

BLUEFIN YEAR PROGRAM (BYP): PROGRESS ACHIEVED THROUGH 2002 & FUTURE PERSPECTIVES

1 Objectives

The modified Bluefin Year Program plan defined in 1995 (Biennial Report, 1996) and amended according to the conclusions of the Messina meeting (SCRS/97/11) call for research on a wide range of topics from basic statistics to biological parameters to stock assessment methodology. In recent years, the Bluefin Year Program has requested and received funding from the Commission to support intensive sampling activities aimed to support research into bluefin stock structure through genetic and microconstituent analyses and into bluefin size at maturity. This report describes progress made in 2000, 2001 and to date in 2002 towards achieving those goals, and it outlines the Program objectives for 2003.

2. Progress achieved

Following the points of the modified Bluefin Year Program (BYP) plan prepared by ICCAT and according to the conclusions of the Messina meeting (SCRS/97/11), and subsequent meetings, major progress achieved by the different member countries within the framework of the BYP is summarized in this report. Details on the activities, by each country, are also found in the National Reports in the section on “research activities.”

In accordance with the ICCAT SCRS recommendation of 1999 and 2000 to postpone the assessment of the East Atlantic and Mediterranean bluefin tuna stock until more information was provided that would permit carrying out a better assessment of this stock, considerable effort was made to increase knowledge on the biology, stock structure, abundance indices, and obtaining catch data on this species.

At the 2000 meeting of the GFCM/ICCAT *Ad Hoc* Working Group (SCRS/2000/25), progress made in research on East Atlantic and Mediterranean bluefin tuna was presented, and tag-recapture activities were updated and discussed. At that meeting, researchers involved in electronic tagging from Mediterranean, East Atlantic and West Atlantic met to exchange information on results and future plans. That information is discussed in more detail below under stock structure research.

At the ICCAT Workshop on Bluefin Mixing (SCRS/2001/20), information from tagging, genetic analyses and microconstituent analyses was carefully reviewed for implications on stock structure and mixing patterns, and that report is cited extensively in the stock structure section below.

The contribution of the FAO-COPEMED Project to research on Mediterranean bluefin tuna has led to new information from many countries that traditionally fish in this area, and contributions from numerous European Union projects and from countries that fish the East Atlantic and Mediterranean stock of bluefin tuna have resulted in the preparation of several scientific documents.

There are currently on-going research projects financed by the European Union (Spain, France, Greece, Italy and Portugal), by FAO within the COPEMED Project (Spain, Italy, Libya, Malta, Morocco, Tunisia and Algeria; SCRS/2001/130) and other programs financed at the national level (Croatia, Iceland and Turkey). The programs in the 2001-2002 period were as follows:

- In 2000, the EU Project 97/3975-FAIR was finalized. This Project studied the migrations of bluefin tuna in the Mediterranean and Atlantic using electronic pop-up tags (SCRS/2001/78).

- The EU Project 97/029 on improvements in knowledge on the biology of bluefin tuna in the Mediterranean (fishery, statistics and biology) also ended.
- The FAO/COPEMED on Large Pelagics in the Mediterranean presented results corresponding to research carried out in 2000 (SCRS/2001/130).
- The EU 99/022 (Stromboli) is currently being carried out which analyzes the time series of the catches of bluefin tuna from traps and the development of an index of abundance independent of the fishery through aerial surveys.
- The COPEMED project whose objectives are directly related to the SCRS recommendations concerning research, is continuing.
- In 2001, an EU Project was carried out on the Standardization of the Spanish Baitboat CPUE Series for Eastern Atlantic Juvenile Bluefin Tuna. (DG XIV, Study 00/024).

West Atlantic activities related to the Bluefin Year Program are largely supported by national research programs in recent years through electronic tagging activities have been primarily funded through non-governmental sources.

The progress of the activities initiated under BYP funding in 2000-2001 and to date in 2002 was reviewed and is reported upon. Additionally, sampling targets for 2003 to meet research objectives were discussed and defined.

2.1 Statistics

The objectives of this component of the Bluefin Year Program are to improve the basic statistics used in stock assessments.

2.1.1 East Atlantic

The majority of the countries involved in the projects presented data on catch, effort and size (ICCAT Task I and II).

The programs and activities continue, aimed at monitoring statistics and sampling at ports and on-board observers to collect basic data. Various Mediterranean and Atlantic countries have maintained or improved the sampling level of the previous year. In 2001 and 2002 a high level of size sampling of bluefin tuna in the Mediterranean and East Atlantic was carried out from all the fishing gears.

In accordance with ICCAT recommendations, SCRS/2001/124 presented conversion factors between the various commercial products and the live weight of tunas for export, and processed beforehand at aquaculture installations in Mazarrón (Ginés Mendez), in order to improve the statistical document. As regards bluefin tuna farming, SCRS/2002/036 reported the development and current status of bluefin tuna aquaculture in the Mediterranean Sea.

SCRS/2001/91 presents the Croatian bluefin tuna catches from 1999 to 2001. Catch and weight composition was converted into catch at length and into catch at age. It was found that there is a strong decline of the older ages from spring to summer months. Authors put reservations on the effects of existing measures to protect juveniles in the Adriatic Sea in which purse seining is prohibited in May, since most of the catches are in the months of July and August.

2.1.2 West Atlantic

Catch data collection activities using both census and surveys, combined with estimation methodologies continued, in the West Atlantic.

2.2 Stock structure

The objectives of the Bluefin Year Program stock structure research is to develop tools useful for determining the number of management units of bluefin in the Atlantic and Mediterranean and eventually to describe the relationships between those units.

In 2001, the SCRS reviewed the information related to bluefin stock structure particularly in respect to the location of the boundary used to separate the eastern and western management units (SCRS/2001/20). That report is an excellent summary of the available data and **Table 1** (taken from that report) summarizes the information available at that time, from tagging, biological tags (genetics and otoliths), size maturity and catch rates, indicating the implications of the various data sets, their strengths and weaknesses and possible avenues for future research.

SCRS/2001/115 presented an analysis that shows common origin of bluefin tuna caught in the Nordic fisheries and those from Barbate. Based on catch-at-age matrices by year for the various fisheries involved (North and South of Norway, Germany and Barbate), and on multivariate analyses, the conclusion was reached that there were the same dominant cohorts in the four fisheries and that there was a simultaneous collapse during 1963 of the fisheries analyzed, concluding that there is considerable probability that the tunas caught in the Nordic and Barbate fisheries pertain to the same stock and that the collapse of the Nordic fisheries was due to the cessation in the migration of mature tunas towards the northern areas.

2.2.1 Tagging

- Objectives

The recommendations in SCRS/95/95 (Workshop on Tagging Atlantic Bluefin) have been used in part for guidance on tagging objectives. The *de facto* long term objectives of the Program have been to test spawning site fidelity and to estimate the degree of mixing of fish from the two management units. Short-term objectives of electronic tagging research have been to develop tagging techniques, to test tag technology, and to describe movement patterns for use in further hypothesis development.

- Conventional tags

No bluefin tuna tagging with conventional tags was carried out in 2000. SCRS/2000/110 and SCRS/2001/77 present undated information on the tag-recapture from conventional tags. Up to now, 13,397 bluefin tuna have been tagged in the East Atlantic and Mediterranean, with 678 recoveries (5%). The tag-recapture results indicate a low rate of mixing between the eastern and western stocks.

At the ICCAT Workshop on Bluefin Mixing there were three papers that described conventional tagging analyses. SCRS/2001/42 presented a simple descriptive analysis of the ICCAT bluefin tagging database. Since 1954, about 91% of the tags were released in the West Atlantic and 9% in the East Atlantic. Over 95% of tags were recaptured in the area of release. While the number of tags released in the west and recaptured in the east (102) was five times higher than the reverse (19), the percentage of transatlantic migrations from east to west (4.3%) was nearly twice that from west to east (2.2%). There was temporal variation (year-to-year and/or decade to decade) in transatlantic migrations, especially from west to east, where there are more data (1990s = 7.6%; 1980s = 1.2%; 1970s = 0.84%; 1960s = 2.28%). There is a greater probability of having a transatlantic migration of older fish and those at liberty for a long time. The author advises that the results should be interpreted with caution due to small sample sizes and changes in fishing patterns, however that the underlying patterns may well be illustrated by these analyses. The author states that ecological and tagging information on Atlantic bluefin tuna clearly indicates that the 45°W boundary is artificial. Nonetheless, no reliable information is available to define a rational boundary (if one exists), or to create further sub-stocks.

Document SCRS/2001/77 reexamined SCRS/2000/110 and SCRS/94/92 data and considered only those data for tags released in the east, at large for more than a year, and recaptured in the west. By this calculation, the interchange rate between east and west varies in time from 0 to 21%. This paper also reported considerable improvements in tag reporting rates as a result of new efforts to disseminate information on tagging programs to fishing ports, trap locations and associations. During the presentation of SCRS/2001/57 it was reported that there have been 7,065 conventional tags released on small, medium and giant bluefin in North Carolina between 1994 and 2000, with a 4.1% return rate (compared to an 18% return rate of implanted archival tags). Ten percent of these recovered tags were in the east. It was noted that this tremendous opportunity for tagging has lessened.

- Electronic tags

The long-term objectives of BYP electronic tagging activities are to obtain information on movement patterns that might be useful in addressing stock structure and/or incorporating movement in assessment models. Shorter term objectives include developing methods for addressing the long term goals as well as making initial observations on movement from which hypotheses might be erected and tested.

In 1999, there was bluefin tuna archival tagging (internally implanted tags) near Zadar (Adriatic Sea) in Croatia conducted by Japan (SCRS/2000/126). Fish for tagging were caught by purse seine and kept for about four months in a cage before release. Sixty fish with archival tags were released in November 1999 and 10 tags had been recovered by about September 2000. The fish exhibited extensive vertical movements; two of them swam into more than 765 m deep. Based on the location of the recoveries, the geographical movements appear to be limited to the vicinity of the area of release. The sophisticated geolocation capabilities of the tags do not have the fine-scale resolution to provide more information on the track of the fish while they were at large.

The initial pop-up satellite tags released in the Mediterranean area had low rates of tag return (SCRS/2000/109) and the problems were discussed at the GFCM/ICCAT Working Group (SCRS/2000/25). Discussion between the various electronic tagging groups and with tag manufacturers had led to the identification of a range of potential causes for the low rates of data recovery from pop-up tags experienced by the European group and also by the New England/Canadian group with some batches of long-term single-point tags. This list included: (a) poor performance, or failure of batteries, or electronic components; (b) fishing mortality and non-reporting of tags; (c) deep diving by the fish leading to float failure; (d) biofouling; (e) predation; (f) bite damage to the radio antenna caused by other fish in the school attempting to eat the tag; (g) damage to the radio antenna caused by the tag repeatedly hitting the side of the fish as a result of inaccurate placement, or incorrect leader length; (h) damage to the fish from the same causes as (g) above, resulting in death; (i) small size of some fish; (j) tag shedding; (k) sea state after the tag has surfaced and differences in wave and swell periods between oceanic waters and shelf seas. For tuna tagged with an underwater gun, there were two further possibilities. Electronic components could be damaged by g-forces and nylon anchors might not be securely embedded in the muscle of the fish because of the way the bolt detached itself from the fish. Additionally, it appeared that tags might not perform as well with the ARGOS system in Europe as they do in the United States, which could have implications for studies on both sides of the Atlantic. Reporting rates from 2000 and 2001 releases apparently have increased possibly due to additional experience in tagging large bluefin, to improved attachment techniques, and to more advanced tag technology; these improvements may have been partially due to the cooperation with North American researchers who have successfully tagged bluefin.

At the ICCAT Workshop on Bluefin Mixing in 2001, three papers provided updates on the three on-going bluefin tuna electronic tagging programs in the Atlantic.

SCRS/2000/57 (and supplement – www.sciencemag.org/cgi/content/full/293/5533/1310/DC1) reported on the results obtained from tagging of Atlantic bluefin tuna with implantable archival (279) and pop-up satellite (98) tags between 1996 and 2000 (placed by the Stanford *et al.* research team). These electronic tagging data provide insights into the seasonal movements and environmental

preferences of bluefin. They dive to depths of >1000 m, experience external temperatures ranging from 3-30°C, and maintain a warm body temperature. The authors described a complex migratory behavior and proposed four patterns: western residency without visiting a known spawning ground, western Atlantic residency including a visit to a known spawning ground, transatlantic movement from west to east and back, and transatlantic movement to the east after 1 to 3 years of residency in the west. While the natal origin of these western-tagged fish is unknown, these data describe a greater degree of movement across the east-west boundary line than observed by returns of conventional tags in the same experiment. The authors concluded that there is mixing of tuna in western and eastern feeding grounds, but that the fish may separate for spawning in either the Gulf of Mexico or the Mediterranean (but there is no evidence of fish going to both). These feeding areas appear to be attracting fish from both the East and West Atlantic, and some of the feeding areas span the assumed stock boundary. The paper describes unique spawning behavior and that the spawning duration for an individual fish is potentially shorter than previously described. Pop-up satellite tags released from 3 locations in the west illustrate similar distribution patterns as the archival data in the first year.

SCRS/2001/78 reported on the EC pop-up satellite tagging program. A total of 84 bluefin tuna were tagged during 1998-2000 with single-point (61) and archival (23) pop-up tags. A total of 23 tags were detected. Although there were data transmission problems with the first-generation pop-up tags (about 20% reporting rate), the tagging data show interesting results including higher concentrations of chlorophyll-a in the areas where tags popped up. Use of archival pop-up satellite tags demonstrated a high reporting success on small bluefin in the Mediterranean but a low success on large breeders presumed to leave the Mediterranean and entering the eastern Atlantic. Given that the technology was successful on the small fish, there is a suggestion of a non-reporting problem on spawners. Overall, 7 tags (about one third) were reported from the Atlantic (2 in the north Atlantic, and 5 in the tropical Atlantic), and the remainder in the Mediterranean, not far from release, even after a considerable amount of time at-large.

SCRS/2001/53 provided an update (from SCRS/2000/95) on pop-up archival satellite tagging of bluefin tuna in the northwestern Atlantic (joint USA/Canada program). Over the past three years, 58 single point and 28 light-sensing pop-up archival satellite tags were deployed on giant bluefin tuna (178-266 cm SFL) in the western North Atlantic. The work was conducted in co-operation with New England and Canadian commercial or charter fishing vessels (harpoon, rod and reel, trap, and purse seine) and used tag attachment techniques developed by the U.S. fishermen. Long-term attachments ranged from 80-365 days, and the majority of tags detached from the fish over the presumed spawning period (April-July). Six of the 7 tags on fish since September 2000 reported on 1 September 2001, though data were not yet available. The paper reported all of the fish tagged in 1997-1999 were in the north central Atlantic when their tags jettisoned, and 30-58% annually were in the eastern management area. Latitude and longitude estimates (based on light level data) and environmental associations (80-340 days) are available for twelve fish (193-266 cm). These results were used to plan a longline research cruise to the central north Atlantic that took place 26 June-19 July 2001 (SCRS/2001/31).

During discussions of these papers and new results at the ICCAT Workshop on Bluefin Mixing, the Workshop report expressed that such new information and new research tools give us the opportunity to obtain new and important information. The data sets generated from only five years of work with the new electronic tags provide a wealth of information on bluefin movements and behavior, as well as providing physiological and oceanographic data. The ability to monitor bluefin movements independent of the fishery is a breakthrough in fisheries research.

In SCRS/2002/092 information was presented updating the information presented to the ICCAT Workshop on Bluefin Mixing. A possible spawning area north of the Bahamas was identified based on information from one fish.

- Tag recovery network

A tag recovery network through the ICCAT correspondents was set up in 1997, to try to optimize tag return rates; emphasis was placed on having regional tag collection specialists and on giving as much publicity as possible to the on-going tagging operations. Posters were printed in various languages explaining the different types of tags inserted, and these have been widely distributed by the ICCAT correspondents. Information on tagging activities has continued to be provided by fishing sector professional fishers, by word of mouth and through distribution of the posters at the ports and at those locations where tuna are caught or processed for sale.

In 1999 there were many successful tag recoveries, but there were also some problems. In Morocco, two archival tags were recovered (one of them from the EC Project and the other from the United States). Spain also had two conventional tag recoveries of fish tagged in the West Atlantic and at large for 10 and 11 years. In earlier years, 43 transatlantic recoveries had been reported of tags recovered in the Bay of Biscay. However, it was also reported that there were several archival tagged fish caught in the Mediterranean from which the electronic tags could not be recovered. Intensified effort in advertising the need to recover these tags from landed fish was implemented. As recommended in 1999, an Italian ICCAT scientist familiar with the tagging network traveled to several critical Italian ports to further advertise this need and the available financial award to fishers. The countries involved in the EC and FAO/COPEMED Projects as well as in other national programs, also distributed ICCAT and other national posters at ports and fishing associations with information on the program.

In 2000, the Tag Recovery Network was evaluated at the 2000 GFCM/ICCAT Working Group (SCRS/2000/10) and it was concluded that the Tag Recovery Network now seemed to be working well and was thought to have resulted in increased recovery rates in some areas. The recommendations from that meeting remain important:

Efforts to inform the public about tagging activities and the importance of returning tags should be continued. The increasing release of electronic tags in the East Atlantic and Mediterranean by European and Japanese scientists should be noted. Development of such information in video format is encouraged for release in cassette and via GFCM, ICCAT and other web sites.

Tag numbers of both conventional and electronic tags that will be released should be reported to the Secretariat in advance of tagging if possible. In some cases the Secretariat has experienced difficulties in determining which organization released a tag that had been recaptured. This list of tags placed on highly migratory fish will be useful, particularly when the recapture occurs before the release information has been formally transmitted to the Secretariat. It will facilitate the rapid recovery of data and tags, and, if necessary, permit the collection of biological samples. It will also facilitate prompt payment of rewards, and possible loss of recaptured fish.

In addition in 2002 the Working Group strongly recommended that scientists responsible for tagging activities, communicate (in a general level) the tagging data to the people that reports recaptures, since this kind of information is indispensable in order to get further collaboration from fishermen

At the 2002 GFCM/ICCAT working group (SCRS/2002/10) it was noted that there was no evidence that reporting rates had decreased but that reporting rates could be increased further by continued efforts to inform the public and through personal contacts.

During 2001-2002 the tag recovery network resulted in a total of 14 tags (10 conventional and 4 archival) being recovered from Mediterranean region in 2001-2002.

2.2.2 Biological sampling for stock structure research

- Objectives

Bluefin Year Program sampling for stock structure research is aimed at obtaining samples of bluefin that have a low probability of having transferred to the other management area. Sampling designs (SCRS/94/76 and SCRS/97/62) have recommended examining the stability of stock structure signals (genetic or micro-element frequencies) among multiple year-classes and among single year-classes over multiple years. In addition comparison of stock structure signals among sampling locations within a region (east or west) has also been recommended (SCRS/97/62) for micro-element analyses and conducted as a part of genetic analyses.

In the eastern management area, especially in the Mediterranean Sea, age 0 and 1 bluefin are caught by multiple fisheries and thus are available for sampling. In the West Atlantic, age 0 bluefin (juvenile) are very rare in the catches and age 1 bluefin are only sporadically caught. Sampling in the East has concentrated on ages 0 and 1. In the West, sampling has attempted to obtain age 0 and 1 juveniles and in addition samples of ages 2 and 3 have been collected so that samples from multiple age groups in multiple years would be available. In the West Atlantic larval bluefin are collected in plankton surveys and some preserved in ethanol. Recently, efforts have been made to identify bluefin in these collections for possible use genetic analyses.

- Results

The number of samples collected by efforts by many organizations, including universities and national fisheries agencies under national funding or funding from multinational organizations such as the EC and the COPEMED project, are shown in **Tables 2-4**. Most of the Mediterranean and West Atlantic samples have been stored at either of the two sample archives established by the Bluefin Year Program in Spain at the University of Girona, and in the United States at the NOS laboratory in Charleston, South Carolina. Many of the East Atlantic samples are still retained in Iceland because of difficulties in arranging shipping. The number of genetic samples collected is shown in **Table 2**, the number collected for microconstituent analysis is presented in **Table 3** and for maturity at size sampling is presented in **Table 4**.

East Atlantic

In 2001, 259 samples were taken of muscle, liver and/or hearts from bluefin tuna of various ages caught in the East Atlantic and Mediterranean fisheries. The samples were sent to the University of Girona (Spain) for analyses as planned in the BYP.

From 1993 to the present, a total of approximately 3,500 samples were collected in the East Atlantic and Mediterranean by participating countries of the FAO/COPEMED Program, Iceland, European Union and other Mediterranean countries (**Tables 2-4**).

West Atlantic

More than 2,000 samples have been collected in West Atlantic sampling by Canadian scientists, U.S. scientists from federal and state agencies, the University of South Carolina, the University of Maryland, Texas A&M University and the Virginia Institute of Marine Science.

2.2.3 Genetic research

Research has been carried out on nuclear and mitochondrial DNA and on liver and muscle proteins. This research has been done or is being done on both sides of the Atlantic Ocean and in Japan. The exchange of samples between the east and west will greatly increase the applicability of those studies. Different techniques are used on the samples collected.

Document SCRS/2000/124 presented an analysis of mitochondrial DNA from a sample of 12 fish measuring from 115 to 223 cm, caught in the Libyan traps. The results show the genetic homogeneity of the sample with the rest of the samples analyzed in the Mediterranean. Document SCRS/2000/111 analyzed the mtDNA of a bluefin tuna tagged in the West and recovered in a Strait of Gibraltar trap, together with 14 other fish from the same school as the recovered fish. The results show a distribution pattern that is similar to that encountered up to now in different locales analyzed in the East Atlantic and Mediterranean.

This latter document recommends genetic analysis of tag-bearing bluefin tuna and other fish from the same group as the tagged fish. It also shows the need to validate tag-recovery results by genetic analysis in order to better estimate the mixing rate between the West and the East.

Document SCRS/2000/136 presented a comparison of the genetic composition of samples from the West Atlantic with fish captured in the Mediterranean Sea. Analyses were conducted on the mtDNA D-loop. The approximate age of two groups of fish from the west included in the comparison was 5-9 years and 10+ years; these were compared with fish age 0 and approximate ages 5-8. Nearly all of the variation between fish was observed within areas rather than between areas indicating no differentiation between eastern and western fish in these samples.

Document SCRS/2001/54 was presented to the ICCAT Workshop on Bluefin Mixing and reported on results from both mitochondrial DNA control region nucleotide sequences and nuclear gene *ldhA* allele frequencies in replicate samples of northern bluefin tuna from the Mediterranean Sea and the northwestern Atlantic Ocean. Analyses of both types of data revealed no significant differences between samples from the two regions. These results demonstrate the importance of analyzing multiple year-classes and large sample sizes in stock structure analyses as earlier studies with smaller sample sizes had suggested that partitioning exists. In addition larval samples from the Gulf of Mexico and Mediterranean Sea were not significantly different from each other or from the other samples when mitochondrial DNA control region sequences were compared. However, despite the strong evidence presented here, failure to find genetic evidence for population substructure does not constitute evidence for a single panmictic population. It is possible that multiple subpopulations do exist, and that genetic differentiation at the loci analyzed in this study has not occurred because of large population sizes and/or low levels of reproductively successful migration between subpopulations. The senior author also reported that discussions with the Pla lab indicate that they too have found that previously reported differences disappear with larger sample sizes. In other words, scientists from United States, Italy, Spain and Japan agree that the genetic analyses have not at this time demonstrated that spawners in the western and eastern Atlantic are reproductively isolated. This is not surprising given the recent common ancestry of the bluefin lineage and because even low rates of mixing can produce populations which are not genetically differentiated.

The discussion at the ICCAT Workshop on Bluefin Mixing raised questions about the types and power of statistical tests used to examine the data. The authors used a variety of tests. In addition, similar analyses on swordfish (an Atlantic and Mediterranean population) showed differences. The ICCAT Workshop on Bluefin Mixing emphasized that while no genetic differences were found with these analyses, this does not preclude that population structuring may exist.

Document SCRS/2002/172 reported the results of the genetic characterization of bluefin tuna from Tunisia, Malta, Libya and Spain. The aforementioned research was carried out in the framework of Project FAO-COPEMED and partially supported by the Bluefin Program.

One author of SCRS/2002/172 and several other papers on Mediterranean area bluefin genetics (C. Pla) reported to the Bluefin Year Program meeting in 2002 that one protein marker (G6PDH) had been found to give variable results. Therefore the apparent differences between management units in G6PDH frequencies in SCRS/1999/143 were no longer considered a reliable indicator of stock separation.

2.2.4 Micro-constituents in otoliths

Research on the feasibility of using otolith microconstituents to distinguish bluefin stocks was initiated in 1998. A paper published in *Fisheries Research* (Secor and Zdanowicz 1998) showed significant differences between Mediterranean and Pacific bluefin tuna.

SCRS/2001/113 described how otolith chemistry of bluefin tuna was measured to determine the feasibility of the approach for discriminating juveniles (age 0-1) from eastern and western nurseries. The findings suggest that otolith chemistry of juvenile bluefin tuna from different nurseries and sub-nurseries are distinct and elemental signatures show some degree of temporal persistence, indicating the technique has considerable potential for use in future assessments of population connectivity and stock structure.

Research on the feasibility of using otolith chemistry to discriminate bluefin stock continued at Texas A&M University and the University of Maryland in the United States. Current research is focused on pre-concentration procedures to eliminate chemical interferences and increase sample classification accuracy. Additionally stable isotopes (^{13}C and ^{18}O) have been used as recorders of environmental conditions and are being investigated for possible use in determining stock structure. Preliminary results for one isotope (^{18}O) for 1-year-old bluefin from the Mediterranean and the West Atlantic were markedly different with cross-validated classification success of 100%, indicating that nursery area could be accurately predicted.

2.3 Abundance indices

2.3.1 East Atlantic

In 2001, five papers were presented on standardized abundance indices for three bluefin tuna fisheries in the East Atlantic and Mediterranean, including the effect of weather, the environment and the development of fishing techniques.

Within the framework of the COPEMED Project, two documents were presented concerning standardized abundance indices of bluefin tuna from the Tunisian and Moroccan trap fisheries: SCRS/2001/126 and SCRS/2001/157. In the first document, the time series covers the years 1975 to 1999 and in the second the years 1998 to 2000. In both documents, GLM techniques (lognormal model) were used to standardize the catch rates in number of fish and biomass of these catches.

In the framework of the project co-financed by the European Union (DG XIV, Study 00/024), standardized indices by age for the Bay of Biscay baitboat fishery were obtained (SCRS/2001/132), the effect of the fleet characteristics was analyzed (SCRS/2001/131), and of the environmental parameters in the new indices (SCRS/2001/134) and their influence in the Virtual Population Analysis of the East and Mediterranean stock was evaluated (SCRS/2001/133).

The baitboat fleet targeting bluefin tuna in the Bay of Biscay from 1975 to the present is described in SCRS/2001/131. This study analyses changes in the fleet from 1975 to 2000 regarding vessel characteristics (HP, TRB, length, etc.), technological advances (B/W sonar, color echosounding, GPS, etc.) and the number of crew and bait tanks, which may also affect catch rates due to the fishing system. The total number of vessels has remained constant at around 25, all based in the port of Fuenterrabía except from 1996 to 1998, when boats from the port of Guetaria were incorporated. A total of 78 boats participated in the bluefin fishery throughout the study period that was divided into three groups. The use of black and white sonar became generalized at the end of the 1970s and technological advances (color echosounding, GPS, etc.) have increased throughout the study period at a more or less similar rate throughout the fleet.

In SCRS/2001/132 relative indices of abundance for bluefin tuna by age-class were estimated using generalized linear mixed models (GLMM). New catch and effort data on bluefin tuna from two

sources were used in this study: catches by trip and catches from logbooks. Catches were modeled using the delta-lognormal model. The selected final model included the following explanatory factors: Year, Age, Year*Age, Month, Crew (number), Tank (number of bait tanks), with the Year*Month interaction as a random component. In general, the standardization procedure showed that vessel characteristics (Boat type) and fishing related instrumentation (technological advances) have a relatively minor explanatory effect on the observed catch rates for bluefin tuna in this fishery. Geographical distribution had no explanatory effect on the observed catch rates, and nor did the type of bait. In the study period, four strong cohorts were detected with a periodicity of 5 to 6 years. No statistical differences were found between historical nominal CPUE (currently used as a recruitment index of the eastern stock) and the nominal CPUE of age 2 obtained in the present study.

In SCRS/2001/133 the effect of standardizing the Spanish baitboat CPUE on the perception of the East Atlantic and Mediterranean stock obtained via Virtual Population Analysis (VPA) is investigated. VPA was calibrated and a retrospective analysis was performed using these new indices. Results were compared with the 1998 assessment. The standardized indices of the Spanish baitboat fishery operating in the Bay of Biscay, have a large influence in recent perceptions of the stock, in particular for the younger ages which are the main target of the fishery. The estimates of recent fishing mortality being greatly reduced for the younger ages (1-3 and 4-7) and correspondingly estimates of population size are increased. The retrospective bias, when using the new standardized indices, is less for the younger age-classes than in the 1998 analysis. This suggests that the recent estimates for the younger age-classes are more reliable.

In SCRS/2001/114 more than a hundred historical catch series of bluefin tuna from the Mediterranean and Atlantic trap fisheries were analyzed. The fluctuations in the catches are of significant magnitude, with periods of high catches of a magnitude seven times more than the periods of low catches. Large cyclical fluctuations were detected in abundance, approximately every 120 years, as well as lesser fluctuations, approximately every 20 years. The fluctuations over the long and medium term, representing more than 50% variability in the historical series, were synchronous in the entire area studied. (The fluctuations over the short-term were synchronous only on a local level.) Furthermore, these long-term fluctuations in trap catches are interpreted by the authors as a possible approximation to the natural fluctuations in the abundance of the resource.

In 2002 two standardized abundance indices were updated. The standardization process implemented some of the oceanographic and environmental factors affecting bluefin tuna catchability by several gears. Documents SCRS/2002/108 and SCRS/2002/109 presented standardized abundance indices for bluefin tuna caught by traps of Tunisia and Spain, respectively.

2.3.2 West Atlantic

The United States continued to conduct ichthyoplankton surveys in the Gulf of Mexico during the spawning season for use in the only fishery independent index of abundance available for bluefin (updated in SCRS/2002/091). Updates to indices of abundance from U.S. and Canadian fisheries were presented in SCRS/2002/081, SCRS/2002/089 and SCRS/2002/090. Japanese longline indices of abundance for West Atlantic bluefin were presented in SCRS/2002/103.

2.4 Biology

The objective of this component is to improve the basic knowledge of bluefin life history.

2.4.1 Growth, length, weight, and feeding

The collection of spines and vertebrae continued in the East Atlantic and Mediterranean (within the framework of COPEMED) to obtain size-age keys. In 1999 and 2000, more than a thousand of both hard parts were collected.

Document SCRS/2000/108 presented a size-age key for bluefin tuna caught by longline around Malta, applying the method of reading of the rings of the first dorsal spine. The age range encountered was from 8 to 15 years, from fish between 180 and 290 cm fork length.

Document SCRS/2000/151 estimated the catch at age of East Atlantic juvenile bluefin tuna caught in the Bay of Biscay during the 1990-1999 period, by three methods: size-age keys through dorsal spine reading, analysis of size frequency by statistical model (MULTIFAN), and by deterministic model (age slicing). No significant differences were found in the catch at age estimated by the three methods en ages 1 to 6 and 5+. The average fork length size at age obtained by the three methods is very similar.

Document SCRS/2001/135 presented a size/age key obtained from bluefin tuna catches in the Libya trap by the reading of rings in fin ray spines. The range of ages observed was from 4 to 16 years from fish measuring between 114 cm and 285 cm fork length (FL).

The results from the FAO/COPEMED Project corresponding to the year 2000 present seven biometric relationships of size/live weight of bluefin tuna from the various fisheries of Morocco, Tunisia, Libya, Malta and Spain.

The Marine Research Institute in Iceland has carried out a research program in relation to experimental fisheries for bluefin tuna within the Icelandic EEZ since 1996 in cooperation with Japanese fishing agents. Results from observations and extensive sampling of that fishery were first presented in SCRS/1999/74 and have been presented periodically since then. In SCRS/2002/142 an extensive review of the fishery was presented; size and age composition and condition factor were found to be relatively constant throughout 1996-2001 while catch rates declined through much of the period. No indication of an influx of fish of different size, age or condition factor was observed. In SCRS/2002/143 growth and age composition information was presented, as were results from alternative methods of determining age from vertebrae. Differences between the ageing methods were observed and the Committee recommended that international cooperation on methods for estimating bluefin age. The Committee noted the importance of conducting these types of research investigations, commended the authors on the work thus far undertaken. The Committee recommended that the sampling of the catches in this fishery continue and the coordination take place between Icelandic and ICCAT scientists on bluefin life history studies.

2.4.2 Larval distribution

Document SCRS/2001/76 reports on a comparison of sampling efficiencies and bluefin larval abundance in the Mediterranean and the Gulf of Mexico based on the collaborative larval survey by the EC, United States and Japan in 1994 (as requested by the BYP meeting in April 2001). All investigators used oblique Bongo tows for sampling. The distribution of stations with bluefin tuna larvae and the standardized number of larvae sampled per station among different investigators showed a good correspondence, despite minor differences in sampling protocols. The results of the vertical distribution survey indicated that bluefin tuna larvae concentrate in surface and near-surface layers both in the day and at night. A crude estimation of larval abundances indicated that larval production in the Mediterranean was more than twice that of the Gulf of Mexico. Given the differences in survey efforts, this difference may well be greater than this rough calculation. The ICCAT Workshop on Bluefin Mixing noted that a previous paper (SCRS/79/45) reported the converse density relationship for the two areas during the mid- to late 1970s.

- East Atlantic

Document SCRS/2001/129 presents the results of the larval survey carried out in waters of the Balearic Islands by the *Instituto Español de Oceanografía*, and which had been previously standardized at the Miami meeting with the cruise that is going to be carried out in the central Atlantic (SCRS/2001/82). The results obtained (124 bluefin tuna larvae) are considered highly satisfactory,

showing the geographic distribution of these larvae according to their size. Document SCRS/2002/165 reports the results of larval survey carried out in 2002 in the area of the Balearic Islands, and also describes geographic distribution of larvae in relation to the observed oceanographic factors.

- West Atlantic

During July and August of 1998 surface ichthyoplankton samples were taken off the southeast United States outside of the western wall of the Gulf Stream from about 30° to about 35°N. During those months the average water temperatures in that area are similar to temperatures in bluefin spawning areas around the world during spawning seasons. These samples have not yet been sorted.

2.4.3 Spawning area

Observations that pop-up tags placed on large bluefin tuna in the Gulf of Maine reported from the central North Atlantic during months when large bluefin would be expected to be on spawning grounds led to an hypothesis that bluefin might spawn in the central North Atlantic (SCRS/1999/104, SCRS/2000/95, SCRS/2001/53). To test this hypothesis research cruises have been conducted to try to catch bluefin tuna adults and larvae within the area defined by 35°-40°N and 35°-55°W.

In 2001, the Bluefin Year Program met in Miami in April to coordinate sampling strategies between sampling in the central North Atlantic and the sampling in the Spanish larval and adult sampling program (TUNIBAL) for the Balearic Islands area as reported in SCRS/2001/022.

Document SCRS/2001/31(rev) reported on the research progress of the Steering Committee for Central North Atlantic Bluefin Tuna Research. This proposal was reviewed by the BYP Meeting in April 2002. Although the BYP was concerned that the reduced level of funding available in 2001 could compromise the ability to meet the scientific objectives of the study, the Steering Committee, after serious consideration, decided it was important to proceed in 2001. The purpose of this international research cruise was to establish, in a pilot study, the reproductive status of adult bluefin in the central north Atlantic, and to identify appropriate sampling and research protocols for future cruises in this area. The hypothesis of possible spawning in the central north Atlantic was a result of both historical data, as well as recent electronic tagging data (SCRS/2000/95, SCRS/2001/53). From 25 June to 19 July 2001, two commercial vessels made a total of 32 sets. While most species typically captured by longline at this time of year were encountered, unfortunately no bluefin tuna were caught, although they were caught by other commercial vessels in the vicinity. The plankton samples taken have yet to be analyzed and will be reported on in due course. As one would expect of an expedition of this magnitude, preliminary indications suggest important new findings for some of the species captured. These findings will be elaborated when analyses are complete.

In 2002 the Bluefin Year Program was presented with information on the results of 2002 sampling in the central North Atlantic by a chartered longline vessel (**Appendix 1**). Twenty-nine sets of about 21,000 hooks and about 58 plankton tows were made during May and June. The longline caught 240 large pelagic fish (about 80% white marlin and swordfish combined) and no bluefin. Plankton samples have not yet been processed though preliminary examination indicated that some larval scombrids were caught.

The Japanese vessel R/V *Shoyo Maru* also conducted exploratory fishing during 2002 for the purpose of catching bluefin tuna (SCRS/2002/170). Twenty-five sets were made on two legs between mid-June and mid-August between 30°-40°N and 40°-60°W (**Appendix 2**); sets were made near oceanographic features in surface waters of about 24°C and slightly above. Late in the second leg surface water temperatures throughout the target sampling area exceeded 26°C so the final five sets of the leg (sets 26-30) were made in cooler water east of the target area (28°-38°W). On the entire two legs, 67 surface plankton tows and 66 oblique plankton tows were made. A total of 68 large pelagic fish were caught (about 60% were white marlin and albacore combined). No bluefin were caught.

Plankton samples have not yet been processed though preliminary examination indicated that some larval scombrids were caught.

2.4.4 Reproduction

Research projects are being conducted in both the east and the west on the biology of bluefin reproduction, particularly on the variation in the degree of sexual maturity of females based on the sexual hormones present in the blood and muscle tissue. The eastern study is within the framework of a project financed by the European Union (France, Germany, Greece, Italy and Spain) and the western study by the United States. Other nations, including Canada and Bermuda, are also collaborating in these projects (not only for bluefin tuna but also for swordfish and billfish). Iceland has instituted a research project which samples the Japanese longline catches of bluefin made within the Icelandic zone.

Two documents were presented on a new approach in the reproductive biology of bluefin tuna. Document SCRS/1999/106 studies the concentrations in plasma from diverse sexual hormones obtained from blood samples and the correlation with the stage of histological maturity of the gonad. It was possible to determine the sex as well as the stage of maturity from these hormonal analyses. Document SCRS/2000/91 develops a similar, but more efficient, method using samples from biopsies of muscle tissue (that can be obtained from live fish). From the samples of bluefin tuna and swordfish obtained in the Mediterranean Sea, it was possible to determine the sex from hormonal ratio.

At its 1999 meeting, the Bluefin Year Program established an extensive sampling program with the long term objective of estimating maturity at size curves for bluefin in the eastern and western management areas, based on results from research results from European and U.S. research projects. Components of this program include sampling: (1) to support additional basic research on reproductive hormones in bluefin muscle and blood, (2) to define the period when the reproductive hormones are present in the tissues, and (3) to obtain samples from a representative sample of the population to characterize the maturity at size. **Table 4** shows the numbers of frozen muscle samples collected to date, which may be useful for meeting objectives 2 and 3. Additional samples have been collected both in the eastern and western areas to meet the first objective.

The BYP noted the progress made on maturity research, reported in SCRS/2001/127 and SCRS/2001/128 dealing with the histological analysis and corresponding sexual maturity of bluefin tuna caught in the traps of Tunisia and Libya. The aforementioned research, coordinated by the FAO-COPEMED Project, stressed that all the analyses bluefin tuna belonging to age-class 4 were mature and showed spawning and/or post-spawning characteristics. The EC project REPRODOT aimed to study the reproduction processes of bluefin tuna in captivity was approved. The REPRODOT Project will start in January 2003.

Documents SCRS/2001/127 and SCRS/2001/128 present a study on the sexual maturity of bluefin tuna caught in Tunisia and Libya, based on the histological analysis of the gonads of female fish. The preliminary results indicate that all of the age 4 tunas observed showed optimum sexual maturity and general spawning condition.

The collection of samples continued for the study of sexual maturity in 2001, and 42 samples have been collected up to now in the Mediterranean (see **Table 4**).

2.4.5 Sex ratio by size-class and gonad-somatic indices.

The results of the FAO-COPEMED Project (SCRS/2001/130) provide information on the sex ratios by size class of bluefin tuna caught in the various fisheries of Morocco, Libya, Tunisia, Malta and Spain.

2.5 Environment

A large number of countries are carrying out environmental observations during research cruises or during bluefin tuna fishing. In recent years, some ICCAT publications include information on the relationship between these observations and the data collected (catch, distribution of the abundance of juvenile or adult larvae). Specific studies are currently on-going on environmental conditions prevailing during the spawning phase or in the areas where juvenile fish are found.

Information on the distribution of sea surface temperature (and chlorophyll) and on hydrological circulation in the bluefin tuna fishing areas, particularly during the spawning season, is currently being collected through processing of satellite images. These data are completed with temperature information obtained by the observers on board purse seine and longline vessels.

In 2001, the ICCAT SCRS Working Group on Environment met, where the following documents were presented: SCRS/2001/033 updated to 1995 previous analyses of the relationship between recruitment of three stocks (East Atlantic bluefin, West Atlantic bluefin, north Atlantic albacore) estimated by VPA and the winter NAO index. The study found significant correlations between the NAO index and recruitment of East Atlantic bluefin (positive 1-year lag correlation explaining 49% of the variability). SCRS/2001/036 looked into the biological processes that would likely take place for a non-spurious relationship to exist between recruitment and NAO, and further studied the relationship between East Atlantic bluefin recruitment (from VPA) and NAO. The study found that the correlation between the two variables disappeared if the series were de-trended, which would indicate that there is no cause-effect relationship between the two on an annual basis. In addition, a non-parametric randomization test did not reveal any nonlinear connection between the two variables. The document suggested that the recruitment data might be inadequate for testing the relationship, if there was one.

In various bluefin tuna fisheries (trap, longline, purse seine and baitboat), data on environmental and meteorological factors were systematically obtained in order to analyze the effect of these on the catchability of bluefin tuna by these gears, so that they can be used in the development of standardized abundance indices through the application of GLM techniques. SCRS/2001/130 shows the effect of the wind on the trap catches, as well as the effect of the sea surface temperature on longline catches. In addition, the results of the EU-FAIR-97/3975 Project on electronic tagging (SCRS/2001/78) show that fish tagged in Corsica were subsequently detected in areas of higher productivity.

In the larval cruise carried out in waters around the Balearic Islands (SCRS/2001/129), hydrographic sampling was also carried out, which will permit associating oceanographic conditions with larval distribution and that of spawners. Further, by means of satellite images, sea surface temperature (and chlorophyll) were obtained in bluefin tuna fishing areas, particularly during the spawning period. These data were complemented with information on temperature obtained by the observers on board purse seiners and longliners.

In SCRS/2001/134 relationships between baitboat bluefin tuna daily catch rates in the Bay of Biscay and remote sensed environmental variables, onboard recorded temperature and spatial variables (latitude and longitude) were tested for the period 1997-2000. Both GAM and GLM have been used to search for relationships between the environmental variables and the LogCPUE or its residuals. Although GAMs gave some reasonable results regarding optimum latitude and temperature ranges for good catch rates, the response of the models was quite dependent on the number of independent variables and the order in which they were introduced in the model. Some environmental variables were selected and added to the final model used to standardize the bluefin catch rates. The model explained 50% of the variability of catch rates, and 4% was due to environmental factors.

2.6 Other activities

In 2001, the following activities related to the ICCAT Bluefin Year Program (BYP) were carried out:

- Report of the BYP Coordination Meeting for Sampling Survey Research in the Central Atlantic and near the Balearic Islands (Miami, 25-26 April 2001) (SCRS/2001/022)
- ICCAT Workshop on Bluefin Mixing (Madrid, 3-7 September 2001) (SCRS/2001/010)

Activities were also carried out in relation to BYP Program recommendations concerning scientific cooperation and the following specific documents were presented:

- Course on ICCAT stock assessment methodology (Sete, France 20-24 July 2001) organized by the FAO/COPEMED Project.
- Working Group of the FAO-COPEMED Project (IEO Málaga, 7-15 August 2001) to prepare scientific documents, with the participation of scientists from Morocco, Tunisia, Libya, Malta, Spain and Algeria, that expressed their interest and availability to participate in the Project.
- In 2002, SCRS scientists participated in the GFCM/ICCAT meeting in Malta that concentrated on basic statistics (SCRS/2002/10) and on the bluefin assessment session.

All these meetings served to update statistics and research activities on bluefin tuna, in relation to the objectives of the Bluefin Year Program.

3 Outlook

It is clear that the priorities of the scientists who study bluefin tuna on both sides of the Atlantic are related to an improvement in knowledge on the stock structure. The three most important activities are the studies on genetics, reproduction and tagging.

Several programs or activities concerning subjects of interest for the Bluefin Program should be initiated or continued in 2003:

- Exchanges of samples between both sides of the Atlantic in relation to these programs and also other on-going studies on bluefin stock structure and biology
- New and on-going studies concerning bluefin stock structure including genetics and micro-constituents of otoliths.
- New and on-going studies on reproductive biology and development of maturity schedules using biochemical assay techniques, gonad-somatic indices and gonad samples for histologic studies.
- Research to provide more accurate methods on calculating the total weight and size composition at capture of cultured fish.

3.1 Bluefin Year Program financial report

The financial status through 23 September 2002 with anticipated expenditures through December 31, 2002 is shown in the Executive Summary. At the end of 2002 there should be a balance of 37,771 Euros assuming that planned expenditures in October-December 2002 actually are made.

Much of the planned sampling in 2002 was conducted at less expense than originally anticipated, due in large part to the existence of the FAO's COPEMED program and national activities.

3.2 Future activities of the Bluefin Year Program

3.2.1 Funded proposals in 2002 for the East Atlantic and Mediterranean

- Farming statistics

Taking into consideration ICCAT's recommendations made through the Bluefin Year Program, and with the aim to know and to evaluate the likely impact of tuna farming on statistics, research activities regarding collection of data and biometric sampling, will be carried out in tuna farms settled in Malta and Spain, mainly addressed to improve the ICCAT Statistical Document. Some of these activities will be carried out under the FAO-COPEMED financial support.

3.2.2 Research proposals to be developed in the next few years

- Research activities on tuna farming in the Adriatic Sea (Croatia)

Since 1997, a new activities in aquaculture concerning bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) rearing in the floating cages, took place on the eastern part of the Adriatic Sea. In the last few years, the rapid development of this practice of the bluefin tuna farming in the Adriatic has been noticed. Recently, almost the entire catch of bluefin tuna from the eastern Adriatic Sea has been transferred into floating cages for farming purposes.

The BYP Working Group previously endorsed the proposed research activities on tuna farming in the Adriatic Sea submitted by Croatian scientists (**Appendix 3**). The Committee recognizes that full conduct of this research as proposed would require more resources than the current BYP could contribute and that the results will be useful for addressing the growth of fish farmed in the Adriatic, but probably not generalizable to other farming areas. Progress along the lines identified in the Croatian proposal has been made and the BYP Working Group recommends that \$10,000 be contributed in partial support to continue this research in 2003 (year 2 of a 3 year proposal) and that fish purchased for this research also continue to be used to obtain the appropriate biological specimens identified in the BYP research plan for stock structure and maturity sampling.

- Support Coordination of Larval Sampling and Future Research Planning

The Committee endorsed the proposed research sampling of larvae and spawning-sized bluefin tuna and the associated oceanographic conditions in and around the Balearic Islands and in the central North Atlantic. After two years of field sampling, there is a need to review and revise, as necessary, sampling plans associated with these studies. The BYP Working Group recognizes that this research is very expensive and is beyond the current capability of the BYP, but recommends that 5,000 Euros be contributed to support larval sampling coordination and future research planning of these research projects.

- Electronic Tagging in the Mediterranean for 2002/2003

The Committee endorsed the concept of the proposed program of investigation into intensive satellite tagging of large bluefin tuna in the Mediterranean and eastern Atlantic (**Appendix 4**). This research addresses the Committee's recommendation to conduct research to better quantify the origin of fish, mixing and its implications for assessment and management of bluefin fisheries. The BYP Working Group recognizes that this research is very expensive and is beyond the current capability of the BYP, but recommends that in 2003, 15,000 Euros be contributed to support further planning, coordination, and further implementation of this research. It is recognized that the actual cost of this research is much higher than can be supported by BYP funding alone. Increasing effort on electronic tagging, especially in the Mediterranean, is strongly encouraged and cooperation between scientists/organizations of coastal countries through the current organizational structures (*e.g.*

COPEMED, EC, United States, or others), with technical collaboration by scientists from the west involved in these research applications is required for success of this research.

- Proposal for Coordination of Direct Ageing Research

Direct ageing of bluefin catch has been recommended as a superior means of estimating catch at age for purposes of stock assessment. Document SCRS/2002/143 demonstrated the feasibility of obtaining hard parts for ageing from certain fisheries. However, a procedure of age determination of the bluefin tuna catch has not been implemented in many fisheries. Whereas the ageing of young bluefin tuna is not usually difficult, the age determination of medium sized and giant tuna may often be quite problematic. An apparent deviation in the estimated age derived by various methods adds further to the confusion of age determination of the fish. If age determination of the bluefin tuna catch is to be implemented as a routine procedure, as recommended, a standardized protocol of procedure is urgently needed. It is therefore recommended that a bluefin tuna ageing network of people who have worked on age determination of bluefin tuna will be initiated. The aim of the network will be to compare and evaluate various ageing methods for various ages and from different seasons in order to develop a standardized protocol for age determination for bluefin tuna. To this end, the BYP Working Group recommends that coordination of such a network be established, making use of the expertise in Iceland as a focal point for this activity. The BYP Working Group recommends that 5,000 Euros be contributed to support the coordination activities needed for initiating such a network.

- Collection of biological samples for stock structure research in 2003

Researchers at Texas A&M University and the University of Maryland have made progress in using microconstituent analyses over several years and have recently made encouraging findings on using stable isotope ratios for stock discrimination. The primary purpose of this proposal is to obtain otoliths from the Mediterranean area for these studies (**Appendix 5**); similar collections will be made in the West Atlantic but do not require Bluefin Year Program funding. In addition to collecting otoliths from age 1 bluefin, this proposal also includes collection of samples from fish of approximately ages 3-5 anticipating continued success of the stock discrimination methodology using stable isotopes. Additionally tissues needed for genetic research and reproductive research will be collected. The proposed funding level is 7,500 Euros.

- Collection of biological samples for stock structure research from Turkey

There are very few biological samples for studying stock structure and life history of bluefin from the eastern Mediterranean Sea. The Committee believes that it is quite important to obtain such samples given its success in obtaining samples from the central and western Mediterranean, the East Atlantic and the West Atlantic. Past attempts to obtain samples from the eastern Mediterranean were of limited success (29 fish). This proposal incorporates some aspects that may result in greater success: direct involvement of a Mediterranean coordinator and funding for coordination activities. The primary objective would be to obtain samples (otoliths and muscle) from juvenile bluefin (age 1 or 2, age 1 preferred) for stock structure analyses and samples for reproductive research (**Appendix 6**). The proposed funding level is 7,500 euros of which 1,500 euros is for coordination and 6,000 euros is for sampling-related expenses.

3.2.3 Unfunded proposals

- Genetic Analysis of West Atlantic and East Atlantic-Mediterranean Samples Obtained by the BYP

The laboratory of the University of Girona has obtained one putative enzyme to be used as population marker between West and East Atlantic tuna stocks and another (G6PDH) which has shown promise, but additional research to identify causes of variability in results is recommended. DNA has not showed this differentiation. The aim of the proposal is to enlarge the sample size of the

analyzed area in order to verify this result. Simultaneously, BYP samples obtained in Iceland will also be analyzed. The genetic analyses will be conducted using both protein electrophoresis and DNA sequencing.

3.3 Protocols

A standard sampling protocol is presented in **Appendix 7**.

References

SECOR, D.H. and V. Zdanowicz, 1998. Otolith microconstituent analysis of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) from the Mediterranean Sea and Pacific Ocean. *Fish Res.* 36: 251-256.

PROGRAMME D'ANNÉE THON ROUGE (BYP): PROGRÈS RÉALISÉS EN 2002 ET PERSPECTIVES D'AVENIR

1 Objectif

Le plan modifié du Programme d'Année Thon Rouge, défini en 1995 (Rapport Biennal, 1996) et amendé suite aux conclusions de la réunion de Messine (SCRS/97/11), prévoit des activités de recherche très variées, allant des statistiques de base aux paramètres biologiques et aux méthodes d'évaluation des stocks. Ces dernières années, le Programme d'Année Thon Rouge a demandé et reçu des fonds de la Commission pour financer des activités d'échantillonnage intensif afin d'approfondir la recherche sur la structure des stocks de thon rouge, grâce à la génétique et à l'analyse des micro-éléments, et sur la taille du thon rouge à la maturité. Ce rapport décrit l'avancement des travaux dans ces directions en 2000, 2001 et 2002, et précise les objectifs du Programme pour 2003.

2 Progrès réalisés

Conformément au plan modifié du Programme d'Année Thon Rouge (BYP) élaboré par l'ICCAT et aux conclusions de la réunion de Messine (SCRS/97/11) et des suivantes, ce rapport résume les progrès principaux réalisés par les différents pays dans le cadre du BYP. Les chapitres des rapports nationaux consacrés à la recherche donnent également des détails sur les activités de chaque pays.

Conformément à la recommandation du SCRS de l'ICCAT de 1999 et 2000 de repousser l'évaluation sur le thon rouge du stock est et méditerranéen jusqu'à l'obtention d'un complément d'information permettant de mener une meilleure évaluation de ce stock, un grand effort a été déployé pour augmenter les connaissances biologiques, la structure du stock, les indices d'abondance et l'obtention des données de capture de cette espèce.

A la réunion du Groupe *Ad-hoc* CGPM/ICCAT de 2000 (SCRS/2000/25), les progrès de la recherche sur le thon rouge en Atlantique est et en Méditerranée ont été présentés et les activités de marquage-recapture ont été actualisées et analysées. Les chercheurs s'occupant du marquage électronique en Méditerranée, dans l'Atlantique est et dans l'Atlantique ouest se sont réunis pendant ces journées pour échanger des informations sur leurs résultats et leurs projets de travail. Ces informations sont reprises plus en détails au chapitre sur la structure des stocks.

A l'atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge (SCRS/2001/20), l'information issue du marquage, des analyses génétiques et des analyses de micro-éléments a été minutieusement examinée afin de déterminer les répercussions sur la structure du stock et les schémas des échanges. Ce rapport est repris plus en détails au chapitre sur la structure des stocks.

La contribution du Programme FAO-COPEMED à la recherche sur le thon rouge en Méditerranée, qui a permis d'apporter de nouvelles informations de nombreux pays qui pêchent traditionnellement dans cette zone et la contribution de nombreux programmes de l'Union européenne et des pays qui ciblent le thon rouge dans le stock est et méditerranéen ont entraîné l'élaboration de nombreux documents scientifiques.

Il existe actuellement des projets de recherche financés par l'Union européenne (Espagne, France, Grèce, Italie et Portugal), par la FAO dans le cadre du Programme COPEMED (Espagne, Italie, Libye, Malte, Maroc, Tunisie et Algérie; SCRS/2001/130) et plusieurs programmes nationaux financés par les pays (Croatie, Islande et Turquie). Les programmes en cours en 2001 et 2002 sont les suivants:

- C'est en 2000 que s'est finalisé le Programme UE 97/3975-FAIR qui étudie les migrations du thon rouge en Méditerranée et dans l'Atlantique en utilisant des marques électroniques de type pop-up (SCRS/2001/78).
- S'est également achevé le Programme UE97/029 portant sur l'amélioration des connaissances sur la biologie du thon rouge en Méditerranée (pêcherie, statistique et biologie).
- Le Programme FAO/COPEMED sur les grands pélagiques de la Méditerranée a présenté des résultats correspondant à la recherche menée en 2000 (SCRS/2001/130).
- Le Programme UE.99/022 (Stromboli) est actuellement en cours. Il consiste à analyser les séries temporelles des captures de thon rouge à la madrague et la mise au point d'un indice d'abondance indépendant de la pêcherie par le biais d'observations aériennes.
- Le Programme COPEMED se poursuit. Ses objectifs sont directement liés aux recommandations du SCRS en matière de recherche.
- En 2001, le Programme UE a été mené à bien: standardisation des séries de CPUE des canneurs espagnols pour le thon rouge juvénile de l'Atlantique est (DG XIV, Study 00/024).

Dans l'Atlantique ouest, les activités liées au Programme d'Année Thon Rouge sont largement soutenues par des programmes nationaux de recherche, bien que ces dernières années les activités de marquage électronique aient eu surtout des sources de financement non-gouvernementales.

L'avancement des travaux lancés en 2000-2001 avec le financement du BYP et poursuivis en 2002 a été analysé et fait l'objet de différents rapports. De plus, les objectifs d'échantillonnage ont été débattus et définis pour 2003, dans le cadre des orientations de recherche.

2.1 Statistiques

Ce volet du Programme d'Année Thon Rouge a pour but d'améliorer les statistiques de base utilisées dans l'évaluation des stocks.

2.1.1 Atlantique est

La majorité des pays participant aux projets a présenté des données de capture, d'effort et de taille (Tâches I et II de l'ICCAT).

Se poursuivent les programmes et activités de contrôle statistique, les échantillonnages au port et l'embarcation d'observateurs aux fins de la collecte des données de base. Différents pays de la Méditerranée et de l'Atlantique ont maintenu ou amélioré le niveau d'échantillonnage de l'an dernier. En 2001 et 2002, un niveau élevé d'échantillonnage de tailles du thon rouge en Méditerranée et dans l'Atlantique est a été réalisé pour tous les engins.

Conformément aux recommandations de l'ICCAT, le document SCRS/2001/124 a présenté des facteurs de transformation entre les différentes présentations commerciales et le poids vif des thons exportés ayant auparavant été traités dans les installations d'aquaculture de Mazarrón (Ginés Mendez) afin d'améliorer le document statistique. En ce qui concerne l'élevage du thon rouge, le SCRS/2002/036 a présenté l'évolution et l'état actuel de l'aquaculture du thon rouge en Méditerranée.

Le SCRS/2001/91 décrit les captures croates de thon rouge de 1999 à 2001. La composition prise par poids a été convertie en prise par longueur et prise par âge. Il s'est avéré que les âges plus avancés connaissent une forte réduction du printemps à l'été. Les auteurs ont émis des réserves sur les effets des mesures existantes visant à protéger les juvéniles dans la mer Adriatique où la senne est interdite au mois de mai, sachant que la plupart des captures se déroulent aux mois de juillet et d'août.

2.1.2 Atlantique ouest

La collecte des données de capture a continué en Atlantique ouest à partir des recensements, des enquêtes et des méthodes d'estimation.

2.2 Structure des stocks

Dans son étude de la structure des stocks, le Programme d'Année Thon Rouge cherche à élaborer des outils permettant de déterminer le nombre d'unités de gestion du thon rouge en Atlantique et en Méditerranée et ensuite à décrire les relations entre ces unités.

En 2001, le SCRS a examiné les informations relatives à la structure des stocks de thon rouge notamment en ce qui concerne l'emplacement de la ligne de démarcation utilisée pour séparer les unités de gestion est et ouest (SCRS/2001/20). Ce rapport constitue un excellent résumé des données disponibles et le **Tableau 1** (issu de ce rapport) récapitule l'information disponible à ce stade à partir du marquage, des marques biologiques (génétique et otolithes), la maturité par taille et les taux de capture, en indiquant les implications des divers jeux de données, leurs points forts et leurs points faibles et d'éventuels débouchés pour la recherche future.

Le SCRS/2001/115 a présenté des analyses qui mettent en évidence l'origine commune du thon rouge exploité dans les pêcheries nordiques et celles de Barbate. En se fondant sur les matrices des captures par âge et par an pour les différentes pêcheries impliquées (nord et sud de Norvège, Allemagne et Barbate) et au moyen de techniques multivariantes d'analyses d'éléments principaux et d'analyses de correspondances, les scientifiques sont parvenus à la conclusion qu'il existait les mêmes cohortes dominantes dans les quatre pêcheries et qu'il s'était produit un effondrement synchronique dans les pêcheries analysées en 1963, concluant qu'il était fort probable que les thons exploités dans les pêcheries nordiques et de Barbate appartiennent à une même population et que l'effondrement des pêcheries nordiques soit dû à l'arrêt de la migration des thons matures vers des zones nordiques.

2.2.1 Marquage

- Objectifs

Les recommandations du document SCRS/95/95 (Atelier sur le marquage du Thon rouge de l'Atlantique) ont été utilisées en partie comme orientations pour les objectifs de marquage. Le Programme avait pour objectifs à long terme *de facto* de tester la fidélité aux aires de ponte et d'estimer le degré de mélange entre les poissons des deux unités de gestion. Les objectifs à court terme, avec le marquage électronique, étaient de développer les techniques de marquage, de tester la technologie des marques et de décrire les types de déplacement à utiliser pour étayer les hypothèses.

- Marques classiques

Pendant l'année 2000 aucune campagne de marquage du thon rouge avec des marques classiques n'a eu lieu. Les documents SCRS/2000/110 et SCRS/2001/77 présentent une mise à jour et des informations sur les données de marquage-recapture avec ces marques. Jusqu'à ce jour, 13.397 thons rouges ont été marqués dans l'Atlantique est et en Méditerranée, et 678 exemplaires ont été recapturés (soit 5% du total). Les résultats du marquage-recapture indiquent un faible taux d'échanges entre les stocks de l'est et de l'ouest.

Trois travaux présentés à l'Atelier ICCAT sur les Echanges du thon rouge portaient sur l'analyse du marquage conventionnel. Le document SCRS/2001/042 donne une simple description analytique de la base de données de marquage de l'ICCAT sur le thon rouge. Depuis 1954, 91% environ des marques ont été apposées dans l'Atlantique ouest et 9% dans l'Atlantique est. Plus de 95% des marques ont été récupérées dans la zone où avait eu lieu le marquage. Bien que le nombre de marques relâchées à l'ouest et récupérées à l'est (102) soit le quintuple de celles qui ont fait le trajet inverse (19), le pourcentage des migrations transatlantiques est-ouest (4,3%) était presque le double de celui des migrations ouest-est (2,2%). Les migrations transatlantiques présentent une variation temporelle (au niveau des années ou des décennies), notamment d'ouest en est, où les données sont plus abondantes (années 1990=7,6%, années 1980=1,2%, années 1970=0,84%, années 1960=2,28%). Les

migrations transatlantiques sont plus probables chez les poissons plus âgés et ceux qui ont été marqués depuis longtemps. L'auteur prévient qu'il faut interpréter les résultats avec prudence, du fait de la taille réduite des échantillons et des changements du mode de pêche, mais que les analyses illustrent toutefois assez bien les modes sous-jacents. L'auteur mentionne que l'information sur l'écologie du thon rouge et celle qui provient du marquage indiquent clairement que la délimitation au méridien 45°W est artificielle. On ne dispose cependant d'aucune information fiable permettant de définir une limite rationnelle (si celle-ci existe), ou de créer d'autres sous-stocks.

Le document SCRS/2001/077 reprend les données des documents SCRS/2000/110 et SCRS/94/92, en ne considérant que les données sur les marques apposées à l'est, qui ont passé plus d'une année en mer, et qui ont été récupérées à l'ouest. Selon ce calcul, le taux d'échange entre l'est et l'ouest varie dans le temps de 0 à 21%. Ce document signale aussi l'amélioration considérable du degré de transmission de l'information sur les marques suite aux nouveaux efforts visant à diffuser l'information sur les programmes de marquage dans les ports, dans les madragues et auprès des associations. Il a été signalé, pendant la présentation du document SCRS/2001/057, que 7.065 marques conventionnelles avaient été apposées sur des thons rouges de taille petite, moyenne et géante en Caroline du Nord entre 1994 et 2000, avec un taux de récupération de 4,1% (par rapport aux 18% de récupération des marques-archives implantées). Dix pour cent de ces marques ont été récupérées à l'est. Il a été noté que cette opportunité extrêmement favorable au marquage s'est estompée.

- Marques électroniques

Les activités de marquage électronique du BYP ont pour objectifs à long terme d'obtenir des informations sur les types de déplacements pouvant servir à définir la structure des stocks et/ou à introduire les déplacements dans les modèles d'évaluation. A plus court terme, il s'agit d'élaborer les méthodes pour atteindre ces buts et de faire les premières observations sur les déplacements pour bâtir des hypothèses et les tester.

En 1999, le Japon a mené un programme de marquage de thon rouge à l'aide de marques-archives (implantées de façon interne) près de Zadar (Mer Adriatique) en Croatie (SCRS/2000/126). Les poissons devant être marqués ont été pêchés à la senne et gardés environ quatre mois en cage avant d'être relâchés. Des marques-archives ont été ainsi implantées à 60 poissons en novembre 1999 et 10 marques ont été récupérées au mois de septembre 2000. Les poissons avaient plongé très profondément ; deux d'entre eux étaient descendus à plus de 765 m de profondeur. D'après l'endroit où les marques ont été récupérées, leurs déplacements géographiques semblaient s'être limités au voisinage de l'endroit où ils avaient été remis à l'eau. Les capacités sophistiquées de positionnement géographique des marques n'ont pas une résolution assez fine pour donner des informations plus précises sur le trajet suivi par les poissons pendant qu'ils nageaient en liberté.

Les marques pop-up reliées à des satellites initialement déployées dans la zone de la Méditerranée ont rencontré un faible taux de récupération (SCRS/2000/109) et les problèmes ont été discutés par le Groupe de travail CGPM/ICCAT (SCRS/2000/25). Suite aux discussions au sein des différents groupes de marquage électronique et avec les fabricants de marques, différentes explications possibles ont été trouvées aux mauvais taux de récupération des données des marques pop-up obtenus par le groupe européen, et aussi par le groupe de Nouvelle Angleterre et du Canada avec certains lots de marques de longue durée à un seul point. Cette liste inclut : (a) un mauvais fonctionnement ou des pannes de batteries ou de composants électroniques ; (b) la mortalité due à la pêche et l'absence de transmission par les marques ; (c) le fait que les poissons aient plongé très profondément, ce qui a empêché les marques de flotter ; (d) la pollution biologique ; (e) la prédation ; (f) l'endommagement des antennes de radio dû aux morsures d'autres poissons du banc qui essayaient de manger les marques ; (g) l'endommagement de l'antenne de radio dû aux coups répétés de la marque sur le flanc du poisson parce qu'elle avait été mal posée ou que le câble n'était pas de la bonne longueur ; (h) endommagement du poisson pour les mêmes raisons que dans (g), entraînant sa mort ; (i) petite taille de certains poissons ; (j) perte des marques ; (k) état de la mer après la remontée de la marque et différences entre les eaux océaniques et les eaux du talus continental dues à la houle. Pour les thons marqués au fusil

sous-marin, deux autres possibilités se présentaient : les composants électroniques pouvaient être endommagés par les forces-g et les ancrages en nylon pouvaient ne pas être bien incrustés dans le muscle du poisson à cause de la façon dont leurs fermetures se détachaient du poisson. En outre, il est apparu possible que les marques fonctionnent moins bien avec le système ARGOS en Europe qu'aux Etats-Unis, ce qui pourrait avoir des implications sur la recherche des deux côtés de l'Atlantique. Les taux de transmission des thons rouges remis à l'eau en 2000 et 2001 ont apparemment augmenté. Ceci s'expliquerait par l'expérience additionnelle acquise dans le marquage des thons rouges adultes, à l'amélioration des techniques d'apposition et aux progrès de la technologie du marquage. Ces améliorations pourraient également être dues en partie à la coopération avec des scientifiques nord-américains qui ont marqué avec succès des thons rouges.

A l'Atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge, en 2001, trois documents ont présenté une actualisation des trois programmes de marquage électronique du thon rouge actuellement en cours dans l'Atlantique.

Le document SCRS/2000/057 (et son supplément www.sciencemag.org/cgi/content/full/293/5533/1310/DC1) faisait part des résultats obtenus par le marquage de thon rouge avec marques-archives implantées (279) et pop-up reliées à un satellite (98) entre les années 1996 et 2000 (apposées par l'équipe de recherche Stanford *et al*). Ces données du marquage électronique permettent d'entrevoir les déplacements saisonniers et les préférences environnementales du thon rouge. Ce poisson descend à une profondeur de >1000 m, et subit des températures qui vont de 3°C à 30°C, tout en maintenant sa chaleur corporelle. Les auteurs décrivent un comportement migratoire complexe, pour lequel ils avancent quatre modes: résidence à l'ouest sans déplacement vers l'une des zones de frai connues, résidence à l'ouest avec déplacement sur une zone de pêche connue, déplacements transatlantiques ouest-est et retour, et déplacements transatlantiques vers l'est après 1 à 3 ans de permanence à l'ouest. Bien que l'on ignore où sont nés ces poissons marqués à l'ouest, les données montrent que les déplacements qui croisent la ligne de démarcation est-ouest sont plus fréquents que ce qui est observé dans le cas des marques conventionnelles apposées dans le cadre du même projet. Les auteurs en concluent qu'il y a mélange de thon rouge dans les zones trophiques ouest et est, mais que les poissons se séparent peut-être pour frayer, soit dans le Golfe du Mexique, soit en Méditerranée (sans qu'il existe de preuves indiquant que des poissons se rendent dans les deux zones). Ces zones trophiques semblent attirer le poisson de l'est comme de l'ouest de l'Atlantique, et certaines d'entre elles chevauchent la ligne de démarcation des stocks. Ce document décrit un comportement unique de frai, la durée de la ponte étant potentiellement plus réduite chez un poisson que ce qui avait été décrit auparavant. Les marques pop-up avec satellite qui ont été relâchées dans trois sites à l'ouest illustrent des modes de distribution semblables à ceux des marques-archives pendant la première année.

Le document SCRS/2000/078 commente le programme de marquage avec marques pop-up à satellite de l'Union européenne. En tout, 84 thons rouges ont été marqués entre 1998 et 2000 avec des marques à pointe unique (61) et pop-up (23). Au total, 23 marques ont été détectées. Bien que la première génération de marques pop-up ait présenté quelques problèmes de transmission (taux de transmission d'environ 20%), les données de marquage donnent des résultats intéressants, notamment sur de plus fortes concentrations de chlorophylle-a dans les zones où les marques se sont mises à émettre. Les marques pop-up à satellite ont transmis l'information avec beaucoup de succès en ce qui concerne le petit thon rouge en Méditerranée, mais avec moins de bonheur pour les grands reproducteurs dont on suppose qu'ils sortent de la Méditerranée pour aller dans l'Atlantique est. Vu le succès de la technologie pour les petits poissons, on pourrait penser à un problème de non-transmission dans le cas des géniteurs. En tout, 7 (soit environ le tiers) des marques ont émis dans l'Atlantique (2 dans l'Atlantique nord et 5 dans l'Atlantique tropical), et le reste en Méditerranée, non loin du lieu de marquage, même longtemps après.

Le document SCRS/2001/053 donne une information actualisée (d'après le document SCRS/2000/095) sur le marquage avec marques pop-up à satellite de thon rouge dans l'Atlantique nord-ouest (programme commun américano-canadien). Depuis trois ans, 58 marques à pointe unique et 28 marques pop-up à satellite avec détecteur lumineux ont été apposées sur des thons rouges géants

(178-266 cm SFL) dans l'Atlantique nord-ouest. Il s'agissait d'un travail en collaboration avec des bateaux de pêche commerciaux ou affrétés de Nouvelle-Angleterre et du Canada (harpon, canne/moulinet, trappe canadienne et senne) au moyen de techniques de fixation élaborées par les pêcheurs américains. Les marques restaient en place à long terme de 80 à 365 jours, la plupart d'entre elles se détachant du poisson pendant la période supposée de frai (avril-juillet). Six des 7 marques portées par des poissons depuis le mois de septembre 2000 ont émis le 1er septembre 2001, mais leurs données ne sont pas encore disponibles. Le document mentionnait que tous les poissons marqués entre 1997 et 1999 se trouvaient dans l'Atlantique centre-nord au moment où leurs marques se détachaient, et que 30-58% par an se trouvaient dans l'unité est de gestion. Les estimations de la latitude et de la longitude (basées sur les données de l'intensité lumineuse) et les associations environnementales (80-340 jours) sont disponibles pour 12 poissons (193-266 cm). Ces résultats ont servi à la planification d'une campagne de recherche sur palangrier dans l'Atlantique centre-nord, qui s'est déroulée du 26 juin au 19 juillet 2001 (SCRS/2001/031).

Pendant les délibérations sur ces travaux et nouveaux résultats à l'Atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge, les participants ont commenté que ces nouveaux renseignements et outils de recherche nous offrent l'occasion d'obtenir de nouvelles informations importantes. Les jeux de données créés en 5 ans seulement de travail sur les nouvelles marques électroniques sont riches en informations sur les déplacements et le comportement du thon rouge, ainsi que sur la physiologie et l'océanographie. La possibilité de suivre les déplacements du thon rouge indépendamment de la pêche est une innovation dans la recherche halieutique.

Dans le document SCRS/2002/092, des informations ont été présentées pour actualiser les données soumises à l'Atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge. Les renseignements prélevés sur un poisson ont permis d'identifier une éventuelle zone de production au nord des Bahamas.

- Réseau de récupération des marques

Un réseau de récupération des marques regroupant les correspondants de l'ICCAT a été créé en 1997, pour essayer d'augmenter au maximum les taux de retour de marques ; il s'est surtout agi d'impliquer les experts régionaux en marquage et de donner la plus large publicité possible aux opérations de marquage en cours. Des affiches ont été imprimées en plusieurs langues pour expliquer les différents types de marques utilisées, et elles ont été largement diffusées par les correspondants ICCAT. L'information sur les activités de marquage a continué à circuler grâce aux pêcheurs professionnels, oralement et par la distribution d'affiches dans les ports et dans les endroits où les thons sont pêchés ou préparés pour la vente.

En 1999, il y a eu beaucoup de retours de marques réussis mais aussi quelques problèmes. Le Maroc a obtenu deux recaptures de marques-archives (l'une venait du projet UE et l'autre des États-Unis). L'Espagne a obtenu deux recaptures de marques classiques qui avait été mises à l'eau dans l'Atlantique ouest et étaient restées en mer pendant dix et onze ans. Les années précédentes, 43 marques transatlantiques avaient été récupérées dans le Golfe de Gascogne. Cependant, il s'avéra aussi que plusieurs poissons porteurs de marques-archives avaient été capturés en Méditerranée et que leurs marques n'avaient pas pu être récupérées. Les efforts de sensibilisation ont redoublé à propos du besoin de récupérer ces marques sur les poissons débarqués. Suite à une recommandation de 1999, un scientifique italien de l'ICCAT connaissant bien le réseau de marquage s'est rendu dans différents ports italiens stratégiques pour insister sur ce besoin et sur les récompenses financières promises aux pêcheurs. Les pays impliqués dans les projets de l'UE et de FAO/COPEMED et dans d'autres programmes nationaux ont également distribué des affiches de l'ICCAT et d'autres pays dans les ports et les confréries de pêcheurs pour diffuser l'information.

En 2000, le Réseau de récupération des marques a été évalué par le Groupe de travail CGPM/ICCAT (SCRS/2000/10), qui conclut que ce réseau semblait bien fonctionner et avoir fait augmenter le nombre de récupérations de marques dans certaines zones. Les recommandations formulées à cette réunion demeurent importantes :

Il faut poursuivre les efforts d'information du public sur les activités de marquage et l'importance de rendre les marques. Il faut noter l'accroissement du nombre de marques électroniques mises à l'eau dans l'Atlantique est et la Méditerranée par les scientifiques européens et japonais. La diffusion de ce type d'information est encouragée sous forme de cassettes vidéo et sur les sites web de la CGPM et de l'ICCAT, entre autres.

Le nombre de marques classiques ou électroniques qui seront mises à l'eau devrait être communiqué au Secrétariat, si possible avant le marquage. Dans certains cas, en effet, le Secrétariat a eu des difficultés à identifier le groupe qui avait mis à l'eau une marque recapturée. Cette liste de marques posées sur de grands migrateurs sera utile, surtout lorsque la recapture a lieu avant que la remise à l'eau du poisson marqué n'ait été officiellement communiquée au Secrétariat. Cela facilitera la récupération rapide des données et des marques et, le cas échéant, permettra la collecte d'échantillons biologiques. Cela facilitera aussi le paiement rapide des récompenses, et évitera la perte éventuelle du poisson recapturé.

En outre, en 2002, le Groupe de travail a fortement recommandé que les scientifiques responsables des activités de marquage communiquent (à un niveau général) les données de marquage aux personnes qui déclarent les recaptures, sachant que ce type d'information est indispensable pour renforcer la collaboration avec les pêcheurs.

A la réunion du Groupe de travail CGPM/ICCAT, en 2002, (SCRS/2002/010), il a été noté qu'il n'existait aucune preuve indiquant que les taux de transmission avaient chuté, mais que ces derniers pouvaient augmenter encore plus si l'on redoublait d'efforts pour informer le public et établir des contacts personnels.

Entre 2001 et 2002, le réseau de récupération des marques a permis de récupérer dans la zone de la Méditerranée 14 marques (10 conventionnelles et 4 marques-archives).

2.2.2 Echantillonnage biologique pour la recherche sur la structure des stocks

- Objectifs

Dans le cadre du BYP, cet échantillonnage servant à la recherche sur la structure des stocks a pour but d'obtenir des échantillons de thons rouges ayant une faible probabilité d'avoir rejoint l'autre zone de gestion. Dans la description de l'échantillonnage (SCRS/94/76 et SCRS/97/62), il est recommandé d'examiner la stabilité des signaux concernant la structure des stocks (fréquences génétiques ou des micro-éléments) parmi de multiples classes d'âge et en suivant une seule classe d'âge pendant de nombreuses années. De plus, il a également été recommandé de comparer ces signaux entre les lieux d'échantillonnage dans une même région (est ou ouest) (SCRS/97/62) pour analyser les micro-éléments et cette comparaison a été faite dans le cadre des analyses génétiques.

Dans la zone de gestion est et surtout en Méditerranée, les thons rouges d'âge 0 et 1 sont capturés par de multiples pêcheries et sont ainsi disponibles pour le marquage. Dans l'Atlantique ouest, il est très rare de capturer des thons rouges d'âge 0 (juvéniles), et les captures de poissons d'âge 1 ne sont que sporadiques. A l'est, l'échantillonnage s'est concentré sur les âges 0 et 1. À l'ouest, les échantillonneurs ont essayé d'obtenir des âges 0 et 1 et ont collecté des échantillons d'âges 2 et 3 pour disposer d'échantillons de groupes d'âge multiples sur plusieurs années. Dans l'Atlantique ouest, des larves de thon rouge sont prélevées lors de prospections planctoniques et certaines sont conservées dans de l'éthanol. Des efforts ont récemment été déployés pour identifier le thon rouge dans ces collectes aux fins de son éventuelle utilisation dans des analyses génétiques.

- Résultats

Les **Tableaux 2-4** montrent le nombre d'échantillons prélevés par de nombreuses organisations, y compris des universités et des agences de pêche nationales, grâce au financement national ou au financement d'organisations multinationales, comme la CE et le programme COPEMED. La plupart des échantillons de la Méditerranée et de l'Atlantique ouest ont été stockés à l'un des deux centres d'archivage des échantillons établis par le Programme BYP en Espagne, à l'université de Gérone, et aux Etats-Unis, au laboratoire NOS à Charleston, Caroline du sud. De nombreux échantillons de l'Atlantique est se trouvent encore en Islande en raison des difficultés rencontrées pour les expédier. Les échantillons génétiques prélevés sont indiqués au **Tableau 2**, ceux recueillis pour analyser les micro-éléments sont présentés au **Tableau 3** et les échantillons collectés pour étudier la maturité par taille apparaissent au **Tableau 4**.

Atlantique est

En 2001, 259 échantillons de muscles, de foie et/ou de cœur de thons rouges d'âges différents capturés dans les pêcheries de l'Atlantique est et de la Méditerranée ont été prélevés. Ces échantillons ont été envoyés à l'Université de Gérone (Espagne) pour y être analysés, comme prévu dans le programme BYP.

De 1993 à nos jours, environ 3.500 échantillons ont été prélevés dans l'Atlantique est et la Méditerranée par les pays qui participent au programme FAO/COPMED (soit l'Islande, l'Union européenne et d'autres pays de la Méditerranée) (**Tableaux 2-4**).

Atlantique ouest

Plus de 2.000 échantillons ont été collectés dans l'Atlantique ouest par des scientifiques canadiens, des scientifiques nord-américains originaires d'agences fédérales et gouvernementales, de l'Université de Caroline du Sud, l'Université de Maryland, l'Université A&M du Texas et la *Virginia Institute of Marine Science*.

2.2.3 Recherche génétique

Une recherche a été menée sur l'ADN mitochondrial et nucléaire et sur les protéines du foie et du muscle. Elle se poursuit des deux côtés de l'Océan Atlantique et au Japon. L'échange d'échantillons entre l'est et l'ouest améliorera considérablement l'applicabilité de ces études. Différentes techniques sont appliquées aux échantillons collectés.

Le document SCRS/2000/124 présente une analyse de l'ADN mitochondrial à partir d'un échantillon de 12 individus de 115 à 223 cm capturés par les madragues de Libye. Les résultats font constater une homogénéité génétique de l'échantillon par rapport aux autres échantillons analysés en Méditerranée. Le document SCRS/2000/111 analyse l'ADNmt d'un thon marqué à l'ouest et récupéré dans une madrague du Déroit de Gibraltar, avec 14 autres poissons du même banc. Les résultats présentent un schéma de répartition semblable à celui déjà observé dans différents endroits analysés en Atlantique est et en Méditerranée.

Ce dernier document recommande que les thons porteurs de marques et d'autres individus du même groupe fassent l'objet d'analyses génétiques. Il souligne aussi qu'il est nécessaire de valider par des analyses génétiques les résultats de marquage-recapture, afin de mieux estimer le taux de mélange entre l'est et l'ouest.

Le document SCRS/2000/136 présente une comparaison entre la composition génétique des échantillons de l'Atlantique ouest et celle de poissons pêchés en Méditerranée. L'anneau-D de l'ADNmt a été analysé. L'âge approximatif des deux groupes de poissons de l'ouest inclus dans la comparaison était de 5-9 ans et de 10+ ; ils ont été comparés avec des poissons d'âge 0 et de 5-8 ans

environ. Presque toutes les variations entre les poissons ont été observées au sein d'une même zone plutôt qu'entre différentes zones, ce qui fait que ces échantillons ne permettent pas de différencier les poissons de l'est et de l'ouest.

Le document SCRS/2001/054 a été présenté à l'Atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge. Ce document fait part des résultats obtenus à partir de séquences des nucléotides de la région de contrôle de l'ADNmt comme des fréquences des allèles *ldhA* du gène nucléaire dans des échantillons correspondants de thon rouge en provenance de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-ouest. L'analyse de ces deux types de données n'a pas révélé de différences significatives entre les échantillons de ces deux régions. Ces résultats montrent l'importance d'analyser de multiples classes annuelles et d'avoir des échantillons volumineux dans les analyses de la structure des stocks, du fait que les études antérieures faites avec des échantillons plus réduits avaient suggéré qu'il existait une division. En outre, les échantillons de larves du golfe du Mexique et de la Méditerranée ne différaient pas de façon significative les uns des autres, ni des autres échantillons lorsque l'on comparait les séquences de la région de contrôle de l'ADNmt. Toutefois, malgré les importantes preuves présentées ici, le manque d'évidence génétique d'une substructure de la population ne constitue pas la preuve de l'existence d'une seule population panmixique. Il est possible qu'il y ait plusieurs sous-populations, et que la différenciation génétique des loci analysés dans cette étude ne se soit pas présentée à cause de la grande taille de la population et/ou d'un faible niveau de migration associée au frai entre les sous-populations. L'auteur principal a également signalé que des entretiens avec le laboratoire du D' Pla ont révélé qu'ils avaient observé, eux aussi, que les différences signalées antérieurement disparaissaient avec des échantillons plus volumineux. Autrement dit, les scientifiques des Etats-Unis, de l'Italie, de l'Espagne et du Japon ont convenu que pour le moment les analyses génétiques ne démontraient pas que les géniteurs de l'Atlantique est et ouest soient isolés du point de vue de la reproduction. Ceci n'est pas surprenant au vu de la racine commune récente de la lignée des thons rouges, et parce que des taux faibles d'échange peuvent donner des populations qui ne sont pas différenciées du point de vue génétique.

Des questions ont été soulevées pendant les délibérations de l'Atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge en ce qui concerne le type et la puissance des tests statistiques qui sont utilisés pour examiner les données. Les auteurs ont employé toute une variété de tests. Par ailleurs, des analyses similaires menées sur l'espadon (une population atlantique et méditerranéenne) ont signalé des différences. L'Atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge a souligné que même si aucune différence génétique ne s'est dégagée de ces analyses, cela n'empêche pas la structuration éventuelle de la population.

Le document SCRS/2002/172 a présenté les résultats de la caractérisation génétique du thon rouge en provenance de la Tunisie, de Malte, de la Libye et de l'Espagne. La recherche susmentionnée a été menée dans le cadre du Programme FAO-COPEMED et en partie appuyée par le Programme du BYP.

Un auteur du document SCRS/2002/172 et plusieurs autres documents sur la génétique du thon rouge dans la zone méditerranéenne (C. Pla) ont indiqué à la réunion du Programme du BYP en 2002 qu'un marqueur, la protéine (G6PDH), donnait des résultats variables. C'est pourquoi les différences apparentes entre les unités de gestion dans les fréquences de G6PDH décrites au SCRS/1999/143 n'ont plus été considérées comme un indicateur fiable de la séparation des stocks.

2.2.4 Micro-éléments des otolithes

La recherche sur la possibilité d'utiliser les micro-éléments des otolithes pour différencier les stocks de thons rouges a commencé en 1998. Un document publié dans *Fisheries Research* (Secor et Zdanowicz 1998) a fait état de différences considérables entre les thons rouges de la Méditerranée et du Pacifique.

Le document SCRS/2001/113 décrit comment la chimie des otolithes de thon rouge a été mesurée pour déterminer la possibilité de distinguer les juvéniles (âges 0-1) des nurseries est et ouest. Les

résultats suggèrent que la chimie des otolithes des thons rouges juvéniles de différentes nurseries et sous-nurseries est distincte, et que les indicateurs d'éléments montrent quelque degré de permanence, ce qui indique que la technique a un potentiel considérable d'utilisation dans les évaluations futures de la connectivité et de la structure des stocks de population.

Des chercheurs de l'Université A&M du Texas et de l'Université du Maryland ont poursuivi la recherche portant sur la possibilité d'utiliser la chimie des otolithes pour distinguer les stocks de thon rouge. La recherche actuelle se concentre sur les procédures de préconcentration visant à éliminer les interférences chimiques et accroître la précision de la classification des échantillons. En outre, des isotopes stables ($d^{13}C$ et $d^{18}O$) ont été utilisés pour enregistrer les conditions environnementales et l'on étudie actuellement leur emploi éventuel dans la détermination de la structure des stocks. Les résultats préliminaires d'un isotope ($d^{18}O$) pour le thon rouge d'âge 1 de la Méditerranée et de l'Atlantique ouest ont présenté des différences marquées avec une classification validée par croisement obtenant 100% de réussite, ce qui indique que la zone de nourricerie pourrait être pronostiquée avec précision.

2.3 Indices d'abondance

2.3.1 Atlantique est

En 2001, cinq documents ont été présentés sur les indices d'abondance standardisés pour trois pêcheries de thon rouge dans l'Atlantique est et la Méditerranée, y compris l'influence temporelle, environnementale et de l'évolution des techniques de pêche.

Dans le cadre du Programme COPEMED, deux documents ont été présentés en relation avec la standardisation des indices d'abondance du thon rouge provenant des pêcheries de madrague de Tunisie et du Maroc : SCRS/2001/126 et SCRS/2001/157. Dans le premier document, la série temporelle couvre les années 1975 à 1999 et, dans le deuxième, les années 1998 à 2000. Dans les deux documents, on a utilisé des techniques de GLM (modèle lognormal) pour la standardisation des taux de capture en nombre de poissons et la biomasse de ces derniers.

Dans le cadre du projet cofinancé par l'Union européenne (DG XIV, Study 00/024), les indices standardisés par âge ont été obtenus pour la pêcherie de canneurs dans le Golfe de Gascogne (SCRS/2001/132), l'effet des caractéristiques de la flottille (SCRS/2001/131) a été analysé ainsi que les paramètres environnementaux dans les nouveaux indices (SCRS/2001/134) ; le programme a également évalué son influence dans l'Analyse virtuelle de la population du stock est et de la Méditerranée (SCRS/2001/133).

Le document SCRS/2001/131 décrit la flottille de canneurs qui cible le thon rouge dans le Golfe de Gascogne de 1975 à ce jour. Cette étude analyse les changements apparus dans la flottille de 1975 à 2000 en ce qui concerne les caractéristiques des navires (HP, TRB, longueur, etc.), les progrès technologiques (sonar B/W, échosondage en couleurs, GPS, etc.), la taille de l'équipage et le nombre de tanks à appâts, qui pourraient également affecter les taux de capture en raison du système de pêche. Le nombre total de navires s'est maintenu à 25 unités, tous basés au port de Fuenterrabía, sauf de 1996 à 1998, lorsque des bateaux originaires du port de Guetaria se sont incorporés à la flotte. Au total, 78 embarcations ont participé à la pêcherie de thon rouge pendant toute la durée de l'étude, lesquels se divisaient en trois groupes. L'emploi du sonar noir et blanc s'est généralisé à la fin des années 1970 et les progrès technologiques (échosondage en couleurs, GPS, etc.) ont augmenté pendant la durée de l'étude à un taux plus ou moins identique dans l'ensemble de la flottille.

Le SCRS/2001/132 a estimé les indices d'abondance relative pour le thon rouge par classe d'âge en utilisant des modèles mixtes linéaires généralisés (GLMM). Cette étude a employé de nouvelles données de prise et d'effort sur le thon rouge provenant de deux sources : prises par sortie et prises des carnets de bord. Les captures ont été modélisées en utilisant le modèle delta-lognormal. Le modèle final sélectionné a compris les facteurs explicatifs suivants : Année, Age, Année*Age, Mois, Equipage (nombre), tank (nombre de tanks à appât), l'interaction Année*Mois servant d'élément aléatoire. En

général, la procédure de standardisation a indiqué que les caractéristiques des bateaux (type de bateau) et les instruments liés à la pêche (progrès technologiques) ont un effet explicatif relativement faible sur les taux de capture observés pour le thon rouge dans cette pêcherie. Ni la répartition géographique ni le type d'appât n'avaient d'effet explicatif sur les taux de capture observés. Durant l'étude, quatre fortes cohortes ont été détectées avec une périodicité de 5 à 6 ans. Aucune différence statistique n'est apparue entre la CPUE nominale historique (actuellement utilisée comme indice de recrutement du stock est) et la CPUE nominale d'âge 2 obtenue dans l'étude actuelle.

Le document SCRS/2001/133 examine l'effet de la standardisation de la CPUE des canneurs espagnols sur la perception du stock est et méditerranéen obtenue par le biais de l'analyse des populations virtuelles (VPA). La VPA a été calibrée et une analyse rétrospective a été réalisée à l'aide de ces nouveaux indices. Les résultats ont été comparés avec l'évaluation de 1998. Les indices standardisés de la pêcherie de canneurs espagnols opérant dans le Golfe de Gascogne influent fortement sur les perceptions récentes du stock, notamment pour les plus jeunes âges qui sont la principale cible de la pêcherie. Les estimations de la récente mortalité par pêche ont considérablement diminué pour les plus jeunes âges (1-3 et 4-7) et de manière correspondante, les estimations de la taille de la population ont augmenté. Le biais rétrospectif, quand on utilise les nouveaux indices standardisés, est moindre pour les classes d'âge plus jeunes que dans l'analyse de 1998. Ceci suggère que les récentes estimations pour les classes d'âge plus jeunes sont davantage fiables.

Le SCRS/2001/114 a analysé plus d'une centaine de séries historiques de captures de thon rouge provenant de pêcheries de madrague dans la Méditerranée et l'Atlantique. Les fluctuations des captures sont très importantes, certaines périodes de fortes captures connaissant une ampleur sept fois supérieure aux périodes de faibles captures. De grandes fluctuations cycliques ont été détectées dans l'abondance, approximativement chaque 120 ans ainsi que de légères fluctuations, environ tous les 20 ans. Les fluctuations à moyen et long terme ont expliqué 50% de la variabilité présente dans les séries historiques, avec la particularité ajoutée d'être synchroniques dans toute la zone de l'étude (les fluctuations à court terme n'étaient synchroniques qu'au niveau local). En outre, les auteurs les interprètent comme une approximation éventuelle aux fluctuations naturelles de l'abondance de la ressource.

En 2002, deux indices d'abondance standardisés ont été actualisés. Le processus de standardisation a fait appel à certains facteurs océanographiques et environnementaux affectant la capturabilité du thon rouge par plusieurs engins. Les documents SCRS/2002/108 et SCRS/2002/109 ont présenté les indices d'abondance standardisés pour le thon rouge capturé à la madrague respectivement en Tunisie et en Espagne.

2.3.2 Atlantique ouest

Les Etats-Unis ont continué leurs prélèvements d'ichthyoplancton dans le Golfe du Mexique pendant la saison de ponte, utiles pour le seul indice d'abondance du thon rouge indépendant des pêcheries qui soit disponible (mis à jour dans le document SCRS/2002/091). Les indices d'abondance actualisés des pêcheries des Etats-Unis et du Canada sont présentés dans les documents SCRS/2002/081, SCRS/2002/089 et SCRS/2002/103. Les indices d'abondance des palangriers japonais pour le thon rouge de l'Atlantique ouest sont présentés au SCRS/2002/103.

2.4 Biologie

L'objectif de ce chapitre est d'améliorer les connaissances de base sur le cycle de vie du thon rouge.

2.4.1 Croissance, relation longueur-poids et trophisme

La collecte d'épines et de vertèbres continue dans l'Atlantique est et la Méditerranée (dans le cadre de COPEMED) pour obtenir des clefs taille-âge. En 1999 et en 2000 plus d'un millier de pièces dures ont été collectées.

Le document SCRS/2000/108 présente une clef taille-âge pour le thon rouge pêché à la palangre autour de Malte, en appliquant la méthode de lecture des anneaux de la première épine dorsale. La fourchette d'âges trouvée était de 8 à 15 ans, à partir d'individus de 180 à 290 cm de longueur à la fourche.

Le document SCRS/2000/151 estime la prise par âge de juvéniles de thon rouge de l'Atlantique est, capturés dans le Golfe de Gascogne pendant la période 1990-1999, à l'aide de trois méthodes : clefs taille-âge avec la lecture des épines dorsales, analyse de fréquence de taille avec un modèle statistique (Multifan) et avec un modèle déterministe (découpage des âges). Pour les âges 1 à 6 et 5+, aucune différence significative n'a été décelée dans la capture par âge entre les trois méthodes d'estimation. La longueur à la fourche moyenne par âge obtenue est très semblable pour les trois méthodes.

Le document SCRS/2001/135 présente une clef taille-âge des captures de thon rouge réalisées à la madrague en Libye grâce à la lecture d'anneaux en sections de rayons épineux. La fourchette d'âges observée était de 4 à 16 ans, à partir d'individus de 114 à 285 cm de longueur à la fourche. L'Islande a soumis le document SCRS/2002/143 qui fournissait des informations sur le rapport âge-taille estimé à partir de la lecture des vertèbres.

Les résultats du Programme FAO/COPEMED correspondant à 2000 ont dégagé sept relations biométriques de taille-poids vif du thon rouge en provenance de diverses pêcheries du Maroc, de la Tunisie, de la Libye, de Malte et d'Espagne.

Le *Marine Research Institute* d'Islande mène, depuis 1996, un programme de recherche relatif aux pêcheries expérimentales ciblant le thon rouge dans la ZEE islandaise en coopération avec des entités de pêche japonaises. Les résultats des observations et du vaste échantillonnage réalisés par cette pêcherie ont été décrits dans le SCRS/1999/074 et ont été régulièrement présentés depuis lors. Le SCRS/2002/142 décrit la pêcherie dans le détail ; la composition taille-âge et le coefficient de condition se sont avérés relativement constants pendant la période 1996-2001 tandis que les taux de capture ont chuté durant la quasi totalité de cette période. Il n'a été observé aucune indication d'afflux de poissons de taille, âge ou coefficient de condition différents. Le SCRS/2002/143 présente des informations sur la composition croissance-âge ainsi que les résultats de méthodes alternatives utilisées pour déterminer l'âge à partir des vertèbres. Des différences ont été observées entre les méthodes de détermination de l'âge et le Comité a recommandé d'établir une coopération internationale sur les méthodes visant à établir l'âge du thon rouge. Le Comité a noté l'importance de ce type de recherche, a félicité les auteurs pour le travail accompli et a recommandé de continuer à échantillonner les prises de cette pêcherie et d'établir la coordination entre les scientifiques d'Islande et de l'ICCAT sur les études du cycle vital du thon rouge.

2.4.2 Répartition larvaire

Le document SCRS/2001/076 compare l'efficacité de l'échantillonnage et l'abondance en larves de thon rouge dans la Méditerranée et le Golfe du Mexique d'après une prospection larvaire menée en collaboration par l'Union européenne, les Etats-Unis et le Japon en 1994 (comme l'avait demandé le BYP à sa réunion d'avril 2001). Les chercheurs utilisaient tous des traits obliques de filet Bongo pour l'échantillonnage. La distribution des stations avec larves de thon rouge et le nombre standardisé de larves échantillonnées par station montraient une bonne cohérence entre les divers chercheurs, malgré des différences minimales de protocole d'échantillonnage. Les résultats de la prospection de la distribution verticale montraient que les larves de thon rouge se concentraient dans les couches de surface et de subsurface, de nuit comme de jour. Une estimation grossière de l'abondance des larves montrait que la production de larves en Méditerranée était plus du double que celle du golfe du Mexique. Vu les différences du travail de prospection, il se pourrait bien que cette divergence soit plus forte que ce calcul. L'Atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge a noté qu'un document antérieur (SCRS/79/045) signalait une relation converse de la densité pour les deux zones du milieu à la fin des années 1970.

- Atlantique est

Le document SCRS/2001/129 présente les résultats de la campagne de prospection larvaire menée dans les eaux de l'archipel des Baléares par l'Institut espagnol d'Océanographie et qui avait auparavant été standardisée à la réunion de Miami avec la campagne qui va se dérouler dans l'Atlantique central (SCRS/2001/82). Les résultats obtenus (124 larves de thon rouge) sont considérés hautement satisfaisants, la distribution géographique de ces larves se présentant selon sa taille. Le document SCRS/2002/165 fait état des résultats d'une prospection larvaire réalisée en 2002 dans la zone des îles Baléares et décrit aussi la distribution géographique des larves par rapport aux facteurs océanographiques observés.

- Atlantique ouest

En juillet et août 1998, des échantillons d'ichtyoplancton de surface ont été prélevés au large du sud-est des Etats-Unis à l'extérieur de la paroi occidentale du Gulf Stream entre 30° et 35°N environ. Pendant ces mois-là, les températures moyennes de l'eau sont semblables aux températures des zones de ponte du monde entier pendant les saisons de ponte du thon rouge. Ces échantillons n'ont pas encore été triés.

2.4.3 Zone de ponte

Des observations selon lesquelles les marques pop-up apposées sur des thons rouges adultes dans le Golfe du Maine ont transmis à partir de l'Atlantique centre-nord au cours des mois où les thons rouges adultes sont censés se trouver dans des zones de ponte ont conduit à l'hypothèse que le thon rouge peut frayer dans l'Atlantique centre-nord (SCRS/1999/104, SCRS/2000/95, SCRS/2001/53). Pour tester cette hypothèse, des campagnes de recherche ont été menées pour essayer de capturer des thons rouges adultes et des larves à l'intérieur de la zone définie par 35°-40°N et 35°-55°W.

En avril 2001, le Programme d'Année Thon rouge a tenu une réunion à Miami, afin de coordonner les stratégies d'échantillonnage entre l'échantillonnage mené dans l'Atlantique centre-nord et celui réalisé dans le cadre du programme d'échantillonnage des larves et des adultes mené par l'Espagne (TUNIBAL) dans la zone des îles Baléares, tel que décrit dans le SCRS/2001/022.

Le document SCRS/2001/31(rev) faisait état des progrès réalisés par le Comité d'orientation pour la recherche sur le thon rouge dans l'Atlantique centre-nord. Cette proposition a été révisée à la réunion BYP d'avril 2002. Bien que le BYP soit inquiet que le niveau réduit de financement disponible en 2001 puisse compromettre la capacité d'atteindre les objectifs scientifiques de l'étude, le Comité d'orientation, après mûre réflexion, a décidé qu'il était important de continuer en 2001. L'objectif de la campagne internationale de recherche était de déterminer, par une étude pilote, la condition de reproduction du thon rouge adulte dans l'Atlantique centre-nord, et d'identifier des protocoles adéquats pour l'échantillonnage et la recherche pour les campagnes futures dans la zone. L'hypothèse d'un frai éventuel dans l'Atlantique centre-nord découle des données historiques, ainsi que des données récentes du marquage électronique (SCRS/2000/095, SCRS/2001/053). Entre le 25 juin et le 19 juillet 2001, deux bateaux commerciaux ont effectué en tout 32 mouillages. Bien que l'on ait trouvé la plupart des espèces qui sont habituellement capturées à la palangre à cette époque de l'année, aucun thon rouge n'a été malheureusement capturé, mais d'autres bateaux commerciaux en ont pris à proximité. Les échantillons de plancton prélevés n'ont pas encore été analysés; cette information sera transmise en temps opportun. Comme on pourrait s'attendre d'une expédition de cette ampleur, les premières indications laissent entrevoir des découvertes importantes pour certaines des espèces capturées. Ces résultats seront affinés une fois les analyses terminées.

En 2002, le Programme d'Année Thon rouge a reçu des informations sur les résultats de l'échantillonnage réalisé en 2002 dans l'Atlantique centre-nord par un palangrier affrété (**Appendice 1**). Vingt-neuf mouillages de palangres d'environ 21.000 hameçons et environ 58 traits de filets à

plancton ont été réalisés entre mai et juin. Les palangriers ont capturé 240 grands pélagiques (environ 80% de makaires blancs et d'espadons combinés) et aucun thon rouge. Les échantillons de plancton n'ont pas encore été traités mais un examen préliminaire a indiqué que certains scombridés larvaires ont été capturés.

En 2002, le navire japonais *R/V Shoyo Maru* a également mené une pêche exploratoire pour capturer du thon rouge (SCRS/2002/170). Vingt-cinq mouillages ont été réalisés à l'occasion de deux sorties entre la mi-juin et la mi-août, entre 30°-40°N et 40°-60°W (**Appendice 2**) ; les mouillages ont été effectués à proximité de marques océanographiques dans les eaux de surface d'environ 24°C et légèrement au-dessus. A la fin de la deuxième campagne, la température de surface sur l'ensemble de la zone d'échantillonnage cible a dépassé 26°C, les cinq derniers mouillages (mouillages 26 à 30) ont été effectués dans des eaux plus froides, à l'est de la zone cible (28°-38°W). Au cours des deux campagnes, 67 traits de filets à plancton et 66 traits obliques de filets à plancton ont été réalisés. Au total, 68 grands pélagiques ont été capturés (environ 60% étaient des makaires blancs et des germons combinés). Aucun thon rouge n'a été capturé. Les échantillons de plancton n'ont pas encore été traités mais un examen préliminaire a indiqué que certains scombridés larvaires ont été capturés.

2.4.4 Reproduction

Des projets de recherche sont en cours à l'est comme à l'ouest pour étudier la biologie reproductive du thon rouge, et notamment le degré de maturité sexuelle des femelles, d'après les hormones sexuelles présentes dans le sang et les tissus musculaires. L'étude de l'est fait partie d'un projet financé par l'UE (France, Allemagne, Grèce, Italie et Espagne), et celle de l'ouest est financée par les Etats-Unis. D'autres pays comme le Canada et les Bermudes collaborent également à ces projets (non seulement pour le thon rouge mais aussi pour l'espadon et les istiophoridés). L'Islande a lancé un projet de recherche et d'échantillonnage des prises palangrières japonaises de thon rouge effectuées dans la ZEE islandaise.

Deux documents ont présenté une nouvelle approche de la biologie reproductive du thon rouge. Le document SCRS/99/106 étudie les concentrations dans le plasma de diverses hormones sexuelles obtenues dans le sang et leur corrélation avec le stade de maturité histologique de la gonade. Il fut possible de déterminer le sexe et le stade de maturité à partir de ces analyses hormonales. Le document SCRS/2000/91 développe une méthode analogue mais plus efficace, à partir d'échantillons de biopsies de muscles (qui peuvent être prélevés sur des poissons vivants). Les échantillons de thon rouge et d'espadon obtenus en Mer Méditerranée ont permis de déterminer le sexe à partir du ratio hormonal.

A la réunion de 1999 du BYP, un vaste programme d'échantillonnage a été prévu pour estimer à long terme la maturité du thon rouge à une taille donnée dans les zones de gestion est et ouest, à partir des résultats des projets de recherche d'Europe et des Etats-Unis. Ce programme prévoit entre autres des activités d'échantillonnage pour (1) compléter d'autres recherches de base sur les hormones reproductives présentes dans les muscles et le sang, (2) définir la période où elles sont présentes dans les tissus, et (3) obtenir des prélèvements d'un échantillon représentatif de la population pour déterminer la maturité à une taille donnée. Le **Tableau 4** indique le nombre d'échantillons musculaires congelés prélevés à ce jour susceptibles d'être utiles pour remplir les objectifs 2 et 3. Des échantillons supplémentaires ont été prélevés dans les zones est et ouest afin de répondre au premier objectif.

Le BYP a pris note des progrès réalisés par la recherche sur la maturité, tels que décrits dans les documents SCRS/2001/127 et SCRS/2001/128 qui traitent des analyses histologiques et de la maturité sexuelle correspondante du thon rouge capturé à la madrague en Tunisie et en Libye. La recherche susmentionnée, coordonnée par le Programme FAO-COPEMED, a souligné que tout le thon rouge analysé appartenant à la classe d'âge 4 avait atteint la maturité et présentait des caractéristiques de ponte et/ou de post-ponte. Le projet communautaire REPRODODOT visant à étudier les processus de reproduction du thon rouge en captivité a été approuvé. Celui-ci démarrera en janvier 2003.

Les documents SCRS/2001/127 et SCRS/2001/128 présentent une étude de la maturité sexuelle du thon rouge capturé en Tunisie et en Libye au moyen d'une analyse histologique des gonades d'exemplaires femelles. Les résultats préliminaires indiquent que tous les thons de 4 ans observés présentent une maturité sexuelle optimale et un état généralisé de ponte.

La collecte d'échantillons se poursuit pour étudier la maturité sexuelle ; en 2001, 42 échantillons ont à ce jour été prélevés en Méditerranée (**Tableau 4**).

2.4.5 Sex-ratio par classe de taille et indices gonado-somatiques

Dans les résultats du Projet FAO-COPEMED (SCRS/2001/130), les sex-ratios par classe de taille du thon rouge capturé sont présentés pour les pêcheries du Maroc, de Libye, de Tunisie, de Malte et d'Espagne.

2.5 Environnement

Bon nombre de pays effectuent des observations sur l'environnement pendant les campagnes de recherche ou les opérations de pêche au thon rouge. Ces dernières années, des publications de l'ICCAT ont présenté des informations sur les relations entre ces informations et les données collectées (prises, répartition de l'abondance des larves d'adultes ou de juvéniles). Des études consacrées aux conditions environnementales de la saison de ponte et des zones où se trouvent des juvéniles sont actuellement en cours.

Le traitement des images satellite permet actuellement d'obtenir la répartition des températures (et de la chlorophylle) superficielles de la mer et la circulation hydrologique dans les zones de pêche au thon rouge et en particulier pendant la saison de reproduction. Ces informations sont complétées par les données de température obtenues par les observateurs embarqués à bord des senneurs et des palangriers.

En 2001, le Groupe de travail du SCRS de l'ICCAT sur l'Environnement s'est réuni et a examiné les deux documents suivants : le SCRS/2001/033 actualisait jusqu'à 1995 les analyses antérieures sur le rapport entre le recrutement de trois stocks (thon rouge est-atlantique, thon rouge ouest-atlantique, germon nord-atlantique) estimé par VPA et l'indice NAO d'hiver. L'étude a révélé de fortes corrélations entre l'indice NAO et le recrutement du thon rouge est-atlantique (corrélation positive avec décalage d'un an expliquant 49% de la variabilité). Le SCRS/2001/036 s'est penché sur les processus biologiques susceptibles d'avoir lieu pour qu'un rapport non-spécieux existe entre le recrutement et la NAO, et a ensuite examiné la relation entre le recrutement du thon rouge est-atlantique (à partir de la VPA) et la NAO. L'étude a révélé que la corrélation entre les deux variables disparaissait si les séries étaient détendencialisées, ce qui indiquerait qu'il n'y a pas de rapport de cause à effet entre les deux sur une base annuelle. En outre, un test de randomisation non-paramétrique n'a révélé aucune connexion non-linéaire entre les deux variables. Le document a suggéré que les données de recrutement pourraient être inappropriées pour tester la relation, si celle-ci existait.

On a systématiquement obtenu des différentes pêcheries de thon rouge (madrage, palangre, canneurs et senneurs) des données de facteurs environnementaux et météorologiques visant à analyser l'effet de ces derniers sur la capturabilité du thon rouge avec ces engins de telle sorte qu'ils puissent être utilisés dans le développement d'indices d'abondance standardisés par le biais de leur application à des techniques de GLM. Le SCRS/2001/130 présente l'effet du vent sur les rendements des madrages, ainsi que l'effet de la température superficielle de la mer sur les rendements de la palangre. Ainsi, les résultats du projet UE-FAIR-97/3975 de marquage électronique (SCRS/2001/178) indiquent que des thons marqués en Corse ont ensuite été détectés dans des zones de plus forte productivité.

Dans la campagne de prospection larvaire menée dans les eaux autour des îles Baléares (SCRS/2001/129), un échantillonnage hydrographique a été simultanément réalisé, lequel permettra

d'associer les conditions océanographiques à la répartition des larves et des adultes reproducteurs. En outre, le traitement des images par satellite a permis d'obtenir la répartition des températures (et de la chlorophylle) superficielles de la mer dans les zones de pêche au thon rouge et en particulier pendant la saison de reproduction. Ces informations sont complétées par les données de température obtenues par les observateurs embarqués à bord des senneurs et des palangriers.

Dans le SCRS/2001/134, les rapports entre les taux de capture journaliers de thon rouge par les canneurs dans le Golfe de Gascogne et les variables environnementales captées à distance, les températures enregistrées à bord et les variables spatiales (latitude et longitude), ont été testés pour la période 1997-2000. Des modèles GAM et GLM ont été utilisés pour déterminer les liens qui existent entre les variables environnementales et la LogCPUE ou ses résidus. Même si les GAM ont fourni quelques résultats raisonnables en ce qui concerne la latitude optimale et l'éventail des températures pour de bons taux de capture, la réponse des modèles a été en fonction du nombre de variables indépendantes et de l'ordre dans lequel elles ont été introduites dans le modèle. Certaines variables environnementales ont été sélectionnées et ajoutées au modèle définitif utilisé pour standardiser les taux de capture du thon rouge. Le modèle a expliqué 50% de la variabilité des taux de capture, et 4% étaient attribuables à des facteurs environnementaux.

2.6 Autres activités

En 2001, les activités suivantes ont été menées en relation avec le Programme d'Année Thon rouge (BYP) de l'ICCAT :

- Rapport de la réunion de coordination du BYP pour une campagne d'échantillonnage scientifique dans l'Atlantique central et près des îles Baléares (Miami, 25-26 avril 2001) (SCRS/2001/022)
- Atelier ICCAT sur les Echanges du Thon rouge (Madrid, 3-7 septembre 2001) (SCRS/2001/010)

En outre, des activités sont menées à bien en rapport avec les recommandations du Programme BYP en ce qui concerne la coopération scientifique et la présentation de documents spécifiques :

- Cours d'évaluation de stock avec la méthodologie de l'ICCAT (Sète, France, 20-24 juillet 2001) organisé par le Projet FAO-COPEMED.
- Groupe de travail du Projet FAO-COPEMED (IEO. C.O. de Málaga, 7-15 août 2001) visant à l'élaboration de documents scientifiques, rassemblant des scientifiques du Maroc, de Tunisie, de Libye, de Malte, d'Espagne et d'Algérie, qui a manifesté son intérêt et sa disposition à participer au Projet.
- En 2002, des scientifiques du SCRS ont participé à la réunion du CGPM/ICCAT à Malte et se sont concentrés sur les statistiques de base (SCRS/2002/010) et sur la session d'évaluation du thon rouge.

Toutes ces réunions ont servi à mettre à jour les statistiques et la recherche sur le thon rouge, conformément aux objectifs du Programme d'Année Thon Rouge.

3 Perspectives

Il apparaît clairement que les scientifiques qui étudient le thon rouge sur les deux rives de l'Atlantique cherchent en priorité à mieux connaître la structure des stocks. Les trois domaines d'études les plus importants sont la génétique, la reproduction et le marquage.

Plusieurs programmes ou activités concernant des sujets d'intérêt pour le BYP devraient commencer ou continuer en 2003 :

- Echanges d'échantillons entre les deux rives de l'Atlantique pour ces programmes et aussi pour d'autres études en cours sur la structure du stock de thon rouge et la biologie.
- Etudes nouvelles et en cours sur la structure du stock de thon rouge, notamment la génétique et les micro-éléments d'otolithes.
- Etudes nouvelles et en cours sur la biologie de la reproduction et l'élaboration des calendriers de maturité à partir des tests biochimiques, des indices gonado-somatiques et des prélèvements de gonades pour les études histologiques.
- Recherche de méthodes plus précises pour calculer le poids total et la composition par tailles à la capture des poissons d'élevage.

3.1 Rapport financier du Programme d'Année Thon Rouge

Le résumé exécutif présente la situation financière au 23 septembre 2002, avec les prévisions de dépenses jusqu'au 31 décembre 2002. Fin 2002, le solde devrait être de 37.771 Euros en supposant que les dépenses prévues d'octobre à décembre 2002 seront réellement effectuées.

Une grande partie de l'échantillonnage réalisé en 2002 a coûté beaucoup moins cher que prévu, surtout grâce à l'existence du programme FAO-COPEMED et des activités nationales d'échantillonnage.

3.2 Activités futures du Programme d'Année Thon rouge

3.2.1 Propositions financées en 2002 pour l'est et la Méditerranée

- Statistiques d'élevage

Compte tenu des recommandations de l'ICCAT formulées dans le cadre du Programme d'Année Thon rouge, et dans le but de connaître et d'évaluer l'impact potentiel de l'élevage du thon rouge sur les statistiques, les activités de recherche portant sur la collecte des données et l'échantillonnage biométrique seront réalisées dans des fermes d'élevage de thons installées à Malte et en Espagne, et leur objectif principal sera d'améliorer le Document statistique ICCAT. Certaines de ces activités seront menées grâce à l'appui financier du projet FAO-COPEMED.

3.2.2 Recherche proposée dans les prochaines années

- Activités de recherche sur l'élevage du thon dans la mer Adriatique (Croatie)

Depuis 1997, le thon rouge (*Thunnus thynnus*) est élevé en enclos flottants dans la partie orientale de la mer Adriatique. Ces dernières années, cette pratique a connu un essor rapide dans l'Adriatique. Récemment, pratiquement la totalité de la capture de thon rouge de la partie orientale de l'Adriatique a été transférée dans des enclos flottants à des fins d'élevage.

Le Groupe de travail BYP a entériné les activités de recherche sur l'élevage du thon rouge dans la mer Adriatique proposées par les scientifiques croates (**Appendice 3**). Le Comité reconnaît que la réalisation intégrale de cette recherche, telle que proposée, nécessiterait plus de ressources que ne pourrait contribuer le programme actuel du BYP, et que les résultats serviront à étudier la croissance du poisson élevé dans l'Adriatique, mais qu'ils ne pourront peut-être pas se généraliser à d'autres zones d'élevage. Des progrès ont été réalisés dans le sens envisagé par la proposition croate et le Groupe de travail BYP recommande que la somme de \$10.000 soit affectée à la poursuite de cette

recherche en 2003 (deuxième année d'un projet de programme établi sur 3 ans), et que le poisson acheté pour cette recherche continue à être utilisé pour obtenir les spécimens biologiques appropriés qui ont été identifiés dans le plan de recherche du BYP pour la structure des stocks et l'échantillonnage de la maturité.

- Appui de la coordination de l'échantillonnage larvaire et planification de la recherche

Le Comité a entériné le projet d'échantillonnage de larves et de thons rouges reproducteurs et la recherche proposée sur les conditions océanographiques associées aux îles Baléares et à ses alentours ainsi que dans l'Atlantique centre-nord. Après deux ans d'échantillonnage sur le terrain, il convient d'examiner et de réviser, si nécessaire, les plans d'échantillonnage associés à ces études. Le Groupe de travail BYP reconnaît que cette recherche est très coûteuse et dépasse la capacité actuelle du programme BYP, mais recommande que la somme de 5.000 Euros soit affectée à la coordination de l'échantillonnage larvaire et à la planification de la recherche dans le cadre de ces programmes.

- Marquage électronique en Méditerranée en 2002/2003

Le Comité a entériné le concept du projet de recherche sur le marquage intensif par satellite du thon rouge adulte en Méditerranée et dans l'Atlantique est (**Appendice 4**). Cette recherche répond à la recommandation du Comité de mener à bien un programme de recherche visant à mieux quantifier l'origine du poisson, les échanges et leurs implications pour l'évaluation et la gestion des pêcheries de thon rouge. Le Groupe de travail du BYP reconnaît que cette recherche est coûteuse et dépasse la capacité actuelle du programme BYP, mais recommande qu'en 2003 la somme de 15.000 Euros soit affectée à la poursuite de la planification, à la coordination et à la poursuite de la mise en oeuvre de cette recherche. Il a reconnu que le coût réel de cette recherche est bien supérieur aux fonds dont dispose le programme BYP. Pour assurer le succès de la recherche, il est fortement encouragé d'augmenter l'effort sur le marquage électronique, notamment en Méditerranée, et de renforcer la coopération entre les scientifiques/organisations des pays côtiers à travers les structures organisationnelles actuelles (p. ex. COPEMED, CE, US ou autres), avec la collaboration technique des scientifiques de l'ouest participant à ces applications de la recherche.

- Projet de coordination de la recherche sur la détermination directe de l'âge

La détermination directe de l'âge du thon rouge capturé a été recommandée comme moyen supérieur d'estimer la prise par âge aux fins de l'évaluation des stocks. Le document SCRS/2002/143 a démontré la possibilité d'obtenir des pièces dures de certaines pêcheries aux fins de la détermination de l'âge. Toutefois, de nombreuses pêcheries n'ont mis en oeuvre aucune procédure de détermination de l'âge du thon rouge capturé. S'il n'est habituellement pas difficile de déterminer l'âge des jeunes thons rouges, celui des thons de taille moyenne et géante peut s'avérer assez problématique. Une apparente déviation de l'estimation de l'âge dérivée de diverses méthodes rend encore plus confuse la détermination de l'âge du poisson. Si la détermination de l'âge du thon rouge capturé se fait comme une simple routine, comme il est recommandé, un protocole de procédure standardisée sera nécessaire de toute urgence. Il est donc recommandé de mettre sur pied un réseau de détermination de l'âge du thon rouge formé par des personnes expérimentées à cet égard. L'objectif du réseau sera de comparer et d'évaluer diverses méthodes de détermination de l'âge pour différents âges et de différentes saisons afin d'élaborer un protocole standardisé de détermination de l'âge du thon rouge. A cette fin, le Groupe de travail BYP recommande de coordonner ce réseau, en utilisant l'expertise acquise en Islande comme point central de cette activité. Le Groupe de travail BYP recommande qu'une somme de 5.000 Euros soit affectée aux activités de coordination nécessaires pour établir un tel réseau.

- Collecte d'échantillons biologiques pour la recherche sur la structure des stocks en 2003

Les scientifiques à l'Université A&M du Texas et à l'Université de Maryland ont avancé au niveau de l'utilisation sur plusieurs années d'analyses de micro-éléments et ont récemment fait des découvertes encourageantes sur l'emploi de taux d'isotopes stables aux fins de la discrimination des

stocks. L'objectif principal de cette proposition est d'obtenir des otolithes de la zone méditerranéenne pour ces études (**Appendice 5**) ; des collectes similaires seront réalisées dans l'Atlantique ouest sans pour autant nécessiter le financement du Programme BYP. Outre le fait de prélever des otolithes de thons rouges d'âge 1, cette proposition inclut également la collecte d'échantillons de poissons d'âges approximativement 3-5, anticipant la poursuite du succès de la méthodologie de discrimination des stocks à l'aide d'isotopes stables. Il sera en outre prélevé des tissus nécessaires à la recherche sur la génétique et la reproduction. Le niveau de financement proposé est de 7.500 Euros.

- Collecte d'échantillons biologiques pour la recherche sur la structure des stocks de Turquie

On dispose de très peu d'échantillons biologiques pour étudier la structure des stocks et le cycle vital du thon rouge de la partie orientale de la Méditerranée. Le Comité estime qu'il est assez important d'obtenir ces échantillons sachant qu'il a obtenu avec succès des échantillons du centre et de l'ouest de la Méditerranée ainsi que de l'Atlantique est et ouest. Les tentatives antérieures visant à obtenir des échantillons de l'est de la Méditerranée n'ont rencontré qu'un succès limité (29 poissons). Cette proposition incorpore certains aspects susceptibles d'entraîner un plus grand succès : participation directe d'un coordinateur méditerranéen et financement pour les activités de coordination. L'objectif principal consisterait à obtenir des échantillons (otolithes et muscle) de thons rouges juvéniles (âge 1 ou 2, préférence pour l'âge 1) pour analyser la structure des stocks, et des échantillons pour mener à bien la recherche sur la reproduction (**Appendice 6**). Le niveau de financement proposé est de 7.500 Euros, dont 1.500 Euros sont consacrés à la coordination et 6.000 Euros aux dépenses liées à l'échantillonnage.

3.2.3 Propositions non financées

- Analyses génétiques d'échantillons d'Atlantique ouest et d'Atlantique est-Méditerranée obtenus par le BYP

Le laboratoire de l'Université de Gérone a obtenu une enzyme putative servant d'indicateur de population entre les stocks d'Atlantique ouest et est et une autre enzyme (G6PDH) qui s'est avérée prometteuse, bien que des recherches supplémentaires soient recommandées pour identifier les causes de la variabilité des résultats. L'ADN n'a pas indiqué cette différenciation. L'objectif de la proposition est d'agrandir la taille d'échantillonnage de la zone analysée afin de vérifier ce résultat. Simultanément, des échantillons BYP obtenus en Islande seront aussi analysés. Les analyses génétiques seront menées en employant à la fois des électrophorèses de protéines et des séquences d'ADN.

3.3 Protocoles

Un protocole d'échantillonnage standard est présenté à l'**Appendice 7**.

Références

SECOR, D.H. and V. Zdanowicz, 1998. Otolith microconstituent analysis of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) from the Mediterranean Sea and Pacific Ocean. Fish Res 36: 251-256.

PROGRAMA AÑO DEL ATÚN ROJO (BYP): PROGRESOS ALCANZADOS EN 2002 Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

1 Objetivos

El programa Año del Atún Rojo, preparado en 1995 (Informe Bienal 1996) y modificado de acuerdo con las conclusiones de la reunión de Mesina (SCRS/97/11), requería investigación sobre una amplia variedad de temas, desde estadísticas básicas hasta parámetros biológicos y metodología para la evaluación de stocks. En los últimos años, el Programa Año del Atún Rojo (BYP) ha solicitado y ha obtenido fondos de la Comisión para llevar a cabo actividades de marcado intensivo destinadas a la investigación de la estructura del stock de atún rojo, por medio de análisis genéticos y de microelementos y talla del atún rojo adulto. Este informe describe los progresos alcanzados, en 2000, 2001 y hasta la fecha en 2002, en el cumplimiento de estos objetivos, y realiza una presentación general de los objetivos del programa para 2003.

2 Progresos alcanzados

De acuerdo con las modificaciones introducidas en el plan del Programa Año del Atún Rojo (BYP), preparado por ICCAT, y con las conclusiones de la reunión de Mesina y de otras reuniones posteriores, el informe presenta un resumen de los principales logros alcanzados por diversos países miembros en el marco del BYP. También pueden encontrarse detalles de dichas actividades, por países, en los Informes Nacionales, en la sección “actividades de investigación”.

Siguiendo la recomendación del SCRS de ICCAT (SCRS/97/11) de 1999 y 2000 de retrasar la evaluación del atún rojo del stock del Atlántico este y del Mediterráneo hasta que se aportara más información que permitiera llevar a cabo una mejor evaluación de este stock, se ha realizado un gran esfuerzo encaminado a incrementar los conocimientos sobre biología, estructura del stock, índices de abundancia y la obtención de datos de captura de esta especie.

En la reunión del Grupo de trabajo *ad hoc* CGPM/ICCAT (SCRS/2000/25), se presentaron los avances realizados en la investigación sobre el atún rojo del Atlántico este y del Mediterráneo, y se actualizaron y discutieron las actividades de colocación y recuperación de marcas. En dicha reunión, se reunieron los investigadores implicados en el marcado electrónico del Mediterráneo y Atlántico este y oeste para intercambiar información sobre los resultados y sobre planes futuros. Dicha información se discute más detalladamente a continuación, en la sección de investigación de estructura del stock.

En las Jornadas de Trabajo de ICCAT sobre Mezcla (SCRS/2001/20), se revisó minuciosamente la información sobre marcado, análisis genéticos y análisis de microelementos para detectar sus implicaciones en la estructura del stock y en los patrones de mezcla, y el informe se cita profusamente en la sección sobre estructura del stock que aparece a continuación.

La contribución del Proyecto FAO-COPEMED a la investigación del atún rojo en el Mediterráneo, que ha permitido aportar nueva información de numerosos países que tradicionalmente pescan en esta zona, y la contribución de numerosos proyectos de la Unión Europea y de los países que pescan atún rojo en el stock del Atlántico este y del Mediterráneo se han traducido en la elaboración de numerosos documentos científicos.

Actualmente están en marcha proyectos de investigación financiados por la Unión Europea (España, Francia, Grecia, Italia y Portugal), FAO en el marco del Programa COPEMED (España, Italia, Libia, Malta, Marruecos, Túnez y Argelia; SCRS/2001/130) y otros programas de financiación nacional (Croacia, Islandia y Turquía). Los programas en el periodo 2001-2002 fueron los siguientes:

- Durante el año 2000 finalizó el Proyecto UE 97/3975-FAIR que estudia las migraciones de atún rojo en el Mediterráneo y Atlántico usando marcas electrónicas “pop-up” (SCRS/2001/78).
- Asimismo, finalizó el Proyecto UE97/029 sobre mejoras en el conocimiento de la biología del atún rojo en el Mediterráneo (pesquería, estadística y biología).
- El Proyecto FAO/COPEMED de Grandes Pelágicos en el Mediterráneo presentó resultados correspondientes a la investigación realizada durante el año 2000 (SCRS/2001/130).
- Actualmente se desarrolla el Proyecto UE.99/022 (Stromboli) que analiza series temporales de las capturas de atún rojo de almadrabas y el desarrollo de un índice de abundancia independiente de la pesquería mediante la realización de observaciones aéreas.
- Continúa el Proyecto COPEMED cuyos objetivos están directamente relacionados con las recomendaciones del SCRS en materia de investigación.
- En el 2001 se llevó a cabo el Proyecto UE: Estandarización de las series de CPUE de la flota española de barcos de cebo vivo para el atún rojo juvenil del Atlántico este (DG XIV, Estudio 00/024).

Las actividades del Atlántico oeste relacionadas con el Programa Año del Atún rojo reciben el apoyo de los programas nacionales de investigación, aunque en los últimos años la financiación de las actividades de marcado electrónico ha procedido sobre todo de fuentes no gubernamentales.

Se examinaron los progresos realizados en actividades iniciadas con fondos del BYP en 2000-2001 y hasta la fecha en 2002, y se informó de los mismos. Además, se discutieron y definieron los objetivos de muestreo que había que cumplir en 2003.

2.1 Estadísticas

El objetivo de este componente del Programa Año del Atún Rojo es mejorar las estadísticas básicas empleadas en las evaluaciones de stocks.

2.1.1 Atlántico este

La mayoría de los países implicados en los proyectos presentaron datos de captura, esfuerzo y tallas (Tareas I y II de ICCAT).

Prosiguen los programas y actividades de control estadístico y los muestreos en puerto y de observadores a bordo para la recopilación de los datos básicos. Diferentes países del Mediterráneo y Atlántico han mantenido o mejorado el nivel de muestreo del año anterior. Durante los años 2001 y 2002 se realizó un elevado nivel de muestreo de tallas de atún rojo en el Mediterráneo y Atlántico este para todos los artes.

Siguiendo las recomendaciones de ICCAT, el documento SCRS/2001/124 presenta factores de transformación entre los distintos productos comerciales y el peso vivo de los atunes objeto de exportación y que han sido procesados previamente en instalaciones de acuicultura de Mazarrón (Ginés Méndez), con el fin de mejorar el documento estadístico. En lo que se refiere a la cría de atún rojo, el documento SCRS/2002/036 informaba sobre la evolución y el estado actual de la acuicultura de atún rojo en el mar Mediterráneo.

En el documento SCRS/2001/91 se presentan las capturas de atún rojo de Croacia desde 1999 hasta 2001. La composición en peso de las capturas se convirtió en captura por talla y en captura por clase de edad. Se concluyó que se produce un fuerte descenso de las edades superiores en los meses de primavera y verano. Los autores expresaron sus reservas en relación con los efectos de las medidas existentes a la hora de proteger a los juveniles en el mar Adriático, en el que está prohibida la pesca con cerco durante el mes de mayo, puesto que la mayor parte de las capturas se producen en los meses de julio y agosto.

2.1.2 Atlántico oeste

Prosiguió en el Atlántico oeste la recopilación de datos de captura, usando tanto el censo como las encuestas combinados con metodologías de estimación.

2.2 Estructura del stock

El objetivo de la investigación de la estructura del stock en el marco del Programa BYP es hallar los medios adecuados para determinar el número de unidades de ordenación de atún rojo en el Atlántico y Mediterráneo y, si es posible, describir las relaciones existentes entre dichas unidades.

En 2001, el SCRS revisó la información relacionada con la estructura del stock de atún rojo, sobre todo en lo que se refiere a la línea divisoria utilizada para separar las unidades de ordenación del Este y del Oeste (SCRS/2001/20). Ese informe es un excelente resumen de los datos disponibles, y la **Tabla 1** (que se ha sacado de dicho informe) resume la información disponible en ese momento, desde el marcado, marcas biológicas (genética y otolitos), tasas de captura, madurez y talla, indicando las implicaciones de los diferentes conjuntos de datos, sus puntos fuertes y débiles, así como vías posibles para futuras investigaciones.

En el documento SCRS/2001/115 se presentaron análisis que ponen de manifiesto el origen común del atún rojo explotado en las pesquerías nórdicas y en las de Barbate. Basándose en matrices de capturas por edad y año para las distintas pesquerías implicadas (Norte y Sur de Noruega, Alemania y Barbate), y en análisis multivariantes, se llegó a la conclusión de que existían las mismas cohortes dominantes en las cuatro pesquerías, y que se produjo un colapso sincrónico en las pesquerías analizadas durante el año 1963, concluyendo que hay una gran probabilidad de que los atunes explotados en las pesquerías nórdicas y de Barbate pertenezcan a una misma población y que el colapso de las pesquerías nórdicas se debió al cese en la migración de atunes maduros hacia zonas del Norte.

2.2.1. Marcado

- Objetivos

Las recomendaciones del SCRS/95/95 (Jornadas de Trabajo sobre marcado de atún rojo atlántico) han servido en parte como pauta para los objetivos del marcado. Los objetivos reales del Programa a largo plazo han sido comprobar la fidelidad a la zona de desove y estimar el grado de mezcla entre los peces de las dos unidades de ordenación. Los objetivos a corto plazo del marcado electrónico han sido desarrollar técnicas de marcado, verificar la tecnología de las marcas y describir los patrones de movimiento para su utilización en el desarrollo de futuras hipótesis.

- Marcas convencionales

Durante el año 2000 no se realizó ningún marcado de atún rojo con marcas convencionales. Los documentos SCRS/2000/110 y SCRS/2001/77 presentan información sin fecha sobre el marcado-recaptura de marcas convencionales. Hasta el momento se han marcado 13.397 atunes rojos en el Atlántico este y Mediterráneo, habiéndose recuperado 678 ejemplares (5%). Los resultados del marcado-recaptura indican una baja tasa de mezcla entre los stocks del Este y del Oeste.

En las Jornadas de Trabajo ICCAT sobre mezcla de atún rojo se presentaron tres documentos que describían los análisis de marcado convencional. El documento SCRS/2001/042 presentaba un análisis descriptivo sencillo de la base de datos de marcado ICCAT de atún rojo. Desde 1954 cerca del 91% de las marcas fueron liberadas en el Atlántico oeste, y un 9% en el Atlántico este. Más del 95% de las marcas se recuperaron en la zona de liberación. Mientras que el número de marcas liberadas en el Oeste y recuperadas en el Este (102) fue cinco veces mayor que al contrario (19), el porcentaje de migraciones transatlánticas del Este al Oeste (4,3%) casi duplicó al del Oeste al Este (2,2%). Existió

variación temporal (interanual y/o década a década) en las migraciones transatlánticas, especialmente del Oeste al Este, donde existen más datos (década de los noventa = 7,6%; de los ochenta = 1,2%; de los setenta = 0,84%; de los sesenta = 2,28%). Existe mayor probabilidad de migración transatlántica en los peces mayores y en los que llevan mucho tiempo en libertad. El autor aconseja interpretar los resultados con precaución debido a los pequeños tamaños de las muestras y a los cambios en los patrones de pesca, a pesar de que los patrones subyacentes podrían ser ilustrados por estos análisis. El autor afirma que la información ecológica y de marcado sobre el atún rojo del Atlántico indica claramente que la línea divisoria situada en 45° W es artificial. Sin embargo, no hay información disponible y fiable que sirva para definir una línea divisoria racional (si es que existe alguna), o para crear más substocks.

El documento SCRS/01/077 reexaminaba el SCRS/00/110 y el SCRS/94/92, y consideraba sólo los datos de las marcas liberadas en el Este, en libertad durante más de un año, y recuperadas en el Oeste. Según este cálculo, la tasa de intercambio entre el Este y el Oeste varía en el tiempo desde un 0 a un 21%. Este documento informaba también acerca de mejoras considerables en las tasas de comunicación de las marcas como resultado de los nuevos esfuerzos para difundir información sobre programas de marcado en puertos pesqueros, zonas de almadraba y asociaciones. Durante la presentación del SCRS/01/057, se comunicó que se habían liberado 7.065 marcas convencionales sobre atunes rojos pequeños, medianos y gigantes en Carolina del Norte entre 1994 y 2000, con una tasa de recuperación del 4,1% (frente a la tasa de recuperación del 18% de marcas de archivo injertadas). El diez por ciento de estas marcas fueron recuperadas en el Este. Se indicó que este gran momento de marcado ha disminuido.

- Marcas electrónicas

Los objetivos a largo plazo del marcado electrónico del BYP son obtener información sobre los patrones de movimiento, lo que podría resultar útil para estudiar la estructura del stock y/o para incorporar los desplazamientos a los modelos de evaluación. Las miras a corto plazo incluyen el desarrollo de métodos destinados a los objetivos a largo plazo, así como el desarrollo de observaciones iniciales de los desplazamientos, que servirían de base para establecer y comprobar hipótesis.

En 1999, se realizó una campaña de marcado de atún rojo con marcas archivo (marcas implantadas internamente) cerca de Zadar (mar Adriático), en Croacia, realizado por Japón (SCRS/2000/126). Los peces para el marcado fueron capturados por cerqueros, y se mantuvieron durante aproximadamente cuatro meses en una jaula antes de su liberación. Se liberaron sesenta peces con marcas archivo en noviembre de 1999, y en septiembre de 2000 se habían recuperado unas 10 marcas. Los peces mostraron un movimiento vertical extensivo; dos de ellos nadaron hasta más de 765 m de profundidad. Basándose en la ubicación de las recuperaciones de las marcas, los movimientos geográficos parecen haberse limitado a zonas cercanas al punto de liberación. Las capacidades sofisticadas de localización geográfica de las marcas no tienen una resolución de escala lo suficientemente fina como para proporcionar más información sobre el rastreo de la ruta de los peces cuando se hallaban en libertad.

Las primeras marcas “pop up” por satélite colocadas en la zona del Mediterráneo tuvieron unas bajas tasas de recuperación (SCRS/2000/109) y estos problemas se discutieron en el Grupo de Trabajo CGPM/ICCAT (SCRS/2000/25). Las discusiones entre los diferentes grupos de marcado electrónico y los fabricantes de marcas condujeron a la identificación de una serie de causas potenciales de la baja tasa de recuperación de marcas “pop up” que había experimentado el Grupo europeo y también el grupo anglocanadiense con algunos lotes de marcas a largo plazo de punto único. La lista incluía: (a) mal funcionamiento o fallo en las pilas o componentes electrónicos; (b) mortalidad por pesca y fallos en la transmisión de datos de las marcas; (c) que los peces nadan en aguas profundas lo que se traduce en fallos en el sistema de salida a flote; (d) adherencias de organismos extraños; (e) depredación; (f) daño por mordedura a la antena de la radio de otros peces del cardumen que intentan comerse la marca; (g) daño a la antena de radio causado porque la marca golpea repetidamente el costado del pez debido a una mala colocación o a una incorrecta longitud de la guía; (h) daños causados al pez por las mismas razones mencionadas en el punto (g) y que le provocan la muerte; (i) la pequeña talla de

algunos peces; (j) pérdida de la marca; (k) estado del mar después de que la marca haya emergido y diferencias en los períodos de olas y afloramientos entre las aguas oceánicas y las plataformas. Para los atunes marcados con un fúsil submarino, existen dos posibilidades adicionales. Los competentes electrónicos pueden sufrir daños debido a las fuerzas g y los anclajes de nylon pueden no estar bien incrustados en el músculo del pez debido al modo en que la tuerca se desprende por sí misma del pez. Además, parece que las marcas no funcionan tan bien con el sistema ARGOS en Europa como lo hacen en Estados Unidos, lo que puede tener implicaciones para los estudios a ambos lados del Atlántico. Las tasas de transmisión de 2000 y 2001 parecen haberse incrementado, posiblemente debido a la experiencia adicional en el marcado de grandes atunes rojos, a las mejores técnicas de enganche de marcas y a una tecnología de marcas más desarrollada; esas mejoras pueden deberse en parte a la cooperación con los investigadores norteamericanos, que han marcado el atún rojo con éxito.

En las Jornadas de Trabajo sobre mezcla de atún rojo de 2001, tres documentos presentaban actualizaciones de los tres programas de marcado electrónico de atún rojo que se están desarrollando en el Atlántico.

El documento SCRS/2001/057 (y el suplemento – [www.sciencemag.org/cgi/content/full /293/5533/1310/DC1](http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/293/5533/1310/DC1)) informaba sobre los resultados obtenidos a partir del marcado de atún rojo del Atlántico con marcas de archivo injertables (279) y marcas pop-up por satélite (98) entre 1996 y 2000 (colocadas por el equipo de investigación de Standford et al.). Estos datos de marcado electrónico proporcionan ideas sobre los movimientos estacionales y las preferencias medioambientales del atún rojo. Se sumergen hasta profundidades de >1.000 m, experimentando temperaturas externas que oscilan entre lo 3-30° C y mantienen una temperatura corporal templada. Los autores describían una compleja conducta migratoria y proponían cuatro patrones: residencia en el Oeste sin visitar una zona de desove conocida, residencia en el Atlántico oeste incluyendo una visita a una zona de desove conocida, movimiento trasatlántico de Oeste a Este y de vuelta, y movimiento trasatlántico hacia el Este tras 1 a 3 años de residencia en el Oeste. Aunque se desconoce el origen natal de estos peces marcados en el Oeste, estos datos describen un mayor nivel de movimiento cruzando la línea divisoria Este-Oeste que el observado en las recuperaciones de marcas convencionales en el mismo experimento. Los autores llegaron a la conclusión de que existe mezcla de atún rojo en las zonas de alimentación del Este y el Oeste, pero que los peces podrían separarse para el desove, ya sea en el Golfo de México o en el Mediterráneo (pero no hay evidencias de peces que se dirijan a las dos zonas). Estas zonas de alimentación parecen atraer a peces tanto del Atlántico este como del Atlántico oeste, y algunas de estas zonas de alimentación atraviesan la línea divisoria del stock asumida. El documento describe una conducta reproductiva única, y explica que la duración del desove para un pez individual es potencialmente más corta que lo anteriormente descrito. Las marcas pop-up por satélite liberadas en 3 zonas del Oeste revelan patrones de distribución similares a los de los datos de archivo en el primer año.

El documento SCRS/2001/078 informaba sobre el programa de marcado pop-up por satélite de la Unión Europea. Un total de 84 atunes rojos fueron marcados durante 1998-2000 con marcas pop-up de punto único (61) y de archivo (23). Se detectaron 23 marcas. Aunque hubo problemas de transmisión de datos con la primera generación de marcas pop-up (tasa de transmisión de aproximadamente el 20%), los datos de marcado muestran resultados interesantes, incluyendo elevadas concentraciones de clorofila-a en las zonas donde las marcas se desprendieron. El uso de marcas archivo pop-up por satélite tuvo un gran éxito de transmisión en los atunes rojos pequeños del Mediterráneo, pero poco éxito con los grandes reproductores que supuestamente abandonan el Mediterráneo y se internan en el Atlántico este. Dado que la tecnología tuvo éxito con los peces pequeños, es posible que exista un problema de no-transmisión en los reproductores. En total, 7 marcas (cerca de un tercio) se activaron desde el Atlántico (2 en el Atlántico norte y 5 en el Atlántico tropical), y el resto en el Mediterráneo, no lejos de su lugar de liberación, aunque después de un considerable periodo de tiempo en libertad.

El SCRS/2001/053 proporcionaba una actualización (del SCRS/2000/95) sobre el marcado de archivo pop-up por satélite de atún rojo en el Atlántico noroeste (programa conjunto Estados Unidos/Canadá). Durante los últimos tres años, se colocaron 58 marcas de punto único y 28 marcas

fotosensibles archivo pop-up por satélite en atunes rojos gigantes (178-226 cm SFL) en el Atlántico noroeste. El trabajo se llevó a cabo en cooperación con barcos pesqueros fletados o comerciales, de Nueva Inglaterra y Canadá (arpón, caña y carrete, almadraba y cerco) y se utilizaron técnicas de colocación de las marcas desarrolladas por los pescadores estadounidenses. Las colocaciones a largo plazo oscilaron entre 80-365 días, y la mayoría de las marcas se desprendieron de los peces durante el supuesto periodo de desove (abril-julio). Seis de las 7 marcas colocadas en los peces desde septiembre de 2000 se comunicaron el 1 de septiembre de 2001, aunque los datos aún no están disponibles. El documento informaba de que todos los peces marcados entre 1997-1999 se encontraban en el Atlántico norte central cuando sus marcas se desprendieron, y entre el 30-58% anualmente se encontraban en la zona este de ordenación. Están disponibles las estimaciones de latitud y longitud (basadas en los datos sobre el nivel de luz) y asociaciones medioambientales (80-340 días) para doce peces (193-266 cm). Estos resultados se utilizaron para planificar una campaña de investigación de palangre en el Atlántico norte central que tuvo lugar desde el 26 de junio hasta el 19 de julio de 2001 (SCRS/01/031).

Durante los debates sobre estos documentos y los nuevos resultados de las Jornadas de Trabajo ICCAT sobre mezcla de atún rojo, el Grupo indicó que esta nueva información y las nuevas herramientas de investigación nos proporcionan la oportunidad de obtener nueva e importante información. Los conjuntos de datos generados en tan sólo 5 años de trabajo con las nuevas marcas electrónicas proporcionan una gran cantidad de información sobre los movimientos y la conducta del atún rojo, además de facilitar datos fisiológicos y oceanográficos. La capacidad de realizar un seguimiento de los movimientos del atún rojo independientes de la pesquería es un paso adelante en la investigación de pesquerías.

En el documento SCRS/2002/092 se actualiza la información presentada en las Jornadas de Trabajo ICCAT sobre mezcla de atún rojo. Se identificó una posible zona de desove al norte de las Bahamas, basándose en la información de un pez.

- Red de recuperación de marcas

En 1997 se creó una red de recuperación de marcas a través de los corresponsales de ICCAT, con el fin de favorecer dicha recuperación, el énfasis se puso en contar con encargados especialistas regionales de la recuperación, y en dar la mayor publicidad a las actividades de marcado que se estaban desarrollando. Se imprimieron carteles en varios idiomas explicando las diferentes marcas colocadas, que fueron ampliamente distribuidos por los corresponsales de ICCAT. Se ha continuado facilitando información sobre marcado a través de los pescadores profesionales, de palabra y enviando carteles a los diferentes puertos y a los lugares donde se capturan o procesan los túnidos para su venta.

En 1999 se recuperaron muchas marcas, si bien surgieron algunos problemas. Marruecos obtuvo dos recuperaciones de marcas archivo (una de ellas del proyecto de la Unión Europea y otra de Estados Unidos). España obtuvo también 2 recuperaciones de marcas convencionales colocadas en el Atlántico oeste, con 10 y 11 años de libertad. En años anteriores se habían comunicado 43 recuperaciones transatlánticas en el Golfo de Vizcaya. Sin embargo, también se notificó la pesca de varios peces en el Mediterráneo que habían sido marcados con marcas-archivo que no pudieron recuperarse. Se insistió en dar publicidad a la importancia de recuperar las marcas de los peces desembarcados. Tal como se recomendó en 1999, un científico italiano de ICCAT, familiarizado con la red de marcado, visitó varios puertos italianos de importancia crítica, para dar a conocer esta necesidad e informar a los pescadores acerca de las posibles recompensas. Los países implicados en los proyectos de la Unión Europea y FAO/COPEMED, así como en otros programas nacionales, también repartieron carteles de ICCAT y otros nacionales, por puertos y cofradías de pescadores con información al respecto.

En 2000, la Red de Recuperación de Marcas fue evaluada en el curso de la reunión del Grupo de Trabajo Conjunto CGPM/ICCAT (SCRS/2000/10) y se llegó a la conclusión que funcionaba bien y

que se había conseguido aumentar las recuperaciones en algunas zonas. Las recomendaciones de dicha reunión siguen siendo importantes:

Deben proseguir los esfuerzos para informar al público sobre las actividades de marcado y acerca de la importancia de devolver las marcas. Conviene observar que los científicos europeos y los japoneses han incrementado el marcado con marcas electrónicas en el Atlántico este y Mediterráneo. Convendría fomentar la difusión de la información por medio de vídeos, así como a través de las páginas web de CGPM, ICCAT y otras.

Convendría comunicar a la Secretaría de ICCAT los números de las marcas, tanto convencionales como electrónicas, con bastante antelación a su colocación siempre que sea posible. En algunos casos, la Secretaría ha tenido dificultades para determinar cuál ha sido la organización que ha colocado la marca recuperada. Esta lista de marcas colocadas en peces que efectúan grandes migraciones resultará muy útil, sobre todo cuando la recuperación tiene lugar antes de que la información de su colocación haya sido transmitida a la Secretaría. Facilitará una rápida recuperación de datos y marcas y, si es necesario, permitirá la obtención de muestras biológicas. También contribuirá a que las recompensas se envíen con mayor rapidez y evitará la pérdida de peces marcados.

Además, en 2002, el Grupo de Trabajo recomendó encarecidamente que los científicos responsables de las actividades de marcado comunicasen (a escala general) los datos de marcado a las personas que comunican las recuperaciones de marcas, ya que este tipo de información es indispensable para obtener una mayor colaboración por parte de los pescadores.

En la reunión del Grupo de trabajo GCPM/ICCAT de 2002 (SCRS/2002/10) se señaló que no había pruebas de que las tasas de comunicación hubiesen descendido pero que las tasas de comunicación podrían incrementarse mediante los esfuerzos continuados de información al público y mediante contactos personales.

Durante 2001-2002 la red de recuperación de marcas tuvo como resultado la recuperación un total de 14 marcas (10 marcas convencionales y 4 marcas archivo) de la región del Mediterráneo.

2.2.2 Muestreo biológico para la investigación de estructura del stock

- Objetivos

El muestreo del Programa Año del Atún Rojo dirigido a investigar de estructura del stock tiene como objetivo la obtención de muestras de atún rojo con una escasa probabilidad de transferencia a la otra zona de ordenación. Los planes de muestreo (SCRS/94/76 y SCRS/97/62) recomendaban examinar la estabilidad de los indicios de estructura del stock (frecuencias de microelementos y genética) entre clases anuales múltiples y entre clases anuales únicas durante varios años. Además, también se recomendó que se compararan los indicios de estructura del stock entre diferentes ubicaciones de los muestreos dentro de una misma región (este u oeste) (SCRS/97/62) para los análisis de microelementos y como parte de los análisis genéticos.

En la zona este de ordenación, sobre todo en el Mediterráneo, los atunes rojos de edad 0 y 1 son capturados por muchas pesquerías y, por tanto, están disponibles para el muestreo. En el Atlántico oeste, los atunes rojos de edad 0 (juveniles) son muy escasos en las capturas y los de edad 1 sólo se pescan esporádicamente. En el Este, el muestreo se ha concentrado en las edades 0 y 1. En el Oeste, el muestreo ha intentado obtener edades 0 y 1 y, además, se han obtenidos muestras de las edades 2 y 3, con el fin de contar con muestras de varios grupos de edad de varios años. En el Atlántico oeste se recoge el atún rojo en estado larval en las prospecciones de plancton y algunas muestras se conservan en etanol. Recientemente se han desarrollado esfuerzos para identificar al atún rojo en estas recogidas para su posible uso en análisis genéticos.

- Resultados

En las **Tablas 2 y 4** se expone el número de muestras recopiladas gracias a los esfuerzos de varias organizaciones, entre ellas universidades y agencias nacionales de pesca con fondos nacionales o fondos de organizaciones multinacionales como la CE y el proyecto COPEMED. La mayor parte de las muestras del Mediterráneo y del Atlántico oeste se han almacenado en uno de los dos archivos establecidos por el Programa Año del Atún Rojo en España, en la universidad de Gerona, y en Estados Unidos, en el laboratorio NOS en Charleston, Carolina del Sur. Muchas de las muestras del Atlántico este están todavía en Islandia debido a las dificultades para disponer su transporte. En la **Tabla 2** se presenta el número de muestras genéticas recogidas, en la **Tabla 3**, el número de muestras recogidas destinadas a análisis de microelementos y en la **Tabla 4** las destinadas al muestreo de madurez por talla.

Atlántico este

Durante el año 2001 se recogieron 259 muestras de músculo, hígado y/o corazón de ejemplares de atún rojo de distintas edades capturados en pesquerías del Atlántico este y Mediterráneo. Las muestras fueron enviadas a la Universidad de Girona (España) para su análisis según estaba previsto en el B.Y.P.

Desde 1993 hasta el presente un total de aproximadamente 3.500 muestras fueron recogidas en el Atlántico este y Mediterráneo, por los países participantes en el programa FAO/COPEMED, Islandia, Unión Europea y otros países del Mediterráneo (**Tablas 2-4**).

Atlántico oeste

En el Atlántico oeste más de 2.000 muestras han sido recogidas por científicos canadienses y por científicos estadounidenses de agencias federales y estatales, de la Universidad de Carolina del Sur, la Universidad de Maryland, la Universidad Texas A&M y el Instituto de Ciencia Marina de Virginia.

2.2.3 Investigación genética

Se ha realizado una investigación sobre ADN nuclear y mitocondrial y sobre proteínas de los músculos y del hígado. Esta investigación se ha realizado o se está realizando a ambos lados del océano Atlántico y en Japón. El intercambio de muestras entre el Este y Oeste incrementará en gran medida la aplicabilidad de estos estudios. Se han utilizado diferentes técnicas en las muestras recopiladas.

El documento SCRS/2000/124 presentaba un análisis de ADN mitocondrial a partir de una muestra de 12 ejemplares de 115 a 223 cm, capturados en las almadrabas de Libia. Los resultados muestran una homogeneidad genética de la muestra con el resto de las muestras analizadas en el Mediterráneo. El documento SCRS/2000/111 analizaba el ADN mitocondrial de un atún rojo marcado en el oeste y recuperado en una almadraba del estrecho de Gibraltar, junto con otros 14 ejemplares del mismo cardumen que el recuperado. Los resultados muestran un patrón de distribución muy similar al encontrado hasta ahora en las diferentes localizaciones analizadas en el Atlántico este y Mediterráneo.

Este último documento recomienda el análisis genético de atunes portadores de marcas y de otros ejemplares del mismo grupo que los peces marcados. También evidencia que es necesario validar los resultados de la recuperación de marcas mediante análisis genéticos para estimar mejor la tasa de mezcla entre el Este y el Oeste.

El documento SCRS/00/136 presentaba una comparación de la composición genética de las muestras procedentes del Atlántico oeste con la de peces capturados en el Mediterráneo. Los análisis se hicieron en la zona D-loop del ADNmt. La edad aproximada de dos grupos de peces procedentes del Oeste que se incluyeron en la comparación establecida era 5-9 años y 10+; éstas se compararon con peces de edad 0 y edades aproximadas 5-8. Casi toda la variación entre peces se identificó dentro

de las mismas zonas más que entre zonas diferentes, lo cual indica que en esta muestra no hay diferenciación entre peces del Este y del Oeste

Se presentó el documento SCRS/2001/054 a las Jornadas de trabajo sobre mezcla de atún rojo y en él se informaba sobre los resultados de secuencias nucleótidas de la región de control mitocondrial del ADN y frecuencias de alelos *ldhA* del gen nuclear en réplicas de muestras de atunes rojos del norte procedentes del Mediterráneo y el Atlántico noroeste. Los análisis de ambos tipos de datos no revelaron diferencias importantes entre las muestras de ambas regiones. Estos resultados demuestran la importancia de analizar múltiples clases anuales y muestras mayores en los análisis de estructura de stock, dado que estudios anteriores realizados con muestras menores sugerían que la división existe. Además, al comparar las secuencias de la región de control mitocondrial de ADN, las muestras de larvas del Golfo de México y el Mediterráneo no mostraban diferencias significativas entre sí o con otras muestras. Sin embargo, a pesar de las fuertes evidencias presentadas aquí, el no poder encontrar evidencias genéticas de la subestructura de población no constituye una prueba de la existencia de una única población panmíctica. Es posible que existan múltiples subpoblaciones, y que la diferenciación genética en los loci analizados en este estudio no se haya producido debido al gran tamaño de la población y/o a los bajos niveles de migración con éxito reproductivo entre las subpoblaciones. El autor informó también de que las conversaciones con el laboratorio Pla indican que ellos también han descubierto que las diferencias anteriormente comunicadas desaparecen con muestras mayores. En otras palabras, científicos de Estados Unidos, Italia, España y Japón se muestran de acuerdo en que en este momento los análisis genéticos no han demostrado que los reproductores en el Atlántico este y oeste estén reproductivamente aislados. Esto no resulta sorprendente dada la reciente ascendencia común del linaje del atún rojo, y dado que incluso tasas menores de mezcla pueden producir poblaciones que no sean genéticamente diferentes.

La discusión de las Jornadas de trabajo ICCAT sobre mezcla de atún rojo suscitó preguntas sobre los tipos y poder de los tests estadísticos utilizados para examinar los datos. Los autores utilizaron varios tests. Además, análisis similares realizados en el pez espada (población del Atlántico y del Mediterráneo) mostraron diferencias. Se subrayó que aunque no se descubrieron diferencias genéticas con estos análisis, esto no excluye la existencia de una estructuración de la población.

El documento SCRS/2002/172 informaba de los resultados de la caracterización genética del atún rojo de Túnez, Malta, Libia y España. La investigación mencionada se llevó a cabo en el marco del proyecto FAO-COPEMED y contó con el apoyo del Programa Año del Atún Rojo.

Un autor del SCRS/2002/172 y de numerosos documentos sobre la genética del atún rojo de la zona del Mediterráneo (C. Pla) informó a la reunión del BYP en 2002 de que se había descubierto que un marcador de proteína (*G6PDH*) presentaba resultados variables. Por tanto, las diferencias aparentes en las frecuencias de *G6PDH* entre las unidades de ordenación presentadas en el SCRS/1999/143 no se consideran ya un indicativo fidedigno de la separación del stock.

2.2.4 Microelementos en otolitos

La investigación sobre la viabilidad de utilizar microelementos de otolitos para distinguir los stocks de atún rojo se inició en 1998. Un documento publicado en *Fisheries Research* (Secor y Zdanowicz, 1998) mostraba la existencia de diferencias significativas entre el atún rojo del Mediterráneo y del Pacífico.

El documento SCRS/2001/113 describe cómo se midió la composición de los otolitos del atún rojo para determinar la viabilidad del enfoque para discriminar a los juveniles (edad 0-1) de los criaderos del Este y el Oeste. Los descubrimientos sugieren que la composición química de los otolitos de los juveniles de atún rojo de diferentes criaderos y subcriaderos es distinta y las huellas de los elementos muestran cierto grado de persistencia temporal, indicando que la técnica tiene un considerable potencial para su uso en futuras evaluaciones de la conectividad de población y la estructura de stock.

La investigación sobre la viabilidad de utilizar la química de los otolitos para diferenciar stocks de atún rojo continuó en la Universidad Texas A&M y en la universidad de Maryland, en Estados Unidos. La investigación actual se centra en los procedimientos de preconcentración para eliminar las interferencias químicas e incrementar la exactitud de la clasificación de las muestras. También se utilizaron isótopos estables ($\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{18}\text{O}$) a modo de registros de condiciones medioambientales, y están siendo investigados para su posible utilización en la determinación de la estructura del stock. Los resultados preliminares de un isótopo ($\delta^{18}\text{O}$) para un atún rojo de edad 1 del Mediterráneo y del Atlántico oeste presentaba grandes diferencias, con un éxito de clasificación cotejado del 100%, lo que indica que puede predecirse la zona de cría con exactitud.

2.3 Índices de abundancia

2.3.1 Atlántico este

En 2001 se han presentado 5 documentos sobre índices de abundancia estandarizados para tres pesquerías de atún rojo en el Atlántico este y Mediterráneo, incluyendo la influencia temporal, del medio ambiente y de la evolución de las técnicas pesqueras.

En el marco del proyecto COPEMED se presentaron dos documentos relacionados con la estandarización de índices de abundancia de atún rojo procedente de las pesquerías de almadraba de Túnez y Marruecos: SCRS/2001/126 y SCRS/2001/157. En el primero, la serie temporal cubre los años 1975 a 1999 y en el segundo, los años 1998 a 2000. En ambos documentos se utilizaron técnicas de GLM (modelo lognormal) para la estandarización de las tasas de captura en número de peces y biomasa de los mismos.

En el marco del proyecto cofinanciado por la Unión Europea (DG XIV, Estudio 00/024), se han obtenido los índices estandarizados por edad para la pesquería de cebo vivo del Golfo de Vizcaya (SCRS/2001/132), se analizó el efecto de las características de la flota (SCRS/2001/131) y de los parámetros ambientales en los nuevos índices (SCRS/2001/134), y se evaluó su influencia en el Análisis Virtual de la Población del stock este y Mediterráneo (SCRS/2001/133).

La flota de cebo vivo que se dirige al atún rojo en la Golfo de Vizcaya desde 1975 hasta a la actualidad se describe en el SCRS/2001/131. Este estudio analiza los cambios en la flota desde 1975 hasta 2000, en lo que se refiere a las características de los barcos (potencia, TBR, eslora, etc.), avances tecnológicos (sonar B/W, ecosonda de color, GPS, etc.), y el número de miembros de tripulación y de tanques de cebo que pueden también afectar a las tasas de captura debido al sistema de pesca. El número total de buques ha permanecido constante en torno a 25 unidades, todos con base en el puerto de Fuenterrabía, excepto de 1996 a 1998, fechas en que se incorporaron los barcos del puerto de Guetaria. Un total de 78 barcos participaron en la pesquería de atún rojo durante el periodo estudiado, éstos se dividían en tres grupos. La utilización del sonar en blanco y negro se generalizó a finales de los años setenta y los avances tecnológicos (ecosonda en color, GPS, etc.) han incrementado durante el período estudiado con un ritmo más o menos similar para toda la flota.

En el documento SCRS/2001/132 se estimaron los índices relativos de abundancia para el atún rojo por clases de edad utilizando los modelos lineales mixtos generalizados (GLMM). En este estudio se utilizaron nuevos datos sobre captura y esfuerzo para el atún rojo de dos fuentes: capturas por marea y capturas de los cuadernos de pesca. Las capturas se modelizaron utilizando el modelo delta-lognormal. El modelo final seleccionado incluía los siguientes factores explicativos: Año, edad, Año*Edad, mes, tripulación (número) tanque (número de tanques de cebo), con la interacción año*mes como un componente aleatorio. En general el procedimiento de estandarización mostró que las características del barco (tipo de barco) y los instrumentos relacionados con la pesca (avances tecnológicos) tienen un efecto explicativo menor en las tasas de captura observadas de atún rojo en esta pesquería. La distribución geográfica no tenía un efecto explicativo en las tasas de captura observadas, y tampoco lo tenía el tipo de cebo utilizado. En el periodo estudiado, se detectaron cuatro cohortes fuertes con una periodicidad de 5 a 6 años. No se encontraron diferencias estadísticas entre la

CPUE histórica nominal (actualmente utilizada como índice de reclutamiento en el stock oriental) y la CPUE nominal de edad 2 obtenida en el presente estudio.

En el documento SCRS/2001/133 se investiga el efecto de la estandarización de la CPUE de los barcos de cebo españoles en la percepción del stock mediterráneo y del Atlántico este obtenida a través del Análisis Virtual de Población (VPA). Se calibró el VPA y se realizó un análisis retrospectivo utilizando estos nuevos índices. Los resultados se compararon con la evaluación de 1998. Los índices estandarizados de la pesquería española de barcos de cebo vivo que operan en la Golfo de Vizcaya tienen una gran influencia en las recientes percepciones del stock, en particular para las edades más jóvenes que son el principal objetivo de la pesquería. Las estimaciones de mortalidad por pesca reciente han mostrado una fuerte reducción para las edades más jóvenes (1-3 y 4-7) y, por consiguiente, las estimaciones del tamaño de la población se han incrementado. El sesgo retrospectivo, cuando se utilizan los nuevos índices estandarizados, es menor para las clases de edad más jóvenes que en el análisis de 1998. Esto sugiere que las recientes estimaciones para las clases de edad más jóvenes son más fidedignas.

En el documento SCRS/2001/114 se analizaron más de una centena de series históricas de capturas de atún rojo procedentes de pesquerías de almadrabas en el Mediterráneo y Atlántico. Las fluctuaciones en las capturas son de gran magnitud, presentándose períodos de altas capturas de magnitud siete veces superior a los períodos de bajas capturas. Se detectaron grandes fluctuaciones cíclicas en la abundancia, aproximadamente cada 120 años, así como fluctuaciones menores, aproximadamente cada 20 años. Las fluctuaciones a largo y medio plazo representaron más del 50% de la variabilidad de las series históricas, siendo sincrónicas en todo el área de estudio (las fluctuaciones a corto plazo eran sincrónicas sólo a nivel local). Además, éstas fluctuaciones a largo plazo en las capturas de las almadrabas son interpretadas por los autores como una posible aproximación a las fluctuaciones naturales de la abundancia del recurso.

En 2002 se actualizaron dos índices de abundancia estandarizados. En el proceso de estandarización se implementaron algunos de los factores oceanográficos y medioambientales que afectan a la capturabilidad del atún rojo por parte de los diferentes artes. Los documentos SCRS/2002/108 y SCRS/2002/109 presentaban índices de abundancia estandarizados para el atún rojo capturado por las almadrabas de Túnez y España, respectivamente.

2.3.2 Atlántico oeste

Estados Unidos continuó realizando prospecciones de ictioplancton en el Golfo de México durante la temporada de freza para utilizar sus resultados en el único índice de abundancia independiente de la pesquería disponible para el atún rojo (actualizado en SCRS/2002/091). Se presentaron actualizaciones de los índices de abundancia de las pesquerías canadiense y estadounidense en el SCRS/2002/081, SCRS/2002/089 y SCRS/2002/090. Los índices de abundancia del palangre japonés para el atún rojo del Atlántico oeste se presentaron en el documento SCRS/2002/103.

2.4 Biología

El objetivo de este componente es mejorar el conocimiento básico del ciclo vital del atún rojo.

2.4.1 Crecimiento, longitud: peso y alimentación

Continúa la recogida de espinas y vértebras en el Atlántico este y Mediterráneo (dentro del marco COPEMED) para la obtención de claves talla-edad. Se han recogido en 1999 y 2000 más de un millar de ambas partes duras.

El SCRS/2000/108 presentaba una clave talla-edad de atún rojo capturado por palangre alrededor de Malta, aplicando el método de lectura de anillos en la primera espina dorsal. El rango de edades

encontrado fue de 8 a 15 años, procedente de ejemplares de entre 180 y 290 cm de longitud a la horquilla.

El SCRS/2000/151 estimaba la captura por edad de juveniles de atún rojo del Atlántico este, capturados en el Golfo de Vizcaya durante el periodo 1990-1999, por tres métodos: Claves talla-edad mediante lectura de espinas dorsales, análisis de frecuencia de talla mediante un modelo estadístico (MULTIFAN) y mediante un modelo determinista: Separación de edades (filo de cuchillo). No se encontraron diferencias significativas en la captura por edad estimada por los tres métodos en las edades 1 a 6 y 5+. La talla media a la horquilla por edad obtenida por los tres métodos es muy similar.

El documento SCRS/2001/135 presentó una clave de talla/edad obtenida de las capturas de atún rojo de almadraba de Libia merced a la lectura de anillos en secciones de radios de la espina. El rango de edades observado fue de 4 a 16 años procedentes de ejemplares de entre 114 cm y 285 cm de longitud a horquilla (LH)..

Los resultados del Proyecto FAO/COPEMED correspondientes al año 2000 presentaron 7 relaciones biométricas de talla-peso vivo de atún rojo de distintas pesquerías de Marruecos, Túnez, Libia, Malta y España.

El Instituto de Investigación Marina de Islandia ha desarrollado un programa de investigación en relación con las pesquerías experimentales de atún rojo en la ZEE de Islandia desde 1996, en cooperación con agentes de pesca japoneses. Los resultados de las observaciones y un muestreo extensivo de dicha pesquería se presentaron primero en el documento SCRS/1999/74, y después se han presentado periódicamente. En el SCRS/2002/142 se presentó un examen extensivo de la pesquería: se halló que la composición por talla y edad y los factores de condición eran relativamente constantes en el período 1996-2001, mientras que las tasas de captura descendieron durante la mayor parte de dicho período. No se observaron indicios de un influjo de los peces de diferente talla, edad o factores de condición. En el documento SCRS/2002/143 se presentó información sobre crecimiento y composición por edad, así como los resultados de métodos alternativos de determinación de la edad a partir de las vértebras. Se observaron diferencias entre los métodos de determinación de la edad, y el Comité recomendó que se desarrollase la cooperación internacional sobre métodos para estimar la edad del atún rojo. El Comité señaló la importancia de realizar este tipo de investigación, y encomió a los autores por el trabajo realizado hasta entonces. El Comité recomendó que continuase el muestreo de las capturas en esta pesquería y que los científicos de ICCAT y los científicos islandeses coordinaran los estudios sobre el ciclo vital del atún rojo.

2.4.2 Distribución de larvas

El documento SCRS/2001/076 informa sobre una comparación de rendimientos de muestreo y abundancia de larvas de atún rojo en el Mediterráneo y el Golfo de México, basada en la prospección larvaria realizada en colaboración por la CE, Estados Unidos y Japón en 1994 (tal y como se solicitó en la reunión del BYP de abril de 2001). Todos los investigadores utilizaron redes oblicuas Bongo para el muestreo. La distribución de las estaciones con larvas de atún rojo y el número estandarizado de larvas muestreadas por estación entre diferentes investigadores mostró una buena correspondencia, a pesar de las pequeñas diferencias entre los protocolos de muestreo. Los resultados de la prospección vertical de distribución indicaron que las larvas de atún rojo se concentran en la superficie y en las capas cercanas a la superficie, tanto de día como de noche. Una estimación aún inacabada de la abundancia de larvas indicaba que la producción de larvas en el Mediterráneo era más del doble que la del Golfo de México. Debido a las diferencias en los esfuerzos de la prospección, esta diferencia podría superar a este cálculo aproximado. El Grupo de Trabajo ICCAT sobre mezcla de atún rojo observó que un documento anterior (SCRS/79/45) informaba sobre la relación inversa entre la densidad de las dos zonas durante la época de mediados a finales de los años setenta.

- Atlántico este

El documento SCRS/2001/129 presenta los resultados de la campaña de prospección larvaria llevada a cabo en aguas del archipiélago balear por el Instituto Español de Oceanografía, y que había sido previamente estandarizada en la reunión de Miami con la campaña que se va a realizar en el Atlántico central (SCRS/2001/82). Los resultados obtenidos (124 larvas de atún rojo) se consideran altamente satisfactorios, presentándose la distribución geográfica de estas larvas según su tamaño. El documento SCRS/2002/165 comunica los resultados de la prospección larvaria llevada a cabo en 2002 en la zona de las Islas Baleares, también describe la distribución geográfica de las larvas en relación con los rasgos oceanográficos observados.

- Atlántico oeste

En los meses de julio y agosto de 1998 se recogieron muestras de ictioplancton en las aguas del Sudeste de Estados Unidos, en la parte exterior de la pared occidental de la corriente del Golfo ente 30°y 35° N. En esos meses las temperaturas medias del agua son similares a las temperaturas de las zonas de desove del atún rojo del mundo durante las temporadas de desove. Estas muestras no se han sido aún clasificadas.

2.4.3 Zona de desove

Las observaciones de que marcas “pop up” colocadas en grandes atunes rojo del Golfo de Maine transmitieron en el Atlántico central norte durante los meses en los que se supone que los grandes atunes rojos se hallan en zonas de desove condujo a la hipótesis de que el atún rojo puede desovar en el Atlántico central norte (SCRS/1999/104, SCRS/2000/95, SCRS/2001/53). Para corroborar esta hipótesis se han realizado cruceros para intentar capturar atunes rojos adultos y larvas de atún rojo dentro de la zona definida por 35°- 40° N y 35°-55° W.

En abril de 2001, el Programa Año del Atún Rojo se reunió en Miami en para coordinar las estrategias de muestreo en el Atlántico central norte y el muestreo en el programa español de muestreo de adultos y larvas (TUNIBAL) para las Islas Baleares, como se informa en SCRS/2001/022.

El SCRS/2001/31 (rev) mostraba los avances en la investigación del Comité de Dirección para la Investigación del Atún Rojo del Atlántico central norte. Esta propuesta se examinó en la Reunión del BYP de abril de 2002. Aunque el BYP manifestó su preocupación ante el hecho de que los escasos fondos disponibles en 2001 pudiesen comprometer la capacidad de consecución de los objetivos científicos del estudio, el Comité de Dirección, tras una seria reflexión, decidió que era importante proseguir en 2001. El propósito de este crucero internacional de investigación era establecer, en un estudio piloto, el estatus reproductivo del atún rojo adulto en el Atlántico norte central, e identificar protocolos adecuados de investigación y muestreo para futuras campañas en la zona. La hipótesis de posible desove en el Atlántico central norte fue resultado tanto de los datos históricos como de los recientes datos del mercado electrónico (SCRS/00/95, SCRS/01/053). Desde el 25 de junio hasta el 19 de julio de 2001, dos barcos comerciales realizaron un total de 32 lances. Aunque se encontraron la mayoría de las especies habitualmente capturadas por el palangre en esa época del año, desgraciadamente no se capturó ningún atún rojo, aunque sí fueron capturados por otros barcos comerciales en las proximidades. Deben analizarse aún las muestras de plancton obtenidas y se informará sobre ellas a su debido tiempo. Como era de esperar en una expedición de esta magnitud, las indicaciones preliminares sugieren nuevos e importantes descubrimientos para algunas de las especies capturadas. Estos descubrimientos se obtendrán cuando los análisis se hayan completado.

En 2002, se presentó al Programa Año del Atún Rojo información sobre los resultados del muestreo realizado en 2002 en el Atlántico central norte por un palangrero fletado (Apéndice 1). Se realizaron veintinueve fondeos de aproximadamente 21.000 anzuelos y aproximadamente 58 lances de redes de plancton durante los meses de mayo y junio. El palangre capturó 240 grandes peces pelágicos (el 80% aproximadamente fueron aguja blanca y pez espada combinados) y ningún atún rojo. Las

muestras de plancton no han sido todavía analizadas, aunque el examen preliminar indicaba que se habían capturado algunas larvas de escómbridos.

El barco japonés de investigación *Shoyu Maru* también realizó una campaña de pesca exploratoria durante 2002 para capturar atún rojo (SCRS/2002/170). Se realizaron veinticinco lances en dos fases entre mediados de junio y mediados de agosto, entre 30°-40°N y 40°-60°W (**Apéndice 2**); los lances se realizaron cerca de sistemas oceanográficos en aguas superficiales de aproximadamente 24° C y ligeramente inferiores. Más tarde, en la segunda fase las temperaturas de las aguas superficiales en la zona objeto de muestro superaron los 26° C, de modo que los cinco últimos lances de la fase (lances 26 a 30) se realizaron en aguas más frías al este de la zona objetivo (28°-38°W). En las dos fases completas se realizaron 67 lances superficiales de redes sobre plancton y 66 lances oblicuos de plancton. Se capturó un total de 68 grandes pelágicos (aproximadamente el 60% por ciento eran aguja blanca y atún blanco combinados). No se capturó ningún atún rojo. Las muestras de pláncton no han sido todavía procesadas, aunque el examen preliminar indicaba que se habían capturado algunas larvas de escómbridos.

2.4.4 Reproducción

Tanto al Este como al Oeste se llevan a cabo proyectos de investigación sobre la biología de reproducción del atún rojo, en particular sobre la variación en el grado de madurez sexual de las hembras, basándose en las hormonas sexuales presentes en la sangre y en el tejido muscular. El estudio del Este se hace en el marco de un proyecto financiado por la Unión Europea (Francia, Alemania, Grecia, Italia y España) y el del Oeste está a cargo de Estados Unidos. Otros países, como Canadá y Bermuda, también colaboran en estos proyectos (no sólo para el atún rojo, sino también para pez espada y marlines). Islandia ha creado un proyecto de investigación en el cual se muestrean las capturas palangreras de atún rojo que obtiene Japón en aguas de la ZEE islandesa.

Se presentaron dos documentos sobre un nuevo enfoque en la biología reproductiva del atún rojo. El documento SCRS/99/106 estudia las concentraciones en plasma de diversas hormonas sexuales obtenidas de muestras de sangre y su correlación con la fase de madurez histológica de la gónada. Fue posible determinar el sexo y la fase de madurez partiendo de estos análisis hormonales. El SCRS/2000/91 desarrolla un método similar, pero más eficaz, utilizando muestras de biopsias de músculo (se pueden obtener de peces vivos). Las muestras de atún rojo y de pez espada obtenidas en el mar Mediterráneo permitieron determinar el sexo a partir de la ratio hormonal.

En su reunión de 1999, el Programa Año del Atún Rojo estableció un amplio plan de muestreo, con el objetivo a largo plazo de estimar las curvas de madurez por talla para el atún rojo en las zonas de ordenación del Este y el Oeste, basándose en resultados obtenidos en proyectos europeos y estadounidenses. Este programa incluye muestreo para (1) apoyar la investigación básica sobre las hormonas reproductoras en la sangre y músculos del atún rojo, (2) definir en qué época están presentes dichas hormonas en los tejidos y (3) obtener muestras para conseguir una muestra representativa de población que caracterice la madurez por talla. **La Tabla 4** presenta el número de muestras de músculos congelados recogidas hasta la fecha que pueden ser útiles para los objetivos 2 y 3 de la reunión. Se han recopilado muestras adicionales en las zonas oriental y occidental para cumplir el primer objetivo.

El BYP constató los progresos realizados en la investigación sobre madurez, que se reseñan en SCRS/2001/127 y SCRS/2001/128 que abordan el análisis histológico y la madurez sexual correspondiente del atún rojo capturado en las almadrabas de Túnez y Libia. La investigación mencionada antes, coordinada por el proyecto FAO-COPEMED, recalcó que en todos análisis los atunes rojos de clase de edad 4 eran maduros y mostraban características de reproducción o de postreproducción. Se aprobó el proyecto REPRODODOT de la CE encaminado al estudio de los procesos de reproducción del atún rojo en cautividad que empezará en enero de 2003.

Los documentos SCRS/2001/127 y SCRS/2001/128 presentan un estudio de la madurez sexual de atunes rojos capturados en Túnez y Libia mediante análisis histológico de las gónadas de ejemplares hembras. Los resultados preliminares indican que todos los atunes de 4 años observados presentaban madurez sexual óptima y estado generalizado de desove (reproducción).

Continuó la recogida de muestras para estudiar la madurez sexual, en 2001 se habían recogido hasta el momento 42 muestras en el Mediterráneo (véase **Tabla 4**).

2.4.5 Ratio de sexos por clase de talla e índices gonadosomáticos.

En los resultados del Proyecto FAO-COPEMED (SCRS/2001/130) se presentan las ratios de sexo por clase de talla del atún rojo capturado en distintas pesquerías de Marruecos, Libia, Túnez, Malta y España.

2.5 Medio ambiente

Muchos países están llevando a cabo observaciones medioambientales durante cruceros de investigación o durante la pesca de atún rojo. En los últimos años, algunas publicaciones de ICCAT incluyen información sobre la relación entre estas observaciones y los datos recopilados (captura, distribución de la abundancia de juveniles o larvas adultas). Actualmente se están desarrollando investigaciones específicas sobre las condiciones medioambientales que prevalecen durante la fase de desove o en las zonas en que se encuentran peces juveniles.

En este momento se está recopilando información sobre la distribución de la temperatura de la superficie del mar (y clorofila) y sobre la circulación hidrológica en las zonas de pesca atún rojo, sobre todo durante la temporada de desove, mediante imágenes de satélite procesadas. Estos datos se completan con la información de temperatura obtenida por los observadores a bordo de los cerqueros y palangreros.

Durante el año 2001 se celebró el Grupo de Trabajo del SCRS de ICCAT sobre Medio Ambiente, donde se presentaron los dos siguientes documentos: el SCRS/2001/033 actualizaba los análisis anteriores a 1995 sobre la relación entre el reclutamiento de los tres stocks (atún blanco del Atlántico norte, atún rojo del Atlántico norte y atún rojo del Atlántico sur), estimados por VPA y el índice NAO de invierno. El estudio halló una correlación significativa entre el índice NAO y el reclutamiento del atún rojo del Atlántico este (una correlación directa de desfase de un año que explica el 49% de la variabilidad). El documento SCRS/2001/036 examinaba los procesos biológicos que podrían producirse para que existiese una relación no aparente entre reclutamiento y NAO, y también estudiaba la relación entre el reclutamiento del atún rojo del Atlántico este (del VPA) y la NAO. El estudio halló que la correlación entre las dos variables desaparecía si se eliminaban las tendencias de las series, lo que indicaría que no hay una relación de causa y efecto entre ambas en estrato temporal de un año. Además, la prueba de aleatorización no paramétrica no reveló ninguna conexión no lineal entre las dos variables. El documento sugería que los datos de reclutamiento podrían ser inadecuados para comprobar la relación, si es que ésta existe.

En distintas pesquerías de atún rojo (almadraba, palangre, cerco y cebo vivo) se obtuvieron sistemáticamente datos de factores medioambientales y meteorológicos con el fin de analizar el efecto de los mismos sobre la capturabilidad del atún rojo con estos artes, de tal forma que puedan ser utilizados en el desarrollo de índices de abundancia estandarizados mediante su aplicación a técnicas de GLM. SCRS/2001/130 presenta el efecto del viento en los rendimientos de las almadras, así como el efecto de la temperatura superficial del mar sobre los rendimientos del palangre. Asimismo, los resultados del proyecto UE-FAIR-97/3975 de marcado electrónico (SCRS/2001/78) muestran que los peces marcados en Córcega se detectaron más tarde en zonas de alta productividad, se observan pautas de comportamiento de los tünidos marcados en Córcega y Cerdeña relacionadas con áreas de gran productividad.

En la campaña de prospección larvaria llevada a cabo en aguas alrededor de las Islas Baleares (SCRS/2001/129), se realizó, al mismo tiempo, un muestreo hidrográfico que permitirá asociar las condiciones oceanográficas con la distribución larvaria y la de los reproductores. Además, se obtuvieron, mediante el procesamiento de imágenes de satélite, la distribución de temperatura (y clorofila) superficial del mar en las zonas de pesca de atún rojo, especialmente en la época de reproducción. Estos datos se complementaron con información de temperatura obtenida por los observadores a bordo de cerqueros y palangreros.

En el SCRS/2001/134 se comprueban las relaciones entre las tasas de capturas diarias de atún rojo por los barcos de cebo en la Golfo de Vizcaya y las variables medioambientales teledetectadas, las temperaturas registradas a bordo y las variables espaciales (latitud y longitud) para el período 1997-2000. Se utilizaron el GAM y GLM para buscar la relación entre las variables medioambientales y la CPUE logicial o sus residuales. Aunque el GAMs proporcionó algunos resultados razonables para la latitud y rangos de temperatura óptimos para la obtención de unas buenas tasas de captura, la respuesta de los modelos dependía en gran medida del número de variables independientes y del orden en que se introdujeran las mismas en el modelo. Se seleccionaron algunas variables medioambientales y se añadieron al modelo final utilizado para estandarizar las tasas de captura de atún rojo. El modelo explicaba el 50% de la variabilidad de las tasas de captura, y el 4% se debía a factores medioambientales.

2.6 Otras actividades

Durante el año 2001 se desarrollaron las siguientes actividades relacionadas con el Programa Año del Atún Rojo (BYP) de ICCAT :

- Informe de la reunión de coordinación del BYP para el estudio del muestreo en el Atlántico central y cerca de las Islas Baleares (Miami, 25-26 de abril de 2001) (SCRS/2001/022)
- Jornadas de Trabajo ICCAT sobre mezcla de atún rojo (Madrid, 3-7 de septiembre de 2001) (SCRS/2001/010)

Asimismo, se realizan actividades relacionadas con las recomendaciones del Programa BYP en cuanto a cooperación científica y presentación de documentos específicos:

- Curso de evaluación de stock con metodología ICCAT (Sete- France 20 al 24 de julio de 2001) organizado por el Proyecto FAO/COPEMED.
- Grupo de trabajo del Proyecto FAO-COPEMED (IEO. C.O. de Málaga 7 al 15 de agosto 2001) para elaboración de documentos científicos, que contó con la participación de científicos de Marruecos, Túnez, Libia, Malta, España y Argelia que manifestó su interés y disposición a participar en el Proyecto.
- Durante el año 2002, científicos del SCRS participaron en la reunión GFCM/ICCAT en Malta, en la que se concentraron en estadísticas básicas (SCRS/2002/10) y en la sesión de evaluación de atún rojo.

Todas estas reuniones sirvieron para actualizar las estadísticas y actividades de investigación del atún rojo en relación con los objetivos del Programa Año del Atún Rojo.

3 Perspectiva

Está claro que las prioridades de los científicos que estudian el atún rojo a ambos lados del Atlántico están relacionadas con una mejora en el conocimiento de la estructura del stock. Las tres actividades más importantes son los estudios sobre genética, reproducción y marcado.

En 2003 deberán iniciarse o continuarse varios programas y actividades relacionados con temas de interés para el Programa Año del Atún rojo.

- Intercambios de muestras entre ambos lados del Atlántico en relación con estos programas y también con otros estudios en curso sobre biología y estructura del stock de atún rojo.
- Estudios nuevos y en curso sobre la estructura del stock de atún rojo, lo que incluye genética y microelementos de otolitos.
- Estudios nuevos y en curso sobre biología reproductiva y desarrollo de programas de madurez utilizando técnicas de ensayos bioquímicos, índices gonadosomáticos y muestras de gónadas para los estudios histológicos.
- Investigación para proporcionar métodos más exactos para calcular la composición total de peso y talla en el momento de la captura de los peces de cría.

3.1. Informe del Programa Año del Atún Rojo

En el resumen ejecutivo se presenta la situación financiera del programa hasta el 23 de septiembre de 2002, con los gastos que se anticipaban hasta el 31 de diciembre de 2002. A finales de 2002 debería haber un saldo de 37.771 euros, suponiendo que se efectúen los gastos previstos entre octubre y diciembre de 2002.

Gran parte del muestreo previsto en 2002 se realizó con menos gastos que los previstos originalmente debido en gran parte a la existencia del programa COPEMED de FAO y a las actividades nacionales.

3.2 Actividades futuras del Programa Atún rojo

3.2.1 Propuestas para la financiación en 2002 para el Atlántico este y Mediterráneo

- Estadísticas de cría

Teniendo en cuenta las recomendaciones de ICCAT realizadas a través del Programa Año del Atún Rojo, y con el fin de conocer y evaluar el posible impacto de la cría de atún en las estadísticas, se realizarán actividades de investigación sobre la recopilación de datos y muestreo biométrico en las granjas de atún de Malta y España, encaminadas sobre todo a mejorar el Documento Estadístico de ICCAT. Algunas de estas actividades se desarrollarán con el apoyo financiero de FAO-COPEMED.

3.2.2 Propuestas de investigación para ser desarrolladas en los próximos años

- Actividades de investigación sobre cría de atún rojo en el mar Adriático (Croacia)

Desde 1997, se han desarrollado nuevas actividades de acuicultura relacionada con la cría de atún rojo (*Thunnus thynnus*) en jaulas flotantes en la parte oriental del mar Adriático. En los últimos años se ha constatado el rápido desarrollo de esta práctica de cría de atún rojo en el Adriático. Recientemente, casi toda la captura de atún rojo del Adriático oriental se ha transferido a jaulas flotantes para fines de cría.

El Grupo de Trabajo BYP había respaldado con anterioridad las actividades de investigación sobre cría de atún en el Adriático propuestas por los científicos croatas (**Apéndice 3**). El Comité reconoce que para la consecución de la investigación, tal y como se propuso, se requerirían más recursos que los que actualmente proporciona el BYP, y que los resultados serán útiles para estudiar el crecimiento de los peces de cría en el mar Adriático, pero que probablemente estos resultados no podrán aplicarse a otras zonas de cría. Se han realizado progresos en la dirección identificada por la propuesta de

Croacia, y el Grupo de Trabajo BYP recomienda que se asignen 10.000 \$ como apoyo parcial para continuar esta investigación en el año 2003 (segundo año de una propuesta de tres años) y que los peces adquiridos para esta investigación se sigan utilizando para obtener los especímenes biológicos apropiados identificados en el programa de investigación BYP sobre estructura del stock y muestreo de madurez.

- Apoyo a la coordinación para el muestreo de larvas y planificación de futuras investigaciones

El Comité sancionó el muestreo de investigación propuesto de larvas y atunes rojos reproductores y las condiciones oceanográficas asociadas en las aguas de las islas Baleares, en las que las rodona y en las del Atlántico central norte. Después de dos años de muestreo de campo, es necesario examinar y revisar, cuando sea necesario, los planes de muestreo asociados con dichos estudios. El Grupo de Trabajo BYP reconoce que esta investigación es muy costosa y excede la actual capacidad del BYP, pero recomienda que se asignen 5.000 euros en apoyo a la coordinación del muestreo de larvas y a la planificación futura de estos proyectos de investigación.

- Marcado electrónico en el Mediterráneo para los años 2002 y 2003

El Comité respaldó el concepto de programa de investigación propuesto para un marcado intensivo con marcas vía satélite de atún rojo grande en el Mediterráneo y Atlántico este (**Apéndice 4**). Esta investigación responde a la recomendación del Comité relacionada con una investigación para cuantificar mejor el origen de los peces, la mezcla y sus implicaciones en la evaluación y ordenación de las pesquerías de atún rojo. El Grupo de Trabajo BYP reconoce que esta investigación es muy costosa, y que supera la capacidad actual del BYP, pero recomienda que en 2003 se destinen 15.000 euros a la planificación, coordinación e implementación de esta investigación. Se reconoce que el coste real de esta investigación es muy superior al que se puede sufragar tan sólo con los fondos del BYP. Se recomendó encarecidamente que se incrementara el esfuerzo de marcado electrónico, sobre todo en el Mediterráneo, y también la cooperación entre científicos u organizaciones de Estados costeros a través de las actuales estructuras organizativas (por ejemplo, COPEMED, CE; Estados Unidos u otros), con la colaboración técnica de científicos del Oeste implicados en las aplicaciones de esta investigación, lo cual es necesario para llevar la misma a buen fin.

- Propuesta de coordinación para la investigación sobre determinación directa de la edad

Se ha recomendado la determinación directa de la edad de la captura de atún rojo como un excelente medio de estimar la captura por edad a efectos de evaluación de stock. El documento SCRS/2002/143 demostraba la viabilidad de obtener partes duras de ciertas pesquerías para determinar la edad. Sin embargo, en muchas pesquerías no se ha implementado un procedimiento de determinación de la edad de la captura de atún rojo. Si bien no suele ser difícil determinar la edad del atún rojo joven, en el caso de peces de talla media o gigante resulta bastante problemático. Una aparente desviación en la edad estimada por diversos métodos es un elemento que se añade a la confusión existente en la determinación de la edad de los peces. Si la determinación de la edad en la captura de atún rojo ha de ser implementada como procedimiento de rutina, tal y como se recomendó, resulta urgente contar con un protocolo normalizado. En consecuencia, se recomienda que, a este efecto, se establezca una red formada por personas que hayan realizado tareas de determinación de la edad del atún rojo. El objetivo de esta red será comparar y evaluar varios métodos de determinar la edad, para varias edades y diferentes temporadas, con el fin de establecer un protocolo normalizado al respecto. Para ello, el Grupo de Trabajo BYP recomienda que se planifique la coordinación de dicha red, sirviéndose de los expertos en Islandia como punto central de esta actividad. El Grupo de Trabajo BYP recomienda que se destine la cantidad de 5.000 euros en apoyo de las actividades de coordinación necesarias para la creación de esta red.

- Recogida de muestras biológicas para la investigación de la estructura del stock en 2003

Los investigaciones de la Universidad de Texas A&M y de la universidad de Maryland han avanzado en la utilización de los análisis de microelementos en los últimos años, y han realizado recientemente hallazgos alentadores al utilizar ratios estables de isótopos para la discriminación de stocks. El propósito básico es obtener otolitos de la zona mediterránea para estos estudios (**Apéndice 5**), se recogerán muestras similares en el Atlántico oeste, pero éstas no requerirán fondos del Programa del Atún Rojo. Además de recopilar otolitos de atunes rojos de edad 1, esta propuesta incluye también la recogida de muestras de peces de edades aproximadas 3-5, anticipándose al éxito continuado de la metodología de discriminación de stocks utilizando isótopos estables. Además, se recogerán los tejidos necesarios para la investigación genética y sobre reproducción. El nivel de financiación propuesto es de 7.500 euros.

- Recogida de muestras biológicas para la investigación sobre estructura del stock de Turquía

Existen pocas muestras biológicas para el estudio de la estructura del stock y el ciclo vital del atún rojo del mar Mediterráneo oriental. El Comité cree que es muy importante obtener dichas pruebas dado el éxito en la obtención de muestras del Mediterráneo central y occidental y del Atlántico occidental y oriental. Los intentos realizados en el pasado para obtener muestras del Mediterráneo oriental tuvieron un éxito limitado (29 ejemplares). Esta propuesta incorpora algunos aspectos que pueden traducirse en un mayor éxito: implicación directa de un coordinador del Mediterráneo y fondos para las actividades de coordinación. El objetivo primordial sería obtener muestras (otolitos y músculos) de atunes rojos juveniles (preferiblemente de edades 1 y 2) para los análisis de estructura del stock y muestras para la investigación sobre reproducción (**Apéndice 6**). El nivel de financiación propuesto es 7.500 euros, de los cuales 1.500 euros se destinarían a la coordinación y 6.000 euros a gastos relacionados con el muestreo.

3.2.3 Propuestas sin financiación

- Análisis genético de las muestras del Mediterráneo y del Atlántico este y oeste obtenidas por el BYP

El laboratorio de la Universidad de Gerona ha obtenido una enzima putativa para su utilización como marcador de población entre los stocks de atún del Atlántico este y el Atlántico oeste, y otro marcador (G6PDH) que parece prometedor, pero se recomienda que sigan las investigaciones para identificar las causas de la variabilidad en los resultados. El ADN no mostraba dicha diferenciación. El objetivo de la propuesta es ampliar el tamaño del muestreo de la zona analizada con el fin de verificar estos resultados. Al mismo tiempo, se analizarán unas muestras del BYP obtenidas en Islandia. Los análisis genéticos se realizarán utilizando tanto secuenciaciones de ADN como electroforesis de proteína.

3.3 Protocolos

En el **Apéndice 7** se presenta un protocolo normalizado de muestreo.

Bibliografía

SECOR, D.H. and V. Zdanowicz, 1998. Otolith microconstituent analysis of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) from the Mediterranean Sea and Pacific Ocean. Fish Res 36: 251-256.

Table 1. Summary of recent evidence on North Atlantic bluefin mixing and suggestions for further investigation. GOM refers to Gulf of Mexico. Med refers to Mediterranean. I# refers to potential inconsistencies with other data. (from SCRS/01/20).

<i>Data type and reference</i>	<i>Observed</i>	<i>Strengths /Limitations</i>	<i>Implications for mixing hypotheses</i>	<i>Suggestions for further investigation</i>
Conventional tags -described in Porch <i>et al.</i> (SCRS/00/98); Fromentin (SCRS/01/42); Block <i>et al.</i> (SRS/01/57)	ICCAT: recaptures of western tagged fish in eastern area 2%; 4% for east to west; data analysis indicates 1-3% oceanic crossing rates, i.e., over 45°W from both east and west; Block <i>et al.</i> report 10% western tags recovered in east from new experiment 1994-2000	- Large sample size - Small and medium & giant fish tagged -Reporting rates decreasing - Fewer tags released in east - Recapture rates are influenced by fishing effort and size restrictions	- some mixing across 45°W occurs	- Given the recent increase in tagging in the west, conduct analyses to discern if transfer rates have changed over the past two decades taking into account length/age composition
Implantable archival tagging of bluefin tuna in the west; Block <i>et al.</i> (SCRS/01/57)	-70% of western archival tagged fish remain in west management unit. -30%of recaptured archival tagged fish are in the east Atlantic management unit. -Crossing west to east and back in a single year. -Large fish move to productive northern central Atlantic waters -Site directed fidelity -Higher recovery of archival tags (18%) than conventional tags (4.1%)	-279 tagged fish with high recovery for tag-recapture experiment. -Tagged fish span 5 year classes of western fish (7-12). -Multi year records (4 years) -Continuous geolocation with longitude and latitude of good precision. -tracks often span years prior to maturity and post-maturity -site directed spawning fidelity can be observed -feeding biology, spawning behavior, & oceanographic data obtained simultaneously -Fish tagged in one location in the western Atlantic -natal origin of fish not known - Recapture rates are influenced by fishing effort and size restrictions	-Bluefin may be tagged and recaptured in one management area but are moving between the two management units -Fish move large distances between spawning and feeding grounds -Temporal period of spawning appears similar in Gulf and Med from tagging data (May & June).	-Archival tagging can be done most successfully in juvenile & medium tunas. Tagging of both groups in the east and west will improve knowledge of the distribution of bluefin tuna over broader year classes and wider areas of the bluefin's range. - Archival tag breeding fish using the central North Atlantic feeding grounds. -Work out how best to deliver position data to ICCAT data bases.
Pop-Up Satellite Tagging deployed on NW Atlantic Tuna (11) Block <i>et al.</i> (SCRS/00/148, SCRS/01/57) Lutcavage <i>et al.</i> (SCRS/99/104, SCRS/00/95, SCRS/01/31, SCRS/01/53) Lutcavage and Luckhurst (SCRS/00/125)	~30% of all long-term pop-up satellite tagged bluefin in the west cross 45° W -Seasonal distribution of pop-up tagged fish overlaps implantable archival data - no pop-up tagged fish from west surfaced in the Mediterranean. - proposed possible spawning in the central north Atlantic	-150 tagged (medium & giants). -short-term pop-up satellite tagging indicates high survivorship after release in the west (95%). -Long-term pop-up satellite tagging shows relatively high reporting rate in west (~70-90%). -fish tagged in three regions of the western Atlantic (New England, North Carolina & GOM). -Archival software provides high accuracy longitude, depth and ambient temperature preferences. -Premature release in one study for pop-up satellite tagging with pressure sensors is ~ 12%. -Some single point pop-ups may have shed prematurely -All 2001 tags have pressure sensors, and software for premature release eliminating the ambiguity of potential drifters. -To date, longest deployments are 1 year. -natal origin of fish not known	- demonstrate significant rate of crossing of 45°W in short durations. -potentially large catches of western tagged fish in east in central Atlantic -Many fish remain residents of western Atlantic management unit in concordance with implantable archival data.	-Increase pop-up satellite archival tagging on spawning grounds and on spawners to discern site directed fidelity to breeding grounds in the west and east management units. -Attempt longer deployments (1-2 years) Increase efforts to tag fish utilizing the Central North Atlantic feeding grounds. -Develop interactions with modellers to capture the movement patterns of pop-up satellite and implantable archival tagged fish geolocation data for analyzing the distribution of bluefin for assessment purposes.

<i>Data type and reference</i>	<i>Observed</i>	<i>Strengths /Limitations</i>	<i>Implications for mixing hypotheses</i>	<i>Suggestions for further investigation</i>
Pop-up tagging of Med fish De Metrio et al. (SCRS/01/78) Archival tagging in Adriatic- Yamashita and Miyabe (SCRS/00/126)	-Large fish move rapidly after spawning season out of the Med. In short durations -Fish in E. Atlantic head to productive regions to the north and south -Small bluefin show residency in the Med around productive regions. -High recovery of implantable archival tagged small bluefin (20%) after first year of tagging suggestive of residency	-Post-breeding bluefin move rapidly over large distances in the eastern Atlantic. -To date, none have crossed the 45 stock boundary however retention of tags for long durations has not been investigated -very poor recovery rates of Pop-ups (20-30%) -poor recovery possibly due to several factors (including fishing mortality and non-reporting)	- Small Med fish demonstrate strong residency the year after tagging. -Large Med fish quickly travel to northern waters where productivity is high. - several fish exiting Med go south/southwest	- Apply Pop-up Satellite Archival Tags for increased durations. -Increase sample size of implantable tagged bluefin and size range (juvenile and mature). -Increase educational efforts to return tags.
Pop-up tagging of Bluefin tuna on their spawning ground in Gulf of Mexico Block et al. (SCRS/00/148)	-Pop-up Satellite Tagged fish are primarily in western Gulf. – Loop current appears to be region with few bluefin. -Pop-up tagged fish from GOM have not been observed to cross 45°W - potential spawning behavior observed	- very few fish tagged -Mortality during tagging longline operations is a problem in warm waters of Gulf. -Spawning season in the Gulf may be short duration.-	- To date spawning site fidelity has not clearly been examined. - challenging to work in the warm Gulf waters on giant bluefin tuna.	- Tag fish in GOM and Med. at spawning time and set tags to pop up at 1 or more years.
Genetic Studies Ely et al. (SCRS/01/54)	- No difference between mtDNA and nuclear DNA in NW Atlantic and Med fish found in large sample sizes of 127cm –277cm fish - no difference between GOM and Med larval fish	- Lack of difference found does not indicate a single stock - sample size small for larval fish (< 30 each site) - sufficient sample sizes essential - past results need to be reconciled with current results	- Equivocal results	- find other genetic identifiers of tuna stock - test for differences only in larval and spawning fish from the GOM and Med.
Otolith micro-constituents Rooker et al. (BD4)	-preliminary data show 85% correct classification of Atl. NW vs Med. fish - some interannual variability and variability between locations in the Med but appears less than between basin	-distinguishes region of residence, not origin (if done on young fish or the nucleus of the otolith, then region of residence is likely to be the region of origin)	-indicates that elemental composition environment different between NE Atl and Med; - does not bear upon spawning site fidelity	- use microconstituent methodologies to discern chemical signature of fish to identify regions of residence and origin.
Size and Maturity at Age Block et al. (SCRS/01/51) Susca et al. (SCRS/00/91). Nemerson et al. (2000)	- Fish in the GOM from landings and tagging data are primarily of 9 years of age and above. - More variability in size of mature fish in Med		- suggests different biotypes, i.e., phenotypes but not necessary different genotypes - suggests site fidelity of fishes but does not rule out some mixing of spawners across spawning grounds	- Develop methodologies to examine maturity indices.
CPUE data Porch et al (SCRS/00/98) Hester (SCRS/01/59)	-some cpue trends differ between Central and East Atlantic	- Comparable data for all fleets not available	- CPUE data alone is consistent with some East to West movement	

Table 2. Genetic samples (muscle, liver, blood and gills) available at laboratories in Europe and the West, tabulated by 5 size ranges. The size ranges correspond approximately to ages 0-3 and 4+ for the western samples that are generally collected in 2-3 months, but may not correspond to ages in the east and Mediterranean where growth is somewhat different and samples have been collected in most months. Samples for which the size or year were not available were not included. The number of samples collected in 2002 is incomplete.

Mediterranean Sea												
	approximate age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
< 39 cm	0	12	22	11	53		110	126				334
39-64 cm	1		33				66	42	28			169
65-88 cm	2		9				4	27	2			42
88-111 cm	3		2		4	3	22	4	3			38
> 111 cm	4+			21	146	105	160	104	66	97	25	724
unknown n	unknown n						1			27		28
Total-Med	Total	12	66	32	203	108	363	303	99	124	25	1335
east Atlantic												
	approximate age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
< 39 cm	0	12	22				85	91				210
39-64 cm	1		33				16	14				63
65-88 cm	2		9					7	50	48	20	134
88-111 cm	3		2				1		4			7
> 111 cm	4+						934	745	724	236	58	2697
unknown n	unknown n						1					1
Total-east	Total	12	66				1037	857	778	284	78	3112
west Atlantic												
	approximate age	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
< 39 cm	0											0
39-64 cm	1	2				15	85	1	23	17		143
65-88 cm	2	6			1	76	44	54	23			204
88-111 cm	3			1	1	307	127	94	62			592
> 111 cm	4+	15	150	49	159	104	290	89	128	23	8	1015
unknown n	unknown n	1	3	25	86	58	11	1				185
Total-west	Total	24	153	75	247	560	557	239	236	40	8	2139

Table 3. Partial list of otolith samples collected for stock structure analyses. This list includes otoliths collected by national programs, through the COPEMED project and by scientists at universities. Some samples collected by U.S. scientists at universities are not included. The number of samples collected in 2002 is incomplete.

Mediterranean Sea									
approximate age	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		Total
0									
1									
2									
3									
4+					27				27
unknown n						16			16
Total					27	16			43
east Atlantic									
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		Total
0									
1									
2					50	48	20		118
3									
4+					34				34
unknown n						26			26
Total					84	74	20		178
west Atlantic									
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		Total
0			2						0
1		10	106	24	23	17			180
2	1	70	34	71	23				199
3		285	124	92	60		11		572
4+	85	11	95	29	23		41		284
unknown n	2	23	7	1					33
Total	88	399	366	217	129	17	52		1288

Table 4. Maturity at size samples (frozen muscle). The number of samples collected in 2002 is incomplete.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Mediterranean Sea			25	29	86		
east Atlantic				234	748	281	
west Atlantic	106	78	67	59	190	14	8

Brief Report of the 2002 F/V *Eagle Eye II* Exploratory Fishing Cruise for Atlantic Bluefin Tuna in the Central North Atlantic, in Support of the Bluefin Year Program/

Rapport succinct de la campagne de pêche exploratoire du F/V *Eagle Eye II* de 2002 pour le thon rouge de l'Atlantique dans l'Atlantique centre-nord, dans le cadre du Programme d'Année Thon rouge/

Informe resumido del crucero de pesca exploratoria del B/P *Eagle Eye II* de atún rojo atlántico en el Atlántico central norte, en apoyo del Programa del Año del Atún Rojo

(Central North Atlantic Steering Committee: Dr. Molly Lutcavage (New England Aquarium), Dr. Brian Luckhurst (Fisheries Division, Bermuda), Dr. Julie Porter (Fisheries and Oceans Canada and ICCAT Secretariat), Dr. Scott Heppell (Oregon State University), Dr. John Lamkin and Dr. Richard Brill (National Marine Fisheries Service), and Dr. Ziro Suzuki (Japan Far Seas Fisheries Institute))

This report summarizes research activities of the F/V *Eagle Eye II* in the central North Atlantic from May to June 2002. The two cruises were undertaken to establish the biological status of Atlantic bluefin tuna (and other large pelagic species), and to determine whether they are concentrated along the edge of oceanographic features suitable for spawning and larval development. The National Oceanic and Atmospheric Administration chartered the vessel through a cooperative grant with the New England Aquarium. Additional financial assistance was received from Fisheries and Oceans Canada through the Canadian Bluefin Research Fund.

Research periods.

Leg 1: May 3, 2002 ~ May 31, 2002 (San Juan, PR to Fairhaven, MA)

Leg 2: June 5, 2002~June 30, 2002 (departing and arriving Fairhaven, MA)

Research areas. The vessels make longline sets based on recommendations by the Steering Committee and Chief Scientist (on board), in consultation with experts in remote sensing and forecasting technology (from Roffs, Inc., Miami, FL, and Dr. Donald Olson, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Research, University of Miami). The first leg covered areas between 26 and 37°N and between 64 and 72°W. The second leg covered areas between 34 and 37°N and between 55 and 68°W. Note that U.S. regulations pertaining to potential sea turtle take impacted the F/V *Eagle Eye II*, prohibiting the vessel from entering the target research area in the Northeast Distant Fishing Zone (the area bounded from 35 to 55°N and 20 to 60°W).

Chief scientists on board.

First leg: Dr. Scott Heppell, Oregon State University.

Second leg: Dr. Michael Musyl, University of Hawaii.

Longline operation. The F/V *Eagle Eye II* made 29 longline sets (~21,000 hooks) between May 6 and June 30, 2002 (14 and 15 sets made on Legs 1 and 2, respectively). The timing and location of fishing was based on electronic tagging data, real time oceanographic conditions, and input from fishing experts (**Appendix 1, Figure 1**). Atlantic bluefin tuna require a minimum of 24°C for spawning, and the exploratory fishing cruise was consistent with this temperature requirement. Bait used was squid and mackerel. Unfortunately, while most species typically captured by longline at this time of year were encountered, no bluefin tuna were captured (**Appendix 1, Table 1**).

Net sampling. A neuston net was deployed twice per day in an attempt to capture larval fish and eggs, and the vessel took oceanographic observations of the water column. Plankton samples collected, which include some scombrid larvae, are being analyzed and will be reported on in due course.

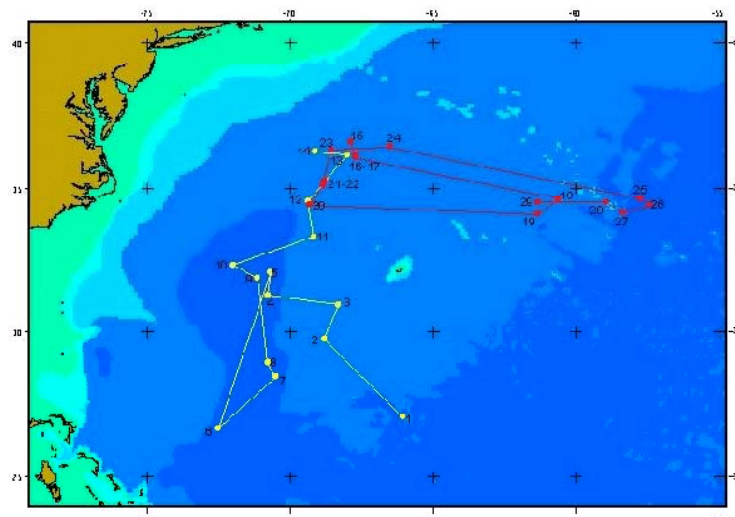
Biological sampling. Gonads, stomach contents, blood, vertebrae, and otoliths were collected from large pelagic fish for reproductive, aging, and genetic analyses, which are underway.

Tagging. Several species of tunas, sharks, and billfish were tagged with conventional tags.

Oceanographic observation. XBT observations were made at the beginning and end of each set and at the beginning and end of haulback (4 total for each set). Data miniloggers were also deployed on each set to collect temperature profile information.

Appendix 1, Table 1. The number of tuna and tuna-like species caught by longline operation

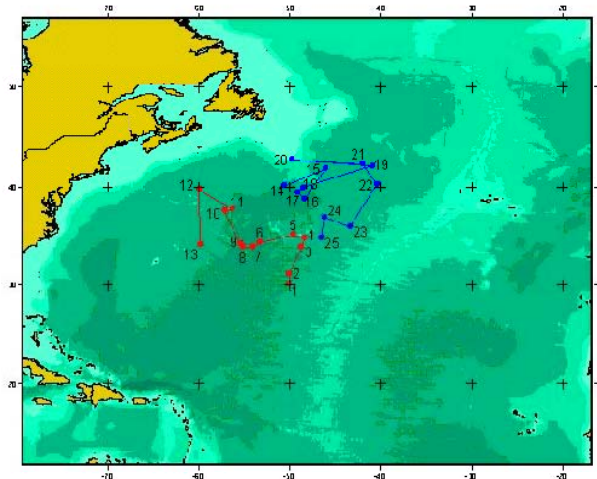
<i>Species</i>	<i>Leg 1 (# fish)</i>		<i>Leg 2 (# fish)</i>		<i>Total (# fish)</i>	
	<i>Catch</i>	<i>Tag</i>	<i>Catch</i>	<i>Tag</i>	<i>Catch</i>	<i>Tag</i>
Albacore	9	0	5	0	14	0
Yellowfin	1	0	17	1	18	1
Bigeye	3	1	6	0	9	1
Atlantic blue marlin	2	1	4	1	6	2
White marlin	19	9	78	21	97	30
Longbill spearfish	13	5	3	1	16	6
Swordfish	47	0	33	1	80	1
Total	94	16	146	25	240	41



Appendix 1, Figure 1. Eagle Eye II longline exploratory cruise for bluefin tuna in the central north Atlantic in 2002.

Appendix 2/ Appendice 2/ Apéndice 2

Track of R/V *Shoyu maru* During Legs 1 and 2 of its 2002 Cruise that Targeted Bluefin Tuna/ Suivi du R/V *Shoyu Maru* durant les phases 1 et 2 de sa campagne de 2002 ciblant le thon rouge/ Recorrido del B/I *Shoyu Maru* durante las fases 1 y 2 de su crucero de 2002 dirigido al atún rojo



Appendix 3/ Appendice 3/ Apéndice 3

Proposal for the Research Activities on Tuna Farming in the Adriatic Sea: Study on Growth Rates of Bluefin Tuna when Reared in the Grow-out Floating Cages/

Proposition pour les activités de recherche portant sur l'élevage de thon dans la Mer Adriatique : Etude des taux de croissance du thon rouge lorsqu'il est élevé dans des enclos flottants/

Propuesta de actividades de investigaciones sobre cría de atún rojo en el mar Adriático: estudio sobre tasas de crecimiento de atún rojo cuando se crían en jaulas flotantes

Introduction. Since 1997, a new activity in aquaculture concerning bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) rearing in floating cages has taken place in the eastern part Adriatic Sea. In the last few years, the rapid development of this practice of bluefin farming in the Adriatic has been noted. Recently, almost the whole catch of bluefin from the eastern Adriatic Sea has been transferred into floating cages for farming purposes. It should be noted that this practice could cause difficulties in terms of the catch statistics and concurrence of the catch data with trade data. Tuna farming should be recognized as a very important issue in the future (particularly in the Adriatic Sea), and it will be necessary to improve the Bluefin Tuna Statistical document (BTSD). This improvement should be based on some specific knowledge about tuna farming and growth patterns of tunas in captivity. Up to now, preliminary research on this issue has been carried out (SCRS/2001/092).

Objectives. The principle objectives of this study are to gain a better knowledge about growth patterns of bluefin when reared in the grow-out floating cages. This will include also study on feeding biomass conversion factors as well as study on equations concerning conversion of the tuna products weight (orginate from the cages) into round weight of the fish.

Study area. Eastern coast of the Adriatic Sea.

Materials and methods. This research will be carried out at the Institute of Oceanography and Fisheries in Split, Croatia, in collaboration with tuna growers. In total, 200 bluefin tuna, in three size categories, will be tagged with conventional tags immediately upon transfer from the fishing grounds to the cage site. The fish will be measured in fork length and live weight when tagged, and reared in floating cages. After being recaptured, fork lengths and live weights, and also gilled and gutted weights of surviving fish will be recorded. Based on the differences in length and weight, daily increment rates will be calculated, and also the length-weight relationship that describes the growth of the tunas in the floating cages will be estimated. In addition to length-weight data, gilled and gutted weight will be recorded and compared with round weight. Furthermore, conversion equations to convert weights of gilled and gutted fish into respective round weights will be calculated. Daily feeding of the fish in the cages, in terms of feed quantity and composition, will be recorded and analyzed together with respective growth rates. During the first year, mainly fish from the 1st size group will be tagged. These fish will be reared in the grow-out cages for at least a two-year period. Progress in project realization will be annually presented at the SCRS Meeting and reported to the BYP Working Group.

1) Material costs				
Size group	Average weight (kg)	Number	Price*	Total cost (USD)
I	5.0	100	20 USD/kg	10,000
II	10.0	50	20 USD/kg	10,000
III	20.0	50	20 USD/kg	20,000
Subtotal				40,000
2) Other costs				
Data presentation				2,000
Total				42,000

* Price (\$20/kg) includes initial price, installations and technical support, manpower and feed consumption during the rearing period and data elaboration costs.

Research plan proposed for 2003. In accordance with proposed research, 50 bluefin tuna within size classes from 10-15 kg (age class 1+) will be tagged next year. Furthermore, during the winter of 2003, tagged fish will be recaptured and measured in length and round weight. Additionally, gilled and gutted weight (that corresponds to the product weight) will be recorded. A preliminary analysis of these first data will be presented to BYP during SCRS Meeting 2004. So, with the aim to continue this study within the framework of the Bluefin Year Program next year, we suggest that the BYP continue to support this research on tuna farming in the Adriatic Sea with the same amount as during 2002.

Appendix 4/ Appendice 4/ Apéndice 4

Proposal on Bluefin Tuna Electronic Tagging in the Mediterranean/ Proposition sur le marquage électronique de thon rouge dans la Méditerranée/ Propuesta sobre marcado electrónico de atún rojo en el Mediterráneo

Background. The SCRS has recommended to study bluefin tuna stock structure by using electronic and conventional tagging, *inter alia*. Furthermore, the SCRS has recommended cooperation between scientists and research organizations from the East and West Atlantic in order to substantially increase electronic tagging activities in the Mediterranean Sea. In the West Atlantic there has been fully successful development of technology and techniques for electronic tagging, and the results have been submitted to the SCRS. In addition, several electronic tagging activities have also been carried out in the East Atlantic (EC, Japan). In the Mediterranean Sea there are several fisheries such as purse seine and traps that facilitate electronic tagging in proper areas and season in order to attain the scheduled aims. Furthermore, bait boat and trolling fisheries could be used for strategic tagging activities in the area of the Strait of Gibraltar. **Appendix 1, Table 1** shows a draft plan for tagging

activities in which two important areas for bluefin tuna reproduction (Balearic Islands and Central Mediterranean) during the most suitable period have been considered.

Aims. The aims of this proposal for electronic tagging are based on the recommendations made by the SCRS:

- A. Migratory behaviour before and after spawning
- B. Wintering areas
- C. Fidelity to spawning areas

Methodology. Tagging 72 adult bluefin tuna with pop-up satellite tags and some archival tags in the Mediterranean Sea and the area close to the Strait of Gibraltar.

Request to BYP Program. This proposal should be circulated through ICCAT to all those scientists and organizations engaged in studying bluefin tuna stock structure and migratory patterns by means of electronic tagging. Furthermore, support is requested from the ICCAT BYP Program in order to facilitate a coordinating meeting where the tagging objectives, strategy and methodology are agreed upon. Finally, the cooperation of both bluefin tuna aquaculture enterprises and Project FAO COPEMED is acknowledged as they will provide funds for the purchase of bluefin tuna when these electronic tagging activities in the Mediterranean are conducted.

Appendix 4, Table 1. Electronic tagging in the Mediterranean Sea (draft proposal).

Country ¹	Fishing area	Gear	Tuna size (kg)	#	Tagging month ²	Tagging location	Company	Local responsible	Research organization	Tuna purchasing	Aims (see text)
Spain	Balearic Island	PS	50-100	12	VII	Aquaculture (Mazarrón)	R. Fuentes	J.M. Serna	IEO	*	A B C
Tunisia	Tunisia Gulf	TRAP	30-100	12	V	Trap	Sidi Daoud	A. Hattour	INSTM	COPEMED	A B C
Libya	Libya	TRAP	30-100	12	VI	Trap	Zreg	M. El Tawil	MBRC	COPEMED	A B C
Malta	Malta	PS	30-100	12	VII	Aquaculture	G. Méndez	A. Farrugia	NAC	COPEMED	A B C
Morocco	Gibraltar	TROL HAND BB	> 100	12	VIII	Gibraltar	Contracted vessel	A. Srour	INRH	COPEMED	A B C
Turkey	*	PS	30-100	12	*	Aquaculture	*	I. Oray	Univ. of Istanbul	*	A B C

¹ Scheduled tagging plan may be simplified by taking into consideration only four areas: Spain: Balearic Islands, PS, Aquaculture; Malta: PS, Aquaculture; Morocco: Strait of Gibraltar; Turkey: PS, Aquaculture

² Release time not yet decided.

* Not yet decided

Appendix 5/ Appendice 5/ Apéndice 5

Proposal to Collect Biological Samples from Bluefin Tuna in the Mediterranean Sea, Primarily for Stock Identification Research/

Proposition pour la collecte d'échantillons biologiques de thon rouge dans la Méditerranée, principalement pour la recherche portant sur l'identification des stocks/

Propuesta para recopilar muestras biológicas de atún rojo en el Mediterráneo, sobre todo para la investigación relacionada con la identificación de stocks

Primary purpose. Collect otoliths for microconstituent analysis and stable isotope analysis.

Secondary purposes. Reproductive research and ageing research

Justification. Ongoing research indicates that a moderate degree of separation (65-80%) can be achieved between Mediterranean and West Atlantic samples with microconstituent analysis. Preliminary results further indicate that a high degree of separation can be achieved using stable isotope ratios. The samples collected under this proposal and samples collected in the West Atlantic will be used to determine if alternative techniques will improve separation based on microconstituent analyses and to further investigate separation using stable isotope ratios.

Samples to be collected.

Age-1 bluefin from two locations in the Mediterranean Sea; 60 fish, 30 from each of two locations (otoliths and muscle (frozen or ethanol))

90-140 cm bluefin (roughly ages 3-5); roughly 75 fish, with roughly 25 in each of 3 size intervals 90-105 cm, 106-120 cm and 121-140 cm (otoliths, muscle (frozen), gonad (formalin), 35th vertebrae and dorsal spine)

Otoliths will be used for microconstituent and stable isotope analyses. Muscle from age 1 bluefin is intended for possible genetic analyses and may be frozen or preserved in ethanol. Muscle from 90-140 cm fish is intended for both reproductive and genetic research and so must be frozen. Gonads are intended for reproductive research. Vertebrae and spines are intended for possible ageing research.

Appendix 5, Table 1. Estimated costs associated with sampling.

purpose	location	age/size	n fish	kg	euros/fish	sampling	cost (euros)
2 samples, different locations	Valencia	1 yr	30	6	20		600
		1 yr	30	6	20		600
60-80 fish 90-140 cm		90-105 cm	25			3 months at 2000 euros/month	6000
		106-120 cm	25				
		121-140 cm	25				
total							7200

Appendix 6/ Appendice 6/ Apéndice 6

Proposal for Biological Sampling in Turkey/ Proposition pour l'échantillonnage biologique en Turquie/ Propuesta para un muestreo biológico en Turquía

The proposal to collect samples of bluefin tuna from Turkey is due to the interest in obtaining specimens from the eastern Mediterranean for research on stock structure and reproductive biology. Those samples will be used for stock identification, reproduction and ageing research. Otoliths, muscle (frozen), gonad (formalin), 35th vertebrae, and dorsal spine will be collected. Sampling will be coordinated from BYP.

Minimum samples to be collected:

50 of age 1 or 2 (as small as possible)

75 of 90 to 140 cm. 25 in each of 3 size intervals 90-105, 106-120 and 121-140

Appendix 7/ Appendice 7/ Apéndice 7

Protocol for the Collection of Samples for the BYP/ Protocole pour la collecte d'échantillons pour le BYP/ Protocolo para la recopilación de muestras para BYP

There are two different methods for the collection and storage of fish material in terms of the kind of biological analysis: FREEZING and ETHANOL. Freezing is the best method for the collection and storage of specimens for electrophoresis and other biological analyses, like biochemistry and physiology, because of the liability of enzymes in vitro. Proper cryogenic storage will preserve enzyme activity and minimize breakdown. Samples preserved on ethanol, **can only be used for genetic studies** such as DNA amplification and sequencing. Freezing of samples is required for ongoing research on bluefin reproduction through hormonal analysis. The general procedures for processing the samples are as follows:

A. Cleanliness of samples

Contamination must be avoided. Clean the knife for cutting each fish. (Contamination might occur if a cutting tool is used on different fish without cleaning. If contamination occurs, PLEASE annotate this in the sample's information).

B. Freezing collection

Sampling. Samples collected will be used for genetics (liver, heart and muscle) as well as microconstituent analysis (otoliths). This biological material can be collected together (juveniles) or separately (adults). We request to get the largest possible amount of material.

B.1 Juveniles. For juveniles, we recommend to keep a portion of the fish from the head to the middle of the body approximately. This method will preserve the otoliths and the rest of the tissues. Total portion length will depend on fish size (the whole fish is not required since it takes too much space and weight).

B.2. Adults.

1. Head containing the otoliths must be removed from the rest of the fish. Please, keep only the head portion that contains the otoliths.
2. From the rest of the fish, cut a portion that includes the three tissues required (**heart, liver and muscle**).

3. All samples must be **frozen**, as soon as possible, after collecting. If this is not possible, you may keep the sample on ice until arriving at the laboratory. Then, keep the samples immediately in the freezer.
4. Tissue extracts must be placed into labeled plastic bags. Please, remember that biological material coming from the same fish must be labeled with the same code. If this fish has been used in other studies (maturity, morphometry) please use the same code. Complementary data about age and sampling location are needed.

Shipping

1. Samples must be shipped on dry ice. (A styrofoam cooler is sufficient). If you don't have dry ice, alternatively, you can cover up the cooler with ice and bring into the freezer for some days before shipping.
2. Shipment must be carried out by air cargo system in regular flight as personal cargo (this way is faster and cheaper than the other deliveries).
3. Send us, by fax, the "Air Waybill" document. This document is necessary for us to pick up the parcel at the Barcelona airport. As personal cargo, I can remove the parcel directly from the Spanish customs, on the same day, 2 hours after the arrival of the flight.
4. Alternatively you can send to ICCAT the invoice of the shipment.

C. Ethanol collection

Sampling and shipping.

1. From each individual, tissues required are **heart or skeletal muscle**.
2. Cut some pieces of tissue and place it in vial with 96% ethanol (70% ethanol is also enough).
Smaller pieces are better than larger ones, to ensure penetration of ethanol.
3. Place vial in plastic bag and label.
4. Shipment can be carried out by any mail regular system or other deliveries, to the address below

Contact.

Dr. Carles Pla
Laboratory of Genetics Ichthyology
Department of Biology
Universitat de Girona, Campus de Montilivi
17071 Girona, Spain

Phone and Fax: 34-972-418277
E-mail: carles.pla@udg.es