ATE, 1950 to 1971) catch series presented at the 2013 meeting in Tenerife, had several inaccuracies (different types of incorrect mean weights at detailed level, partial transformations of number into weight) that greatly underestimated the total yield of the Portuguese traps in the 60's, when compared with the revision presented by the Secretariat. The inaccuracies found should be, whenever possible, corrected with the participation of the Portuguese National scientists.
- The Moroccan TRAP (ATE/MED, 1950 to 2007) catches obtained from the GBYP lack the full conversion from numbers into weights in the early 50s. In addition, there are some catches that are mixed between the ATE and the MED areas, due to some unclear geographical positions of some traps together with some doubts about the period (range of years) of the fishing activity.

For the three pending datasets, the Group recommended that the final work (Secretariat and National scientists) be presented in a scientific document at the 2015 SCRS Species Group meeting.

In 2012 ICCAT approved new Sampling Areas for major species that should be use for reporting fisheries statistics Task I and II (<http://www.iccat.int/Data/ICCATMaps2011.pdf>). In the case of bluefin tuna, the current stock boundary delimiting the eastern and western stocks, created too many small areas that greatly difficult not only the reporting process by the CPCs, but also the Secretariat work for providing data to SCRS and Working Group in specific formats compatible with bluefin tuna assessment area structure(s). Following a recommendation of the Standing Committee on Research and Statistics in 2014, the Secretariat presented a proposal simplifying the bluefin tuna statistical areas for reporting Task I and Task II information. The current and new sampling areas are shown in **Figures 3** and **4** respectively. The changes also include a redistribution of areas off the Canadian coast (sampling areas BF51 and BF52) that better reflect the characteristics of the fisheries in the region. The Group also noted that, the Mediterranean Sea could require a breakdown of the BF59 (all MED) area into 2 (Eastern/Western) or possibly 3 (Eastern/Central/Western) sampling areas in the future. At present, as noted by the Group, it is premature to define the geographic delimitations of the 2/3 new sampling areas, and it recommended that National scientists study this possibility in the future. For bluefin Mediterranean fisheries there is other information (VMS) from recent years that could simplify the split of catches into smaller geographical areas without adding further complexity to reports by the EU and other Mediterranean CPCs. The simplified bluefin tuna sampling areas proposal shall be presented to the SCRS at its 2015 meeting for approval.

The Group discussed how the Task I reported by bluefin sampling areas would fit into the 8 box model. The Secretariat explained that it doesn't directly fit on it. However, the CATDIS equivalent Task I estimations (Task I catches by trimester and a 5x5 degree squares, using the Task II catch and effort time-space distribution of each fleet/gear in each year) updated every year by the Secretariat can be used to classify those catches directly into the 8 box model. Thus, the Group recommended that the CATDIS dataset be properly updated for the next bluefin tuna data preparatory meeting.

The Secretariat also informed the Group that, the problem of unclassified (UNCL, SURF, etc.) gears, identified in the past was not fully solved, as shown in the **Figures 5** and **6**. This problem is particularly problematic for the bluefin eastern Atlantic and Mediterranean stock were the ratios of unclassified gears can overpass the 20% of the total weight in the Mediterranean in some years. The Group acknowledged this problem, and recommended to continue this ongoing work of reclassifying this catches by gear with the active participation of the National scientists.

### ***3.2 Review and development of a protocol for updating Task I data using the new L/W relationships***

The Group discussed the possible implications of the newly adopted L/W relationships in relation to Task I nominal catches, in particular for those series that utilised length-weight conversions to obtain the overall catches. Updating these Task I catch series for both stocks (from 1950 to 2013) is a task that cannot be made for the next stock assessment. Thus, the Group recommended that, Task I information should be updated as far as is possible by the National scientists in an appropriate time frame.

The Group agreed that any Task I catch series that is re-estimated with the new L/W relationships must follow the current SCRS protocol with regard to the submission of Task I updates:

- a) Preliminary estimates (three most recent years): can be updated using the approved electronic formats only.
- b) Rest of the years (historical): requires an SCRS document.

All the updates must be reported using the Task I standard form (form ST02-T1NC).

#### **4. Review of Task II catch/effort data after the incorporation of new information from GBYP and other sources**

The Secretariat presented to the Group the catalogue (**Table 2**) of the GBYP related Task II catch and effort (T2CE) information that was provisionally (pending some revisions) integrated into the ICCAT-DB system. It contains many new datasets related to the early years (50s and 60s) trap fisheries of Portugal, Spain, and Morocco, and also, datasets of other gears (BB, GILL, HAND, HARP, LL and PS) for the most recent decades (80s and 90s). Many of the datasets do not contain any type of effort, and thus, are useless for CPUE studies. However, the Secretariat noted that, if properly treated, in some cases it is possible to allocate more general effort measures (number of active traps, number of active vessels, etc.) provided after the end of the GBYP data recovery projects (e. g.: Norwegian PS provided recently the active fleet per year) or available in other data sources of ICCAT (Task I fleet characteristics).

The Secretariat informed that, the final integration of these datasets will be done progressively by the Secretariat (as soon as the effort revision is made) into the ICCAT-DB system during 2015 (ready in 2016).

The Secretariat also presented the bluefin tuna standard catalogues that put together, per species, stock and a range of years, the Task I catch and Task II datasets availability (catch & effort, actual size and reported catch-at-size) ranked in descending order. These catalogues are presented in **Tables 3, 4 and 5** (respectively ATE, MED and ATW). The Group proposed to merge the valid series (shaded blue) of **Table 2** into the T2CE database before the 2015 SCRS Species Group meeting.

#### **5. Review of Task II size data**

This section reviewed the current status of the bluefin tuna Task II size information (T2SZ, as of 2015/03/02). It covers the data reported by the CPCs, the GBYP size data, the back calculated live equivalent size frequencies obtained from farm based harvested tuna, and, the stereoscopic video cameras size sampling. Finally, some recommendations were made to the CPCs National scientists, aiming to fully revise and report T2SZ data series 2 month before the 2016 data preparatory meeting.

##### ***5.1 Review and validate the reported Task II size information used to estimate catch at size***

The bluefin stock based catalogues (1990 to 2013), presented in **Tables 3, 4 and 5** ( BFT-E (AE), BFT-E (MD) and BFT-W respectively) indicate the level of available T2SZ data for each one of the major fisheries, in relation to Task I.

The BFT-E (AE) has 95% of the total Yield associated with only 15 fisheries. On those major fisheries (main gears: LL, BB, TP, PS, TW), there are some important gaps that need to be completed whenever possible.

The BFT-E (MD) has a larger number of fisheries (about 32) that account for about 95% of the total catch (main gears: PS, LL, TP, HL) in the Mediterranean. The number of missing T2SZ datasets is large.

The BFT-W stock has 95% of the total Yield associated with about 10 major fisheries (major gears: LL, RR, PS, HP). In general, T2SZ is properly complete with only a few sparse gaps between 1990 and 2013.

The Group prepared a list of data revision/validation tasks needed for both stocks, which are aimed to be finalised before the 2016 data preparatory meeting. Those tasks together with the list of actions that each CPC scientist has to do, is described in **Table 6**. The revisions should take into account (reduce as much as possible with help of the Secretariat) the heterogeneity of the T2SZ datasets summarised in **Table 7**.

##### ***5.2 Review and validation of the catch at size statistics with new information from farms, harvesting, stereoscopic cameras and other sources of information***

In 2014, CPCs started to submit to ICCAT size frequency distribution data of bluefin tuna caught and transferred to farm cages (e.g. caging operations) collected with stereoscopic camera systems. Document SCRS/2015/059 presented an overview of the operations and protocols for the collection of the stereo camera data in the Croatian farms. It was noted that the stereo camera systems is a useful tool for size sampling of bluefin catch destined to farming operations, which are the main destination of the Mediterranean fisheries. Nevertheless, the protocols for successful use of the stereo cameras still require optimal conditions and skilled operators, and technical problems still remain.

Document SCRS/2015/050 summarized the bluefin size information available at present: about 15 thousand fish measurements representing approximately 50% of the caging operations in 2014. Plot of overall distributions show a multimodal size frequency of caught bluefin, with a peak of smaller fish at about 75 cm SFL, typical of fish destined to farms in Croatia a second peak is of medium size fish about 120 cm SFL, and a third peak of large bluefin at about 210 cm SFL. These two size groups were typically destined for farms of Malta and Turkey, while only large fish were observed in the Spanish farms (in recent years).

It was noted that the stereo camera data can be used to validate back-calculation of size at catch data derived from the harvesting (time of killing in the farms) data submitted by CPCs and presented in 2014 (Ortiz, 2015). Also, preliminary results were presented for ongoing experiments that use stereo camera data at different stages in the cages to estimate bluefin growth in size during the farming operations. This preliminary study indicates that during a 4 month caging period, there was growth in size for medium sized bluefin (~ 18% (increase in SFL (~24 cm)), and larger size bluefin (~ 5% increase in SFL (~11cm)).

In summary, size frequency bluefin data from purse seine Mediterranean fisheries are available from the stereoscopic camera data for 2014, covering close to 50% of the caging operations (information received by the Secretariat by February 2015). Prior to 2014, from 2008-2013 purse seine bluefin size frequency data can be estimated from the harvest operations, as recommended by the SCRS in 2014. However it is recommended that these data be validated with the 2014 stereo camera data and any other available farm growth data.

The Group reiterated that the protocol presented in Annex 9 of *Recommendation by ICCAT Amending the Recommendation 13-07 by ICCAT to Establish a Multi-annual Recovery Plan for Bluefin Tuna in the Eastern Atlantic and Mediterranean* [Rec. 14-04] should be validated by the SCRS.

This could be investigated during the Species Group in September 2015 (small working group).

### **5.3 Elaborate a work plan to generate a new catch at size using the new L/W relationships adopted by the Bluefin Species Group.**

The Group recommended that the recently estimated conversion factors for both bluefin stocks detailed in Rodriguez-Marin *et al.* (2015) and adopted by the SCRS in 2014, be incorporated into the ICCAT conversion factors tables available in the ICCAT web page. New overall conversion factors are presented in **Table 8** and monthly weight-length relationships (WLRs) in **Table 9**.

The Group suggested that these functions should be used for future stock assessments. It was also recommended that the historical catch at size data be revised using these new WLRs (i.e. when weight measurements were recorded and converted into length using other WLRs). In order to facilitate this process by CPCs, major fisheries potentially affected are identified in section 5.3. Alternatively CPCs may provide the electronic raw data to the Secretariat.

A detailed work plan fixing deadlines and responsibilities for the different actions is included as **Appendix 4**.

## **6. Review of available catch data and indices of relative abundance**

Document SCRS/2015/052 presented bluefin catches of the Korean fleet in the Atlantic Ocean from 1985 to 2013. The average Korean catch for this period was about 280 t. Atlantic bluefin tuna was caught by Korean tuna longline fishery mainly from 1980s to 1990s, and then by Korean tuna purse seine fishery since 2000s. The highest catch recorded was about 1,100mt in 2005. Catches decreased to about 150mt in 2006 and increased to around 330mt in 2008. In recent years, Korean catches were around 80 mt from 2012-2013. The fishing ground of the Korean tuna purse seine fishery for Atlantic bluefin tuna was mainly between 35~37°N, 30~36°E from 2005 to 2007 and between 32~35°N, 13~18°E from 2008 to 2012. The fishing ground by Korean tuna longline fishery was between 33~34°N, 7~9°E in 2006. The length distribution of Atlantic bluefin tuna caught by Korean tuna purse seine fishery in the Atlantic Ocean ranged from 110-300cm FL (mean 208. 8cm) in 2005, 100-283cm FL (196. 8cm) in 2006, 138-337cm FL (214. 3cm) in 2007 and 104-190cm FL (139. 7cm) in 2009, respectively. Catch data and fishery information were from observers.

The Group noticed some discrepancies in Korean bluefin tuna catch between what was presented in the document and the catch existing in the ICCAT bluefin tuna Task I database. The authors indicated that they are already working with the Secretariat to solve this issue. It was noticed that Korean longline vessels operated in the Algerian waters in the 1990s.

A review of the ongoing research linking larval ecology and operational oceanography, currently carried out by the Spanish Institute of Oceanography (IEO) Larval Ecology Group, in close collaboration with the Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System (BICOFS) was presented to the Group (SCRS/2015/P/009). According to the authors, knowledge on bluefin tuna larval ecology from field work and rearing experiments under controlled environmental conditions, together with hydrographic data, would provide the framework for analyzing how environmental variability drives important ecological processes affecting this species during its first developmental stages. The strong link between reproductive ecology and local oceanographic scenarios in the Balearic Sea and the high dependency of larval survival from environmental variability are some of the emerging results. By combining the available knowledge about environmental effects on larval population structure, condition and spatial distribution with near realtime series of hydrographic data, new operational oceanography products, such as spatial distribution of spawning habitats, have been developed which may be useful for improving the estimates of the larval index that could be used for VPA tuning purposes.

SCRS/2015/P/002 presented a habitat model for juvenile and adult bluefin tuna. This work, based on Ecological Niche Modelling (publication to be submitted soon), is similar in approach to that of Druon *et al.* (2011) with substantial modifications (input data) and extension (from the Gulf of Mexico to the Mediterranean Sea). 31,000 geolocated observations of bluefin tuna were used to calibrate the model. The covariates for the potential feeding habitat are daily chlorophyll content and fronts, sea surface temperature and sea surface height anomaly while the covariates used for identifying the spawning habitat are chlorophyll content, sea surface temperature, sea surface height anomaly and sea surface currents. The model outputs showed good agreement with current knowledge about feeding and spawning locations. Ways of integrating the information in the upcoming spatially-explicit stock assessment were proposed and likely be tested (e.g. index of relative abundance by month and box).

The Group agreed that the research on habitat modelling could provide valuable information for the next assessment of bluefin tuna and recommended potential next steps including crosschecking the predictions of the larval-environmental model with eastern bluefin assessment indicators such as spawning biomass, age-based cohort strength or catch by age, as well as exporting the larval-environmental model to be evaluated in other known bluefin tuna spawning areas for bluefin tuna; and promoting the cross-collaboration with western bluefin scientists to test the larval-environmental model in the Gulf of Mexico and standardize catch rates indices. Promotion of closer collaboration was recommended, particularly within the research frame of the G-BYP.

SCRS/2015/024 updated information on the bluefin tuna catches from a tuna trap fishery operating off the southern coast of Portugal (Algarve). Trends of intra- and inter-annual catches were analysed and relationships between the potential catches and ICCAT management regulations for the Mediterranean Sea were explored. The catch rates of bluefin tuna in the tuna trap off the Algarve remained relatively low between 1998 and 2008, but were followed by increasingly high catches thereafter, with an observed peak during the 2011 season. This bluefin tuna trap fishery has seasonal oscillations, with highest catch rates during July, corresponding to the tunas exiting the Mediterranean Sea after spawning. Significant negative correlations were observed between the catches and the number of allowable fishing months for purse-seines, longlines and bait boats in the Mediterranean Sea, meaning that the catch increased as the number of allowable fishing months for those fishing gears decreased. On the other hand, a positive relationship was observed between the catches and the minimum landing size (MLS), meaning that the catch rates in the tuna trap increased as the MLS for bluefin tuna also increased. These results seem to corroborate other fisheries indicators regarding the recovery of the eastern Atlantic and Mediterranean Sea stock.

The Group discussed factors affecting bluefin tuna availability to traps, such as environmental features during migration. The possible change in trap efficiency related to a 'pull' effect of bluefin tuna already inside the trap nets was discussed.

The Group encouraged further exploration of the feasibility of a joint trap index based on the time series from the Portuguese, Moroccan and Spanish traps although it was noted that combining these three indices is not straightforward due to several factors (effort units, regulation issues) and could be investigated during the species group meetings.

SCRS/2015/043 reported catch rates from the Tunisian purse seine fleet operating in the central Mediterranean Sea for the period 2009-2014. Data were analyzed following a General Linear Modelling (GLM) approach under a log-normal error assumption.

Following the presentation, the Group discussed the factors potentially affecting purse seine fishing effort such as searching time, number of vessels operating in the area, presence of aerial support, and school size and composition among others. There was agreement that it is difficult to define the proper fishing effort unit for purse seine fisheries, which makes including purse-seine CPUE in the assessment models problematic. Nevertheless, this catch rate series would provide valuable qualitative information for crosschecking the assessment results.

The Group agreed that all CPUE series must be evaluated following the protocol developed by the WGSAM (Anon. 2013) and approved by the SCRS in 2012.

SCRS/2015/047 provided a description of the Canadian fisheries in relation to the SWNS and SGSL indices of abundance. Both indices were updated to 2014 and a standardized version of the combined data was presented to the Group.

Combining the indices required overcoming the differences associated with fishing in the Atlantic Ocean compared to the Gulf of St. Lawrence. The Group noted that the regions had different catch-effort relationships and recommended that the effort be standardized by region to account for this problem. The Group also cautioned that different quota restrictions by area may make combining regions problematic. It was recommended to develop a combined US and Canada rod and reel index for fish greater than 177 cm SFL.

SCRS/2015/035 presented fishery independent indices of bluefin tuna larvae in the western Mediterranean Sea based on ichthyoplankton survey data collected from 2001 through 2005 and 2012 through 2013. Indices were developed using larval catch rates collected using two different types of bongo gear, fished three ways, by first standardizing catch rates by gear/fishing-style and then employing a delta-lognormal modeling approach. Delta-lognormal models included a basic larval index including following covariates: time of day, a systematic geographic area variable, month and year; a standard environmental larval index including following covariates: average water temperature between the surface and the mixed layer depth, average salinity between the surface and the mixed layer depth, geostrophic velocity, time of day, a systematic geographic area variable, month and year; and a habitat adjusted larval index including following covariates: a potential habitat variable, time of day, a systematic geographic area variable, month and year.

The Group noted that one concern of this index is the fact that it covers only an area in the western Mediterranean. This could be remedied by the addition of larval surveys in other spawning areas of the Mediterranean. Finally, due to the high correlation with estimates of spawning stock biomass was viewed as a supporting factor for its inclusion in the next stock assessment. It was concluded that improving knowledge of interannual larval survival and its dependency on environmental factors, and including the information in the standardization process will improve the index.

SCRS/2015/036 presented fishery independent indices of spawning biomass of western bluefin tuna based on NOAA Fisheries ichthyoplankton survey data collected from 1977 through 2013 in the Gulf of Mexico. Indices were developed using standardized data from which previous indices were developed (*i.e.* abundance of larvae with a first daily otolith increment formed under 100 m<sup>2</sup> sea surface sampled with bongo gear). Due to the large frequency of zero catches in the ichthyoplankton surveys, indices of larval abundance were developed using a zero-inflated delta-lognormal models, including following covariates: time of day, time of month, area sampled and year. Recently, there have been two studies concerning the age and growth of bluefin tuna larvae in the Gulf of Mexico which were used to update the current age-length key used in data standardization, and the index was recalculated. The updated index values were compared to those developed using the previous age-length key, and the trends were similar. However, the index developed with the updated age-length key had increased precision, and is recommended for use in future assessments, after this new age and growth information is published.

The authors noted that the differences observed when using the new age-length key were probably related to the inclusion of larger larvae in the estimation of the late age-length key.

The Group suggested implementing a habitat based model as a next step in the standardization of the index. The Group also recommended using the same approach as with the index developed for the western Mediterranean.

Misidentification of fish larvae and eggs can lead to inaccurate estimates of stock biomass and productivity which can trigger demands for increased quotas and unsound management conclusions. A recent GBYP funded study (Puncher *et al.* submitted) using genetic tools to identify larvae (n=188) collected from three spawning areas in the Mediterranean Sea by different institutions working with ICCAT revealed important differences in the accuracy of the taxonomic identifications carried out by different ichthyoplanktologists following morphology-based methods. While less than half of larvae provided were bluefin tuna, other dominant taxa were bullet tuna

(*Auxis rochei*), albacore (*Thunnus alalunga*) and little tunny (*Euthynnus alletteratus*). A review of the potential causes for these misidentifications uncovered various inaccuracies in related publications, varying identification practices and erroneous online databases. As such, the authors of that study suggest that efforts are made to standardize tuna identification methods across research groups participating in ICCAT larval surveys through training sessions hosted by experts.

## **7. Analyses of tagging data that could be used for including stock structure and mixing rates in the stock assessment**

The tagging group (TG) reviewed summaries of tagging data currently available in the ICCAT tagging databases. The TG noted several major conclusions, (1) there was no evidence of a fish entering both the Gulf of Mexico and Mediterranean spawning grounds, (2) records of YOY tagged and released in the West Atlantic and recaptured in the Med appear to be errors in the database (to be revised by the Secretariat), (3) records of fish tagged as YOY in the West and recaptured in the East showed three recaptures in the Bay of Biscay and one in the Strait of Gibraltar, and (4) records of YOY fish tagged in the East showed no recapture in the West before the end of the first year of life.

The TG defined two primary goals for the meeting related to electronic tagging. The first was to identify all potential bluefin tuna electronic tagging data and to define the minimum resolution of electronic tagging information required for input to stock assessment for the purpose of informing stock mixing rates. The second goal was to create a draft form of a data request, identify the metadata required, as well as the data fields of the migration track information.

The TG suggested that data from electronic tagging should be used as the primary tagging data for determining stock migration, depending on availability. The use of conventional tagging data for input into the stock assessment was discussed, and concerns were raised about mixing rate bias owing primarily to uncertainty in reporting rates between fleets, temporal heterogeneity, and small sample sizes in some stock regions. The TG concluded that if conventional tagging data are included in the stock assessment model, a sensitivity analysis should be conducted excluding the conventional tag data, to assess their influence on estimates of stock mixing rates and stock status.

A table containing the current known investigators with electronic tagging information was constructed and was presented to the Group for additional information (**Table 10**). The SCRS Chair will prepare a common request to be sent to all people who hold data, to submit them at as high a resolution as possible, but at a minimum a summarized format that meets the requirements for estimating mixing rates. It was discussed that when data are requested it will be made clear to whom those data will be made available. It was agreed that a summary of the data submitted with a list of contributors would be produced and made available to all cooperating investigators. The Group set a goal of having all data submitted in advance of August 2015 in order to have preliminary summaries available by the 2015 SCRS Species Group meeting.

The Group outlined an aggregation level format for data submission to be asked from cooperating investigators which included metadata (**Table 11**) and track summaries for individual fish as days per stock area by sequential year and month (**Table 12**). An example of the minimum information required is shown in **Table 13**. The Group agreed that in light of potential modifications to the delineation of the Mediterranean stock area, it would make sense to define two areas, tentatively as EastMed and WestCentralMed (thus expanding the 7 boxes model by Kerr *et al.* 2014 published in Kerr, 2015, **Figure 7**). The Gulf of Mexico/Caribbean area also was revised to include only the Gulf of Mexico and to include the Caribbean Sea in the West Atlantic region as there is considerable evidence of Eastern fish occupying the Caribbean Sea (**Figure 7**). The new stock areas match the 5 by 5 resolution used by the Secretariat so that the aggregated electronic tag data will match with the landings data. Further, data for the 8 region model can be aggregated into a simpler model with only East and West Atlantic and spawning areas (4 regions, **Figure 8**).

Regarding the conventional tagging data, an effort should be made to classify if the release and/or recapture data was from a scientific observer. A member of the TG will work on fleet selectivity estimates based on the conventional tagging data and will also provide an R script for assigning geographic areas based on lat/lon (**Figure 7**).

The TG will also work with the stock origins group to evaluate each tagged fish's possible origin based on one or more criteria and potentially assign stock origins to those fish tagged that did not enter the spawning areas, using all other sources of information.

The TG strongly recommended that GBYP support electronic tagging to be carried out in the Eastern Mediterranean (e.g., Levantine Sea), where there is currently a large data gap in stock migratory patterns, and particularly, migration rates into the Western Mediterranean and Eastern Atlantic.

## 8. Analyses of data that can be used to develop stock-age-length keys

### 8.1 Age-length key

A small group evaluated the existing age-length and stock origin data (ALSKG) to determine the potential to obtain age-length-stock keys (ALSK) by year, season and fleet. Noting that such finely detailed and annual ALSKs are the conceptual ideal, sample size limitations will ultimately determine the limits of progress in this regard.

The ALSKG proceeded with the evaluation in the five steps outlined below:

1. Verify that all ages estimations used the same protocol and that cohorts are being tracking properly.
  - a) The aging protocol currently accepted (Busawon *et al.* 2014, Secor *et al.*, 2014) counts the number of opaque bands and assigns the age according to this number.
  - 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.
  - c) To do so a rule is proposed 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 (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 (**Figure 9**).
  - d) For future otolith readings 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 is recommend.
2. Evaluate the suitability of the existing information to use the ALKs
  - a) Identify and verify any outlier age-length pairs (otolith readers)
  - b) Are all bins filled, define appropriate size bin?
  - c) Are sample sizes sufficient for the East (561 fish over years 2010-2012), West (2380 over years 2009-2014)?
  - d) Are sufficient years represented and is there trend over year, evaluate mean age at length
  - e) Are samples representative of the fishery?
  - f) Is a 'rule' needed to deal with holes in the ALK?
3. Does the new aging data provide new information on growth
  - a) Is there a need to re-estimate Restrepo *et al.* (2010) and Cort (1991) growth curves to be consistent with the new aging protocols and the substantial new age-length data?
  - b) Re-estimate Restrepo *et al.* (2010) growth curves with cohort progression or without?
4. 2-3 step evaluation of which method replicates known ages (to be completed for Species group meetings)
  - a) Use Restrepo *et al.* (2010) and Cort (1991) and run cohort slicing on known age-length information
  - 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 composition 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

The ALSKG determined that there was insufficient sample size by year to create annual ALKs. Hence the best compromise between incomplete ALKs and the potential blurring of cohorts was to create a multiyear age-length key. This is not inconsistent with the finding of SCRS/2015/046 which noted that the individual year keys were similar to multi-year key developed for the Canadian fisheries. A brief evaluation of the mean age at 10 cm size bins over the years of data in the West found no clear systematic trend with time (**Figure 10**).



Multi-year ALKs were constructed for both the West and the East (**Figures 11 and 12**) which indicated that for the East there was relatively good coverage, even for 1 cm bins, for most lengths except at sizes above 250 cm SFL. The exact bin size will be determined later. The East ALK also exhibits reduced variability in size at age than the West ALK (**Figure 13**) which may be a function of lower sample sizes in the East and the large number of samples from one month (**Figure 14**). For the West, the ALK is lacking age 0 and 1 fish and has a noticeable gap between 150-175 cm SFL at 1 cm binning.

The recommendation from the ALSKG is to augment the East and West ALKs with samples borrowed from the other stock to fill in gaps. For the West samples below 75 cm SFL will be added to the ALK and for the East samples from the West above 220 cm SFL will be added (**Figure 15 and 16**). This represents a necessary compromise to avoid sparseness of the matrix. It may also be possible to employ other approaches to fill in the sparse ALKs such as using the growth curve, Bayesian approaches, etc.

It was noted that rapid growth may require seasonal ALKs. Unfortunately the sparseness of samples will make seasonal ALKs difficult to generate due to the monthly distribution of samples (**Figure 14**). But since the goal is to age the catch it appears that the age samples generally reflect the monthly distribution of catch in numbers from 1960-2011 (red lines in **Figure 14**), except that the monthly distribution of Eastern samples misses the peak landings in July and August. Furthermore, it is anticipated that more age-length samples will be made available for the East in the upcoming months, which may help to fill out the ALK.

Given the substantially greater amount of new aging data and the revision to the ageing protocols, the growth curves of Restrepo *et al.* (2010) and Cort (1991) may warrant revision, the details of such revision should be explored for the next bluefin tuna Species group meeting. The data used in the Restrepo *et al.* (2010) curve are sparse in consideration of the currently available growth data (**Figure 11**). The remaining tasks related to the multi-year ALKs are to follow the protocols outlined above to evaluate the performance of the three methods.

## 8.2 Mixed stock composition

With regards to mixed stock composition and the potential to obtain age-length-stock keys, the ALSKG evaluated Canadian fishery age-length information where stock origin was determined by otolith microconstituents. The first step evaluated data showing the probability of being of Western origin for each fish by length for all years combined (**Figure 17**). From these data it was possible to derive a stock probability key (**Figure 18**).

Assigning a stock ID to each of the fish used in **Figure 17** using a threshold of 0.54 facilitates development of two separate age-length keys (**Figure 19**). ALKs could be used in a standard manner to age the catch from pure stock fleets. The ALKs are sparse for the East, currently, and could be augmented by fish from fleets and areas known to be Eastern origin. For the West, the ALKs are sufficient for fish above 180 cm SFL, but sparse below this. The Group considered that these ALKs could be used for each stock but that, to the extent that fisheries reflect a mixture of stocks, applying a stock specific ALK may not necessarily be appropriate.

Overall assignment of stock composition of the catch by fleet or area could be extremely useful, independent of how the catch is aged. Some fleets can be considered pure stock fleets and others can be considered mixed, so the approach of an age-length-stock key may be possible to apply to the mixed fleets. It will be necessary to evaluate fleet/area structure to determine catch stock composition and the availability of samples for stock identification determination (**Figure 20**). For such an approach to be feasible, it is critical that stock composition estimates be obtained for the mixed stock fisheries and that paired age-genetics-microconstituent analysis be conducted on the same fish.

The ALSKG also discussed the role of stock mixing information in the 2016 stock assessment. This information should be integrated with electronic and conventional tags information. Preliminary comparisons of the results from otolith shape, otolith stable isotope and genetic (GBS SNP genotyping) studies have provided promising and consistent assignment to spawning basin. For example, landings in the Central Atlantic and off of the coast of Morocco appear to contain a non-negligible number of western origin tuna, while the samples analyzed from the coast of Portugal suggest a much lower contribution from the west.

The ALSKG notes the importance of using the same fish for all three (or more) metrics (otolith shape, microconstituent and genetic analysis) as a critical step towards developing ALSK and for reconciling inference across the methods. For developing methodology to separate stocks, priority should be given to obtaining and processing samples from the Gulf of Mexico and Mediterranean as these areas are most likely to be of pure stock origin. As such, additional samples are required from both the Gulf of Mexico and eastern Mediterranean Sea (i.e.

Levantine Sea). For partitioning the landings, coverage of stock origin samples by fishery (such as roughly outlined in **Figure 20**) should be evaluated and priority given to fleets/areas high potential for mixed stock fisheries or those with limited sample coverage for stock composition analysis.

The ALSKG emphasized the need to analyze new samples from these regions in order to provide data for the 2016 Stock Assessment. Representatives from the research on each of the methods agreed to the feasibility of accomplishing this task given additional funding opportunities from GBYP Phase 5.

The following objectives are to be completed in preparation for the 2016 stock assessment:

1. Develop a database containing the natal origin information for samples collected by the GBYP and other sampling programs.
  - a) Meta information to include date and location, fish size, metrics associated with the classification methodology and probability of eastern and western origin by method.
2. Conduct reconciliation of origin assignment using samples from the same fish when differences occur.
3. Verify the origin of the base data used by each method.
4. Estimate spatial mixing proportions and predict origins of individuals using integrated analyses with multiple types of data (e. g. genetics, otolith morphometrics and microconstituents).
5. Develop Age-length-stock keys for the mixed stock fisheries/areas
6. Establish mixing rates by the 8-box or the 2-box areas.

## **9. Recommendations**

### **9.1 General Recommendations**

1. The Group supported the SCRS Strategic plan for updating the stock assessment catalogue to ensure that the software used is well documented with an accompanying user's manual and code. It supported the recent call from the Secretariat for the rapporteurs of the species working groups to review the ICCAT Software Catalogue in order to see whether the current procedures should be updated and are consistent with best practice. In particular, the Group reiterated previous recommendations that all software used to generate the basis for the scientific advice to managers must be included in the catalogue well in advance of the next stock assessment meeting.
2. The Group recommended that the Secretariat request revisions to the Task I and II data submitted to ICCAT from each CPC with important bluefin fisheries. Specifically, the CPCs are requested to:
  - a) Provide detailed metadata describing the quality of the available Task I and II data in accordance with the specifications from the 2014 Methods Working Group (Anon., 2015) (see **Appendix 5**).
  - b) Revise their submissions of Task II size data to include the actual size samples used to estimate the catch at size (rather than only the catch at size) and, where appropriate, using the weight/length conversions adopted herein (in accordance with the provisions given in **Appendix 4** of this report).
  - c) Considering that the adoption of the new L/W relationships can have implications in the Task I nominal catches, in particular to those series that utilised length-weight conversions factors to estimate catches, the Group recommended to CPCs involved to update their Task I series through a pluriannual work plan.

### **9.2 Recommendations in regards to tagging**

1. The Group recommended that the SCRS Chair send a letter to the tagging correspondents for each CPC and all individual researchers known to have conducted electronic tagging data studies on bluefin tuna requesting that they provide their data to the ICCAT Secretariat by September 2015.

2. The submission of data from individual electronic tags should include, at a minimum resolution of days per stock region (8 box model) summarized by sequential month and year (see, for example, **Table 12**).
3. An analysis of the electronic tag data should be conducted to estimate the probability of occurrence in a region (amongst 8 box model regions) by stock, month of the year, and size class. This should be done in time for the 2016 bluefin data preparatory meeting.
4. Stock assessment models should attempt to incorporate electronic tagging data and also consider incorporating conventional tag data (at least as a sensitivity analysis) to determine the influence and potential bias on stock mixing rate and stock status estimates.
5. Electronic tagging and tissue sampling should be carried out in the eastern Mediterranean (e.g., the Aegian and Levantine Seas), where there is currently a large data gap in stock migratory patterns.

### ***9.3 Recommendations in regards to age-length keys and stock mixing***

1. Process existing samples by late 2015 with emphasis on priority areas as defined below\* and matched samples with complete information for age, genetics, otolith shape and microchemistry.
2. Collect additional samples from priority areas\* and from fleets and times with low existing sample coverage and high degrees of potential mixing.
3. Compile complete matrix of age, stock composition (genetics), microconstituent by fleet and area and year; request all available composition data in format to be developed.
4. Develop method to obtain age-stock-length-keys from all available stock/age composition information.
5. Re-evaluate growth curve, test ALK versus age-slicing, develop new and continuity CAA matrices for 2016 assessment.

### ***9.4 Recommendations in regards to larval ecology and indices of spawning population***

The ongoing research on the linkage between environmental conditions and the spatial distribution and survival of bluefin tuna larvae in the Balearic Islands, carried out by IEO/SOCIB larval ecology group, represents an excellent opportunity for the advancement of scientific knowledge on the development of larval indices for SSB. Currently, this is the only fishery-independent survey for eastern bluefin tuna, save the aerial surveys, and it was demonstrated the index is highly correlated with the SSB from the 2014 assessment model output. This research could provide important data to the next and future assessment of eastern bluefin; at this point it is recommended to continue this line of research based on larval surveys around the Balearic Islands, focusing on the following tasks:

- Crosscheck the predictions of the larval-environmental model with the bluefin assessment indicators such as spawning biomass, age-based cohort strength or catch by age.
- Export the larval-environmental model to be evaluated in other known spawning areas for bluefin tuna. This will include: identification of environmental data requirements and sampling protocols for larval collection.
- Continue promoting closer collaboration between eastern and western bluefin tuna scientists through the research frame of the GBYP, including testing the larval-environmental model with the Gulf of Mexico spawning population.

### ***9.5 Recommendations in regards to life history studies***

1. The Group noted that there has been a large body of work on bluefin reproduction through the years, much of which was reviewed during the prior bluefin data workshop in Tenerife (Anon., 2014). The assessment would benefit from a comprehensive reconsideration of this combined work with a view towards reexamining both the East and West assumptions related to realized reproductive contribution by age, including, but not limited to, fraction of the population spawning at age, age at maturity, fecundity, spawning frequency, sex ratio, spawning duration and egg quality.

---

\* Priority areas include known spawning areas; Gulf of Mexico, eastern Mediterranean Sea.

## 10. Other matters

### 10.1 Review of papers related to stock assessment methods

SCRS/2014/054 re-examined the fitting of stock-recruitment relationships (SRRs) for the western Atlantic bluefin tunas stock with respect to the choice of model (Beverton-Holt vs 2-line model) and the invocation of a “regime change” in 1976 to explain lower annual recruitments estimated in subsequent years. It was found that stock-recruitment models with constant parameters did not adequately fit the results of the 2014 VPA assessment, but that it was not necessary to assume a one-off, irreversible change at an arbitrary time, as was done in SCRS/2014/200. Improved fits to the results of the 2014 VPA were obtained by modeling either a (steepness) parameter or the  $K$  (pivot- or carrying-capacity related) parameter as time-varying parameters governed by a stationary Gaussian stochastic process. The variable- $K$  model provided a slightly better fit to the data and has the advantage that the definitions of  $F$ -related reference points, such as  $F_{MSY}$ , are independent of the variations. The current definition of  $B_{MSY}$  relies on the assumption of a time-invariant parameter. The definition needs to be modified to make sense in a time-varying context. Preliminary simulations suggest that the “floating  $B_{MSY}$ ” (defined as the biomass that results from keeping  $F$  fixed at  $F_{MSY}$ ) provides a more stable reference point than that obtained by assuming that current parameters will not change.

The Group discussed options for taking this approach in future assessments, and the implications in terms of change in perception of stock status. The proposed method allows for reference points to change over time, without having to make arbitrary choices about change points. It was clarified that  $F_{MSY}$  is constant under time-varying  $K$  because it is only dependent on the parameter  $a$  (steepness), growth and natural mortality. The Group wondered about the actual changes in the  $K$  value, and the current relative stock status. It was mentioned that the study showed a lower  $K$  value in the recent years. The Group further discussed whether the Kobe chart is meaningful under a time-varying  $K$  and  $B_{MSY}$ . It was agreed that Kobe charts could be still relevant even under a changing  $B_{MSY}$ , but it depends on how  $B_{MSY}$  is defined in the time-varying case. Defining  $B_{MSY}$  as the biomass corresponding to  $F_{MSY}$  may have some advantage in providing a stable benchmark. However the utility of the different reference points, including  $B_{MSY}$  and  $B_0$ , should ideally be tested in the context of management strategy evaluation (MSE). The Group noted that there is a second, separate issue regarding MSY. As currently defined, MSY depends on the selectivity pattern of the combined fishery, which can change over time, irrespective of the biology. The Working Group considered that there could be merit in defining MSY reference points independently of the current selectivity pattern, for example relative to a uniform selectivity pattern above certain minimum age. It was noted that  $B_0$ , as used in the Western & Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC), is also independent of the selectivity pattern.

SCRS/2015/045 detailed issues of data required and assumptions needing discussion to advance work on length-based statistical assessment methods for Atlantic bluefin tuna. Immediate needs were obtaining the length composition data for certain abundance indices for the West Atlantic for which the data are available in age-disaggregated form, and checking choices for pooling different fleets which are assumed in the analyses to have the same selectivities. Further discussions were referred to a small group comprised of the authors and pertinent members of the Secretariat; this group resolved the matters requiring immediate attention.

SCRS/P/2015/003 presented the preliminary work from a cross-validation using the last East Atlantic bluefin VPA assessment. In cross-validation the candidate assessment method is fitted using tail-cutting, i.e. successively deleting data from year  $n$ ,  $n-1$  to  $n$ ; then projecting to year  $n$  based on the assessment fits, i.e. retrospective with a projection. In the example presented the CPUE series are regarded as being representative of the dynamics of the stock, they can be used as a model-free validation measure to identify which the Eastern Atlantic scenario (VPA projection settings) had the best predictive power by comparing the observed and predicted data sets. Cross validation can also be used to identify which data series provide a signal of stock trend and which are just noise. Cross-validation can therefore be used as a way for objectively deciding on assessment scenarios.

The impact of the assumptions of pro2box on the projections, i.e. selection pattern and recruitment, was discussed. It was explained that since the exercise was a validation of the current practice of the bluefin tuna Working Group, the procedure used for setting the options in pro2box was the same as used in the last assessment (i.e. for setting recruitment and calculating selection pattern). The projection was made for the same total catches as used in the VPA.

## ***10.2 Refinement of metadata request to CPCs***

Following the recommendations of the SCRS and the Working Group on Stock Assessment Methods (Anon., 2014) the Group requested that CPCs submit information regarding the quality, procedures and protocols for collections of fisheries and biological information from their bluefin tuna fisheries. The Secretariat will prepare a form based on the information requested (see **Appendix 5**) to be sent to CPCs with major bluefin tuna fisheries. These data should include descriptions of the sampling coverage, methodologies and protocols for data collection, sizing and sampling of catch, and biological sampling programs. The information collected would be assembled as metadata for the current fisheries statistics of Task I and II. The information received should be compiled and presented for the next Working Group meeting.

## ***10.3 Review the activities conducted under the work plan established by the Core Modeling Group and defining the framework for this Group in the future***

A review of activities under GBYP Modelling were given in presentation SCRS/2015/P/003. The core modelling group (CMG) of the GBYP had met in December 2014 ([http://www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%204/BFTMSE\\_CMG1\\_Report.pdf](http://www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%204/BFTMSE_CMG1_Report.pdf)). Members of the CMG are the Coordinator and Technical Expert (contracted under the GBYP), ex-officio members (Chair of the SCRS, East and West bluefin rapporteurs and Secretariat staff) and invited experts with a range of expertise. A main objective of the meeting of the CMG meeting had been to develop a workplan for the MSE, see **Table 1** of reference.

During phase IV of the GBYP the technical expert had been responsible for three deliverables, i.e. i) an example MSE simulation framework based on flexible object orientated code for the operating and observation models (<https://github.com/tcarruth>); ii) preliminary simulation testing of existing and new Harvest Control Rules (Carruthers *et al.*, submitted) and iii) an extension of the Risk Analysis work by providing a demonstrator of the potential use of Bayesian Belief networks for presenting results of the MSE to stakeholders.

During earlier phases of the GBYP various modelling contracts and work had been conducted. These include an example management procedure (Cooke, 2012), the ALK package in R (Loff *et al.*, 2013), raising Task I & II using imputation (Carruthers *et al.*, in prep) and development of statistical catch-at-age models for conditioning operating models (<https://github.com/MarieEtienne/ICCAT-BFT>).

A Risk Analysis framework had been used to provide a formal way to assess and manage risk, where risk is defined as an uncertainty that, if it occurs, will have an effect on objectives (Hillson, 2011). This requires managing the causes of uncertainty in order to ensure the management objectives are met, rather than just managing the consequences. Three papers have been written under this theme. A historical review (Fromentin *et al.*, 2014), elicitation of stakeholders perceptions of uncertainty (Leach *et al.*, 2014) and ways of specifying and weighting scenarios when conducting an MSE (Levontin *et al.*, 2014).

In addition to work being conducted under the GBYP various multi-authored papers are being written to help progress the MSE work. One on cross-validation to test the predictive power of stock assessment models is a follow up to the work done at the World Conference on Stock Assessment Methods (Deroba *et al.*, 2014). A stage structured assessment model that can be used both as an MP and a tool to evaluate the value-of-information is being developed. A review of the robustness of management advice based on alternative stock assumptions to uncertainty about population hypotheses, as recommended by the Boston meeting (Anon., 2013) is being conducted.

Finally other work being conducted by the SCRS (e.g. on albacore) and by other tRFMOs was acknowledged.

## **11. Adoption of the report and closure**

The report was adopted during the meeting.

The SCRS Chair announced that at the next meeting of this Working Group in late September Dr. Yukio Takeuchi (Japan) will take over from Dr. Clay Porch (USA) as rapporteur for western bluefin tuna. The SCRS Chair thanked Dr. Porch for his many years of service in this position and asked him to remain as overall coordinator for bluefin to facilitate this transition.

The Chairman thanked the Secretariat and participants for their hard work.

The meeting was adjourned.

## References

- Anon. 2013. Report of the 2012 meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 69 (3): 1354-1426.
- Anon. 2014. Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 70(1): 1-159.
- Anon. 2015. Report of the 2014 meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 71(6): 2742-2780.
- Aranda G, Medina A, Santos A, Abascal FJ, Galaz T. 2013a. Evaluation of Atlantic bluefin tuna reproductive potential from ovarian histology and its use in stock assessments. *Journal of Sea Research* 76: 154–160.
- Aranda G, Abascal FJ, Varela JL, Medina A. 2013b. Spawning Behaviour and Post-Spawning Migration Patterns of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) Ascertained from Satellite Archival Tags. *PLoS ONE* 8(10): e76445.
- Block, B. A., Teo, S. L. H., Walli, A., Boustany, A. M., Stokesbury, M. J. W., Farwell, C. J. *et al.* 2005 Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature* 434:1121–1127. doi:10.1038/nature03463
- Boustany, A. M., Reeb C. A., Block B. A. 2008. Mitochondrial DNA and electronic tracking reveal population structure of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Marine Biology* 156:13–24
- Busawon, D. S., Rodriguez-Marin, E., Lastra Luque, P., Allman, R., Gahagan, B., Golet, W., Koob, E., Siskey, M., Ruiz Sobrón, M., Quelle, P., Neilson, J., and Secor, D. H. 2015. Evaluation of an Atlantic Bluefin Tuna Otolith Reference Collection. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 71(2): 71(2): 960-982.
- Carlsson, J., McDowell, J. R., Carlsson, J. E. L., Graves J. E. 2007. Genetic identity of YOY bluefin tuna from the eastern and western Atlantic spawning areas. *Journal of Heredity* 98: 23–28.
- Carruthers T., L. T. Kell, and C. Palmer. An evaluation of the impact on uncertainty in data processing on stock assessment and management advice. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* (submitted).
- Carruthers T., L. T. Kell, M. Maunder, H. Geromont, C. Walters, M. McAllister, R. Hillary, T. Kitakado, C. Davies, P. Levontin, and Butterworth D. Performance review of simple management procedures. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* (submitted).
- Clear, N. P. J. S. Gunn, and A. J. Rees. 2000. Direct validation of annual increments in the otoliths of juvenile southern bluefin tuna by means of a large-scale mark recapture experiment with strontium chloride. *Fish. Bull* 98:25-40.
- 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. 1991. Age and growth of the bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L.), of the northeast Atlantic. ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap. 35 (2): 213–230.
- Diaz, G. 2010. 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). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 66 (3): 1216-1226.
- Dickhut, RM, Deshpande AD, Cincinelli A, Cochran MA, Corsolini S, Brill RW, Secor DH, and Graves JE. 2009. North Atlantic bluefin tuna population dynamics delineated by organochlorine tracers. *Environmental Science and Technology* 43:8522-8527.
- Fraile, I., Arrizabalaga, H. Rooker, J. R. 2014. Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fsu156.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J. M., Gordin, H. & Lutcavage, M. E. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. *Sci. Rep.* 4, 7205; DOI:10.1038/srep07205 (2014).

- Justel A., Ortiz M., Palma C., Gallego J.L., Idrissi M. and Di Natale A. 2014. Preliminary evaluation of the total catches of eastern bluefin tuna: a comparison of the GBYP and ICCAT Task I databases (1950-2011). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 70 (2): 518-536.
- Kerr L.A., Cadrin S.X., Secor D.H. and Taylor N. 2015. Evaluating the effect of Atlantic bluefin tuna movement on the perception of stock units. Collect. Vol. Sci. Pap. 71(4):1660-1682.
- Knapp, J. M. , Aranda, G. ,Medina, A. & Lutcavage, M. Comparative assessment of the reproductive status of female Atlantic bluefin tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. PloS One 9, e98233 (2014).
- Luque, E Rodriguez-Marin, E, Landa, J, Ruiz, Mm Quelle, P, Macias, D, Ortiz de Urbina, J. M. 2014. Direct ageing of *Thunnus thynnus* from the eastern Atlantic Ocean and western Mediterranean Sea using dorsal fin spines. Journal of Fish Biology 06/2014; 84(6):1876-90.
- Medina A, Abascal FJ, Aragón L, Mourente G, Aranda G, *et al.* (2007). Influence of sampling gear in assessment of reproductive parameters for bluefin tuna in the western Mediterranean. Marine Ecology Progress Series 337: 221–230.
- Ortiz M., Justel Rubio A. and Gallego J.L. 2015. Review and analyses of farm harvested size frequency samples of eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). Collect. Vol. Sci. Pap. 71(2): 1018-1035.
- Piccinetti C., Di Natale A., Arena P. 2013. Eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.): Reproduction and reproductive areas and seasons. Collect. Vol. Sci. Pap., ICCAT, 69 (2): 891-912.
- Restrepo, V. R., Diaz, G. A., Walter, J. F., Neilson, J. D., Campana, S. E., Secor, D., and Wingate, R. L. 2010. Updated estimate of the growth curve of Western Atlantic Bluefin Tuna. Aquat. Living Resour., 23: 335–342.
- Rodríguez-Roda J (1967). Fecundidad del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España. Investigación Pesquera 31: 33–52.
- Rooker, J. R., Arrizabalaga, H., Fraile, I., Secor, D. H., Dettman, D. L., Abid, N., Addis, P., Deguara, S., Karakulak, F. S., Kimoto, A., Sakai, O., Macías, D., Santos, M. N. 2014. Crossing the line: migratory and homing behaviors of Atlantic bluefin tuna. Marine Ecology Progress Series 504: 265-276.
- Schirripa M. 2011. A literature review of Atlantic bluefin tuna age at maturity. Collect Vol. Sci. Pap. ICCAT 66 (2): 898-914.
- Zupa, A. Corriero, M. Deflorio, N. Santamaria, D. Spedicato, C. Marano, M. Losurdo, C. R. Bridges and G. De Metrio. A histological investigation of the occurrence of non-reproductive female bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea Journal of Fish Biology (2009) 75, 1221–1229.

# RAPPORT DE LA RÉUNION ICCAT DE PRÉPARATION DES DONNÉES SUR LE THON ROUGE DE 2015

(Madrid (Espagne), 2-6 mars 2015)

## 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 2 au 6 mars 2015. M. Driss Meski, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a ouvert la réunion et souhaité la bienvenue aux participants (« le groupe »).

Les Drs Clay Porch (États-Unis) et Sylvain Bohommeau (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 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(s)</i>
Points 1 et 11	P. Pallarés
Point 2	E. Rodríguez-Marín, A. Hanke, J. M. Ortiz de Urbina, A. Boustany et J. Walter
Point 3	C. Palma et M. Ortiz
Point 4	C. Palma
Point 5	M. Ortiz, S. Deguara, E. Rodríguez-Marín, M. Neves Santos et C. Palma
Point 6	M. Lauretta
Point 7	J. M. Ortiz de Urbina et A. Kimoto
Point 8	J. Walter et E. Rodríguez-Marín
Point 9	C. Porch et S. Bonhommeau
Point 10	M. Ortiz, A. Kimoto, L. Kell, C. Porch et M. Lauretta

## 2. Examen des informations historiques et des nouvelles informations sur la biologie et la structure des stocks

Le groupe a passé en revue les documents de travail présentés à la réunion de préparation des données sur le thon rouge de l'Atlantique en 2015 concernant la biologie et la structure du stock du thon rouge.

### 2.1 Examen des progrès réalisés dans l'élaboration des clés âge-taille

Au titre de ce point de l'ordre du jour, deux documents ont été présentés portant sur la détermination directe de l'âge du thon rouge de l'Atlantique à partir d'otolithes (SCRS/2015/040 et SCRS/2015/046). Le premier document présentait une clé âge-taille (ALK) pour les stocks de l'Atlantique Est et de la Méditerranée utilisant des échantillons de trois années (de 2010 à 2012) et appliquant le critère de lecture récemment standardisé. Les estimations fractionnaires de l'âge n'ont pas été utilisées et les estimations des âges ont été attribuées sur la base du comptage des anneaux de croissance car la formation mensuelle du type de bordure, translucide ou opaque, n'a pas permis de dégager des résultats concluants ni d'établir un schéma de formation annuel. Les auteurs ont conclu que le regroupement des données de 2010 à 2012 améliorerait la gamme de taille et la couverture d'échantillonnage mensuelle, alors que cela n'accroissait pas la variabilité de la clé âge-taille en taille par âge. L'intervalle de confiance de la clé âge-taille, définie comme la taille moyenne par âge plus/moins la déviation standard de la moyenne, incluait les fonctions de croissance adoptées actuellement par l'ICCAT pour les deux stocks de thon rouge.

Quelques questions ont été soulevées en ce qui concerne l'élargissement de l'échantillonnage et l'absence de représentativité des principales pêcheries, telles que la senne. Il a été indiqué que l'échantillonnage stratifié par tailles et par mois a été adopté en raison de contraintes de temps dans les phases annuelles du projet d'échantillonnage biologique et de la nécessité de mettre en commun des échantillons aux fins de l'analyse de la



structure des stocks qui constitue l'objectif principal du projet d'échantillonnage biologique. Il a été recommandé d'améliorer la coordination avec le GBYP afin d'accroître l'échantillonnage (davantage de données des senneurs) et d'améliorer l'utilisation des échantillons recueillis à d'autres fins. Les participants ont également abordé l'effet des clés âge-taille pluriannuelles et leur capacité de suivre les cohortes au fil du temps. Le groupe a fait remarquer que la clé âge-taille prédisait un âge plus jeune que le modèle actuel de croissance après l'âge 7 approximativement. Il a également été observé qu'il existe des méthodes capables d'utiliser des clés âge-taille incomplètes.

Le document SCRS/2015/043 présentait les clés âge-taille des pêcheries canadiennes de 2010 à 2013 reposant sur la détermination directe de l'âge à partir d'otolithes. L'attribution de l'âge réalisée en inversant la courbe de croissance actuelle de Restrepo et al. (2010) a été comparée avec une clé âge-taille élaborée à partir de données combinées. L'attribution de l'âge a également été comparée avec des clés annuelles et une clé pluriannuelle. La clé âge-taille pluriannuelle a produit des âges plus jeunes à une taille spécifique que dans le cas du modèle de croissance et la différence s'est accrue avec des poissons plus grands après l'âge 10 environ. Les clés âge-taille annuelles étaient cohérentes avec la clé âge-taille pluriannuelle sur la base des tests de symétrie.

Le groupe a souligné que les clés annuelles sont nécessaires et a averti de biais potentiels introduits par les différentes pêcheries. Il a été recommandé de renouveler l'analyse en incluant des poissons de moins de 180 cm SFL. Le groupe a constaté que l'approche actuelle utilisée pour convertir la taille en âge est une forme de découpage des cohortes (programme AGEIT) et qu'il ne s'agit pas simplement d'une inversion de la courbe de croissance. Il conviendrait dès lors de comparer les attributions d'âges de la clé âge-taille à celles obtenues avec le programme AGEIT. La définition de protocoles d'incorporation d'une clé âge-taille dans la VPA a été confiée à un petit groupe de travail.

## ***2.2 Examen des progrès réalisés concernant les études sur le cycle vital, telles que les calendriers de fécondité***

Le groupe s'est penché sur un document récemment publié par Heinisch et al. (2014) concluant que le thon rouge de l'Ouest arrive à maturité à un âge plus jeune (100% des spécimens arrivés à maturité à 5 ans) qu'à l'âge actuellement postulé dans l'évaluation des stocks (100% des spécimens arrivés à maturité à 9 ans). Quelques inquiétudes ont été exprimées quant au fait que le critère endocrinien (FSH/LH) utilisé pour déterminer la maturité était subjectif, notamment parce que la base principale pour postuler que les classes de taille de 135-185 cm étaient arrivées à maturité était une différence non significative entre les niveaux des poissons *présûmés* matures à >185, notamment parce que l'on ne sait pas si tous les poissons de plus de 185 cm sont matures et d'autres analyses ont suggéré une taille d'arrivée à maturité pour des spécimens encore plus âgés (résultats de marquage électronique (SCRS/P/2015/011) et analyse de la fréquence de tailles (Diaz, 2011)), on a estimé qu'il était prématuré de faire reposer un postulat de maturité sur des différences non significatives entre des échantillons que l'on suppose matures. On pourrait établir une comparaison plus définitive avec des poissons dont on connaît la maturité (reproduction dans le golfe du Mexique), auquel cas les valeurs FSH/LH étaient beaucoup plus faibles (sous la limite de détection) que dans le cas de l'une ou l'autre catégorie de tailles de spécimens non reproducteurs, mais *présûmés* matures.

Des préoccupations ont été soulevées quant au fait que la taille de l'échantillonnage de poissons (17) utilisée pour déduire la maturité des tailles 135-185 cm CLF était relativement faible et que la possibilité que certains de ces poissons (ou tous) proviennent du stock oriental ne pouvait pas être exclue. Ceci dit, les auteurs ont mentionné qu'il était peu probable que tous les poissons soient originaires du stock de l'Est. On a déploré que les otolithes ne soient pas disponibles aux fins de l'identification définitive du stock, toutefois, si des échantillons tissulaires sont encore disponibles, des méthodes génétiques (SCRS/P/2015/007) ou organochlorées (Dickhut et al. 2009) pourraient permettre de se faire une idée de l'origine du stock.

Finalement, le groupe a estimé que la maturité ne reflète pas toujours le montant de la contribution au stock de reproducteurs. La mesure souhaitée de la fécondité aux fins de l'évaluation du stock est la contribution réelle au stock de reproducteurs par âge et les approximations actuellement utilisées pour les stocks de l'Est et de l'Ouest (poids par âge x maturité par âge) pourraient ne pas en être le reflet exact. Dans ce cas-là, il est nécessaire de considérer, entre autres, la fraction de la population par âge qui contribue réellement à la reproduction. L'une des préoccupations récurrentes concerne le fait que l'âge à la maturité estimé à partir des poissons des zones de frai pourrait ne pas refléter la contribution reproductive par âge de l'ensemble de la population.

Il a été fait remarquer que plusieurs documents ont été récemment publiés au sujet de la contribution au stock de reproducteurs, à savoir sur la fécondité par acte de ponte, la fécondité relative par taille et la fréquence du frai, et qu'il conviendrait de les prendre en considération. On a également noté que la reproduction du thon rouge a été examinée en détail lors de la réunion sur les paramètres biologiques du thon rouge de Tenerife (Anon. 2014). Plus

particulièrement, au nombre de ces précieux documents, citons Correia et al. (2005), Medina et al. (2007), Zupa et al. (2009), Piccinetti (2012), Aranda *et al.* (2013a et b) et Knapp *et al.* (2014). Rodríguez-Roda (1967) constitue l'une des références historiques utiles. Compte tenu de ce qui précède, le groupe a discuté des postulats de l'âge d'arrivée à la maturité du thon rouge de l'Est (50% à 4 ans et 100% à 5 ans) et a estimé qu'une remise en cause des postulats concernant le stock de l'Est ainsi que le stock de l'Ouest relatifs à la contribution par âge au stock des reproducteurs était justifiée. Le groupe a estimé que cette tâche pourrait être effectuée en réalisant des analyses de fréquence des tailles des poissons capturés dans les zones de frai similaires aux analyses présentées dans Diaz (2011), aux nouvelles perspectives acquises grâce au marquage électronique et à une mise en parallèle des mesures disponibles des résultats en matière de reproduction des thons rouges de l'Est et de l'Ouest (fécondité par taille relative, fécondité par acte de ponte, périodicité du frai, durée de la période de reproduction, etc. similaires à celles réalisées par Schirripa (2011) et Knapp *et al.* (2014)). Si cette analyse ne peut pas être réalisée avant l'évaluation de 2016, le groupe recommande d'examiner la sensibilité des évaluations des stocks de l'Est et de l'Ouest à la contribution par âge au stock des reproducteurs postulée actuellement.

## 2.3 Structure du stock et taux de mélange

### 2.3.1 Analyse des micro-éléments des otolithes

Une estimation mise à jour du mélange reposant sur une analyse des micro-éléments des otolithes des zones de pêche canadiennes a été présentée (SCRS/2015/041). Les échantillons de référence aux fins de l'identification du stock proviennent des zones de frai du golfe du Mexique et de la mer Méditerranée. Les données de référence étaient les références les plus récentes utilisées dans les études antérieures sur le mélange (Rooker et al. 2014). Un grand nombre d'échantillons des zones de pêche des eaux canadiennes a été examiné et les données ont été analysées par strate (année et port de pêche). Des échantillons recueillis à la fin des années 70 dans les eaux de la Nouvelle Angleterre et de Virginie ont également été examinés. Les données ont été analysées au moyen d'une analyse discriminante linéaire (LDA), d'une analyse discriminante quadratique (QDA) et de méthodologies des forêts aléatoires afin d'attribuer des échantillons à une origine natale en se fondant sur des ratios  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^{13}\text{C}$ . La méthode LDA, qui postule une structure de covariance similaire pour toutes les classes, a tendance à attribuer davantage de poissons originaires de l'Est. Au moins 65% de poissons originaires du stock de l'Ouest étaient présents dans tous les lieux d'échantillonnage et chaque année. Les plus grandes proportions de poissons originaires de l'Est ont été observées dans les échantillons de Virginie (~35% de l'Est, 1977) et de Canso (Nouvelle-Écosse) recueillis en 2011 (~35%). La proportion de l'Est variait considérablement d'une année d'échantillonnage à l'autre dans certains ports (10-35% d'origine orientale à Canso en 2011 et 2012, 0-14% d'origine orientale de la baie St. Margaret en 2012 et 2013). La relation entre la probabilité de classe et la taille du poisson indiquait que les poissons plus petits étaient fort plus probablement d'origine de l'Est et que la médiane de la probabilité par classe de tailles variait d'une région à l'autre, ce qui explique en partie certaines des différences entre les régions.

On a estimé que l'erreur moyenne de classification erronée s'élevait à ~17%, sachant que les taux de faux positifs et de faux négatifs étaient équivalents (les échantillons de l'Est constituaient la classe « positive » dans cette analyse), ce qui reflète une probabilité identique de classification erronée des poissons d'origine de l'Est ou de l'Ouest. Certains échantillons ne s'inscrivaient pas dans la gamme des échantillons de référence en ce qui concerne les ratios  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^{13}\text{C}$ , ce qui vient suggérer la possibilité d'autres régions d'origine non échantillonnées. De plus, une relation entre  $\delta^{18}\text{O}$  et l'âge a été observée, concernant les échantillons de référence, ce qui indique la possibilité d'une « dérive » de ce ratio avec l'âge, les poissons d'âges 4 à 8 étant plus similaires aux échantillons de référence que ceux de 9 à 36 ans. Cette « dérive » n'a pas été corrigée dans cette étude, mais on envisage de le faire dans les prochaines analyses. Étant donné qu'une dérive plus forte était évidente dans les ratios  $\delta^{13}\text{C}$  ratios et que  $\delta^{18}\text{O}$  sont plus parlants pour les tests d'assignation, il n'a pas été estimé que cet effet biaisait considérablement les tests d'assignation. La proportion de poissons d'origine orientale dans l'échantillon de Virginie s'apparentait à celle estimée par Secor et al. (2008) pour le même endroit et la même période. Il a été suggéré que la variation de la proportion orientale était fonction de la saison, de l'année et du lieu et qu'il conviendrait d'étudier l'échelle spatio-temporelle des estimations de mélange utilisées dans une évaluation des stocks.

Les résultats d'une étude sur l'analyse de la forme des otolithes, réalisée dans le cadre du GBYP (SCRS/P/2015/004), ont été présentés. Des images de 718 otolithes de thon rouge de l'Atlantique recueillies dans 11 lieux dans l'Atlantique Ouest, l'Atlantique Est, la Méditerranée et le centre de l'Atlantique ont été incluses dans l'analyse. La forme de l'otolithe a été décrite au moyen de 45 harmoniques elliptiques de Fourier et trois indices morphométriques de forme. L'analyse en composantes principales (ACP) a été utilisée pour réduire la dimensionnalité du jeu de données. Les résultats obtenus avec des modèles linéaires généralisés (GLM) ont montré que les principaux composants des descripteurs de forme (PC) présentaient une dépendance élevée de la taille avec une moindre variation détectée entre les lieux et les années.

Les PC qui capturaient la plus grande partie de la variation de la forme de l'otolithe et qui ne dépendaient pas de la taille (dans certains cas après la standardisation) ont été utilisés dans une analyse à fonction discriminante séquentielle afin de discriminer les poissons d'une gamme de taille restreinte (200-297cm FL) de l'Atlantique Ouest (pêcherie canadienne, automne 2013) et l'Atlantique Est (Malte, période de frai) ce qui a produit un taux de classification *jackknife* de 83%. Ceci s'apparente à la précision associée avec les isotopes stables dans les otolithes (87% ; Rooker et al. 2014) et les éléments à l'état de traces dans les otolithes (85%, Rooker et al. 2003). Une analyse bayésienne de mélange des stocks indiquait que les échantillons de l'Atlantique Est et de la Méditerranée étaient en grande majorité d'origine orientale. La proportion attribuée au stock oriental variait dans l'espace. Ceci dit, un chevauchement des intervalles de confiance de 95% n'indiquait aucune différence significative (Atlantique central, 94% + 7% ; détroit de Gibraltar, 94% + 7% ; Maroc, 79% + 13% ; Portugal 91% + 10%). Les gammes de ces estimations se chevauchaient avec celles obtenues en utilisant les isotopes stables dans les otolithes (Rooker et al. 2014) et la génétique (SCRS/2015/048 et SCRS/2015/007). La probabilité d'observer une valeur plus extrême pour la moyenne à partir de la distribution marginale postérieure par rapport à la distribution des échantillons de base s'inscrivait dans les limites de probabilité de 0,90 pour tous les PC, ce qui indique que le modèle de classification ajuste les données relativement bien. Néanmoins, les probabilités d'observer une valeur extrême étaient supérieures pour les échantillons de référence de l'Atlantique Est que ceux de l'Atlantique Ouest, ce qui donne à penser que les spécimens dans l'échantillon de mélange qui ont été attribués au stock de l'Est ressemblaient moins aux échantillons de référence que les spécimens qui étaient attribués au stock de l'Ouest. Ceci peut indiquer que les échantillons de base de l'Est n'étaient pas pleinement représentatifs de la population.

Dans le cas des poissons de <160cm, de faibles niveaux de variation dans les PC (valeurs de  $r$  au carré <10%) ont été détectés d'un lieu à l'autre dans l'Atlantique Est et en Méditerranée. Des comparaisons entre les poissons du golfe de Gascogne et la mer Adriatique étaient significatives pour plusieurs composants principaux. La mer de Ligurie se différenciait également des autres emplacements pour un PC. Cela peut indiquer la présence de plusieurs groupes au sein de la Méditerranée avec différentes histoires environnementales.

Le groupe a considéré que les résultats de l'étude montraient qu'il est possible d'utiliser la forme de l'otolithe avec d'autres marqueurs de population (isotopes stables dans les otolithes, génétique) afin d'améliorer les estimations du taux de mélange. Il est nécessaire d'améliorer la caractérisation des références en utilisant des poissons recueillis dans les zones de frai pendant la période de frai (pour l'Atlantique Ouest et en Méditerranée) et de combiner les données des différents marqueurs de population en utilisant le même poisson. En appliquant l'analyse de forme d'otolithe aux études sur la structure du stock et les taux de mélange, il est important de contrôler la variabilité liée à la taille dans la forme et de considérer que ces différences de forme d'otolithe peuvent refléter une divergence à tout point de l'histoire environnementale du poisson et n'indiquent pas nécessairement diverses origines de zones de frai ou de nourricerie.

On a présenté un résumé des études consacrées aux marqueurs chimiques dans les otolithes dans le cadre du GBYP (SCRS/P/2015/006). Cet examen a montré que les marqueurs chimiques dans les otolithes recèlent un potentiel élevé pour déterminer l'origine natale et la connectivité des populations de thon rouge. Dans le cadre du programme GBYP, la microchimie des otolithes a été employée afin de déterminer l'origine natale et les proportions du mélange des stocks de thon rouge de l'Est et de l'Ouest dans l'océan Atlantique et en Méditerranée. De surcroît, plusieurs nouvelles approches ont été testées aux fins du développement de nouveaux marqueurs qui contribueront à cerner la structure de la population et les déplacements migratoires au cours du temps.

Conséquence de ces études, deux articles ont été récemment publiés:

(1) Rooker et al. 2014 -> en utilisant  $\delta^{13}C$  et  $\delta^{18}O$  dans les noyaux d'otolithes, l'origine natale de thons rouges géants capturés dans le centre de l'Atlantique Nord, la mer Méditerranée, le détroit de Gibraltar et le long de la côte marocaine a été identifiée. Les résultats indiquent que le mélange des deux stocks se produit dans le centre de l'Atlantique Nord et le long du littoral marocain, tandis que les poissons capturés dans le détroit de Gibraltar et dans la mer Méditerranée appartiennent au stock de l'Est. Les proportions de mélange du littoral marocain (à savoir, la présence de migrants du stock de l'Ouest détectée dans les échantillons de 2011 était de 73%, tandis qu'en 2012 et 2013 elle ne représentait que 0 à 5%) présentent une variabilité interannuelle élevée, ainsi que dans les différentes régions du centre de l'Atlantique Nord.

D'autres analyses, non incluses dans l'article, montrent que les deux stocks se mélangent également autour des Îles Canaries, où des proportions de mélange d'environ 80% de l'Est et 20% de l'Ouest ont été estimées.

(2) Fraile *et al.* 2014 -> l'origine du thon rouge recueilli dans le golfe de Gascogne a été déterminée en utilisant  $\delta^{13}C$  et  $\delta^{18}O$  dans les noyaux des otolithes (même démarche que 1). Les résultats indiquent que les thons rouges capturés dans le golfe de Gascogne proviennent presque exclusivement des populations de l'Est, mais des impulsions de migration sporadiques depuis l'Ouest peuvent se produire (mises en évidence par la présence de plusieurs migrants de l'Ouest du même âge capturés lors de la même semaine).

Pour développer de nouveaux marqueurs permettant de suivre le thon rouge, plusieurs lignes de recherche sont élaborées :

- *Discrimination des masses d'eau de la mer Méditerranée et de l'océan Atlantique par la composition des éléments à l'état de traces dans le bord de l'otolithe.* La concentration des éléments à l'état de traces a été mesurée par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif à ablation laser (LA-ICP-MS) dans les bords de l'otolithe du thon rouge capturé dans l'océan Atlantique et la Méditerranée. Les résultats indiquent que Ba était l'élément discriminant le plus important et la capacité de discrimination générale entre les deux masses d'eau s'élevait à 78%.
- *Discrimination des zones de nourricerie au sein de la mer Méditerranée par la composition des éléments à l'état de traces.* La concentration des éléments à l'état de traces a été mesurée par LA-ICP-MS dans le noyau de l'otolithe des thons rouges jeunes de l'année et provenait de différentes zones de nourricerie présumées dans l'Ouest (mer des Baléares), le centre (mer Tyrrhénienne) et l'Est (mer Levantine) de la Méditerranée. Les résultats ont indiqué que la réussite de la classification s'élevait à 80 % dans le cas de l'Ouest de la Méditerranée, à 73% dans le cas de la Méditerranée centrale et à 85% dans le cas de la Méditerranée orientale.
- *Détermination des mouvements du thon rouge de l'Atlantique entre la mer Méditerranée et l'Atlantique Nord-Ouest par des valeurs  $\delta^{13}C$  et  $\delta^{18}O$  le long des transects des otolithes.* Des transects d'approximativement 100  $\mu m$  de large ont été tracés au moyen d'un système de MicroMill automatisé afin d'être perpendiculaire à l'axe de croissance de l'otolithe, et  $\delta^{13}C$  et  $\delta^{18}O$  ont été mesurés pour chaque portion d'otolithe correspondant à différentes étapes du cycle de vie. Sur la base des différences de  $\delta^{18}O$  entre les échantillons de la mer Méditerranée et du golfe du Mexique, l'utilité de ces deux isotopes stables pour détecter si des spécimens adultes capturés dans l'océan Atlantique Est ont visité l'Atlantique Ouest au cours de sa vie a été évaluée. Les résultats suggèrent que deux des cinq spécimens capturés dans le golfe de Gascogne, ainsi que deux spécimens du détroit de Gibraltar, pourraient avoir visité le Nord ou l'Ouest de l'Atlantique Nord. Des commentaires ont été exprimés quant au fait qu'il soit nécessaire de réunir tous les résultats des différentes années afin d'éviter des biais dans l'interprétation des résultats.

### 2.3.2 Analyses génétiques

Les résultats obtenus dans le cadre des tests d'assignation du GBYP se fondant sur des données génétiques ont été présentés dans le document SCRS/2015/048. Une méthode de génotypage par séquençage (GBS) a été appliquée afin de détecter des polymorphismes mononucléotidiques (SNP) à l'intérieur du génome du thon rouge, pour lequel seuls des échantillons de référence (larves et jeunes de l'année) ont été utilisés. En raison de déficiences imprévues de la méthode GBS (probablement en raison d'une mauvaise sélection de l'enzyme de restriction), les lectures ont été regroupées par strate (combinaison âge, zone et année) afin d'obtenir la couverture souhaitée. Sur la base de l'analyse des lectures groupées, un panel de 384 SNP présentant des locus ayant les différences de fréquences alléliques les plus élevées entre les strates a été sélectionné afin d'être analysé plus en profondeur. Ce panel de 384 SNP a été validé au moyen de 188 thons juvéniles et de larves collectés dans le golfe du Mexique, le Cap Hatteras, le détroit de Sicile, la mer des Baléares, la mer Tyrrhénienne et la mer Levantine et un total de 220 SNP a fourni des génotypes cohérents. Parmi ceux-ci, un panel de 96 SP a été élaboré selon un pouvoir de discrimination au sein de toutes les principales zones de reproduction (golfe du Mexique, mer des Baléares, détroit de Sicile et mer Levantine). Celui-ci a ensuite été utilisé pour génotyper 576 autres spécimens issus de diverses classes d'âges, localisations et années. Des comparaisons par paires d'échantillons de référence (larves et jeunes de l'année) affichaient une différenciation cohérente entre les échantillons du golfe du Mexique et plusieurs échantillons de la mer Méditerranée. Aucun modèle clair de structure n'a été détecté parmi les échantillons méditerranéens (valeurs  $p > 0,05$ ). Les jeunes de l'année et les larves capturés lors de différentes saisons d'échantillonnage dans le golfe du Mexique et le Cap Hatteras affichaient une très légère variation d'un échantillon à l'autre, ce qui vient ainsi appuyer davantage le regroupement d'échantillons de cette région afin d'accroître la puissance statistique.

Après ce regroupement, les échantillons de l'Atlantique Ouest différaient considérablement de tous les autres échantillons méditerranéens. Après avoir supprimé des jeux de données les échantillons comprenant des attributions de cote de moins de 70% de l'une des deux zones de reproduction prétendument dominantes, la cote moyenne d'attribution d'adultes et de jeunes thons dans les zones de reproduction dans l'Atlantique Ouest ou en Méditerranée était élevée (86,5% et 84,5%, respectivement), 81,1% des spécimens ayant été attribués. Le panel SNP décrit dans le présent rapport a fourni de nouvelles indications sur la structure de la population et la dynamique spatiale du thon rouge de l'Atlantique. La proportion de spécimens attribués avec des cotes d'attribution élevée aux zones probables de reproduction d'origine était élevée, ce qui témoigne du niveau élevé de rendement des SNP sélectionnés. Afin d'améliorer l'analyse de l'attribution des zones de reproduction de l'Atlantique Ouest et de la Méditerranée, des échantillons supplémentaires de jeunes thons du golfe du Mexique sont nécessaires ainsi que des échantillons d'adultes de l'Est de la Méditerranée. On escompte que la capacité de suivre les spécimens lorsqu'ils rejoignent leur zone d'origine orientale ou occidentale s'améliore grâce à d'autres développements et un échantillonnage accru. Les résultats de l'analyse des jeunes thons confirment une nouvelle fois une structure de population constante dans de vastes zones géographiques. Ceux-ci peuvent être utilisés pour estimer des taux de mélange et, avec d'autres développements, pourrait servir d'outils de traçabilité.

Le groupe s'est montré quelque peu préoccupé par le fait que les échantillons du golfe du Mexique et du Cap Hatteras aient été regroupés, compte tenu de la présence importante de poissons originaires de l'Est fondée sur des études d'otolithes (Rooker *et al.* 2014) et de marquage (Block *et al.* 2005 ; SCRS/P/2015/008). Ce regroupement a été réalisé car la taille des échantillons du golfe du Mexique et des jeunes de l'année de l'Ouest était trop faible et il s'est avéré nécessaire d'accroître la taille de l'échantillon afin de pouvoir l'utiliser comme référence. Étant donné que les poissons échantillonnés au large du Cap Hatteras étaient des jeunes de l'année, les chercheurs ont postulé qu'il était peu probable que ces poissons soient d'origine orientale. Ce postulat était fondé sur des niveaux presque négligeables de différenciation entre des échantillons du Cap Hatteras et du golfe du Mexique, ce qui donne à penser qu'ils partagent une origine commune et justifie la validation du regroupement des échantillons entre des régions géographiques. Le groupe a signalé la proportion élevée de poissons « non assignés » et « assignés par croisement » (poissons dont l'origine a été attribuée au golfe du Mexique détectés dans la mer Méditerranée et inversement). Les auteurs ont expliqué que ces données sont encore préliminaires et que davantage de tests statistiques et de comparaisons avec des méthodes complémentaires sont prévus. Ces premiers résultats suggèrent un flux génétique limité entre les principales zones de reproduction, même si l'ensemble des marqueurs élaborés permettent encore une différenciation génétique globale des groupes de reproducteurs.

Les résultats globaux affichant une différenciation de la population statistiquement considérable appuyent un retour vers les frayères ou une fidélité au groupe de reproducteur, comme le suggéraient des études génétiques antérieures utilisant mtDNA (Boustany *et al.* 2008) et par microsatellites (Carlsson *et al.* 2007). Les valeurs plus élevées de  $F_{ST}$  fournies par le nouveau panel de SNP, par rapport aux résultats des études par microsatellites, et une différenciation significative entre les jeunes thons rouges (jeunes de l'année et larves) de l'Atlantique Ouest et chaque zone de reproduction au sein de la Méditerranée (Ouest, centre et Est), séparément et combinées, témoignent de la puissance accrue de cette méthode. Cette amélioration de la résolution génétique des zones de reproduction est le résultat de l'accroissement relativement important des marqueurs génétiques utilisés provenant du génome de l'espèce.

Le groupe et les auteurs de cette étude ont convenu qu'il serait souhaitable d'appliquer la microchimie, les analyses génétiques, la forme des otolithes ou d'autres méthodes d'identification des stocks aux mêmes spécimens, car cela permettrait de faire concorder les résultats d'une méthode à l'autre. Une analyse de la « classification erronée » n'a pas été réalisée dans cette étude, mais la possibilité de le faire à l'avenir sera étudiée. Le groupe a souhaité savoir pourquoi une proportion élevée de poissons n'avait été attribuée à aucune zone de reproduction même lorsqu'un seuil d'attribution très bas était appliqué (fixé à 70%, alors qu'un niveau de confiance d'au moins 95% est requis pour les applications de recherche scientifique). Cela pourrait être attribué aux possibilités non explorées d'hybrides génétiques et d'autres zones de reproduction non identifiées dans l'Atlantique ; ceci dit, comme mentionné préalablement, une évaluation plus exhaustive de la puissance statistique de l'ensemble des marqueurs génétiques élaborés doit être dûment évaluée avec des études de simulation et des comparaisons des méthodes.

Une autre analyse de la structure de la population fondée sur des données génétiques a été réalisée (SCRS/2015/007). Les SNP utilisés dans cette analyse ont été détectés en appliquant un séquençage d'ADN lié aux sites de restriction (RAD-seq) reposant sur une enzyme de restriction réalisant des coupures moins fréquemment (celle-ci étant donc plus indiquée) que celle utilisée dans SCRS/2015/048. Au nombre des autres différences entre les deux études, citons 1) les SNP ont été découverts sur la base de données individuelles et non pas regroupées, ce qui évitait ainsi les biais en raison d'un regroupement a priori d'échantillons et 2) les analyses de la sélection des SNP et de la structure de la population ont été réalisées sans aucun prior (région

d'échantillonnage). La plupart des échantillons concernaient des années d'échantillonnage singulières. Au total, 130 échantillons de référence (jeunes de l'année et larves) ont été utilisés, avec un total de 9830 SNP. Des échantillons de l'Atlantique Ouest ont été identifiés comme étant des échantillons isolés de la mer Méditerranée en appliquant une analyse des composantes principales et une analyse de structure (en tenant et en ne tenant pas compte de l'origine de l'échantillon comme prior). De plus, les larves recueillies dans le golfe du Mexique se distinguaient davantage sur le plan de la génétique des échantillons de jeunes de l'année du Cap Hatteras et des autres échantillons de la mer Méditerranée. Les larves de l'Atlantique Ouest ont été identifiées comme étant génétiquement distinctes des échantillons de la mer Méditerranée. Pour l'instant, ces résultats doivent être tenus pour préliminaires car la plupart des échantillons proviennent d'années d'échantillonnage singulières et une part élevée de larves utilisées provenait d'un nombre limité de traits, d'où la possibilité que l'échantillonnage larvaire soit faussé en raison de la parenté étroite des spécimens, ce qui pourrait éventuellement accroître la distinction apparente des régions d'échantillonnage reposant sur des échantillons de larves par rapport aux échantillons de jeunes de l'année, ces derniers étant moins probablement composés de proches parents. Il a toutefois été noté que les études de marquage n'ont pas présenté beaucoup de mouvement entre les régions au sein de la Méditerranée. On a indiqué que l'échantillonnage des adultes reproducteurs permettrait de procéder à une attribution avisée à une zone de reproduction tout en écartant la possibilité d'échantillonner des spécimens étroitement apparentés. À l'heure actuelle, un deuxième lot d'échantillons est analysé. Celui-ci inclut davantage de traits et d'années tant pour les larves que les jeunes de l'année afin d'éviter le regroupement d'échantillons en raison de la parenté.

Le document SCRS/2015/049 présentait des informations sur les échantillons historiques obtenus grâce aux travaux archéologiques réalisés dans plusieurs régions d'échantillonnage en Europe. De l'ADN a été extrait de vertèbres de thons rouges provenant de fouilles d'anciennes colonies romaines et de la fin de l'âge de fer sur les côtes de la péninsule ibérique (Portugal et Espagne, 4<sup>e</sup>-2<sup>e</sup> siècle avant JC ; n=23) et à Constantinople (période byzantine) (4<sup>e</sup>-15<sup>e</sup> siècle après JC ; n=6), ainsi que de vertèbres des archives de Massimo Sella conservés à l'Université de Bologne (mers Ionienne, Tyrrhénienne et adriatique, début du 20<sup>e</sup> siècle; n=150). À l'heure actuelle, près de 147 échantillons historiques (vieux d'une centaine d'années) et 30 échantillons anciens (vieux de plus de 1000 ans) sont caractérisés génétiquement. Des milliers d'échantillons historiques et anciens sont disponibles à des fins d'analyse. Plus de 150.000 boîtes d'échantillons sont utilisables pour analyse. Un panel de génotypage très performant contenant des SNP provenant de deux projets financés par le programme scientifique GBYP a été conçu aux fins du génotypage de tous les échantillons historiques ainsi que d'échantillons modernes prélevés dans les mêmes zones géographiques. L'ADN a été extrait en forant dans la vertèbre et en appliquant des techniques d'isolation de l'ancien ADN. Compte tenu de la longueur de la série temporelle des échantillons, il serait possible d'examiner les modifications historiques des gènes au fil du temps, causées par des changements climatiques ou par des effets dus à l'activité humaine. L'auteur a fait remarquer qu'il serait également possible de réaliser des analyses de détermination de l'âge en se fondant sur les vertèbres, car la structure des anneaux était très claire, même celle des échantillons les plus anciens.

### 2.3.3 Études de marquage

Un compte-rendu des données de marquage disponibles saisies dans les bases de données de l'ICCAT a été présenté (SCRS/P/2015/008). Les efforts de marquage se sont concentrés dans certaines régions, dont la côte Est des États-Unis, le golfe de Gascogne et la mer Méditerranée. Les trajectoires de récupération montrent que les poissons marqués dans l'Atlantique Ouest ont été recapturés dans l'ensemble de l'Atlantique Est et Ouest, alors que tous les poissons recapturés dans le golfe du Mexique ont été marqués exclusivement dans l'Atlantique Ouest. Les poissons marqués dans l'Atlantique Est et l'Atlantique Ouest ont été recapturés en Méditerranée. Toutefois, on n'a observé aucun spécimen marqué dans le golfe du Mexique ayant rejoint la Méditerranée et aucun spécimen marqué dans la Méditerranée ne s'est rendu dans le golfe du Mexique. Un examen de l'effort de marquage et de récupération au moyen du modèle incorporant sept régions de stock (Kerr *et al.* 2014) montrait une concentration de l'effort de marquage et indiquait une quantité limitée d'informations permettant d'estimer le mélange à cette résolution spatiale, en raison du nombre restreint de récupérations dans certaines régions et de l'incertitude entourant les taux de déclaration. L'apposition de marques électroniques présentait une couverture spatiale relativement bonne dans l'Atlantique Est et Ouest, ainsi que dans le golfe du Mexique et la Méditerranée. Toutefois, la base de données de l'ICCAT ne contient actuellement qu'un inventaire des marques électroniques déployées et n'inclut pas les données réelles de suivi.

Le groupe a constaté que l'examen des données de marquage réalisé dans le cadre de la présente réunion était utile pour formuler des recommandations aux fins de l'amélioration des données utilisables provenant du marquage électronique.

Quelques idées de méthodes de modélisation éventuelles ont été abordées, dont l'estimation de la capturabilité dans des zones où le marquage scientifique et la récupération de marques (une déclaration de marques de 100% peut être postulée) ont eu lieu, ou lorsque les observateurs à bord consignent la récupération de marques (golfe du Mexique), en association avec l'utilisation de données de marquage électronique pour les distributions préalables sur la migration, et les estimations de perte de marques à partir d'études sur la mise en cage. Le groupe a constaté que les taux de récupération des marques conventionnelles étaient faibles (~1%) compte tenu des estimations du taux de mortalité par pêche. Cela pourrait être dû à une combinaison de la perte de marques et de la non-déclaration. Il a été observé que les récompenses dans le cas des marques archives peuvent atteindre 1.000 US\$ et que les taux de récupération de ces marques étaient beaucoup plus élevés (jusqu'à 20%) même s'il est estimé que la non-déclaration des récupérations de ces marques est également monnaie courante. Le groupe a également constaté que les taux de déclaration des marques pop-up étaient beaucoup plus faibles que prévu (~20%), compte tenu des taux de déclaration généralement élevés déclarés par le passé (>80%). Même s'il existe des régions et des périodes pour lesquelles la déclaration performante par les marques pop-up était considérablement plus faible (mer Méditerranée), le nombre limité de positions pop-off dans la base de données de marquage a été attribué principalement à l'absence de mise à jour de la base de données par les chercheurs participant aux programmes de marquage. Il a été convenu que des précisions devraient être apportées et qu'une mise à jour de la base de données devrait être réalisée avant d'utiliser ces données pour étayer le processus d'évaluation des stocks. Il a également été fait remarquer que plusieurs jeunes de l'année marqués dans l'océan Atlantique Ouest étaient ensuite recapturés dans l'Atlantique Est et le détroit de Gibraltar.

Le document SCRS/2015/055 présentait des informations sur des thons rouges ( $n = 24$ ) marqués dans cinq madragues situées dans le détroit de Gibraltar au moyen de marques électroniques pop-up reliées par satellite (PSAT). La moitié de ces poissons ont été marqués à bord et les autres poissons ont été marqués sous-l'eau avec un fusil lance-harpon. Le comportement vertical des poissons marqués dépendait fortement de la phase de la journée, la longitude et la procédure de marquage. Le schéma du mouvement horizontal était également différent d'une méthode de marquage à l'autre. La durée d'apposition moyenne des marques appliquées sous l'eau était de 47 jours dans le cas des marques étant restées apposées pendant plus de 10 jours. La durée d'apposition moyenne des marques placées sur le pont était de 85 jours dans le cas des marques étant restées apposées pendant plus de 10 jours. Une grande partie des poissons marqués sous l'eau a rejoint la mer Méditerranée. Dans le cas des poissons marqués à bord, 3 poissons sur 5 se sont rendus en Méditerranée. Les auteurs ont attribué ces différences à un effet de la procédure de marquage sur le comportement suivant la remise à l'eau du thon rouge. Quelques membres du groupe ont signalé qu'ils avaient également observé des différences de comportement des poissons après la remise à l'eau en fonction de la procédure de marquage et ont attribué cela à un accroissement du stress éprouvé par les poissons hissés à bord. Le groupe a suggéré que les différences entre les moments de marquage (différences de plus de 2 semaines) pourraient influencer les schémas de déplacement après la remise à l'eau des spécimens provenant de différentes cohortes (les indices de marquage et de capture donnent à penser que le thon rouge pourrait se déplacer en groupes dépendant de la taille), tel qu'en témoignent les différents comportements et schémas migratoires des juvéniles et des adultes marqués dans les eaux de l'Atlantique Est.

Le document SCRS/2015/056 présentait une mise à jour de l'évaluation de la faisabilité du déploiement d'un rideau acoustique à travers le détroit de Gibraltar aux fins du suivi du thon rouge et d'autres espèces pélagiques dans le cadre du Réseau de suivi des océans (OTN). Des essais pilotes ont été réalisés entre 2009 et 2012. Les résultats de ces tests indiquent que les résultats des récepteurs VR4-UWM placés à 800 m de distance l'un de l'autre étaient suffisants pour détecter des marques acoustiques dans cette région. La configuration la plus indiquée pour la ligne comprendrait 35 récepteurs et s'étendrait sur une distance de 26 km entre les côtes espagnoles et marocaines. Le groupe a demandé si ce réseau ne soulèverait pas une vague d'opposition de la part des forces militaires internationales, en raison du potentiel d'identification des navires et des sous-marins. Il est à espérer que cela ne constituera pas un problème, mais à l'instar d'autres régions où des « rideaux » acoustiques ont été proposés (p. ex. entre la Floride et Cuba), les principaux obstacles escomptés étaient davantage d'ordre politique que technologique. D'autres préoccupations ont été exprimées en ce qui concerne la fréquence habituelle des transpondeurs de marques et les navires militaires, ainsi que la possibilité d'enregistrements de faux positifs en raison du suivi de ces navires de passage. On a également fait remarquer qu'afin d'identifier la direction dans laquelle les poissons marqués se dirigeaient, un rideau à deux couches devrait être installé. Toutefois, les détections d'un poisson par plusieurs senseurs du réseau pourraient trianguler la direction du déplacement et un rideau à deux couches pourrait ne pas s'avérer nécessaire. Le groupe a suggéré que le GBYP envisage la possibilité d'un partenariat avec OTN afin de faciliter le déploiement de ce réseau et d'autres réseaux.

Une mise à jour du programme de marquage électronique réalisé dans le golfe du St Laurent (Canada) a été présentée (SCRS/P/2015/011). 135 marques ont été apposées sur 125 thons rouges ( $268 \pm 20$  cm CFL) et 100 de ces marques pop-up ont transmis aux satellites. Les taux d'apposition des marques mini-PAT plus petites étaient supérieurs à ceux des PAT MK-10, ce qui a permis d'accroître les durées de déploiement. Parmi les poissons dont la durée du suivi était suffisamment longue pour couvrir la période de frai dans le golfe du Mexique, 74% ont visité le golfe du Mexique (taille moyenne  $275 \pm 14$  cm CFL ; 243-302 cm CFL). En moyenne, les poissons ont atteint le golfe du Mexique le 14 janvier ( $\pm 42$  jours) et la durée moyenne passée dans le golfe du Mexique était de 123 jours ( $\pm 49$  jours). Deux poissons marqués ont rejoint la mer Méditerranée. Ces thons rouges mesuraient 267 et 261 cm (CFL) au moment de la remise à l'eau. Ils sont entrés dans la mer Méditerranée les 28 et 19 mai et se trouvaient tous deux dans la mer Tyrrhénienne lorsque leurs marques se sont détachées les 14 et 20 juin. 43 poissons ne se sont rendus ni dans le golfe du Mexique ni dans la mer Méditerranée. Ces poissons sont généralement plus petits que ceux qui se sont déplacés vers l'une des zones de frai connues ( $259 + 23$  cm CFL).

Les poissons qui se sont déplacés jusqu'au golfe du Mexique sont tous restés à l'Ouest de la limite de gestion de  $45^{\circ}\text{W}$  alors que la plupart des poissons non attribués à une région de reproduction ont traversé la limite de gestion. Sur la base des données de marquage électronique (acoustique, archive et PSAT), élaborées par ce laboratoire jusqu'à présent, les thons rouges marqués les plus petits qui se sont déplacés jusqu'au golfe du Mexique mesuraient 207 cm CFL au moment de la remise à l'eau et les thons rouges marqués les plus petits qui ont ensuite rejoint la mer Méditerranée mesuraient 191 cm au moment de la remise à l'eau (1,5 an avant d'entrer dans la Méditerranée). 50% des thons rouges marqués se déplaçant vers le golfe du Mexique avaient environ 15 ans. Aucune omission de la fraye n'a été observée dès qu'un thon rouge est entré dans une zone connue de reproduction (jusqu'à 4 ans).

Le document SCRS/P/2015/053 fait état d'activités de marquage du GBYP en date du 23 février 2014. Le volume de marquage était élevé, atteignant 16.631 thons rouges marqués, au moyen d'une grande diversité de marques (dont 97 mini-PATS et 50 marques archives). Une activité de double marquage a également été réalisée afin de tester l'efficacité de divers types de marque spaghetti et d'estimer le taux de perte de marques. Les résultats indiquaient que la différence arbitraire entre la marque à barbillion unique et à double barbillion était mineure. Même si le nombre de marques déclarées (201) au GBYP s'est accru grâce à une augmentation du nombre de marques apposées, à une campagne de sensibilisation systématique et à une nouvelle politique de récompenses, la proportion de récupérations reste faible (1%). Les marques satellite affichaient des schémas surprenants et confirmaient que quelques zones dans lesquelles les thons rouges sont clairement présents (Méditerranée orientale et Atlantique Sud) ne sont pas bien représentées par le mouvement observé de poissons marqués ou la couverture actuelle de marquage. Dès lors, le marquage de la phase 5 se concentrera principalement dans la Méditerranée orientale.

#### *2.3.4 Remarques récapitulatives*

Le groupe de travail en charge du marquage a convenu qu'un effort accru devrait être déployé afin de garantir un chevauchement des échantillons analysés au moyen des différentes techniques décrites ci-dessus. Une comparaison des échantillons analysés par les différents groupes a fait apparaître que très peu de poissons avaient été analysés au moyen de toutes les approches de recherche du GBYP. Les différentes techniques peuvent être utilisées pour faire concorder les résultats individuels obtenus par des analyses de la forme de l'otolithe, des micro-éléments des otolithes et génétiques et un plus grand parti peut être tiré des ressources financières. Une base de données centrale en ligne, prévoyant des limites d'édition et fournissant des mises à jour fréquentes au sujet de l'analyse des échantillons, devrait être mise à disposition afin de tirer le plus grand profit des efforts de recherche et de fournir un nouvel espace de transparence des activités de recherche menées par les affiliés de l'ICCAT.

De récentes études sur le marquage suggèrent qu'une certaine prudence s'impose lorsque l'on postule que les jeunes de l'année constituent des échantillons de référence pour les poissons originaires du stock de l'Ouest ou de l'Est. D'autres études sur le marquage de la dernière décennie montrent que les adultes marqués le long du littoral atlantique des États-Unis et du Canada devraient être considérés comme des regroupements mixtes à des fins alimentaires. Cela s'applique également aux spécimens capturés au milieu de l'océan Atlantique, dans les eaux au Sud de l'Islande et le long des côtes occidentales du Portugal. Par conséquent, des échantillons utilisés pour établir les signatures de référence pour les otolithes et les études des paramètres génétiques afin d'établir les identités de l'Est et de l'Ouest devraient inclure des échantillons recueillis uniquement dans le golfe du Mexique et la mer Méditerranée.



Des comparaisons préliminaires des jeux de données détaillant les résultats obtenus d'études sur la forme de l'otolithe, d'études d'isotopes stables d'otolithes et d'analyses génétiques (génotypage GBS SNP) ont fourni une continuité prometteuse des applications de l'affectation au bassin de frai. Par exemple, les regroupements à des fins alimentaires dans l'Atlantique central et au large de la côte du Maroc semblent contenir un nombre considérable de thons d'origine occidentale, tandis que les échantillons analysés des côtes du Portugal suggèrent une contribution beaucoup plus faible, voire négligeable, de l'Ouest.

### 3. Examen des prises nominales de tâche I

Cette rubrique décrit la situation actuelle des prises nominales de la tâche I (TINC, en date du 2 mars 2015) concernant le thon rouge. On a également présenté les travaux liés à l'incorporation des nouveaux jeux de données obtenus dans le cadre du programme GBYP (le résultat de quatre projets de récupération des données sur le thon rouge, adoptés à la réunion de Tenerife de 2013). Finalement, plusieurs directives et recommandations sont formulées afin d'améliorer la série de capture TINC avant la prochaine évaluation des stocks.

#### 3.1 Changements résultant de l'incorporation des nouvelles informations du GBYP et d'autres sources

Le Secrétariat a présenté les informations les plus à jour liées au thon rouge en ce qui concerne les statistiques de TINC pour les deux stocks. Ces informations sont résumées dans le **tableau 1** (ainsi que dans les **figures 1 et 2**). Aucun changement majeur n'a été apporté aux données communiquées par les CPC (à l'exception de la Corée qui a déclaré une prise à la senne de 80,5 t en 2013 à la fin de la réunion) par rapport aux informations disponibles à la dernière réunion du SCRS.

En ce qui concerne l'incorporation des séries de capture du GBYP (détaillée dans Justel et al. 2014), le Secrétariat a suivi les recommandations formulées lors de la réunion de Tenerife de 2013. Les séries suivantes de tâche I (1950 et années suivantes) ont été ajoutées (mises à jour) en tant que séries finales:

- Canneurs (BB) espagnols (golfe de Gascogne) : 1950 à 2000 (2 séries entièrement remplacées) :
  - UE - ESP-ES-CANT\_BFT (ciblant le thon rouge)
  - UE - ESP-ES-CANT\_ALB (ciblant le germon, le thon rouge étant capturé en tant que prise accessoire)
- Palangriers (LL) italiens en Méditerranée : 1998 (mise à jour)
- Ligne à main (HAND) de l'Italie en Méditerranée : 1988 à 2010 (mise à jour partielle)
- Harpon (HARP) italien en Méditerranée : 1976 à 2003 (mise à jour partielle)

Les deux dernières petites pêcheries italiennes (HAND et HARP), concernant principalement le Sud de la mer Tyrrhénienne, le détroit de Messine et le Nord de la mer Ionienne, ont été mises à jour partiellement et toutes les séries ont été attribuées au détroit de Messine.

En raison de certaines incohérences (double comptabilisation éventuelle, incohérence des poids moyens, poissons capturés en nombre n'ayant pas tous été transformé en poids, etc.) détectées dans les séries de capture restantes liées au GBYP (toutes les séries de capture des madragues et une petite pêcherie italienne au harpon), le Secrétariat a révisé une fois de plus ces jeux de données (en supprimant dans la mesure du possible les incohérences détectées) et a présenté la série mise à jour au groupe. Elles sont décrites comme suit :

- Les prises mises à jour des madragues espagnoles (ATE et MEDI, 1950 à 2009), qui suppriment la double comptabilisation détectée dans les prises du GBYP présentées à la réunion de Tenerife en 2013. Des poissons ont été comptabilisés deux fois (prises individuelles des madragues + les prises combinées des madragues « SurAtlantica » [prises de toutes les madragues exploitées dans l'Atlantique Nord-Est]. Le Secrétariat estime toutefois qu'il est nécessaire de déployer des efforts additionnels pour améliorer ces estimations révisées. La participation active des scientifiques espagnols est cruciale pour recalculer ces deux séries de capture. Les travaux devraient se concentrer sur la clarification de l'emplacement géographique de certaines madragues (afin de distinguer correctement les séries de capture MED et ATE), sur la correction des registres qui ont donné lieu à des estimations inexactes de poids moyens (plusieurs types d'inexactitudes) à un niveau détaillé (registre par registre) et sur la transformation complète de « toutes » les prises en nombre en poids.

- La série de capture des madragues portugaises (ATE, 1950 à 1971) soumise à la réunion de Tenerife en 2013 présentait plusieurs inexactitudes (différents types de poids moyen incorrects à un niveau détaillé, transformations partielles de nombre en poids) qui sous-estimaient en grande mesure la production totale des madragues portugaises dans les années 60, par rapport à la révision présentée par le Secrétariat. Les imprécisions détectées devraient être corrigées, dans la mesure du possible, avec la participation des scientifiques portugais.
- Les prises des madragues marocaines (ATE/MED, 1950 à 2007) obtenues dans le cadre du GBYP ne contiennent pas la conversion totale des nombres en poids du début des années 50. De plus, certaines prises sont mélangées entre les zones ATE et MED, en raison de l'emplacement géographique peu clair de certaines madragues ainsi que de quelques doutes concernant la période (gamme d'années) de l'activité de pêche.

En ce qui concerne les trois jeux de données faisant défaut, le groupe a recommandé que le travail final (Secrétariat et scientifiques nationaux) soit présenté dans un document scientifique à la réunion du groupe d'espèces du SCRS de 2015.

En 2012, l'ICCAT a approuvé de nouvelles zones d'échantillonnage pour les principales espèces qui devraient être utilisées pour déclarer les statistiques des pêcheries de tâche I et II (<http://www.iccat.int/Data/ICCATMaps2011.pdf>). Dans le cas du thon rouge, la limite du stock actuelle délimitant les stocks de l'Est et de l'Ouest crée trop de zones de petite taille qui compliquent énormément non seulement le processus de déclaration des CPC mais également le travail du Secrétariat dans le cadre de la soumission des données au SCRS et au groupe d'espèces dans des formats spécifiques compatibles avec la structure des zones d'évaluation de thon rouge. Comme suite à une recommandation du Comité permanent pour la recherche et les statistiques de 2014, le Secrétariat a présenté une proposition simplifiant les zones statistiques du thon rouge aux fins de la déclaration des informations de tâche I et tâche II. Les zones actuelles et les nouvelles zones d'échantillonnage sont présentées dans les **figures 3 et 4**, respectivement. Les changements incluent également une redistribution des zones au large de la côte canadienne (zones d'échantillonnage BF51 et BF52) qui reflètent mieux les caractéristiques des pêcheries dans la région. Le groupe a également constaté que la mer Méditerranée pourrait devoir être séparée en deux (Est/Ouest) à la hauteur de BF59 (ensemble de la Méditerranée) ou éventuellement en trois (Est/centre/Ouest) zones d'échantillonnages à l'avenir. À l'heure actuelle, comme le groupe l'a fait remarquer, il est prématuré de définir des délimitations géographiques de deux ou trois nouvelles zones d'échantillonnage et il est recommandé que les scientifiques nationaux étudient cette possibilité à l'avenir. Dans le cas des pêcheries de thon rouge de la Méditerranée, d'autres informations (VMS) de ces dernières années pourraient simplifier la division des prises en zones géographiques plus petites sans accroître la complexité de la déclaration par l'Union européenne et d'autres CPC de la Méditerranée. La proposition de simplification de zones d'échantillonnage du thon rouge sera présentée au SCRS lors de sa réunion de 2015 pour approbation.

Le groupe s'est penché sur la façon dont la tâche I déclarée selon des zones d'échantillonnage du thon rouge s'ajusterait au modèle à 8 boîtes. Le Secrétariat a expliqué que cela ne s'y ajusterait pas directement. Ceci dit, les estimations équivalentes de tâche I de CATDIS (prises de la tâche I par trimestre et carrés de 5°x5°, au moyen de la distribution spatio-temporelle de prise et d'effort de tâche II de chaque flottille/engin de chaque année) mises à jour chaque année par le Secrétariat peuvent être utilisées afin de classer ces prises directement dans le modèle à 8 boîtes. Par conséquent, le groupe a recommandé que le jeu de données de CATDIS soit dûment mis à jour pour la prochaine réunion de préparation des données sur le thon rouge.

Le Secrétariat a également porté à la connaissance du groupe que le problème des engins non classifiés (UNCL, SURF, etc.) identifié par le passé n'avait pas été complètement résolu, comme l'illustrent les **figures 5 et 6**. Cette situation pose particulièrement problème dans le cas du stock de thon rouge de l'Atlantique Est et de la Méditerranée dont les ratios d'engins non classifiés peuvent dépasser 20% du poids total dans la Méditerranée certaines années. Le groupe a pris note de ce problème et a recommandé de poursuivre ce travail de reclassement de ces prises par engin avec la participation active des scientifiques nationaux.

### **3.2 Examen et développement d'un protocole pour actualiser les données de la tâche I en utilisant les nouvelles relations longueur/poids**

Le groupe a abordé les implications que les relations taille-poids adoptées récemment pourraient avoir sur les prises nominales de tâche I, notamment dans le cas des séries qui utilisaient des conversions taille-poids pour obtenir les prises globales. La mise à jour de ces séries de prise de tâche I pour les deux stocks (de 1950 à 2013) est une tâche qui ne peut pas être réalisée pour la prochaine évaluation des stocks. Par conséquent, le groupe a recommandé que les informations de tâche I soient mises à jour dans la mesure du possible par les scientifiques nationaux dans un délai approprié.

Le groupe a convenu que les séries de prise de tâche I ré-estimées avec les nouvelles relations taille-poids doivent suivre le protocole actuel du SCRS en ce qui concerne la soumission des mises à jour de la tâche I :

- a) Estimations préliminaires (trois années les plus récentes) : peuvent être mises à jour au moyen des formats électroniques approuvés uniquement.
- b) Autres années (historiques) : doivent faire l'objet d'un document SCRS.

Toutes les mises à jour doivent être déclarées au moyen du formulaire standard de tâche I (formulaire ST02-T1NC).

### **4. Examen des données de prise et d'effort de tâche II suite à l'incorporation de nouvelles informations provenant du GBYP et d'autres sources**

Le Secrétariat a présenté au groupe le catalogue (**tableau 2**) des informations de prise et d'effort de tâche II (T2CE) liées au GBYP qui avaient été provisoirement (quelques révisions en attente) saisies dans le système de base de données de l'ICCAT. Il contient de nombreux nouveaux jeux de données concernant les pêcheries des madragues des années 50 et 60 du Portugal, de l'Espagne et du Maroc, et également des jeux de données d'autres engins (BB, GILL, HAND, HARP, LL et PS) concernant les décennies les plus récentes (années 80 et 90). Nombre de ces jeux de données ne contiennent pas le type de l'effort et ne sont donc pas utilisables pour les études de CPUE. Le Secrétariat a toutefois signalé que dans certains cas, si les données sont traitées correctement, il est possible d'attribuer des mesures plus générales de l'effort (nombre de madragues actives, nombres de navires actifs, etc.) fournies après l'achèvement des projets de récupération des données du GBYP (p.ex.: les données PS de la Norvège ont fourni récemment la flotte active par année) ou disponibles dans d'autres sources de données de l'ICCAT (caractéristiques de la flotte de tâche I).

Le Secrétariat a informé qu'il réalisera progressivement l'intégration définitive de ces jeux de données (dès que la révision de l'effort sera faite) dans le système de base de données de l'ICCAT en 2015 (prêt en 2016).

Le Secrétariat a également présenté les catalogues standard du thon rouge qui rassemblait, par espèce, stock et gamme d'années la disponibilité des jeux de données de la Tâche I (capture) et de la Tâche II (prise et effort, taille réelle et prise par taille déclarée) classés par ordre décroissant. Ces catalogues sont présentés dans les **Tableaux 3, 4 et 5** (respectivement ATE, MED et ATW). Le Groupe a proposé de fusionner la série valide (ombrage bleu) du **Tableau 2** dans la base de données de T2CE avant la réunion du Groupe d'espèces du SCRS en 2015.

### **5. Examen des données de taille de la Tâche II**

Cette section a examiné l'état actuel de l'information de taille de la Tâche II sur le thon rouge (T2SZ, à partir du 02-03-2015). Elle couvre les données déclarées par les CPC, les données de taille du GBYP, les fréquences de taille équivalentes aux poissons vivants rétro-calculées obtenues du thon mis à mort à la ferme, ainsi que l'échantillonnage de taille réalisé par caméras vidéo stéréoscopiques. Enfin, quelques recommandations ont été faites aux scientifiques nationaux des CPC visant à réviser et déclarer entièrement les séries de données de T2SZ deux mois avant la réunion préparatoire des données de 2016.

### **5.1 Examen et validation de l'information de taille de la Tâche II déclarée qui est utilisée pour estimer la prise par taille**

Les catalogues basés sur le stock de thon rouge (1990 à 2013), présentés aux **Tableaux 3, 4 et 5** (BFT-E (AE), BFT-E (MD) et BFT-W respectivement) indiquent le niveau de données T2SZ disponibles pour chacune des grandes pêcheries, par rapport à la Tâche I.

La BFT-E (AE) a 95 % de la production totale associée avec seulement 15 pêcheries. Sur ces grandes pêcheries (principaux engins : LL, BB, TP, PS, TW), d'importantes lacunes existent qui doivent être comblées lorsque cela est possible.

Le stock de BFT-E (MD) compte un plus grand nombre de pêcheries (environ 32) qui représentent environ 95 % du total des captures (engins principaux : PS, LL, TP, HL) en Méditerranée. Le nombre de jeux de données de T2SZ disparus est élevé.

Le stock de BFT-W a 95 % de la production totale associée avec environ 10 pêcheries importantes (engins principaux : LL, RR, PS, HP). En général, les données de T2SZ sont complètes, avec seulement quelques lacunes éparses entre 1990 et 2013.

Le Groupe a établi une liste de tâches de révision/validation des données nécessaires pour les deux stocks, qui devraient être finalisées avant la réunion préparatoire des données de 2016. Ces tâches ainsi que la liste d'actions que le scientifique de chaque CPC doit entreprendre sont décrites au **Tableau 6**. Les révisions devraient prendre en compte (réduire autant que possible avec l'aide du Secrétariat) l'hétérogénéité des jeux de données T2SZ récapitulés au **Tableau 7**.

### **5.2 Examen et validation des statistiques de capture par taille avec les nouvelles informations des fermes, de la mise à mort, des caméras stéréoscopiques et d'autres sources d'information**

En 2014, les CPC ont commencé à soumettre à l'ICCAT des données de distribution des fréquences de taille du thon rouge capturé et transféré dans des cages à la ferme (p. ex. opérations de mise en cage) recueillies avec des systèmes de caméras stéréoscopiques. Le document SCRS/2015/059 a donné un aperçu des opérations et des protocoles de collecte des données recueillies par caméra stéréoscopique dans les fermes croates. Il a été noté que les systèmes de caméras stéréo constituent un outil utile pour l'échantillonnage de taille des thons rouges capturés à des fins d'élevage, qui sont la principale destination dans les pêcheries méditerranéennes. Néanmoins, les protocoles aux fins de l'utilisation satisfaisante des caméras stéréo nécessitent encore des conditions optimales et des opérateurs qualifiés, et des problèmes techniques subsistent.

Le document SCRS/2015/050 résumait les informations de taille du thon rouge disponibles à l'heure actuelle : environ 15.000 poissons mesurés, ce qui représente environ 50 % des opérations de mise en cage en 2014. Le diagramme de distributions globales montre une fréquence de taille multimodale du thon rouge capturé, avec un record de petits poissons à environ 75 cm SFL, taille typique des poissons destinés aux fermes en Croatie, un second record de poissons de taille moyenne d'environ 120 cm SFL, et un troisième record de gros thons rouges d'environ 210 cm SFL. Ces deux groupes de taille étaient généralement destinés aux fermes de Malte et de Turquie, tandis que seuls des gros poissons ont été observés dans les fermes espagnoles (au cours de ces dernières années).

Il a été noté que les données des caméras stéréo peuvent être utilisées pour valider les rétro-calculs des données de prise par taille obtenues des données de mise à mort (époque de la mise à mort dans les fermes) soumises par les CPC et présentées en 2014 (Ortiz, 2015). En outre, les résultats préliminaires ont été présentés pour des expériences en cours qui utilisent des données de caméra stéréoscopique à différents stades dans les cages pour estimer la croissance en taille du thon rouge au cours des opérations d'élevage. Cette étude préliminaire indique que pendant une période de mise en cage de quatre mois, le thon rouge de taille moyenne a connu une croissance en taille (~ 18 % (augmentation de SFL (~ 24 cm))) tout comme le thon rouge de grande taille (~ 5 % augmentation de SFL (~ 11cm)).

En résumé, les données de fréquence de taille du thon rouge de la pêcherie de senneurs méditerranéens sont disponibles à partir des données de caméra stéréoscopique pour 2014, couvrant près de 50 % des opérations de mise en cage (informations reçues par le Secrétariat avant février 2015). Avant 2014, entre 2008 et 2013, les données de fréquence de taille du thon rouge capturé à la senne peuvent être estimées d'après les opérations de mise à mort, comme l'a recommandé le SCRS en 2014. Toutefois, il est recommandé que ces données soient validées avec les données des caméras stéréoscopiques de 2014 et toute autre donnée disponible de croissance dans les fermes.

Le Groupe a réitéré que le protocole présenté à l'annexe 9 de la Rec 14-04 devrait être validé par le SCRS. Cela pourrait être examiné au cours de la réunion des Groupes d'espèces en septembre 2015 (groupe de travail restreint).

### **5.3 Élaboration d'un plan de travail destiné à créer une nouvelle prise par taille en se servant des nouvelles relations longueur/poids adoptées par le Groupe d'espèces sur le thon rouge**

Le Groupe a recommandé que les coefficients de conversion récemment estimés pour les deux stocks de thon rouge décrits dans le détail dans Rodriguez-Marin *et al.* (2015) et adoptés par le SCRS en 2014 soient intégrés dans les tableaux de coefficients de conversion de l'ICCAT disponibles sur la page web de l'ICCAT. De nouveaux coefficients de conversion globaux sont présentés au **Tableau 8** et les relations mensuelles de poids-longueur (WLR) sont fournies au **Tableau 9**.

Le groupe a suggéré d'utiliser ces fonctions pour les futures évaluations des stocks. Il a également été recommandé que les données historiques de capture par taille soient révisées à l'aide de ces nouvelles WLR (c.-à-d. lorsque les mesures de poids ont été enregistrées et converties en longueur à l'aide d'autres WLR). Afin de faciliter ce processus pour les CPC, les principales pêcheries susceptibles d'être touchées sont identifiées à la section 5.3. Alternativement, les CPC peuvent fournir les données brutes électroniques au Secrétariat.

Un plan de travail détaillé fixant les délais et les responsabilités pour les différentes actions est inclus à l'**Appendice 4**.

## **6. Examen des données de capture et des indices d'abondance relative disponibles**

Le document SCRS/2015/052 présentait les captures de thon rouge de la flottille coréenne dans l'océan Atlantique de 1985 à 2013. La prise moyenne coréenne pendant cette période s'élevait à environ 280 t. Le thon rouge de l'Atlantique a été capturé par la pêcherie palangrière coréenne ciblant les thonidés entre les années 80 et 90 et ensuite par la pêcherie de senneurs coréens ciblant les thonidés à partir des années 2000. La plus forte capture jamais enregistrée s'élevait à environ 1.100 t en 2005. Les captures ont été ramenées à environ 150 t en 2006, pour atteindre près de 330 t en 2008. Ces dernières années, les prises coréennes tournaient autour de 80 t entre 2012 et 2013. La zone de pêche de la pêcherie de senneurs coréens ciblant le thon rouge de l'Atlantique se localisait principalement entre 35~37°N, 30~36°E de 2005 à 2007 et entre 32~35°N, 13~18°E de 2008 à 2012. La zone de pêche de la pêcherie palangrière coréenne ciblant les thonidés se trouvait entre 33~34°N et 7~9°E en 2006. La distribution des longueurs du thon rouge de l'Atlantique capturé par la pêcherie thonière de senneurs coréens dans l'océan Atlantique s'établissait à 110-300 cm FL (moyenne de 208,8 cm en 2005, 100-283 cm FL (196,8 cm) en 2006, 138-337 cm FL (214,3 cm) en 2007 et 104-190 cm FL (139,7 cm) en 2009, respectivement. Les données de capture et les informations sur la pêcherie provenaient des observateurs.

Le Groupe a remarqué certaines divergences dans la prise de thon rouge coréenne entre ce qui avait été présenté dans le document et la prise figurant dans la base de données de la Tâche I sur le thon rouge de l'ICCAT. Les auteurs ont indiqué qu'ils travaillaient déjà avec le Secrétariat afin de résoudre ce problème. On a fait remarquer que des palangriers coréens opéraient dans les eaux algériennes dans les années 90.

Un examen de la recherche en cours associant l'écologie larvaire et l'océanographie opérationnelle, actuellement menée par le Groupe d'écologie larvaire de l'Institut espagnol d'océanographie (IEO), en étroite collaboration avec le Système d'observation et de prévision des côtes des îles Baléares (BICOFS) a été présenté au Groupe (SCRS/2015/P/009). Selon les auteurs, les connaissances sur l'écologie larvaire du thon rouge acquises sur le terrain et au cours d'expérimentations d'élevage dans des conditions environnementales contrôlées, ainsi que les données hydrographiques, fourniraient le cadre permettant d'analyser la façon dont la variabilité environnementale entraîne des processus écologiques importants qui touchent cette espèce durant les premiers stades de son développement. Le lien étroit qui existe entre l'écologie reproductive et les scénarios océanographiques locaux dans la mer des Baléares et le fait que la survie larvaire dépend très fort de la variabilité environnementale sont quelques-uns des résultats qui s'en dégagent. En combinant les connaissances disponibles au sujet des effets environnementaux sur la structure, l'état et la distribution spatiale de la population larvaire avec des séries presque en temps réel de données hydrographiques, de nouveaux produits océanographiques opérationnels, tels que la distribution spatiale des habitats de frai, ont été développés qui peuvent être utiles pour améliorer les estimations de l'indice larvaire qui pourraient servir à calibrer la VPA.

Le SCRS/2015/P/002 présentait un modèle d'habitat pour le thon rouge juvénile et adulte. Ces travaux, basés sur la modélisation de niche écologique (publication devant être présentée prochainement), sont similaires dans leur approche à ceux de Druon *et al.* (2011) avec des modifications substantielles (données d'entrée) et une extension (du golfe du Mexique à la mer Méditerranée). On a utilisé 31.000 observations géolocalisées de thon rouge pour calibrer le modèle. Les covariables pour l'habitat trophique potentiel sont la teneur quotidienne en chlorophylle et les fronts, la température à la surface de la mer et l'anomalie de l'élévation de la surface de la mer, tandis que les covariables permettant d'identifier l'habitat de frai sont la teneur en chlorophylle, la température à la surface de la mer, l'anomalie de l'élévation de la surface de la mer et les courants à la surface de la mer. Les sorties du modèle ont concordé avec les connaissances actuelles sur les lieux trophiques et les lieux de frai. On a proposé des façons d'intégrer les informations dans la prochaine évaluation de stock spatialement explicite, lesquelles seront probablement mises à l'essai (p. ex. indice d'abondance relative par mois et carré).

Le Groupe a convenu que la recherche sur la modélisation de l'habitat pourrait fournir des informations précieuses pour la prochaine évaluation du thon rouge et il a recommandé d'éventuelles prochaines étapes, y compris le recouplement des prédictions du modèle larvaire-environnemental avec les indicateurs de l'évaluation du thon rouge de l'Est, tels que la biomasse reproductrice, la force de la cohorte basée sur l'âge ou la capture par âge, ainsi que l'exportation du modèle larvaire environnemental soit évaluée dans d'autres zones de frai du thon rouge connues, et la promotion de la collaboration mutuelle avec les scientifiques spécialisés dans le thon rouge de l'Ouest afin de mettre à l'essai le modèle larvaire-environnemental dans le golfe du Mexique et de standardiser les indices de taux de capture. On a recommandé de favoriser une collaboration plus étroite, notamment dans le cadre de la recherche réalisée par le GBYP.

Le document SCRS/2015/024 a actualisé les informations sur les prises de thon rouge provenant d'une pêcherie de madrague thonière opérant au large de la côte méridionale de UE-Portugal (Algarve). Ce document analysait les tendances des prises intra et interannuelles et étudiait les relations entre les prises potentielles et les réglementations en matière de gestion de l'ICCAT en Méditerranée. Les taux de capture du thon rouge dans la madrague thonière au large de l'Algarve sont restés relativement faibles entre 1998 et 2008, mais ils ont été suivis par des prises de plus en plus fortes par la suite, avec un pic observé au cours de la saison 2011. Cette pêcherie de madrague de thon rouge connaît des oscillations saisonnières, les plus hauts taux de capture ayant lieu au mois de juillet, ce qui correspond aux thons qui quittent la mer Méditerranée après le frai. De considérables corrélations négatives ont été observées entre la prise et le nombre de mois de pêche admissibles pour les senneurs, les palangriers et les canneurs dans la mer Méditerranée, ce qui signifie que la prise augmentait au fur et à mesure que diminuait le nombre de mois de pêche admissibles pour ces engins de pêche. En revanche, une relation positive a été observée entre les prises et la taille minimum au débarquement (MLS), ce qui signifie que les taux de capture dans les madragues thonières augmentaient au fur et à mesure qu'augmentait aussi la MLS du thon rouge. Ces résultats semblent corroborer d'autres indicateurs des pêcheries au sujet du rétablissement du stock de l'Atlantique Est et de la Méditerranée.

Le Groupe a examiné les facteurs qui affectent la disponibilité du thon rouge pour les madragues, tels que les caractéristiques environnementales pendant la migration. Il s'est penché sur les possibles changements d'efficacité de la madrague liés à un effet « grégaire » du thon déjà à l'intérieur des filets de la madrague.

Le Groupe a encouragé une étude plus poussée de la faisabilité d'un indice de madrague commun basé sur les séries temporelles des madragues portugaises, marocaines et espagnoles même s'il a été noté qu'il n'est pas simple de combiner ces trois indices en raison de plusieurs facteurs (unités d'effort, questions de réglementation) et que cette question pourrait être étudiée au cours des réunions des Groupes d'espèces.

Le SCRS/2015/043 faisait état des taux de capture de la flottille de senneurs tunisiens opérant dans la mer Méditerranée centrale au titre de la période 2009-2014. Les données ont été analysées en suivant une démarche de modélisation linéaire généralisée (GLM) dans le cadre d'un postulat d'erreur log-normal.

Suite à la présentation, le Groupe a examiné les facteurs susceptibles d'influer sur l'effort de pêche à la senne, tels que temps de recherche, nombre de navires opérant dans la région, présence d'appui aérien, taille et composition des bancs, entre autres. On a convenu qu'il est difficile de définir l'unité d'effort de pêche adéquate pour les pêcheries de senneurs, ce qui rend problématique l'inclusion de la CPUE des senneurs dans les modèles d'évaluation. Néanmoins, cette série de taux de capture fournirait des informations qualitatives précieuses pour recouper les résultats de l'évaluation.

Le groupe a convenu que toutes les séries de CPUE doivent être évaluées en suivant le protocole mis au point par le WGSAM (Anon., 2013) et approuvé par le SCRS en 2012.

Le SCRS/2015/047 a fourni une description des pêcheries canadiennes en ce qui concerne les indices d'abondance SWNS et SGSL. Les deux indices ont été mis à jour jusqu'en 2014 et une version standardisée des données combinées a été présentée au Groupe.

Pour combiner les indices, il a fallu surmonter les différences associées à la pêche dans l'océan Atlantique par rapport au golfe du Saint-Laurent. Le Groupe a noté que les régions avaient des relations de prise-effort différentes et il a recommandé que l'effort soit standardisé par région pour tenir compte de ce problème. Le Groupe a aussi signalé que différentes restrictions de quota par zone risquaient de rendre compliqué le regroupement des régions. Il a été recommandé d'élaborer un indice combiné de canne et moulinet des États-Unis et du Canada pour les poissons de plus de 177 cm SFL.

Le document SCRS/2015/035 présentait des indices indépendants des pêcheries de larves de thon rouge de la mer Méditerranée occidentale reposant sur les données de prospections d'ichthyoplancton recueillies de 2001 à 2005 et de 2012 à 2013 compris. Des indices ont été développés en utilisant les taux de capture de larves recueillies au moyen de deux types différents d'engins Bongo, pêchées de trois façons, en standardisant avant tout les taux de capture par engin/mode de pêche et ensuite en appliquant une approche de modélisation delta-lognormale. Les modèles delta-lognormaux incluaient un indice larvaire de base qui incorporait les covariables suivantes : moment de la journée, variable de zone géographique systématique, mois et année ; un indice larvaire environnemental standard, y compris les covariables suivantes : température moyenne de l'eau entre la surface et l'épaisseur de la couche de mélange, salinité moyenne entre la surface et l'épaisseur de la couche de mélange, vélocité géostrophique, moment de la journée, variable de zone géographique systématique, mois et année ; et un indice larvaire ajusté à l'habitat contenant les covariables suivantes : variable d'habitat potentiel, moment de la journée, variable de zone géographique systématique, mois et année.

Le Groupe a noté que l'une des préoccupations suscitées par cet indice était le fait qu'il ne couvre qu'une zone en Méditerranée occidentale. On pouvait y remédier en ajoutant des prospections larvaires dans d'autres lieux de ponte de la Méditerranée. Enfin, la forte corrélation avec les estimations de la biomasse du stock reproducteur a été considérée comme un facteur favorable à son inclusion dans la prochaine évaluation des stocks. Il a été conclu que l'amélioration des connaissances sur la survie larvaire interannuelle et sur sa dépendance des facteurs environnementaux et l'intégration de l'information dans le processus de standardisation amélioreront l'index.

Le document SCRS/2015/036 présentait des indices de la biomasse du stock reproducteur du thon rouge de l'Ouest indépendants des pêcheries reposant sur les données des prospections d'ichthyoplancton recueillies de 1977 à 2013 compris dans le golfe du Mexique. Les indices ont été élaborés en utilisant des données standardisées sur la base desquelles les indices précédents avaient été conçus (c.-à-d. abondance larvaire avec une première augmentation quotidienne des otolithes dans une surface maritime de 100 m<sup>2</sup> échantillonnée avec l'engin Bongo). En raison de la fréquence élevée des captures nulles dans les prospections d'ichthyoplancton, des indices d'abondance larvaire ont été élaborés en utilisant des modèles delta-lognormaux à inflation de zéros, comprenant les covariables suivantes : moment de la journée, époque du mois, zone échantillonnée et année. Deux études récemment menées concernant l'âge et la croissance des larves de thon rouge dans le golfe du Mexique ont été utilisées pour actualiser la clef actuelle âge-longueur employée dans la standardisation des données, et l'indice a été recalculé. Les valeurs actualisées de l'indice ont été comparées à celles élaborées à l'aide de la clef précédente âge-longueur et les tendances étaient similaires. Cependant, l'indice mis au point avec la clef actualisée âge-longueur était plus précis et l'on en a recommandé l'emploi dans les évaluations futures, une fois que cette nouvelle information sur l'âge et la croissance aura été publiée.

Les auteurs ont noté que les différences observées lors de l'utilisation de la nouvelle clef âge-longueur étaient probablement liées à l'inclusion de plus grandes larves dans l'estimation de l'ancienne clef âge-longueur.

Le Groupe a suggéré la mise en œuvre d'un modèle basé sur l'habitat comme nouvelle étape dans la standardisation de l'indice. Le Groupe a également recommandé de faire appel à la même approche qu'avec l'indice mis au point pour la Méditerranée occidentale.

Une identification erronée des larves de poissons et des œufs peut conduire à des estimations inexactes de la biomasse du stock et de la productivité qui peuvent déclencher des demandes de quotas accrus et des conclusions de gestion peu judicieuses. Une récente étude financée par le GBYP (Puncher et al. soumis) utilisant des outils génétiques pour identifier les larves (n = 188) prélevées de trois lieux de ponte dans la mer Méditerranée par différentes institutions collaborant avec l'ICCAT a révélé des différences importantes dans la précision des identifications taxonomiques menées par différents ichthyoplanktologues suivant des méthodes fondées sur la morphologie. Alors que moins de la moitié des larves fournies étaient des larves de thon rouge, d'autres taxons

dominants étaient le bonitou (*Auxis rochei*), le germon (*Thunnus alalunga*) et la thonine (*Euthynnus alletteratus*). Un examen des causes possibles de ces erreurs d'identification a mis à jour diverses inexactitudes dans les publications s'y rapportant, des pratiques d'identification variables et des bases de données en ligne erronées. Par conséquent, les auteurs de cette étude suggèrent que des efforts soient déployés en vue de standardiser les méthodes d'identification des thonidés entre les groupes de recherche participant aux prospections larvaires de l'ICCAT par le biais de sessions de formation animées par des experts.

## **7. Analyses des données de marquage qui pourraient être utilisées pour inclure la structure des stocks et les taux de mélange dans l'évaluation de stock**

Le Groupe de marquage (TG) a examiné les résumés des données de marquage actuellement disponibles dans les bases de données de marquage de l'ICCAT. Le TG a noté plusieurs conclusions importantes : (1) il n'existait aucune preuve qu'un poisson entrât à la fois dans les lieux de ponte du golfe du Mexique et de la Méditerranée ; (2) les registres de juvéniles de l'année (YOY) marqués et remis à l'eau dans l'Atlantique Ouest et récupérés dans la Méditerranée semblent être des erreurs dans la base de données (le Secrétariat devra le réviser) ; (3) les registres de poissons marqués comme juvéniles de l'année à l'Ouest et récupérés à l'Est ont fait apparaître trois récupérations dans le golfe de Gascogne et une dans le Détroit de Gibraltar ; et (4) les registres de juvéniles de l'année marqués à l'Est n'ont montré aucune récupération dans l'Ouest avant la fin de la première année de vie.

Le TG a défini deux objectifs principaux pour la réunion relative au marquage électronique. Le premier visait à identifier toutes les données potentielles de marquage électronique du thon rouge et à définir la résolution minimale de l'information de marquage électronique devant être saisie dans l'évaluation des stocks afin d'informer les taux de mélange des stocks. Le deuxième objectif consistait à créer un projet de formulaire de demande de données, identifier les métadonnées requises, ainsi que les champs de données de l'information de suivi des migrations.

Le TG a suggéré que les données de marquage électronique servent de données de marquage principales pour la détermination de la migration des stocks, en fonction de la disponibilité. On a discuté de l'utilisation des données de marquage conventionnel à des fins de saisie dans l'évaluation des stocks, et des préoccupations ont été exprimées au sujet de biais dans les taux de mélange dus principalement à l'incertitude entourant les taux de déclaration entre les flottilles, l'hétérogénéité temporelle et les faibles tailles des échantillons dans certaines régions de stocks. Le TG a conclu que si les données de marquage conventionnel sont incluses dans le modèle d'évaluation des stocks, une analyse de sensibilité devrait être menée en excluant les données de marquage conventionnel, afin d'évaluer leur influence sur les estimations des taux de mélange des stocks et de l'état des stocks.

Un tableau contenant les chercheurs actuels dont on sait qu'ils disposent d'informations de marquage électronique a été élaboré et a été présenté au Groupe à des fins de plus amples informations (**Tableau 10**). Le Président du SCRS préparera une demande commune qui sera envoyée à toutes les personnes qui détiennent des données, leur demandant de les transmettre dans une résolution la plus élevée possible, mais au moins dans un format résumé qui réponde aux exigences de l'estimation des taux de mélange. Il a été discuté que lorsque les données seront requises, il sera expliqué clairement à qui ces données seront mises à disposition. Il a été convenu qu'un résumé des informations fournies, avec une liste des contributeurs, serait produit et mis à la disposition de tous les chercheurs ayant coopéré. Le Groupe a fixé comme objectif que toutes les données soient soumises avant août 2015 afin de disposer de résumés préliminaires avant la réunion des Groupes d'espèces de 2015 du SCRS.

Le Groupe a décrit un format de niveaux d'agrégation pour les données qui seront sollicitées auprès des chercheurs coopérants, à savoir : des métadonnées (**Tableau 11**) et des résumés de suivi de chaque poisson comme jours par zone de stock par année et mois séquentiels (**Tableau 12**). Un exemple du minimum d'informations requis est fourni au **Tableau 13**. Le Groupe a convenu que, compte tenu des éventuelles modifications à la délimitation de la zone méditerranéenne du stock, il serait judicieux de définir deux zones, provisoirement comme Méditerranée orientale (EastMed) et Méditerranée centre-Ouest (WestCentralMed) (en élargissant ainsi le modèle à 7 boîtes de Kerr *et al.* 2014 publié dans Kerr, 2015, **Figure 7**). La région du golfe du Mexique et des Caraïbes a également été révisée afin d'inclure uniquement le golfe du Mexique et d'inclure la mer des Caraïbes dans la région de l'Atlantique Ouest, étant donné qu'il existe des éléments de preuve considérables étayant la présence de poissons originaires de l'Est dans la mer des Caraïbes (**Figure 7**). Les nouvelles zones de stock coïncident avec la résolution de 5°x5° utilisée par le Secrétariat afin que les données de marquage électronique agrégées correspondent aux données de débarquement. En outre, les données pour le modèle à 8 régions peuvent être agrégées dans un modèle plus simple avec seulement l'Atlantique Est et Ouest et les zones de frai (4 régions, **Figure 8**).



Concernant les données de marquage conventionnel, un effort devrait être fait pour classer si les données de remise à l'eau et/ou de récupération provenaient d'un observateur scientifique. Un membre du TG travaillera sur les estimations de la sélectivité de la flottille fondées sur les données de marquage conventionnel et il fournira également un langage R pour assigner les zones géographiques en fonction de la latitude/longitude (**Figure 7**).

Le TG travaillera également avec le groupe chargé d'examiner les stocks d'origine pour évaluer l'origine éventuelle de chaque poisson marqué en se fondant sur un ou plusieurs critères et pour potentiellement affecter des stocks d'origine aux poissons marqués qui n'ont pas pénétré dans les zones de frai, à l'aide de toutes les autres sources d'information.

Le TG a fortement recommandé que le GBYP apporte son appui au marquage électronique en Méditerranée orientale (p. ex. la mer Levantine), où il existe d'importantes lacunes dans les données sur les schémas migratoires des stocks, et en particulier, les taux de migration dans la Méditerranée occidentale et l'Atlantique Est.

## **8. Analyses de données qui peuvent être utilisées pour développer les clefs âge-taille des stocks**

### **8.1 Clef âge-taille**

Un petit groupe a évalué les données existantes d'âge-longueur et du stock d'origine (ALSKG) pour déterminer le potentiel d'obtenir les clés d'âge-longueur-stock (ALSK) par année, saison et flottille. Notant que ces ALSK annuelles si finement détaillées sont l'idéal conceptuel, les limitations de la taille des échantillons détermineront en définitive les limites du progrès à cet égard.

L'ALSKG a procédé à l'évaluation dans les cinq étapes décrites ci-dessous :

1. Vérifier que toutes les estimations d'âges ont utilisé le même protocole et que les cohortes font l'objet d'un suivi adéquat.
  - a) Le protocole de détermination de l'âge actuellement accepté (Busawon *et al.*, 2014, Secor *et al.*, 2014) compte le nombre de bandes opaques et assigne l'âge en fonction de ce nombre.
  - b) Dans une évaluation qui fonctionne avec les années calendaires pour suivre correctement les cohortes, il est nécessaire d'attribuer les poissons correctement à l'année de leur naissance.
  - c) Pour ce faire, une règle est proposée, à savoir que si le poisson est capturé entre le 1er janvier et le moment présumé de la formation de la bande opaque (1er juin), 1 an est alors ajouté à l'âge. Le calendrier de formation de la bande opaque a été déduit de la formation mensuelle du type de bord des épines des nageoires du thon rouge (Luque *et al.*, 2014) et de la formation de l'anneau à partir du marquage chimique du thon rouge du Sud (*Thunnus maccoyii*) (Clear *et al.*, 2000). Les deux sources coïncident en ce sens que les bandes opaques se forment chaque année en été (**Figure 9**).
  - d) Pour les lectures futures des otolithes, on recommande de mesurer la largeur de la bande translucide et de continuer à déterminer si le calendrier de formation de la bande opaque dans les otolithes peut être établi avec plus de précision.
2. Évaluer la pertinence de l'information existante pour utiliser les ALK.
  - a) Identifier et vérifier toute paire d'âge-longueur aberrante (lecteurs des otolithes).
  - b) Est-ce que tous les intervalles sont remplis ? Décrire l'intervalle de taille approprié.
  - c) Est-ce que les tailles des échantillons sont suffisantes pour l'Est (561 poissons au cours des années 2010-2012), l'Ouest (2.380 au cours des années 2009-2014) ?
  - d) Est-ce que suffisamment d'années sont représentées et y-a-il une tendance au cours de l'année ? Évaluer l'âge moyen par taille.
  - e) Est-ce que les échantillons sont représentatifs de la pêcherie ?
  - f) Est-ce qu'une « règle » est nécessaire pour traiter des lacunes dans les ALK ?
3. Est-ce que les nouvelles données de détermination de l'âge fournissent de nouvelles informations sur la croissance ?
  - a) Est-il nécessaire de ré-estimer les courbes de croissance de Restrepo *et al.* (2010) et de Cort (1991) afin qu'elles soient compatibles avec les nouveaux protocoles de détermination de l'âge et les nouvelles données substantielles d'âge-longueur ?
  - b) Faut-il ré-estimer les courbes de croissance de Restrepo *et al.* (2010) avec une progression de cohorte ou sans ?

4. Évaluation en 2-3 étapes de la méthode qui reproduit les âges connus (à remplir pour les réunions des groupes d'espèces).
  - a) Utiliser les courbes de croissance de Restrepo et al. (2010) et de Cort (1991) et exécuter le découpage des cohortes sur les informations connues d'âge-longueur.
  - b) Ajuster la courbe de croissance aux nouvelles données directes de détermination de l'âge, utiliser le découpage des cohortes pour générer les âges à partir des mêmes longueurs.
  - c) Utiliser ALK pour générer les âges.
  - d) Comparer la composition des âges avec les âges connus pour tester les trois méthodes.
5. Estimer la CAA complète avec le découpage et ALK à évaluer (à remplir pour les réunions des groupes d'espèces)
  - a) CAA à partir du découpage et Restrepo et al. (2010) et Cort (1991) (CAA de continuité).
  - b) CAA à partir du découpage et nouvelles courbes de croissance.
  - c) CAA à partir des ALK.

Le ALSKG a déterminé qu'il y avait une taille d'échantillon insuffisante par an pour créer les ALK annuels. Donc, le meilleur compromis entre des ALK incomplètes et la confusion potentielle des cohortes était de créer une clé âge-longueur pluriannuelle. Ce n'est pas incompatible avec la conclusion du SCRS/2015/046, qui a fait remarquer que les clés annuelles individuelles étaient semblables aux clés pluriannuelles mises au point pour les pêcheries canadiennes. Une brève évaluation de l'âge moyen à des intervalles de taille de 10 cm au cours des années de données dans l'Ouest n'a trouvé aucune tendance claire systématique dans le temps (**Figure 10**).

Des ALK pluriannuelles ont été construites pour l'Ouest et l'Est (**Figures 11 et 12**) indiquant que, pour l'Est, il y avait une couverture relativement bonne, même pour les intervalles de 1 cm, pour la plupart des longueurs, sauf à des tailles supérieures à 250 cm SFL. L'intervalle exact des tailles sera déterminé ultérieurement. L'ALK de l'Est présente aussi une variabilité réduite dans la taille à l'âge par rapport à l'ALK de l'Ouest (**Figure 13**), ce qui pourrait être une fonction de la taille inférieure des échantillons dans l'Est et du grand nombre d'échantillons d'un mois (**Figure 14**). Pour l'Ouest, l'ALK n'a pas de poissons d'âge 0 et 1 et présente une lacune notable entre 150-175 cm SFL à un intervalle de 1 cm.

Le ALSKG recommande d'augmenter les ALK de l'Est et de l'Ouest avec des échantillons empruntés aux autres stocks afin de combler les lacunes. Pour les échantillons de l'Ouest au-dessous de 75 cm, SFL sera ajouté à l'ALK et pour les échantillons de l'Est au-dessus de 220 cm, SFL sera ajouté (**Figures 15 et 16**). Il s'agit d'un compromis nécessaire pour éviter la faible densité de la matrice. Il est également possible d'employer d'autres méthodes pour remplir les ALK peu abondantes, p.ex. en utilisant la courbe de croissance, les approches bayésiennes, etc.

Il a été noté que la croissance rapide peut exiger des ALK saisonnières. Malheureusement, la faible abondance des échantillons rendront difficile la création des ALK saisonnières en raison de la distribution mensuelle des échantillons (**Figure 14**). Mais puisque l'objectif est de déterminer l'âge de la capture, il semble que les échantillons d'âge reflètent généralement la distribution mensuelle de la capture en nombre de 1960 à 2011 (lignes rouges de la **Figure 14**), exception faite du fait que la distribution mensuelle des échantillons de l'Est ne rend pas compte des débarquements record de juillet et août. En outre, il est prévu que davantage d'échantillons d'âge-longueur seront disponibles pour l'Est dans les mois à venir, ce qui pourrait aider à remplir l'ALK.

Compte tenu de la quantité beaucoup plus importante de nouvelles données de détermination de l'âge et de la révision des protocoles de détermination de l'âge, les courbes de croissance de Restrepo et al. (2010) et de Cort (1991) pourraient nécessiter une révision, dont il conviendrait d'explorer les détails pour la prochaine réunion du Groupe d'espèces sur le thon rouge. Les données utilisées dans la courbe de Restrepo et al. (2010) sont peu abondantes par rapport aux données de croissance actuellement disponibles (**Figure 11**). Les autres tâches liées aux ALK pluriannuelles consistent à suivre les protocoles décrits ci-dessus pour évaluer la performance des trois méthodes.

## **8.2 Composition mixte des stocks**

S'agissant de la composition mixte des stocks et du potentiel d'obtenir des clés âge-longueur-stock, le ALSKG a évalué les informations d'âge-longueur de la pêche canadienne où le stock d'origine était déterminé par des microéléments d'otolithes. La première étape a évalué des données indiquant l'origine occidentale probable de chaque poisson par longueur pour toutes les années combinées (**Figure 17**). D'après ces données, il a été possible de calculer une clé de probabilité de stock (**Figure 18**).

Le fait d'assigner une identification de stock à chacun des poissons utilisés dans la **Figure 17** en utilisant un seuil de 0,54 facilite le développement de deux clés distinctes âge-longueur (**Figure 19**). Des ALK pourraient servir d'une manière standard à déterminer l'âge des captures des flottilles ciblant un stock « pur ». Les ALK sont actuellement rares pour l'Est et pourraient être augmentées par des poissons provenant de flottilles et de zones dont on sait que l'origine est orientale. Pour l'Ouest, les ALK sont suffisantes pour les poissons de plus de 180 cm SFL, mais rares pour les tailles inférieures à cela. Le Groupe a estimé que ces ALK pourraient être utilisées pour chaque stock mais que, dans la mesure où les pêcheries reflètent un mélange des stocks, le fait d'appliquer une ALK spécifique au stock risque de ne pas être nécessairement approprié.

L'assignation générale de la composition par stock de la capture par flottille ou zone pourrait s'avérer extrêmement utile, indépendamment de la façon dont on déterminera l'âge de la capture. Certaines flottilles peuvent être considérées comme des flottilles ciblant un stock « pur » et d'autres peuvent être considérées comme mixtes, donc il peut être possible d'appliquer l'approche d'une clé âge-longueur-stock aux flottes mixtes. Il sera nécessaire d'évaluer la structure de la flotte/zone pour déterminer la composition par stock de la capture et la disponibilité des échantillons pour déterminer l'identification des stocks (**Figure 20**). Pour qu'une telle approche soit faisable, il est essentiel que les estimations de la composition par stock soient obtenues pour les pêcheries de stocks mixtes et qu'une double analyse de micro-éléments démographiques et génétiques soit réalisée sur le même poisson.

Le ALSKG a également discuté du rôle des informations sur le mélange des stocks dans l'évaluation du stock de 2016. Cette information devrait être intégrée aux informations sur les marques électroniques et conventionnelles. Des comparaisons préliminaires des résultats obtenus d'études sur la forme de l'otolithe, d'études d'isotopes stables d'otolithes et d'analyses génétiques (génotypage GBS SNP) ont fourni une assignation au bassin de frai prometteuse et cohérente. Par exemple, les débarquements dans l'Atlantique central et au large de la côte du Maroc semblent contenir un nombre non négligeable de thons d'origine occidentale, tandis que les échantillons analysés à partir des côtes du Portugal suggèrent une contribution beaucoup plus faible de l'Ouest.

Le ALSKG souligne l'importance d'utiliser le même poisson pour tous les trois (ou plus) métriques (forme de l'otolithe, micro-éléments et analyse génétique) comme une étape cruciale vers l'élaboration de la ALSK et pour faire concorder les résultats à travers les méthodes. Pour développer la méthodologie visant à séparer les stocks, il faudrait donner la priorité à l'obtention et au traitement des échantillons originaires du golfe du Mexique et de la Méditerranée étant donné que, dans ces zones, ceux-ci sont très vraisemblablement originaires d'un stock « pur ». Ainsi, des échantillons supplémentaires sont nécessaires du golfe du Mexique et de la Méditerranée orientale (c'est-à-dire la mer Levantine). Pour séparer les débarquements, il conviendrait d'évaluer la couverture des échantillons originaires d'un seul stock par pêcherie (comme cela est ébauché à la **Figure 20**) et la priorité devrait être donnée aux flottilles/zones ayant un potentiel élevé de pêcheries de stocks mixtes ou celles dotées d'une couverture d'échantillon limitée aux fins de l'analyse de la composition par stock.

Le ALSKG a insisté sur la nécessité d'analyser de nouveaux échantillons provenant de ces régions afin de fournir des données pour l'évaluation des stocks de 2016. Des représentants de la recherche sur chacune des méthodes ont convenu de la faisabilité d'accomplir cette tâche, compte tenu des possibilités de financement supplémentaires offertes par la phase 5 du GBYP.

Les objectifs suivants sont à remplir en vue de l'évaluation des stocks de 2016 :

1. Développer une base de données contenant les informations sur l'origine natale des échantillons prélevés par le GBYP et les autres programmes d'échantillonnage.
  - a. des méta-informations pour inclure la date et le lieu, la taille des poissons, la mesure associée à la méthodologie de classification et probabilité d'origine orientale et occidentale par la méthode.
2. Réaliser le rapprochement de l'assignation de l'origine en utilisant des échantillons provenant du même poisson lorsque des différences apparaissent.
3. Vérifier l'origine des données de base utilisées par chaque méthode.
4. Estimer les proportions de mélange spatial et prédire les origines des spécimens à l'aide d'analyses intégrées avec différents types de données (p. ex. génétiques, morphométrie des otolithes et micro-éléments).
5. Développer les clés âge-longueur-stock pour les pêcheries/zones de stock mixtes.
6. Établir des taux de mélange par zones à 8 boîtes ou à 2 boîtes.

## 9. Recommandations

### 9.1 Recommandations générales

1. Le Groupe a approuvé le plan stratégique du SCRS visant à mettre à jour le catalogue d'évaluation des stocks de façon à s'assurer que le logiciel utilisé soit bien documenté et qu'il soit accompagné d'un manuel d'utilisateur et d'un code. Il a appuyé la demande qu'a faite récemment le Secrétariat aux rapporteurs des groupes d'espèces à l'effet d'examiner le Catalogue de logiciel de l'ICCAT afin de voir si les procédures actuelles devraient être mises à jour et sont conformes aux meilleures pratiques. En particulier, le Groupe a réitéré les recommandations précédentes, à savoir que tout logiciel utilisé pour générer la base de l'avis scientifique aux gestionnaires doit être inclus dans le catalogue bien avant la prochaine réunion d'évaluation des stocks.
2. Le Groupe a recommandé que le Secrétariat sollicite des révisions aux données de Tâche I et II que chaque CPC dotée d'importantes pêcheries de thon rouge a soumises à l'ICCAT. Plus précisément, les CPC sont invitées à :
  - a) Fournir des métadonnées détaillées décrivant la qualité des données disponibles de la Tâche I et II conformément aux spécifications du Groupe de travail sur les méthodes de 2014 (Anon., 2015) (*cf.* **Appendice 5**).
  - b) Réviser leurs transmissions des données de taille de Tâche II afin d'inclure les échantillons de taille réelle utilisés pour estimer la prise par taille (et non seulement la prise par taille) et, le cas échéant, en utilisant les conversions de poids/longueur adoptées (conformément aux dispositions fournies à l'**Appendice 4** du présent rapport).
  - c) Considérant que l'adoption de nouvelles relations longueur/poids peut avoir des conséquences au niveau des prises nominales, en particulier des séries qui ont utilisé des facteurs de conversion de longueur-poids pour estimer les captures, le Groupe a recommandé aux CPC concernées de mettre à jour leurs séries de Tâche I par le biais d'un plan de travail pluriannuel.

### 9.2 Recommandations en matière de marquage

1. Le Groupe a recommandé que le Président du SCRS envoie une lettre aux correspondants de marquage de chaque CPC et à tous les chercheurs dont on sait qu'ils ont effectué des études sur les données de marquage électronique pour le thon rouge, leur demandant de fournir leurs données au Secrétariat de l'ICCAT avant le mois de septembre 2015.
2. La présentation des données provenant des marques électroniques individuelles devrait inclure, à une résolution minimale de jours par zone de stock (modèle à 8 boîtes), résumée par mois et année séquentielles (*cf.* p. ex. **Tableau 12**).
3. Une analyse des données des marques électroniques devrait être menée à bien pour estimer la probabilité de survenance dans une région (entre les régions du modèle à 8 boîtes) par stock, mois de l'année et classe de taille. Cela devrait se faire suffisamment à l'avance pour la réunion de préparation des données sur le thon rouge de 2016.
4. Les modèles d'évaluation de stock devraient tenter d'incorporer les données du marquage électronique et envisager également d'incorporer les données des marques conventionnelles (au moins comme une analyse de sensibilité) pour déterminer l'influence et les biais potentiels sur le taux de mélange des stocks et les estimations de l'état des stocks.
5. Le marquage électronique et l'échantillonnage tissulaire devraient être réalisés dans la Méditerranée orientale (p. ex. la mer Égée et la mer Levantine) où il existe d'importantes lacunes dans les données sur les schémas migratoires des stocks.

### 9.3 Recommandations en ce qui concerne les clefs âge-longueur et le mélange des stocks

1. Traiter les échantillons existants avant fin 2015 en mettant l'accent sur les zones prioritaires, telles que définies ci-dessous\* et les échantillons appariés avec des informations complètes sur l'âge, la génétique, la forme des otolithes et la microchimie.

2. Recueillir des échantillons supplémentaires provenant des zones prioritaires\* et des flottilles et des époques disposant d'une faible couverture d'échantillonnage et de forts niveaux de mélange potentiel.
3. Compiler une matrice complète de l'âge, de la composition des stocks (génétique), des micro-éléments par flottille et région et par année ; solliciter toutes les données disponibles sur la composition dans un format à mettre au point.
4. Développer une méthode visant à obtenir des clefs âge-stock-longueur à partir de toutes les informations disponibles sur la composition stock/âge.
5. Réévaluer les courbes de croissance, tester la clef âge-taille (ALK) par rapport au découpage des âges, développer des matrices de capture par âge (CAA) nouvelles et de continuité pour l'évaluation de 2016.

\* Les zones prioritaires incluent des zones de frai connues ; le golfe du Mexique et la mer Méditerranée orientale.

#### ***9.4 Recommandations en ce qui concerne l'écologie larvaire et les indices de population de frai***

Les travaux de recherche sur les liens entre les conditions environnementales, la distribution spatiale et la survie des larves de thon rouge dans les îles Baléares, menés par le groupe d'écologie larvaire de l'IEO/SOCIB, représentent une excellente occasion de faire avancer les connaissances scientifiques sur l'élaboration d'indices larvaires pour la SSB. Actuellement, il s'agit de la seule prospection sur le thon rouge de l'Est indépendante des pêcheries, exception faite des prospections aériennes, et il a été démontré que l'index est fortement corrélé avec la SSB à partir des résultats du modèle d'évaluation de 2014. Cette recherche pourrait fournir des données importantes pour l'évaluation suivante et à venir du thon rouge de l'Est ; à ce stade, il est recommandé de poursuivre cette ligne de recherche fondée sur des prospections larvaires autour des îles Baléares, en mettant l'accent sur les tâches suivantes :

- Recouper les prédictions du modèle larvaire-environnemental avec les indicateurs d'évaluation du thon rouge, tels que la biomasse reproductrice, la force de la cohorte basée sur l'âge ou la prise par âge.
- Exporter le modèle larvaire-environnemental à évaluer dans d'autres zones de frai du thon rouge connues. Cela inclura l'identification des besoins de données environnementales et des protocoles d'échantillonnage pour la collecte larvaire.
- Continuer de promouvoir une collaboration plus étroite entre les scientifiques spécialistes du thon rouge de l'Est et l'Ouest dans le cadre de la recherche du GBYP, y compris tester le modèle larvaire-environnemental avec la population reproductrice du golfe du Mexique.

#### ***9.5 Recommandations en ce qui concerne l'étude du cycle vital***

1. Le Groupe a noté que des travaux considérables ont été réalisés au fil des ans sur la reproduction du thon rouge, dont une grande partie a été examinée lors de l'atelier sur les données du thon rouge antérieurement tenu à Tenerife (Anon., 2014). L'évaluation bénéficierait d'un réexamen complet de ce travail combiné en vue de réexaminer les deux hypothèses de l'Est et Ouest relatives à la contribution reproductrice réalisée par âge, y compris, mais sans s'y limiter, la fraction de la population reproductrice à l'âge, l'âge à la maturité, la fécondité, la fréquence de frai, le sex-ratio, la durée de la reproduction et la qualité des oeufs.

## **10. Autres questions**

### ***10.1 Examen des documents ayant trait aux méthodes d'évaluation des stocks***

Le SCRS/2014/054 a réexaminé l'ajustement des relations stock-recrutement (SRR) pour le stock de thon rouge de l'Atlantique Ouest en ce qui concerne le choix du modèle (modèle de Beverton-Holt par opposition à modèle à 2 lignes) et l'invocation d'un "changement de régime" en 1976 pour expliquer les recrutements annuels plus faibles estimés au cours des années suivantes. Il a été constaté que les modèles de stock-recrutement dotés de paramètres constants ne s'ajustaient pas adéquatement aux résultats de l'évaluation de la VPA de 2014, mais qu'il n'était pas nécessaire de supposer un changement ponctuel, irréversible, à un moment arbitraire, comme cela a été fait dans le SCRS/2014/200. On a obtenu des ajustements améliorés aux résultats de la VPA de 2014 en modélisant soit un paramètre (inclinaison), soit le paramètre K (pivot - ou capacité de charge associée) en tant que paramètres variables dans le temps régis par un processus stochastique gaussien stationnaire. Le modèle variable-K a fourni

un ajustement aux données légèrement meilleur et présente l'avantage que les définitions des points de référence relatifs à  $F$ , tels que  $F_{PME}$ , sont indépendantes des variations. La définition actuelle de  $B_{PME}$  repose sur le postulat d'un paramètre invariable avec le temps. La définition doit être modifiée pour avoir un sens dans un contexte variant avec le temps. Des simulations préliminaires suggèrent que le " $B_{PME}$  flottant" (défini comme étant la biomasse qui résulte du maintien de  $F$  à  $F_{PME}$ ) fournit un point de référence plus stable que celui obtenu en postulant que les paramètres actuels ne changeront pas.

Le Groupe a discuté des options pour adopter cette approche dans des évaluations futures, ainsi que des implications en termes de changement de perception de l'état des stocks. La méthode proposée permet que les points de référence se modifient dans le temps, sans la nécessité de faire des choix arbitraires sur les points de changement. Il a été précisé que  $F_{PME}$  est constant dans le cadre du paramètre  $K$  variable avec le temps, car il ne dépend que du paramètre  $a$  (inclinaison), croissance et mortalité naturelle. Le Groupe s'est interrogé sur les changements réels dans la valeur de  $K$  et sur l'état actuel relatif du stock. Il a été mentionné que l'étude dégageait une valeur inférieure de  $K$  au cours de ces dernières années. Le Groupe a également examiné la question de savoir si le diagramme de Kobe est valable en vertu de  $K$  et  $B_{PME}$  variables avec le temps. Il a été convenu que les diagrammes de Kobe pourraient être encore d'actualité même dans le cadre de  $B_{PME}$  en évolution, mais que cela dépendait de la façon dont  $B_{PME}$  est défini dans le cas d'une variabilité avec le temps. Le fait de définir  $B_{PME}$  comme la biomasse correspondant à  $F_{PME}$  peut avoir quelque avantage en fournissant un point de référence stable. Cependant, l'utilité des différents points de référence, y compris  $B_{PME}$  et  $B_0$ , devrait idéalement être testée dans le cadre de l'évaluation de la stratégie de gestion (MSE).

Le Groupe a noté qu'il y a une deuxième question distincte concernant la PME. Telle qu'elle est actuellement définie, la PME dépend du schéma de sélectivité de la pêche combinée, lequel peut changer au fil du temps, indépendamment de la biologie. Le Groupe de travail a estimé qu'il pourrait être judicieux de définir des points de référence de PME indépendamment du schéma actuel de sélectivité, par exemple par rapport à un schéma de sélectivité uniforme en-dessus d'un certain âge minimal. Il a été noté que  $B_0$ , tel qu'utilisé par la Commission de la pêche dans le Pacifique central et occidental (WCPFC), est également indépendant du schéma de sélectivité.

Le SCRS/2015/045 a décrit des questions relatives aux données requises et aux postulats devant être discutés pour faire progresser les travaux sur les méthodes d'évaluation statistique basés sur la longueur pour le thon rouge de l'Atlantique. Il s'agissait tout d'abord d'obtenir les données de composition par taille pour certains indices d'abondance pour l'Atlantique Ouest, pour lesquels les données sont disponibles ventilées par âge, et de vérifier les choix de regrouper différentes flottilles dont on postule dans les analyses qu'elles ont les mêmes sélectivités. D'autres discussions ont été tenues au sein d'un groupe réduit composé des auteurs et de membres pertinents du Secrétariat ; ce groupe a résolu les questions exigeant une attention immédiate.

Le SCRS/P/2015/003 a présenté les travaux préliminaires d'une validation croisée à l'aide de la dernière évaluation de la VPA sur le thon rouge de l'Atlantique Est. Dans la validation croisée, la méthode d'évaluation possible est ajustée à l'aide du « tail-cutting », c'est-à-dire en effaçant successivement les données de l'année  $n$ ,  $n-1$  à  $n$  ; puis en projetant à l'année  $n$  sur la base des ajustements aux évaluations, c.-à-d. rétrospectif avec une projection. Dans l'exemple présenté, les séries de CPUE sont considérées comme étant représentatives de la dynamique du stock ; elles peuvent être utilisées comme mesure de validation sans modèle pour identifier quel scénario de l'Atlantique Est (paramètres de projection de la VPA) avait le meilleur pouvoir prédictif en comparant les jeux de données observées et prédites. La validation croisée permet également d'identifier quelles séries de données fournissent un signal de la tendance du stock et quelles sont juste du bruit. La validation croisée peut donc servir comme un moyen pour décider objectivement des scénarios d'évaluation.

On a discuté de l'impact des postulats de pro2box sur les projections, c'est-à-dire le schéma de sélection et de recrutement. Il a été expliqué que, puisque l'exercice consistait à valider la pratique actuelle du Groupe d'espèces sur le thon rouge, la procédure utilisée pour définir les options dans pro2box était la même que celle utilisée dans la dernière évaluation (c'est-à-dire pour établir le recrutement et calculer le schéma de sélection). La projection a été faite pour le même total de captures que celui utilisé dans la VPA.

## ***10.2 Affinement de la demande de métadonnées aux CPC***

Suite aux recommandations du SCRS et du Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks (Anon., 2014), le Groupe a demandé que les CPC soumettent des informations au sujet de la qualité, des procédures et des protocoles pour la collecte des informations biologiques et sur les pêcheries provenant de leurs pêcheries de thon rouge. Le Secrétariat établira un formulaire basé sur les renseignements sollicités (voir **Appendice 5**) qui sera envoyé aux CPC disposant de pêcheries de thon rouge importantes. Ces données devraient inclure des descriptions

de la couverture d'échantillonnage, les méthodes et les protocoles de collecte de données, de détermination de la taille et d'échantillonnage de la capture, et des programmes d'échantillonnage biologique. Les renseignements recueillis seraient assemblés sous forme de métadonnées pour les statistiques de pêches actuelles de Tâche I et II. Les informations reçues devraient être compilées et présentées à la prochaine réunion du Groupe de travail.

### **10.3 Examen des activités menées dans le cadre du plan de travail établi par le Groupe clef de modélisation et définition du cadre futur pour ce Groupe**

La présentation SCRS/2015/P/003 a fourni un examen des activités de modélisation menées dans le cadre du GBYP. Le Groupe clef de modélisation (CMG) du GBYP s'est réuni en décembre 2014 ([http://www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%204/BFTMSE\\_CMG1\\_Report.pdf](http://www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%204/BFTMSE_CMG1_Report.pdf)). Les membres du CMG sont le coordonnateur et l'expert technique (recrutés dans le cadre du GBYP), des membres ex-officio (Président du SCRS, rapporteurs pour le thon rouge de l'Est et de l'Ouest et personnel du Secrétariat) et des experts invités dotés d'une grande expertise. L'un des principaux objectifs de la réunion du CMG avait été d'élaborer un plan de travail pour la MSE (voir le **tableau 1** de la référence).

Au cours de la phase IV du GBYP, l'expert technique avait été responsable de trois documents à présenter, c'est-à-dire i) un cadre de simulation de MSE basé sur un code souple orienté sur un objet pour les modèles de fonctionnement et d'observation (<https://github.com/tcarruth>) ; ii) un test de simulation préliminaire des règles de contrôle de l'exploitation existantes et nouvelles (Carruthers *et al.*, soumis) et iii) une extension des travaux d'analyse des risques en fournissant une démonstration de l'utilisation potentielle des réseaux bayésiens pour la présentation des résultats de la MSE aux intervenants.

Au cours des phases précédentes du GBYP, divers contrats de modélisation et travaux avaient été effectués. Il s'agit d'un exemple de procédure de gestion (Cooke, 2012), le logiciel ALK en R (Loff *et al.*, 2013), l'extrapolation de la Tâche I et II à l'aide d'imputation (Carruthers *et al.*, en cours de préparation) et le développement de modèles statistiques de prise par âge pour le conditionnement des modèles d'exploitation (<https://github.com/MarieEtienne/ICCAT-BFT>).

Un cadre d'analyse des risques avait été utilisé pour fournir une manière formelle pour évaluer et gérer le risque, où le risque est défini comme une incertitude qui, si elle a lieu, aura un effet sur les objectifs (Hillson, 2011). Il faut donc gérer les causes de l'incertitude afin de s'assurer que les objectifs de gestion sont respectés, plutôt que de simplement gérer les conséquences. Trois articles ont été écrits sur ce thème : un examen historique (Fromentin *et al.*, 2014), élicitation des perceptions de l'incertitude par les parties prenantes (Leach *et al.*, 2014) et façons de spécifier et de pondérer les scénarios lors de la réalisation d'une MSE (Levontin *et al.*, 2014).

Outre les travaux menés dans le cadre du GBYP, divers documents de plusieurs auteurs sont écrits afin de faire avancer le travail sur la MSE. L'un d'entre eux portant sur la validation croisée pour tester le pouvoir prédictif des modèles d'évaluation des stocks fait suite aux travaux réalisés à la Conférence mondiale sur les méthodes d'évaluation des stocks (Deroba *et al.*, 2014). Un modèle d'évaluation structuré par stade qui peut être utilisé à la fois comme procédure de gestion et comme outil pour évaluer la valeur de l'information est en cours d'élaboration. Un examen de la solidité de l'avis de gestion basé sur des postulats de stocks alternatifs face à l'incertitude sur les hypothèses concernant la population, selon les recommandations de la réunion de Boston (Anon., 2013), est en cours de réalisation.

Enfin, on a reconnu les autres travaux menés par le SCRS (p. ex. sur le germon) et par d'autres ORGP thonières.

## **11. Adoption du rapport et clôture**

Le rapport a été adopté pendant la réunion.

Le Président du SCRS a annoncé qu'à la prochaine réunion de ce Groupe de travail, fin septembre, le Dr Yukio Takeuchi (Japon) prendra la relève du Dr Clay Porch (États-Unis) en tant que rapporteur pour le thon rouge de l'Ouest. Le Président du SCRS a remercié le Dr Porch pour ses nombreuses années de service dans cette fonction et lui a demandé de rester en tant que coordinateur général pour le thon rouge afin de faciliter cette transition.

Le Président a remercié le Secrétariat et les participants pour leur travail intense.

La réunion a été levée.

## Références

- Anon. 2013. Report of the 2012 meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 69 (3): 1354-1426.
- Anon. 2014. Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 70(1): 1-159.
- Anon. 2015. Report of the 2014 meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 71(6): 2742-2780.
- Aranda G, Medina A, Santos A, Abascal FJ, Galaz T. 2013a. Evaluation of Atlantic bluefin tuna reproductive potential from ovarian histology and its use in stock assessments. *Journal of Sea Research* 76: 154–160.
- Aranda G, Abascal FJ, Varela JL, Medina A. 2013b. Spawning Behaviour and Post-Spawning Migration Patterns of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) Ascertained from Satellite Archival Tags. *PLoS ONE* 8(10): e76445.
- Block, B. A., Teo, S. L. H. , Walli, A. , Boustany, A. M. , Stokesbury, M. J. W. , Farwell, C. J. *et al.* 2005 Electronic tagging and population structure of Atlantic blueWn tuna. *Nature* 434:1121–1127. doi:10. 1038/nature03463
- Boustany, A. M., Reeb C. A., Block B. A. 2008. Mitochondrial DNA and electronic tracking reveal population structure of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Marine Biology* 156:13–24
- Busawon, D. S., Rodriguez-Marin, E., Lastra Luque, P., Allman, R., Gahagan, B., Golet, W., Koob, E., Siskey, M., Ruiz Sobrón, M., Quelle, P., Neilson, J., and Secor, D. H. 2015. Evaluation of an Atlantic Bluefin Tuna Otolith Reference Collection. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 71(2): 71(2): 960-982.
- Carlsson, J., McDowell, J. R., Carlsson, J. E. L., Graves J. E. 2007. Genetic identity of YOY bluefin tuna from the eastern and western Atlantic spawning areas. *Journal of Heredity* 98: 23–28.
- Carruthers T., L. T. Kell, and C. Palmer. An evaluation of the impact on uncertainty in data processing on stock assessment and management advice. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* (submitted).
- Carruthers T., L. T. Kell, M. Maunder, H. Geromont, C. Walters, M. McAllister, R. Hillary, T. Kitakado, C. Davies, P. Levontin, and Butterworth D. Performance review of simple management procedures. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* (submitted).
- Clear, N. P. J. S. Gunn, and A. J. Rees. 2000. Direct validation of annual increments in the otoliths of juvenile southern bluefin tuna by means of a large-scale mark recapture experiment with strontium chloride. *Fish. Bull* 98:25-40.
- 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. 1991. Age and growth of the bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L.), of the northeast Atlantic. ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap. 35 (2): 213–230.
- Diaz, G. 2010. 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). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 66 (3): 1216-1226.
- Dickhut, RM, Deshpande AD, Cincinelli A, Cochran MA, Corsolini S, Brill RW, Secor DH, and Graves JE. 2009. North Atlantic bluefin tuna population dynamics delineated by organochlorine tracers. *Environmental Science and Technology* 43:8522-8527.
- Fraile, I., Arrizabalaga, H. Rooker, J. R. 2014. Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fsu156.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J. M., Gordin, H. & Lutcavage, M. E. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. *Sci. Rep.* 4, 7205; DOI:10. 1038/srep07205 (2014).



- Justel A., Ortiz M., Palma C., Gallego J.L., Idrissi M. and Di Natale A. 2014. Preliminary evaluation of the total catches of eastern bluefin tuna: a comparison of the GBYP and ICCAT Task I databases (1950-2011). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 70 (2): 518-536.
- Kerr L.A., Cadrin S.X., Secor D.H. and Taylor N. 2015. Evaluating the effect of Atlantic bluefin tuna movement on the perception of stock units. Collect. Vol. Sci. Pap. 71(4):1660-1682.
- Knapp, J. M. , Aranda, G. ,Medina, A. & Lutcavage, M. Comparative assessment of the reproductive status of female Atlantic bluefin tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. PloS One 9, e98233 (2014).
- Luque, E Rodriguez-Marin, E, Landa, J, Ruiz, Mm Quelle, P, Macias, D, Ortiz de Urbina, J. M. 2014. Direct ageing of *Thunnus thynnus* from the eastern Atlantic Ocean and western Mediterranean Sea using dorsal fin spines. Journal of Fish Biology 06/2014; 84(6):1876-90.
- Medina A, Abascal FJ, Aragón L, Mourente G, Aranda G, *et al.* (2007). Influence of sampling gear in assessment of reproductive parameters for bluefin tuna in the western Mediterranean. Marine Ecology Progress Series 337: 221–230.
- Ortiz M., Justel Rubio A. and Gallego J.L. 2015. Review and analyses of farm harvested size frequency samples of eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). Collect. Vol. Sci. Pap. 71(2): 1018-1035.
- Piccinetti C., Di Natale A., Arena P. 2013. Eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.): Reproduction and reproductive areas and seasons. Collect. Vol. Sci. Pap., ICCAT, 69 (2): 891-912.
- Restrepo, V. R., Diaz, G. A., Walter, J. F., Neilson, J. D., Campana, S. E., Secor, D., and Wingate, R. L. 2010. Updated estimate of the growth curve of Western Atlantic Bluefin Tuna. Aquat. Living Resour., 23: 335–342.
- Rodríguez-Roda J (1967). Fecundidad del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España. Investigación Pesquera 31: 33–52.
- Rooker, J. R., Arrizabalaga, H., Fraile, I., Secor, D. H., Dettman, D. L., Abid, N., Addis, P., Deguara, S., Karakulak, F. S., Kimoto, A., Sakai, O., Macías, D., Santos, M. N. 2014. Crossing the line: migratory and homing behaviors of Atlantic bluefin tuna. Marine Ecology Progress Series 504: 265-276.
- Schirripa M. 2011. A literature review of Atlantic bluefin tuna age at maturity. Collect Vol. Sci. Pap. ICCAT 66 (2): 898-914.
- Zupa, A. Corriero, M. Deflorio, N. Santamaria, D. Spedicato, C. Marano, M. Losurdo, C. R. Bridges and G. De Metrio. A histological investigation of the occurrence of non-reproductive female bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea Journal of Fish Biology (2009) 75, 1221–1229.

# INFORME DE LA REUNIÓN DE PREPARACIÓN DE DATOS DE ATÚN ROJO DE ICCAT DE 2015

(Madrid, España, 2-6 de marzo de 2015)

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

La reunión se celebró en la Secretaría de ICCAT, en Madrid, del 2 al 6 de marzo de 2015. El Sr. Driss Meski, Secretario Ejecutivo de ICCAT, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes ("El Grupo").

Los Drs. Clay Porch (Estados Unidos) 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 y 11	P. Pallarés
Punto 2	E. Rodríguez-Marín, A. Hanke, J. M. Ortiz de Urbina, A. Boustany y J. Walter
Punto 3	C. Palma y M. Ortiz
Punto 4	C. Palma
Punto 5	M. Ortiz, S. Deguara, E. Rodríguez-Marín, M. Neves Santos y C. Palma
Punto 6	M. Lauretta
Punto 7	J. M. Ortiz de Urbina y A. Kimoto
Punto 8	J. Walter y E. Rodríguez-Marín
Punto 9	C. Porch y S. Bonhommeau
Punto 10	M. Ortiz, A. Kimoto, L. Kell, C. Porch y M. Lauretta

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

El Grupo examinó los documentos presentados a la reunión de 2015 de preparación de datos sobre atún rojo del Atlántico relacionados con la biología del atún rojo y la estructura del stock.

### 2.1 Examen de los progresos alcanzados en el desarrollo de las claves edad-talla

Se presentaron dos documentos en esta sección relacionados con la determinación directa de la edad del atún rojo del Atlántico a partir de otolitos. SCRS/2015/040 y SCRS/2015/046. El primer documento presentaba una clave edad-talla (ALK) para stock del Atlántico este y Mediterráneo utilizando muestras de tres años (2010 a 2012) y siguiendo el criterio de lectura recientemente estandarizado. No se utilizaron estimaciones fraccionarias de la edad y las estimaciones de la edad se asignaron basándose en el recuento de anillos porque la formación mensual del tipo de borde, translúcido u opaco, no era concluyente y no permitía establecer un patrón de formación anual. Los autores concluyeron que reunir los datos de 2010 a 2012 mejoró el rango de tallas y la cobertura de muestreo mensual, aunque no aumentó la variabilidad de la ALK en la talla por edad. El intervalo de confianza de la ALK, definido como la talla media por edad más/menos la desviación estándar de la media, incluía las funciones de crecimiento actualmente adoptadas por ICCAT para ambos stocks de atún rojo.

Se plantearon algunas cuestiones respecto a ampliar el muestreo y a la falta de representatividad de las principales pesquerías, como el cerco. Se indicó que se había adoptado un muestreo estratificado por tallas y un muestreo mensual debido a limitaciones de tiempo en las fases anuales del proyecto de muestreo biológico y a la necesidad de compartir muestras para los análisis de la estructura del stock, que es el principal objetivo del proyecto de muestreo biológico. Se recomendó mejorar la coordinación con el GBYP para aumentar el muestreo (más datos de cerqueros) y para mejorar la utilización de las muestras recopiladas para otros fines. Se discutió el efecto de las ALK plurianuales y su capacidad para hacer un seguimiento de las cohortes en el tiempo. El Grupo indicó que la ALK predecía una edad más joven que el actual modelo de crecimiento después de aproximadamente la edad 7. Se observó también que hay métodos disponibles para tratar las ALK que son incompletas.

El documento SCRS/2015/046 presentaba las ALK de las pesquerías canadienses de 2010 a 2013 basadas en la determinación directa de la edad a partir de otolitos. La asignación de edad basada en invertir la actual curva de crecimiento de Restrepo *et al.* (2010) se comparaba con una clave edad-talla desarrollada a partir de datos combinados. La asignación de edad se comparaba también entre las claves anuales y una clave plurianual. La clave ALK plurianual producía edades más jóvenes en una talla particular que el modelo de crecimiento y la diferencia aumentaba al aumentar la talla de los peces después de aproximadamente la edad 10. Las ALK anuales eran coherentes con la clave plurianual basándose en pruebas de simetría.

El Grupo destacó la necesidad de claves anuales y advirtió del posible sesgo introducido por las diferentes pesquerías. Se recomendó repetir los análisis incluyendo peces de menos de 180 cm SFL. El Grupo observó que el enfoque actual que se utiliza para convertir la talla en edad es una forma de separación de cohortes (programa AGEIT) y no simplemente una inversión de la curva de crecimiento, por tanto, sería apropiado comparar las asignaciones de edad de la clave edad-talla con las obtenidas utilizando el programa AGEIT. Se confió a un pequeño grupo el establecimiento de los protocolos para incorporar una ALK en el VPA.

## ***2.2 Examen de los progresos en los estudios sobre el ciclo vital, como por ejemplo, los calendarios de fecundidad***

El Grupo consideró un documento recientemente publicado por Heinisch *et al.* (2014) que concluía que el atún rojo occidental madura a edades más jóvenes (100% maduros a la edad 5) que lo que se asumía actualmente en la evaluación de stock (100% maduros a la edad 9). Se expresaron inquietudes respecto a que el criterio endocrino (FSH/LH) utilizado para determinar la madurez era subjetivo, especialmente porque la base principal para asumir que las clases de talla 135-185 cm eran maduras era una diferencia no significativa entre niveles para los peces *asumidos* como maduros >185. Principalmente, dado que no se sabe que todos los peces >185 sean maduros y otros análisis han sugerido una talla de madurez incluso mayor (resultados de marcado electrónico (SCRS/P/2015/011) y análisis de frecuencias de tallas (Díaz, 2011)), se consideró prematuro basar un supuesto de madurez en diferencias no significativas entre muestras asumidas como maduras. Una comparación más definitiva sería con peces que se sabe que son maduros (desovando en el golfo de México), en cuyo caso, los valores FSH/LH serían mucho menores (por debajo de la detección) que para cualquiera de las categorías de tallas de peces supuestamente maduros pero no reproductores.

Se plantearon también inquietudes respecto a que el tamaño de la muestra (17 peces) utilizado para concluir la madurez en las tallas 135-185 cm CLF era bastante pequeño y respecto a la posibilidad de que algunos (o todos) de estos peces fueran originarios del este. Sin embargo, los autores mencionaron que era poco probable que todos los peces fueran originarios del este. Se consideró poco afortunado no disponer de otolitos para una identificación definitiva del stock, aunque si se sigue disponiendo de muestras de tejido, métodos genéticos (SCRS/P/2015/007) o de organoclorina (Dickhut *et al.* 2009) podrían aportar información sobre el stock de origen.

Por último, el Grupo expresó su opinión de que la madurez no siempre refleja la cantidad de contribución reproductiva. La medida deseada de fecundidad para la evaluación de stock es la contribución reproductiva por edad real y las aproximaciones actuales utilizadas para los stocks del este y del oeste (peso por edad x madurez por edad) podrían no reflejarlo con precisión. En este caso, es necesario considerar, entre otras cosas, la parte de la población por edad que realmente contribuye a la reproducción. Una preocupación recurrente es que la edad de madurez estimada a partir de peces en las zonas de desove podría no reflejar la contribución reproductiva por edad de toda la población.

Se observó que ha habido varias publicaciones recientes relacionadas con la contribución reproductiva, como la fecundidad por lote, la fecundidad relativa por talla y la frecuencia de desove, que sería útil considerar y también que la reunión sobre parámetros biológicos celebrada en Tenerife (Anon. 2014) examinó la reproducción del atún rojo exhaustivamente. En particular, algunos trabajos útiles incluyen documentos de Correia *et al.* (2005), Medina *et al.* (2007), Zupa *et al.* (2009), Piccinetti (2012), Aranda *et al.* (2013a y b) y Knapp *et al.* (2014). Rodríguez-Roda (1967) se incluye en las referencias históricas útiles. Considerando esto, el Grupo discutió los supuestos de edad de madurez para el atún rojo del este (50% a edad 4, 100% a edad 5) y consideró que merecía la pena reconsiderar los supuestos sobre el este y el oeste relacionados con la contribución reproductiva por edad realizada. El Grupo consideró que esta tarea podría realizarse en forma de análisis de frecuencia de tallas de los peces capturados en las zonas de desove similares a los análisis presentados en Díaz (2011), de la nueva información recogida del marcado electrónico y de la comparación en paralelo de las medidas disponibles de los resultados reproductivos para el atún rojo del este y el oeste (fecundidad por talla relativa, fecundidad por lote, periodicidad de desove, longitud del periodo de desove, etc., similares a los llevados a cabo por Schirripa (2011)

y Knapp *et al.* (2014)). Si este análisis no puede llevarse a cabo antes de la evaluación de 2016, el Grupo recomienda examinar la sensibilidad de las evaluaciones, tanto del stock occidental como del stock oriental, en lo que respecta a la contribución reproductiva por edad que se asume en la actualidad.

### 2.3 Estructura del stock y tasas de mezcla

#### 2.3.1 Análisis de microelementos de otolitos

Se presentó una estimación actualizada de la mezcla basada en análisis de microelementos de otolitos en los caladeros canadienses (SCRS/2015/041). Las muestras de base para la identificación del stock procedían de las zonas de desove del golfo de México y del Mediterráneo. Los datos de base eran los más recientes utilizados en estudios anteriores sobre la mezcla (Rooker *et al.* 2014). Se examinó un mayor número de muestras de los caladeros de aguas canadienses y los datos fueron analizados por estratos adicionales (año y puerto de pesca). Se examinaron también muestras de aguas de Nueva Inglaterra y de Virginia, recopiladas a finales de los 70. Los datos se analizaron utilizando análisis lineales discriminantes (LDA), análisis cuadráticos discriminantes (QDA) y metodologías de bosques aleatorios para asignar muestras al origen natal basándose en ratios  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ . El método LDA, que asume una estructura de covarianza similar entre las clases, tendía a asignar a más peces un origen oriental. Al menos el 65% de los peces muestreados eran originarios del stock occidental en todas las zonas y años muestreados. Las mayores proporciones de peces de origen oriental se identificaron en las muestras de Virginia (~35% oriental, 1977) y Canso, Nueva Escocia, recopiladas en 2011 (~35%). Entre los años de muestreo, la proporción del este variaba considerablemente en algunos puertos (10-35% de origen oriental en Canso durante 2011 y 2012; 0-14% de origen oriental en la Bahía de Santa Margarita entre 2012 y 2013). La relación entre la probabilidad de la clase y la talla del pez indicaba que los peces más pequeños es más probable que sean de origen oriental y la mediana de la probabilidad por clase de talla difería por región, lo que explica en parte algunas de las diferencias entre regiones.

El error medio de clasificación errónea se estimó en ~17%, con tasas de positivo falso y negativo falso equivalentes (las muestras orientales eran la clase "positiva" en este análisis), lo que indica una probabilidad igual de clasificar incorrectamente los peces como de origen occidental u oriental. Algunas de las muestras se quedaban fuera del rango de las muestras de base con respecto a las ratios  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ , lo que sugería la posibilidad de otras regiones de origen no muestreadas. Además se observó una relación entre  $\delta^{18}\text{O}$  y la edad, relativa a las muestras de base, que indica la posibilidad de un "cambio" en esta ratio con la edad, con los peces de 4 a 8 años más similares a las muestras de base que los peces de 9 a 36 años. Este "cambio" no fue corregido en este estudio, pero se prevé hacerlo en análisis futuros. Dado que en las ratios  $\delta^{13}\text{C}$  era evidente más cambio y que las  $\delta^{18}\text{O}$  eran más informativas para las pruebas de asignación, no se consideró que este efecto estuviera sesgando significativamente las pruebas de asignación. La proporción de peces de origen oriental en la muestra de Virginia era similar a la estimada por Secor *et al.* (2008) para la misma localización y periodo. Se sugirió que la variación en la proporción oriental era una función de temporada, año y zona y que debería considerarse la escala espacial y temporal de las estimaciones de la mezcla utilizadas en una evaluación de stock.

Se presentaron los resultados de un análisis de la forma de los otolitos, realizados en el marco del GBYP (SCRS/P/2015/004). En este análisis se incluyeron las imágenes de 718 otolitos de atunes rojos del Atlántico recopilados en 11 localizaciones en el Atlántico occidental, Atlántico oriental, Mediterráneo y en el Atlántico central. La forma de los otolitos se describió utilizando 45 armónicos de Fourier elípticos y tres índices de forma morfométrica. Se utilizó el análisis de componentes principales (PCA) para reducir la dimensión del conjunto de datos. Los resultados de los modelos lineales generalizados (GLM) demostraron que los componentes principales de los descriptores de la forma (PC) eran muy dependientes de la talla, con menos variaciones detectadas entre localizaciones y años.

Los PC que capturaban la mayoría de la variación en la forma del otolito y que eran independientes de la talla (en algunos casos después de la estandarización) se utilizaron en un análisis de función discriminante gradual para distinguir los peces con un rango de tallas restringido (200-297 cm FL) del Atlántico occidental (pesquería canadiense, otoño de 2013) de los del Atlántico oriental (Malta, temporada de desove), alcanzando una tasa de clasificación Jackknife del 83%. Esta precisión es similar a la asociada con los isotopos estables de otolitos (87%, Rooker *et al.* 2014) y los oligoelementos de otolitos (85%, Rooker *et al.* 2003). Los análisis bayesianos de mezcla del stock indicaban que las muestras del Atlántico este y el Mediterráneo eran predominantemente de origen oriental. La proporción asignada al stock oriental variaba espacialmente, sin embargo, solapar los intervalos de confianza del 95% no indicaba una diferencia significativa (Atlántico central, 94% + 7%; estrecho de Gibraltar, 94% + 7%; Marruecos, 79% + 13%; Portugal 91% + 10%). Los rangos de estas estimaciones se solapaban con los obtenidos utilizando isotopos estables de otolitos (Rooker *et al.* 2014) y genética

(SCRS/2015/048 y SCRS/2015/007). La probabilidad de observar un valor más extremo para la media a partir de la distribución posterior marginal respecto a la distribución para las muestras de base se encontraba dentro de los límites de probabilidad de 0,90 para todos los PC, lo que indica que el modelo de clasificación ajusta los datos razonablemente bien. Sin embargo, las probabilidades de observar un valor extremo eran superiores para las muestras de base del Atlántico oriental que para las del Atlántico occidental, lo que sugiere que los ejemplares en la muestra mixta que fueron asignados al stock oriental eran menos similares a las muestras de base que los ejemplares que fueron asignados al stock occidental. Esto podría indicar que las muestras de base orientales no eran plenamente representativas de la población.

Para los peces inferiores 160 cm, se detectaron bajos niveles de variación en los PC (valores cuadrados de  $R < 10\%$ ) entre los niveles en el Atlántico este y el Mediterráneo. Las comparaciones entre los peces del golfo de Vizcaya y el Adriático eran significativas para varios componentes principales. El mar de Liguria difería de otras localizaciones para un PC. Esto podría reflejar la presencia de múltiples grupos dentro del Mediterráneo con diferentes historias medioambientales.

El Grupo consideró que los resultados del estudio demuestran que existe la posibilidad de utilizar la forma de los otolitos con otros marcadores de la población (isotopos estables de otolitos, genética) para mejorar las estimaciones de las tasas de mezcla. Es necesario mejorar la descripción de las bases utilizando peces recogidos en las zonas de desove durante la temporada de desove (para el Atlántico occidental y dentro del Mediterráneo) y combinar los datos de los diferentes marcadores de la población usando los mismos peces. Al aplicar los análisis de la forma del otolito a las investigaciones sobre la estructura del stock y las tasas de mezcla, es importante controlar la variabilidad en la forma producida por la talla y considerar que las diferencias en la forma del otolito podrían reflejar divergencias en cualquier punto de la historia medioambiental del pez y no ser necesariamente indicativas de ser originarios de diferentes zonas de desove o de cría.

Se presentó un resumen de los estudios que se centran en marcadores químicos en los otolitos como parte del GBYP (SCRS/P/2015/006). Este examen demostró que los marcadores químicos en los otolitos tienen un importante potencial para determinar el origen natal y la conectividad de la población de atún rojo. Durante el GBYP, se ha utilizado la microquímica de otolitos para determinar el origen natal y las proporciones de la mezcla de los stocks oriental y occidental de atún rojo del Atlántico en el océano Atlántico y mar Mediterráneo. Además, se han intentado diversos enfoques nuevos para desarrollar nuevos marcadores que ayudarán a entender la estructura de la población y los movimientos migratorios a lo largo del tiempo.

Como resultado de estas investigaciones, se han publicado recientemente dos artículos:

(1) Rooker *et al.* 2014- Utilizando  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{18}O$  en núcleos de otolitos se ha identificado el origen natal de atunes rojos gigantes en el Atlántico norte central, el Mediterráneo, el estrecho de Gibraltar y la costa marroquí. Los resultados indican que la mezcla de los dos stocks se produce en el Atlántico norte central y Marruecos, mientras que los peces capturados en el estrecho de Gibraltar y el Mediterráneo pertenecen al stock oriental. Existe una considerable variabilidad interanual en las proporciones de la mezcla en la costa de Marruecos (por ejemplo, la presencia de migradores del oeste detectada en las muestras de 2011 era del 73%, mientras que en 2012 y 2013 era solo del 0-5%), así como en las diferentes regiones del Atlántico norte central.

Otros análisis no incluidos en el artículo indican que los dos stocks se mezclan también alrededor de las Canarias, donde las proporciones de la mezcla se estimaron en aproximadamente 80% este y 20% oeste.

(2) Fraile *et al.* 2014 - Se determinó el origen del atún rojo capturado en el golfo de Vizcaya utilizando  $\delta^{13}C$  y  $\delta^{18}O$  en núcleos de otolitos (mismo enfoque que el [1]). Los resultados indican que el atún rojo capturado en el golfo de Vizcaya procedía casi exclusivamente de poblaciones orientales, pero que podrían ocurrir migraciones esporádicas desde el oeste (reveladas por la presencia de varios migradores occidentales de la misma edad capturados en la misma semana).

Con el fin de desarrollar nuevos marcadores que permitan hacer un seguimiento del atún rojo, se están desarrollando varias líneas de investigación:

- Discriminación de las masas de agua del Atlántico y el Mediterráneo por medio de la composición de los oligoelementos del borde del otolito: se ha medido la concentración de oligoelementos en bordes de otolitos de atún rojo capturado en el Atlántico y el Mediterráneo por medio de espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente por ablación láser (LA-ICPMS). Los resultados indican que Ba era el elemento discriminatorio más importante, y la capacidad de discriminación global entre las dos masas de agua era del 78%.
- Discriminación de las zonas de cría dentro del Mediterráneo por medio de la composición de oligoelementos: se midió mediante LA-ICPMS la concentración de oligoelementos en núcleos de otolitos de atunes rojos juveniles del año de diferentes zonas de cría putativas en el Mediterráneo occidental (mar Balear), central (Tirreno) y oriental (mar de Levante). Los resultados indicaban que el éxito de clasificación para el Mediterráneo occidental era del 80%, para el central del 73% y para el oriental del 85%.
- Determinación de los movimientos de atún rojo del Atlántico entre el Mediterráneo y el Atlántico norte occidental por medio de valores  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  a lo largo de transectos de otolitos. Se molieron transectos de aproximadamente 100  $\mu\text{m}$  utilizando un sistema de microfresado automatizado para que fuera perpendicular al eje de crecimiento del otolito y se midieron  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{18}\text{O}$  para cada porción del otolito correspondiente a diferentes etapas vitales. Basándose en las diferencias en  $\delta^{18}\text{O}$  entre las muestras del Mediterráneo y del golfo de México, se evaluó la utilidad de estos dos isótopos estables para detectar si ejemplares adultos capturados en el Atlántico oriental habían visitado el Atlántico occidental en algún momento de su vida. Los resultados sugieren que dos de los cinco ejemplares capturados en el golfo de Vizcaya, así como los dos ejemplares del estrecho de Gibraltar, podrían haber visitado el Atlántico norte occidental o septentrional. Se indicó que es necesario reunir todos los resultados diferentes de los diversos años para evitar los sesgos a la hora de interpretar dichos resultados.

### 2.3.2 Análisis genéticos

En el documento SCRS/2015/048 se presentaron los resultados de las pruebas de asignación del GBYP basadas en datos genéticos. Se aplicó un enfoque de genotipificación por secuenciación (GBS) para descubrir polimorfismos de nucleótido único (SNP) en todo el genoma del atún rojo, para lo que solo se utilizaron muestras de referencia (larvas y juveniles del año). Debido a fallos imprevistos del enfoque GBS (probablemente resultado de la inadecuada selección de la enzima de restricción), las lecturas se agruparon por estratos (combinación de edad, área y año) con el fin de lograr la cobertura deseada. Del análisis de las lecturas agrupadas, se seleccionó, para llevar a cabo más análisis, un panel de 384 SNP en forma de loci con las diferencias en las frecuencias alélicas más elevadas entre los estratos. Este panel de 384 SNP fue validado utilizando 188 atunes jóvenes y larvas recopilados en el golfo de México, el cabo Hatteras, el estrecho de Sicilia, los mares Balear, Tirreno y de Levante, y un total de 220 SNP proporcionaron genotipos coherentes. De ellos, se desarrolló un panel de 96 SNP basándose en el poder discriminatorio entre las principales zonas de desove (golfo de México, mar Balear, estrecho de Sicilia y mar de Levante), que posteriormente se utilizó para determinar el genotipo de 576 ejemplares adicionales de varias clases de edad, localizaciones y años. Las comparaciones por pares de las muestras de referencia (larvas y juveniles del año) presentaban diferencias coherentes entre las muestras del golfo de México y diversas muestras dentro del mar Mediterráneo. No se detectó un patrón claro de estructuración en las muestras del Mediterráneo (valores de  $p > 0,05$ ). Los juveniles del año y las larvas capturadas durante diferentes temporadas de muestreo en el golfo de México y el cabo Hatteras mostraron poca variación entre muestras, proporcionando más respaldo a la agrupación de las muestras en esta región con el fin de aumentar la potencia estadística.

Después de agruparlas, las muestras del Atlántico occidental diferían significativamente de todas las demás muestras del Mediterráneo. Tras eliminar del conjunto de datos las muestras con puntuaciones de asignación a una de las dos supuestas zonas de desove dominantes de menos del 70%, la puntuación media para asignar atunes jóvenes o adultos a zonas de desove en Atlántico occidental o el Mediterráneo era elevada (86,5% y 84,5% respectivamente) con el 81,1% de los ejemplares asignados. El panel SNP descrito aquí ha proporcionado novedosas perspectivas sobre la dinámica espacial y la estructuración de la población del atún rojo del Atlántico. La proporción de ejemplares asignados con altas puntuaciones de asignación a probables zonas de desove de origen ha sido alta, lo que es una indicación del alto rendimiento de los SNP seleccionados. Con el fin de mejorar el análisis de la asignación a zonas de desove del Mediterráneo y el Atlántico occidental, son necesarias muestras adicionales de atunes jóvenes del golfo de México, así como muestras de adultos del Mediterráneo oriental. Con más desarrollo y más muestreo, está previsto que mejore la capacidad de rastrear el origen, oriental

u occidental, de los ejemplares. Los resultados obtenidos en los análisis de atunes jóvenes proporcionan más evidencias de una estructuración persistente de la población en amplias zonas geográficas y pueden usarse para estimar las tasas de mezcla y, más desarrollados, podrían servir como herramientas de trazabilidad.

El Grupo manifestó su preocupación respecto a que las muestras del golfo de México y del cabo Hatteras fueran agrupadas juntas, teniendo en cuenta el elevado número de peces de origen oriental presentes en la última región en base a los estudios de otolitos (Rooker et al. 2014) y de marcado (Block *et al.* 2005; SCRS/P/2015/008). Esta agrupación se llevó a cabo porque el tamaño de la muestra para los juveniles del año del golfo de México y occidentales era escaso y era necesario aumentar el tamaño de la muestra para utilizarlo como base. Dado que los peces muestreados en aguas del cabo Hatteras eran juveniles del año, los investigadores asumieron que había pocas probabilidades de que fueran originarios del este. Este supuesto se basaba en niveles casi insignificantes de diferenciación entre muestras del cabo Hatteras y muestras del golfo de México, lo que sugiere que comparten un origen común, validando así la agrupación de las muestras entre regiones geográficas. El Grupo indicó la elevada proporción de peces "sin asignar" y "de asignación cruzada" (peces identificados como originarios del golfo de México y hallados en el Mediterráneo y viceversa). Los autores explicaron que estos datos son aún preliminares y que está previsto realizar más pruebas estadísticas y comparaciones con métodos complementarios. Estos primeros resultados sugieren un flujo limitado de genes entre las principales zonas de desove, aunque el conjunto de marcadores desarrollado permite la diferenciación genética global de los grupos de reproductores.

Los resultados globales que mostraban una diferenciación de la población estadísticamente significativa respaldan la fidelidad al grupo de reproductores o el retorno al lugar de nacimiento, como sugerían estudios genéticos previos usando ADN mitocondrial (Boustany et al. 2008) y microsatélites (Carlsson et al. 2007). Los valores más elevados de *Fst* proporcionados por el nuevo panel de SNP al compararlos con los resultados de estudios microsatelitales, y la importante diferenciación entre atunes rojos jóvenes (juveniles del año y larvas) del Atlántico occidental y de cada zona de desove del Mediterráneo (occidental, central y oriental), ambos por separado y combinados, son una prueba del creciente poder de este enfoque. Esta mejora de la resolución genética de las zonas de desove es un resultado del relativamente creciente número de marcadores genéticos utilizados procedentes del genoma de la especie.

Se produjo un acuerdo entre el Grupo y los autores de este estudio respecto a que combinar análisis genéticos, microquímica, la forma del otolito u otros métodos de identificación del stock en los mismos ejemplares sería lo deseable, ya que esto permitiría conciliar las deducciones de los diferentes enfoques. En este estudio no se llevó a cabo un análisis de "clasificación errónea" pero se examinará la posibilidad de hacerlo en el futuro. El Grupo preguntó por qué había una proporción tan elevada de peces que no habían sido asignados a ninguna zona de desove, incluso considerando un umbral muy bajo para la asignación (establecido en el 70% cuando para aplicaciones forenses se requiere un nivel del 95%). Esto podría atribuirse a posibilidades inexploradas de híbridos genéticos y de zonas de desove alternativas sin identificar en el Atlántico, sin embargo, como ya se ha indicado, debe evaluarse adecuadamente el poder estadístico de este conjunto de marcadores genéticos desarrollados mediante estudios de simulación y comparaciones entre los diferentes métodos.

En el documento SCRS/2015/007 se realizó otro análisis de estructura de la población basado en datos genéticos. Los SNP utilizados en este análisis fueron descubiertos utilizando una secuenciación RAD de ADN (Restriction Site Associated DNA) basada en una enzima de restricción que corta menos frecuentemente (y por tanto más apropiada) que la utilizada en el SCRS/2015/048. Otras diferencias entre los dos estudios fueron: 1) los SNP se descubrieron en base a los datos individuales y no agrupados, evitando sesgos debidos a un agrupación a priori de las muestras y 2) tanto los análisis de selección de SNP como de estructura de la población se llevaron a cabo sin distribuciones previas (región de muestreo). La mayoría de las muestras se facilitaron de años singulares de muestreo. En total, se utilizaron 130 muestras de referencia (juveniles del año y larvas), con un total de 9830 SNP. Utilizando el análisis de componentes principales y el análisis de estructura (con y sin tener en cuenta el origen de la muestra como distribuciones previas), se identificó a las muestras del Atlántico occidental como aisladas de las muestras del Mediterráneo. Además, las larvas recogidas en el golfo de México eran genéticamente más diferentes a las muestras de juveniles del año del cabo Hatteras y de cualquier de las muestras del Mediterráneo. Las larvas del Atlántico occidental fueron identificadas como genéticamente diferentes a las muestras del Mediterráneo. Por ahora, estos resultados deberían considerarse preliminares, ya que la mayoría de las muestras proceden de años singulares de muestreo y una elevada proporción de las larvas utilizadas proceden de un pequeño número de lances, lo que plantea la posibilidad de que el muestreo larvario pueda estar sesgado debido a la estrecha afinidad de los ejemplares y podría potencialmente aumentar la diferencia percibida en las regiones de muestreo basándose en las muestras de larvas comparadas con las muestras de juveniles del año, los cuales es menos probable que sean parientes cercanos. Sin embargo, se indicó

que los estudios de marcado no han mostrado mucho movimiento entre regiones dentro del Mediterráneo. Se mencionó que el muestreo de adultos reproductores permitiría una asignación robusta a una zona de desove evitando a la vez el potencial de muestrear parientes cercanos. Actualmente, se está analizando un segundo lote de muestras incluyendo más lances y años tanto para las larvas como para los juveniles del año, con el fin de evitar agrupar las muestras debido al parentesco.

El SCRS/2015/049 presentaba información sobre muestras históricas de las que se ha dispuesto gracias al trabajo arqueológico llevado a cabo en varias regiones de muestreo en Europa. Se extrajo el ADN de vértebras de atún rojo extraído de antiguos asentamientos romanos y de la edad de hierro en las costas de la península ibérica (Portugal y España, IV-II a.c.; n=23) y de Constantinopla de la era bizantina (IV-XV d.c.; n= 6), así como de vértebras del archivo Massimo Sella conservado en la Universidad de Bolonia (mares Jónico, Tirreno y Adriático, principios del siglo XX, n=150). Actualmente, unas 147 muestras históricas (aproximadamente de hace 100 años) y 30 muestras antiguas (de hace más de 1000 años) están siendo genéticamente descritas. El número de muestras tanto históricas como antiguas disponibles para los análisis es en miles. Para los análisis se dispuso de más de 150.000 cajas de muestras. Se ha diseñado un panel de genotipificación de alto rendimiento que contiene los SNP derivados de dos proyectos separados financiados por el programa científico del GBYP, con el fin de genotipificar todas las muestras históricas junto con muestras modernas recogidas en las mismas zonas geográficas. Se está extrayendo el ADN taladrando la vértebra y utilizando técnicas de aislamiento del ADN antiguo. Debido a la amplia serie temporal de muestras, será posible examinar los cambios históricos en los genes a lo largo del tiempo, independientemente de si se deben a cambios climáticos o al efecto humano. El autor indicó que sería posible también llevar a cabo análisis de determinación de la edad de las vértebras, ya que la estructura de anillos era clara, incluso en las muestras más antiguas.

### 2.3.3 Estudios de marcado

Se presentó una revisión de los datos de marcado disponibles e incluidos en las bases de datos de ICCAT (SCRS/P/2015/008). Los esfuerzos de marcado se han concentrado en regiones seleccionadas que incluyen la costa este de Estados Unidos, el golfo de Vizcaya y el Mediterráneo. Las trayectorias de recuperación demostraron que los peces marcados en el oeste fueron recapturados en todo el Atlántico este y el oeste, mientras que todos los peces recapturados en el golfo de México habían sido marcados exclusivamente en el Atlántico occidental. En el Mediterráneo se han recapturado peces marcados tanto en el Atlántico occidental como oriental, sin embargo, actualmente no hay ejemplos de peces marcados en el golfo de México que entren en el Mediterráneo ni hay ejemplos de peces marcados en el Mediterráneo que entren en el golfo de México. Un examen del esfuerzo de marcado y recuperación mediante el modelo de siete regiones de stock (Kerr et al. 2014) mostraba la concentración del esfuerzo de marcado y aportaba poca información para estimar la mezcla a esta resolución espacial, debido a las pocas recuperaciones en algunas regiones y a la incertidumbre en las tasas de comunicación. Las colocaciones de marcas electrónicas presentaban una cobertura espacial relativamente buena en el Atlántico este y oeste, así como en el golfo de México y el Mediterráneo, sin embargo, actualmente, la base de datos de ICCAT contiene un inventario de las marcas electrónicas colocadas y no incluye los datos de seguimiento real.

El Grupo constató que el examen de los datos de marcado realizado en esta reunión era útil para proporcionar recomendaciones para mejorar la información que se puede utilizar procedente del marcado electrónico.

Se discutieron algunas ideas para posibles enfoques de modelación, lo que incluye la estimación de la capturabilidad en zonas en las que se ha producido marcado científico y recapturas (puede asumirse una comunicación de marcas del 100%), o en las que los observadores a bordo han consignado la recuperación de marcas (golfo de México), junto con el uso de datos de marcas electrónicas para las distribuciones previas sobre migración, y las estimaciones de pérdidas de marcas a partir de estudios en jaulas. El Grupo señaló que las tasas de recuperación de marcas para las marcas convencionales eran bajas (aproximadamente 1%) considerando las estimaciones de las tasas de mortalidad por pesca. Esto podría ser el resultado de una combinación del desprendimiento de marcas y de la no comunicación. Se indicó que para las marcas archivo, cuyas recompensas pueden alcanzar los 1.000 \$ estadounidenses, las tasas de recuperación de marcas son mucho más elevadas (hasta el 20%), aunque se cree que también es común para estas marcas no comunicar las recapturas. El Grupo también indicó que las tasas de comunicación para las marcas pop-up eran mucho menores de lo esperado (aproximadamente el 20%) considerando las tasas de comunicación generalmente elevadas del pasado (más del 80%). Aunque hay regiones y momentos en los que la comunicación con éxito de las marcas pop-up había sido significativamente menor (Mediterráneo), el bajo número de posiciones pop-off en la base de datos de marcado se atribuyó principalmente a la falta de actualización de la base de datos por parte de los investigadores involucrados en los programas de marcado. Se acordó que la base de datos debería aclararse y actualizarse antes



de que estos datos pudieran utilizarse para aportar información al proceso de evaluación de stock. Se observó también que muchos juveniles del año marcados en el Atlántico occidental habían sido posteriormente recapturados en el Atlántico oriental y el estrecho de Gibraltar.

El SCRS/2015/055 presentaba información sobre atunes rojos ( $n=24$ ) marcados en cinco almadrabas del estrecho de Gibraltar utilizando marcas electrónicas por satélite pop-up (PSAT). La mitad de estos peces fueron marcados a bordo y el resto de atunes fueron marcados bajo el agua con un fusil submarino. El comportamiento vertical de los peces marcados se vio muy afectado por la fase del día, la longitud y el procedimiento de marcado. El patrón de movimientos horizontales era también diferente entre ambos métodos de marcado. Para las marcas colocadas bajo el agua que permanecieron colocadas más de 10 días, el tiempo medio de retención fue de 47 días. Para los peces marcados en cubierta y cuyas marcas permanecieron colocadas más de 10 días, la retención media fue de 85 días. Una elevada proporción de los peces marcados bajo el agua se dirigió al Mediterráneo. De los peces marcados a bordo, 3 de cada 5 se dirigió al Mediterráneo. Los autores atribuían estas diferencias a un efecto del procedimiento de marcado en el comportamiento posterior a la liberación del atún rojo. Algunos miembros del Grupo señalaron que también habían observado diferencias en el comportamiento de los peces tras liberarlos según el procedimiento de marcado, y lo atribuían a un mayor estrés de los peces izados a bordo. El Grupo sugirió que las diferencias en la fecha del momento de marcado (diferencias de más de 2 semanas) podrían influir en los patrones de comportamiento tras la liberación de los ejemplares derivados de diferentes cohortes (las evidencias relacionadas con el marcado y la captura sugieren que el atún rojo podría moverse en grupos dependientes de la talla), tal y como se deduce de los diferentes comportamientos y patrones migratorios de los peces adultos y juveniles marcados en aguas del Atlántico oriental.

El SCRS/2015/056 presentaba una actualización de la evaluación de la viabilidad de colocar una cortina acústica en el estrecho de Gibraltar para hacer un seguimiento del atún rojo y otros pelágicos como parte de la Red de Seguimiento Oceánico (OTN). Entre 2009 y 2012 se llevaron a cabo pruebas piloto. Los resultados de estas pruebas demuestran que el rendimiento de los receptores VR4-UWM colocados cada 800 m era suficiente para detectar marcas acústicas en esa región. El diseño más favorable de la línea contaría con 35 receptores y se extendería a lo largo de 26 km entre las costas de España y Marruecos. El Grupo preguntó si esta disposición encontraría oposición en las fuerzas militares internacionales debido a la posible identificación de barcos y submarinos. Se esperaba que esto no supusiera un problema, pero al igual que en otras regiones donde se propuso colocar cortinas acústicas (por ejemplo, entre Florida y Cuba), los principales obstáculos previstos eran políticos más que tecnológicos. Se expresaron inquietudes adicionales respecto a la frecuencia común de los transpondedores de las marcas y los buques militares, así como sobre la posibilidad de falsos registros positivos debido al seguimiento de estos buques que pasan a través de la cortina. Se indicó también que, con el fin de identificar en qué dirección viajan los peces marcados, debería instalarse una cortina de dos capas. Sin embargo, las detecciones de un pez por múltiples sensores podrían triangular la dirección del movimiento y no sería necesaria una cortina de dos capas. El Grupo sugirió que el GBYP examine la posibilidad de asociarse con OTN para facilitar el despliegue de esta y otras cortinas.

Se presentó una actualización del programa de marcado electrónico llevado a cabo en el golfo de San Lorenzo, Canadá (SCRS/P/2015/011). Se colocaron 135 marcas en 125 atunes rojos ( $268 \pm 20$  cm CFL) y 100 de estas marcas pop-up comunicaron con los satélites. Las tasas de retención para las mini-PAT más pequeñas fueron superiores que para las PAT MK-10 lo que permitía mayor tiempo de despliegue. De los peces que fueron objeto de seguimiento durante un tiempo lo suficientemente largo para cubrir la temporada de desove del golfo de México, el 74% visitó el golfo de México (talla media  $275 \pm 14$  cm CFL; 243-302 cm CFL). La fecha media de entrada en el golfo de México fue el 14 de enero ( $\pm 42$  días) y el tiempo medio de permanencia en el golfo de México fue 123 días ( $\pm 49$  días). Dos peces marcados viajaron al Mediterráneo. Estos atunes rojos medían 267 y 261 cm (CFL) en el momento de la liberación. Entraron en el Mediterráneo el 28 y el 19 de mayo y ambos se encontraban en el mar Tirreno cuando se soltaron las marcas el 14 y el 20 de junio. 43 peces no viajaron ni al golfo de México ni al Mediterráneo. Estos peces tendían a ser más pequeños que los peces que viajaron a las zonas de reproducción conocidas ( $259 + 23$  cm CFL).

Los peces que viajaron al golfo de México permanecieron todos al oeste del límite de ordenación de  $45^{\circ}\text{W}$  mientras que muchos no asignados a ninguna zona de desove cruzaron el límite de ordenación. Basándose en todos los datos de marcado electrónico (acústicos, archivo y PSAT) generados por este laboratorio hasta la fecha, el atún rojo marcado más pequeño que ha viajado al GOM era de 207 cm CFL en el momento de la liberación y el atún rojo marcado más pequeño que viajó posteriormente al Mediterráneo era de 191 cm en el momento de la liberación (1,5 años antes de entrar en el Mediterráneo). La edad a la que el 50% de los atunes rojos marcados viajó al golfo de México era de aproximadamente 15 años. No se observó ninguna omisión de la reproducción una vez que un atún rojo entra en una zona de desove conocida (hasta 4 años).

El documento SCRS/P/2015/053 informa sobre las actividades de marcado del GBYP, actualizado al 23 de febrero de 2014. El volumen de marcado fue elevado, alcanzando un total de 16.631 atunes rojos marcados usando diversas marcas (incluidas 97 mini-PAT y 50 marcas archivo). Se llevaron a cabo actividades de marcado doble, para probar el rendimiento de diversos tipos de marcas espagueti y para estimar la tasa de desprendimiento de las marcas. Los resultados demostraron que la diferencia entre una sola lengüeta y dos lengüetas es mínima. Aunque el número de marcas comunicado (201) al GBYP ha aumentado debido a que se ha colocado un mayor número de marcas, a una campaña de concienciación sistemática y a la nueva política de recompensas, la proporción de recuperaciones sigue siendo baja (1%). Las marcas por satélite presentaron algunos patrones imprevistos y confirmaron que algunas zonas en las que el atún rojo está claramente presente (Mediterráneo oriental y Atlántico sur) no están bien representadas por el movimiento observado de los peces marcados o por la cobertura actual de marcado. Por lo tanto, el marcado en la Fase 5 se concentrará principalmente en el Mediterráneo oriental.

#### *2.3.4 Observaciones resumidas*

El Grupo de trabajo de marcado se mostró de acuerdo en que deberían hacerse más esfuerzos para garantizar el solapamiento de las muestras analizadas mediante las diversas técnicas descritas más arriba. Una comparación entre las muestras analizadas por los diversos grupos ha revelado que se han analizado muy pocos peces utilizando todos los enfoques de investigación del GBYP. Estas técnicas no solo pueden usarse para reconciliar los resultados individuales generados por los análisis de la forma de los otolitos, de microelementos de otolitos y genéticos, sino que los recursos financieros pueden también optimizarse. Disponer de una base de datos central online, con limitaciones de edición, que proporcione actualizaciones frecuentes sobre los análisis de muestras con el fin de garantizar la optimización de los esfuerzos realizados en materia de investigación, así como proporcionar un nuevo foro para la transparencia de los esfuerzos de investigación que realizan los miembros de ICCAT.

Estudios de marcado recientes sugieren que hay que tener precaución al asumir que los juveniles del año proporcionan muestras de referencia para los peces originarios del este o del oeste. Estudios de marcado adicionales de la década pasada demuestran que los adultos marcados en la costa atlántica de Estados Unidos y Canadá deberían considerarse agrupaciones mixtas con fines alimentarios. Esto se aplica también a los ejemplares capturados en el Atlántico medio hasta aguas al sur de Islandia y en la costa occidental de Portugal. Las muestras utilizadas para establecer firmas de referencia para los estudios de parámetros genéticos y otolitos con el fin de establecer las identidades occidental y oriental deberían incluir muestras recopiladas solo del golfo de México y el Mediterráneo.

Las comparaciones preliminares de los conjuntos de datos que detallan los resultados obtenidos a partir de los estudios de la forma del otolito, genéticos y de isótopos estables de otolitos (genotipificación GBS SNP) han proporcionado una continuidad prometedora a las aplicaciones de asignación a la cuenca reproductora. Por ejemplo, las agregaciones con fines alimentarios en el Atlántico central y en aguas de las costas de Marruecos parecen contener un número importante de atunes de origen occidental, mientras que las muestras analizadas de la costa de Portugal sugieren una contribución del oeste mucho menor, si no insignificante.

### **3 Examen de la captura nominal de Tarea I**

Esta sección describe el estado actual de las capturas nominales de Tarea I (T1NC, a 02 de marzo de 2015) relacionadas con el atún rojo. Además, describe también el trabajo relacionado con la incorporación de los nuevos conjuntos de datos obtenidos en el marco del GBYP (resultado de cuatro proyectos de recuperación de datos de atún rojo, adoptados en la reunión de Tenerife de 2013). Por último, se hacen algunas recomendaciones y se aportan directrices para mejorar la serie de captura de T1NC antes de la próxima evaluación de stock.

#### ***3.1 Cambios generados por la incorporación de la nueva información procedente del GBYP y de otras fuentes***

La Secretaría presentó al Grupo la información más actualizada de estadísticas de T1NC para ambos stocks de atún rojo. Esta información se resume en la **Tabla 1** (y en las **Figuras 1** y **2**). No se hicieron cambios importantes a los datos comunicados por las CPC (con la excepción de Corea, que comunicó una captura de cerco en 2013 de 80,5 t al final de la reunión) en comparación con la información disponible en la última reunión del SCRS.

En relación con la incorporación de la serie de captura del GBYP (detallada en Justel et al., 2014) la Secretaría había seguido las recomendaciones de la reunión de Tenerife de 2013. Se añadieron (actualizadas) como finales las siguientes series de Tarea I (1950 y años posteriores):

- BB español (golfo de Vizcaya): 1950 a 2000 (2 series completamente sustituidas)
  - UE. ESP-ES-CANT\_BFT (dirigido al atún rojo)
  - UE. ESP-ES-CANT\_ALB (dirigido al atún blanco y atún rojo como captura fortuita)
- LL italiano en el Mediterráneo: 1998 (actualizada)
- HAND italiano en el Mediterráneo: 1988 a 2010 (parcialmente actualizada)
- HARP italiano en el Mediterráneo: 1976 a 2003 (parcialmente actualizada)

Las dos últimas pequeñas pesquerías italianas (HAND y HARP) vinculadas sobre todo al Tirreno meridional, estrecho de Mesina y Jónico septentrional, fueron parcialmente actualizadas y todas las series se asignaron al estrecho de Mesina.

Debido a algunas imprecisiones (posible recuento doble, incoherencias en los pesos medios, no todos los peces capturados en números fueron transformados a peso, etc.) hallados en el resto de series de captura relacionadas con el GBYP (todas las series de captura de TRAP y una pequeña pesquería italiana de HARP), la Secretaría revisó estos conjuntos de datos de nuevo (eliminando cuando era posible los errores hallados) y presentó las series actualizadas al Grupo. Son las siguientes:

- Las capturas actualizadas de TRAP española (ATE y MED, 1950 a 2009), que elimina el "doble recuento" hallado en las capturas del GBYP presentadas en la reunión de Tenerife de 2013. Los mismos peces se contaron dos veces (capturas de TRAP individuales + capturas combinadas de la almadraba "SurAtlantica" [capturas de todas las almadrabas del Atlántico nororiental]). Sin embargo, la Secretaría considera que se requiere más trabajo para mejorar estas estimaciones revisadas. Es crucial la participación activa de los científicos nacionales españoles para recalcular estas dos series de captura. El trabajo debería centrarse en aclarar la ubicación geográfica de algunas almadrabas (para diferenciar adecuadamente las series de captura MED y ATE), en corregir los registros que provocaron estimaciones imprecisas de pesos medios (diversos tipos de imprecisiones) a nivel detallado (registro por registro) y transformar totalmente "todas" las capturas en números en peso.
- La serie de captura TRAP portuguesa (ATE, 1950 a 1971) presentada en la reunión de Tenerife de 2013 tenía varias imprecisiones (diferentes tipos de pesos medios incorrectos a nivel detallado, transformaciones parciales de números a peso) que subestimaban enormemente el rendimiento total de las almadrabas portuguesas en los 60 al compararlas con la revisión presentada por la Secretaría. Las imprecisiones halladas deberían ser corregidas, en la medida de lo posible, con la ayuda de los científicos nacionales portugueses.
- En las capturas de TRAP marroquí (ATE/MED, 1950 a 2007) obtenidas a través del GBYP falta la conversión completa de números a pesos a principios de los 50. Además, hay algunas capturas mezcladas entre las zonas ATE y MED, debido a algunas posiciones geográficas poco claras de algunas almadrabas junto con algunas dudas acerca del periodo (rango de años) de la actividad pesquera.

Para los tres conjuntos de datos pendientes, el Grupo recomendó que el trabajo final (Secretaría y científicos nacionales) fuera presentado en un documento científico en la reunión del Grupo de especies del SCRS de 2015.

En 2012, ICCAT aprobó nuevas zonas de muestreo para las principales especies, que deberían usarse para declarar las estadísticas pesqueras de Tarea I y Tarea II (<http://www.iccat.int/Data/ICCATMaps2011.pdf>). En el caso del atún rojo, el actual límite del stock, que delimita los stocks oriental y occidental, creaba demasiadas zonas pequeñas que dificultaban en gran medida no solo el proceso de comunicación por parte de las CPC, sino también el trabajo de la Secretaría a la hora de proporcionar datos al SCRS y al Grupo de especies en formatos específicos compatibles con la estructura de la zona de evaluación del atún rojo. Siguiendo la recomendación del SCRS de 2014, la Secretaría presentó una propuesta simplificando las zonas estadísticas del atún rojo para comunicar la información de Tarea I y Tarea II. Las zonas de muestreo actuales y nuevas se muestran en las **Figuras 3 y 4**, respectivamente. Los cambios incluyen también una redistribución de las zonas frente a la costa canadiense (zonas de muestreo BF51 y BF52) que reflejan mejor las características de las pesquerías en la región. El Grupo indicó también que el Mediterráneo podría requerir una separación de la zona BF59 (todo el MED) en 2 (este/oeste) o posiblemente 3 zonas de muestreo (este/central/oeste) en el futuro. En la actualidad,

como indicó el Grupo, es prematuro definir las delimitaciones geográficas de las 2/3 zonas nuevas de muestreo y recomendó que los científicos nacionales estudien esta posibilidad en el futuro. Para las pesquerías de atún rojo del Mediterráneo existe otra información (VMS) en años recientes que podría simplificar la separación de las capturas en zonas geográficas más pequeñas sin añadir más complejidad a los informes de la UE y de otras CPC del Mediterráneo. La propuesta de unas zonas de muestreo de atún rojo simplificadas se presentará a la reunión del SCRS de 2015 para su aprobación.

El Grupo discutió cómo ajustaría la Tarea I declarada por zonas de muestreo de atún rojo en el modelo de 8 cajas. La Secretaría explicó que no ajusta directamente en él. Sin embargo, las estimaciones de CATDIS equivalentes a Tarea I (capturas de Tarea I por trimestre y cuadrículas de 5x5 grados, utilizando la captura de Tarea II y la distribución espacio-temporal del esfuerzo de cada flota/arte en cada año) actualizadas cada año por la Secretaría, pueden usarse para clasificar estas capturas directamente en el modelo de 8 cajas. Por lo tanto, el Grupo recomendó que el conjunto de datos de CATDIS sea adecuadamente actualizado para la próxima reunión de preparación de datos de atún rojo.

La Secretaría informó también al grupo del problema de los artes sin clasificar (UNCL, SURF, etc.), identificado en el pasado, no ha sido completamente resuelto, tal y como muestran las **Figuras 5 y 6**. Este problema es especialmente difícil para el stock de atún rojo del Atlántico este y Mediterráneo en el que las ratios de artes sin clasificar pueden sobrepasar el 20% del peso total en el Mediterráneo en algunos años. El Grupo reconoció que existía este problema y recomendó continuar el trabajo en curso de reclasificar estas capturas por arte con la participación activa de los científicos nacionales.

### ***3.2 Examen y desarrollo de un protocolo para actualizar los datos de Tarea I utilizando las nuevas relaciones talla/peso***

El Grupo discutió las posibles implicaciones de las relaciones L/W recientemente adoptadas en relación con las capturas nominales de Tarea I, en particular para aquellas series que utilizaban conversiones talla-peso para obtener las capturas globales. Actualizar estas series de captura de Tarea I para ambos stocks (desde 1950 a 2013) es una tarea que no puede realizarse para la próxima evaluación de stock. Por lo tanto, el Grupo recomendó que los científicos nacionales actualicen la información de Tarea I en la medida de lo posible y dentro de un plazo adecuado.

El Grupo se mostró de acuerdo en que cualquier serie de captura de Tarea I que sea reestimada con las nuevas relaciones L/W debe seguir el protocolo actual del SCRS respecto a la presentación de las actualizaciones de Tarea I:

- a) Estimaciones preliminares (los tres últimos años): pueden actualizarse usando solo los formularios electrónicos aprobados.
- b) Resto de años (históricas); requiere un documento SCRS.

Todas las actualizaciones deben declararse utilizando el formulario estándar de Tarea I (ST02-T1NC).

## **4 Examen de los datos de captura y esfuerzo de Tarea II tras la incorporación de la nueva información procedente del GBYP y de otras fuentes**

La Secretaría presentó al Grupo el catálogo (**Tabla 2**) de la información sobre captura y esfuerzo de Tarea II (T2CE) relacionada con el GBYP que fue provisionalmente integrada (a la espera de algunas revisiones) en el sistema de bases de datos de ICCAT. Contiene muchos conjuntos de datos nuevos relacionados con los primeros años (50 y 60) de las pesquerías de almadrabas de UE-Portugal, UE-España y Marruecos, así como conjuntos de datos de otros artes (BB, GILL, HAND, HARP, LL y PS) para las décadas más recientes (80 y 90). Muchos de los conjuntos de datos no contienen ningún tipo de esfuerzo y, por ello, son inútiles para los estudios relacionados con la CPUE. Sin embargo, la Secretaría señaló que, si se tratan adecuadamente, en algunos casos es posible asignar medidas de esfuerzo más generales (número de almadrabas activas, número de buques activos, etc.) facilitados al final de los proyectos de recuperación de datos del GBYP (por ejemplo, del cerco noruego se ha facilitado recientemente la flota activa por año) o disponible en otras fuentes de datos de ICCAT (características de las flotas de Tarea I).

La Secretaría informó de que realizaría la integración final de estos conjuntos de datos progresivamente (en cuanto se haya hecho la revisión del esfuerzo) en el sistema de bases de datos de ICCAT durante 2015 (finalizada en 2016).

La Secretaría presentó también los catálogos estándar de atún rojo que reúnen, por especie, stock y un rango de años, la disponibilidad de conjuntos de datos de captura de Tarea I y de Tarea II (captura y esfuerzo, talla real y captura por talla declarada) clasificados en orden descendente. Estos catálogos se presentan en las **Tablas 3, 4 y 5** (respectivamente ATE, MED y ATW). El Grupo propuso integrar las series válidas (sombreado azul) de la **Tabla 2** en la base de datos de T2CE antes de la reunión del Grupo de especies de 2015.

## **5 Examen de los datos de talla de Tarea II**

Esta sección revisa la situación actual de la información sobre talla de Tarea II (T2SZ, a 2 de marzo de 2015). Cubre los datos comunicados por las CPC, los datos de talla del GBYP, las frecuencias de tallas equivalentes a peces vivos retrocalculadas obtenidas de túnidos sacrificados en granjas y el muestreo de tallas de las cámaras estereoscópicas. Por último, se hicieron algunas recomendaciones a los científicos nacionales de las CPC para revisar y comunicar en su totalidad las series de datos de T2SZ 2 meses antes de la reunión de preparación de datos de 2016.

### ***5.1 Examinar y validar la información declarada sobre tallas de Tarea II utilizada para estimar la captura por talla***

Los catálogos del stock de atún rojo (1990 a 2013), presentados en las **Tablas 3, 4 y 5** (BFT-E (AE), BFT-E (MD) y BFT-W respectivamente) indican el nivel de datos de T2SZ disponibles para cada una de las principales pesquerías, en relación con la Tarea I.

El BFT-E (AE) responde del 95% del rendimiento total asociado con solo 15 pesquerías. En estas pesquerías principales (artes principales: LL, BB, TP, PS, TW) hay algunas lagunas importantes que deben cubrirse cuando sea posible.

El BFT-E (MD) tiene muchas pesquerías (aproximadamente 32) que responden de cerca del 95% de la captura total (artes principales: PS, LL, TP, HL) en el Mediterráneo. El número de conjuntos de datos de T2SZ que faltan es grande.

El stock BFT-W responde del 95% del rendimiento total asociado con aproximadamente 10 grandes pesquerías (artes principales: LL, RR, PS, HP). En general, la T2SZ es completa, y solo hay algunas lagunas dispersas entre 1990 y 2013.

El Grupo preparó una lista de las tareas relacionadas con la revisión/validación de los datos necesarias para ambos stocks y que se pretende finalizar antes de la reunión de preparación de datos de 2016. Estas tareas, junto con la lista de acciones que los científicos de cada CPC deben realizar, se describen en la **Tabla 6**. Las revisiones deberían tener en cuenta (reducir en la medida de lo posible con ayuda de la Secretaría) la heterogeneidad de los conjuntos de datos de T2SZ resumidos en la **Tabla 7**.

### ***5.2 Examinar y validar las estadísticas de captura por talla con la nueva información procedente de las granjas, las operaciones de sacrificio y las cámaras estereoscópicas, así como de otras fuentes de información***

En 2014, las CPC empezaron a enviar a ICCAT datos de distribución de frecuencias de tallas de atún rojo capturado y transferido a jaulas de las granjas (operaciones de introducción en jaulas) recogidos con sistemas de cámaras estereoscópicas. El documento SCRS/2015/059 presentaba una perspectiva general de las operaciones y los protocolos para la recopilación de datos procedentes de cámaras estereoscópicas en las granjas croatas. Se observó que los sistemas de cámaras estereoscópicas son una herramienta útil para el muestreo de tallas de atunes rojos capturados y destinados a operaciones de cría, que es el principal destino en las pesquerías del Mediterráneo. No obstante, los protocolos para el uso con éxito de cámaras estereoscópicas siguen requiriendo condiciones óptimas y operadores cualificados, y siguen existiendo problemas técnicos.

El documento SCRS/2015/050 resumía la información sobre tallas de atunes rojos disponible actualmente: aproximadamente 15 mil mediciones que representan cerca del 50% de las operaciones de introducción en jaulas de 2014. El diagrama de las distribuciones globales muestra una frecuencia de tallas multimodal del atún rojo capturado, con un pico de peces más pequeños de aproximadamente 75 cm SFL, los típicos peces destinados a las granjas en Croacia, hay un segundo pico de peces de talla media, de aproximadamente 120 cm SFL, y un tercer pico de atún rojo grande de aproximadamente 210 cm SFL. Estos dos grupos de tallas están típicamente destinados a granjas de Malta y Turquía, mientras que en las granjas españolas (en años recientes) solo se han observado peces grandes.

Se indicó que los datos de las cámaras estereoscópicas pueden usarse para validar el retrocálculo de los datos de talla por captura derivados de datos del sacrificio (momento de la muerte en las granjas) enviados por las CPC y presentados en 2014 (Ortiz, 2015). Además, se presentaron los resultados preliminares de experimentos en curso que usan datos de cámaras estereoscópicas en diferentes etapas en las jaulas para estimar el crecimiento de talla del atún rojo durante las operaciones de cría. Este estudio preliminar indica que durante un periodo en la jaula de 4 meses, se produjo un crecimiento en la talla de los atunes rojos de tamaño medio (~ 18% (aumento en SFL (~24 cm)) y de los atunes rojos más grandes (~ 5% aumento en SFL (~11cm)).

En resumen, los datos de frecuencias de tallas de atún rojo procedentes de las pesquerías de cerco del Mediterráneo están disponibles a través de datos de cámaras estereoscópicas para 2014, cubriendo casi el 50% de las operaciones de introducción en jaulas (información recibida por la Secretaría antes de febrero de 2015). Antes de 2014, entre 2008 y 2013, los datos de frecuencias de tallas del atún rojo procedentes del cerco pueden estimarse a partir de las operaciones de sacrificio, tal y como recomendó el SCRS en 2014. Sin embargo, se recomienda que estos datos sean validados con los datos de las estereocámaras de 2014 y cualquier dato disponible de crecimiento en las granjas.

El Grupo reiteró que el protocolo presentado en el Anexo 9 de la *Recomendación de ICCAT para enmendar la Recomendación 13-07 de ICCAT sobre el establecimiento de un plan de recuperación plurianual para el atún rojo en el Atlántico este y Mediterráneo* [Rec. 14-04] fuera validado por el SCRS.

Esto podría investigarse durante la reunión del Grupo de especies de septiembre de 2015 (un pequeño grupo de trabajo).

### **5.3 Elaborar un plan de trabajo para generar una nueva captura por talla utilizando las nuevas relaciones talla/peso adoptadas por el Grupo de especies de atún rojo**

El Grupo recomendó que los factores de conversión recientemente estimados para ambos stocks de atún rojo y detallados en Rodríguez-Marín *et al.* (2015) y adoptados por el SCRS en 2014, sean incorporados en las tablas de factores de conversión de ICCAT disponibles en la página web de ICCAT. En la **Tabla 8** se presentan nuevos factores de conversión globales y en la **Tabla 9** nuevas relaciones talla-peso (WLR) mensuales.

El Grupo sugirió que estas funciones deberían utilizarse para futuras evaluaciones de stock. Se recomendó también que los datos históricos de captura por talla sean revisados utilizando estas nuevas WLR (es decir, cuando las mediciones de peso fueron consignadas y convertidas a talla usando otras WLR). Con el fin de facilitar este proceso por parte de las CPC, en la sección 5.3 se identifican las principales pesquerías potencialmente afectadas. De forma alternativa, las CPC podrían proporcionar datos electrónicos en bruto a la Secretaría.

En el **Apéndice 4** se incluye un plan de trabajo detallado que establece plazos y responsabilidades para las diferentes acciones.

## **6 Examen de los datos de captura disponibles e índices de abundancia relativa**

El documento SCRS/2015/052 presentaba las capturas de atún rojo de la flota coreana en el Atlántico entre 1985 y 2013. La captura media coreana para este periodo era de aproximadamente 280 t. La pesquería atunera de palangre coreana capturaba atún rojo del Atlántico principalmente desde los 80 a los 90, y posteriormente lo capturaba la pesquería atunera de cerco coreana desde los 2000. La captura más elevada registrada fue de aproximadamente 1.100 t en 2005. Las capturas descendieron hasta aproximadamente 150 t en 2006 y aumentaron hasta cerca de 330 t en 2008. En años recientes, las capturas coreanas fueron de aproximadamente 80 t entre 2012 y 2013. El caladero de la pesquería de cerco coreana dirigida al atún rojo se encontraba

principalmente entre 35~37°N, 30~36°E desde 2005 a 2007 y entre 32~35°N, 13~18°E desde 2008 a 2012. El caladero de la pesquería de palangre coreana dirigida a los túnidos se encontraba entre 33~34°N y 7~9°E en 2006. La distribución de tallas del atún rojo del Atlántico capturado por la pesquería atunera de cerco coreana en el Atlántico oscilaba entre 110-300 cm FL (media 208,8 cm) en 2005, 100-283 cm FL (196,8 cm) en 2006, 138-337 cm FL (214,3 cm) en 2007 y 104-190 cm FL (139,7 cm) en 2009, respectivamente. Los datos de captura y la información sobre la pesquería proceden de observadores.

El Grupo advirtió algunas discrepancias en la captura de atún rojo de Corea entre lo que presentó en el documento y la captura existente en la base de datos de atún rojo de Tarea I de ICCAT. Los autores indicaron que ya estaban trabajando con la Secretaría para solucionar el problema. Se observó que buques palangreros coreanos operaron en aguas de Argelia en los 90.

Se presentó al Grupo (SCRS/2015/P/009) una revisión de la investigación en curso que vincula la ecología larvaria y la oceanografía operacional, llevada a cabo actualmente por el Grupo de ecología larvaria del Instituto Español de Oceanografía (IEO) en estrecha colaboración con el Sistema de observación y predicción costero de las Islas Baleares (SOCIB). De acuerdo con los autores, los conocimientos sobre la ecología larvaria del atún rojo a partir del trabajo de campo y de experimentos de cría en condiciones medioambientales controladas, junto con datos hidrográficos, proporcionarían el marco para analizar cómo la variabilidad medioambiental provoca importantes procesos ecológicos que afectan a esta especie durante sus primeras etapas de desarrollo. Algunos de los resultados están relacionados con el fuerte vínculo entre la ecología reproductora y los escenarios de oceanografía local en el mar Balear, así como con la elevada dependencia de la supervivencia larvaria de la variabilidad medioambiental. Combinando los conocimientos disponibles sobre los efectos medioambientales en la estructura de la población, la condición y la distribución espacial de larvas, con series de datos hidrográficos casi en tiempo real, se han desarrollado nuevos productos oceanográficos operacionales, como la distribución espacial de los hábitats de reproducción, que podrían ser útiles para mejorar las estimaciones del índice larvario que podría usarse para calibrar el VPA.

El documento SCRS/2015/P/002 presentaba un modelo de hábitat para el atún rojo adulto y juvenil. Este trabajo, basado en Modelación del nicho ecológico (publicación que se presentará pronto), es similar al enfoque de Druon et al. (2011) con importantes modificaciones (datos de entrada) y extensión (desde el golfo de México al Mediterráneo). Se utilizaron 31.000 observaciones geolocalizadas de atún rojo para calibrar el modelo. Las covariables para el posible hábitat trófico son el contenido diario de clorofila y los frentes, la temperatura de la superficie del mar y la anomalía del nivel del mar, mientras que las covariables usadas para identificar el hábitat reproductor son el contenido de clorofila, la temperatura de la superficie del mar, la anomalía del nivel del mar y las corrientes de la superficie del mar. Los resultados del modelo eran coherentes con los conocimientos actuales acerca de las ubicaciones de alimentación y reproducción. Se propusieron formas de integrar esta información en la próxima evaluación de stock espacialmente explícita y es probable que se pongan a prueba (por ejemplo, índice de abundancia relativa por mes y cuadrícula).

El Grupo se mostró acuerdo en que la investigación sobre la modelación del hábitat podría proporcionar información valiosa para la próxima evaluación de atún rojo y recomendó posibles pasos a dar, lo que incluye la verificación cruzada de las predicciones del modelo larvario-medioambiental con los indicadores de la evaluación del atún rojo oriental, como la biomasa reproductora, la fuerza de la cohorte basada en la edad o la captura por edad, así como la exportación del modelo larvario-medioambiental para ser evaluado en otras zonas conocidas de desove del atún rojo y fomentar colaboración con científicos de atún rojo occidental para probar el modelo larvario-medioambiental en el golfo de México y estandarizar los índices de tasas de captura. Se recomendó mantener una colaboración más estrecha, especialmente en el marco de investigación del GBYP.

En el documento SCRS/2015/024 se actualizaba la información sobre capturas de atún rojo de una pesquería de almadraba de atún que opera en la costa meridional de UE-Portugal (Algarve). Se analizaron las tendencias intra e interanuales y se exploraron las relaciones entre las capturas potenciales y las reglamentaciones de ordenación de ICCAT para el Mediterráneo. Las tasas de captura de atún rojo en la almadraba del Algarve permanecieron relativamente bajas entre 1998 y 2008, pero posteriormente fueron aumentando cada vez más, con un pico en la temporada de 2011. Esta pesquería de almadrabas de atún rojo tiene oscilaciones estacionales, con mayores tasas de captura durante julio, que se corresponden con la salida de los atunes del Mediterráneo tras el desove. Se observaron significativas correlaciones negativas entre las capturas y el número de meses que pueden pescar los cerqueros, los palangreros y los cañeros en el Mediterráneo, lo que significa que la captura aumentaba a medida que el número de meses de pesca de estos artes disminuía. Por otra parte, se observó una relación positiva entre las capturas y la talla mínima de desembarque (MLS), lo que significa que las tasas de captura de la almadraba aumentaron a medida que la MLS para el atún rojo también aumentaba. Estos resultados parecen corroborar otros indicadores pesqueros sobre la recuperación del stock del Atlántico este y Mediterráneo.

El Grupo discutió los factores que afectan a la disponibilidad de atún rojo en las almadrabas, como las características medioambientales durante la migración. Se discutió también el posible cambio en la eficacia de las almadrabas relacionado con el comportamiento "gregario" del atún rojo que ya se encuentra dentro de las redes de la almadraba.

El Grupo instó a continuar explorando la viabilidad de un índice conjunto de almadrabas basado en una serie temporal de las almadrabas españolas, marroquíes y portuguesas, aunque indicó que combinar estos tres índices no es sencillo debido a varios factores (unidades de esfuerzo, cuestiones reglamentarias) y podría investigarse durante la reunión del Grupo de especies.

El SCRS/2015/043 informaba sobre tasas de captura de la flota de cerco tunecina que operó en el Mediterráneo central en el periodo 2009-2014. Se analizaron los datos siguiendo un enfoque de modelación GLM con un supuesto de error lognormal.

Tras la presentación, el Grupo discutió los factores que afectan potencialmente al esfuerzo de pesca del cerco, como el tiempo de búsqueda, el número de buques que opera en la zona, la presencia de apoyo aéreo, y la composición y tamaño del banco entre otras cosas. Se produjo un acuerdo respecto a que es difícil definir la unidad de esfuerzo pesquero adecuada para las pesquerías de cerco, lo que hace que sea problemático incluir la CPUE del cerco en los modelos de evaluación. No obstante, esta serie de tasa de captura proporcionaría valiosa información cualitativa para hacer una verificación cruzada de los resultados de la evaluación.

El Grupo se mostró de acuerdo en que todas las series de CPUE deben evaluarse siguiendo el protocolo desarrollado por el WGSAM (Anon. 2013) y aprobado por el SCRS en 2012.

El documento SCRS/2015/047 facilitaba una descripción de las pesquerías canadienses en relación con los índices de abundancia SWNS y SGSL. Ambos índices se actualizaron hasta 2014 y se presentó al Grupo una versión estandarizada de los datos combinados.

Combinar los índices requirió superar las diferencias asociadas con la pesca en el océano Atlántico en comparación con el golfo de San Lorenzo. El Grupo señaló que las regiones tenían diferentes relaciones de captura-esfuerzo y recomendó que el esfuerzo se estandarizara por región para tener en cuenta este problema. El Grupo también advirtió de que la combinación de ambas regiones podría ser problemático debido a que tienen diferentes restricciones de cuota por área. Se recomendó desarrollar un índice combinado de Estados Unidos y Canadá de caña y carrete para peces de más de 177 cm SFL.

El documento SCRS/2015/035 presentaba índices de larvas de atún rojo independientes de la pesquería en el mar Mediterráneo occidental utilizando datos de prospecciones de ictioplancton recopilados desde 2001 hasta 2005 y desde 2012 hasta 2013. Los índices se desarrollaron utilizando tasas de captura de larvas recopiladas usando dos tipos diferentes de redes bongo, pescadas de tres formas, estandarizando en primer lugar las tasas de captura por arte/estilo de pesca y utilizando luego un enfoque de modelación delta lognormal. Los modelos delta-lognormales incluían un índice larvario básico que incluía las siguientes covariables: hora del día, una variable de área geográfica sistemática, mes y año; un índice larvario medioambiental estándar que incluía las siguientes covariables: temperatura media del agua entre la superficie y la profundidad de la capa de mezcla, salinidad media entre la superficie y la profundidad de la capa de mezcla, velocidad geostrofica, hora del día, una variable de área geográfica sistemática, mes y año; y un índice larvario ajustado al hábitat que incluía las siguientes covariables: una variable de hábitat potencial, hora del día, una variable de área geográfica sistemática y mes y año.

El Grupo indicó que una inquietud respecto a este índice es el hecho de que solo cubre un área en el Mediterráneo occidental. Esto podría solucionarse añadiendo prospecciones de larvas en otras zonas de desove del Mediterráneo. Por último, debido a la elevada correlación con las estimaciones de la biomasa reproductora del stock, se consideró un factor de apoyo para su inclusión en la próxima evaluación del stock. Se llegó a la conclusión de que mejorar los conocimientos sobre la supervivencia larvaria interanual y su dependencia de factores medioambientales, e incluir la información en el proceso de estandarización, mejoraría el índice.

En el documento SCRS/2015/036 se presentaron índices independientes de las pesquerías de biomasa reproductora del atún rojo occidental basados en datos de prospecciones de ictioplancton de la NOAA recopilados desde 1977 hasta 2013 inclusive en el golfo de México. Los índices se desarrollaron utilizando datos estandarizados a partir de los que se habían desarrollado índices anteriores (a saber, abundancia de larvas con un primer anillo de otolito diario en una superficie de 100 m<sup>2</sup> muestreada con una red bongo). Debido a la elevada



frecuencia de capturas cero durante las prospecciones de ictioplancton, los índices de abundancia de larvas se desarrollaron utilizando modelos delta-lognormal de ceros aumentados, lo que incluye las siguientes covariables: hora del día, momento del mes, área muestreada y año. Recientemente, se han realizado dos estudios sobre la edad y el crecimiento de las larvas de atún rojo en el golfo de México que fueron utilizados para actualizar la clave actual de edad-talla utilizada en la estandarización de los datos, y el índice fue recalculado. Los valores del índice actualizado fueron comparados con los desarrollados utilizando la clave edad-talla anterior, y las tendencias eran similares. Sin embargo, el índice desarrollado con la clave edad-talla actualizada tenía una mayor precisión, y se recomienda su uso en evaluaciones futuras, después de que esta nueva información sobre edad y crecimiento se haya publicado.

Los autores indicaron que las diferencias observadas al utilizar la nueva clave edad-talla estaban probablemente relacionadas con la inclusión de larvas más grandes en la estimación de la anterior clave edad-talla.

El Grupo sugirió implementar un modelo basado en el hábitat como próximo paso en la estandarización del índice. El Grupo recomendó también utilizar el mismo enfoque que con el índice desarrollado para el Mediterráneo occidental.

La identificación errónea de huevos y larvas de peces puede conducir a estimaciones imprecisas de la biomasa del stock que pueden activar solicitudes de cuotas mayores y conclusiones de ordenación poco sólidas. Un estudio reciente financiado por el GBYP (Puncher *et al.* entregado), que utilizaba herramientas genéticas para identificar larvas (n=188) recopiladas en tres zonas de desove en el Mediterráneo por diferentes instituciones que trabajan con ICCAT, reveló importantes diferencias en la precisión de las identificaciones taxonómicas llevadas a cabo por diferentes especialistas en ictioplancton siguiendo métodos basados en la morfología. Aunque menos de la mitad de las larvas facilitadas eran de atún rojo, otros taxones dominantes eran melvera (*Auxis rochei*), atún blanco (*Thunnus alalunga*) y bacoreta (*Euthynnus alletteratus*). Un examen de las posibles causas para estos errores de identificación descubrió varias imprecisiones en publicaciones relacionadas, prácticas de identificación diversas y bases de datos online erróneas. Por ello, los autores de este estudio sugirieron que se hagan esfuerzos para estandarizar los métodos de identificación de tñidos entre los grupos de investigación que participan en las prospecciones de larvas de ICCAT a través de sesiones de formación dirigidas por expertos.

## **7 Análisis de los datos de marcado que podrían usarse para incluir la estructura del stock y las tasas de mezcla en la evaluación de stock**

El Grupo de marcado (TG) examinó los resúmenes de los datos de marcado actualmente disponibles en las bases de datos de marcado de ICCAT. El Grupo de marcado llegó a diversas conclusiones: (1) no había pruebas de que ningún pez entrara tanto en la zona de reproducción del golfo de México como en la del Mediterráneo, (2) los registros de juveniles del año marcados y liberados en el Atlántico oeste y recapturados en el Mediterráneo parecen ser errores de la base de datos (que debe revisar la Secretaría), (3) los registros de peces marcados como juveniles del año en el oeste y recapturados en el este demostraron tres recapturas en el golfo de Vizcaya y una en el estrecho de Gibraltar y (4) los registros de juveniles del año marcados en el este no mostraron ninguna recaptura en el oeste antes del final del primer año de vida.

El Grupo de marcado definió dos objetivos principales para la reunión relacionados con el marcado electrónico. El primero era identificar todos los posibles datos de marcado electrónico de atún rojo y definir la resolución mínima de la información de marcado electrónico requerida para introducirla en la evaluación de stock con miras a aportar información a las tasas de mezcla del stock. El segundo objetivo es crear un proyecto de formulario de solicitud de datos, identificar los metadatos requeridos, así como los campos de datos de la información sobre seguimiento de la migración.

El Grupo de marcado sugirió que los datos procedentes del marcado electrónico se utilizaran como datos de marcado principales para determinar la migración del stock, dependiendo de la disponibilidad. Se discutió el uso de datos de marcado convencional en la evaluación de stock, y se plantearon inquietudes acerca del sesgo de la tasa de mezcla, debido principalmente a la incertidumbre en las tasas de comunicación entre las flotas, a la heterogeneidad temporal y a los pequeños tamaños de la muestra en algunas regiones del stock. El Grupo de marcado llegó a la conclusión de que si los datos de marcado convencional se incluyen en el modelo de evaluación de stock, debería llevarse a cabo un análisis de sensibilidad excluyendo los datos de marcado convencional, con el fin de evaluar su influencia en las estimaciones de las tasas de mezcla del stock y del estado del stock.

Se elaboró una tabla que contenía los actuales investigadores que se sabe cuentan con información sobre marcado electrónico y se presentó al Grupo a título informativo (**Tabla 10**). El Presidente del SCRS preparará una petición común para enviar a todos los que dispongan de datos, para que los envíen en la mayor resolución posible, pero como mínimo en formato resumido para cumplir los requisitos para estimar las tasas de mezcla. Se debatió si cuando se soliciten los datos quedará claro a disposición de quién se pondrán estos datos. Se llegó al acuerdo de que se realizaría un resumen de los datos enviados con una lista de quién los ha enviado y se podría a disposición de todos los investigadores que hayan colaborado. El Grupo estableció el objetivo de contar con todos los datos antes de agosto de 2015 con el fin de contar con los resúmenes preliminares antes de la reunión del Grupo de especies de 2015.

El Grupo presentó el nivel de agregación para el envío de datos que debía pedírse a los investigadores y que incluía metadatos (**Tabla 11**) y resúmenes de seguimiento para los peces individuales, como días por área de stock por mes y año secuencial (**Tabla 12**). En la **Tabla 13** se presenta un ejemplo de información mínima requerida. El Grupo acordó que dadas las posibles modificaciones a la delimitación del área de stock del Mediterráneo, tendría sentido definir dos áreas, provisionalmente EastMed y WestCentralMed (ampliando así el modelo de 7 cajas de Kerr *et al.* 2014, publicado en Kerr, 2015, **Figura 7**). Se revisó también el área del golfo de México/Caribe para incluir solo el golfo de México e incluir el Caribe en la región del Atlántico oeste, ya que existen evidencias considerables de que peces del este se encuentran en el Caribe (**Figura 7**). Las nuevas áreas de stock se corresponden con la resolución de 5x5 que utiliza la Secretaría con el fin de que los datos de marcado electrónico agregados se correspondan con los datos de los desembarques. Además, los datos para el modelo de 8 regiones pueden agregarse en un modelo más simple, solo con el Atlántico este y el oeste y las zonas de desove (4 regiones, **Figura 8**).

Respecto a los datos de marcado convencional, debería hacerse el esfuerzo de clasificar si los datos de colocación y/o recaptura proceden de un observador científico. Un miembro del Grupo de marcado trabajará en las estimaciones de selectividad de la flota basadas en los datos de marcado convencional y facilitará también un código de R para asignar áreas geográficas basadas en lat/lon (**Figura 7**).

El Grupo de marcado trabajará también con el grupo que investiga sobre el stock de origen para evaluar el posible origen de cada pez marcado basándose en uno o más criterios y asignando posibles stocks de origen a aquellos peces marcados que no entraron en las zonas de desove y utilizando las demás fuentes de información.

El Grupo de marcado recomendó encarecidamente que el GBYP apoye el marcado electrónico que se va a llevar a cabo en el Mediterráneo oriental (por ejemplo, mar de Levante), donde existe actualmente una gran laguna en los datos sobre los patrones de migración del stock y, particularmente, en los datos sobre las tasas migratorias hacia el Mediterráneo occidental y el Atlántico oriental.

## **8 Análisis de los datos que pueden usarse para desarrollar claves edad-talla del stock**

### **8.1 Clave edad-talla**

Un pequeño grupo evaluó los datos existentes de edad-talla y stock de origen (ALSKG) para determinar el potencial de obtener claves edad-talla-stock (ALSK) por año, temporada y flota. Observando que dichas ALSK anuales y tan detalladas son el concepto ideal, las limitaciones en el tamaño de la muestra determinarán en último lugar los límites del progreso en este sentido.

El ALSKG avanzó en la evaluación en las cinco etapas descritas a continuación:

1. Verificar que todas las estimaciones de edad usaban el mismo protocolo y que se están siguiendo las cohortes adecuadamente.
  - a) El protocolo de determinación de la edad actualmente aceptado (Busawon *et al.* 2014, Secor *et al.* 2014) cuenta el número de bandas opacas y asigna la edad de acuerdo con este número.
  - b) En una evaluación que trabaja con años civiles, para seguir correctamente las cohortes es necesario asignar los peces correctamente al año de nacimiento.
  - c) Para hacerlo, se propone la norma de que si el pez es capturado entre el 1 de enero y el tiempo asumido de la formación de la banda opaca (1 de junio), entonces se añade 1 año a la edad. El momento de la formación de la banda opaca se deduce de la formación mensual del tipo de borde en las espinas de la aleta del atún rojo (Luque *et al.* 2014) y la formación de las bandas del marcado químico en el atún rojo del sur (*Thunnus maccoyii*) (Clear *et al.* 2000). Ambas fuentes coinciden en que las bandas opacas se forman anualmente en verano (**Figura 9**).

- d) Para futuras lecturas de otolitos, se recomienda medir el ancho de la banda translúcida y continuar determinando si el momento de la formación de la banda opaca en los otolitos puede determinarse más precisamente.
2. Evaluar si la información existente es adecuada para usar las ALK.
    - a) Identificar y verificar cualquier par edad-talla atípico (lectores de otolitos).
    - b) ¿Están completos todos los intervalos? Definir intervalos de talla adecuados.
    - c) ¿Son los tamaños de la muestra suficientes para el este (561 peces en 2010-2012) y el oeste (2380 para 2009-2014)?
    - d) ¿Hay suficientes años representados y hay una tendencia a lo largo de los años? Evaluar la talla por edad media.
    - e) ¿Son las muestras representativas de la pesquería?
    - f) ¿Es necesaria una "norma" para tratar las lagunas en la ALK?
  3. ¿Aportan los nuevos datos de determinación de la edad información nueva sobre crecimiento?
    - a) ¿Es necesario reestimar las curvas de crecimiento de Restrepo *et al.* (2010) y Cort (1991) para que sean coherentes con los nuevos protocolos de determinación de la edad y los nuevos datos de edad-talla?
    - b) Al reestimar las curvas de crecimiento de Restrepo *et al.* (2010), ¿Debería hacerse con progresión de cohortes o sin ella?
  4. Evaluación de 2-3 pasos de qué método replica las edades conocidas (a finalizar para la reunión del grupo de especies).
    - a) Utilizar las curvas de Restrepo *et al.* (2010) y Cort (1991) y ejecutar la separación de cohortes basándose en la información sobre edad-talla conocida.
    - b) Ajustar la curva de crecimiento a los nuevos datos de determinación directa de la edad, usar la separación de cohortes para generar edades a partir de las mismas tallas.
    - c) Usar ALK para generar edades.
    - d) Comparar la composición por edades con edades conocidas para probar los tres métodos.
  5. Estimar toda la CAA con la separación (filo de cuchillo) y la ALK para evaluar (a finalizar para la reunión del grupo de especies).
    - a) CAA a partir de la separación (filo de cuchillo) y Restrepo *et al.* (2010) y Cort (1991) (CAA de continuidad)
    - b) CAA a partir de la separación (filo de cuchillo) y nuevas curvas de crecimiento
    - c) CAA a partir de ALK

El ALSKG determinó que el tamaño de la muestra por año era insuficiente para crear ALK anuales. Por ello, el mejor compromiso entre ALK incompletas y la posible confusión de las cohortes era crear una clave edad-talla plurianual. Esto no es coherente con los hallazgos del SCRS/2015/046, que indicaba que las claves de un año individual eran similares a la clave plurianual desarrollada para las pesquerías canadienses. Una breve evaluación de la edad media en intervalos de talla de 10 cm a lo largo de los años de datos en el oeste no halló una tendencia sistemática clara en el tiempo (**Figura 10**).

Se construyeron ALK plurianuales tanto para el este como para el oeste (**Figuras 11 y 12**), que indicaban que para el este había una cobertura relativamente buena, incluso para intervalos de 1 cm, para la mayoría de las tallas excepto para las tallas superiores a 250 cm SFL. El intervalo de talla exacto se determinará posteriormente. La ALK del este presenta también una variabilidad más reducida en la talla por edad que la ALK del oeste (**Figura 13**) que podría ser una función de menores tamaños de muestra en el este y un mayor número de muestras de un mes (**Figura 14**). Para el oeste, en la ALK faltan los peces de edad 0 y edad 1 y hay una laguna perceptible entre 150 y 175 cm SFL a intervalos de 1 cm.

La recomendación del ALSKG es aumentar las ALK del este y del oeste con muestras prestadas del otro stock para rellenar las lagunas. Para el oeste, las muestras por debajo de 75 cm SFL se añadirán a la ALK y para el este se añadirán muestras del oeste por encima de 220 cm SFL (**Figuras 15 y 16**). Esto representa un compromiso necesario para evitar la escasez de la matriz. También podría ser posible emplear otros enfoques para cubrir las ALK escasas, como utilizar la curva de crecimiento, enfoques bayesianos, etc.

Se indicó que el crecimiento rápido podría requerir ALK estacionales. Lamentablemente, la escasez de muestras haría difícil generar ALK estacionales debido a la distribución mensual de las muestras (**Figura 14**). Pero dado que el objetivo es determinar la edad de la captura, parece que las muestras de edad reflejan generalmente la distribución mensual de la captura en números entre 1960 y 2011 (líneas rojas en la **Figura 14**), excepto que en la distribución mensual de las muestras orientales falta el pico de desembarques de julio y agosto. Además, se prevé disponer de más muestras de edad-talla para el este en los próximos meses, lo que podría ayudar a rellenar la ALK.

Teniendo en cuenta la cantidad enormemente mayor de nuevos datos de determinación de la edad y la revisión de los protocolos de determinación de la edad, podría ser necesario revisar las curvas de crecimiento de Restrepo *et al.* (2010) y Cort (1991) y los detalles de dicha revisión deberían examinarse en la próxima reunión del Grupo de especies de atún rojo. Los datos utilizados en la curva de Restrepo *et al.* (2010) son escasos en comparación con los datos sobre crecimiento actualmente disponibles (**Figura 11**). Las tareas restantes relacionadas con las ALK plurianuales son seguir los protocolos descritos más arriba para evaluar el rendimiento de los tres métodos.

## 8.2 Composición mixta del stock

Respecto a la composición mixta del stock y a la posibilidad de obtener claves edad-talla-stock, el ALSKG evaluó la información de edad-talla de la pesquería canadiense en la que se determinó el stock de origen mediante microelementos de otolitos. La primera etapa evaluó los datos que mostraban la probabilidad de proceder del oeste para cada pez por talla para todos los años combinados (**Figura 17**). A partir de estos datos, se pudo derivar una clave de probabilidad de stock (**Figura 18**).

Asignar un ID de stock a cada uno de los peces utilizados en la **Figura 17** utilizando un umbral de 0,54 facilita el desarrollo de dos claves separadas de edad-talla (**Figura 19**). Las ALK podrían usarse de forma estándar para determinar la edad de la captura a partir de flotas dirigidas a un stock "puro". Actualmente, las ALK son escasas para el este, y podrían aumentarse con peces de flotas y zonas que se sepa son originarios del este. Para el oeste, las ALK son suficientes para peces de más de 180 cm SFL, pero escasas por debajo de esta medida. El Grupo consideró que estas ALK podrían usarse para cada stock pero que, en la medida en que las pesquerías reflejan una mezcla de stocks, aplicar una ALK específica del stock podría no ser necesariamente adecuado.

La asignación global de la composición por stock de la captura por flota o zona podría ser extremadamente útil, independientemente de cómo se determine la edad de la captura. Algunas flotas pueden considerarse flotas dirigidas a un stock "puro" y otras pueden considerarse mixtas, por lo que podría ser posible aplicar el enfoque de una clave edad-talla-stock a flotas mixtas. Será necesario evaluar la estructura flota/área para determinar la composición de la captura por stock y la disponibilidad de muestras para la determinación de la identificación del stock (**Figura 20**). Para que dicho enfoque sea viable, es crítico que las estimaciones de la composición por stock puedan obtenerse para las pesquerías de stocks mixtos y que se lleven a cabo análisis pareados de microelementos-genéticos-de edad en el mismo pez.

El ALSKG discutió también el papel de la información sobre la mezcla del stock en la evaluación de stock de 2016. Esta información debería integrarse con la información sobre marcas convencionales y electrónicas. Las comparaciones preliminares de los resultados a partir de la forma del otolito, los estudios genéticos y de isótopos estables de otolitos (genotipificación GBS SNP) han proporcionado una asignación a la cuenca reproductora prometedora y coherente. Por ejemplo, los desembarques en el Atlántico central y en aguas de las costas de Marruecos parecen contener un número no despreciable de atunes de origen occidental, mientras que las muestras analizadas de la costa de Portugal sugieren una contribución del oeste mucho menor.

El ALSKG señala la importancia de usar los mismos peces para las tres (o más) mediciones (análisis genéticos, de microelementos y de forma del otolito) como paso crítico para desarrollar ALSK y para conciliar la inferencia entre los métodos. Para desarrollar una metodología para separar los stocks, debería concederse prioridad a obtener y procesar muestras del golfo de México y del Mediterráneo ya que es más probable que en estas zonas las muestras sean originarias de un stock "puro". Para ello, son necesarias muestras adicionales tanto del golfo de México como del Mediterráneo oriental (es decir, el mar de Levante). Para dividir los desembarques, debería evaluarse la cobertura de las muestras originarias de un stock por pesquería (como se describe a grandes rasgos en la **Figura 20**) y debería concederse prioridad a flotas/áreas de elevado potencial de pesquerías de stocks mezclados o a aquellas con una cobertura de muestras limitada para análisis de la composición por stock.

El ALSKG destacaba la necesidad de analizar nuevas muestras de estas regiones con el fin de facilitar datos para la evaluación de stock de 2016. Representantes de la investigación sobre cada uno de los métodos se mostraron de acuerdo en la viabilidad de lograr esta tarea con las oportunidades de financiación adicional de la Fase 5 del GBYP.

En preparación para la evaluación de stock de 2016 deben alcanzarse los siguientes objetivos:

1. Desarrollar una base de datos que contenga información sobre el origen natal para las muestras recogidas por el GBYP y otros programas de muestreo.
  - a) Metainformación para incluir la fecha y localización, talla del pez, medición asociada con la metodología de clasificación y probabilidad de ser originario del este y del oeste por método.
2. Conciliar la asignación de origen utilizando muestras del mismo pez cuando se produzcan diferencias.
3. Verificar el origen de los datos de base utilizados por cada método.
4. Estimar proporciones de mezcla espacial y predecir el origen de los ejemplares utilizando análisis integrados con múltiples tipos de datos (por ejemplo, genéticos, morfométrica del otolito y microelementos).
5. Desarrollar claves edad-talla-stock para las áreas/pesquerías de stocks mezclados.
6. Establecer tasas de mezcla por áreas de 8 cajas o de 2 cajas.

## **9 Recomendaciones**

### **9.1 Recomendaciones generales**

1. El Grupo apoyó el Plan estratégico del SCRS para actualizar el catálogo de evaluaciones de stock con el fin de garantizar que el software utilizado está bien documentado y cuenta con un manual de usuario y un código. Respaldó también la reciente solicitud de la Secretaría de que los relatores de los grupos de especies revisaran el catálogo de software de ICCAT para ver si los procedimientos actuales deberían actualizarse y si son coherentes con las mejores prácticas. En particular, el Grupo reiteró recomendaciones anteriores de que todo el software que se utilice para generar la base para el asesoramiento científico a los gestores debe incluirse en el catálogo con bastante antelación a la siguiente reunión de evaluación de stock.
2. El Grupo recomendó que la Secretaría solicite revisiones a los datos de Tarea I y Tarea II enviados a ICCAT por cada CPC con importantes pesquerías de atún rojo. Específicamente, se solicita a las CPC que:
  - a) Presenten metadatos detallados que describan la calidad de los datos disponibles de Tarea I y Tarea II de conformidad con las especificaciones del Grupo de trabajo sobre métodos de 2014 (Anon. 2015) (véase el **Apéndice 5**).
  - b) Revisen sus envíos de datos de talla de Tarea II para incluir las muestras de talla reales utilizadas para estimar la captura por talla (en lugar de solo la captura por talla) y, cuando proceda, utilizando las conversiones de peso/talla adoptadas aquí (de conformidad con las disposiciones incluidas en el **Apéndice 4** de este informe).
  - c) Considerando que la adopción de nuevas relaciones talla-peso puede tener implicaciones en las capturas nominales de Tarea I, en particular para aquellas series que utilizaron factores de conversión talla-peso para estimar las capturas, el Grupo recomendó a las CPC implicadas que actualizaran sus series de Tarea I mediante un plan de trabajo plurianual.

### **9.2 Recomendaciones respecto a marcado**

1. El Grupo recomendó que el Presidente del SCRS envíe una carta a los corresponsales de marcado de cada CPC y a todos los investigadores individuales que se sabe han llevado a cabo estudios de datos de marcado electrónico sobre atún rojo solicitando que faciliten sus datos a la Secretaría de ICCAT antes de septiembre de 2015.

2. El envío de datos de marcas electrónicas individuales debería incluir, como mínimo, una resolución de días por región de stock (modelo de 8 cajas) resumida por mes y año secuenciales (véase, como ejemplo, la **Tabla 12**).
3. Debería llevarse a cabo un análisis de los datos de mercado electrónico para estimar la probabilidad de ocurrencia en una región (entre las regiones del modelo de 8 cajas) por stock, mes del año y clase de talla. Esto debería realizarse a tiempo para la reunión de preparación de datos de atún rojo de 2016.
4. Los modelos de evaluación de stock deberían intentar incorporar datos de mercado electrónico y considerar también la incorporación de datos de mercado convencional (al menos como análisis de sensibilidad) para determinar la influencia y el sesgo potencial sobre la tasa de mezcla del stock y las estimaciones del estado del stock.
5. En el Mediterráneo oriental (es decir, el mar de Levante y el Egeo) debería llevarse a cabo marcado electrónico y muestreo de tejidos, ya que actualmente existe una gran laguna en los datos sobre patrones de migración del stock.

### ***9.3 Recomendaciones sobre claves edad-talla y mezcla del stock***

1. Procesar las muestras existentes antes de finales de 2015 poniendo especial énfasis en las zonas prioritarias definidas más abajo\* y las muestras comparadas con información completa para edad, genética, forma del otolito y microquímica.
2. Recopilar muestras adicionales de zonas prioritarias\* y de flotas y momentos con poca cobertura de muestreo y un alto grado de mezcla potencial.
3. Recopilar una matriz de edad completa, composición por stock (genética) y microelementos por flota, área y año; solicitar todos los datos de composición disponibles en un formato a desarrollar.
4. Desarrollar métodos para obtener claves edad-stock-talla a partir de toda la información disponible sobre composición por stock/edad.
5. Reevaluar las curvas de crecimiento, probar la ALK frente al método de separación de edades (filo de cuchillo) y desarrollar matrices de CAA nuevas y de continuidad para la evaluación de 2016.

### ***9.4 Recomendaciones sobre ecología larval e índices de la población reproductora***

La investigación en curso sobre el vínculo entre las condiciones medioambientales y la distribución espacial y la supervivencia de las larvas de atún rojo en las Baleares, llevada a cabo por el grupo de ecología larval IEO/SOCIB, representa una oportunidad excelente para mejorar los conocimientos científicos sobre el desarrollo de índices larvales para la SSB. Actualmente, esta es la única prospección independiente de la pesquería para el atún rojo del este, a excepción de las prospecciones aéreas, y se ha demostrado que este índice está muy correlacionado con la SSB gracias a los resultados del modelo de evaluación de 2014. Esta investigación podría proporcionar datos importantes para la próxima y futura evaluación del atún rojo oriental, en este punto se recomienda continuar esta línea de investigación basada en prospecciones de larvas alrededor de las Baleares, centrándose en las siguientes tareas:

- Hacer una verificación cruzada de las predicciones del modelo larval-medioambiental con los indicadores de la evaluación de atún rojo como la biomasa reproductora, la fuerza de la cohorte basada en la edad o la captura por edad.
- Exportar el modelo larval-medioambiental a evaluar a otras zonas de desove conocidas del atún rojo. Esto incluirá: identificar los requisitos en cuanto a datos medioambientales y los protocolos de muestreo para la recopilación de larvas.
- Continuar fomentando una colaboración estrecha entre los científicos especialistas en atún rojo del este y del oeste a través del marco de investigación del GBYP, lo que incluye probar el modelo larval-medioambiental con la población reproductora del golfo de México.

---

\* Las zonas prioritarias incluyen zonas conocidas de desove, el golfo de México y el Mediterráneo oriental.

## 9.5 Recomendaciones respecto a estudios sobre el ciclo vital

1. El Grupo indicó que se habían llevado a cabo muchos trabajos sobre la reproducción del atún rojo a lo largo de los años, muchos de los cuales fueron revisados durante la anterior reunión sobre datos de atún rojo celebrada en Tenerife (Anon. 2014). La evaluación se beneficiaría de una exhaustiva reconsideración de estos trabajos combinados, con el fin de reexaminar los supuestos tanto del este como del oeste relacionados con la contribución reproductiva realizada por edad, lo que incluye sin limitarse a ello, la parte de la población reproductora por edad, la edad de madurez, la fecundidad, la frecuencia de desove, la ratio de sexos, la duración de la reproducción y la calidad de los huevos.

## 10 Otros asuntos

### 10.1 Examen de los documentos relacionados con métodos de evaluación de stock

El documento SCRS/2014/054 reexaminaba el ajuste de las relaciones stock-reclutamiento (SRR) para el stock de atún rojo del Atlántico oeste respecto a la elección del modelo (Beverton-Holt frente al modelo de 2 líneas) y la invocación de un "cambio de régimen" en 1976 para explicar los menores reclutamientos anuales estimados en años posteriores. Se descubrió que los modelos stock reclutamiento con parámetros constantes no se ajustaban adecuadamente a los resultados de la evaluación del VPA de 2014, pero no era necesario asumir un cambio irreversible y puntual en un momento arbitrario, al igual que se hizo en el SCRS/2014/200. Se obtuvieron ajustes mejorados a los resultados del VPA de 2014 modelando bien el parámetro  $a$  (inclinación) o el parámetro  $K$  (pivot o relacionado con la capacidad de transporte) como parámetros que varían en el tiempo gobernados por un proceso estocástico Gaussiano estacionario. El modelo  $K$  variable facilitaba un ajuste ligeramente mejor a los datos y tiene la ventaja de que las definiciones de los puntos de referencia relacionados con  $F$ , como  $F_{RMS}$ , son independientes de las variaciones. La definición actual de  $B_{RMS}$  reposa en el supuesto de un parámetro invariable en el tiempo. La definición debe modificarse para que tenga sentido en un contexto de variación en el tiempo. Las simulaciones preliminares sugieren que la " $B_{RMS}$  flotante" (definida como la biomasa que resulta de mantener  $F$  fijada en  $F_{RMS}$ ) proporciona un punto de referencia más estable que el obtenido asumiendo que los parámetros actuales no cambiarán.

El Grupo discutió opciones para adoptar este enfoque en futuras evaluaciones, y las implicaciones en términos de cambio en la percepción del estado del stock. El método propuesto permite a los puntos de referencia cambiar en el tiempo sin tener que hacer elecciones arbitrarias acerca de los puntos de cambio. Se aclaró que  $F_{RMS}$  es constante con una  $K$  que varía en el tiempo porque solo depende del parámetro  $a$  (inclinación), el crecimiento y la mortalidad natural. El Grupo se preguntó acerca de los cambios reales en el valor  $K$  y el estado del stock actual relativo. Se mencionó que el estudio presentaba un valor de  $K$  menor en los años recientes. El Grupo discutió también si el diagrama de Kobe tiene sentido con una  $K$  y una  $B_{RMS}$  variables en el tiempo. Se llegó al acuerdo de que los diagramas de Kobe podrían seguir siendo pertinentes incluso con una  $B_{RMS}$  variable, pero que depende de cómo se defina  $B_{RMS}$  en el caso variable en el tiempo. Definir  $B_{RMS}$  como la biomasa correspondiente a  $F_{RMS}$  podría tener alguna ventaja a la hora de proporcionar un elemento de referencia estable. Sin embargo, la utilidad de puntos de referencia diferentes, incluidas  $B_{RMS}$  y  $B_0$ , debería probarse idealmente en el contexto de la evaluación de estrategias de ordenación (MSE).

El Grupo indicó que hay un segundo problema, separado, relacionado con RMS. Tal y como está definido actualmente, el RMS depende del patrón de selectividad de la pesquería combinada, que puede cambiar en el tiempo independientemente de la biología. El Grupo de trabajo consideró que podría ser útil definir puntos de referencia de RMS independientemente del actual patrón de selectividad, por ejemplo, en relación a un patrón de selectividad uniforme por encima de cierta edad mínima. Se observó que  $B_0$ , tal y como se usa en la Comisión Pesquera del Pacífico central y occidental (WCPFC), es también independiente del patrón de selectividad.

El SCRS/2015/045 detallaba temas relacionados con los datos requeridos y con los supuestos que requieren discusión para avanzar en los métodos de evaluación estadísticos basados en la talla para el atún rojo del Atlántico. Las necesidades inmediatas eran obtener los datos de composición de tallas para ciertos índices de abundancia para el Atlántico occidental para los que se dispone de datos no agregados por edad y comprobar las opciones para agrupar flotas diferentes que en los análisis se asume que tienen la misma selectividad. Las discusiones más en profundidad se remitieron a un pequeño grupo formado por los autores y los miembros pertinentes de la Secretaría, y dicho grupo resolvió las cuestiones que requerían una atención inmediata.

El SCRS/2015/003 presentaba el trabajo preliminar de una verificación cruzada llevada a cabo utilizando la última evaluación de VPA del atún rojo del Atlántico oriental. En la verificación cruzada, el posible método de evaluación se ajusta recortando por detrás, es decir, eliminando sucesivamente datos del año  $n$ ,  $n-1$  a  $n$ , proyectando posteriormente al año  $n$  basándose en los ajustes de la evaluación, es decir, retrospectiva con una proyección. En el ejemplo presentado, las series de CPUE se consideran representativas de la dinámica del stock, pueden usarse como una medida de validación independiente del modelo para identificar qué escenario del Atlántico oriental (especificaciones de la proyección del VPA) tiene el mejor poder de predicción comparando los conjuntos de datos observados y predichos. La verificación cruzada puede usarse también para identificar qué series de datos proporcionan una señal de la tendencia del stock y cuáles de ellas son solo ruido. Por tanto, la verificación cruzada puede utilizarse como una forma para decidir objetivamente sobre los escenarios de evaluación.

Se discutió el impacto de los supuestos del pro2box en las proyecciones, es decir el patrón de selección y reclutamiento. Se explicó que, dado que el ejercicio era una validación de la práctica actual del grupo de especies de atún rojo, el procedimiento utilizado para establecer las opciones en el pro2box era el mismo que el utilizado en la última evaluación (es decir, para establecer el reclutamiento y calcular el patrón de selección). Se realizó la proyección para las mismas capturas totales utilizadas en el VPA.

### ***10.2 Refinamiento de la solicitud de metadatos a las CPC***

Siguiendo las recomendaciones del SCRS y del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock (Anon. 2014), el Grupo solicitó que las CPC presenten información sobre la calidad, los procedimientos y los protocolos para la recopilación de información biológica y sobre pesquerías en sus pesquerías de atún rojo. La Secretaría preparará un formulario basado en la información solicitada (véase el **Apéndice 5**) que enviará a las CPC con importantes pesquerías de atún rojo. Estos datos deberían incluir descripciones de la cobertura de muestreo, las metodologías y los protocolos para la recopilación de datos, determinación de la talla y muestreo de la captura y programas de muestreo biológico. La información recopilada se reunirá como metadatos para las actuales estadísticas pesqueras de Tarea I y Tarea II. La información recibida debería reunirse y presentarse a la próxima reunión del Grupo de trabajo.

### ***10.3 Examen de las actividades realizadas en el marco del plan de trabajo establecido por el Grupo de modelación y definir el marco para este Grupo en el futuro***

En la presentación SCRS/2015/P/003 se resumieron las actividades de modelación realizadas en el marco del GBYP. El Grupo de modelación (CMG) del GBYP se reunió en diciembre de 2014 ([http://www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%204/BFTMSE\\_CMG1\\_Report.pdf](http://www.iccat.int/GBYP/Documents/MODELLING/PHASE%204/BFTMSE_CMG1_Report.pdf)). Los miembros del CMG son el coordinador y experto técnico (contratado a través del GBYP), miembros ex-officio (Presidente del SCRS, relatores de atún rojo del este y del oeste y personal de la Secretaría) y expertos invitados con experiencia diversa. Uno de los principales objetivos de la reunión del CMG fue desarrollar un plan de trabajo para la MSE, véase la **Tabla 1** de la referencia.

Durante la fase IV del GBYP, el experto técnico era responsable de presentar tres documentos, i) un ejemplo de marco de simulación de una MSE basado en un código flexible orientado a objetos para los modelos operativos y de observación (<https://github.com/tcarruth>), ii) una prueba preliminar de simulación de las normas de control de la captura existentes y nuevas (Carruthers *et al.* presentado) y iii) una ampliación del trabajo de análisis del riesgo proporcionando una demostración del posible uso de las redes Bayesianas para presentar los resultados de la MSE a las partes interesadas.

Durante fases anteriores del GBYP, se han llevado a cabo diversos trabajos y contratos de modelación. Estos trabajos incluyen un ejemplo de procedimiento de ordenación (Cooke, 2012), el paquete de ALK en R (Loff *et al.*, 2013), extrapolar la Tarea I y la Tarea II utilizando la imputación (Carruthers *et al.* en prep.) y el desarrollo de modelos estadísticos de captura por edad para condicionar los modelos operativos (<https://github.com/MarieEtienne/ICCAT-BFT>).

Se utilizó un marco de análisis del riesgo para proporcionar una manera formal de evaluar y gestionar el riesgo, en el que el riesgo se define como una incertidumbre que, si sucede, tendrá efecto en los objetivos (Hillson, 2011). Esto requiere gestionar las causas de incertidumbre con el fin de garantizar que se cumplen los objetivos de ordenación, más que solo gestionar las consecuencias. Sobre este tema se han escrito tres documentos. Una revisión histórica (Fromentin *et al.* 2014), una dilucidación sobre las percepciones de las partes interesadas de la incertidumbre (Leach *et al.*, 2014) y formas de especificar y ponderar los escenarios al realizar una MSE (Levontin *et al.* 2014).



Además del trabajo que se está llevando a cabo en el marco del GBYP, se están escribiendo diversos documentos con varios autores para avanzar en el trabajo relacionado con la MSE. Uno, que trata sobre la verificación cruzada para probar el poder de predicción de los modelos de evaluación de stock, es una continuación del trabajo realizado en la Conferencia mundial sobre métodos de evaluación de stock (Deroba *et al.* 2014). Se está desarrollando un modelo de evaluación estructurado por etapas que puede utilizarse como procedimiento de ordenación (MP) y como una herramienta para evaluar el valor de la información. Se está llevando a cabo una revisión de la robustez del asesoramiento de ordenación basada en supuestos alternativos del stock respecto a la incertidumbre acerca de las hipótesis sobre población, tal y como se recomendó en la reunión de Boston (Anon. 2013).

Por último, se reconoció el trabajo llevado a cabo por el SCRS (por ejemplo con el atún blanco) y por otras OROP de tónidos.

## 11 Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado durante la reunión.

El Presidente del SCRS anunció que en la próxima reunión de este Grupo de trabajo que se celebrará a finales de septiembre, el Dr. Yukio Takeuchi (Japón) sustituirá al Dr. Clay Porch (Estados Unidos) como relator de atún rojo occidental. El Presidente del SCRS agradeció al Dr. Porch sus muchos años en este puesto y le pidió que continuara como coordinador general de atún rojo para facilitar la transición.

El Presidente agradeció a la Secretaría y a los participantes el gran trabajo realizado.

La reunión fue clausurada.

## Referencias

- Anon. 2013. Report of the 2012 meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 69 (3): 1354-1426.
- Anon. 2014. Report of the 2013 bluefin meeting on biological parameters review. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 70(1): 1-159.
- Anon. 2015. Report of the 2014 meeting of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (WGSAM). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 71(6): 2742-2780.
- Aranda G, Medina A, Santos A, Abascal FJ, Galaz T. 2013a. Evaluation of Atlantic bluefin tuna reproductive potential from ovarian histology and its use in stock assessments. *Journal of Sea Research* 76: 154–160.
- Aranda G, Abascal FJ, Varela JL, Medina A. 2013b. Spawning Behaviour and Post-Spawning Migration Patterns of Atlantic Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) Ascertained from Satellite Archival Tags. *PLoS ONE* 8(10): e76445.
- Block, B. A., Teo, S. L. H. , Walli, A. , Boustany, A. M. , Stokesbury, M. J. W. , Farwell, C. J. *et al.* 2005 Electronic tagging and population structure of Atlantic bluefin tuna. *Nature* 434:1121–1127. doi:10.1038/nature03463
- Boustany, A. M., Reeb C. A., Block B. A. 2008. Mitochondrial DNA and electronic tracking reveal population structure of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Marine Biology* 156:13–24
- Busawon, D. S., Rodriguez-Marin, E., Lastra Luque, P., Allman, R., Gahagan, B., Golet, W., Koob, E., Siskey, M., Ruiz Sobrón, M., Quelle, P., Neilson, J., and Secor, D. H. 2015. Evaluation of an Atlantic Bluefin Tuna Otolith Reference Collection. ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 71(2): 71(2): 960-982.
- Carlsson, J., McDowell, J. R., Carlsson, J. E. L., Graves J. E. 2007. Genetic identity of YOY bluefin tuna from the eastern and western Atlantic spawning areas. *Journal of Heredity* 98: 23–28.
- Carruthers T., L. T. Kell, and C. Palmer. An evaluation of the impact on uncertainty in data processing on stock assessment and management advice. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* (submitted).

- Carruthers T., L. T. Kell, M. Maunder, H. Geromont, C. Walters, M. McAllister, R. Hillary, T. Kitakado, C. Davies, P. Levontin, and Butterworth D. Performance review of simple management procedures. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil (submitted).
- Clear, N. P. J. S. Gunn, and A. J. Rees. 2000. Direct validation of annual increments in the otoliths of juvenile southern bluefin tuna by means of a large-scale mark recapture experiment with strontium chloride. *Fish. Bull* 98:25-40.
- 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. 1991. Age and growth of the bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L.), of the northeast Atlantic. ICCAT Collect. Vol. Sci. Pap. 35 (2): 213–230.
- Diaz, G. 2010. 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). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 66 (3): 1216-1226.
- Dickhut, RM, Deshpande AD, Cincinelli A, Cochran MA, Corsolini S, Brill RW, Secor DH, and Graves JE. 2009. North Atlantic bluefin tuna population dynamics delineated by organochlorine tracers. *Environmental Science and Technology* 43:8522-8527.
- Fraile, I., Arrizabalaga, H. Rooker, J. R. 2014. Origin of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Bay of Biscay. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, fsu156.
- Heinisch, G., Rosenfeld, H., Knapp, J. M., Gordin, H. & Lutcavage, M. E. Sexual maturity in western Atlantic bluefin tuna. *Sci. Rep.* 4, 7205; DOI:10. 1038/srep07205 (2014).
- Justel A., Ortiz M., Palma C., Gallego J.L., Idrissi M. and Di Natale A. 2014. Preliminary evaluation of the total catches of eastern bluefin tuna: a comparison of the GBYP and ICCAT Task I databases (1950-2011). ICCAT, Collect. Vol. Sci. Pap. 70 (2): 518-536.
- Kerr L.A., Cadrin S.X., Secor D.H. and Taylor N. 2015. Evaluating the effect of Atlantic bluefin tuna movement on the perception of stock units. *Collect. Vol. Sci. Pap.* 71(4):1660-1682.
- Knapp, J. M. , Aranda, G. ,Medina, A. & Lutcavage, M. Comparative assessment of the reproductive status of female Atlantic bluefin tuna from the Gulf of Mexico and the Mediterranean Sea. *PloS One* 9, e98233 (2014).
- Luque, E Rodriguez-Marin, E, Landa, J, Ruiz, Mm Quelle, P, Macias, D, Ortiz de Urbina, J. M. 2014. Direct ageing of *Thunnus thynnus* from the eastern Atlantic Ocean and western Mediterranean Sea using dorsal fin spines. *Journal of Fish Biology* 06/2014; 84(6):1876-90.
- Medina A, Abascal FJ, Aragón L, Mourente G, Aranda G, *et al.* (2007). Influence of sampling gear in assessment of reproductive parameters for bluefin tuna in the western Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* 337: 221–230.
- Ortiz M., Justel Rubio A. and Gallego J.L. 2015. Review and analyses of farm harvested size frequency samples of eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*). *Collect. Vol. Sci. Pap.* 71(2): 1018-1035.
- Piccinetti C., Di Natale A., Arena P. 2013. Eastern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.): Reproduction and reproductive areas and seasons. *Collect. Vol. Sci. Pap., ICCAT*, 69 (2): 891-912.
- Restrepo, V. R., Diaz, G. A., Walter, J. F., Neilson, J. D., Campana, S. E., Secor, D., and Wingate, R. L. 2010. Updated estimate of the growth curve of Western Atlantic Bluefin Tuna. *Aquat. Living Resour.*, 23: 335–342.
- Rodríguez-Roda J (1967). Fecundidad del atún, *Thunnus thynnus* (L.), de la costa sudatlántica de España. *Investigación Pesquera* 31: 33–52.
- Rooker, J. R., Arrizabalaga, H., Fraile, I., Secor, D. H., Dettman, D. L., Abid, N., Addis, P., Deguara, S., Karakulak, F. S., Kimoto, A., Sakai, O., Macías, D., Santos, M. N. 2014. Crossing the line: migratory and homing behaviors of Atlantic bluefin tuna. *Marine Ecology Progress Series* 504: 265-276.

Schirripa M. 2011. A literature review of Atlantic bluefin tuna age at maturity. Collect Vol. Sci. Pap. ICCAT 66 (2): 898-914.

Zupa, A. Corriero, M. Deflorio, N. Santamaria, D. Spedicato, C. Marano, M. Losurdo, C. R. Bridges and G. De Metrio. A histological investigation of the occurrence of non-reproductive female bluefin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea Journal of Fish Biology (2009) 75, 1221–1229.

## TABLEAUX

**Tableau 1.** Estimations des prises nominales de Tâche I (t) du thon rouge par stock, région, pavillon et année (1980-2013).

**Tableau 2.** Catalogue des données T2CE du GBYP saisies provisoirement dans la base de données de l'ICCAT (les cellules ombrées en jaune contiennent des jeux de données en attente de révision). La prise et l'effort de la senne norvégienne (1950-1978) doivent également être saisis (avec quelques informations récentes recueillies sur le nombre de senneurs).

**Tableau 3. Thon rouge de l'Est (région de l'Atlantique).** Catalogue de la tâche I par opposition aux principales pêcheries de tâche II (combinaisons pavillon-engin classées par ordre d'importance de la Tâche I) et année (1980 à 2013). [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.]

**Tableau 4. Thon rouge de l'Est (région de la Méditerranée).** Catalogue de la tâche I par opposition aux principales pêcheries de tâche II (combinaisons pavillon-engin classées par ordre d'importance de la Tâche I) et année (1980 à 2013). [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.]

**Tableau 5. Thon rouge de l'Ouest.** Catalogue de la tâche I par opposition aux principales pêcheries de tâche II (combinaisons pavillon-engin classées par ordre d'importance de la Tâche I) et année (1980 à 2013). [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.]

**Tableau 6.** Données actuelles de taille de Tâche II dont dispose l'ICCAT (principales CPC, par stock) dont la révision est prévue, avant la réunion du SCRS de 2015.

**Tableau 7.** Hétérogénéité structurelle des jeux de données de T2SZ de thon rouge (nombre de jeux de données dans toutes les bases de données de l'ICCAT) par stock/zone (1950-2013), avec plusieurs paramètres de métadonnées (types de fréquence, limites/ intervalles de classe, strate spatio-temporelle). La couleur des cellules (jaune (faible) -> vert (élevée)) reflète l'importance relative que revêt chaque cellule dans les 579 jeux de données.

**Tableau 8.** Résultats récapitulatifs obtenus pour les relations biométriques du thon rouge de l'Atlantique par stock. Variables de la fonction dépendante et indépendante (X et Y), nombre de spécimens (n), paramètres des équations linéaires et non linéaires et coefficient de détermination ( $r^2$ ). Longueur droite à la fourche (SFL), longueur courbée à la fourche (CFL), longueur 1<sup>e</sup> épine dorsale (LD1), longueur tête ligne droite du museau à l'opercule (HeadL), longueur pré-operculaire ligne droite du museau au pré-opercule (PreOP), poids vif (RWT), poids éviscéré (GWT), poids éviscéré et sans branchie (GGWT), poids éviscéré, sans branchie et sans queue (GGTW) et poids manipulé (DWT). Le tableau inclut les relations standardisées poids-taille (RWT\_std - SFL\_std). Toutes les unités de taille sont en centimètres (cm) et le poids en kilogrammes (kg).

**Tableau 9.** Coefficients estimés alpha et beta pour la relation mensuelle poids-taille du thon rouge de l'Atlantique ( $RWT\_std\_M = \alpha * SFL\_std^{(\beta)}$ ). Toutes les fonctions correspondent à la longueur droite à la fourche (SFL) en cm et au poids vif (RWT) en kg.

**Tableau 10.** Inventaire des marques électroniques apposées sur des thons rouges.

**Tableau 11.** Métadonnées à fournir par les collaborateurs lors de la soumission des données sur le marquage électronique.

**Tableau 12.** Format de données de migration résumées à fournir par les chercheurs collaborant.

**Tableau 13.** Exemple de métadonnées et de données de migration résumées pour un thon rouge portant une marque électronique.

## TABLAS

**Tabla 1.** Estimaciones de capturas nominales de Tarea I (t) para el atún rojo, por stock, región, pabellón y año (1980-2013).

**Tabla 2.** Catálogo de los datos de T2CE del GBYP provisionalmente integrados en la ICCAT-DB (las celdas sombreadas en amarillo tienen conjuntos de datos en revisión). Deben incluirse la captura y esfuerzo del cerco noruego (1950-1978) (con alguna información reciente sobre el número de cerqueros).

**Tabla 3 BFT-E (región del Atlántico).** Catálogo de Tarea I versus principales pesquerías de Tarea II (combinaciones pabellón/arte clasificadas por su orden de importancia de Tarea I) y año (1980 a 2013). [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].

**Tabla 4BFT-E (MD).** Catálogo de Tarea I versus principales pesquerías de Tarea II (combinaciones pabellón/arte clasificadas por su orden de importancia de Tarea I) y año (1980 a 2013). [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].

**Tabla 5 BFTW.** Catálogo de Tarea I versus principales pesquerías de Tarea II (combinaciones pabellón/arte clasificadas por su orden de importancia de Tarea I) y año (1980 a 2013). [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].

**Tabla 6.** Datos actuales de talla de Tarea II disponibles en ICCAT (principales CPC, por stock) que está previsto revisar antes de la reunión del SCRS de 2015.

**Tabla 7.** Heterogeneidad estructural en los conjuntos de datos de T2SZ de atún rojo (número de conjuntos de datos en toda la base de datos de ICCAT (ICCAT-DB)) por stock/área (1950-2013), con varios parámetros de metadatos (tipos de frecuencia, límites/intervalos de clase, estratos espacio-temporales). Los colores de las celdas (amarillo(baja)->verde(alta)) indican la importancia relativa de cada celda en los 579 conjuntos de datos.

**Tabla 8.** Resumen de los resultados obtenidos para las relaciones biométricas del atún rojo del Atlántico por stock. Variables de función independientes y dependientes (X e Y), número de ejemplares (n), parámetros de las ecuaciones lineales y no lineales y coeficiente de determinación ( $r^2$ ). Longitud recta a la horquilla (SFL), longitud curva a la horquilla (CFL), longitud recta a la primera espina dorsal (LD1), longitud de la cabeza (HeadL), longitud preopercular (PreopL), peso vivo (RWT), peso eviscerado (GWT), peso eviscerado y sin agallas (GGWT), eviscerado, sin agallas y sin cola (GGTWT) y peso canal (DWT). La tabla incluye las relaciones talla-peso estandarizadas (RWT\_std-SFL\_std). Todas las unidades de talla son centímetros (cm) y las de peso kilogramos (kg).

**Tabla 9.** Coeficientes estimados alfa y beta para la relación talla-peso mensual del atún rojo del Atlántico ( $RWT\_std\_M = \alpha * SFL\_std^{(\beta)}$ ). Todas las funciones corresponden a longitud recta a la horquilla (SFL) cm y a peso vivo (RWT) kg.

**Tabla 10.** Inventario de marcas electrónicas colocadas en atunes rojos.

**Tabla 11.** Metadatos que deben facilitar los colaboradores que envían datos de marcado electrónico.

**Tabla 12.** Formato de los datos de migración resumidos que deben facilitar los investigadores colaboradores.

**Tabla 13.** Ejemplo de metadatos y de datos de migración resumidos para un atún rojo marcado electrónicamente.

## FIGURES

**Figure 1.** Prise nominale globale de Tâche I (t) du thon rouge de l'Est (BFT-E) par région (AT-NE et MED) et année (1950-2013).

**Figure 2.** Prise nominale globale de Tâche I (t) du thon rouge de l'Ouest (BFT-W) par année (1950-2013).

**Figure 3.** Zones actuelles d'échantillonnage statistique du thon rouge.

**Figure 4.** Nouvelles zones d'échantillonnage statistique du thon rouge. La ligne rouge délimite les unités de stocks de l'Est et de l'Ouest. Le golfe du Saint-Laurent correspond à la nouvelle zone d'échantillonnage BF50.

**Figure 5.** Prise nominale globale de Tâche I (t) du thon rouge de l'Est (BFT-E) (%) d'engins non classés par région (ATE et MED) et année (1950-2013).

**Figure 6.** Prise nominale globale de Tâche I (t) du thon rouge de l'Ouest (BFT-W) (%) d'engins non classifiés par année (1950-2013).

**Figure 7.** Délimitations des zones géographiques pour les demandes de soumission des données agrégées de marquage électronique. Les zones représentent un modèle à huit boîtes, une modification des délimitations des zones géographiques proposée par Kerr et al. (SCRS/2014/170).

**Figure 8.** Zones géographiques agrégées avec des zones de frai à examiner dans une évaluation mixte des stocks. Les données des zones de reproduction peuvent être davantage agrégées dans les régions correspondantes de l'Est et l'Ouest pour un modèle d'évaluation à deux boîtes (p.ex. VPA-2box).

**Figure 9.** Formation mensuelle du type de bord des épines des nageoires de thon rouge (re-imprimée à partir de Luque et al., 2014). Les cellules sombres correspondent au bord opaque, les cellules claires au bord translucide et la fréquence représente la fréquence de chaque type de bord.

**Figure 10.** L'âge moyen par taille par intervalle de 10 cm pour les années 2009-2014.

**Figure 11.** Paires âge-longueur droite à la fourche de l'Ouest et paires âge-longueur utilisées dans la courbe de croissance de Restrepo et al. (2012) (les R oranges proviennent de Campana et ceux en bleu de Secor). Les cercles représentent des lacunes potentielles dans les données.

**Figure 12.** Superposition des informations d'âge-longueur droite à la fourche de l'Est (vert) et de l'Ouest (noir) pour la clé âge-taille classifiées dans des intervalles de 1 cm.

**Figure 13.** La médiane et la gamme d'interquartiles de longueur droite à la fourche par âge concernant les jeux de données de détermination de l'âge pour l'Est (rouge) et l'Ouest (bleu).

**Figure 14.** Distribution des échantillons d'âge par mois pour l'Ouest (A) et Est (B). Les lignes rouges correspondent à la distribution relative des débarquements en nombre par mois de 1960-2011.

**Figure 15.** Clé âge-taille proposée pour l'Est augmentée avec des échantillons de l'Ouest de plus 220 cm (en noir).

**Figure 16.** Clé âge-taille proposée pour l'Ouest augmentée avec des échantillons de l'Est inférieurs à 75 cm (en vert).

**Figure 17.** Probabilité d'origine occidentale comme une fonction de la longueur courbée à la fourche telle qu'elle a été établie au moyen d'analyses microchimiques. La zone ombrée correspond à l'intervalle de confiance de 95% autour de la moyenne globale (ligne vert clair). Chaque année est illustrée individuellement.

**Figure 18.** Probabilité d'origine occidentale comme une fonction de la longueur courbée à la fourche telle qu'elle a été établie au moyen d'analyses microchimiques des poissons disponibles dans les pêcheries canadiennes.

**Figure 19.** Clés âge-taille spécifiques au stock telles qu'elles ont été établies au moyen d'analyses microchimiques des otolithes.

**Figure 20.** Ébauche de la structure de la flottille par origine du stock. Il convient de noter que les flottilles ne sont pas toutes incluses, notamment les flottilles historiques. Les zones correspondent au modèle spatial à huit boîtes. La structure de la flottille ne divise pas la flottille au sein de la Méditerranée.

## APPENDICES

**Appendice 1.** Ordre du jour.

**Appendice 2.** Liste des participants.

**Appendice 3.** Liste des documents.

**Appendice 4.** Plan de travail destiné à créer une nouvelle prise par taille en se servant des nouvelles relations longueur/poids adoptées par le groupe d'espèces sur le thon rouge

**Appendice 5.** Domaines suggérés pour la base de métadonnées sur les pêcheries et le marquage-récupération.

## APÉNDICES

**Apéndice 1.** Orden del día

**Apéndice 2.** Lista de participantes.

**Apéndice 3.** Lista de documentos.

**Apéndice 4.** Plan de trabajo para generar una nueva captura por talla utilizando las nuevas relaciones talla/peso adoptadas por el Grupo de especies de atún rojo.

**Apéndice 5.** Campos sugeridos para la base de metadatos de pesquerías y marcado-recaptura.









**Table 3 BFT-E (Atlantic region):** Catalogue on Task-I vs Task-II major fishery (flag/gear combinations ranked by order of its T1 importance) and year (1980 to 2013). [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].

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	Rank	
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	1128	1	
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	1
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	2	
EU.España	BB	t2	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	ac	ac	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	2
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	3	
EU.España	TP	t2	ac	ac	ab	ab	ac	ab	ab	ab	ac	ac	ab	ac	ac	c	c	abc	b	a	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	3
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	4	
Maroc	TP	t2	-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	4
Maroc	PS	t1	54	46	462	24	213	458	323	828	692	709	660	150	884	490	855	871	179								5	
Maroc	PS	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1									5
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	6	
EU.France	TW	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	abc	abc	ab	ab	abc	abc	ab		6
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	7	
EU.France	BB	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	a	a	a	a	a	a	a	ab	7
Libya	LL	t1			312				576	477	511	450							47								8	
Libya	LL	t2			-1				-1	-1	-1	-1							-1									8
EU.Portugal	LL	t1		99	4	4	8		97	246	18	404	398	383	160	33	1	63	71	6	12	5			8	0	9	
EU.Portugal	LL	t2		a	a	-1	a		-1	a	a	-1	-1	a	a	a	a	ab	a	a	a	a	a			a	a	9
Chinese Taipei	LL	t1				6	20	4	61	226	350	222	144	304	158			10	4								10	
Chinese Taipei	LL	t2				-1	-1	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab				ab	ab								10
EU.France	UN	t1					25			75							263	818	189		5						11	
EU.France	UN	t2					-1			-1							-1	-1	-1		-1		-1	a				11
EU.France	GN	t1	42	47	74	497	21	144	253	3	72	71	57	68	6												12	
EU.France	GN	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1													12
EU.Portugal	BB	t1	12		0	2	219	34	80	447	252	5	2	2	7	1	8	6	0	1							13	
EU.Portugal	BB	t2	a		a	ab	ab	ab	abc	abc	ab	ab	a	a	a	ab	abc	ab	a	a				a				13
NEI (Flag related)	LL	t1		85	144	223	68	189	71	208	66																14	
NEI (Flag related)	LL	t2		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1																14
EU.Portugal	TP	t1						1	15	19	45	2	40	15	17	27	18	9	25	23	24	46	57	180	215	233	15	
EU.Portugal	TP	t2						-1	a	a	a	ab	ab	ab	ab	ab	b	b	b	b	b	b	ab	ab	b	ab	ab	15
China PR	LL	t1									85	103	80	68	39	19	41	24	42	72	119	42	38	36	36	38	16	
China PR	LL	t2									-1	a	a	a	a	a	a	a	a	ab	a	a	a	ab	a	a		16
Panama	LL	t1					1	19	550	255		1															17	
Panama	LL	t2					-1	-1	-1	-1	a	a																17
EU.España	HL	t1									162	28	33	126	61	63	109	87	11	4	10	6	2	19	19	25	21	18
EU.España	HL	t2									ab	ac	ac	ab	ac	ac	c	c	abc	ab	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	18
EU.España	TR	t1												151	68	39	112	195	125	0	1						19	
EU.España	TR	t2	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	bc	c	c	bc	abc	abc	abc							19
Korea Rep.	LL	t1					4	205	92	203			6	1			0	3									20	
Korea Rep.	LL	t2					-1	-1	a	a			a	a			a	a	-1									20
Libya	PS	t1											487														21	
Libya	PS	t2																										21
EU.France	PS	t1																223		153							22	
EU.France	PS	t2																-1		-1								22

Guinée Rep.	UN	t1						330																	23							
Guinée Rep.	UN	t2						-1																	23							
Maroc	LL	t1															2	8	16	273	1				24							
Maroc	LL	t2														-1	-1	-1	-1	-1					24							
Faroe Islands	LL	t1									67	104	118												25							
Faroe Islands	LL	t2									a	-1	-1												25							
Sierra Leone	LL	t1											93	118											26							
Sierra Leone	LL	t2											-1	a											26							
Maroc	GN	t1		31	3	6	4	13	10	13															27							
Maroc	GN	t2		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1															27							
EU.France	LL	t1				7											2					95	1		9	32	27	26	28			
EU.France	LL	t2				-1											-1						a		a	a	a	-1	-1	28		
EU.Ireland	TW	t1									16	50	20	6	15	3	1	1	2	0	1	1	1	2	4	10	13		29			
EU.Ireland	TW	t2									-1	-1	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	abc	ab	ab	abc	29			
EU.España	LL	t1		32	32																									30		
EU.España	LL	t2		-1	-1																									30		
EU.Portugal	SU	t1		14	18		34	19	12	0																				31		
EU.Portugal	SU	t2		a	a		a	a	a	a																				31		
NEI (ETRO)	UN	t1		74	4																									32		
NEI (ETRO)	UN	t2		-1	-1																									32		
EU.Denmark	UN	t1		0	0			37	0	0																				33		
EU.Denmark	UN	t2		-1	-1			-1	-1	-1																				33		
Iceland	LL	t1										1	27																	34		
Iceland	LL	t2										a	a																	34		
EU.España	UN	t1				2			2					3	8	9														35		
EU.España	UN	t2				a		a	a					a	-1	-1		a												35		
EU.Ireland	LL	t1										14	2	1																36		
EU.Ireland	LL	t2										-1	-1	-1																36		
Panama	PS	t1												12																37		
Panama	PS	t2												-1																37		
EU.United Kingdom	LL	t1										0		10																38		
EU.United Kingdom	LL	t2										-1		-1																38		
EU.Portugal	TW	t1								7																				39		
EU.Portugal	TW	t2								a																				39		
Iceland	TW	t1											1																	40		
Iceland	TW	t2										a																2		4	40	
EU.France	TR	t1					2																			0	0	0		3	41	
EU.France	TR	t2					-1																			-1	-1	-1		-1	41	
EU.Ireland	GN	t1											3	1	0	1															42	
EU.Ireland	GN	t2											-1	-1	a	a															42	
Norway	PS	t1												5																0	43	
Norway	PS	t2												-1																-1	43	
ICCAT (RMA)	UN	t1																											1	4	44	
ICCAT (RMA)	UN	t2																											-1	-1	44	
EU.United Kingdom	TW	t1											1	2	0																45	
EU.United Kingdom	TW	t2											-1	-1	-1																45	
EU.France	HL	t1																													46	
EU.France	HL	t2																											4	-1	46	
EU.Portugal	PS	t1														0														0	1	47
EU.Portugal	PS	t2					a						a																	a	a	47
Iceland	UN	t1																												2		48











**Table 5 BFT-W:** Catalogue on Task I vs Task II major fishery (flag/gear combinations ranked by order of its T1 importance) and year (1980 to 2013). [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].

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	Rank	I(1990-13)	%	%cum	legend (t2)			
BFT	ATW	CP	U.S.A.	RR	t1	752	696	324	540	462	844	840	931	777	760	683	1244	1523	991	716	425	376	634	658	860	682	592	568	381	1	17261	31.51%	32%				
BFT	ATW	CP	U.S.A.	RR	t2	ab	ab	abc	ab	ab	ab	b	ab	ab	ab	ab	abc	ab	ab	ab	ab	abc	abc	abc	abc	abc	bc	bc	bc	1				a	no T2 data		
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	2	10175	18.57%	50%	b	t2sz		
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	2				c	cas only		
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	3	7334	13.39%	63%				
BFT	ATW	CP	Canada	RR	t2	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	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	190	4	5597	10.22%	74%				
BFT	ATW	CP	U.S.A.	LL	t2	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	ab	abc	ab	ac	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	5	4000	7.30%	81%				
BFT	ATW	CP	U.S.A.	PS	t2	b	b	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	b	b	c	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	6	3344	6.11%	87%				
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	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	7	1886	3.44%	91%				
BFT	ATW	CP	U.S.A.	HP	t2	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	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	1408	2.57%	93%		
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	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	9	911	1.66%	95%				
BFT	ATW	CP	Canada	LL	t2	ab	a	a	a	ab	ab	ab	ab	ab	ab	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	10	775	1.41%	96%				
BFT	ATW	CP	Canada	TP	t2	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	abc	abc	ac	ac	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	abc	10							
BFT	ATW	NCO	NEI (Flag related)	LL	t1								2			429	270	49											11	750	1.37%	98%					
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	12	554	1.01%	99%			
BFT	ATW	CP	Canada	HP	t2				ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	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	52	23	13	279	0.51%	99%					
BFT	ATW	CP	Mexico	LL	t2				ab	b	ab	ab	ab	ab	ab	bc	b	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	13								

BFT	ATW	NCO	Cuba	LL	t1										74	11	19	27	19							14		150	0.27%	99%								
BFT	ATW	NCO	Cuba	LL	t2										ab	-1	-1	-1	-1	-1																		
BFT	ATW	NCO	Sta. Lucia	HL	t1	14	14	14	2	43	9																		96	0.18%	100%							
BFT	ATW	NCO	Sta. Lucia	HL	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1																											
BFT	ATW	NCO	NEI (ETRO)	LL	t1	24	23	17																					64	0.12%	100%							
BFT	ATW	NCO	NEI (ETRO)	LL	t2	-1	-1	-1																														
BFT	ATW	CP	Korea Rep.	LL	t1													1	52										53	0.10%	100%							
BFT	ATW	CP	Korea Rep.	LL	t2													-1	-1																			
BFT	ATW	CP	FR.St Pierre et Miquelon	LL	t1										3	1	10	5												36	0.07%	100%						
BFT	ATW	CP	FR.St Pierre et Miquelon	LL	t2										-1	-1	-1	-1					4	3	2	8	0	0										
BFT	ATW	CP	Brazil	LL	t1	1																																
BFT	ATW	CP	Brazil	LL	t2	a	a	a			0	0								13								1		5								
BFT	ATW	NCO	Argentina	TW	t1																0						19											
BFT	ATW	NCO	Argentina	TW	t2																						a											
BFT	ATW	CP	Canada	TR	t1																									16								
BFT	ATW	CP	Canada	TR	t2																																	
BFT	ATW	CP	U.S.A.	UN	t1	1	2	1	1	2	1	3	2	1	0	0	0																					
BFT	ATW	CP	U.S.A.	UN	t2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1							0														
BFT	ATW	NCC	Chinese Taipei	LL	t1						4	2																										
BFT	ATW	NCC	Chinese Taipei	LL	t2						ab	ab	ab		a																							
BFT	ATW	CP	UK.Bermuda	RR	t1					1	2	2																		0		1						
BFT	ATW	CP	UK.Bermuda	RR	t2							-1	-1	a																-1		-1						
BFT	ATW	CP	U.S.A.	GN	t1			0			1	4																										
BFT	ATW	CP	U.S.A.	GN	t2	a	a	a			a	a	a		a																0							
BFT	ATW	CP	Canada	UN	t1																					4												
BFT	ATW	CP	Canada	UN	t2																					-1			0									
BFT	ATW	CP	UK.Bermuda	UN	t1										1	1	1	1	0																			
BFT	ATW	CP	UK.Bermuda	UN	t2										-1	-1	-1	-1	-1																			
BFT	ATW	NCO	Sta. Lucia	UN	t1					3																												
BFT	ATW	NCO	Sta. Lucia	UN	t2						-1																											
BFT	ATW	NCO	Argentina	UN	t1	2																																
BFT	ATW	NCO	Argentina	UN	t2	-1																																
BFT	ATW	CP	FR.St Pierre et Miquelon	UN	t1															1																		
BFT	ATW	CP	FR.St Pierre et Miquelon	UN	t2																																	
BFT	ATW	CP	UK.Bermuda	LL	t1																																	
BFT	ATW	CP	UK.Bermuda	LL	t2																					0												
BFT	ATW	CP	U.S.A.	TW	t1																							ab										
BFT	ATW	CP	U.S.A.	TW	t2			a		a																												
BFT	ATW	CP	Canada	GN	t1																																	
BFT	ATW	CP	Canada	GN	t2																																	
BFT	ATW	CP	Panama	LL	t1																																	
BFT	ATW	CP	Panama	LL	t2																																	
BFT	ATW	NCO	ICCAT (RMA)	UN	t1																																	
BFT	ATW	NCO	ICCAT (RMA)	UN	t2																																	
BFT	ATW	CP	EU.United Kingdom	GN	t1																																	
BFT	ATW	CP	EU.United Kingdom	GN	t2																																	
BFT	ATW	CP	EU.Portugal	LL	t1																																	
BFT	ATW	CP	EU.Portugal	LL	t2																																	

**Table 6.** Task II actual size data available in ICCAT (major CPCs, by stock) scheduled to be revised before the 2015 SCRS meeting.

Species	Stock/area	FlagName	GearGrp	Action
BFT-E	ATE	Japan	LL	Same BFTW
		EU.España	BB	OK (updated)
		EU.España	TP	check series
		Maroc	TP	no more data
		Maroc	PS	no more data
		EU.France	TW	revise T2SZ
		EU.France	BB	revise T2SZ
		Libya	LL	goes to MED
		EU.Portugal	LL	check if MADRA/MNLAND
		Chinese Taipei	LL	send letter requesting T2SZ rev
		EU.France	UN	by gear allocation T1NC/T2SZ
		EU.France	GN	revise T2SZ
		EU.Portugal	BB	OK (no need to revise)
		MED		EU.France
EU.Italy	PS			no more T2SZ
Turkey	PS			no more T2SZ
Tunisie	PS			no more T2SZ
EU.España	PS			no more T2SZ
EU.Croatia	PS			no more T2SZ
EU.Italy	LL			send letter req. T2SZ data gaps
Libya	PS			no more T2SZ
EU.España	LL			try to get missing data gaps
Algerie	UN			see T1
Libya	LL			?
Algerie	PS			no more T2SZ
Panama	LL			
Japan	LL			as BFTW
EU.Italy	SP			send letter req. T2SZ data gaps
EU.Greece	HL			send letter req. T2SZ data gaps
NEI (combined)	UN			not available
Maroc	HL			some indiv. T2SZ data on W (see GBYP)
EU.Malta	LL			rev. T2SZ >=2005
EU.Italy	TP			send letter req. T2SZ data gaps
Chinese Taipei	LL	send letter req. T2SZ data gaps		
EU.France	UN	??		
BFT	ATW	U.S.A.	RR	recent years
		Japan	LL	revise CAS >1975
		Canada	RR	revise T2SZ/CAS >1981
		U.S.A.	LL	recent years
		U.S.A.	PS	Revise T2SZ/CAS <1970
		Canada	TL	revise T2SZ/CAS >1981
		U.S.A.	HP	recent years
		U.S.A.	HL	recent years
		Canada	LL	revise T2SZ/CAS >1981
		Canada	TP	revise T2SZ/CAS >1981
		Canada	HP	revise T2SZ/CAS >1981
		Mexico	LL	OK (updated recently)

**Table 7.** Structural heterogeneity in the T2SZ datasets of BFT (number of datasets in all ICCAT-DB) by Stock/area (1950-2013), with various metadata parameters (frequency types, class intervals/boundaries, time-area strata). Cells colors (yellow(low)->green(high)) indicate the relative importance of each cell in the 579 datasets.

Stock	Area	LorW	Freq. type	SzInterval	ClassLimit	TimeStrata / GeoStrata												TOTAL			
						mm					qq					yy					
						10x10	1x1	5x10	5x5	ICCAT	LatLon	10x10	10x20	1x1	5x10	5x5	ICCAT		1x1	5x5	ICCAT
BFT-E	ATE	LEN(cm)	CFL	5 II														2			
			FL	1 cp															2		
				II																	35
				ul																	4
				un																	5
				2 II																	11
				ul																	2
				un																	6
				5 II																	16
				ul																	1
				un																	2
				SFL	1 II																1
				TL	1 cp																2
				II																	2
				WGT-FL	1 II																1
				5 un																	1
			MED	LEN(cm)	WGT(kg)	WGT	1 II														5
						ul															1
						un															3
						2 un															
	10 un																		1		
AGE	1 un																		5		
CFL	1 II																		6		
	un																		2		
FL	1 cp																		4		
	II																		87		
	ul																		1		
	un																		19		
	2 II																3				
	ul																3				
	un																5				
	5 cp																5				
	II																68				
	ul																3				
	un																25				
	10 un																2				
	LFL	5 II																1			
	TL	5 II																1			
	ul																	1			
	WGT-FL	1 II																9			

			WGT(kg)	WGT	1 II		5				1		1	1	8						
					ul			6							6						
					un		1	1					1		3						
					5 II		1	2		1	1		2		7						
					ul						1	1			2						
					un			1						2	3						
					10 II		1								1						
<b>BFT-W</b>	<b>ATW</b>	<b>LEN(cm)</b>	<b>CFL</b>		1 cp			7	14						21						
					II				1						1						
					un		1		9						10						
					5 un								1		1						
			CPFFL		1 cp			1	1						2						
			FL		1 cp			3	17					1	21						
					II	6	5	11	12	1					36						
					ul				2						4						
					un	5	1	11	7	16		1		1	44						
					2 ul				1						1						
					un	1	2	2	6			1	1	1	14						
					5 II		1								1						
					ul				1						2						
					un					3		1			5						
					10 II				1						1						
			LD1		1 cp				1						1						
			WGT-FL		1 cp				1						1						
			WGT(kg)	WGT	1 cp				1						1						
					II		1				1				1						
					ul							1			1						
					un		2		8			1			11						
					2 un			1	4						5						
					5 un				4						4						
					10 un		1		2					2	5						
<b>TOTAL</b>						20	109	37	143	102	1	4	6	18	17	32	20	38	6	26	579

**Table 8.** Summary results obtained for Atlantic bluefin tuna biometric relationships by stock. Independent and dependent function variables (X and Y), number of specimens (n), parameters of the linear and nonlinear equations and coefficient of determination (r<sup>2</sup>). Straight fork length (SFL), curved fork length (CFL), straight first dorsal fin length (LD1), head length (HeadL), preopercular length (PreopL), round weight (RWT), gutted weight (GWT), gutted and gilled weight (GGWT), gutted, gilled and tailed weight (GGTWT) and dressed Weight (DWT). Table includes standardized weight – length relationships (RWT\_std - SFL\_std). All size units are in centimeters (cm) and weigh in kilograms (kg).

Weight-length relationships / stock unit	X	Y	X range	Y range	n	Months sampled	alpha	beta	r <sup>2</sup>	Residual standard error	Method
<b>West - Atlantic bluefin tuna</b>											
Size conversion factors											
SFL = alpha + beta*CFL	CFL cm	SFL cm	55-275	53-265	1035	3, 6 to 10	1.85746	0.9606	0.991004	2.564565	Fit Robust Estimate
CFL = alpha + beta*SFL	SFL cm	CFL cm	53-265	55-274	1035	3; 6 to 10	-0.8319	1.03141	0.991004	2.670115	Fit Robust Estimate
Weight conversion factors											
RWT = alpha + beta*DWT	DWT kg	RWT kg	93-637	70-514	1960	7 to 10	6.19709	1.23034	0.976003	12.58053	Fit Robust Estimate
DWT = alpha + beta*RWT	RWT kg	DWT kg	70-514	93-637	1960	7 to 10	0.29114	0.79671	0.976003	10.13543	Fit Robust Estimate
Weight - size relations											
RWT_std = alpha*SFL_std^beta	SFL cm	RWT kg	53-353	4-637	51204	1 to 12	1.77054E-05	3.001252	na	30.650867	nonlinear fit weight CV RWT
RWT = alpha*CFL^beta	CFL cm	RWT kg	56-338	4-637	2977	3, 6 to 10	4.94442E-05	2.809410309	na	32.624945	Nonlinear fit Gauss-Newton
DWT = alpha*CFL^beta	CFL cm	DWT kg	127-366	25-514	49344	1 to 12	8.31E-06	3.078036913	na	24.749856	Nonlinear fit Gauss-Newton
GGTWT = alpha*SFL^beta	SFL cm	GGTWT kg	92-289	11-403	2324	1 to 3, 9 to 12	1.27354E-05	3.049097895	na	18.241847	Nonlinear fit Gauss-Newton
<b>East - Atlantic bluefin tuna</b>											
Size conversion factors											
LD1 = alpha + beta*SFL	SFL cm	LD1 cm	56-300	17-71	636	2 to 8, 10 and 11	5.68911	0.25426	0.97762	2.051968	Fit Robust Estimate
CFL = alpha + beta*SFL	SFL cm	CFL cm	78-242	84-252	222	6 and 7	-1.887	1.05065	0.989565	4.121014	Fit Robust Estimate
SFL = alpha + beta*LD1	LD1 cm	SFL cm	17-71	56-300	636	2 to 8, 10 and 11	-19.733	3.86483	0.97762	8.063375	Fit Robust Estimate
CFL = alpha + beta*LD1	LD1 cm	CFL cm	24-71	84-283	312	5 to 7	-27.832	4.12726	0.963645	8.838777	Fit Robust Estimate
LD1 = alpha + beta*CFL	CFL cm	LD1 cm	84-283	24-71	312	5 to 7	7.9182	0.23547	0.963645	2.116302	Fit Robust Estimate
SFL = alpha + beta*CFL	CFL cm	SFL cm	84-252	78-242	222	6 and 7	2.94574	0.94419	0.989565	3.885642	Fit Robust Estimate
HeadL = alpha + beta*CFL	CFL cm	HeadL cm	84-284	22-74	306	5 and 7	4.40413	0.22418	0.865423	3.048081	Fit Robust Estimate
PreOP = alpha + beta*CFL	CFL cm	PreOP cm	153-284	33-74	294	5	1.09339	0.18922	0.646239	3.099589	Fit Robust Estimate
PreOP = alpha + beta*HeadL	HeadL cm	PreOP cm	38-74	33-74	294	5	-2.2179	0.83582	0.782967	2.427795	Fit Robust Estimate
Weight conversion factors											
GWT = alpha + beta*RWT	RWT kg	GWT kg	0.3-370	0.3-358	236	5 to 11	-0.2169	0.95401	0.999741	1.090203	Fit Robust Estimate
GGWT = alpha + beta*RWT	RWT kg	GGWT kg	3-300	2.8-239	187	5 to 8, 10	1.29846	0.74208	0.991269	5.918475	Fit Robust Estimate
RWT = alpha + beta*GGWT	GGWT kg	RWT kg	2.8-239	3-300	187	5 to 8, 10	-1.6151	1.33725	0.991269	7.811807	Fit Robust Estimate
RWT = alpha + beta*GWT	GWT kg	RWT kg	0.3-358	0.3-370	236	5 to 11	0.23115	1.04789	0.999741	1.140367	Fit Robust Estimate

Weght - size relations

RWT = $\alpha \cdot \text{SFL}^\beta$	SFL cm	RWT kg	27-300	0.25-513	74272	1 to 12	3.50801E-05	2.878451	na	15.965446	Nonlinear fit weight CV RWT
GGTWT = $\alpha \cdot \text{SFL}^\beta$	SFL cm	GGTWT kg	75-281	8-362	8034	1, 8 to 12	4.58875E-05	2.807655448	na	13.407286	Nonlinear fit Gauss-Newton
GGWT = $\alpha \cdot \text{SFL}^\beta$	SFL cm	GGWT kg	55-289	2.8-385	3469	1 to 12	0.00010655	2.630105202	na	14.248998	Nonlinear fit Gauss-Newton
GGWT = $\alpha \cdot \text{CFL}^\beta$	CFL cm	GGWT kg	94-289	10-338	4962	4 to 8	2.54806E-05	2.893777208	na	15.35662	Nonlinear fit Gauss-Newton
GGWT = $\alpha \cdot \text{LD1}^\beta$	LD1 cm	GGWT kg	29-76	20-350	2044	5 to 7, 9	0.003845665	2.621073451	na	21.819718	Nonlinear fit Gauss-Newton
RWT = $\alpha \cdot \text{LD1}^\beta$	LD1 cm	RWT kg	17-79	3-425	2796	2 to 8, 10 to 11	0.001120971	2.917952841	na	20.019236	Nonlinear fit Gauss-Newton

---

**Table 9.** Estimated coefficients alpha and beta for the monthly weight-size relationship for Atlantic Bluefin tuna ( $RWT\_std\_M = \alpha * SFL\_std^{(\beta_{lsMonth})}$ ). All functions correspond to straight fork length (SFL) cm and round weight (RWT) kg.

	West - ABFT		East - ABFT	
	alpha	beta <sub>lsMonth</sub>	alpha	beta <sub>lsMonth</sub>
<b>January</b>	1.77054E-05	2.997890751	3.50801E-05	2.877670280
<b>February</b>	1.77054E-05	3.002926875	3.50801E-05	2.875859708
<b>March</b>	1.77054E-05	3.008338232	3.50801E-05	2.875496669
<b>April</b>	1.77054E-05	3.016185296	3.50801E-05	2.879610235
<b>May</b>	1.77054E-05	2.998831057	3.50801E-05	2.886913883
<b>June</b>	1.77054E-05	2.988583730	3.50801E-05	2.883091788
<b>July</b>	1.77054E-05	2.992473629	3.50801E-05	2.871533069
<b>August</b>	1.77054E-05	2.998237612	3.50801E-05	2.872001949
<b>September</b>	1.77054E-05	3.001723945	3.50801E-05	2.875773090
<b>October</b>	1.77054E-05	3.007748588	3.50801E-05	2.876331652
<b>November</b>	1.77054E-05	3.004938062	3.50801E-05	2.877162829
<b>December</b>	1.77054E-05	2.995969850	3.50801E-05	2.885294870

**Table 10.** Inventory of electronic tags deployed on bluefin tuna.

Investigator	Archival	Archival_pop-up	External	Internal Archival	MINI PAT	MINIPAT	PAT	Pop-up	PSAT	Unknown	Total
Antonio Medina							1				1
AZTI		5		15	13						33
Barbara Block	1305	143		21				34	280		1783
Barbara Block/GBYP	2			1							3
Dr. Paolo Antonetti				1							1
Enrique Rodriguez-Marín	11							1			12
Francisco Javier Abascal Crespo								18			18
GBYP	1	0	1	37	63	0	0	0	0	1	103
Jean Marc Fromentin		26									26
John Neilson								18			18
Molly Lutcavage	128	71					6	74	144		423
NRIFSF/Itoh				1						75	76
Prof. Gregorio De Metrio		34									34
Sergi Tudela				10	19			21			50
UCA								1			1
WWF				5	26			3			34
WWF or GBYP					13	7		5			25
NOAA_Craig_Brown											
Alex Hanke											



**Table 11.** Metadata to be provided by cooperators submitting electronic tagging data.

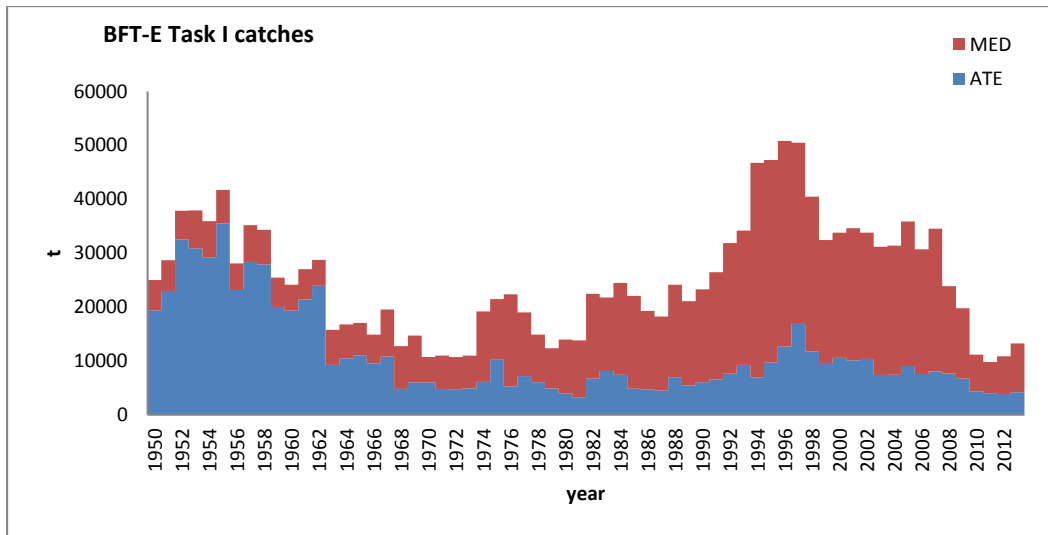
Data_Field
ElectronicTagID
TagType
ReDate
ReLonX
ReLatY
ReSize
ReMeasurementType
ReMeasurementUnit
RcDate
RcLonX
RcLatY
RcSize
RcMeasurementType
RcMeasurementUnit
Age
IDMethod
StockID
TagRecoveryMethod
Disposition
PrincipalInvestigator

**Table 12.** Summarized migration data format to be provided by cooperating investigators.

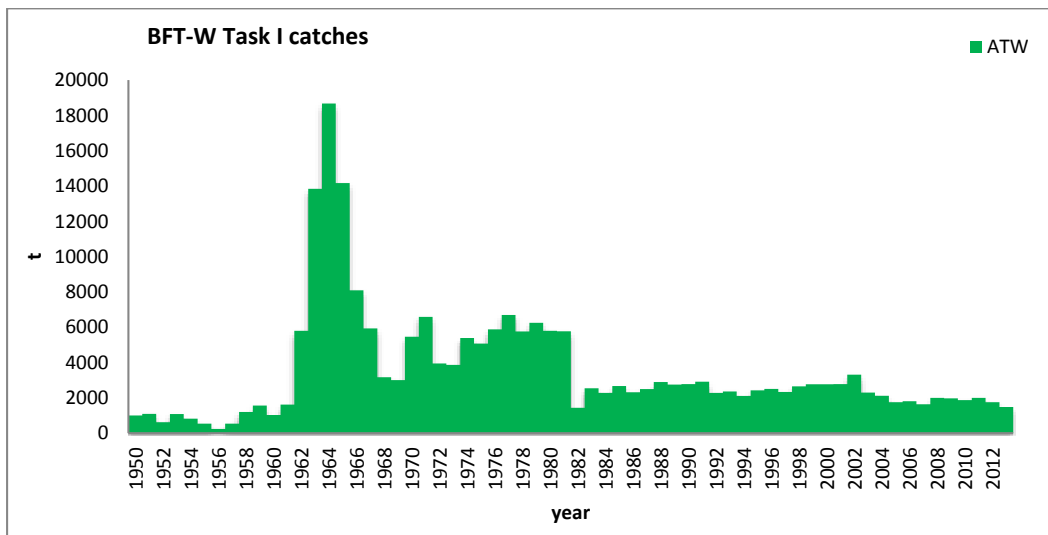
DataField	Description
ElectronicTagID	
Year	
Month	
BFT_Area	Bluefin Area (8 box model, Figure 1)
NumberDays	Number of days in area by sequential month and year

**Table 13.** Example of metadata and summarized migration data for an electronically tagged bluefin.

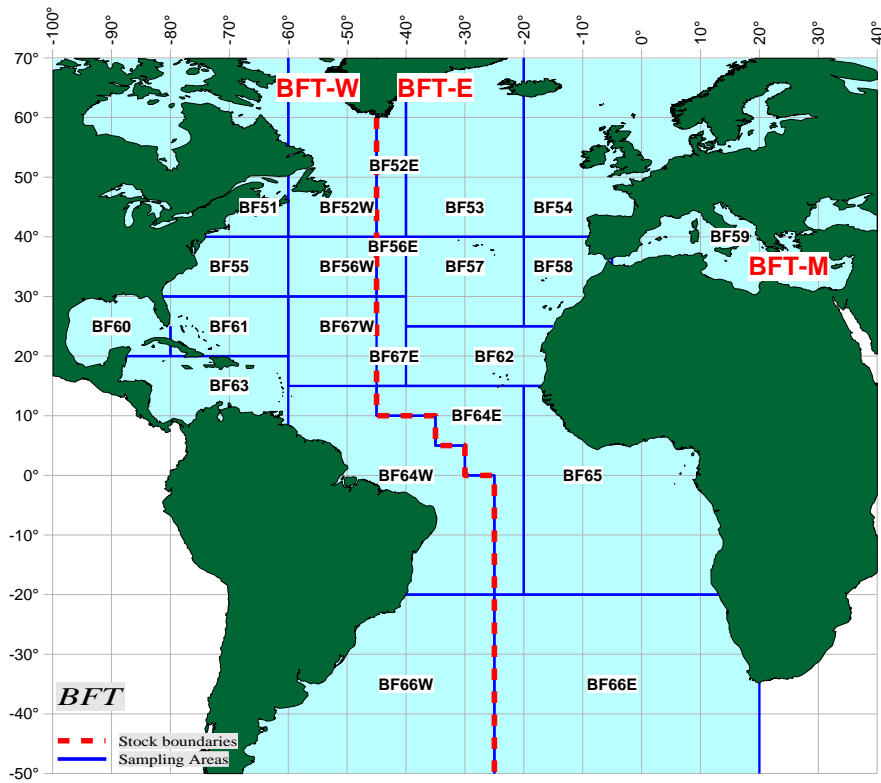
TagID	TagType	ReDate	ReLonX	ReLatY	ReSize	ReSizeType	ReSizeUnit	RcDate	RcSize	RcLonX	RcLatY	RcSizeType	RcSizeUnit	Age	IDMethod	StockID	RecoveryMethod	Disposition	Investigator
BFT0001	Archival	5/15/2013	-80	22	240	CFL	CM	2/15/2014	280	-82	26	CFL	CM	5	Spawning	West	Fishery	Harvested	NOAA
TagID	Year	Month	BluefinArea	NumberDays															
BFT0001	2013	5	GOM	15															
BFT0001	2013	5	WATL	15															
BFT0001	2013	6	WATL	30															
BFT0001	2013	7	WATL	31															
BFT0001	2013	8	WATL	19															
BFT0001	2013	8	GSL	12															
BFT0001	2013	9	GSL	30															
BFT0001	2013	10	GSL	31															
BFT0001	2013	11	GSL	30															
BFT0001	2013	12	GSL	5															
BFT0001	2013	12	WATL	26															
BFT0001	2014	1	WATL	2															
BFT0001	2014	1	GOM	29															
BFT0001	2014	2	GOM	15															



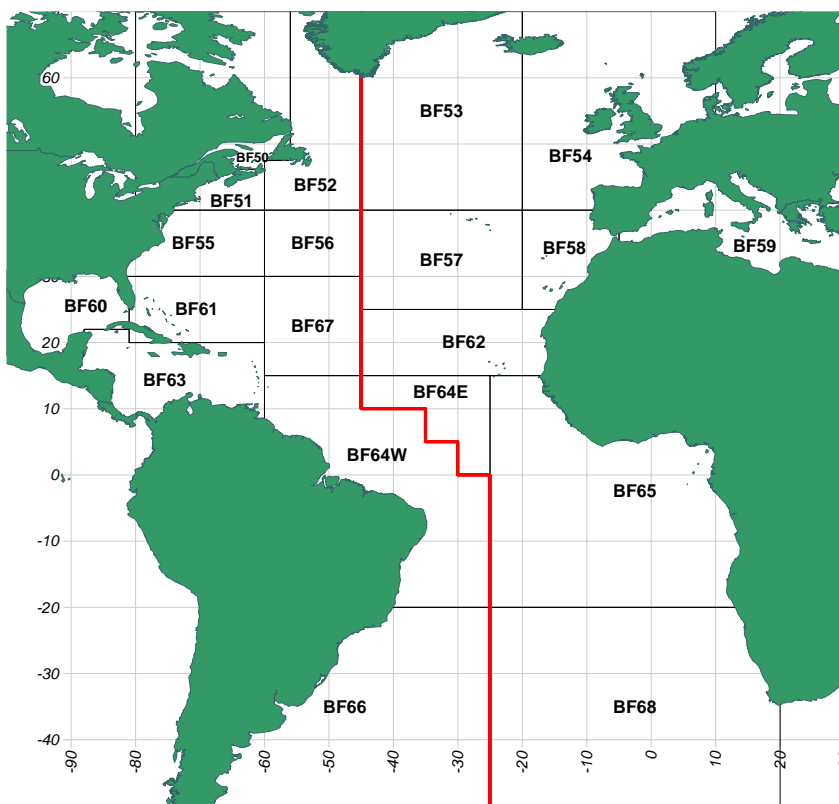
**Figure 1.** Eastern BFT (BFT-E) overall Task-I nominal catch (t) by region (AT-NE and MED) and year (1950-2013).



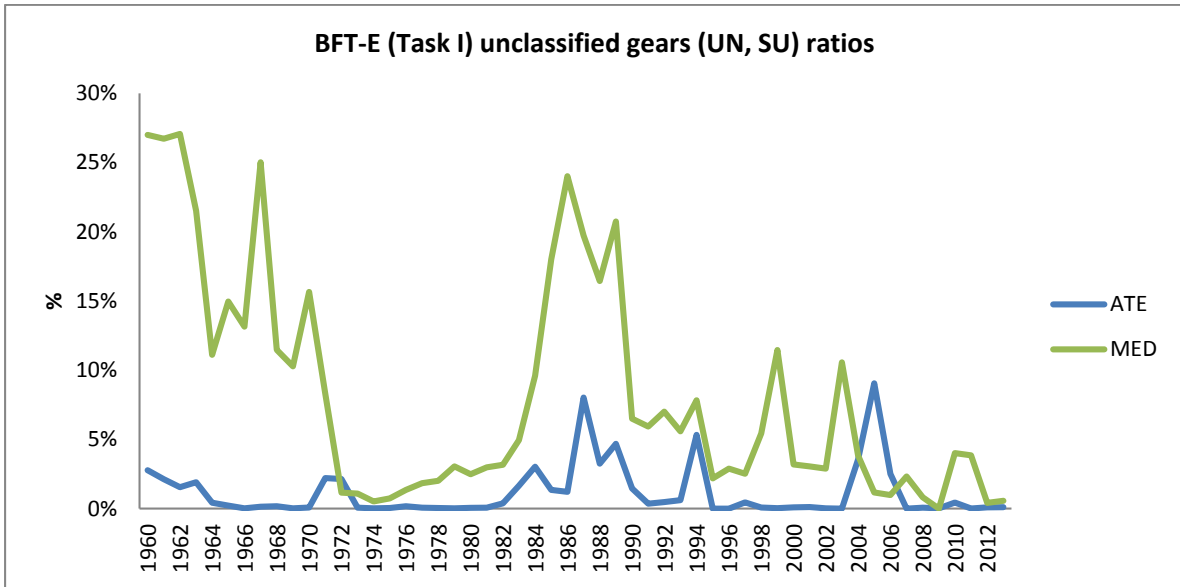
**Figure 2.** Western BFT (BFT-W) overall Task-I nominal catch (t) year (1950-2013).



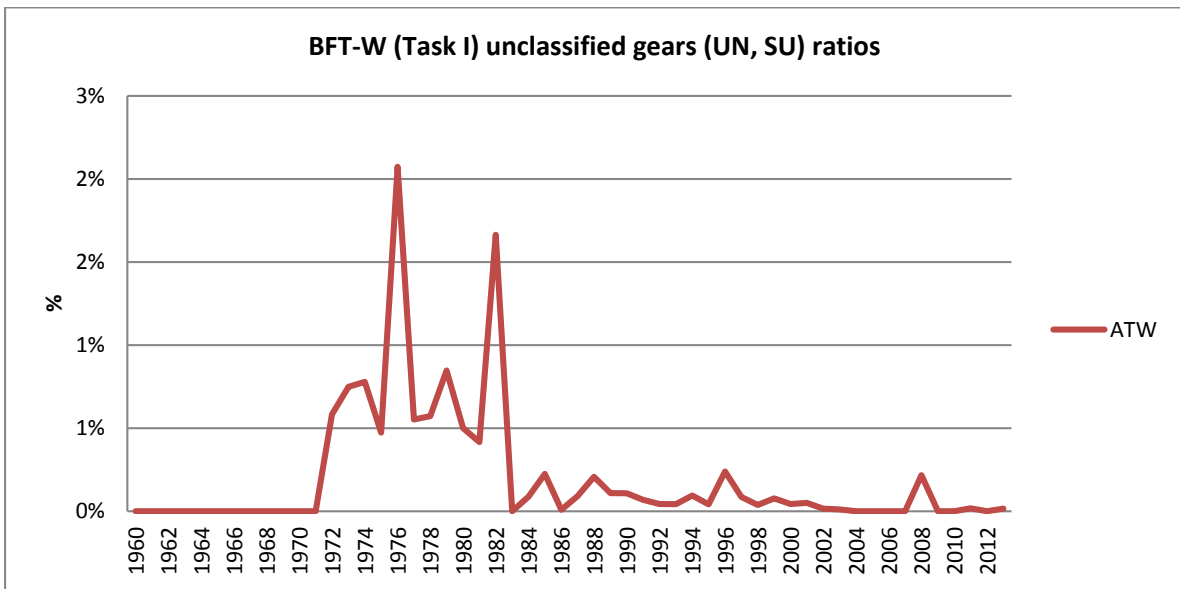
**Figure 3.** Current bluefin tuna statistical sampling areas.



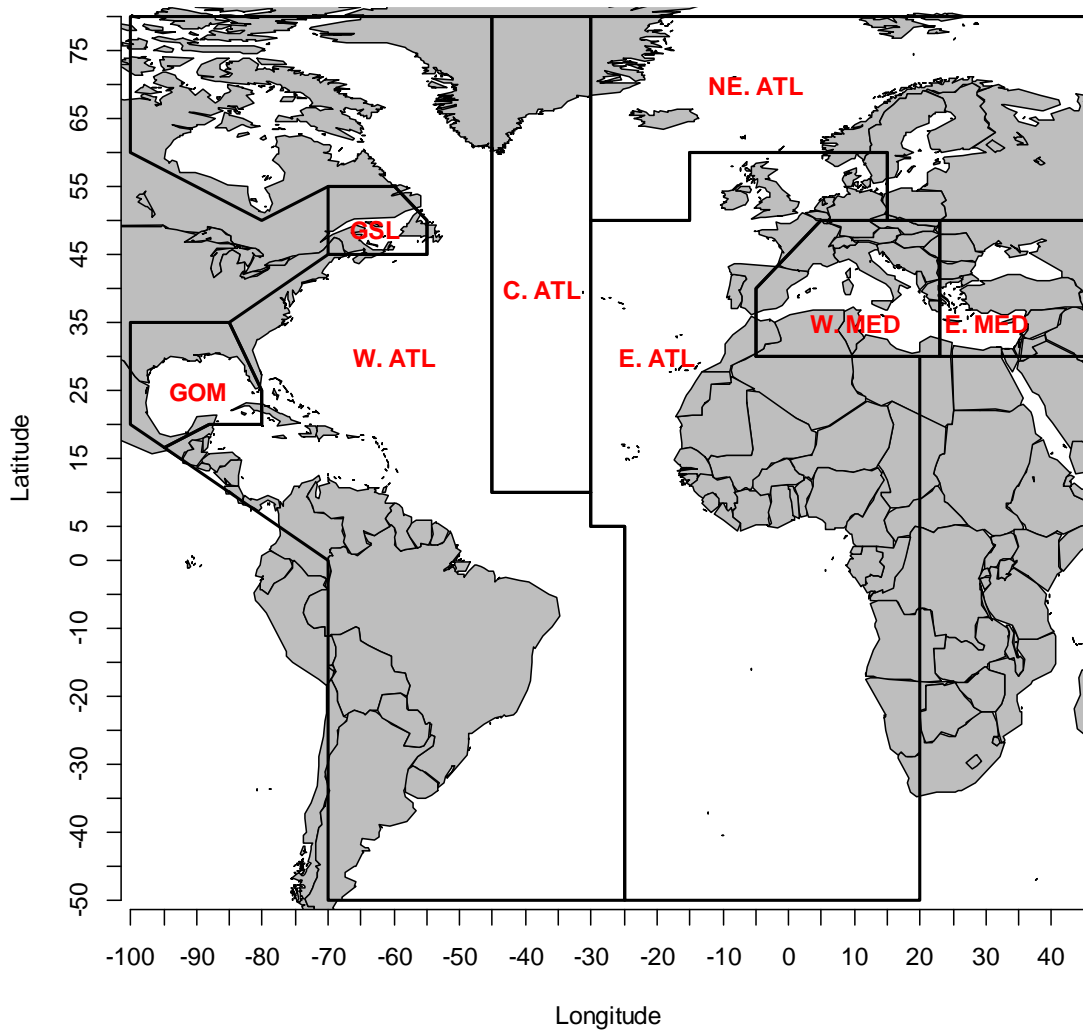
**Figure 4.** New statistical sampling areas for bluefin tuna. Red line is the boundary between west and east stock units, Gulf of Saint Lawrence correspond to the new BF50 sampling area.



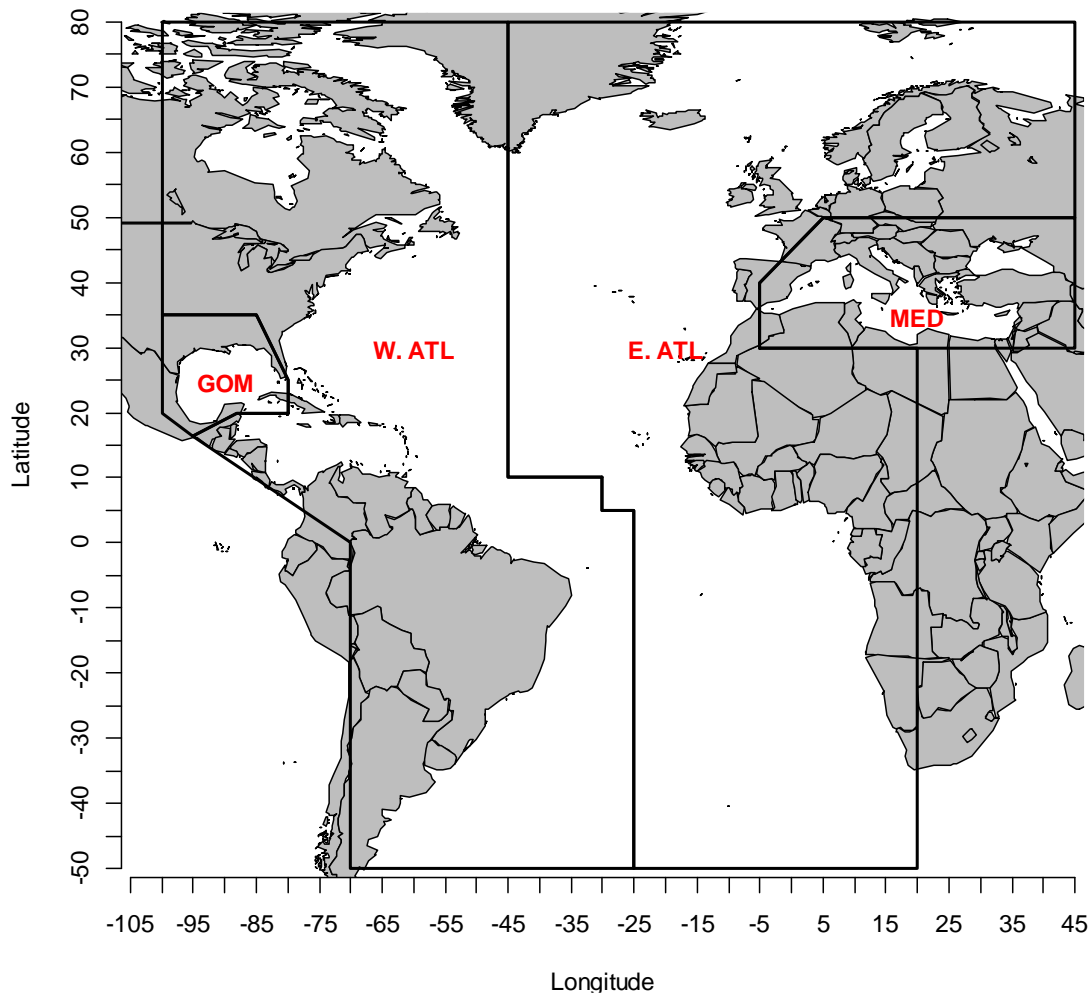
**Figure 5.** Eastern BFT (BFT-E) overall Task-I nominal catch (%) of unclassified gears by region (ATE and MED) and year (1950-2013).



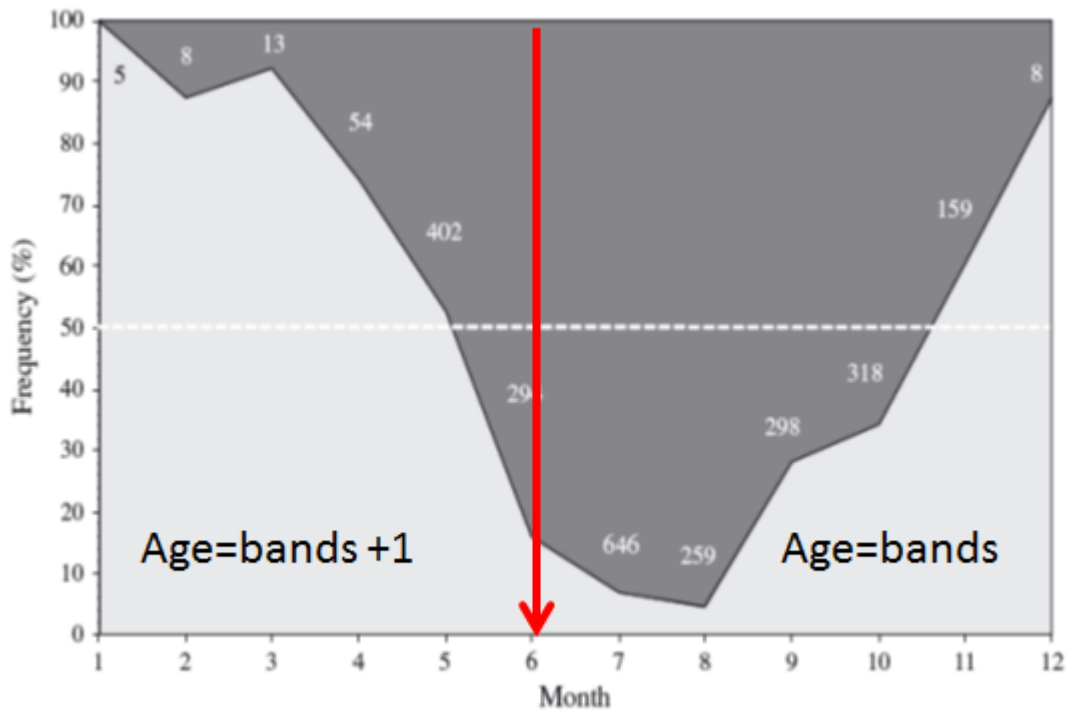
**Figure 6.** Western BFT (BFT-W) overall Task-I nominal catch (%) of unclassified gears by year (1950-2013).



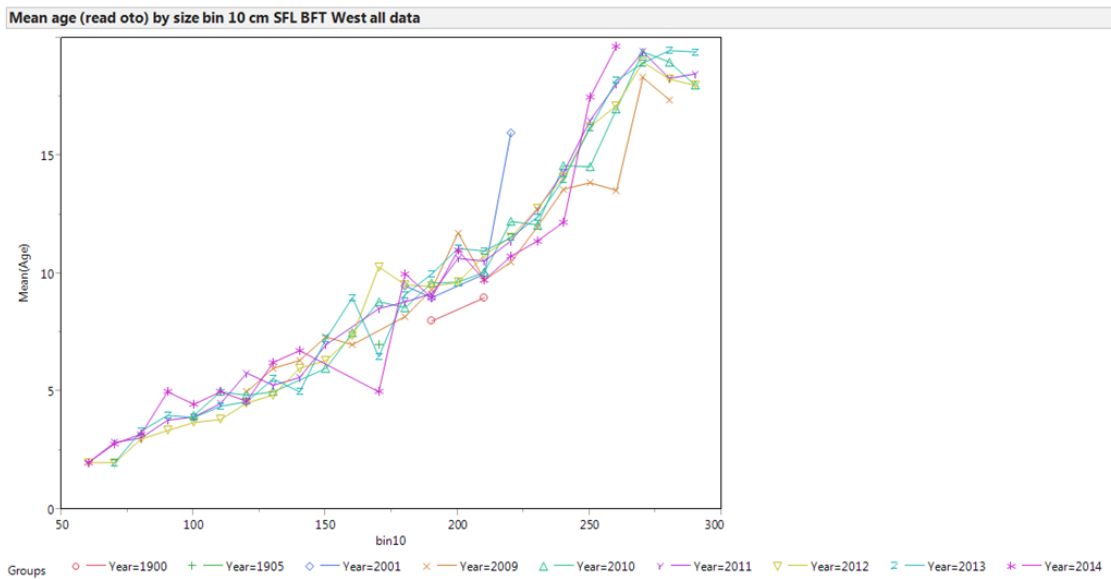
**Figure 7.** Geographic area delineations for submission requests of aggregated electronic tagging data. The areas represent an eight box model, a modification of the geographic area delineations proposed by Kerr *et al.* (SCRS/2014/170).



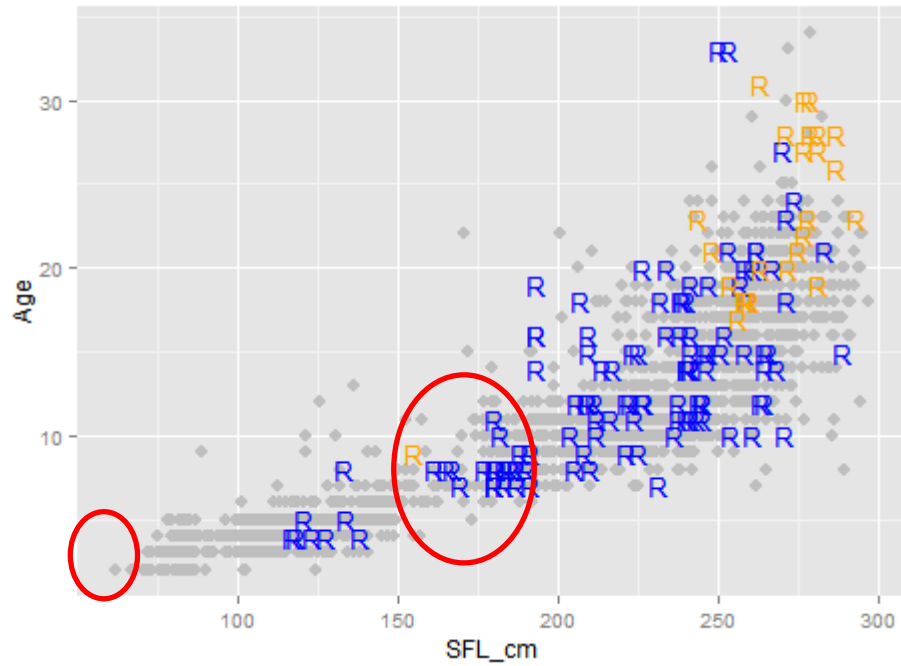
**Figure 8.** Aggregated geographic areas with spawning grounds for consideration in a mixed stock assessment. Data from the spawning areas can be further aggregated into the corresponding east and west regions for a 2-box assessment model (e.g., VPA-2box).



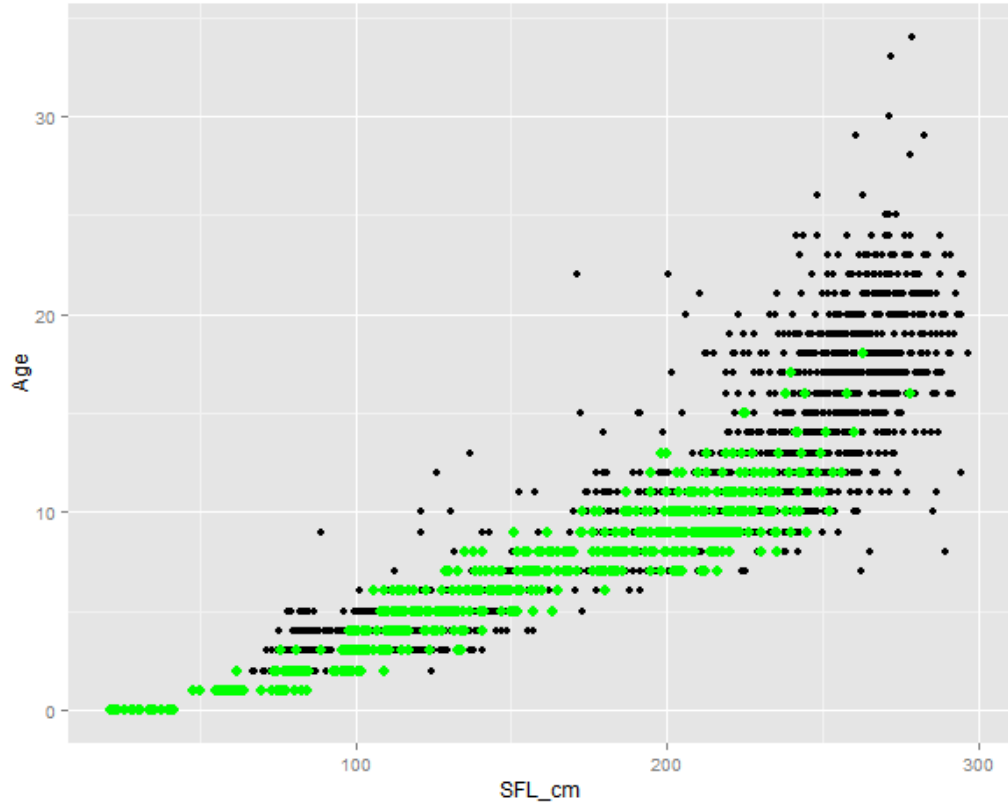
**Figure 9.** Monthly formation of edge type in bluefin tuna fin spines (reprinted from Luque et al., 2014). Dark shading is the opaque edge and light is the translucent edge and the frequency represents the frequency of each edge type.



**Figure 10.** Mean age at size at 10 cm bins for the years 2009-2014.

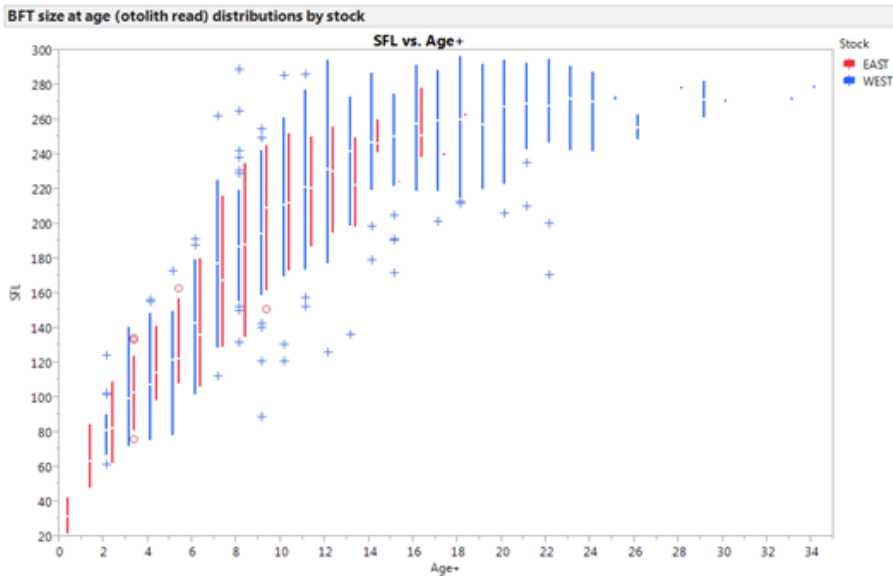


**Figure 11.** West straight fork length and age pairs and the length-age pairs used in the Restrepo *et al* (2012) growth curve (orange 'R' are from Campana and blue from Secor). Circles represent potential data gaps.

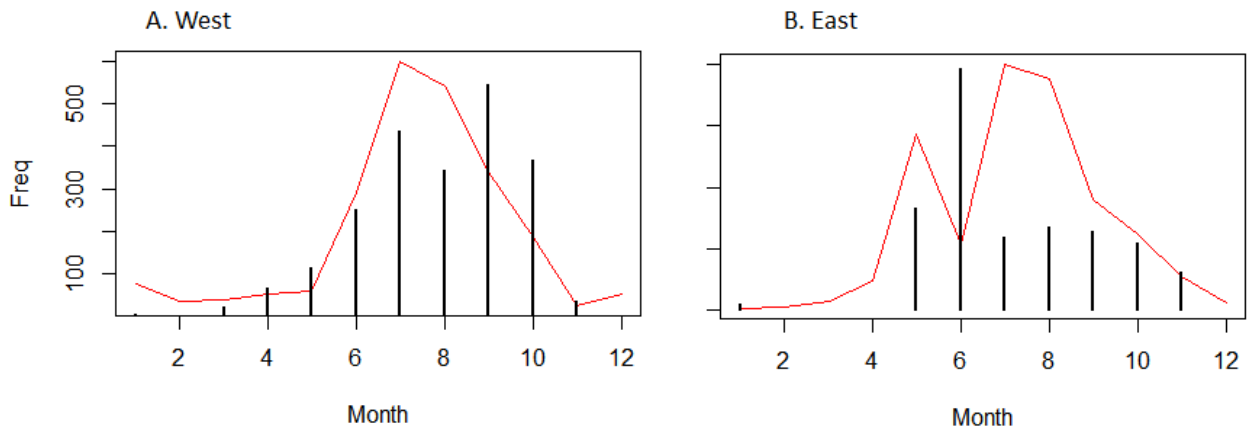


**Figure 12.** Overlay of East (green) and West (Black) straight fork length and age information for the ALK binned into 1 cm bins.





**Figure 13.** Median and interquartile range of straight fork length at age for the East (red) and West (blue) aging datasets.



**Figure 14.** Distribution of age samples by month for the West (A) and East (B). Red lines are the relative distribution of landings in number by month from 1960-2011.

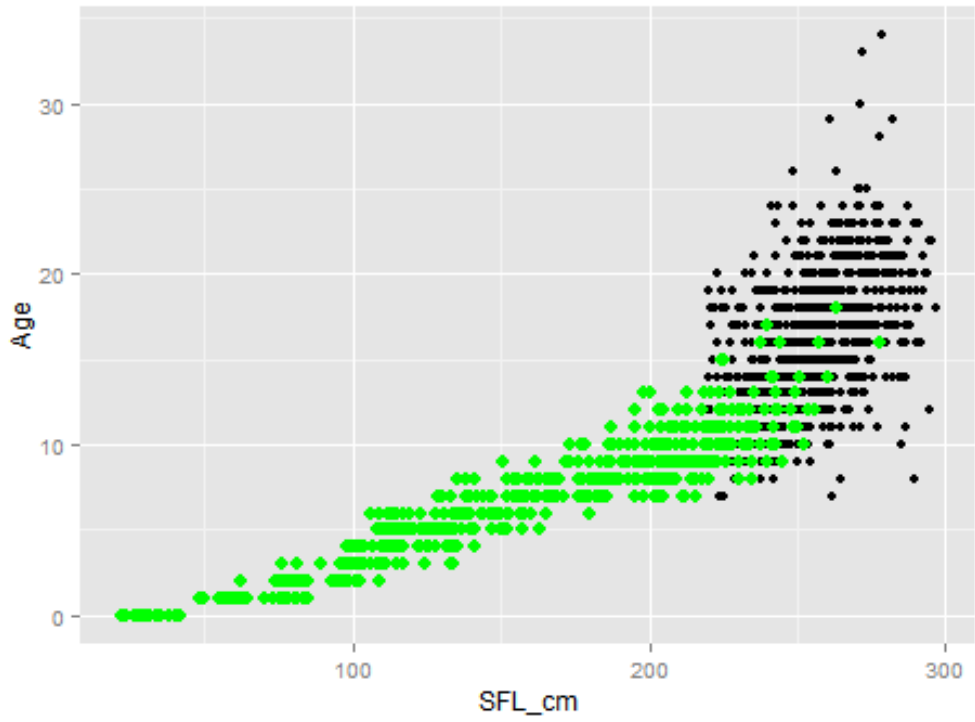


Figure 15. Proposed East ALK augmented with West samples greater than 220 cm (black).

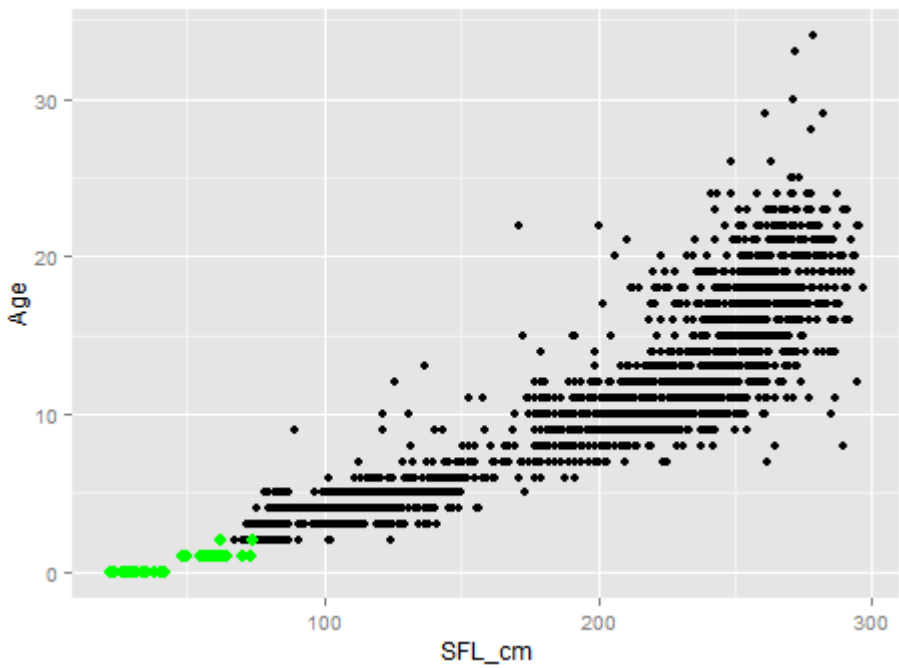
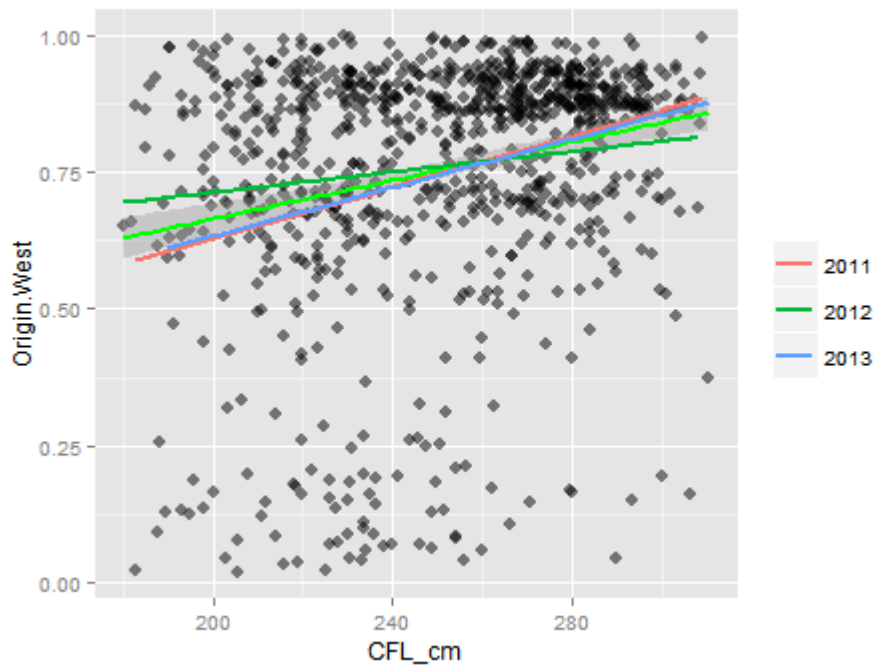
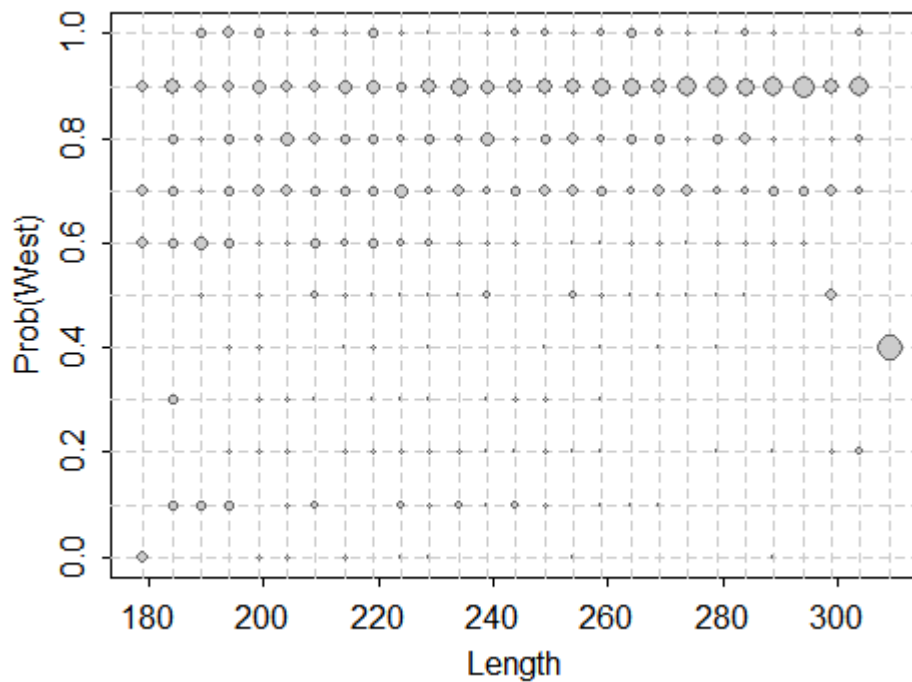


Figure 16. Proposed West ALK augmented with East samples below 75 cm (green).



**Figure 17.** Probability of Western origin as a function of curved fork length as obtained by microchemical analysis. The shaded area is the 95% confidence interval around the overall mean (bright green line) and each year is plotted individually.



**Figure 18.** Probability of Western origin as a function of curved fork length as inferred from microchemical analysis of the available fish in Canadian fisheries.

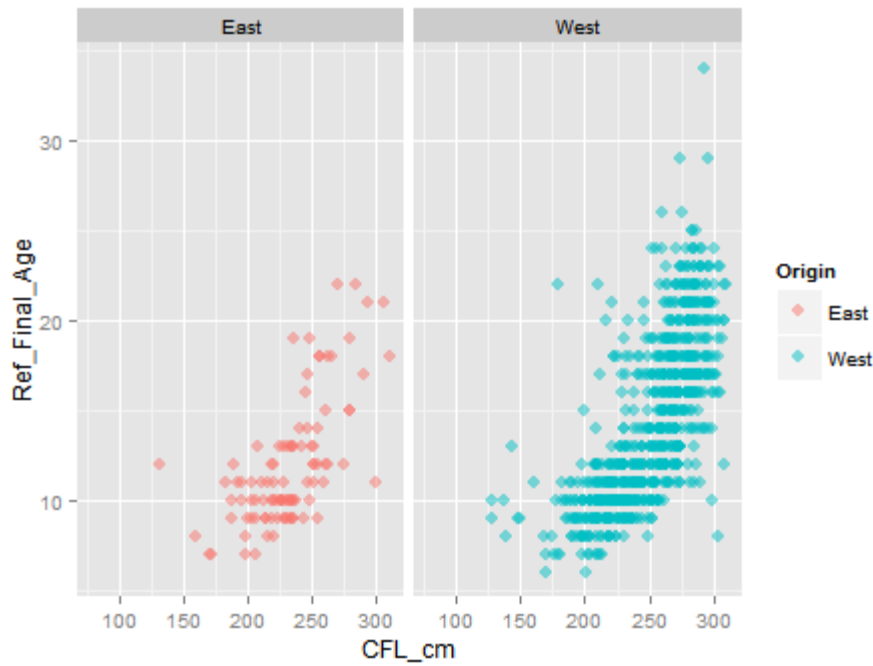


Figure 19. Stock-specific ALKs as identified by otolith microchemical analysis.

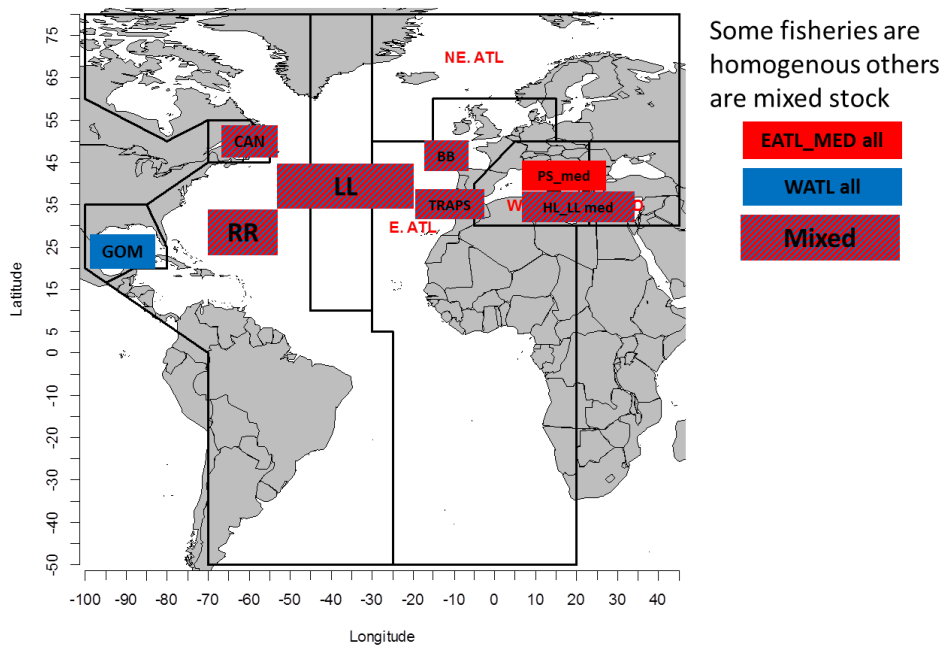


Figure 20. Rough outline of fleet structure by stock origin. Note that not all fleets are included particularly the historical fleets. The areas correspond to the eight-box spatial model. The fleet structure does not partition fleets within the Mediterranean.

**AGENDA**

1. Opening, adoption of the Agenda and meeting arrangements.
2. Review of historical and new information on biology and stock structure
  - 2.1 Review progress on developing age-length keys
  - 2.2 Review progress on life history studies such as fecundity schedules
  - 2.3 Review progress on stock structure and mixing rates (otolith microchemistry, genetics, tags, etc.)
3. Review of Task I data
  - 3.1 Changes resulting from the incorporation of new information from GBYP and other sources
  - 3.2 Review and develop a protocol for updating Task I data using the new L/W relationships.
4. Review of Task II catch/effort data after the incorporation of new information from GBYP and other sources
5. Review of Task II size data
  - 5.1 Review and validate the catch at size statistics with new information from farms, harvesting and stereoscopic cameras and other sources of information
  - 5.2 Elaborate a work plan to generate a new catch at size using the new L/W relationships adopted by the Bluefin Species Group
  - 5.3 Request CPCs to revise Catch at size based on new L/W relationships
6. Review of abundance indices
7. Analyses of tagging data that could be used for including stock structure and mixing rates in the stock assessment
8. Analyses of data that can be used to develop stock-age-length keys
9. Recommendations
10. Other matters
  - 10.1 Review of stock assessment methods
  - 10.2 Review the activities conducted under the work plan established by the Core Modeling Group and defining the framework for this Group in the future
11. Adoption of the report and closure
12. Recommendations
13. Other matters
14. Adoption of the report and closure

## LIST OF PARTICIPANTS

*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](mailto:ddie@rsmas.miami.edu)

*CONTRACTING PARTIES***ALGERIA****Bouhadja, Mohamed Amine**

Centre National de Recherche et de Développement de la Pêche et de l'Aquaculture (CNRDPA)

Tel: +213 557 531207, Fax: E-Mail: [Bouhadja.amine@gamil.com](mailto:Bouhadja.amine@gamil.com)

**Kouadri-Krim, Assia**

Chef de Bureau, Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques, Direction des Pêches Maritimes et Oceanique Rue des Quatre Canons, 16000 Alger

Tel: +213 21 43 31 97, Fax: +213 21 43 31 97, E-Mail: [dpmo@mpeche.gov.dz](mailto:dpmo@mpeche.gov.dz), [assiakrim63@gmail.com](mailto:assiakrim63@gmail.com)

**CANADA****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 5912, E-Mail: [alex.hanke@dfo-mpo.gc.ca](mailto:alex.hanke@dfo-mpo.gc.ca)

**Melvin, Gary**

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 5874, E-Mail: [gary.melvin@dfo-mpo.gc.ca](mailto:gary.melvin@dfo-mpo.gc.ca)

**EUROPEAN UNION****Alemany Llodrà, Francisco J.**

Centro Oceanográfico de Baleares, Muelle de Poniente, s/n, 07015 Palma de Mallorca, Spain

Tel: +34 971 401 561, Fax: +34 971 404 945, E-Mail: [francisco.alemany@ba.ieo.es](mailto:francisco.alemany@ba.ieo.es)

**Álvarez Berastegui, Diego**

SOCIB - Sistema de Observación Costera de las Islas Baleares, Parc Bit, Naorte, Bloc A 2<sup>o</sup> pta. 3, 07121 Palma de Mallorca, Spain

Tel: +34 971 43 99 98, Fax: E-Mail: [dalvarez@socib.es](mailto:dalvarez@socib.es)

**Bonhommeau, Sylvain**

IFREMER - Dept. Recherche Halieutique, B.P. 171 - Bd. Jean Monnet, 34200 Sète, France

Tel: +33 4 9957 3266, Fax: +33 4 9957 3295, E-Mail: [sylvain.bonhommeau@ifremer.fr](mailto:sylvain.bonhommeau@ifremer.fr)

**Brophy, Deirdre**

Marine and Freshwater Research Center, School of Science, GMIT Dublin Rd, Galway, Ireland

Tel: +353 91 742484, Fax: E-Mail: [deirdre.drophy@gmit.ie](mailto:deirdre.drophy@gmit.ie)

**Druon, Jean-Noël**

Joint Research Centre of the European Commission Maritime Affairs Unit, Via Fermi, 1 TP051, 21027 Ispra, VA, ITALIA

Tel: +39 0332 78 6468, Fax: +39 0332 78 9658, E-Mail: [jean-noel.druon@jrc.it](mailto:jean-noel.druon@jrc.it), [jean-noel.druon@jrc.ec.europa.eu](mailto:jean-noel.druon@jrc.ec.europa.eu)

**Gatt, Mark**

MSDEC - Government Farm Chammieri, Marsa, Malta

Tel: +356 229 21276, Fax: E-Mail: [mark.gatt@gov.mt](mailto:mark.gatt@gov.mt)

**Gordoa, Ana**

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

Tel: +34 972 336101, Fax: E-Mail: [gordoa@ceab.csic.es](mailto:gordoa@ceab.csic.es)

**Grubisic, Leon**

Institute of Oceanography and fisheries in Split, S.I. Mestrovica 63 - P.O. Box 500, 21000 Split, Croatia  
Tel: +385 91 407 0955, Fax: +385 21 358 650, E-Mail: leon@izor.hr

**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

**Medina Guerrero, Antonio**

Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Departamento de Biología, Avda. República Saharaí s/n, 11510 Puerto Real Cádiz, Spain  
Tel: +34 956 016 015, Fax: +34 956 016 019, E-Mail: antonio.medina@uca.es

**Merino, Gorka**

AZTI - Tecnalia /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia - Gipuzkoa , Spain  
Tel: +34 94 657 4000, Fax: +34 94 300 4801, E-Mail: gmerino@azti.es

**Neves dos Santos, Miguel**

Instituto Português do Mar e da Atmosfera -I.P./IPMA, Avenida 5 Outubro s/n, 8700-305 Olhão, Portugal  
Tel: +351 289 700 504, Fax: +351 289 700 535, E-Mail: mnsantos@ipma.pt

**Ortiz de Urbina, Jose María**

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

**Puncher, Gregory Neils**

Laboratory of Genetics & Genomics of Marine Resources and Environment (GenoDREAM), Dept. Biological, Geological & Environmental Sciences, University of Bologna, Via Sant' Alberto 163, 48123 Ravenna, Italy  
Tel: +39 487 410 674, Fax: +39 54 49 37411, E-Mail: gregoryneil.puncher2@unibo.it

**Rodriguez Ezpeleta, Naiara**

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: nrodriguez@azti.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

**Ticina, Vjekoslav**

Institute of Oceanography and Fisheries Set. I., Mestrovica 63 - P.O. Box 500, 21000 Split, Croatia  
Tel: +385 21 408 000/408 037, Fax: +385 21 358 650, E-Mail: ticina@izor.hr

**JAPAN****Itoh, Tomoyuki**

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

**Kimoto, Ai**

Researcher, Bluefin Tuna Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 54 336 6000, Fax: 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

**Takeuchi, Yukio**

Associate Director, Bluefin Tuna Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency, 5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 54 336 6039, Fax: +81 54 335 9642, E-Mail: yukiot@fra.affrc.go.jp

**Uozumi, Yuji**

Visiting Scientist, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Fisheries Research Agency5-7-1 Orido, Shizuoka Shimizu 424-8633  
Tel: +81 54 336 6000, Fax: E-Mail: uozumi@affrc.go.jp

**Butterworth, Douglas S.**

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

**Rademeyer, Rebecca**

MARAM, Department of Mathematics and Applied Mathematics, University of Cape Town, Private Bag Rondebosch, 7701 Cape Town, South Africa  
Tel: +27 21 650 2343, Fax: +27 21 650 2334, E-Mail: rebecca.rademeyer@gmail.com

**KOREA (REP.)****Park, Hee Won**

National Fisheries Research and Development Institute, Fisheries Resources216, Gijanghaean-Ro, Gijang-Eup, gijang-Gun, 619-705 Busan  
Tel: +82 51 720 2331, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: heewon81@gamil.com

**Yoon, Sang Chul**

National Fisheries Research and Development Institute, Fisheries Resources216, Gijanghaeanro, Gijang-eup, Gijang-gun, 619-705 Busan  
Tel: +82 51 720 2334, Fax: +82 51 720 2337, E-Mail: yoonsc@nfrdi.go.kr, scyoon@korea.kr, yoonsc75@gmail.com

**MOROCCO****Abid, Noureddine**

Responsable du programme de suivi et d'étude des ressources des grands pélagiques, Center Régionale 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

**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****Díaz, Guillermo**

NOAA-Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33021  
Tel: +1 305 898 4035, Fax: E-Mail: guillermo.diaz@noaa.gov

**Ingram, Walter**

NOAA Fisheries, 3209 Frederic Street, Pascagonla MS 39567  
Tel: +1 228 549 1686, 329 4465, Fax: +1 228 769 9600, E-Mail: walter.Ingram@noaa.gov

**Lauretta, Matthew**

NOAA Fisheries Southeast Fisheries Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149  
Tel: +1 305 361 4481, Fax: E-Mail: matthew.lauretta@noaa.gov

**Porch, Clarence E.**

Director, 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

**Walter, John**

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami Florida 33149  
Tel: +305 365 4114, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: john.f.walter@noaa.gov



**OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**

**FEDERATION OF MALTESE AQUACULTURE PRODUCERS – FMAP**

**Deguara, 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.deguara@um.edu.mt

**PEW CHARITABLE TRUSTS – PEW**

**Cooke, Justin G.**

Centre for Ecosystem Management Studies, Höllenbergstr. 7, 79312 Emmendingen- Windenreute, Germany

Tel: +49 7641 935 1631, Fax: +49 7641 935 1632, E-Mail: jgc@cems.de

**Galland, Grant**

The Pew Environment Group, 901 E Street, NW, Washington, DC 20009, United States

Tel: +1 202 540 6347, E-Mail: ggalland@pewtrusts.org

**THE OCEAN FOUNDATION**

**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

\*\*\*\*\*

**ICCAT SECRETARIAT,**

C/ Corazón de María, 8 - 6 and 7 floor, 28002 Madrid, Spain

Tel: + 34 91 416 5600, Fax: +34 91 415 2612, E-Mail: info@iccat.int

**Pallarés, Pilar**

**De Bruyn, Paul**

**Palma, Carlos**

**Kell, Laurence**

**Ortiz, Mauricio**

**Di Natale, Antonio**

## LIST OF DOCUMENTS

*Documents*

- SCRS/2015/024 New observations on the bluefin tuna trap fishery off southern Portugal (NE Atlantic) between 1998-2014: trends on catches, catch-at-size and sex ratios Neves dos Santos M., Rosa D., Coelho R. and Gil Lino P.
- SCRS/2015/026 On the variability of the length--weight relationship for Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus* (L.). Cort J.L., Estruch V.D., Neves dos Santos M., Di Natale A., Abid N. and de la Serna J.M.
- SCRS/2015/035 Indices of larval bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the western Mediterranean Sea (2001-2013). Ingram G-W. Jr., Alvarez-Berastegui D., Reglero P., García A. and Alemany F.
- SCRS/2015/036 Annual indices of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) spawning biomass in the Gulf of Mexico (1977-2013): evaluating updates in the age-length key used in the standardization Ingram G-W. Jr.
- SCRS/2015/040 Standardized age- length key for East Atlantic and Mediterranean bluefin tuna based on otoliths readings. Rodriguez-Marin E., Quelle P., Ruiz M. and Luque P.L.
- SCRS/2015/041 Estimates of stock origin for bluefin tuna caught in western Atlantic fisheries from 1975 to 2013. Hanke A., Busawon D., Rooker, J. and Secor D.
- SCRS/2015/042 Linking larval ecology and operational oceanography to provide information for the assessment of the eastern Atlantic Bluefin tuna stock. Álvarez-Berastegui D. and Alemany F.
- SCRS/2015/043 Evolution of CPUE of Tunisian perseines caught bluefin tuna *Thunnus thynnus* (L. 1758) in the central Mediterranean. Rafik Z. and Missaoui H.
- SCRS/2015/044 Movements and geographic distribution of juvenile bluefin tunas in the North Atlantic, described through electronic tags. Arregui I., Galuardi B., Goñi N., Arrizabalaga H., Lam C.H., Fraile I., Santiago J. and Lutcavage M.
- SCRS/2015/045 Data and associated clarifications necessary for the length-based assessment work for Atlantic bluefin tuna. Rademeyer R. A. and Butterworth D.S.
- SCRS/2015/046 Characterisation of Canadian bluefin tuna catch using cohort slicing and age-length keys Hanke, A. , Melvin, G., Lauretta, M., Golet W., Andrushchenko, A. and Graham, L.
- SCRS/2015/047 Updated Nominal CPUE Indices and a Preliminary Combined Index of Abundance for the Canadian Bluefin tuna Fisheries: 1981-2014. Andrushchenko I. and Hanke A.
- SCRS/2015/048 Population structure and genetic management unit delineation in the bluefin tuna using a genotyping-by-sequencing approach. Puncher G.N., Cariani A., Maes G.E., Van Houdt J., Herten K., Albaina A., Estonba A., Cannas R., Rodríguez-Ezpeleta N., Arrizabalaga H. and Tinti F.
- SCRS/2015/049 Unlocking the evolutionary history of the mighty bluefin tuna using novel paleogenetic techniques and ancient tuna remains. Puncher G.N., Cariani A., Cilli E., Massari F., Martelli P.L., Morales A., Ona V., Toker N.Y., Moens T. and Tinti F.
- SCRS/2015/050 Update review of bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) size and weight measures taken with stereo video cameras at caging operations in the Mediterranean sea 2014 Ortiz M.
- SCRS/2015/052 Catch characteristics of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) caught by Korean tuna fisheries in the Atlantic Ocean. Yoon S.C., Kim Z.G., Lee S.I., Park H. and Lee D.W.
- SCRS/2015/053 Review of the ICCAT GBYP tagging activities up to phase 4. DiNatale A.
- SCRS/2015/054 A note on the selection of stock-recruitment relationships for the western Atlantic bluefin tuna stock, with reference to temporal variation in the relationship. Cooke, J.G.

- SCRS/2015/055 Tracking bluefin tuna reproductive migration into the Mediterranean Sea with psat tags using two tagging procedures. Abascal F.J., Medina A., de la Serna J.M., Godoy M.D. and Aranda G.
- SCRS/2015/056 An acoustic telemetry curtain across the Strait of Gibraltar? Canals M., Balguerías E., Stokesbury M., Whoriskey F., Sánchez A., Medina A., Abascal F.J. and Aranda G.
- SCRS/2015/059 Estimation of capture-at-size data of live bluefin tuna using underwater stereoscopic camera. Tičina V., Katavić I., Šegvić B. T. and Grubišić L.

### ***Presentations***

- SCRS/P/2015/002 Preferred habitats of the juvenile and adult Atlantic bluefin tuna: from ecology to management. Druon, J-N., Hanke, A., MacKenzie, B. R., Damalas, D., Tserpes, G., Arrizabalaga, H., Arregi, I., Oray, I., Fromentin, J-M., Lamkin, J., Ramirez, K., Grubisic, L., Deflorio, M., Reglero, P., Afonso, P., Megalofonou, P., Addis, P., Ceyhan, T., Karakulak, S. and Ticina, V.
- SCRS/P/2015/004 Otolith shape variation in blue fin tuna from different regions of the North Atlantic: a possible marker of stock origin. Brophy D., Haynes P., Arrizabalaga H., Fraile I., Fromentin J.M., Garibaldi F., Katavic I., Tinti F., Karakulak S., Macías D., Busawon D. , Hanke A., Kimoto A., Sakai O., Deguara S., Abid N. and Neves Santos M.
- SCRS/P/2015/005 Biological samples collected within the GBYP program. H. Arrizabalaga, I. Fraile, N. Goñi, *et al.*
- SCRS/P/2015/006 Bluefin Otolith chemistry: what we learnt with the GBYP program I. Fraile, J. Rooker, H. Arrizabalaga *et al.*
- SCRS/P/2015/007 Genetic population structure of Atlantic bluefin tuna using RadSEQ. Rodriguez Ezpeleta, H. Arrizabalaga, G.N. Puncher *et al.*
- SCRS/P/2015/008 A summary of available GBYP tagging data for consideration in upcoming benchmark assessments. Matt Lauretta, Dan Goethel, and John Walter
- SCRS/P/2015/009 Linking larval ecology and operational oceanography to provide information for the assessment of the eastern Atlantic Bluefin tuna stock. Alvarez-Berategui *et al.*
- SCRS/P/2015/010 Canadian Pop-up Tagging. Boustany A.

**WORK PLAN TO GENERATE A NEW CATCH AT SIZE USING THE NEW L/W RELATIONSHIPS  
ADOPTED BY THE BLUEFIN SPECIES GROUP**

Following the discussions and recommendations for the Bluefin Tuna Working Group during the data preparatory meeting (March 2015) below is the proposed work plan by the Secretariat to update BFT CAS/CAA size samples and other pertinent information.

<b>Item</b>	<b>Description</b>	<b>Date delivery</b>	<b>Notes</b>
1	Update all ICCAT Task II SZ data submitted as weight observations, using approved new L/W relationships	July 1st 2015	Prepare a brief summary report for September SCRS meeting
2	Review of CAS provided by CPCs that included weight observations and send CPCs a remainder for their update (see Table 5 report). Request for the metadata and quality review of BFT data submitted.	July 31st 2015	Table and email will be send to CPCs involved and a remainder if not respond by dateline An electronic form will be send to CPCs to request the metadata regarding quality of the information provided for BFT by Fishery.
3	Review and update of the Farm Harvest Data to back-estimate Size-at-catch for samples that provided weight only information at harvest.	Oct 31st 2015	Delay task to complete the 2014/2015 submissions by CPCs.
4	Review and update of the G-BYP data submitted as weight to estimate size(s). Observations with size and weight are not modified	Oct 31st 2015	Coordination required with new G_BYP personnel and Coordinator
5	Update of Total catch from the G-BYP (to task I) for datasets of Traps and other historical series (Spain, Portugal, and Morocco) that use mean weight estimates.	Sept 21st 2015	same as point 4.
6	Review and update of CAS by Stock for BFT with revised data. Assemble of the Size frequency observations (SZ) for BFT	February 2016	If all items 1 to 5 on time it will be expected to have a full CAS by end of Feb 2016
7	Generate new CAA and PCAA by Stock for BFT	March 2016	It is planned to provide the CAS/CAA and PCAA to the WG 1 week before the Data Preparatory meeting of 2016.

**SUGGESTED FIELDS FOR THE FISHERIES AND MARK-RECAPTURE METADATA BASE**

***Fishery data:***

Structure based on Gear type followed by:

CPC (Filter % Catch or number of CPC's)

Data type:

Size Composition

Age composition

Catch

Catch effort

Mark-recapture studies

Size Composition, Age composition

Years of coverage

Number of samples (Average sample size)

Sampling Coverage (i.e. percent coverage from samples)

Representativeness

Caveats

Spatial distribution Catch

Years of coverage

Percent of catch

Landings: Precision – Census, High medium and low, or unknown

Percent of discard

Discards: Precision – Census, High medium and low, or unknown

Caveats

Spatial distribution

Effort

Years of coverage

Unit of measure

Spatial scale;

Precision:

Representativeness

Spatial distribution