

2004 ICCAT BIGEYE TUNA YEAR PROGRAM SYMPOSIUM

(Madrid, Spain, 8-9 March 2004)

SUMMARY

The BETYP, a special program under the auspices of ICCAT, started its activities on 1 June 1999. It was a program specially requested by the members of the Standing Committee on Research and Statistics (SCRS) of ICCAT as a result of the important increase in catches of bigeye and the serious uncertainties about the state of the stock. Several field and research activities were carried out during the duration of the BETYP. This Symposium, the last scheduled activity of the BETYP, had the purpose of assembling and wrapping up all the information collected, and reaching conclusions that will assist in the assessment and management of this valuable resource.

KEYWORDS

Fishery statistics, Behavior, Stock assessment, Population structure, Tagging Genetics, Otoliths

1 Introduction and objectives

The SCRS Chairman, Dr. Joao-Gil Pereira, opened the meeting of the ICCAT Bigeye Tuna Year Program (BETYP) Symposium.

The BETYP, a special program under the auspices of ICCAT, started its activities on 1 June 1999. It was a program specially requested by the members of the Standing Committee on Research and Statistics (SCRS) of ICCAT as a result of the important increase in catches of bigeye and the serious uncertainties about the state of the stock. The BETYP was financed outside the normal budget of ICCAT by special contributions (SCRS/2004/030, in this volume).

Several field and research activities were carried out during the duration of the BETYP. This Symposium, the last scheduled activity of the BETYP, had the purpose of assembling and wrapping up all the information collected, and reaching conclusions that will assist in the assessment and management of this valuable resource. Other presentations on the subject, covering worldwide activities regarding bigeye tuna, were presented during the Second World Meeting on Bigeye Tuna, which was held subsequently (see Collective Volume of Scientific Papers 57(2)).

The Agenda, List of Participants and List of Documents appear in **Appendices 1 to 3**.

The following persons served as discussion leaders (and rapporteurs):

Statistics	P. Pallarés
Biology	C. Hsu
Behavior	N. Miyabe
Stock structure	H. Arizabalaga
Stock assessment	V. Restrepo
Field programs	G. Fisch
General discussion and conclusions	J. Pereira

2 Statistics

As an introduction to this topic, the discussion leader gave a general presentation on the current state of Atlantic bigeye statistics, identifying the major problems and pointing out their possible effects, at the assessment level as well as the management level of this resource. The presentation is included in **Appendix 4**.

Overall, the level of the Atlantic bigeye statistics can be considered as good. In the ICCAT database there are historical catch series since the initiation of the baitboat and longline fisheries in the 1950s and 1960s, respectively, the average coverage rate of size sampling is between 60 and 70%, and there are effort data for the major fleets that catch bigeye tuna.

However, there are outstanding problems in relation to catches and size that were the subject of discussion. The problems related to effort, once identified, were considered to be part of the section on *Stock assessment* (section 6) and were not discussed under this item.

2.1 Catches

The discussion centered on the status of the IUU (illegal, unreported and unregulated) fleets. The catch by these fleets, estimated from the imports to the Japanese market, reached 20% of the total bigeye catches in the mid-1990s. Currently, it can be considered that these fleets have practically disappeared from the Atlantic as such and, in many cases, became part of the Contracting Party fleets, thanks to the series of measures adopted within the framework of ICCAT.

After recognizing the effectiveness of the measures adopted by ICCAT (development of positive and negative vessel lists, establishment of the Bigeye Tuna Statistical Document, etc.) to monitor these fleets, attention was drawn to some important points so that the problems associated to the fleets do not continue, specifically:

- The need for monitoring was considered so that the catches from these fleets all appear in the record and that the countries under whose flag they operate have effective control of the quality of these fleets. In this sense, the efforts made by Japan were recognized, done through agreements with the countries involved, for the improvement of their statistics.
- Attention was also called to the limitation of the statistical logbook, mandatory only for vessels over 24 m. It was noted that there is a longline fleet of vessels under this size with important bigeye tuna catches.

2.2 Size sampling

As regards the quality of the size sampling, the equatorial purse seine and baitboat fleets, based at Tema, and some longline fleets, were identified as those that are more problematic due to the low or nil sampling coverage.

The work carried out to improve the sampling system of the Ghanaian fleets within the BETYP was evaluated (SCRS/2004/035, in this volume), and it was agreed that currently the major problem is at the level of the longline fleets.

The improvement of the statistics of these fleets, including size sampling and the collection of effort data, is essential since the assessments are based primarily on data from Japan (for sizes as well as for abundance indices) whose catches are becoming less important as compared to the catches of other longline fleets for which these basic data are lacking.

Given that during the last Commission meeting the Commission adopted a Resolution¹ that creates a fund for the improvement of statistics of some of the members, the development of a protocol for the improvement of the statistics of these fleets was considered a priority. This protocol should identify the priority fleets, locate the most appropriate sampling sites, and define an adequate sampling scheme. Locating the sampling sites is a fundamental aspect for fleets that transship the majority of their catches.

There was also agreement that it was essential that the advisory work and the improvement of statistics include appropriate programs for the entry and validation of data and for the development of the statistics of specific countries.

Lastly, there was considerable interest in the creation of a statistical profile by country, and strong support for the recommendation to implement the form distributed by the Secretariat on the scheme for the collection and processing of basic data.

¹ Resolution by ICCAT on Improvements in Data Collection and Quality Assurance [Res. 03-21]

3 Biology

Population parameters are of concern because they are particularly critical in studying stock dynamics and population management parameter estimation. In particular, age and growth, reproductive aspects including maturity ogive, and natural mortality are some of the important population parameters essential to the stock assessments. In this report, those parameters were reviewed for bigeye tuna in the three oceans, and possible conclusions were made for bigeye tuna in the Atlantic Ocean.

3.1 Age and growth

The growth of bigeye tuna varies according to the regions, since factors affecting growth, in terms of weight or size, are different by area.

Based on an analysis undertaken by the Secretariat of the Pacific Community (SPC) from tag recapture experiments for the western and central Pacific, a von Bertalanffy growth curve integrating measurement errors and individual variability in L_{∞} was used on a data set of 254 reliable recaptures. The best fit between the length increment and the time at liberty was obtained through a segmented model, with linear growth for the data set with less than 500 days at liberty, and a von Bertalanffy model for time a liberty greater than 500 days (size range 40-110 cm FL). The annual K and L_{∞} of this second segment are 0.4272 and 156.82 cm, respectively.

Modal progressions were used in the eastern Pacific (Tomlinson 1998). Two cohorts appear yearly in the fishery. The distribution between modes is reliable for fish smaller than 130-140 cm, but it becomes increasingly difficult beyond this size, where the individual variability generates a smoothing of the size distribution.

Since 1950s-1960s growth studies of Pacific bigeye tuna were based on increments between modal points of size composition (Iversen 1955; Shomura and Keala 1963; Yukniawa and Yabuta 1963; Kume and Joseph 1966; Suda and Kume 1967), on annuli counting of scales (Nose *et al.* 1967; Yukinawa and Yabuta 1963), and otolith increment counts (Hampton and Leroy 1998; Matsumoto 1998). Recently, a von Bertalanffy growth curve was modeled by reading annuli of the first dorsal spine, and found to be of no difference between males and females, then the growth equation was estimated as: $L(t) = 208.7(1 - e^{-0.201(t+0.9906)})$ with the length (fork length in cm)-weight (round weight in kg) relationship: $BW = 3 \times 10^{-5} FL^{2.9278}$ using FL ranges from 70 cm to 189.2 cm. (Sun *et al.* 2001). The comparison of von Bertalanffy growth curves estimated for bigeye tuna in the Pacific is summarized in **Table 1**.

Three techniques were used to age bigeye tuna in the Atlantic: hard parts, tagging and modal progression. As reported previously, age determination pursued for bigeye tuna from Atlantic Ocean was conducted by Gaikov *et al.* (1980); Draganik and Pelczarskj (1984); Delgado de Molina and Santana (1986); and Alves *et al.* (1998). Results of growth studies on bigeye tuna in the eastern Atlantic Ocean indicate that there are discrepancies between growth parameters obtained from tag and recapture data and otolith annuli reading. Fagundes *et al.* (2001) reported that the growth parameters of bigeye tuna were K and L_{∞} $K=0.136$ and $L_{\infty}=295.5$ cm from the Brazilian southeast-southern coast from 1977 to 1995 through the identification of the modal classes. A von Bertalanffy growth curve of bigeye tuna is formulated with $K=0.180 \text{ yr}^{-1}$, $L_{\infty} = 217.3$ cm and $t_0 = -0.613$ year from 625 bigeye tagged and recaptured with a fork length (FL) range 39-124 cm sampling from the eastern Atlantic Ocean (SCRS/2004/039, in this volume). Those von Bertalanffy growth curves estimated are tabulated (**Table 2**, see also SCRS/2004/059, see Collective Volume of Scientific Papers 57(2)). Graphic comparison of the growth curves shown in **Figure 1**.

There have been no recent growth studies in the Indian Ocean. However, Tankevich (1982) provided a sex-specific growth curve of bigeye tuna from Indian Ocean. The von Bertalanffy growth equations are: females: $L_t = 209.8[1 - e^{-0.191(t+0.86)}]$; and males: $L_t = 423.0[1 - e^{-0.058(t+1.773)}]$, in which L_t is the fork length in cm. Besides those, the past analysis used modal progressions on juveniles (Mozambique Channel) and reading of hard parts for fish of a wider size range. The latter, which did not provided reliable results, produced estimates of 59 cm/year during the first year and 24 cm during the second year. Estimates on young fish (40-70 cm) were 16-18 cm/year.

3.2 Length-weight (LW) relationship

Five length-weight (LW) relationships, from the central Pacific (Nakamura and Uchiyama 1966), from the western Pacific Ocean (Morita 1973), from the Atlantic Ocean (Parks *et al.* 1982), from the Indian Ocean (Cort

1986), and from the southwestern North Pacific Ocean (Sun *et al.* 2001; Wang *et al.* 2002), indicate that the LW relationships may show discrepancies among gear types, areas, seasons and between sexes.

The length (fork length, (FL) in cm)-weight (round weight, (BW) in kg) relationships of bigeye tuna caught around the waters off Chinese Taipei waters were not significantly different between males and females, and sexes-combined was formulated as: $BW = 5.856 \times 10^{-5} FL^{2.7884}$ (Wang *et al.* 2002). In the Atlantic Ocean, Park *et al.* (1981) formulated a LW of bigeye tuna as: $BW = 2.396 \times 10^{-5} FL^{2.9774}$. Moreover, the newly updated LW relationship by Song *et al.* (SCRS/2004/053, in Collective Volume of Scientific Papers 58) from the central Atlantic Ocean may be comparable. The sex specific relationship between round weight (kg) and fork length (FL in cm) are: Females: $W_F = 2.2590 \times 10^{-5} FL^{2.9724}$; Males: $W_M = 2.8164 \times 10^{-5} FL^{2.9275}$, and sexes combined: $W = 2.6472 \times 10^{-5} FL^{2.9400}$.

3.3 Reproductive biology

There are no important new studies on this topic. Accordingly, the information regarding season, duration, batch size and frequency of spawning and the relationship between fecundity and size is still pending. However, Batalyants (1992) used the identification of hydrated oocytes, and sampled 3,000 bigeye tunas to study the spawning frequency of bigeye tuna, indicating that the bigeye tuna spawning frequency were 2.3, 3.1, 1.7, and 1.6 days during 1969-1970, 1975, 1979 and 1990, respectively.

3.4 Sex ratio

The observations available indicate that males are more numerous than females among the larger fish (>150 cm), except off southern Brazil. However, this sexual dimorphism is not as marked as in yellowfin or albacore, for which it occurs at earlier life stages.

An explanation of this phenomenon could partly involve sexual growth dimorphism (e.g., females growing more slowly) and/or differential M. It was pointed out that the variations on M and growth could be linked together, particularly at the level of the individuals: those which grow more rapidly will die sooner than those having a slower growth rate.

Extensive sampling could be carried out from longliners, when the fish are gutted, to provide more reliable estimates of the sex ratio by size. Pereira (1987) used 1,480 bigeye tuna sampled in the Azores from 1981 to 1986 to study sexual maturity and sex proportion, and found that a sex ratio of 0.9 showed that a slight predominance of females overall, but males outnumbered females in small size classes and above 160 cm. Before that, Gaikov (1983) investigated seasonal dynamics of maturation, sex ratio of bigeye tuna in different areas of the Atlantic Ocean and correlation between their population in space and time for 1966-1979.

3.5 Maturity schedule

The age of maturity was 3-years-old in the previous assessment. There are no new studies on this topic.

3.6 Natural mortality

Natural mortality is critical to the estimation of management parameters (e.g., YPR). There is a reduction in the proportion of females in catches as size increases. Many researchers have observed that while the sex ratio of small tuna in catches is close to 50/50, males begin to dominate catches of large tuna (Kume and Joseph 1966; Hampton 2000; Hampton, Bigelow, Labelle 1998; Hampton, Lewis, Williams 1998; Miyabe 2003).

The change in sex ratio can be attributed to sex-specific natural mortality. Everett and Punsly (1994; *in* Harley and Maunder 2003), although they analyzed sex ratio of yellowfin tuna, analyzed sex ratio in catches and speculated that there were three possible causes of the observed changes in sex ratios: (1) sex-specific growth, i.e., that females grow to a smaller maximum size than males; (2) sex-specific vulnerability, i.e., behavioral differences make large males more vulnerable to fishing gears than females; and (3) sex-specific mortality, i.e., females die out before they become large.

The spawning cost for female tuna is greater than that of male tuna, and this provides a mechanism for the increase in female mortality. Tropical tunas have the capacity to spawn all year round given suitable environmental conditions (Schaefer 1986). It should be noted that the decline in the proportion of females in catches occurs about 1.5 years after the age at 50% maturity (Kurt Schaefer, IATTC, Pers. Comm.).

The immediate natural mortality of bigeye tuna from BETYP tags has been estimated at about 31.1% and the extra continuous mortality rate (extra mortality due to carrying the BETYP-type tag) at 0.30/year (Gaertner and Hallier 2003). The instantaneous rate of natural mortality for juvenile bigeye tuna (average FL=56.6 cm) provided by this model (0.615/year for the mean and 0.675/year of the median) is consistent with previous estimates. In a Bayesian approach, a Sampling-Importance Resampling algorithm is used for updating Hampton's estimate of M in light of information provided by the data. Based on the simulated posterior distribution, it appears likely that for juvenile bigeye, M is close to 0.62-0.67/year, with a confidence interval at 0.25-0.86/year (Gaertner and Hallier 2003).

The Rikhter and Efanov (1976) method was used for the calculation of natural mortality rate by Fagundes *et al.* (2001), the natural mortality rates was 0.53, 0.41 and 0.32 per year for the ages 3, 4, and 5, respectively. Fonteneau (SCRS/2004/061, in this volume) reported this parameter might be a function of age.

3.7 Discussion and conclusion

Studies of population parameters are costly and difficult for bigeye tuna. Evaluating results of studies on ageing indicates that the growth curve obtained from the BETYP (SCRS/2004/039, in this volume) is appropriate to represent the growth of bigeye tuna in the Atlantic, if all sampling data, i.e., otoliths sampled from Dakar and Abidjan are made available to use in estimating growth parameters. However, an alternate growth curve may be more appropriate to model growth of juvenile bigeye tuna instead of the traditional von Bertalanffy growth equation. In relation to the observed discrepancies of sex ratio and natural mortality between males and females, sex-specific growth curves should be studied to resolve those findings made by the assumption that growth of males is faster than females. Also the estimation method of growth parameters may lead to obtain different results and the method needs to be investigated to estimate them precisely.

Studies of reproductive biology are still very much needed. Sex ratios should be reexamined by size class. Maturity schedules, especially formulating a maturity ogive is required urgently for estimating stock-recruitment relationships and abundance accurately during assessment, even though it is timely and costly.

4 Behavior

The presentations given on this topic at the BETYP Symposium were mainly results from the initial attempts of pop-up tagging on adult fish. Two major problems were noted: early popping-off before the scheduled time and tag shedding due to inappropriate attachment (shape and material of darts, how to attach tag). Regarding the first problem, it was recommended that the scientists should work together with tag manufacturers to improve tag hardware (tag-releasing system, enhanced sensors, memories and geolocation algorithm). The second problem could also be resolved by exchanging information and techniques among scientists doing this tagging. If this activity was going to be pursued, the tags should be deployed where the major fisheries occur (i.e., eastern tropical Atlantic).

In the presentation on conventional tagging conducted in off Dakar and Canary Islands (SCRS/2004/032, in this volume), the regular movements were reported, and it was thought that these locations were most suitable for archival tagging so that more concrete movements especially horizontal one could be effectively known.

During the BETYP, the dedicated conventional tagging cruises were conducted in the Gulf of Guinea. However, the releases were much fewer than expected. The reason for this seems to the lower availability of bigeye tuna for tagging. A number of points regarding possible reasons were discussed, but no conclusions were drawn. Further dedicated tagging is not warranted until this question is resolved.

5 Stock structure

5.1 Importance of stock boundaries

For effective fishery management it is absolutely essential that the stock structure assumed in the assessment and management process corresponds exactly to the true stock structure of the resource exploited. Not managing the fisheries in accordance with the stock structure of the species exploited can result in changes in their biological characteristics, productivity and genetic diversity (Ricker 1981). Further, it can lead to over-fishing and the

collapse of the less productive stocks, hinder obtaining the maximum yield of the most productive stocks (Allendorf *et al.* 1987), and can invalidate the effect of the recovery plans that are applied to highly exploited stocks (Ruzzante *et al.* 1999). In general, it can be said that the response of a stock to a specific management regime is unpredictable if the boundary of the management units does not correspond to the real stock boundary of the species.

Currently, many fisheries are regulated according to area schemes that do not necessarily correspond to the biological structure of the stocks (Pawson and Jennings 1996; Stephenson 1999; Ward, 2000). In these cases, the results of the stock assessment can be erroneous and it can be concluded that there is generally an important level of uncertainty in the assessments associated with the assumed stock structure (NRC 1994; Turner 1998)

Therefore, identifying stocks and determining the stock origin of the catches have become integral components of the assessment and modern management of the fisheries (Deriso and Quinn 1988; Shaklee *et al.* 1990; Carvalho and Hauser 1994; Begg *et al.* 1999; Waldman 1999).

5.2 Methodologies used

The use of fishery statistics, tag-recapture, meristics, body morphometrics, scales or otoliths, parasites as biological markers, immunogenetics, allozyme variation, genetic markers of mitochondrial DNA (mtDNA) or nuclear DNA (nDNA) and the elemental composition of the otoliths are among the methods most used to identify the stocks (Pawson and Jennings 1996; Begg *et al.* 1999).

However, each methodology has its advantages and disadvantages. For this reason, many authors suggest that the best focus for studies on stock limit is the multi-methodology type (Begg and Waldman 1999; Waldman 1999), especially for species that have important gene flow or complex structures (Ruzzante *et al.* 1999). The use is recommended of at least one genetic method together with a phenotypic method, tag-recapture and/or parasites (Begg and Waldman 1999).

The genetic differentiation among samples of marine fish is much less than among fresh water fish, for which determining the stock structure of marine fish can be particularly difficult (Ward *et al.* 1994; Hauser and Ward 1998; Waples 1998; Ward 2000). In the case of tunas and tuna-like species, as these are highly migratory species with pelagic larval phases, the problem increases since the migration of only few individuals per generation could provoke homogeneity of the genetic characteristics among the stocks (Ward 1995).

5.3 Studies carried out on bigeye tuna

In tunas, the stock structure assumed in the assessment and management framework is derived, above all, from knowledge of the large spawning areas, from fishery data and from tag-recapture information, not necessarily obtained from tagging programs with an adequate experimental design (Turner 1998). In recent years, however, and as new methodologies have advanced, the number of studies that provide information on biological tags (mainly of a genetic nature) has increased significantly.

In the specific case of bigeye tuna, the first immunogenetic study did not show any differences between the Pacific and Indian oceans (Suzuki 1962), and three decades later, a study with restriction enzymes in the cytochrome b, 12sRNA, and ATCO regions of the mtDNA did not show differences among 16 specimens from the Pacific (Chow and Inoue 1993).

Alvarado Bremer *et al.* (1998) analyzed 248 individuals from the three oceans with a combination of RFLP and sequences from the control region of the mtDNA. The results showed that the different haplotypes could be grouped principally in two clades. Clade I appeared in the Atlantic as well as in the Indian and Pacific Oceans, and the Clade II was mainly in the Atlantic and only appeared in low frequency in the Indian and Pacific oceans. This study showed, for the first time, genetic differences between the Atlantic and Indo-Pacific oceans. However, the null hypothesis of homogeneity within the Atlantic Ocean or the Indo-Pacific Ocean could not be rejected.

In parallel, Grewe and Hampton (1998), in a study carried out with 9 samples from the Pacific (n = between 69 and 105) that were analyzed by RFLP from the ATCO and D-loop regions of the mtDNA and micro-satellites, the null hypothesis of a unique stock in the Pacific, which was, in principle, in agreement with results obtained by tag-recapture, could not be rejected.

The stock variation in the Indian Ocean was studied by Appleyard *et al.* (2002), who sampled in 5 locales and used RFLP from the ATCO fragment of the mtDNA with a restriction enzyme and analysis with 7 micro-satellites, without finding sufficient evidence to be able to reject the null hypothesis of a unique stock of bigeye tuna in the Indian Ocean.

Chow *et al.* (2000) sampled 477 individuals from 15 samples from the three oceans, including 4 from the Atlantic and 7 from the Cape of Good Hope, and studied the genetic variability by RFLP from the ATCO and D-loop segments of the mtDNA. The ATCO was treated with a restriction enzyme that only gave two genotypes with large geographic differences in the genotype frequencies, such that it could be used as quasi diagnostic loci. The D-loop was treated with 2 restriction enzymes showing 15 different genotypes. The analysis of the geographic differentiation showed that the samples from the Atlantic and the Indo-Pacific were homogeneous within themselves and distinct between them, whereby they concluded that there was no genetic flow from the Atlantic Ocean to the Indian Ocean, and if there was genetic flow in the reverse direction, it would not be sufficiently important as to be able to change the genotype frequencies of the mtDNA of Atlantic bigeye tuna. The processing of the samples from the Cape of Good Hope with the quasi diagnostic enzyme showed the presence of individuals from the Atlantic and Indian Ocean stocks, for which there does not seem to be any physical barriers that hinder the mutual penetration of bigeye tuna from the Atlantic and Indo-Pacific stocks, although it seems that these return to the oceans of origin to reproduce.

It is considered that within the Atlantic spawning takes place mainly on both sides of the Equator in the respective summers of each hemisphere, but there is no evidence in the catch data and catch rates that supports the hypothesis of two distinct North-South stocks. Further, tagging studies indicate transatlantic migrations from the Gulf of Guinea to the central Atlantic to the North of Brazil, and from the Gulf of Guinea to the East Atlantic (Pereira 1995). Thus, during the late 1970s and early 1980s the SCRS considered both alternatives: that of only one stock or two stocks (North and South), but since the mid-1980s, it has assumed the existence of a unique stock (Turner 1998).

5.4 BETYP contribution to knowledge on bigeye tuna stock structure

As concerns knowledge on stock structure, the BETYP centered on the tag-recapture and genetic analysis of mtDNA sequence. In the tag-recapture programs carried out within the BETYP, generally high recovery rates were obtained, but the majority of the recaptures were made relatively close to the tagging points, with few long-term recaptures (Delgado de Molina *et al.* SCRS/2004/033; Hallier SCRS/2004/032, in this volume). The fisheries involved in the Canary Islands and Dakar tagging are of a seasonal nature. Some of the long-term recaptures obtained were made in the same fisheries and areas close to the tagging areas in successive years, without being able to determine if the tuna had been in said area during the entire period at large, or if they had emigrated or immigrated during this period. Therefore, in the discussion it was recommended that archival tags be used in order to be able to discern if the bigeye tuna are residents in those areas or not.

Due to the low number of recaptures in areas distant from the tagging areas, the results that were obtained by tag-recapture were not very informative for a general view of bigeye tuna distribution in the Atlantic and the relationship between distant areas in that ocean. At any rate, an historical review was made of all the tag-recapture experiments carried out on Atlantic bigeye (SCRS/2004/032, in this volume), and the results showed at least some migration connecting the Gulf of Guinea with the area of Senegal, Canary Islands, Azores Islands and waters close to Cuba. Although the information is not the best, the analysis of all the available information from conventional tag-recapture up to the present time is in agreement with the null hypothesis of a unique stock in the Atlantic.

Among the causes that could cause the lack of long-term recaptures, the large percentage of recaptures obtained in the short-term was noted (in part due to the tagged fish in the “manchas” fisheries of the Canary Islands and Dakar remaining associated to the vessels following release) as well as the problem of the lack of recaptures from the longline fleet. In this sense, it would be convenient to carry out tag seeding trips to estimate reporting rates of tags of the different fleets, but although these experiments could be carried out on some fleets, such as purse seine, it would be difficult to carry them out in the longline fishery since the fish are processed on board one by one. The presence of on-board observers was suggested, which could increase the recapture rates by these fleets, as occurs in other species.

As concerns the genetic analyses (SCRS/2004/040, in this volume), sequences were made on 407 bp from the control region of 295 bigeye tunas from 4 Atlantic regions (Côte d’Ivoire, Canada, Canary Islands, Azores Islands) and one Indian Ocean region. The samples from the Canary Islands and the Gulf of Guinea were

sampled in 2001 as well as in 2003 to study the stability over time of the results. These confirmed the presence of two distinct clades in the Atlantic, one specifically from the Atlantic and another that also inhabits the Indian Ocean (Alvarado Bremer *et al.* 1998). Notwithstanding, no geographic variations were observed in the proportions of both clades in the different samples, not even among the samples obtained in Canary Islands and the Gulf of Guinea in different years. In principle, these results concur with the hypothesis of a unique stock in the Atlantic, currently used by the SCRS, and therefore allows more confidence in the assessment analyses carried out up to now, as concerns uncertainty associated with the assumed stock structure.

At any rate, and taking into account that the mtDNA only reflects the maternal lineage, it was also agreed to analyze nuclear DNA of bigeye tuna as soon as possible to confirm that there are not two distinct stocks living in the same area (SCRS/2004/030, in this volume). Further, it was considered interesting to use small samples in the analyses to reduce the probability of mixing among samples. The use of alternative methods to differentiate the stocks, such as morphometrics, was also recommended, but these studies were considered of lesser priority than the study of nuclear DNA.

In spite of the fact that accumulated knowledge up to now does not warrant rejecting the null hypothesis of a unique Atlantic stock, it was recognized that this stock could show certain characteristics of viscosity, in the sense that the migrations of the individuals could be moderate and not very fluid among distant regions. Given the potential application of this type of information in integrated assessment models of the MULTIFAN-CL or FASST type, it would be convenient to expand knowledge on the migrations between the different regions of the Atlantic Ocean.

6 Stock assessment

6.1 Background

The ICCAT Standing Committee on Research and Statistics (SCRS) is responsible for assessing the status of stocks that are managed by ICCAT. Typically, assessments are conducted every 2 to 3 years. The assessments are made by a working group that is made up of scientists from the contracting and collaborating parties ("national scientists"), with logistical support from the Secretariat. In conducting assessments, the working groups use the data maintained by the Secretariat (primarily catches and size samples), and data tabled by the national scientists (primarily CPUE data and other auxiliary information), and a variety of methods. This report summarizes some of the different inputs/choices of the Atlantic bigeye stock assessments, with special emphasis given to uncertainties. As well, the report summarizes the main points discussed during the BETYP Symposium.

6.2 Assessment components

6.2.1 Total catch (Task I)

The main gear types that fish for Atlantic bigeye are purse seine, baitboat and longline. In terms of weight, purse seine and baitboat landings account for about 16% and 18% of the total, while longline accounts for about 65% of the total. Therefore, in a relative sense, uncertainties in longline landings are more likely to dominate the assessment if it is based on biomass (e.g., a production model). On the other hand, if the assessment is based on numbers (e.g., a VPA), then the purse seine and baitboat catch data will become more important because these gears catch more young fish.

- For longline, it is thought that a major source of uncertainty has been unreported catches. The relative importance of this problem is thought to be decreasing.
- For baitboat and purse seiners, species composition is thought to be a main source of uncertainty. Changes in targeting and fishing operations (e.g., FADs) are thought to exacerbate this problem.

6.2.2 Catch at size/age

6.2.2.1 Sampling

One of the components of Task II data is information on the size composition of catches by fishery. These data are used by the assessment working groups to infer the overall size structure (or age structure) of the catches. For bigeye tuna in the ICCAT database, the ratio of Task II catch data with size sample information, to Task I catches is about 59%. This means that roughly 60% of the total landings can be associated with some type of

measurement. However, this statistic is an overestimate of the actual level of size sampling because some countries report “catch-at-size” data, i.e. size samples already raised to match some higher level of aggregation (for example, to match the official Task I data).

In past ICCAT assessments of BET, the working group has made substitutions in order to fill in the gaps in the size data and obtain a total estimate of catch-at-size. In the process of making substitutions, it is assumed that the size structure of the catches of a given fishery at a given time is identical to the structure of another fishery at the same time (or identical to the structure of the same fishery at another time, and so on). At the 2002 assessment, 34% of the landings in recent years needed substitutions because they were not associated with size data.

6.2.2.2 Growth

Some of the methods used by ICCAT in the past use as an input an estimate of the total catch matrix, by age and year. This matrix is obtained by applying cohort slicing to the total catch-at-size matrix, using a constant growth equation (from Cayré and Diouf 1984). Doubts have been raised recently about the way in which the age-slicing algorithm has been applied recently, and this will be discussed in one of the presentations made during the Second World Bigeye Meeting (SCRS/2004/059, see Collective Volume of Scientific Papers 57(2)). More generally, other ICCAT working groups have also expressed doubts in the past about the appropriateness of applying slicing which ignores variability in length at age.

One of the primary objectives of the BETYP has been to improve knowledge of bigeye growth, from otoliths and tagging (see Section 3, Biology). As a result of these studies, it is likely that the growth curve used by the group will be revised. In addition, some of the integrated statistical models being used (e.g. MULTIFAN-CL) offer the capability of directly estimating growth parameters in the assessment.

6.2.3 Abundance indices

The Atlantic bigeye tuna stock assessments use indices of abundance that are based on CPUE data. There are several sources of uncertainty related to these indices.

For longlines, effort is measured in numbers of hooks. The indices are typically calculated using some process of standardization (e.g., via generalized linear models, GLMs) in order to factor out changes in CPUE that are thought to be unrelated to abundance. Nevertheless, it is not always possible to model these extrinsic factors, especially when relevant data are not available. At the last assessment, the working group did not use a longline index because it felt that the trend in standardized CPUE contained strong effects due to changes in species targeting over time.

For baitboat and purse seine fisheries, it is considerably more difficult to obtain a quantitative measure of effective fishing effort. Many of the trends observed in the available CPUE indices are thought to be related to changes in efficiency that cannot be easily factored out by use of traditional standardization techniques. As a result, the working group has decided that the available CPUE series for these fisheries do not represent abundance.

Therefore, the working groups have ended up using only longline indices to model trends in abundance. This is problematic because longline fisheries tend to catch older fish, and thus there are no reliable ways to model trends in small fish abundance. This is one very important source of uncertainty in the assessments because the estimated trends in recruitment tend to be driven by model assumptions rather than by data.

6.2.4 Natural mortality

The assessment working group uses a vector of 0.8 yr^{-1} for ages 0 and 1, and 0.4 yr^{-1} for older ages. Projects related to the BETYP (Gaertner, D., J.P. Hallier 2003) have estimated natural mortality from tagging data which gave results that are consistent with the estimates used by the group. Such studies are likely to result in refinements to the vector of natural mortality that is used by the assessment working group.

6.2.5 Sex ratio

Some studies have shown that the sex ratio can differ substantially from 1:1, depending on fishery, area and season. However, no attempts have been made to produce sex-specific assessments for Atlantic bigeye tuna. This

practice is likely to continue to be the case due to lack of sex-ratio data, but the working group do not seem to view this as a major source of uncertainty.

6.2.6 Spatial structure

One of the main objectives of the BETYP has been to examine the stock structure of Atlantic bigeye tuna. The working group assumes a single, Atlantic-wide stock, and so far the evidence collected seems to be consistent with this assumption.

Nevertheless, even if there is a single stock, it may be useful to apply spatially-explicit models that can take into account processes such as fish movement and the regional nature of fleet-specific CPUE indices. So far, the assessment working group has not used spatially-explicit models, although attempts are being made with the integrated statistical models.

6.2.7 Choice of assessment models

The types of models used traditionally by the working group can be classified in many ways. Here they are classified, somewhat arbitrarily, in order of increasing complexity:

6.2.7.1 Biomass production models

These models make use of a series of total landings and a single index of abundance. Many simplifying assumptions (both implicit and explicit) are made in order to use these models. Some of the main drawbacks from using them are that all age-structured time lags are ignored, and that a constant selectivity is assumed implicitly. These are problematic in the case of bigeye where surface fisheries target younger fish and longline fisheries take older fish sequentially. On the other hand, simple models can be used for simple types of management advice, and working groups have plenty of time to examine the sensitivity of the results to various assumptions and data choices.

In the last assessment, the group used ASPIC (Prager, 2002) with a Fox-type production model form as the main basis for management advice.

6.2.7.2 Age-structured production models

These models are intermediate in terms of complexity. They assume some explicit relationship between stock and recruitment and thus incorporate age-specific time lags. Some of them allow for random deviations from the deterministic stock-recruitment relationship.

The simplest models in this class make a simple assumption about selectivity and follow a single fishery. One such example is the simplest form of Delay-difference model. Other applications (e.g., ELBUEY) account for changes in selectivity over time or between fleets.

One of the main sources of uncertainty in the Atlantic bigeye applications of age-structured production models is that the fleet-specific selectivities have been input (as opposed to estimated by the model). This is problematic because the analyses are fragmented thus making the group more vulnerable to mistakes in data handling, etc. It can also lead to inconsistencies in the way data are treated in the different modeling stages.

6.2.7.3 VPAs

These models allow for more complexity in terms of modeling fisheries separately and not necessarily making assumptions about the form of the stock-recruitment relationship.

VPAs rely on the assumption that the catch-at-age matrix is known without error. This is a major source of uncertainty for Atlantic bigeye, where serious doubts have been raised about the cohort-slicing process for converting catch-at-size into catch-at-age. Another (related) problem is that the back-calculated results can be quite sensitive to the way in which the plus group, the oldest age in the catch, is modeled.

In addition, VPA applications for Atlantic bigeye have tended to fail for a reason more related to data than to the type of model: the lack of reliable indices of abundance for young fish. Thus, the estimated trends in adult

biomass largely follow the trend in whatever longline CPUE index is used, while the trend in recruitment can be quite variable depending on modeling assumptions.

In recent years, the BETYP has been focusing on implementing integrated statistical models, which are briefly introduced below.

6.2.7.4 Integrated statistical models

Integrated statistical models (e.g., MULTIFAN-CL and FASST) are viewed as necessary in order to overcome many of the problems mentioned for the other models.

One of the main features of this type of models is that they use the data pretty much as they exist in the database. For example, instead of undertaking the process of (Raising-->Substitutions-->Slicing-->Catch-at-age), the models use catch by fishery and size samples. Where the size samples are sparse, the model estimates will be less precise.

Fisheries can be defined in a flexible way, as flexible as the data allow. In general, spatial structure can be defined to be realistic in terms of accommodating fisheries that occur in different geographical regions, and also to add biological complexity such as migratory patterns.

The models can also be implemented to use auxiliary data, such as tagging, which can be useful for estimating movement or growth parameters.

In theory, integrated statistical models can be formulated to estimate many (most) parameters in the system: selectivities, growth, natural and fishing mortalities, movement, catchability changes through time, the stock-recruitment relationship, etc. In practice, the available data may not allow something very ambitious, so the most likely use for these models in the near future is to circumvent some of the more obvious problems encountered with the other types of assessment models.

6.2.8 Projections

Projections can be made with each of the types of models mentioned above. In some cases, the projections are done separately from the assessment of current stock status, which can lead to inconsistencies.

Projections made with production models tend to reach new equilibrium levels too rapidly, perhaps as a result of their failing to account effectively for age-specific lags.

In general, one of the most uncertain aspects of projections is the selectivity level to be assumed into the future. Most assessments assume that the most recent selectivity pattern (e.g., the average selection pattern for the last 3 years) will be continued into the future, something that may not be particularly realistic in cases where the various fisheries target either smaller or larger fish. The Commission is interested in alternatives to the current minimum size regulation for bigeye (3.2 kg), a question that can be viewed as a type of (equilibrium) projection analysis.

6.2.9 Quality control

ICCAT bigeye stock assessment working groups use various types of diagnostics during the meetings. These may include:

- Descriptive analyses and statistics of the catches by fishery.
- Standard GLM diagnostics (residuals, qq plots, etc.) for GLM fits to CPUE data
- Bubble plots of catch-at-age by year
- Plots of residuals of the fitted CPUEs in the assessment
- Log-likelihood or AIC for different model formulations
- Plots of recruitment and SSB trends

However, diagnostics are seldom utilized in a systematic way, nor are they applied consistently from one assessment to the next. Therefore, the level of scrutiny that the assessment results receive may vary over time. The SCRS has attempted to introduce some quality control procedures such as the ICCAT software catalog, and fuller documentation and storage of all the assessment inputs and outputs. While the quality control process has

improved substantially in recent years, there is room for much more improvement. The bigeye working group may benefit from developing a set of quality control procedures and diagnostics that can be applied in a working group environment and that are specifically tailored to bigeye.

6.3 Discussion

With regards to projections, participants noted that recent applications were ad-hoc and that it may be useful to standardize some of the procedures used, e.g., to assume future selectivity patterns.

With regards to CPUE standardization, participants reiterated concern with the lack of reliable indices for young fish. More efforts should be devoted to investigate the factors that affect catchability in purse seine fisheries, and to collect the appropriate data to account for these factors.

With regards to more complex models, it was agreed that integrated statistical models could overcome many of the problems mentioned above. However, participants also suggested that the adoption of integrated statistical models for routine assessments should proceed cautiously. In this respect, the following pros and cons were offered:

PROS:

- More flexible models allow for more realism. Biases could be reduced.
- These models allow for more realistic/rigorous estimates of uncertainty.
- Multiple types of data can be used together in the same model.
- The models can make use of the data at the same level as they are reported without the need for the machinery comprised of substitutions, age-slicing, etc.

CONS:

- More sophisticated models do not necessarily lead to better management advice.
- More sophisticated models require increase workload by national scientists and Secretariat staff.
- Routine use of these models requires changes in the way ICCAT assessments are conducted. More inter-sessional work will be required to maintain and update datasets.

Participants also noted that some of the problems associated with over-parameterization of these models could be avoided through careful consideration of the environmental processes that affect the populations. For example, if catchabilities or recruitment could be linked to environmental variables, then the models could incorporate relevant environmental indices, thus increasing the degrees of freedom.

7 Field programs

The field program of the BETYP is summarized in SCRS/2004/030 (in this volume). The following were related comments raised during the discussion:

Purchasing the bait from local fishermen improved relations between fishermen and the program.

The boat and crew that were chartered in Azores were satisfactory. However, some difficulties with the crew were encountered during cruises in the Gulf of Guinea. This was attributed to working in an unfamiliar environment.

Large tagging operations cannot be done from a type of vessel other than a baitboat. And the baitboat chartered for BETYP was suitable for the purpose of the program.

BETYP faced, as do all tuna tagging or fishing operations, some difficulties with the natural availability of bait and tunas. Overall, bigeye were difficult to find and to catch (the availability of bigeye was over-estimated).

The presence of the coordinator on board or a chief scientist of sufficient competence and responsibility is necessary not only to implement the tagging strategy, but also to solve many of the technical problems, as well as to maintain good relations with the local authorities and the local fishermen.

The different types of tagging strategies (chartering Ghanaian and Portuguese baitboats under two different terms, opportunistic tagging on board Ghana baitboat) implemented by BETYP prove again that the tagging strategy should be properly adapted to what objectives are being sought. Opportunistic tagging is difficult to set-up and should be limited to simple objectives such as data on tuna movements. In the terms of the charter agreement for the boat, it should be clear for all participants (boat owner, captain, crew, scientific team) that the only task of the vessel is to tag fish and in no way to profit from money with the fish caught and not tagged.

This implies the need for some sort of incentive for the crew that boosts their interest in the success of tagging. However, it should always remain the responsibility of the scientific leader to decide what fish are tagged.

8 General discussion and conclusions

At the end of the BETYP Symposium, the participants considered that this special ICCAT research program has answered some of the questions that were posed by the program, but also that more research was necessary on Atlantic bigeye tuna. It was also noted that in some areas the research was not yet completed.

The details of the discussions held are given under the different agenda items.

It was considered that the research developed during the BETYP on various subjects like biology, behavior, movement patterns and fisheries, had given very positive results, but they are still insufficient to answer the major questions concerning bigeye that were made at the beginning of this research program.

One important pending question at the end of the BETYP is the real level of natural mortality of bigeye as a function of the age, which remains a limiting factor in stock assessment and in the evaluation of the real impact of the very high level of juvenile catches. Uncertainty also remains on the effects of FAD fisheries on bigeye stocks and the possible influence on changing the behavior of the species.

The difficulties encountered during the tagging activities of small bigeye have also been discussed, and some participants emphasized the fact that small bigeye were more difficult to find and to catch than it was initially estimated, hence the availability of young bigeye to the surface gears was overestimated. In spite of that, the global picture of the tag-recovery program was consistent with results of genetic studies and with the stock structure assumed at present. The ongoing research on nuclear DNA would definitely confirm that.

On electronic tagging, although successful applications of internal archival tags have been observed for bigeye (SCRS/2004/057, see Collective Volume of Scientific Papers 57(2)), the general impression was that pop-up tag technology did not work as well as for other species, which may be due to more pronounced vertical migration behavior of bigeye. In spite of this, the bigeye tagged in Azores during their trophic migration (SCRS/2004/034, in this volume) showed more surface behavior in comparison to what is observed in tropical areas of the Pacific.

The participants considered as a highly positive result of the BETYP the new integrated models that are under development, such as FASST exploratory model, and the first use of the MULTIFAN-CL on Atlantic bigeye. It is expected that those models will provide a more comprehensive assessment of the bigeye Atlantic stock.

9 Closing comments from the Chairman

Dr. Pereira announced to participants that the BETYP Symposium would be the last scientific meeting attended by Dr. Adolfo Ribeiro Lima as Executive Secretary of ICCAT, due to his imminent retirement from the ICCAT Secretariat. On behalf of the ICCAT scientific community, he thanked Dr. Lima for his constant and strong support of science within the Commission. He also noted that Dr. Lima had been one of the most influential proponents of the BETYP. Participants joined in thanking Dr. Lima and wishing him well in the future.

Dr. Pereira thanked Guillermo Fisch for his work as Coordinator of the BETYP and the rest of the Secretariat for their involvement in various BETYP tasks.

Dr. Pereira finally noted that the BETYP would have not been possible without contributions outside the regular ICCAT budget. He explained that the main contributions to the Program had been made by Japan and the European Community, and thanked them as well as the other contributors for their support of this important research project.

Finally, Dr. Pereira thanked those scientists that presented papers at the Symposium, the discussion leaders and rapporteurs, and all participants in general.

10 Adoption of the report and closure

It was agreed that the report of the BETYP Symposium would be adopted by mail. The Symposium was adjourned on 9 March 2004.

SYMPOSIUM DU PROGRAMME D'ANNÉE THON OBÈSE ICCAT DE 2004

(Madrid, Espagne, 8-9 mars 2004)

RÉSUMÉ

Le BETYP, programme spécial sous les auspices de l'ICCAT, a démarré ses activités le 1^{er} juin 1999. Compte tenu de l'importante augmentation des prises de thon obèse et des graves incertitudes concernant l'état du stock, ce programme avait été spécialement sollicité par les membres du Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques (SCRS) de l'ICCAT. Plusieurs activités de recherche et sur le terrain ont été menées durant le BETYP. Ce Symposium, la dernière activité prévue du BETYP, visait à assembler et à résumer toute l'information collectée et à tirer des conclusions qui aideront à l'évaluation et à la gestion de cette importante ressource.

MOTS-CLÉS

Statistiques de pêche, Comportement, Evaluation du stock, Structure de la population, Marquage, Génétique, Otolithes

1 Introduction et objectifs

Le Président du SCRS, le Dr. Joao-Gil Pereira, a ouvert la réunion du Symposium du Programme d'Année Thon Obèse ICCAT (BETYP).

Le BETYP, programme spécial sous les auspices de l'ICCAT, a démarré ses activités le 1^{er} juin 1999. Compte tenu de l'importante augmentation des prises de thon obèse et des graves incertitudes concernant l'état du stock, ce programme avait été spécialement sollicité par les membres du Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques (SCRS) de l'ICCAT. Le BETYP a été financé en marge du budget normal de l'ICCAT au moyen de contributions spéciales (SCRS/2004/030, dans ce volume).

Plusieurs activités de recherche et sur le terrain ont été menées durant le BETYP. Ce Symposium, la dernière activité prévue du BETYP, visait à assembler et à résumer toute l'information collectée et à tirer des conclusions qui aideront à l'évaluation et à la gestion de cette importante ressource. D'autres présentations sur ce thème, couvrant les activités mondiales concernant le thon obèse, ont été soumises durant la Seconde réunion mondiale sur le thon obèse, qui a eu lieu postérieurement (*cf* Recueil de Documents scientifiques 57(2) (2005)).

L'ordre du jour, la liste des participants et la liste des documents figurent aux **Appendices 1 à 3**.

Les personnes suivantes ont assumé les fonctions de conférenciers (et de rapporteurs):

Statistiques	P. Pallarés
Biologie	C. Hsu
Comportement	N. Miyabe
Structure du stock	H. Arrizabalaga
Evaluation du stock	V. Restrepo
Programmes sur le terrain	G. Fisch
Discussion générale et conclusions	J. Pereira

2 Statistiques

Comme introduction, la conférencière a soumis une présentation générale de la situation actuelle des statistiques sur le thon obèse de l'Atlantique, en identifiant les problèmes majeurs et en soulignant leurs possibles effets au niveau de l'évaluation et de la gestion de cette ressource. Cette présentation figure en **Appendice 4**.

Dans l'ensemble, le niveau des statistiques sur le thon obèse de l'Atlantique peut être considéré comme satisfaisant. La base de données de l'ICCAT comporte des séries de captures historiques remontant à l'apparition

des pêcheries des canneurs et des palangriers dans les années 1950 et 1960 respectivement, le taux de couverture moyen de l'échantillonnage des tailles se situe entre 60 et 70% et des données d'effort sont disponibles pour les principales flottilles capturant le thon obèse.

Il existe, toutefois, d'importants problèmes en ce qui concerne les prises et les tailles, qui ont fait l'objet des discussions. Une fois identifiés, les problèmes liés à l'effort ont été considérés comme faisant partie de la section sur l'*Evaluation du stock* (Section 6) et n'ont pas été discutés sous ce point.

2.1 Prises

La discussion a porté sur l'état des flottilles IUU (illicites, non déclarées et non réglementées). La prise réalisée par ces flottilles, estimée d'après les importations vers le marché japonais, a atteint 20% des prises totales de thon obèse au milieu des années 1990. A l'heure actuelle, on peut considérer que ces flottilles ont pratiquement disparu de l'Atlantique en tant que telles, nombre d'entre elles faisant désormais partie des flottilles des Parties contractantes grâce aux diverses mesures adoptées dans le cadre de l'ICCAT.

Après avoir reconnu l'efficacité des mesures adoptées par l'ICCAT (développement de listes de navires positive et négative, établissement du Document Statistique Thon Obèse, etc.) en vue de contrôler ces flottilles, l'attention a été appelée sur certains points importants afin de mettre un terme aux problèmes associés à ces flottilles, et notamment :

- On a envisagé la nécessité de réaliser un suivi pour que toutes les prises de ces flottilles apparaissent dans les registres et que les pays sous pavillon desquels elles opèrent aient un contrôle efficace de celles-ci. On a, à cet égard, reconnu les efforts déployés par le Japon aux fins de l'amélioration de ses statistiques par le biais d'accords conclus avec les autres pays concernés.
- L'attention a également été attirée sur la limitation du carnet de pêche statistique, lequel est seulement obligatoire pour les bateaux de plus de 24 m. Il a été noté qu'il existe une flottille palangrière comptant des navires d'une taille inférieure et enregistrant d'importantes prises de thon obèse.

2.2 Echantillonnage des tailles

En ce qui concerne la qualité de l'échantillonnage des tailles, les flottilles équatoriennes de senneurs et de canneurs, basées à Tema, ainsi que certaines flottilles palangrières, ont été identifiées comme étant les plus problématiques en raison d'un niveau d'échantillonnage faible ou totalement inexistant.

On a évalué le travail réalisé aux fins de l'amélioration du système d'échantillonnage des flottilles ghanéennes dans le cadre du BETYP (SCRS/2004/035, dans ce volume) et il a été admis que les flottilles palangrières constituent le problème majeur.

L'amélioration des statistiques de ces flottilles, y compris l'échantillonnage des tailles et l'obtention de données d'effort, est fondamentale car les évaluations sont principalement basées sur les données du Japon (pour les tailles et les indices d'abondance) dont les prises sont de moins en moins importantes si on les compare aux prises des autres flottilles palangrières pour lesquelles ces données de base font défaut.

La Commission ayant adopté, à l'occasion de sa dernière réunion, une Résolution¹ visant à la création d'un fonds consacré à l'amélioration des statistiques de certains pays membres, le développement d'un protocole pour l'amélioration des statistiques de ces flottilles a été considéré comme prioritaire. Ce protocole devrait identifier les flottilles prioritaires, localiser les sites d'échantillonnage les plus appropriés et définir un schéma d'échantillonnage adéquat. La localisation des sites d'échantillonnage est capitale pour les flottilles qui transbordent la plupart de leurs captures.

Il a également été constaté qu'il était essentiel que les travaux de conseil et d'amélioration des statistiques incluent des programmes pertinents pour l'entrée et la validation des données et pour le développement des statistiques de certains pays.

¹ Résolution de l'ICCAT visant à améliorer la collecte des données et l'assurance de la qualité [Rés. 03-21].

La création d'un profil statistique par pays a vivement été encouragée, de même que la recommandation visant à mettre en œuvre le formulaire distribué par le Secrétariat sur le système de collecte et le traitement des données de base.

3 Biologie

Les paramètres de population inspirent des inquiétudes en raison de leur grande importance dans l'estimation des paramètres de gestion de population et de la dynamique des stocks. L'âge et la croissance, les aspects de la reproduction, y compris l'ogive de maturité, ainsi que la mortalité naturelle sont notamment des paramètres de population fondamentaux pour les évaluations des stocks. Dans le présent rapport, ces paramètres ont été étudiés pour le thon obèse présent dans les trois océans et de possibles conclusions ont été tirées pour le thon obèse de l'Atlantique.

3.1 Age et croissance

La croissance du thon obèse varie selon les régions étant donné que les facteurs affectant la croissance, en termes de taille, sont différents pour chaque zone.

En se basant sur l'analyse menée par le Secrétariat de la Communauté du Pacifique (SPC) d'expériences de récupérations de marques pour le Pacifique central et Ouest, une courbe de croissance de von Bertalanffy intégrant des erreurs de mesure et une variabilité individuelle de L_{∞} a été utilisée sur un jeu de données de 254 récupérations fiables. Le meilleur ajustement entre l'incrément de taille et le temps en liberté a été obtenu par un modèle segmenté, avec une croissance linéaire pour le jeu de données avec moins de 500 jours en liberté, et un modèle de von Bertalanffy pour le temps en liberté supérieur à 500 jours (gamme de tailles de 40-110 cm de longueur à la fourche, LF). Les valeurs de K et L_{∞} de ce second segment sont de 0,4272 et 156,82 cm, respectivement.

Des progressions modales ont été utilisées dans le Pacifique Est (Tomlinson 1998). Deux cohortes apparaissent chaque année dans la pêcherie. La distribution entre les modes est fiable pour les poissons de moins de 130-140 cm mais elle devient de plus en plus difficile au-delà de cette taille où la variabilité individuelle génère un lissage de la distribution par tailles.

Depuis les années 1950-1960, les études de croissance du thon obèse du Pacifique se sont basées sur les incréments entre les points modaux de la composition par taille (Iversen 1955 ; Shomura et Keala 1963 ; Yukniawa et Yabuta 1963 ; Kume et Joseph 1966 ; Suda et Kume 1967), le comptage des anneaux des écailles (Nose *et al.* 1967 ; Yukinawa et Yabuta 1963) et le comptage des incréments des otolithes (Hampton et Leroy 1998 ; Matsumoto 1998). Une courbe de croissance de von Bertalanffy a récemment été élaborée après la lecture des anneaux de la première épine dorsale et il s'est avéré qu'elle ne présentait aucune différence entre les mâles et les femelles ; l'équation de croissance a alors été estimée comme suit : $L(t) = 208.7(1 - e^{-0.201(t+0.9906)})$ avec le rapport longueur (longueur à la fourche en cm)-poids (poids vif en kg) : $BW = 3 \times 10^{-5} FL^{2.9278}$ en utilisant les gammes de longueur à la fourche de 70 à 189,2 cm. (Sun *et al.* 2001). Le **Tableau 1** illustre la comparaison des courbes de croissance de von Bertalanffy estimées pour le thon obèse du Pacifique Est.

Trois techniques ont été employées pour déterminer l'âge du thon obèse dans l'Atlantique : les pièces dures, le marquage et la progression modale. Comme signalé auparavant, la détermination de l'âge du thon obèse de l'Atlantique a été menée par Gaikov *et al.* (1980) ; Draganik et Pelczarskj (1984) ; Delgado de Molina et Santana (1986) et Alves *et al.* (1998). Les résultats des études de croissance portant sur le thon obèse dans l'Atlantique Est indiquent qu'il existe des divergences entre les paramètres de croissance obtenus d'après les données de marquage-recapture et la lecture des anneaux des otolithes. Fagundes *et al.* (2001) ont noté que les paramètres de croissance du thon obèse étaient K et L_{∞} $K=0,136$ et $L_{\infty}=295,5$ cm pour la côte brésilienne Sud-Est-Sud de 1977 à 1995 grâce à l'identification des classes modales. Une courbe de croissance de von Bertalanffy a été formulée pour le thon obèse avec $K=0.180 \text{ yr}^{-1}$, $L_{\infty} = 217,3$ cm et $t_0 = -0.613$ an d'après le marquage-recapture de 625 thon obèses de l'Atlantique Est, avec un échantillonnage de longueurs à la fourche de 39-124 cm (SCRS/2004/039, dans ce volume). Ces courbes de croissance de von Bertalanffy estimées sont représentées en tableaux (**Tableau 2**, voir aussi SCRS/2004/059, cf Recueil de Documents scientifiques 57(2) (2005)). La **Figure 1** établit une comparaison graphique des courbes de croissance.

Aucune étude de croissance n'a récemment été réalisée dans l'Océan Indien. Cependant, Tankevich (1982) a soumis une courbe de croissance spécifique du sexe pour le thon obèse de l'Océan Indien. Les équations de

croissance de von Bertalanffy sont les suivantes: femelles : $L_t = 209.8[1 - e^{-0.191(t+0.86)}]$; mâles: $L_t = 423.0[1 - e^{-0.058(t+1.773)}]$, dans lesquelles L_t correspond à la longueur à la fourche en cm. En outre, les analyses précédentes utilisaient les progressions modales pour les juvéniles (Canal du Mozambique) et la lecture des pièces dures pour les poissons d'une gamme de taille plus élevée. Cette dernière, qui ne donnait pas de résultats fiables, a généré des estimations de 59 cm/an durant la première année et de 24 cm durant la seconde. Les estimations portant sur les juvéniles (40-70 cm) étaient de 16-18 cm/an.

3.2 Rapport longueur-poids (LW)

Cinq rapports de longueur-poids (LW), du Pacifique central (Nakamura et Uchiyama 1966), du Pacifique Ouest (Morita 1973), de l'Océan Atlantique (Parks *et al.* 1982), de l'Océan Indien (Cort 1986), et du Pacifique Nord Sud-Ouest (Sun *et al.* 2001 ; Wang *et al.* 2002), indiquent que les rapports longueur-poids peuvent présenter des divergences entre les types d'engins, les zones, les saisons et les sexes.

Les rapports longueur (longueur à la fourche, (FL) en cm) - poids (poids vif, (BW) en kg) du thon obèse capturé dans les eaux du Taïpei chinois n'étaient pas très différents entre les mâles et les femelles, et le rapport longueur-poids pour les deux sexes-combinés a été formulé comme suit : $BW = 5.856 \times 10^{-5} FL^{2.7884}$ (Wang *et al.* 2002). Dans l'Océan Atlantique, Park *et al.* (1981) ont formulé le rapport longueur-poids suivant pour le thon obèse : $BW = 2.396 \times 10^{-5} FL^{2.9774}$. En outre, le nouveau rapport longueur-poids de l'Atlantique central, actualisé par Song *et al.* (SCRS/2004/053, cf Recueil de Documents scientifiques 58)), peut être comparable. Le rapport spécifique du sexe entre le poids vif (kg) et la longueur à la fourche (LF en cm) est le suivant : femelles : $W_F = 2.2590 \times 10^{-5} FL^{2.9724}$; mâles : $W_M = 2.8164 \times 10^{-5} FL^{2.9275}$; et pour les deux sexes combinés : $W = 2.6472 \times 10^{-5} FL^{2.9400}$.

3.3 Biologie de la reproduction

Aucune nouvelle étude importante n'a été réalisée sur ce sujet. Par conséquent, l'information relative à la saison, la durée, la taille du lot, la fréquence de la reproduction et le rapport entre la fécondité et la taille est toujours en instance. Toutefois, Batalyants (1992) a eu recours à l'identification des ovocytes hydratés et a échantillonné 3.000 thons obèses afin d'étudier la fréquence de reproduction du thon obèse. Il a conclu que la fréquence de reproduction du thon obèse était de 2,3 ; 3,1 ; 1,7 et 1,6 jours en 1969-1970, 1975, 1979 et 1990, respectivement.

3.4 Sex-ratio

Les observations disponibles indiquent que les mâles sont plus nombreux que les femelles parmi les grands poissons (>150 cm), excepté au sud du Brésil. Cependant, ce dimorphisme sexuel n'est pas aussi marqué que pour l'albacore ou le germon, qui survient à des étapes antérieures de la vie pour ces deux espèces.

Ce phénomène pourrait s'expliquer, en partie, par le dimorphisme sexuel de la croissance (les femelles ayant une croissance plus lente) et/ou la mortalité naturelle différentielle. Il a été signalé que les variations de la mortalité naturelle et de la croissance pourraient être liées entre elles, notamment au niveau des individus : les individus ayant une croissance plus rapide mourront plus tôt que ceux ayant un taux de croissance plus lent.

Un échantillonnage extensif pourrait être réalisé d'après les palangriers, lorsque les poissons sont éviscérés afin de fournir des estimations plus fiables du sex-ratio par taille. Pereira (1987) a utilisé 1.480 thons obèses échantillonnés aux Açores de 1981 à 1986 pour étudier la maturité sexuelle et la proportion des sexes. Il a conclu qu'un sex-ratio de 0,9 présentait une légère prédominance globale des femelles mais que les mâles étaient supérieurs en nombre dans les petites classes de tailles et au-delà de 160 cm. Avant cette étude, Gaikov (1983) avait cherché à déterminer la dynamique saisonnière de la maturation, le sex-ratio du thon obèse dans diverses zones de l'Atlantique et la corrélation entre leurs populations, dans l'espace et le temps, pour la période 1966-1979.

3.5 Evolution de la maturité

L'âge de maturité était de 3 ans dans l'évaluation précédente. Aucune nouvelle étude n'a été réalisée sur ce sujet.

3.6 Mortalité naturelle

La mortalité naturelle est essentielle pour l'estimation des paramètres de gestion (la production par recrue, par exemple). La proportion des femelles dans les prises diminue à mesure que la taille augmente. De nombreux chercheurs ont constaté que le sex-ratio est proche de 50/50 dans les prises de petits thonidés mais que les mâles prédominent dans les prises de grands thonidés (Kume et Joseph 1966 ; Hampton 2000 ; Hampton, Bigelow, Labelle 1998 ; Hampton, Lewis, Williams 1998 ; Miyabe 2003).

Le changement du sex-ratio peut être attribué à la mortalité naturelle spécifique du sexe. En analysant le sex-ratio de l'albacore, Everett et Punsly (1994 ; *in* Harley and Maunder 2003) ont analysé le sex-ratio des prises et ils ont considéré qu'il existe trois causes possibles aux changements observés dans les sex-ratios : (1) la croissance spécifique du sexe, c'est-à-dire que les femelles atteignent une taille maximale inférieure à celle des mâles ; (2) la vulnérabilité spécifique du sexe, c'est-à-dire que les différences comportementales rendent les mâles de grande taille plus vulnérable aux engins de pêche que les femelles ; et (3) la mortalité spécifique du sexe, c'est-à-dire que les femelles meurent avant d'atteindre une grande taille.

Le coût énergétique lié à la reproduction pour les thonidés femelles est supérieur à celui des mâles, impliquant ainsi une augmentation de la mortalité des femelles. Les thonidés tropicaux ont la capacité de frayer tout au long de l'année en raison de conditions environnementales favorables (Schaefer 1986). Il convient de noter que le déclin de la proportion des femelles dans les prises survient à environ 1,5 ans après l'âge à 50% de maturité (Kurt Schaefer, IATTC, Pers. Comm.).

La mortalité naturelle immédiate du thon obèse due aux marques BETYP a été estimée à 31,1 % et le taux de mortalité additionnel sur le long terme à 0.30/an (mortalité additionnelle due à l'apposition des marques BETYP) (Gaertner et Hallier 2003). Le taux instantané de mortalité naturelle pour les jeunes thons obèses (LF moyenne = 56,6 cm) estimé par ce modèle (0.615/an pour la moyenne et 0.675/an pour la médiane) est en accord avec les estimations antérieures à cette étude. Dans un contexte Bayésien, l'algorithme du "Sampling-Importance Resampling" a été utilisé afin d'actualiser les estimations de la mortalité naturelle fournies par Hampton à l'aide des informations contenues dans le jeu de données. En se basant sur une simulation de la distribution à posteriori, il apparaît vraisemblable que pour les juvéniles de thon obèse la mortalité naturelle soit proche de 0.62-0.67/an, avec un intervalle de confiance de 0.25-0.86/an (Gaertner et Hallier 2003).

La méthode de Rikhter et Efanov (1976) a été utilisée pour le calcul du taux de mortalité naturelle par Fagundes *et al.* (2001), les taux de mortalité naturelle étaient 0.53, 0.41 et 0.32 par an pour les âges 3, 4, et 5, respectivement. Fonteneau (SCRS/2004/061, *cf* Recueil de Documents scientifiques 58 (2005) a signalé que ce paramètre pourrait dépendre de l'âge.

3.7 Discussion et conclusion

Les études des paramètres de population sont coûteuses et difficiles pour le thon obèse. L'évaluation des résultats des études portant sur l'âgeage indique que la courbe de croissance obtenue d'après le BETYP (SCRS/2004/039, dans ce volume) est adéquate pour représenter la croissance du thon obèse dans l'Atlantique, s'il est possible d'utiliser toutes les données d'échantillonnage (les otolithes échantillonnés à Dakar et Abidjan par exemple) dans l'estimation des paramètres de croissance. Une autre courbe de croissance peut cependant être plus appropriée pour modéliser la croissance des juvéniles de thon obèse au lieu de la traditionnelle équation de croissance de von Bertalanffy. En ce qui concerne les divergences observées pour le sex-ratio et la mortalité naturelle entre les mâles et les femelles, les courbes de croissance spécifiques du sexe devraient être étudiées afin de clarifier les conclusions tirées du postulat selon lequel la croissance des mâles est plus rapide que celle des femelles. De même, la méthode d'estimation des paramètres de croissance pourrait déboucher sur des résultats différents et cette méthode devrait être étudiée exhaustivement afin d'estimer ceux-ci avec précision.

Les études portant sur la biologie de la reproduction sont toujours requises. Les sex-ratios devraient être réétudiés par classe de taille. L'évolution de la maturité, et en particulier l'élaboration d'une ogive de maturité, est nécessaire de toute urgence aux fins de l'estimation précise des rapports de stock-recrutement et de l'abondance durant l'évaluation, même si celle-ci nécessite du temps et d'importants moyens financiers.

4 Comportement

Les présentations soumises sur ce thème lors du Symposium du BETYP faisaient état des résultats des tentatives initiales de marquage à l'aide de marques pop-up apposées sur des poissons adultes. Deux problèmes majeurs

ont été signalés : le marquage pop-off prématuré, avant le moment prévu, et la perte de marques en raison d'une mauvaise apposition (forme et matériel des dards, façon d'apposer la marque). En ce qui concerne le premier problème, il a été recommandé que les chercheurs collaborent avec les fabricants de marques afin d'améliorer la technologie (système de détachage des marques, capteurs perfectionnés, mémoires et algorithme de localisation géographique). Le deuxième problème pourrait être également résolu par l'échange d'information et de techniques entre les chercheurs réalisant ce marquage. Si cette activité devait se poursuivre, les marques devraient être déployées là où les pêcheries sont les plus importantes (c'est-à-dire dans l'Atlantique tropical Est).

La présentation sur le marquage conventionnel effectué à Dakar et aux Iles Canaries (SCRS/2004/032, dans ce volume) a fait état des déplacements réguliers et il a été estimé que ces endroits étaient les plus pertinents pour procéder au marquage à l'aide de marques-archives pour que des mouvements plus concrets, et notamment horizontaux, puissent être mieux appréhendés.

Dans le cadre du BETYP, des campagnes de marquage conventionnel ponctuel ont été menées dans le Golfe de Guinée. Cependant, le nombre de remises à l'eau a été bien moins élevé que prévu, ce qui pourrait s'expliquer par la faible disponibilité du thon obèse aux fins du marquage. On a évoqué plusieurs points sur les possibles causes mais on n'a pas pu tirer de conclusion à cet égard. Tant que cette question ne sera pas résolue aucune nouvelle campagne de marquage ponctuel n'est garantie.

5 Structure du stock

5.1 Importance de la délimitation des stocks

Pour une gestion efficace des pêcheries, il est indispensable que la structure des stocks postulée dans le processus d'évaluation et de gestion corresponde exactement à la structure réelle du stock de la ressource exploitée. En ne gérant pas les pêcheries conformément à la structure du stock des espèces exploitées, des changements de leurs attributs biologiques, de la productivité et de la diversité génétique peuvent se produire (Ricker 1981). Cela peut également donner lieu à une surpêche et à l'effondrement des stocks moins productifs, entraver la production maximale des stocks les plus productifs (Allendorf *et al.* 1987) et annuler l'effet des plans de rétablissement appliqués aux stocks fortement exploités (Ruzzante *et al.* 1999). On peut généralement affirmer que la réponse d'un stock à un régime de gestion spécifique est imprévisible si la délimitation des unités de gestion ne correspond pas à la délimitation réelle des stocks de cette espèce.

A l'heure actuelle, de nombreuses pêcheries sont réglementées selon des schémas spatiaux qui ne correspondent pas obligatoirement à la structure biologique des stocks (Pawson et Jennings 1996 ; Stephenson 1999 ; Ward, 2000). Dans ces cas, les résultats de l'évaluation du stock peuvent être erronés et l'on peut affirmer qu'il existe généralement un grand niveau d'incertitude dans les évaluations associées à la structure du stock postulée (NRC 1994 ; Turner 1998).

Par conséquent, l'identification des stocks et la détermination de l'origine du stock font partie intégrante de l'évaluation et de la gestion moderne des pêches (Deriso et Quinn 1988 ; Shaklee *et al.* 1990 ; Carvalho et Hauser 1994 ; Begg *et al.* 1999 ; Waldman 1999).

5.2 Méthodologies utilisées

Les statistiques de pêche, le marquage-recapture, l'approche méristique, la morphométrie corporelle, les écailles ou les otolithes, les parasites en tant que marqueurs biologiques, l'immunogénétique, la variation allozymique, les marqueurs génétiques de l'ADN mitochondrial (ADNmt) ou de l'ADN nucléaire (ADNn) et la composition élémentaire des otolithes sont quelques-unes des méthodologies les plus fréquemment utilisées pour l'identification des stocks (Pawson and Jennings 1996 ; Begg *et al.* 1999).

Cependant, chaque méthodologie présente ses avantages et ses inconvénients. C'est pourquoi de nombreux auteurs suggèrent que la meilleure approche pour les études de la délimitation des stocks est une approche multi-méthodologique (Begg and Waldman 1999 ; Waldman 1999), et en particulier pour les espèces présentant un flux génétique important ou des structures complexes (Ruzzante *et al.* 1999). Il est recommandé d'utiliser au moins une méthode génétique conjointement avec une étude phénotypique, le marquage-recapture et/ou les parasites (Begg and Waldman 1999).

La différenciation génétique entre des échantillons de poissons marins est bien moins importante qu'entre les poissons d'eau douce et il est donc particulièrement difficile de déterminer la structure des stocks des poissons marins (Ward *et al.* 1994 ; Hauser et Ward 1998 ; Waples 1998 ; Ward 2000). Le problème est accentué dans le cas des thonidés et des espèces apparentées car, s'agissant d'espèces fortement migratoires avec des phases larvaires pélagiques, la migration d'un petit nombre d'individus par génération seulement pourrait provoquer l'homogénéité des caractéristiques génétiques entre les stocks (Ward 1995).

5.3 Etudes portant sur le thon obèse

Pour les thonidés, la structure des stocks postulée dans le cadre de l'évaluation et de la gestion provient surtout des connaissances sur les grandes zones de frai, des données sur les pêcheries et de l'information de marquage-recapture, qui n'est pas forcément obtenue des programmes de marquage pourvus d'un modèle expérimental adéquat (Turner 1998). Ces dernières années, toutefois, et dans la mesure où de nouvelles technologies ont été développées, le nombre d'études fournissant des informations sur les marqueurs biologiques (de nature génétique principalement) a considérablement augmenté.

Dans le cas précis du thon obèse, la première étude immunogénétique réalisée n'a révélé aucune différence entre l'Océan Pacifique et l'Océan Indien (Suzuki 1962) et, trente ans plus tard, une étude utilisant des enzymes de restriction dans les régions de cytochrome b, 12sARN et ATCO de l'ADNmt n'a montré aucune différence entre 16 spécimens du Pacifique (Chow et Inoue 1993).

Alvarado Bremer *et al.* (1998) ont analysé 248 individus des trois océans avec une combinaison de RFLP et de séquences de la région de contrôle de l'ADNmt. Les résultats ont montré que les différents haplotypes pouvaient être essentiellement regroupés en deux clades. Le clade I était présent dans l'Océan Atlantique, l'Océan Indien et l'Océan Pacifique et le clade II était majoritaire dans l'Océan Atlantique et n'apparaissait qu'à une faible proportion dans l'Océan Indien et l'Océan Pacifique. Cette étude a, pour la première fois, fait apparaître des différences génétiques entre l'Océan Atlantique et l'Indo-Pacifique. L'hypothèse nulle d'une homogénéité dans l'Atlantique ou l'Indo-Pacifique n'a cependant pas pu être rejetée.

Parallèlement, Grewe and Hampton (1998), dans le cadre d'une étude réalisée à l'aide de 9 échantillons provenant du Pacifique (n = entre 69 et 105) analysés au moyen du RFLP des régions ATCO et de la D-loop de l'ADNmt et des microsatellites, n'ont pas pu rejeter l'hypothèse nulle d'un stock unique dans le Pacifique, ce qui concordait, au départ, avec les résultats obtenus par le marquage-recapture.

Appleyard *et al.* (2002) ont étudié la variation du stock dans l'Océan Indien, en procédant à l'échantillonnage dans 5 zones et en utilisant le RFLP du fragment ATCO de l'ADNmt avec une enzyme de restriction et une analyse avec 7 micro-satellites. Ils n'ont cependant pas pu trouver suffisamment d'indices permettant de rejeter l'hypothèse nulle d'un stock unique de thon obèse dans l'Océan Indien.

Chow *et al.* (2000) ont procédé à l'échantillonnage de 477 individus de 15 échantillons provenant des trois océans, dont 4 de l'Atlantique et 7 du Cap de Bonne Espérance, et ils ont étudié la variabilité génétique au moyen du RFLP des segments ATCO et de la D-loop de l'ADNmt. L'ATCO a été traité avec une enzyme de restriction qui n'a donné que deux génotypes avec de grandes différences géographiques dans les fréquences génotypiques, de telle sorte qu'il pouvait être utilisé comme locus quasi diagnostique. La D-loop a été traitée avec 2 enzymes de restriction montrant 15 génotypes différents. L'analyse de la différenciation géographique a montré que les échantillons de l'Atlantique et de l'Indo-Pacifique étaient homogènes au sein de chaque océan mais différents entre chaque océan. Ils ont donc conclu qu'il n'existe pas de flux génétique de l'Océan Atlantique vers l'Océan Indien et que s'il existait un flux génétique dans la direction inverse celui-ci ne serait pas suffisamment important pour modifier les fréquences génotypiques de l'ADNmt du thon obèse atlantique. Le traitement des échantillons du Cap de Bonne Espérance avec l'enzyme quasi diagnostique a révélé la présence d'individus de stocks de l'Atlantique et de l'Océan Indien, et il semblerait donc qu'il n'existe pas de barrières physiques empêchant la pénétration mutuelle des thons obèses des stocks de l'Atlantique et de l'Indo-Pacifique, même si ceux-ci retournent apparemment à leurs océans d'origine afin de se reproduire.

On considère que dans l'Atlantique la reproduction a principalement lieu de part et d'autre de l'Equateur durant les étés respectifs de chaque hémisphère, mais il n'existe aucun élément probant dans les données de capture et les taux de capture à même d'étayer l'hypothèse de deux stocks distincts nord-sud. En outre, les études de marquage indiquent des migrations transatlantiques du Golfe de Guinée vers l'Atlantique central au nord du Brésil, et du Golfe de Guinée vers l'Atlantique Est (Pereira 1995). Ainsi, pendant les dernières années de la décennie des années 70 et au début de celle des années 80, le SCRS a considéré ces deux alternatives : la

présence d'un stock unique ou de deux stocks distincts (nord et sud), mais à partir du milieu des années 80, il a supposé l'existence d'un stock unique (Turner 1998).

5.4 Contribution du BETYP aux connaissances sur la structure du stock de thon obèse

S'agissant des connaissances sur la structure du stock, le BETYP s'est centré sur le marquage-recapture et les analyses génétiques de la séquence de l'ADNmt. Dans les programmes de marquage-recapture réalisés dans le cadre du BETYP, des taux de recapture généralement élevés ont été obtenus mais la plupart des recaptures ont été réalisées relativement près des points de marquage, avec quelques recaptures à long-terme (Delgado de Molina *et al.* SCRS/2004/033, dans ce volume; Hallier SCRS/2004/032, dans ce volume). Les pêcheries impliquées dans le marquage des Iles Canaries et de Dakar sont de nature saisonnière. Certaines recaptures à long-terme ont été effectuées dans les mêmes pêcheries et les mêmes régions proches des zones de marquage les années suivantes, sans que l'on puisse savoir si les thonidés étaient restés dans cette zone durant toute la période en liberté ou s'ils avaient émigrés et immigrés durant cette période. Durant la discussion, il a donc été recommandé d'utiliser les marques archives afin de pouvoir discerner s'il s'agit vraiment de thonidés qui résident, ou non, dans ces zones.

Compte tenu du petit nombre de recaptures dans des régions éloignées des zones de marquage, les résultats obtenus au moyen du marquage-recapture n'ont pas été suffisamment informatifs pour avoir une vision générale de la distribution des thons obèses dans l'Atlantique et de la relation entre des régions éloignées de cet océan. Une révision historique de toutes les expériences de marquage-recapture menées sur le thon obèse atlantique a été réalisée (Hallier SCRS/2004/032, dans ce volume) et ses résultats ont montré, au moins, une migration connectant le Golfe de Guinée à la zone du Sénégal, les Canaries, les Açores et les eaux aux alentours de Cuba. Bien que l'information disponible ne soit pas la meilleure, l'analyse de toute l'information de marquage-recapture traditionnel existante jusqu'à présent concorde avec l'hypothèse nulle d'un stock unique dans l'Atlantique.

Parmi les causes ayant pu engendrer le manque de recapture à long-terme, on a évoqué la forte proportion de recaptures à court-terme (résultant, en partie, du fait que les poissons marqués dans les pêcheries des mottes associées des Canaries et de Dakar restaient associés aux bateaux après remise à l'eau) et le problème du manque de recapture par la flottille palangrière. A cet égard, il serait pertinent de réaliser des campagnes de tag seeding afin d'estimer les taux de notification des marques des différentes flottilles. Toutefois, même s'il est possible de mener ces expériences pour certaines flottilles, telles que la flottille des senneurs, il serait assez difficile de les réaliser dans la pêche palangrière car les poissons sont traités à bord l'un après l'autre. Il a été suggéré que la présence des observateurs à bord pourrait augmenter les taux de recapture par ces flottilles, comme cela est le cas pour d'autres espèces.

En ce qui concerne les analyses génétiques (Martinez et Zardoya SCRS/2004/040, dans ce volume), des séquences ont été réalisées sur 407 pb de la région de contrôle de 295 thons obèses provenant de 4 régions de l'Atlantique (Côte d'Ivoire, Canada, Canaries, Açores) et d'une région de l'Océan Indien. Les échantillons des Iles Canaries et du Golfe de Guinée ont été échantillonnés en 2001 et en 2003 afin d'étudier la stabilité temporaire des résultats. Ceux-ci ont confirmé la présence de deux clades distincts dans l'Atlantique, un spécifique de l'Atlantique et l'autre présent également dans l'Océan Indien (Alvarado Bremer *et al.* 1998). Toutefois, aucune différence géographique n'a été observée dans les proportions des deux clades dans les divers échantillons, ni même entre les échantillons des îles Canaries et du Golfe de Guinée lors d'années différentes. En principe, ces résultats concordent avec l'hypothèse d'un stock unique dans l'Atlantique, qui est actuellement utilisée par le SCRS, et ils permettent donc un plus haut degré de confiance dans les analyses d'évaluation réalisées jusqu'à présent, en ce qui concerne l'incertitude associée à la structure des stocks postulée.

En tous cas, et en tenant compte du fait que l'ADNmt ne reflète que le lignage maternel, il a également été décidé d'analyser, dans les plus brefs délais, l'ADN nucléaire du thon obèse en vue de confirmer qu'il n'existe pas deux stocks distincts vivant dans la même zone (SCRS/2004/030, dans ce volume). En outre, il a été jugé intéressant d'utiliser de petits spécimens dans les analyses afin de diminuer la probabilité de mélange entre les échantillons. Il a également été recommandé d'utiliser d'autres méthodes de différenciation des stocks comme la morphométrie mais ces études ont été considérées moins prioritaires que l'étude de l'ADN nucléaire.

Bien que les connaissances acquises jusqu'à présent ne permettent pas de rejeter l'hypothèse nulle d'un stock unique dans l'Atlantique, il a été admis que ce stock pourrait présenter certaines caractéristiques de viscosité, dans le sens que les migrations des individus pourraient être modérées et peu fluides entre des régions éloignées. Compte tenu de l'application potentielle de ce type d'information dans des modèles intégrés d'évaluation de type

MULTIFAN-CL ou FASST, il serait opportun d'élargir nos connaissances sur les migrations entre les différentes régions de l'Atlantique.

6 Evaluation du stock

6.1 Contexte

Le Comité Permanent pour la Recherche et les Statistiques (SCRS) est chargé d'évaluer l'état des stocks gérés par l'ICCAT. Les évaluations sont généralement conduites tous les 2-3 ans. Les évaluations sont réalisées par un groupe de travail composé de chercheurs des Parties contractantes et des Parties, Entités ou Entités de pêche non-contractantes coopérantes (« les chercheurs nationaux »), avec l'aide logistique du Secrétariat. Pour les évaluations, les groupes de travail utilisent les données maintenues par le Secrétariat (données de capture et échantillons de taille essentiellement) ainsi que les données préparées par les chercheurs nationaux (données de CPUE ainsi que d'autre information auxiliaire principalement) et ils ont recours à diverses méthodes. Le présent rapport récapitule certains choix/certaines entrées de l'évaluation du stock de thon obèse de l'Atlantique, en accordant une attention spéciale aux incertitudes, et reprend également les principaux points débattus durant le Symposium du BETYP.

6.2 Composantes de l'évaluation

6.2.1 Prise totale (Tâche I)

Les principaux types d'engin capturant le thon obèse de l'Atlantique sont les senneurs, les canneurs et les palangriers. En termes de poids, les débarquements des senneurs et des canneurs représentent 16% et 18% du total environ et les palangriers 65% du total environ. Par conséquent, il y a plus de chance que les incertitudes associées aux débarquements des palangriers prédominent dans l'évaluation si celle-ci est basée sur la biomasse (un modèle de production, par exemple). Par ailleurs, si l'évaluation est fondée sur des nombres (la VPA par exemple), les données de capture des senneurs et des canneurs seront alors plus importantes car ces engins capturent des poissons plus jeunes.

- Pour la palangre, les prises non déclarées sont considérées comme la principale source d'incertitude. On estime que l'importance relative de ce problème diminue.
- Pour la canne et la seine, la composition spécifique est considérée comme la principale source d'incertitude. On estime que les changements de ciblage et d'opérations de pêche (les DCP par exemple) aggravent ce problème.

6.2.2 Prise par taille / âge

6.2.2.1 Echantillonnage

L'une des composantes des données de Tâche II est l'information concernant la composition par taille des prises de la pêcherie. Ces données sont utilisées par les groupes de travail d'évaluation afin de dégager la structure par taille globale (ou la structure par âge) des prises. Pour le thon obèse de la base de données de l'ICCAT, le ratio des données de capture de Tâche II avec l'information d'échantillonnage des tailles est d'environ 59% par rapport aux prises de Tâche I. Cela signifie qu'environ 60% des débarquements totaux peuvent être associés à un certain type de mesure. Toutefois, ces statistiques constituent une surestimation du niveau actuel de l'échantillonnage des tailles car certains pays déclarent des données de « prise par taille », c'est-à-dire des échantillons de taille déjà extrapolés afin de concorder avec un niveau de regroupement plus élevé (pour coïncider, par exemple, avec les données officielles de Tâche I).

Dans les évaluations du thon obèse menées antérieurement par l'ICCAT, le groupe de travail avait procédé à des substitutions afin de combler les données de taille manquantes et obtenir une estimation totale de la prise par taille. Lors du processus de substitution, il est supposé que la structure des tailles des prises d'une pêcherie spécifique à un moment donné est identique à la structure d'une autre pêcherie au même moment (ou identique à la structure de la même pêcherie à un autre moment etc.). A l'évaluation de 2002, 34% des débarquements de ces dernières années nécessitaient des substitutions car ils n'étaient pas associés à des données de taille.

6.2.2.2 Croissance

Certaines des méthodes employées par l'ICCAT dans le passé utilisent comme valeur d'entrée une estimation de la matrice de capture totale, par âge et année. Cette matrice est obtenue en appliquant le découpage des cohortes à la matrice de prise par taille totale, en utilisant une équation de croissance constante (de Cayré et Diouf 1984). Des doutes ont récemment été exprimés sur la façon dont l'algorithme de découpage des âges a été appliqué, et ce point sera discuté dans l'une des présentations de la Seconde Réunion Mondiale sur le Thon Obèse (SCRS/2004/059, cf Recueil de Documents scientifiques 57(2) (2005)). De façon plus générale, d'autres groupes de travail de l'ICCAT avaient également fait part de leurs doutes, dans le passé, sur l'opportunité d'appliquer le découpage des âges qui ignore la variabilité de la taille par âge.

L'un des principaux objectifs du BETYP a été d'améliorer les connaissances sur la croissance du thon obèse, d'après les otolithes et le marquage (cf. Section 3, Biologie). Suite à ces études, il est possible que la courbe de croissance utilisée par le groupe soit révisée. De surcroît, certains des modèles statistiques intégrés utilisés (MULTIFAN-CL) permettent d'estimer directement les paramètres de croissance dans l'évaluation.

6.2.3 Indices d'abondance

Les évaluations du stock de thon obèse de l'Atlantique utilisent les indices d'abondance basés sur les données de CPUE. Il existe plusieurs sources d'incertitude liées à ces indices.

Pour la palangre, l'effort est mesuré en nombre d'hameçons. Les indices sont généralement calculés à l'aide d'un processus de standardisation (par des modèles linéaires généralisés, GLM) afin d'éliminer les changements de la CPUE considérés comme non-liés à l'abondance. Cependant, il n'est pas toujours possible de modéliser ces facteurs extrinsèques, et notamment lorsque les données pertinentes ne sont pas disponibles. Lors de la dernière évaluation, le groupe de travail n'a pas utilisé d'indice palangrier car il a estimé que la tendance de la CPUE standardisée comportait des facteurs très importants dus aux changements du ciblage de l'espèce dans le temps.

Pour les pêcheries des canneurs et des senneurs, il est considérablement plus difficile d'obtenir une mesure quantitative de l'effort de pêche effectif. On pense que de nombreuses tendances observées dans les indices de CPUE disponibles sont liées aux changements de l'efficacité qui ne sont pas faciles à éliminer en employant les techniques de standardisation traditionnelles. Le groupe de travail a donc décidé que les séries de CPUE disponibles pour ces pêcheries ne représentent pas l'abondance.

Par conséquent, les groupes de travail n'ont finalement utilisé que les indices palangriers pour modéliser les tendances de l'abondance, ce qui est problématique car les pêcheries palangrières ont tendance à capturer des poissons plus âgés et il n'existe donc pas de façon fiable de modéliser les tendances de l'abondance des juvéniles. Cela est une source d'incertitude très importante dans les évaluations car les tendances estimées du recrutement sont généralement déterminées par les postulats du modèle plutôt que par les données.

6.2.4 Mortalité naturelle

Le groupe de travail d'évaluation utilise un vecteur de 0.8 yr^{-1} pour les âges 0 et 1, et 0.4 yr^{-1} pour les âges suivants. Les projets liés au BETYP (Gaertner et Hallier 2003) ont estimé la mortalité naturelle d'après les données de marquage, donnant des résultats qui concordent avec les estimations utilisées par le groupe. Il est fort possible que ces études permettent de perfectionner le vecteur de la mortalité naturelle utilisé par le groupe de travail d'évaluation.

6.2.5 Sex-ratio

Certaines études ont montré que le sex-ratio peut être très différent de 1:1, selon la pêcherie, la zone et la saison. Toutefois, aucune évaluation spécifique du sexe n'a été entreprise pour le thon obèse de l'Atlantique. Il est fort probable que cette tendance se poursuive en raison du manque de données sur le sex-ratio mais le groupe de travail ne semble pas considérer cela comme une source d'incertitude majeure.

6.2.6 Structure spatiale

L'un des principaux objectifs du BETYP a été d'étudier la structure du stock de thon obèse de l'Atlantique. Le groupe de travail a formulé le postulat d'un stock unique pour tout l'Atlantique et jusqu'à présent les indices collectés semblent concorder avec ce postulat.

Cependant, même s'il existe un stock unique, il peut être utile d'appliquer des modèles spatialement explicites pouvant prendre en considération des processus tels que le déplacement des poissons et la nature régionale des indices de CPUE spécifiques des flottilles. Jusqu'à présent, le groupe de travail d'évaluation n'a pas utilisé de modèles spatialement explicites, même si des tentatives ont été réalisées avec les modèles statistiques intégrés.

6.2.7 Choix des modèles d'évaluation

Les types de modèles généralement utilisés par le groupe de travail peuvent être classés de diverses façons. Dans le présent document, ils sont classés, de façon quelque peu arbitraire, par ordre de complexité croissante :

6.2.7.1 Modèles de production de la biomasse

Ces modèles utilisent les séries de débarquements totaux et un seul indice d'abondance. De nombreux postulats de simplification (implicites et explicites) sont formulés afin d'utiliser ces modèles. Ils présentent l'inconvénient d'ignorer tous les décalages temporels structurés par âge et de supposer implicitement une sélectivité constante. Ils sont problématiques dans le cas du thon obèse pour lequel les pêcheries de surface ciblent les juvéniles et les pêcheries palangrières capturent des poissons plus âgés. Par ailleurs, les modèles simples peuvent être utilisés pour des types d'avis de gestion simples et les groupes de travail disposent de beaucoup de temps pour examiner la sensibilité des résultats par rapport à divers postulats et choix de données.

Dans la dernière évaluation, le groupe a utilisé ASPIC (Prager 2002) avec un modèle de production de type Fox comme principale base pour l'avis de gestion.

6.2.7.2 Modèles de production structurés par âge

Ces modèles sont intermédiaires en termes de complexité. Ils présupposent un certain rapport explicite entre le stock et le recrutement et incorporent donc des décalages temporels spécifiques de l'âge. Certains d'entre eux permettent des écarts aléatoires du rapport stock-recrutement déterministe.

Les modèles les plus simples de ce type formulent un postulat simple relatif à la sélectivité et suivent une seule pêcherie. La forme la plus simple du modèle à différences retardées en est un parfait exemple. D'autres applications (ELBUEY) incluent les changements de sélectivité dans le temps ou entre les flottilles.

L'une des principales sources d'incertitudes dans les applications du thon obèse atlantique des modèles de production structurés par âge est que les sélectivités spécifiques des flottilles sont introduites comme valeur d'entrée (et non pas estimées par le modèle). Cela constitue un problème car les analyses sont fragmentées et le groupe est donc plus à même de commettre des erreurs dans le traitement des données, etc. Des incohérences peuvent également se produire dans le mode de traitement des données dans les diverses phases de la modélisation.

6.2.7.3 VPA

Ces modèles permettent plus de complexité en termes de modélisation des pêcheries de façon séparée et n'obligent pas à formuler obligatoirement des postulats sur la forme du rapport stock-recrutement.

Les VPA dépendent du postulat selon lequel la matrice de prise par âge est connue sans erreur. Il s'agit d'une importante source d'incertitude pour le thon obèse de l'Atlantique, pour lequel de graves doutes ont été exprimés quant au processus de découpage des cohortes aux fins de la conversion de la prise par taille en prise par âge. Un autre problème (connexe) est que les résultats rétro-calculés peuvent être très sensibles à la façon dont le groupe Plus, les poissons les plus âgés de la capture, est modélisé.

En outre, les applications de VPA pour le thon obèse de l'Atlantique ont eu tendance à échouer pour une raison plus liée aux données qu'au type de modèle : le manque d'indice d'abondance fiable pour les juvéniles. Par conséquent, les tendances estimées de la biomasse adulte suivent, dans une grande mesure, la tendance de tout indice de la CPUE palangrière utilisé, alors que la tendance du recrutement peut être assez variable selon les postulats de la modélisation.

Ces dernières années, le BETYP s'est concentré sur la mise en oeuvre des modèles statistiques intégrés, lesquels sont brièvement présentés ci-dessous.

6.2.7.4 Modèles statistiques intégrés

Les modèles statistiques intégrés (MULTIFAN-CL et FASST) sont considérés comme nécessaires afin de résoudre de nombreux problèmes mentionnés pour les autres modèles.

L'une des principales caractéristiques de ce type de modèles est qu'ils utilisent les données pratiquement telles qu'elles apparaissent dans la base de données. Par exemple, au lieu d'entreprendre le processus d'Extrapolation-->Substitutions-->Découpage-->Prise par âge, ces modèles utilisent la prise par pêche et les échantillons de taille. Lorsque les échantillons de taille sont peu nombreux, les estimations du modèle seront moins précises.

Les pêcheries peuvent être définies de manière flexible, aussi flexiblement que le permettent les données. En général, la structure spatiale peut être définie comme réaliste en ce sens qu'elle inclut les pêcheries qui se développent dans des régions géographiques différentes et qu'elle permet également d'ajouter une complexité biologique telle que les schémas migratoires.

Les modèles peuvent également être mis en oeuvre afin d'utiliser des données auxiliaires comme le marquage, ce qui peut être utile aux fins de l'estimation des paramètres de croissance ou de déplacement.

En théorie, les modèles statistiques intégrés peuvent être formulés pour estimer plusieurs (la plupart) des paramètres du système : les sélectivités, la croissance, la mortalité naturelle et la mortalité par pêche, les déplacements, les changements de capturabilité dans le temps, le rapport stock-recrutement etc. Dans la pratique, les données disponibles ne permettent peut-être pas d'être ambitieux à cet égard, de telle sorte que l'utilisation la plus probable de ces modèles dans un proche avenir sera de contourner quelques-uns des problèmes les plus évidents auxquels nous sommes confrontés avec les autres types de modèles d'évaluation.

6.2.8 Projections

Les projections peuvent être réalisées avec chaque type de modèles mentionnés ci-dessus. Dans certains cas, les projections sont réalisées en marge de l'évaluation de l'état actuel du stock, ce qui peut conduire à des incohérences.

Les projections réalisées avec les modèles de production ont tendance à atteindre de nouveaux niveaux d'équilibre trop rapidement, ce qui est peut-être dû au fait qu'ils ne prennent pas efficacement en considération les décalages spécifiques de l'âge.

En général, l'un des aspects les plus incertains des projections est le niveau de sélectivité à postuler à l'avenir. La plupart des évaluations supposent que le schéma de sélectivité le plus récent (le schéma de sélection moyen pour les 3 dernières années) sera prolongé à l'avenir, ce qui n'est peut-être pas particulièrement réaliste dans les cas où diverses pêcheries ciblent les grands ou les petits poissons. La Commission se penche sur des alternatives à la réglementation de taille minimale pour le thon obèse (3,2 kg), question pouvant être considérée comme un type d'analyse de projection (en conditions d'équilibre).

6.2.9 Contrôle de la qualité

Les groupes de travail d'évaluation du stock de thon obèse utilisent divers types de diagnostics pendant les réunions. Ceux-ci incluent :

- Des analyses descriptives et des statistiques des prises par pêcherie.
- Des diagnostics GLM standard (valeurs résiduelles, courbes qq, etc.) pour les ajustements du GLM aux données de CPUE.
- Diagrammes à bulles de prise par âge par année.
- Diagrammes des valeurs résiduelles des CPUE ajustées dans l'évaluation.
- Logarithme de vraisemblance ou AIC pour diverses formulations de modèles.
- Diagrammes de recrutement ou tendances de SSB.

Toutefois, les diagnostics sont rarement utilisés de façon systématique, et ne sont pas appliqués de façon automatique d'une évaluation sur l'autre. Par conséquent, le niveau d'examen des résultats de l'évaluation peut varier dans le temps. Le SCRS a tenté d'introduire certaines procédures de contrôle de la qualité telles que le catalogue logiciel de l'ICCAT et une documentation et un stockage plus exhaustifs de toutes les valeurs d'entrée et de sortie de l'évaluation. Alors que le processus de contrôle de la qualité s'est considérablement amélioré ces

dernières années, il reste encore beaucoup d'améliorations à apporter. Le groupe de travail du thon obèse pourrait bénéficier du développement d'un ensemble de procédures de contrôle de la qualité et de diagnostics pouvant être appliqués dans le contexte d'un groupe de travail et qui sont spécifiquement adaptés au thon obèse.

6.3 Discussion

En ce qui concerne les projections, les participants ont noté que les récentes applications étaient des applications *ad-hoc* et qu'il pourrait être utile de standardiser certaines procédures utilisées pour présupposer les futurs schémas de sélectivité par exemple.

S'agissant de la standardisation de la CPUE, les participants ont réitéré leurs préoccupations relatives au manque d'indices fiables pour les juvéniles. Il convient de consacrer plus d'efforts à la recherche des facteurs affectant la capturabilité dans les pêcheries des senneurs ainsi qu'à la collecte des données pertinentes permettant de prendre ces facteurs en considération.

En ce qui concerne les modèles plus complexes, il a été décidé que les modèles statistiques intégrés pourraient résoudre de nombreux problèmes susmentionnés. Cependant, les participants ont également suggéré que l'adoption de modèles statistiques intégrés aux fins des évaluations de routine devrait se poursuivre prudemment. A cet égard, les avantages et les inconvénients suivants ont été mentionnés :

AVANTAGES :

- Les modèles plus flexibles permettent plus de réalisme. Les biais pourraient être réduits.
- Ces modèles permettent des estimations plus réalistes/rigoureuses de l'incertitude.
- Divers types de données peuvent être utilisés conjointement dans le même modèle.
- Les modèles peuvent utiliser les données au même niveau qu'elles sont déclarées sans nécessiter le système des substitutions, du découpage des âges, etc.

INCONVÉNIENTS :

- Des modèles plus sophistiqués ne mènent pas obligatoirement à un meilleur avis de gestion.
- Des modèles plus sophistiqués nécessitent une plus grande charge de travail de la part des chercheurs nationaux et du personnel du Secrétariat.
- Une utilisation routinière de ces modèles implique des changements dans la façon dont les évaluations de l'ICCAT sont menées. Plus de travail intersession sera nécessaire afin de maintenir et d'actualiser les jeux de données.

Les participants ont également fait remarquer que certains problèmes associés au surparamétrage de ces modèles pourraient être évités en examinant attentivement les processus environnementaux affectant les populations. Par exemple, si les capturabilités ou le recrutement peuvent être liés aux variables environnementales, les modèles pourraient incorporer des indices environnementaux pertinents, augmentant ainsi le degré de liberté.

7 Programmes sur le terrain

Le programme sur le terrain du BETYP est récapitulé dans le document SCRS/2004/030 (dans ce volume). Les commentaires connexes formulés durant les discussions sont exposés ci-dessous :

L'achat des appâts auprès des pêcheurs locaux a amélioré les relations entre les pêcheurs et le programme.

Le bateau et l'équipage qui ont été affrétés dans les Açores ont donné satisfaction. Toutefois, quelques difficultés ont été rencontrées avec l'équipage lors de campagnes dans le Golfe de Guinée. Ceci a été attribué au fait d'opérer dans un environnement peu familier.

Les vastes opérations de marquage ne peuvent être réalisées qu'avec des canneurs. Le canneur affrété dans le cadre du BETYP était adéquat pour les besoins du programme.

Comme toutes les opérations de marquage ou de pêche, le BETYP a été confronté à certaines difficultés au niveau de la disponibilité naturelle des appâts et des thonidés. En règle générale, les thons obèses se sont avérés difficiles à localiser et à capturer (la disponibilité du thon obèse a été surestimée).

La présence à bord du coordinateur ou d'un responsable scientifique doté des compétences et des responsabilités suffisantes est nécessaire non seulement pour mettre en œuvre la stratégie de marquage, mais aussi pour résoudre nombre de problèmes techniques et pour entretenir de bonnes relations avec les autorités locales et les pêcheurs locaux.

Les différents types de stratégies de marquage (affrètement de canneurs ghanéens et portugais dotés de deux mandats différents, marquage opportuniste à bord du canneur ghanéen) mis en œuvre par le BETYP ont démontré, une fois de plus, que la stratégie de marquage devrait être adaptée adéquatement aux objectifs recherchés. Il est difficile d'effectuer le marquage opportuniste, lequel devrait se limiter à des objectifs simples, tels que les données sur les déplacements des thonidés. L'accord d'affrètement du bateau devrait clairement stipuler à l'attention de tous les participants (armateur, capitaine, équipage, équipe scientifique) que la seule mission du navire est de marquer des poissons et qu'il ne doit en aucune manière profiter financièrement du poisson capturé et non marqué.

Ceci signifie qu'il faut prodiguer des encouragements à l'équipage de façon à ce qu'il s'intéresse davantage au succès du marquage. Toutefois, le fait de décider quels poissons doivent être marqués devrait toujours incomber au responsable scientifique.

8 Discussions générales et conclusions

A la fin du Symposium sur le BETYP, les participants ont estimé que ce programme de recherche spécial de l'ICCAT avait répondu à certaines des questions qui avaient été posées par le programme, mais qu'il fallait accroître la recherche sur le thon obèse de l'Atlantique. Il a également été noté que dans certains domaines, la recherche n'était pas encore complète.

Les détails des discussions qui ont été tenues sont fournis aux différents points de l'ordre du jour.

On a estimé que la recherche réalisée dans le cadre du BETYP sur divers aspects, tels que la biologie, le comportement, les schémas de déplacement et les pêcheries, avait donné des résultats très positifs, mais qu'ils restent encore insuffisants pour répondre aux questions principales concernant le thon obèse qui avaient été posées au début de ce programme de recherche.

Une importante question demeurée en instance à la fin du BETYP est le niveau réel de la mortalité naturelle du thon obèse en tant que fonction de l'âge, ce qui limite l'évaluation des stocks et l'évaluation de l'impact réel du niveau très élevé des captures de juvéniles. L'incertitude continue de planer sur les effets des pêcheries utilisant les DCP sur les stocks de thon obèse et les répercussions éventuelles sur les changements de comportement de cette espèce.

Les difficultés rencontrées lors des activités de marquage des petits thons obèses ont également été discutées, et quelques participants ont souligné que les petits thons obèses sont plus difficiles à localiser et à capturer qu'on ne l'avait estimé auparavant, d'où la disponibilité sur-estimée des jeunes thons obèses par les engins de surface. Nonobstant, l'image globale du programme de récupération des marques concorde avec les résultats des études génétiques et la structure du stock postulée à présent. La recherche en cours sur l'ADN nucléaire confirmerait définitivement ce fait.

En ce qui concerne le marquage électronique, bien que des applications réussies de marques-archives internes aient été observées pour le thon obèse (SCRS/2004/057, cf Recueil de Documents scientifiques 57 (2) (2005)), l'impression générale a été que la technologie du marquage pop-up n'a pas fonctionné aussi bien que pour d'autres espèces, ce qui pourrait être dû au comportement migratoire vertical plus prononcé du thon obèse. Malgré cela, le thon obèse marqué dans les Açores au cours de sa migration trophique (SCRS/2004/034, dans ce volume) a manifesté un comportement de surface plus accentué que ce qui a été observé dans les zones tropicales du Pacifique.

Les participants ont estimé que les nouveaux modèles intégrés actuellement mis au point sont un résultat extrêmement positif du BETYP, tels que le modèle exploratoire FASST et la première utilisation de

MULTIFAN-CL sur le thon obèse de l'Atlantique. Il est escompté que ces modèles fourniront une évaluation plus exhaustive du stock de thon obèse de l'Atlantique.

9 Commentaires de clôture du Président

Le Dr Pereira a annoncé aux participants que le Symposium sur le BETYP serait la dernière réunion scientifique à laquelle assisterait le Dr Adolfo Ribeiro Lima en qualité de Secrétaire exécutif de l'ICCAT en raison de son départ à la retraite imminent du Secrétariat de l'ICCAT. Au nom de la communauté scientifique de l'ICCAT, il a remercié le Dr Lima pour son appui ferme et constant de la science au sein de la Commission. Il a également fait remarquer que le Dr Lima avait été l'un des plus fervents partisans du BETYP. Les participants ont remercié le Dr Lima et lui ont exprimé leurs vœux de succès pour l'avenir.

Le Dr Pereira a remercié Guillermo Fisch pour son travail de Coordinateur du BETYP et le reste du Secrétariat pour leur participation aux diverses tâches du BETYP.

Le Dr Pereira a finalement fait remarquer que le BETYP n'aurait pu être mené à bien sans des contributions prélevées en dehors du budget ordinaire de l'ICCAT. Il a expliqué que les principales contributions au Programme avaient été versées par le Japon et la Communauté européenne. Il a remercié ces deux pays, ainsi que les autres contributeurs pour leur appui à cet important projet de recherche.

Finalement, le Dr Pereira a remercié les scientifiques qui ont présenté des documents au Symposium, les orientateurs des débats et les rapporteurs, ainsi que tous les participants en général.

10 Adoption du rapport et clôture

Il a été décidé que le rapport du Symposium du BETYP serait adopté par correspondance. Le Symposium a été levé le 9 mars 2004.

Le rapport du Symposium a été adopté par correspondance.

SIMPOSIO DE 2004 DE ICCAT SOBRE EL PROGRAMA AÑO DEL PATUDO

(Madrid, España, 8-9 de marzo de 2004)

RESUMEN

El BETYP, un programa especial auspiciado por ICCAT, inició sus actividades el 1 de junio de 1999. Fue un programa solicitado especialmente por los miembros del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS) de ICCAT como resultado del importante aumento de las capturas de patudo y de las graves incertidumbres acerca de la situación del stock. Durante el BETYP se han llevado a cabo diversas actividades de campo y de investigación. Este Simposio, la última actividad programada por el BETYP, tiene como objetivo reunir y organizar toda la información recopilada, para llegar a conclusiones que ayuden en la evaluación y ordenación de este valioso recurso.

PALABRAS CLAVE

Estadísticas de pesquería, Comportamiento, Evaluación de stock, Estructura de población, Mercado, Genética, Otolitos

1 Introducción y objetivos

El Presidente del SCRS, el Dr. Joao Gil Pereira, inauguró la reunión del Simposio de ICCAT sobre el Programa Año del Patudo (BETYP).

El BETYP, un programa especial auspiciado por ICCAT, inició sus actividades el 1 de junio de 1999. Fue un programa solicitado especialmente por los miembros del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS) de ICCAT como resultado del importante aumento de las capturas de patudo y de las graves incertidumbres acerca de la situación del stock. El BETYP fue financiado aparte del presupuesto normal de ICCAT, mediante contribuciones especiales (SCRS/2004/030, en este volumen).

Durante el BETYP se han llevado a cabo diversas actividades de campo y de investigación. Este Simposio, la última actividad programada por el BETYP, tiene como objetivo reunir y organizar toda la información recopilada, para llegar a conclusiones que ayuden en la evaluación y ordenación de este valioso recurso. Durante la Segunda Reunión Mundial sobre Patudo, celebrada posteriormente (ver la Colección de Documentos Científicos 57(2) (2005)) se realizaron otras presentaciones sobre el tema, que cubrían actividades mundiales referentes al patudo.

El orden del día, la lista de participantes y la lista de documentos aparecen en los **Apéndices 1 a 3**.

Las siguientes personas actuaron como directores de las discusiones (y relatores):

Estadísticas	P. Pallarés
Biología	C. Hsu
Comportamiento	N. Miyabe
Estructura del stock	H. Arrizabalaga
Evaluación de stock	V. Restrepo
Programas de campo	G. Fisch
Discusión general y conclusiones	J. Pereira

2 Estadísticas

Como introducción a este apartado la relatora hizo una presentación general sobre la situación actual de las estadísticas de patudo atlántico, identificando los principales problemas existentes y apuntando sus posibles efectos tanto a nivel de evaluación como a nivel de gestión de este recurso. La presentación aparece como **Apéndice 4**.

Globalmente, el nivel de las estadísticas del patudo atlántico puede considerarse bueno. En la base de datos de ICCAT existen series históricas de capturas desde el inicio de las pesquerías de cebo vivo y palangre en los años 50 y 60 respectivamente, la cobertura media de los muestreos de tallas se sitúa entre el 60 y el 70% y existen datos de esfuerzo para las principales flotas que capturan patudo.

No obstante, existen problemas destacables en relación a capturas y tallas que fueron objeto de discusión. Los problemas relacionados con el esfuerzo, una vez identificados, se consideró que formaban parte del apartado de *evaluación de stock* (punto 6) y no fueron objeto de discusión en este apartado.

2.1 Capturas

La discusión se centro en la situación de las flotas IUU (ilegal, no declarada y no reglamentada). La captura de estas flotas, estimada a partir de las importaciones al mercado japonés, llegó a suponer el 20% del total de capturas de patudo a mediados de los 90. Actualmente se puede considerar que esas flotas prácticamente han desaparecido del Atlántico como tales, pasando en muchos casos a formar parte de las flotas de países miembros, gracias a la serie de medidas adoptadas en el seno de ICCAT.

Tras reconocer la eficacia de las medidas adoptadas por ICCAT (elaboración de listas positivas y negativas, establecimiento del documento estadístico para patudo...) para el control de estas flotas, se llamó la atención sobre algunos puntos importantes para que los problemas asociados a estas flotas no permanezcan. En concreto:

- Se planteó la necesidad de hacer un seguimiento para que esas capturas afloren en su totalidad y que los países bajo cuya bandera faenan tengan un control efectivo de la calidad de las mismas. En este sentido se reconoció el esfuerzo realizado por Japón, mediante acuerdos con los países implicados, para la mejora de sus estadísticas.
- Igualmente se llamó la atención sobre la limitación del cuaderno estadístico, obligado sólo para barcos mayores de 24 m. Se señaló la existencia de una flota palangrera con barcos de menos de esa talla con capturas significativas de patudo.

2.2 Muestreos de tallas

En relación a la calidad del muestreo de tallas, las flotas de cerco y cebo vivo ecuatoriales, con base en Tema, y algunas flotas palangreras se identificaron como las que planteaban mayor problema por su baja o nula cobertura de muestreo.

Se valoró el trabajo realizado para la mejora del sistema de muestreo de las flotas de Ghana dentro del BETYP (SCRS/2004/035, en este volumen) y se coincidió en que, actualmente, el principal problema se plantea a nivel de las flotas palangreras.

La mejora de las estadísticas de estas flotas, incluyendo el muestreo de tallas y la obtención de datos de esfuerzo, es fundamental dado que las evaluaciones se basan fundamentalmente en datos de Japón, tanto en lo relativo a tallas como a índices de abundancia, cuyas capturas resultan cada vez menos significativas frente a las capturas de otras flotas palangreras de las que se carece de estos datos básicos.

Teniendo en cuenta que durante la última reunión de la Comisión se adoptó una Resolución¹ que establece la creación de un fondo para la mejora de las estadísticas de algunos países miembros, se consideró prioritario elaborar un protocolo para la mejora de las estadísticas de estas flotas. Dicho protocolo deberá identificar las flotas prioritarias, localizar los enclaves de muestreo más apropiados y definir el esquema de muestreo idóneo. La localización de los lugares del muestreo es un aspecto fundamental en flotas que transbordan la mayoría de sus capturas.

Igualmente se estuvo de acuerdo en que era fundamental acompañar el trabajo de asesoramiento y mejora de estadísticas, de programas apropiados para la entrada y validación de datos y para la elaboración de las estadísticas de determinados países.

¹ Resolución de ICCAT respecto a mejorar la recogida de datos y garantizar su calidad [Res. 03-21].

Por último, se vio con gran interés la creación de un perfil estadístico por país y se insistió mucho en la recomendación de implementar el formulario distribuido por la Secretaría sobre el sistema de recogida y procesamiento de datos básicos.

3 Biología

Los parámetros de población causan especial preocupación, ya que son especialmente críticos al estudiar la dinámica del stock y la estimación de los parámetros de ordenación de la población. En concreto, la edad y el crecimiento, los aspectos reproductivos incluyendo la ojiva de madurez y la mortalidad natural, son algunos de los importantes parámetros de población que son esenciales en las evaluaciones de stock. En este informe se han revisado estos parámetros para el patudo en los tres océanos, y se han sacado posibles conclusiones para el patudo en el Atlántico.

3.1 Edad y crecimiento

El crecimiento del patudo varía según las regiones, ya que los factores que afectan al crecimiento en términos de peso o talla varían según las zonas.

Basándose en los análisis llevados a cabo por la Secretaría de la Comunidad del Pacífico (CPS) a partir de experimentos de recaptura de marcas en el Pacífico central y occidental, se utilizó una curva de crecimiento von Bertalanffy que integraba errores de medida y variabilidad individual en L_{∞} , sobre un conjunto de datos de 254 recapturas fiables. El mejor ajuste entre el incremento de longitud y el tiempo en libertad se obtuvo mediante un modelo segmentado, con un crecimiento lineal para el conjunto de datos con menos de 500 días en libertad y un modelo von Bertalanffy para el tiempo en libertad de más de 500 días (rango de talla 40-110 cm FL). La K y L_{∞} anual de este segundo segmento son 0,4272 y 156,82 cm, respectivamente.

En el Pacífico oriental se utilizaron progresiones modales (Tomlinson 1998). En la pesquería aparecen dos cohortes anualmente. La distribución entre modos es fiable para peces inferiores a 130-140 cm, pero se vuelve cada vez más difícil por encima de esta talla, cuando la variabilidad individual genera un alisamiento de la distribución de tallas.

Desde los 50 y los 60 los estudios de crecimiento del patudo del Pacífico se basaban en los incrementos entre los puntos modales de la composición de tallas (Iversen 1955; Shomura y Keala 1963; Yukinawa y Yabuta 1963; Kume y Joseph 1966; Suda y Kume 1967), en el recuento de anillos de escamas (Nose *et al.* 1967; Yukinawa y Yabuta 1963), y en recuentos de incrementos en los otolitos (Hampton y Leroy 1998; Matsumoto 1998). Recientemente, se ha modelado una curva de crecimiento von Bertalanffy leyendo anillos de la primera espina dorsal y se ha descubierto que no existe diferencia entre machos y hembras, por lo que la ecuación de crecimiento se ha estimado como: $L(t) = 208.7(1 - e^{-0.201(t+0.9906)})$ con la relación longitud (longitud a la horquilla en cm)- peso (peso vivo en kg): $BW = 3 \times 10^{-5} FL^{2.9278}$ utilizando rangos FL de 70 cm a 189,2 cm (Sun *et al.* 2001). La comparación de las curvas de crecimiento von Bertalanffy estimadas para el patudo del Pacífico se resume en la **Tabla 1**.

Para determinar la edad del patudo en el Atlántico se utilizaban tres técnicas: partes duras, marcado y progresión modal. Como ya se ha manifestado anteriormente, la determinación de la edad llevada a cabo para el patudo del Atlántico fue realizada por Gaikov *et al.* 1980; Draganik y Pelczarskj 1984; Delgado de Molina y Santana 1986; y Alves *et al.* 1998. Los resultados de los estudios de crecimiento sobre el patudo en el Atlántico oriental indican que existen discrepancias entre los parámetros de crecimiento obtenidos a través de los datos de marcado y recaptura y los obtenidos a través de la lectura de anillos de otolitos. Fagundes *et al.* (2001) informaron de que los parámetros de crecimiento del patudo eran $K=0,136$ y $L_{\infty}=295,5$ cm de la costa brasileña sureste-sur desde 1977 a 1996 mediante la identificación de las clases modales. Se ha formulado una curva de crecimiento von Bertalanffy con $K=0,180 \text{ yr}^{-1}$, $L_{\infty} = 217,3$ cm y $t_0 = -0,613$ año a partir de 625 patudos marcados y recapturados con un rango de longitud a la horquilla (FL) de 39-124 cm muestreados en el Atlántico oriental (SCRS/2004/039, en este volumen). Las curvas de crecimiento von Bertalanffy estimadas aparecen en tablas (**Tabla 2**, ver también SCRS/2004/059, ver la Colección de Documentos Científicos 57(2) (2005)). La comparación gráfica de las curvas de crecimiento aparece en la **Figura 1**.

No se han realizado estudios de crecimiento recientes en el Océano Índico. Sin embargo, Tankevich (1982) facilitó una curva de crecimiento específica del sexo del patudo del Océano Índico. Las ecuaciones de crecimiento von Bertalanffy son: hembras: $L_t = 209.8[1 - e^{-0.191(t+0.86)}]$; y machos: $L_t = 423.0[1 - e^{-0.058(t+1.773)}]$, en las que L_t es la longitud a la horquilla en cm. Aparte de estas, los análisis pasados utilizaban progresiones modales en juveniles (Canal de Mozambique) y la lectura de partes duras para peces con un mayor rango de talla. Estos últimos, que no proporcionaron resultados fiables, produjeron estimaciones de 59 cm/año durante el primer año y de 24 cm durante el segundo año. Las estimaciones para peces jóvenes (40-70 cm) fueron de 16-18 cm/año.

3.2 Relación longitud-peso (LW)

Cinco relaciones longitud-peso (LW), del Pacífico central (Nakamura y Uchiyama 1966), del Pacífico occidental (Morita 1973), del Atlántico (Parks *et al* 1982), del Índico (Cort 1986) y del Pacífico norte sudoccidental (Sun *et al.* 2001; Wang *et al.* 2002) indican que las relaciones LW pueden mostrar discrepancias entre los tipos de arte, zonas, temporadas y entre sexos.

Las relaciones longitud (longitud a la horquilla (FL) en cm)-peso (peso vivo (BW) en Kg) del patudo capturado alrededor de las aguas de Taipei Chino no fueron significativamente diferentes entre machos y hembras, y la relación de sexos combinados se formuló como: $BW = 5.856 \times 10^{-5} FL^{2.7884}$ (Wang *et al.* 2002). En el Océano Atlántico, Park *et al.* (1981) formularon una LW de patudo como: $BW = 2.396 \times 10^{-5} FL^{2.9774}$. Además, puede ser comparable la recientemente actualizada relación LW de Song *et al.* (SCRS/2004/053, ver la Colección de Documentos Científicos 58) del Atlántico central. La relación específica del sexo entre peso vivo (kg) y longitud a la horquilla (FL en cm) es: hembras: $W_F = 2.2590 \times 10^{-5} FL^{2.9724}$; machos: $W_M = 2.8164 \times 10^{-5} FL^{2.9275}$, y sexos combinados: $W = 2.6472 \times 10^{-5} FL^{2.9400}$.

3.3 Biología reproductiva

No existen nuevos estudios importantes sobre este tema. En consecuencia, la información sobre temporada, duración, tamaño de la puesta, y frecuencia de desove así como la relación entre fecundidad y talla sigue estando pendiente. Sin embargo, (Batalyants 1992) utilizó la identificación de hembras con ovocitos hidratados y muestreó 3.000 patudos para estudiar la frecuencia de desove del patudo, indicando que la frecuencia de desove era de 2,3, 3,1, 1,7, y 1,6 días durante 1969-1970, 1975, 1979, y 1990 respectivamente.

3.4 Ratio sexual

Las observaciones disponibles indican que los machos son más numerosos que las hembras entre los peces más grandes (>150 cm), excepto en aguas del sur de Brasil. Sin embargo, este dimorfismo sexual no es tan marcado como el del rabil o el atún blanco, en los que se produce en etapas más tempranas.

Una explicación de este fenómeno podría implicar parcialmente dimorfismo de crecimiento sexual (por ejemplo, las hembras crecen más despacio) y/o una M diferencial. Se ha señalado que las variaciones en M y en el crecimiento podrían estar vinculadas, especialmente a nivel de individuos: aquellos que crecen más rápidamente morirán antes que los que tienen una tasa de crecimiento menor.

Podría llevarse a cabo muestreo extensivo desde los palangreros, cuando los peces son eviscerados, para proporcionar estimaciones más fiables de la ratio sexual por talla. Pereira (1987), utilizó 1.480 patudos muestreados en las Azores desde 1981 a 1986 para estudiar la madurez sexual y la proporción de sexos, y descubrió una ratio sexual de 0,9 que mostraba una ligera predominancia global de hembras, pero los machos superaban en número a las hembras en las clases de talla más pequeñas y por encima de los 160 cm. Antes de esto, Gaikov 1983 investigó la dinámica estacional de maduración y la ratio sexual del patudo en diferentes zonas del Atlántico así como la correlación entre su población en el espacio y el tiempo para 1966-1979.

3.5 Ojiva de madurez

La edad de madurez era de 3 años de edad en la evaluación anterior. No hay nuevos estudios sobre este tema.

3.6 Mortalidad natural

La mortalidad natural es crítica para la estimación de parámetros de ordenación (por ejemplo YPR). Existe una reducción en la proporción de hembras en las capturas a medida que aumenta la talla. Muchos investigadores han observado que mientras la ratio sexual de los túnidos pequeños en las capturas es cercana al 50/50, los machos empiezan a dominar en las capturas de grandes túnidos (Kume y Joseph 1966; Hampton 2000; Hampton, Bigelow, Labelle 1998; Hampton, Lewis, Williams 1998; Miyabe 2003).

El cambio en la ratio sexual puede atribuirse a la mortalidad natural específica de los sexos. Aunque Everett y Punsly (1994 en Harley y Maunder 2003) analizaron la ratio sexual del rabil, analizaron la ratio sexual en las capturas y especularon que hay tres posibles causas de los cambios observados en las ratios sexuales: (1) crecimiento específico del sexo, es decir, las hembras crecen hasta una talla máxima menor que la de los machos; (2) vulnerabilidad específica del sexo, es decir, las diferencias de comportamiento hacen que los grandes machos sean más vulnerables ante los artes de pesca que las hembras, y (3) mortalidad específica del sexo, es decir, las hembras mueren antes de hacerse grandes.

El coste energético del desove es mayor para los túnidos hembra que para los túnidos macho, y esto supone un aumento de la mortalidad de las hembras. Los túnidos tropicales tienen la capacidad de desovar durante todo el año debido a las condiciones medioambientales adecuadas (Schaefer, 1986). Cabe señalar que el descenso en la proporción de hembras en las capturas ocurre unos 1,5 años después de la edad en la que alcanzan el 50% de madurez. (Kurt Schaefer, IATTC, Pers. Comm.).

La mortalidad natural inmediata del patudo observada gracias a las marcas del BETYP se ha estimado en cerca del 31,1% y la tasa de mortalidad continua extra (mortalidad extra debido a llevar colocada la marca tipo BETYP) en el 0,30/año (Gaertner y Hallier 2003). La tasa instantánea de mortalidad natural para el patudo juvenil (FL media = 56,6 cm) proporcionada por este modelo (0,615/año para la media y 0,675/año de la mediana) es coherente con las estimaciones previas. En un enfoque Bayesiano, se utiliza un algoritmo de *Sampling-Importance Resampling* para actualizar la estimación de Hampton de M a la luz de la información proporcionada por los datos. Basándose en la distribución posterior simulada, parece probable que M esté cerca de 0,62-0,67/año para el patudo juvenil, con un intervalo de confianza en 0,25-0,86/año (Gaertner y Hallier 2003).

Fagundes *et al.* (2001) utilizaron el método Rikhter y Efanov (1976) para el cálculo de la tasa de mortalidad natural, las tasas de mortalidad natural eran 0,53, 0,41, y 0,32 por año para las edades 3, 4 y 5 respectivamente. Fonteneau (SCRS/2004/061, véase la Colección de Documentos Científicos 57(2) (2005)) informó de que este parámetro podría ser una función de edad.

3.7 Discusión y conclusión

Los estudios sobre parámetros de población del patudo son costosos y difíciles. La evaluación de los resultados sobre determinación de la edad indica que la curva de crecimiento obtenida a partir del BETYP (SCRS/2004/039, en este volumen) es adecuada para representar el crecimiento del patudo en el Atlántico si todos los datos de muestreo, es decir, los otolitos tomados de Dakar y Abidján, se pueden utilizar en la estimación de los parámetros de crecimiento. Sin embargo, tal vez sería más adecuada una curva de crecimiento alternativa para modelar el crecimiento del patudo juvenil que la tradicional ecuación de crecimiento de von Bertalanffy. En relación con las discrepancias observadas de ratio sexual y mortalidad natural entre machos y hembras, deberían estudiarse las curvas de crecimiento específicas del sexo para resolver los descubrimientos realizados mediante el supuesto de que el crecimiento de los machos es más rápido que el de las hembras. Además, el método de estimación de los parámetros de crecimiento puede llevar a la obtención de resultados diferentes por lo que debe ser investigado para estimarlos de forma precisa.

Los estudios sobre biología reproductiva siguen siendo muy necesarios. Las ratios sexuales deben ser reexaminadas por clases de talla. La evolución de la madurez, especialmente la formulación de ojivas de madurez, es urgentemente necesaria para estimar de forma precisa las relaciones stock-reclutamiento y la abundancia durante la evaluación, aunque sea costoso y largo.

4 Comportamiento

Las presentaciones realizadas sobre este tema durante el Simposio del BETYP fueron principalmente los resultados de los intentos iniciales de marcado con marcas pop-up sobre peces adultos. Se resaltaron dos

problemas principales: las marcas pop-up que se sueltan antes de lo programado y las marcas perdidas debido a una colocación inadecuada (forma y material de los dardos, cómo se coloca la marca). Respecto al primer problema, se recomendó que los científicos trabajaran junto con los fabricantes de marcas para mejorar el hardware de las marcas (sistema de liberación de la marca, sensores mejorados, memorias y algoritmo de geolocalización). El segundo problema podría resolverse también mediante el intercambio de información y técnicas entre los científicos que están llevando a cabo el marcado. Si esta actividad va a continuar, las marcas deben colocarse donde se producen las principales pesquerías (es decir, en el Atlántico tropical oriental).

En la presentación sobre marcado convencional realizado en aguas de Dakar y de las Islas Canarias (SCRS/2004/032, en este volumen), se informó sobre movimientos habituales, y se cree que estas localizaciones eran las más adecuadas para llevar a cabo el marcado con marcas archivo para conocer de forma eficaz movimientos más concretos, especialmente el movimiento horizontal.

Durante el BETYP, las campañas dedicadas al marcado convencional se han llevado a cabo en el Golfo de Guinea. Sin embargo, las liberaciones fueron menos de las esperadas. La razón parece ser la poca disponibilidad de patudo para el marcado. Se discutieron las posibles razones pero no se llegó a ninguna conclusión. No se va a realizar campañas dedicadas al marcado hasta que este tema no quede resuelto.

5 Estructura del stock

5.1 Importancia de la delimitación de stocks

Para una gestión pesquera eficaz es imprescindible que la estructura de los stocks asumida en el proceso de evaluación y gestión se corresponda exactamente con la estructura poblacional real del recurso explotado. El no gestionar las pesquerías de acuerdo a la estructura poblacional de las especies explotadas puede provocar cambios en sus atributos biológicos, productividad y diversidad genética (Ricker 1981). Además, puede dar lugar a la sobrepesca y colapso de las poblaciones menos productivas, puede impedir obtener el máximo rendimiento de las más productivas (Allendorf *et al.* 1987) y puede invalidar el efecto de los planes de recuperación que se apliquen a stocks muy explotados (Ruzzante *et al.* 1999). En general, puede decirse que la respuesta de un stock a un determinado régimen de gestión es impredecible si la delimitación de las unidades de gestión no se corresponde con la delimitación poblacional real de la especie.

Actualmente muchas pesquerías son reguladas según esquemas espaciales que no necesariamente se corresponden con la estructura biológica de las poblaciones (Pawson y Jennings 1996; Stephenson 1999; Ward, 2000). En estos casos los resultados de la evaluación de stocks pueden resultar erróneos y se puede afirmar que generalmente existe un nivel de incertidumbre importante en las evaluaciones asociado a la estructura del stock asumida (NRC 1994; Turner 1998).

Por ello, identificar poblaciones y determinar el origen poblacional de las capturas se convierten en componentes integrales de la evaluación y gestión moderna de pesquerías (Deriso and Quinn 1988; Shaklee *et al.* 1990; Carvalho and Hauser 1994; Begg *et al.* 1999; Waldman 1999).

5.2 Metodologías utilizadas

Entre los métodos más utilizados para identificar stocks se encuentran el uso de estadísticas pesqueras, el marcado-recaptura, la merística, la morfometría corporal, de escamas o de otolitos, el uso de parásitos como marcadores biológicos, la inmunogenética, la variación alozímica, el uso de marcadores genéticos del ADN mitocondrial (ADNmt) o del ADN nuclear (ADNn) y la composición elemental de los otolitos (Pawson and Jennings 1996; Begg *et al.* 1999).

Pero cada metodología presenta sus ventajas e inconvenientes. Es por ello que muchos autores sugieren que el mejor enfoque para estudios de delimitación poblacional es el de tipo multimetodológico (Begg and Waldman 1999; Waldman 1999), especialmente en especies que presentan flujo genético importante o estructuras complejas (Ruzzante *et al.* 1999). Se recomienda utilizar al menos un método genético junto con uno fenotípico, el marcado-recaptura y/o los parásitos (Begg and Waldman 1999).

La diferenciación genética entre muestras de peces marinos es mucho menor que entre peces de agua dulce, por lo que determinar la estructura poblacional en peces marinos puede resultar especialmente difícil (Ward *et al.* 1994; Hauser and Ward 1998; Waples 1998; Ward 2000). En el caso de los túnidos y especies afines, al tratarse

de especies altamente migratorias con fases larvarias pelágicas, el problema se acentúa ya que la migración de pocos individuos por generación podría provocar la homogeneidad de las características genéticas entre las poblaciones (Ward 1995).

5.3 Estudios realizados en patudo (*Thunnus obesus*)

En túnidos, la estructura de stocks asumida en el marco de evaluación y gestión se deriva, sobre todo, del conocimiento de las grandes áreas de puesta, de datos pesqueros y de información de marcado recaptura, no necesariamente obtenida de programas de marcado con un diseño experimental idóneo (Turner 1998). En los últimos años, sin embargo, y en la medida en que han avanzado nuevas metodologías, el número de estudios que proporcionan información sobre marcadores biológicos (principalmente de naturaleza genética) ha aumentado significativamente.

En el caso concreto del patudo, el primer estudio inmunogenético no mostró diferencias entre el Pacífico y el Índico (Suzuki 1962), y tres décadas más tarde, un estudio con enzimas de restricción en las regiones citocromo b, 12sRNA y ATCO del ADNmt no mostró diferencias entre 16 especímenes del Pacífico (Chow and Inoue 1993).

Alvarado Bremer *et al.* (1998) analizaron 248 individuos de los tres océanos con una combinación de RFLP y secuenciación de la región de control del ADNmt. Los resultados mostraron que los diferentes haplotipos se podían agrupar principalmente en dos clados. El clado I aparecía tanto en el Atlántico como en el Índico y Pacífico, y el clado II era mayoritario en el Atlántico y sólo aparecía en baja frecuencia en el Índico y Pacífico. Este estudio mostró por primera vez diferencias genéticas entre el océano Atlántico y el IndoPacífico. Sin embargo, no pudieron rechazar la hipótesis nula de homogeneidad dentro del océano Atlántico o del IndoPacífico.

Paralelamente Grewe and Hampton (1998), en un estudio realizado con 9 muestras del Pacífico (n = entre 69 y 105) que fueron analizadas mediante RFLP de las regiones ATCO y D-loop del ADNmt y microsatélites, no pudieron rechazar la hipótesis nula de una población única dentro del Pacífico, lo cual era en principio concordante con resultados obtenidos por marcado-recaptura.

La diferenciación poblacional dentro del Índico fue estudiada por Appleyard *et al.* (2002), quienes muestrearon en 5 localidades y utilizaron RFLP del fragmento ATCO del ADNmt con un enzima de restricción y análisis con 7 microsatélites, no encontrando suficiente evidencia como para poder rechazar la hipótesis nula de una única población de patudo en el Índico.

Chow *et al.* (2000) muestrearon 477 individuos de 15 muestras de los tres océanos, incluyendo 4 del Atlántico y 7 del Cabo de Buena Esperanza, y estudiaron la variabilidad genética mediante RFLP de los segmentos ATCO y D-loop del ADNmt. El ATCO fue tratado con un enzima de restricción que sólo dio dos genotipos con grandes diferencias geográficas en las frecuencias genotípicas, de manera que podía ser utilizado como locus cuasi diagnóstico. El D-loop fue tratado con 2 enzimas de restricción mostrando 15 genotipos distintos. El análisis de diferenciación geográfica mostró que las muestras del Atlántico y el Indo Pacífico eran homogéneas dentro de sí y distintas entre sí, por lo que concluyeron que no hay flujo genético del Atlántico al Índico, y si existiera flujo genético en sentido inverso, no sería suficientemente importante como para cambiar las frecuencias genotípicas del mtDNA del patudo Atlántico. El tratamiento de las muestras del Cabo de Buena Esperanza con la enzima cuasi diagnóstico mostró la presencia de individuos de las poblaciones del Atlántico y del Índico, por lo que no parece haber barreras físicas que impidan la mutua penetración de los patudos de las poblaciones Atlántica e Indo Pacífica, aunque parece que éstos vuelven a los océanos de origen a reproducirse.

Dentro del Atlántico, se cree que el desove tiene lugar principalmente a ambos lados del ecuador en los respectivos veranos de cada hemisferio, pero no hay evidencias en los datos de captura y tasas de captura que soporten la hipótesis de dos stocks diferenciados norte-sur. Además, estudios de marcado indican migraciones trans-Atlánticas del Golfo de Guinea al Atlántico central al norte de Brasil, y del Golfo de Guinea al Atlántico oriental (Pereira 1995). Así, durante los últimos años de la década de los 70 y comienzos de la de los 80, el SCRS consideró ambas alternativas: la de un solo stock o dos stocks (norte y sur), pero desde mediados de los 80, asumió la existencia de un único stock (Turner 1998).

5.4 Contribución del BETYP al conocimiento de la estructura del stock de patudo

En cuanto al conocimiento de la estructura poblacional, el programa BETYP se centró en el marcado recaptura y análisis genéticos de secuenciación del ADNmt. En los programas de marcado recaptura realizados dentro de BETYP se obtuvieron en general tasas de recaptura elevadas, pero la mayoría de las recapturas se dieron relativamente cerca de los puntos de marcado, con pocas recapturas a largo plazo (Delgado de Molina *et al.* SCRS/2004/033, en este volumen; Hallier SCRS/2004/032, en este volumen). Las pesquerías involucradas en los marcados de Canarias y Dakar son de naturaleza estacional. Algunas de las recapturas obtenidas a largo plazo se dieron en las mismas pesquerías y en zonas cercanas a la zona de marcado en años sucesivos, no pudiendo saber si los atunes habían estado en dicha zona durante todo el periodo en libertad, o si habían emigrado e inmigrado durante ese periodo. Por ello, en la discusión se recomendó utilizar marcas archivo para poder discernir si realmente se trata de patudos residentes en esas áreas o no.

El bajo número de recapturas en zonas distantes a las zonas de marcado provocaron que los resultados que se obtuvieron mediante marcado recaptura no fueran demasiado informativos de cara a tener una visión general de la distribución de patudo en el Atlántico y la relación entre áreas distantes en dicho océano. De todas maneras, se hizo una revisión histórica de todas las experiencias de marcado recaptura realizadas en patudo Atlántico (Hallier SCRS/2004/032, en este volumen), y los resultados mostraron por lo menos alguna migración conectando el Golfo de Guinea con el área de Senegal, Canarias, Azores y aguas cercanas a Cuba. Aunque la información no es la mejor, el análisis de toda la información de marcado recaptura convencional existente hasta el presente es concordante con la hipótesis nula de una única población en el Atlántico.

Entre las causas que pudieron provocar la falta de recapturas a largo plazo, se apuntó al gran porcentaje de recapturas obtenido en el corto plazo (en parte como resultado de que los peces marcados en pesquerías de la mancha de Canarias y Dakar permanecían asociados a los barcos tras la liberación) y al problema de falta de recapturas por parte de la flota palangrera. En este sentido, sería conveniente realizar campañas de tag seeding con el objeto de estimar tasas de notificación de marcas de las diferentes flotas, pero aunque estos experimentos se podrían llevar a cabo en algunas flotas como la de cerco, sería bastante difícil llevarlas a cabo en la pesquería de palangre debido a que los peces son tratados a bordo uno por uno. Se sugirió que la presencia de observadores a bordo podría aumentar las tasas de recaptura por parte de estas flotas, como sucede en otras especies.

En cuanto a los análisis genéticos (Martinez y Zardoya SCRS/2004/040, en este volumen), se secuenciaron 407 pb de la región de control de 295 patudos procedentes de 4 regiones atlánticas (Côte d'Ivoire, Canadá, Canarias, Azores) y una región del Índico. Las muestras de Canarias y el Golfo de Guinea fueron muestreadas tanto en 2001 como en 2003 para estudiar la estabilidad temporal de los resultados. Estos confirmaron la presencia de dos clados diferenciados en el Atlántico, uno específico del Atlántico y otro que habita también en el Índico (Alvarado Bremer *et al.* 1998). No obstante, no se observaron diferencias geográficas en las proporciones de ambos clados en las distintas muestras, ni entre las muestras obtenidas en Canarias y Golfo de Guinea en diferentes años. En principio estos resultados son concordantes con la hipótesis de un único stock en el Atlántico, utilizada actualmente por el SCRS, y por tanto permiten tener más confianza en los análisis de evaluación realizados hasta el momento, en lo que se refiere a incertidumbre asociada a la estructura de los stocks asumida.

De todos modos, y teniendo en cuenta que el ADNmt refleja sólo el linaje maternal, se acordó analizar también el ADN nuclear del patudo cuanto antes para confirmar que no existen dos poblaciones diferenciadas viviendo en el mismo área (SCRS/2004/030, en este volumen). Además, se consideró interesante utilizar ejemplares pequeños en los análisis para disminuir la probabilidad de mezcla entre muestras. También se recomendó utilizar métodos alternativos de diferenciación de stocks como la morfometría, pero estos estudios fueron considerados menos prioritarios que el estudio del ADN nuclear.

A pesar de que el conocimiento acumulado hasta el presente no permite rechazar la hipótesis nula de un único stock Atlántico, se reconoció que dicho stock pudiera presentar ciertas características de viscosidad, en el sentido de que las migraciones de los individuos pudieran ser moderadas y no muy fluidas entre regiones lejanas. Dada la potencial aplicación de este tipo de información en modelos integrales de evaluación del tipo de MULTIFAN-CL o FASST, sería conveniente ampliar el conocimiento de las migraciones entre las diferentes regiones del océano Atlántico.

6 Evaluación de stock

6.1 Antecedentes

El Comité Permanente de Investigación y Estadísticas de ICCAT (SCRS) es responsable de evaluar la situación de los stocks gestionados por ICCAT. Normalmente, las evaluaciones se realizan cada 2 a 3 años. Las evaluaciones las lleva a cabo un grupo de trabajo compuesto por científicos de las Partes contratantes y las Partes colaboradoras (“científicos nacionales”) con apoyo logístico de la Secretaría. Al realizar las evaluaciones, el grupo de trabajo utiliza los datos guardados por la Secretaría (fundamentalmente capturas y muestras de talla), y los datos presentados por los científicos nacionales (fundamentalmente datos de CPUE y otra información auxiliar), así como diversos métodos. Este informe resume algunas de los diferentes datos de entrada/opciones de las evaluaciones del stock de patudo del Atlántico, poniendo especial énfasis en las incertidumbres. Asimismo, el informe resume los principales puntos discutidos durante el Simposio del BETYP.

6.2 Componentes de la evaluación

6.2.1 Captura total (Tarea I)

Los principales artes de pesca que se dirigen al patudo son el cerco, el cebo vivo y el palangre. En términos de peso, los desembarques de cerco y cebo vivo responden de cerca del 16% y 18% del total, mientras que el palangre responde de cerca del 65% del total. Por lo tanto, en un sentido relativo, es más probable que las incertidumbres en los desembarques de palangre predominen en la evaluación si esta se basa en la biomasa (por ejemplo un modelo de producción). Por otra parte, si la evaluación se basa en números (por ejemplo un VPA), entonces los datos de captura del cerco y del cebo vivo son más importantes dado que estos artes capturan más peces jóvenes.

- Para el palangre, se cree que la mayor fuente de incertidumbre han sido las capturas no declaradas. Se cree que la importancia relativa de este problema está disminuyendo.
- Para el cerco y el cebo vivo, se cree que la principal fuente de incertidumbre es la composición por especies. Se cree que los cambios en la especie objetivo y en las operaciones de pesca (por ejemplo, DCP) agravan este problema.

6.2.2 Captura por clases de talla/edad

6.2.2.1 Muestreo

Uno de los componentes de los datos de Tarea II es la información sobre composición de tallas de las capturas por pesquería. Estos datos son utilizados por los grupos de trabajo de evaluación para deducir la estructura de tallas global (o estructura de edad) de las capturas. Para el patudo, en la base de datos de ICCAT, la ratio entre los datos de captura de Tarea II con información sobre muestras de tallas y las capturas de Tarea I es del 59%. Esto significa que aproximadamente el 60% de los desembarques totales pueden asociarse a algún tipo de medida. Sin embargo, esta estadística es una sobreestimación del nivel real de muestreo de tallas, ya que algunos países comunican datos de “captura por clases de talla”, es decir muestras de talla ya extrapoladas para coincidir con un nivel mayor de agregación (por ejemplo para coincidir con los datos oficiales de Tarea I).

En las pasadas evaluaciones de patudo realizadas por ICCAT, el grupo de trabajo ha hecho sustituciones para llenar las lagunas existentes en los datos de talla y obtener una estimación total de la captura por clases de talla. En el proceso de hacer sustituciones, se ha asumido que la estructura de tallas de las capturas de una pesquería dada en un momento dado es idéntica a la estructura de otra pesquería en el mismo momento (o idéntica a la estructura de la misma pesquería en otro momento, etc.). En la evaluación de 2002, el 34% de los desembarques de años recientes necesitaron de sustituciones ya que no estaban asociados con datos de talla.

6.2.2.2 Crecimiento

Algunos de los métodos utilizados por ICCAT en el pasado utilizan como entradas una estimación de la matriz total de captura, por edad y por año. Esta matriz se obtiene aplicando el corte de filo de cuchillo a la matriz total de captura por clases de talla, utilizando una ecuación de crecimiento constante (de Cayré y Diouf 1984). Recientemente se han planteado dudas acerca de la forma en que se ha aplicado el algoritmo de corte de filo de cuchillo, y este tema se discutirá en una de las presentaciones que se realizarán durante la Segunda Reunión Mundial sobre Patudo (SCRS/2004/059, ver la Colección de Documentos Científicos 57(2) (2005)). De una

forma más general, otros grupos de trabajo de ICCAT también han manifestado dudas en el pasado acerca de la idoneidad de aplicar el método de filo de cuchillo, que ignora la variabilidad en longitud por clases de edad.

Uno de los principales objetivos del BETYP ha sido mejorar los conocimientos sobre crecimiento del patudo, mediante otolitos y marcado (ver Sección 3, Biología). Como resultado de estos estudios, es probable que la curva de crecimiento utilizada por el grupo sea revisada. Además, algunos de los modelos estadísticamente integrados que se están utilizando (por ejemplo MULTIFAN-CL) ofrecen la posibilidad de estimar directamente los parámetros de crecimiento en la evaluación.

6.2.3 Índices de abundancia

Las evaluaciones del stock de patudo del Atlántico utilizan índices de abundancia basados en datos de CPUE. Existen diversas fuentes de incertidumbre relacionadas con estos índices.

Para el palangre, el esfuerzo se mide en número de anzuelos. Los índices se calculan normalmente utilizando algún proceso de estandarización (por ejemplo, mediante modelos lineales generalizados, GLM) para eliminar los cambios en la CPUE que se crea que no están relacionados con la abundancia. No obstante, no siempre es posible modelar estos factores extrínsecos, especialmente cuando no se dispone de los datos pertinentes. En la última evaluación, el grupo de trabajo no utilizó un índice de palangre porque consideró que la tendencia en la CPUE estandarizada contenía factores importantes debidos a cambios en las especies objetivo a lo largo del tiempo.

Para las pesquerías de cerco y cebo vivo, es bastante más difícil obtener una medida cuantitativa del esfuerzo de pesca efectivo. Se cree que muchas de las tendencias observadas en los índices de CPUE disponibles están relacionadas con cambios en la eficiencia que no pueden ser fácilmente eliminados utilizando técnicas tradicionales de estandarización. Como consecuencia, el grupo de trabajo ha decidido que la serie de CPUE disponible para estas pesquerías no represente la abundancia.

Por lo tanto, el grupo de trabajo terminó utilizando únicamente los índices de palangre para modelar las tendencias en la abundancia. Esto resulta problemático porque las pesquerías de palangre tienden a capturar peces más viejos, y por lo tanto no es una forma fiable de modelar las tendencias en la abundancia de peces pequeños. Esta es una importante fuente de incertidumbre en las evaluaciones porque las tendencias estimadas en el reclutamiento suelen estar determinadas por supuestos del modelo en lugar de datos.

6.2.4 Mortalidad natural

El grupo de trabajo de evaluación utiliza un vector de $0,8 \text{ yr}^{-1}$ para las edades 0 y 1, y de $0,4 \text{ yr}^{-1}$ para edades mayores. Proyectos relacionados con el BETYP (Gaertner y Hallier 2003) han estimado la mortalidad natural a partir de datos de marcado que arrojaron resultados coherentes con las estimaciones utilizadas por el grupo. Es probable que estos estudios produzcan refinamientos al vector de mortalidad natural que utiliza el grupo de trabajo de evaluación.

6.2.5 Ratio sexual

Algunos estudios han demostrado que la ratio sexual puede diferir sustancialmente de 1:1, dependiendo de la pesquería, el área y la temporada. Sin embargo, no se han hecho intentos de producir evaluaciones específicas por sexo para el patudo del Atlántico. Es probable que esta tendencia continúe debido a la ausencia de datos de ratio de sexos, pero el Grupo no parece considerar que esto suponga una fuente importante de incertidumbre.

6.2.6 Estructura espacial

Uno de los principales objetivos del BETYP ha sido examinar la estructura del stock de patudo del Atlántico. El Grupo de trabajo asume la existencia de un único stock en todo el Atlántico y, hasta ahora, las pruebas obtenidas parecen concordar con este supuesto.

Sin embargo, incluso aunque haya un solo stock, podría ser útil aplicar modelos espacialmente explícitos que tengan en cuenta procesos como el movimiento de los peces y el carácter regional de los índices de CPUE específicos de las flotas. Hasta ahora, el Grupo de trabajo de evaluación no ha utilizado modelos espacialmente explícitos, aunque se están realizando intentos con los modelos estadísticos integrados.

6.2.7. Elección de los modelos de evaluación

Los tipos de modelo utilizados tradicionalmente por el Grupo de trabajo pueden clasificarse de varias maneras. Aquí se clasifican, con cierta arbitrariedad, en orden de complejidad creciente.

6.2.7.1 Modelos de producción de biomasa

Estos modelos utilizan series de desembarques totales y un único índice de abundancia. Con el fin de utilizar estos modelos, se parte de varios supuestos simplificadores (tanto explícitos como implícitos). Algunos de los principales inconvenientes que se derivan de su utilización residen en que se ignoran todos los desfases temporales estructurados por edad y en que se asume implícitamente una selectividad constante. Esto resulta problemático en el caso del patudo en el que las pesquerías de superficie dirigen su actividad a los peces más jóvenes y las pesquerías de palangre capturan peces mayores secuencialmente. Por otro lado, los modelos simples pueden utilizarse para tipos simples de asesoramiento de ordenación, y los Grupos de trabajo tienen mucho tiempo para examinar la sensibilidad de los resultados a los diferentes supuestos y selecciones de datos.

En la última evaluación, el Grupo utilizó ASPIC (Prager 2002) con una forma de modelo de producción tipo Fox como fundamento principal para el asesoramiento de ordenación.

6.2.7.2 Modelos de producción estructurados por edad

Estos modelos son intermedios en términos de complejidad. Asumen una cierta relación explícita entre stock y reclutamiento y de este modo incorporan los desfases temporales específicos de la edad. Algunos de ellos incluyen desviaciones aleatorias de la relación determinista stock-reclutamiento.

Los modelos más simples de esta clase establecen un supuesto simple de selectividad y siguen una única pesquería. Un ejemplo de esto es la forma más simple del modelo de diferencia retardada. Otras aplicaciones (por ejemplo, ELBUEY) incluyen los cambios de selectividad en el tiempo o entre las flotas.

Una de las principales fuentes de incertidumbre en las aplicaciones al patudo atlántico de los modelos de producción estructurados por edad es que se han introducido las selectividades específicas de la flota (en lugar de ser estimadas por el modelo). Esto resulta problemático porque los análisis son fragmentados, lo que hace que el grupo sea más susceptible de cometer errores en la manipulación de los datos, etc. También puede traducirse en incoherencias en el modo en que se tratan los datos en las diferentes fases de modelación.

6.2.7.3 VPA

Estos modelos permiten una mayor complejidad en términos de modelación de pesquerías por separado, y no requieren necesariamente que se planteen supuestos sobre la forma de la relación stock-reclutamiento.

Los VPA dependen del supuesto de que la matriz de captura por edad se conozca sin error. Ésta es una importante fuente de incertidumbre para el patudo del Atlántico, con el que se han planteado serias dudas sobre el proceso de separación de cohorte para convertir la captura por talla en captura por edad. Otro problema (relacionado) se basa en que los resultados retrocalculados pueden ser muy sensibles al modo en que se modela el grupo plus, la edad mayor de la captura.

Además, las aplicaciones de VPA para el patudo del Atlántico han tendido a fallar por una razón relacionada más con los datos que con el tipo de modelo: la inexistencia de índices de abundancia fidedignos para los juveniles. De este modo, las tendencias estimadas en la biomasa adulta siguen en gran medida la tendencia de cualquier índice de CPUE de palangre utilizado, mientras que la tendencia en el reclutamiento puede variar en gran medida dependiendo de los supuestos de la modelación.

En los últimos años, el BETYP se ha centrado en la implementación de modelos estadísticos integrados, de los que se expone una breve presentación a continuación.

6.2.7.4 Modelos estadísticos integrados

Los modelos estadísticos integrados (por ejemplo, MULTIFAN-CL y FASST) se consideran necesarios para superar muchos de los problemas mencionados para los otros modelos.

Uno de los rasgos principales de este tipo de modelos es que utilizan los datos en gran medida tal y como aparecen en la base de datos. Por ejemplo, en vez de iniciar el proceso de extrapolación>sustituciones> corte> captura por edad, los modelos utilizan la captura por pesquerías y las muestras de talla. Cuando las muestras de talla son escasas, las estimaciones del modelo serán menos precisas.

Las pesquerías pueden definirse de un modo flexible, tan flexible como lo permitan los datos. En general, la estructura espacial puede definirse como realista en el sentido de que incluye las pesquerías que se desarrollan en diferentes zonas geográficas y también añade complejidad biológica como patrones migratorios.

Los modelos también pueden implementarse para utilizar datos auxiliares, como marcado, que pueden ser útiles para estimar los parámetros de crecimiento o movimiento.

En teoría, los modelos estadísticos integrados pueden formularse para estimar muchos (la mayoría) de los parámetros en el sistema: selectividades, crecimiento natural y mortalidades por pesca, movimiento, cambios en la capturabilidad en el tiempo, la relación stock-reclutamiento, etc. En la práctica, los datos disponibles quizá no permiten ser muy ambicioso, por lo que el uso más probable de estos modelos en un futuro próximo será evitar algunos de los problemas más obvios con los que se topan los otros tipos de modelos de evaluación.

6.2.8 Proyecciones

Pueden realizarse proyecciones con cada uno de los tipos de modelos mencionados antes. En algunos casos, las proyecciones se realizan al margen de la evaluación del estado actual del stock, lo que puede traducirse en incoherencias.

Las proyecciones realizadas con modelos de producción tienden a alcanzar nuevos niveles de equilibrio demasiado rápidamente, quizá debido a que no consideran de forma efectiva los desfases específicos de la edad.

En general, uno de los aspectos más inciertos de las proyecciones es el nivel de selectividad que ha de asumirse en el futuro. La mayoría de las evaluaciones asumen que el patrón de selectividad más reciente (por ejemplo, el patrón de selectividad media de los últimos tres años) continuará en el futuro, algo que puede no ser muy realista en los casos en los que varias pesquerías dirigen su actividad a los peces menores o a los mayores. La Comisión está interesada en alternativas a la regulación actual de talla mínima para el patudo (3,2 kg.), una cuestión que puede considerarse como un tipo de análisis de proyección (en equilibrio).

6.2.9. Control de calidad

Los Grupos de trabajo de ICCAT sobre evaluación del stock de patudo utilizan diferentes tipos de diagnósticos durante las reuniones. Éstos pueden incluir:

- Análisis descriptivos y estadísticas de capturas por pesquerías;
- Diagnósticos de GLM estándar (residuos, ajuste por cuantiles, etc.) para ajustes de GLM a los datos de CPUE;
- Diagramas de burbujas de la captura por edad por año;
- Diagramas de residuos de las CPUE ajustadas en la evaluación;
- Logaritmo de verosimilitud o AIC para diferentes formulaciones de modelo;
- Diagramas de reclutamiento o tendencias de SSB.

Sin embargo, los diagnósticos se utilizan pocas veces de modo sistemático, y tampoco se aplican de forma sistemática de una evaluación a la siguiente. Por tanto, el nivel de escrutinio de los resultados de la evaluación puede variar con el tiempo. El SCRS ha intentado introducir algunos procedimientos de control de calidad como el catálogo de programas informáticos de ICCAT, una documentación más completa y el almacenamiento de todos los datos de entrada y salida de la evaluación. Aunque el proceso de control de calidad ha mejorado notablemente en los últimos años, todavía queda mucho por mejorar. El Grupo de trabajo sobre el patudo podría beneficiarse del desarrollo de un conjunto de procedimientos de control de calidad y de diagnósticos que podrían aplicarse en el contexto de un Grupo de trabajo y que se adaptarían específicamente al patudo.

6.3 Discusión

En lo que se refiere a las proyecciones, los participantes constataron que las aplicaciones recientes eran *ad hoc* y que podría resultar útil estandarizar algunos de los procedimientos utilizados como, por ejemplo, asumir futuros patrones de selectividad.

En cuanto a la estandarización de la CPUE, los participantes reiteraron su preocupación con respecto a la ausencia de índices fidedignos para los juveniles. Se deben dedicar más esfuerzos a investigar los factores que afectan a la capturabilidad de las pesquerías de cerco y deben recopilarse los datos adecuados para considerar dichos factores.

Respecto a los modelos más complejos, se convino en que los modelos estadísticos integrados podrían solventar muchos de los problemas mencionados antes. Sin embargo, los participantes sugirieron también que la adopción de modelos estadísticos integrados para evaluaciones de rutina debe realizarse con prudencia. En este sentido, se plantearon los siguientes pros y contras:

PROS:

- Unos modelos más flexibles proporcionan un mayor realismo. Se podrían reducir los sesgos;
- Estos modelos permiten estimaciones más realistas/rigurosas de la incertidumbre;
- Pueden utilizarse múltiples tipos de datos juntos en el mismo modelo;
- Los modelos pueden utilizar los datos en el mismo nivel en que se comunican, sin la necesidad de la maquinaria formada por sustituciones, separación de edades filo de cuchillo, etc.

CONTRAS:

- Los modelos más sofisticados no se traducen forzosamente en un mejor asesoramiento de ordenación;
- Los modelos más sofisticados requieren una mayor carga de trabajo para los científicos nacionales y para el personal de la Secretaría;
- La utilización rutinaria de estos modelos requiere cambios en el modo en que se llevan a cabo las evaluaciones de ICCAT. Se requeriría más trabajo en el periodo intersesiones para mantener y actualizar los conjuntos de datos.

Los participantes también constataron que algunos de los problemas asociados con la sobre-parametrización de estos modelos podrían evitarse mediante una consideración exhaustiva de los procesos medioambientales que afectan a las poblaciones. Por ejemplo, si las capturabilidades o el reclutamiento pueden vincularse a variables medioambientales, entonces los modelos podrían incorporar índices medioambientales pertinentes, incrementándose de este modo el grado de libertad.

7 Programa de campo

El programa de campo del BETYP se resume en el documento SCRS/2004/030 (en este volumen). A continuación se exponen los comentarios relacionados que surgieron durante la discusión.

La compra de cebo a los pescadores locales mejoró las relaciones entre los pescadores y el programa.

El barco y la tripulación que se fletó en Azores fueron satisfactorios. Sin embargo, surgieron algunas dificultades con la tripulación durante los cruceros en el Golfo de Guinea. Esto se atribuyó a que se trabajaba en un entorno que no les era familiar.

No se pudieron llevar a cabo grandes operaciones de marcado desde otro tipo de barco que no fuese un barco de cebo vivo. El barco de cebo vivo fletado para el BETYP fue apropiado para los fines del programa.

El BETYP se topó, como sucede con todas las operaciones de pesca o marcado de túnidos, con algunas dificultades de disponibilidad natural de cebo y túnidos. En general, fue difícil encontrar y capturar patudo (la disponibilidad del patudo había sido sobreestimada).

La presencia a bordo del coordinador o de un jefe científico con competencia y responsabilidad suficientes es necesaria no sólo para implementar la estrategia de marcado, sino también para solventar muchos problemas técnicos y para mantener unas buenas relaciones con los pescadores y las autoridades locales.

Los diferentes tipos de estrategias de marcado (fletamento de barcos de cebo vivo ghaneanos y portugueses en el marco de términos diferentes, marcado oportunista a bordo del barco de cebo vivo de Ghana) implementados por el BETYP han demostrado de nuevo que la estrategia de marcado debe adaptarse adecuadamente a los objetivos

que se persiguen. El mercado oportunista es difícil de organizar y debe limitarse a objetivos simples como datos sobre movimientos de túnidos. En los términos del acuerdo de flete para el barco, debe quedar claro a todos los participantes (armador del barco, capitán, tripulación, equipo científico) que la única tarea del barco es marcar peces y en modo alguno obtener beneficios monetarios con el pescado capturado y no marcado.

Esto implica la necesidad de algún tipo de incentivo para la tripulación que estimule su interés por el éxito del marcado. Sin embargo, en todo momento debe recaer sobre el jefe científico la responsabilidad de decidir qué pez se va a marcar.

8 Discusión general y conclusiones

Al final del Simposio del BETYP, los participantes consideraron que este programa especial de investigación de ICCAT había respondido a algunas de las cuestiones planteadas por el programa, pero también estimaron que era necesario llevar a cabo más investigaciones sobre el patudo atlántico. También se constató que en algunos campos no se había completado la investigación.

Los detalles de la discusión mantenida se exponen en los diferentes puntos del orden del día.

Se consideró que la investigación desarrollada durante el BETYP sobre diferentes temas como biología, conducta, patrones de movimiento y pesquerías había producido resultados muy positivos, pero todavía eran insuficientes para responder a las principales cuestiones sobre el patudo que se plantearon al inicio de este programa de investigación.

Una cuestión importante que ha quedado pendiente al final del BETYP es el nivel real de mortalidad natural de patudo como función de la edad, que sigue siendo un factor limitador en la evaluación del stock y en la evaluación del impacto real del elevado nivel de capturas de juveniles. También sigue existiendo incertidumbre en cuanto a los efectos de las pesquerías con DCP en los stocks de patudo y sobre su posible influencia en un cambio en la conducta de la especie.

También se debatieron las dificultades que se encontraron durante las actividades de marcado de patudo pequeño, y algunos participantes recalcaron el hecho de que resultó más difícil encontrar y capturar el patudo pequeño de lo que se había estimado inicialmente, por tanto, se había sobreestimado la disponibilidad del patudo juvenil con respecto a los artes de superficie. A pesar de esto, la imagen global del programa de recuperación de marcas concuerda con los resultados de los estudios genéticos y con la estructura del stock asumida actualmente. La investigación en curso sobre ADN nuclear supondrá la confirmación definitiva en este sentido.

En cuanto al marcado electrónico, aunque se observaron colocaciones positivas de marcas archivo internas en el patudo (SCRS/2004/057, ver la Colección de Documentos Científicos 57 (2)), la impresión general fue que la tecnología de marcas pop up no funciona tan bien como con otras especies, lo que puede deberse a una conducta migratoria vertical más acusada del patudo. A pesar de ello, el patudo marcado en Azores durante su migración trófica (SCRS/2004/34, en este volumen) mostraba una conducta migratoria vertical más superficial que la observada en las zonas tropicales del Pacífico.

Los participantes consideraron que los nuevos modelos integrados que se están desarrollando eran un resultado muy positivo del BETYP, como el modelo exploratorio FASST y la primera utilización del MULTIFAN-CL en el patudo atlántico. Se confía en que estos modelos proporcionen una evaluación más amplia del stock de patudo del Atlántico.

9 Comentarios de clausura del presidente

El Dr. Pereira comunicó a los participantes que el Simposio del BETYP sería la última reunión científica a la que iba asistir el Dr. Adolfo Ribeiro Lima en su calidad de Secretario Ejecutivo de ICCAT, debido a su eminente jubilación de la Secretaría de ICCAT. En nombre de la comunidad científica de ICCAT agradeció al Dr. Lima su constante y firme apoyo a la ciencia en el marco de la Comisión. También constató que el Dr. Lima había sido uno de los más influyentes defensores del BETYP. Los participantes se adhirieron al Dr. Pereira en su agradecimiento al Dr. Lima y le desearon lo mejor en el futuro.

El Dr. Pereira expresó su agradecimiento al Sr. Guillermo Fisch por su labor como coordinador del BETYP y al resto de la Secretaría por su implicación en varias tareas del BETYP.

Posteriormente, el Dr. Pereira apuntó que el BETYP no hubiese sido posible sin las contribuciones realizadas al margen del presupuesto de ICCAT. Explicó que las principales contribuciones al programa habían provenido de Japón y de la Comunidad Europea, y agradeció a dichas Partes y a otros contribuyentes su apoyo a este importante programa de investigación.

Finalmente, el Dr. Pereira expresó su agradecimiento a los científicos que habían presentado documentos al Simposio, a los que habían dirigido los debates, a los relatores y a todos los participantes en general.

10 Adopción del informe y clausura

Se acordó que el informe del Simposio del BETYP se adoptaría por correo. El Simposio fue clausurado el 9 de marzo de 2004.

El informe del Simposio fue adoptado por correo.

References / Références / Referencias

- ALLENDORF, F.W., N. Ryman and F.M. Utter. 1987. Genetics and fishery management: past, present and future. Population genetics and fishery management. Ryman, N. and F. M. Utter. Seattle and London, University of Washington Press: 1-19.
- ALVARADO BREMER, J.R., B. Stequert, N.W. Robertson and B. Ely. 1998. Genetic evidence for inter-oceanic subdivision of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) populations. Mar. Biol. 132: 547-557.
- ALVES, A., P. de Barros, M.R. Pinho. 1998. Age and growth of bigeye tuna, *Thunnus obesus*, captured in the Madeira archipelago. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 48(2): 277-283.
- ALVES, A., P. De Barros, M.R. Pinho. 2002. Age and growth studies of bigeye tuna *Thunnus obesus* from the Madeira using vertebrae. Fisheries Research, 54:389-393.
- APPLEYARD, S.A., R.D. Ward and P.M. Grewe. 2002. Genetic stock structure of bigeye tuna in the Indian ocean using mitochondrial DNA and microsatellites. J. Fish. Biol. 60: 767-770.
- BATALYANTS, K.Ya. 1992. On the study of spawning frequency for bigeye (*Thunnus obesus*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), based on the Atlantic longline fishery data. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 34(1): 31-38.
- BEGG, G.A., K.D. Friedland and J.B. Pearce. 1999. Stock identification and its role in stock assessment and fisheries management: An overview. Fish. Res. 43(1-3): 1-8.
- BEGG, G.A. and J.R. Waldman. 1999. An holistic approach to fish stock identification. Fish. Res. 43(1-3): 35-44.
- CARVALHO, G.R. and L. Hauser. 1994. Molecular genetics and the stock concept in fisheries. Rev. Fish Biol. Fish. 4: 326-350.
- CAYRE P., T. Diouf. 1984. Growth of Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) according to tagging results. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 20(1): 180-187.
- CHAMPAGNAT, C., R. Pianet. 1974. Croissance du patudo (*Thunnus obesus*) dans les régions de Dakar et de Pointe Noire. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 2: 141-144.
- CHOW, S. and S. Inoue. 1993. Intra- and interspecific restriction fragment length polymorphism in mitochondrial genes of *Thunnus* tuna species. Bull. Natl. Res. Inst. Far Seas Fish./Enyosuikenho (30): 207-225.
- CHOW, S., H. Okamoto, N. Miyabe, K. Hiramatsu and N. Barut. 2000. Genetic divergence between Atlantic and Indo-Pacific stocks of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) and admixture around South Africa. Mol. Ecol. 9: 221-227.
- CORT, J. L. 1986. Data on tuna fishing by Spanish vessels in the western Indian Ocean. In Expert Consultation on Stock Assessment of Tunas in the Indian Ocean, Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme, Col. Vol. Work. Doc., 1:165-167.

- DELGADO DE MOLINA, A., J.C. Santana. 1986. Age and growth determination of bigeye tuna (*Thunnus obesus*, Lowe, 1939) caught in the Canary Islands. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 25: 130-137.
- DERISO, R. and T. Quinn, Eds. 1988. Improving fish stock assessments. Washington D.C., National Academy Press.
- DRAGANIK, B., Pelczarski W. 1984. Growth and age of bigeye and yellowfin tuna in the central Atlantic as per data gathered by R/V Wieczno. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 20(1): 96-103.
- EVERETT, E. and R. Punsley. 1994. Sex ratios of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean. Unpublished analysis, IATTC. (Cited in Harley and Maunder 2003).
- FAGUNDES, L., C. A. Arfelli and A. F. Amorim. 2001. Paraametros de crescimento e de mortalidade da albacora-bandolim, *Thunnus obesus*, capturada no litoral sudeste-suldo Brasil (1977-95). Boletim do Instituto de Pesca, Sao Paulo, 27(2):175-184.
- GAERTNER, D. and J.P. Hallier. 2003. Estimate of natural mortality of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Atlantic from a tag attrition model. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(5): 1868-1879.
- GAIKOV, V., V.N. Chur, V.L. Zharov, Yu. P. Fedoseev. 1980. On age and growth of the Atlantic bigeye tuna. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 9(2): 294-302.
- GAIKOV, V.Z. 1983. The dynamics of maturation and sex ratio of bigeye tuna (*Thunnus obesus*, Lowe) in the Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 18(2): 347-354.
- GREWE, P.M. and J. Hampton. 1998. An assessment of bigeye (*Thunnus obesus*) population structure in the Pacific Ocean, based on mitochondrial DNA and DNA microsatellite analysis, CSIRO Marine Research: 34.
- HAMPTON, J. 2000. Natural mortality rates in tropical tunas: size really does matter. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57:1002-1010.
- HAMPTON, J. and B. Leroy. 1998. Note on preliminary estimates of bigeye growth from presumed daily increments on otoliths and tagging data. Working paper 18. The Eleventh Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish. Honolulu, Hawaii, U.S.A. 30 May-6 June 1998, 3pp. Oceanic Fisheries Programme, Secretariat of the Pacific Community, B.P.D5, 98848 Noumea, New Caledonia.
- HAMPTON, J., K. Bigelow and M. Labelle. 1998. A summary of current information on the biology, fisheries and stock assessment of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Pacific Ocean, with recommendation for data requirements and future research, Tech. Rep. 36, 46pp. Oceanic Fisheries Programme, Secretariat of Pacific Community, B.P.D5, 98848 Noumea, New Caledonia.
- HAMPTON, J., A. Lewis and P. Williams. 1998. Estimates of western and central Pacific Ocean bigeye tuna catch and population parameters, pp. 212-234. Proceedings of the First World Meeting on Bigeye Tuna, 1998. Eds. R. B. Deriso, W. H. Bayliff and N. J. Webb. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Spec. Rep. 9.
- HAUSER, L. and R.D. Ward. 1998. Population identification in pelagic fish: the limits of molecular markers. Advances in Molecular Ecology. Carvalho, G. R. Amsterdam, IOS Press: 191-224.
- IVERSEN, F.S. 1955. Size frequencies and growth of central and western Pacific bigeye tuna. Spec. Sci. Rep. U.S. Fish. Wildl. Serv. (Fish.) 162:1-40.
- KUME, S. and J. Joseph. 1966. Size composition, growth and sexual maturity of bigeye tuna, *Thunnus obesus* (Lowe), from the Japanese longline fishery in the eastern Pacific Ocean. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. 11(2):45-99.
- MARCILLE, J., C. Champagnat and N. Amada. 1978. Croissance du patudo (*Thunnus obesus*) de l'océan atlantique intertropical oriental. Doc. Sci. Cent. Rech. Oceanogr. Abidjan, ORSTOM 9(1):73-81.
- MATSUMOTO, T. 1998. Preliminary analyses of age and growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the western Pacific Ocean based on otolith increments. In R. B. Deriso, W. H. Bayliff and N. J. Webb, eds., Proceedings of the First World Meeting on Bigeye Tuna. Pp.238-242, Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Spec. Rep. 9.
- MIYABE, N. 2003. Recent sex ratio data of the bigeye tuna caught by the Japanese longline fishery in the Atlantic. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(5): 2028-2039.
- MORITA, Y. 1973. Conversion factors for estimating live weight from gilled-and-gutted weight of bigeye and yellowfin tunas, Far Seas Fish. Res. Lab. Bull. 9:875-913.

- NAKAMURA, E. L. and J. H. Uchiyama. 1966. Length-weight relations of Pacific tunas. In Manar, Thomas A. (ed.), Proceedings of the Governor's [Hawaiian] Conference on Central Pacific Fishery Resources: 197-201.
- NOSE, Y., H. Kawatsu and Y. Hiyama. 1967. Age and growth of Pacific tunas by scale reading. In Collection of works on fisheries science, Jubilee publication of Professor I. Amemiya, pp.701-716. University of Tokyo Press.
- NRC. 1994. An assessment of Atlantic bluefin tuna, National Academy Press, 166pp.
- PARKS, W., F.X. Bard, P. Cayré, S. Kume. 1982. Length-weight relations for bigeye tuna captured in the eastern Atlantic Ocean. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 17(1): 214-225.
- PAWSON, M.G. and S. Jennings. 1996. A critique of methods for stock identification in marine capture fisheries. Fish. Res. 25: 203-217.
- PEREIRA, J. 1984. Croissance du patudo (*Parathunnus obesus*) de l'Atlantique. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, JTT/84/18.
- PEREIRA J. 1987. Maturité sexuelle et sex ratio des patudos capturés aux Açores. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 26(1): 168-173.
- PEREIRA, J. 1995. Status of exploitation of the bigeye tuna stock. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 44(2): 272-280.
- PRAGER, M.H. 2002. Comparison of logistic and generalized surplus-production models applied to swordfish, *Xiphias gladius*, in the North Atlantic Ocean. Fish. Res. 58: 41-57.
- RICKER, W.E. 1981. Changes in the average size and average age of Pacific salmon. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 1636-1656.
- RIKHTER, V.A. and V.N. Efanov. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. ICNAF Res. Doc. 76/VI/8:12pp.
- RUZZANTE, D.E., C.T. Taggart and D. Cook. 1999. A review of the evidence for genetic structure of cod (*Gadus morhua*) populations in the NW Atlantic and populations affinities of larval cod off Newfoundland and the Gulf of Saint Lawrence. Fish. Res. 43:79-97.
- SCHAEFER, K.M. 1986. Reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Pacific Ocean. Inter-American Tropical Tuna Commission, Bulletin, 21(5):201-272.
- SHAKLEE, J.B., S.R. Phelps and J. Salini. 1990. Analysis of fish stock structure and mixed-stock fisheries by the electrophoretic characterization of allelic isozymes. Electrophoretic and isoelectric focusing techniques in fisheries management. Whitmae, D. H. Boca Raton (Florida), CRC Press: 173-196.
- SHOMURA, R.S. and B.A. Keala. 1963. Growth and sexual dimorphism in growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) – a preliminary report. In Proceedings of the World Scientific Meeting on the Biology of Tunas and Related Species, La Jolla, California, 2-14 July 1962, pp.1409-1417. FAO Fisheries Report 6.
- STEPHENSON, R.L. 1999. Stock complexity in fisheries management: a perspective of emerging issues related to population sub-units. Fish. Res. 43:247-249.
- SUDA, A. and S. Kume. 1967. Survival and recruit of bigeye tuna in the Pacific Ocean, estimated by the data of tuna longline catch. Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab. (25):91-104.
- SUN, C.L., C.L. Huang and S.Z. Yeh. 2001. Age and growth of the bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the western Pacific Ocean. Fish. Bull. 99:502-509.
- SUZUKI, A. 1962. Serological studies of the races of tuna. VI. Bigeye-3 antigen occurred in the albacore. Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab. 16: 67-70.
- TANKEVICH, P.B. 1982. Age and growth of the bigeye tuna, *Thunnus obesus* (Scombridae), in the Indian Ocean. J. Ichthyology, 22(4):26-31.
- TOMLINSON, P.K. 1998. Assessment studies of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Spec. Rep. 9: 250-290.
- TURNER, S.C. 1998. Stock structure and mixing. Detailed Report, Tuna Symposium. Col. Vol. Sci. Pap., ICCAT, 50(1): 17-24.
- WALDMAN, J.R. 1999. The importance of comparative studies in stock analysis. Fish. Res. 43: 237-246.

- WANG, S.B., F.C. Chang, S. H. Wang and C. L. Kuo. 2002. Some biological parameters of bigeye and yellowfin tunas distributed in surrounding waters off Taiwan. SCTB Working Paper RG-1.
- WAPLES, R.S. 1998. Separating the wheat from the chaff: patterns of genetic differentiation in high gene flow species. *J. Heredity* 98: 438-450.
- WARD, R.D. 1995. Population genetics of tunas. *J. Fish. Biol.* 47 (Supplement A): 259-280.
- WARD, R.D. 2000. Genetics in fisheries management. *Hydrobiologia* 420(1): 191-201.
- WARD, R.D., M. Woodmark and D.O.F. Skibinski. 1994. A comparison of genetic diversity levels in marine, freshwater and anadromous fishes. *J. Fish Biol.* 44: 213-232.
- WEBER, E. 1980. An analysis of Atlantic bigeye tuna (*Thunnus obesus*) growth. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 9(2): 303-307.
- YUKINAWA, M. and Y. Yabuta. 1963. Age and growth of bigeye tuna, *Parathunnus mebachi* (Kishinouye). Rep. Nanakai Reg. Fish. Res. Lab. 19:103-118.

TABLEAUX

Tableau 1. Estimations des paramètres de croissance de von Bertalanffy pour le thon obèse du Pacifique.

Tableau 2. Estimations des paramètres de croissance de von Bertalanffy pour le thon obèse de l'Atlantique, la longueur est mesurée comme longueur à la fourche en cm.

TABLAS

Tabla 1. Estimaciones de los parámetros de crecimiento von Bertalanffy para el patudo del Océano Pacífico.

Tabla 2. Estimaciones de los parámetros de crecimiento von Bertalanffy para el patudo del Océano Atlántico, en las que la longitud se mide como longitud a la horquilla en cm.

FIGURES

Figure 1. Comparaison des courbes de croissance du thon obèse de différentes régions de l'Océan Atlantique réalisées par différents chercheurs. Les courbes de croissances, du haut vers le bas (à droite de la figure), sont de Weber (1980), Champagnat et Pianet (1974), Fagundes *et al.* (2001), Gaikov *et al.* (1980), Cayre et Diouf (1984), Alves *et al.* (1998; 2002)-mâles, Alves *et al.* (1998; 2002)-sexes combinés, Alves *et al.* (1998; 2002) -femelles, Hallier *et al.* (SCRS/2004/039, dans ce volume), Delgado de Molina et Santana (1986)-femelles, Delgado de Molina et Santana (1986) -sexes combinés, et Delgado de Molina et Santana (1986) -mâles.

FIGURAS

Figura 1. Comparación de las curvas de crecimiento de patudo de diferentes regiones en el Atlántico realizadas por diferentes investigadores. Las curvas de crecimiento, de arriba abajo (a la derecha de la figura) son de Weber (1980), Champagnat y Pianet (1974), Fagundes *et al.* (2001), Gaikov *et al.* (1980), Cayre y Diouf (1984), Alves *et al.* (1998; 2002)-machos, Alves *et al.* (1998; 2002)-sexos combinados, Alves *et al.* (1998; 2002) -hembras, Hallier *et al.* (SCRS/2004/039, en este volumen), Delgado de Molina y Santana (1986)-hembras, Delgado de Molina y Santana (1986)-sexos combinados, y Delgado de Molina y Santana (1986)-machos

APPENDICES

Appendice 1. Ordre du jour

Appendice 2. Liste des Participants

Appendice 3. Liste des Documents

Appendice 4. Présentation de la Section sur les statistiques du Symposium du BETYP

APÉNDICES

Apéndice 1. Orden del día

Apéndice 2. Lista de participantes

Apéndice 3. Lista de documentos

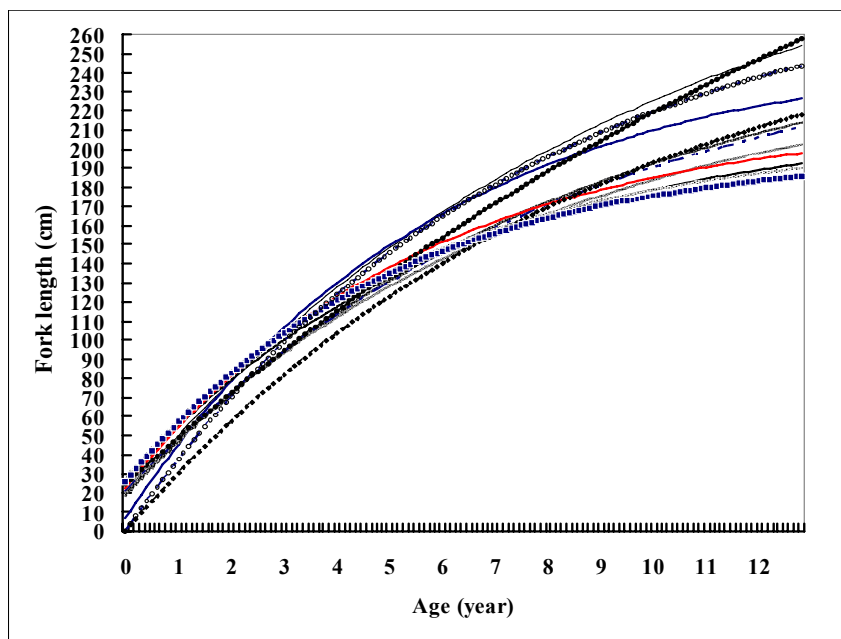
Apéndice 4. Presentación del apartado sobre estadísticas Simposio BETYP

Table 1. Estimates of von Bertalanffy growth parameters for bigeye tuna from the Pacific Ocean.

<i>Parameter</i>			<i>Regions</i>	<i>Characters</i>	<i>Size range (cm)</i>	<i>Investigators</i>
L_{∞}	K	t_0				
195.2	0.106	-1.128	North Pacific	Scales	58-102	Nose <i>et al.</i> (1957)
196.7	0.267	-0.929	Central Pacific (males)	Size frequency		Shomura and Keala (1963)
183.0	0.316	-0.718	Central Pacific (females)	Size frequency		Shomura and Keala (1963)
257.5	0.156	-0.107	Western North Pacific	Size frequency	65-150	Yukinawa and Yabuta (1963)
215	0.104	-0.0011	North Pacific	Scales	51-160	Yukinawa and Yabuta (1963)
213.1	0.212	-0.017	North Pacific	Scales		Yukinawa and Yabuta (1963)
186.95	0.095	-2.11	Eastern Pacific	Size frequency	39-209	Kume and Joseph (1966)
214.8	0.2066	-0.0249	Pacific	Size frequency		Suda and Kume (1967)
165.3	0.3732	-0.342	Western Pacific	Otolith & tagging	25-175	Hampton and Leroy (1998)
208.7	0.2011	-0.906	Western Pacific	Dorsal spine	45.6-189.2	Sun <i>et al.</i> (2001)

Table 2. Estimates of von Bertalanffy growth parameters for bigeye tuna from the Atlantic Ocean., in which length is measured as fork length in cm.

<i>Parameter</i>			<i>Regions</i>	<i>Characters</i>	<i>Size range (cm)</i>	<i>Investigators</i>
L_{∞}	K	t_0				
338.53	0.1041	-0.5425	Darkar and Pointe Noire	Size frequency		Champagnat and Pianet (SCRS/73/68)
259.6	0.15	-0.40	Eastern Atlantic	Size frequency		Marcille, Champagnat, Amada (1978)
491.6	0.054	-0.95	Entire Atlantic	Size frequency		Weber (SCRS/79/77)
381.4	0.09	0	Entire Atlantic	Size frequency		Pereira (1984)
218.8	0.23	-0.02	Eastern Atlantic	Dorsal spine		Draganik and Pelczarski (SCRS/83/30)
285.37	0.1127	0	Eastern Atlantic	Tag-recapture		Cayre and Diouf (SCRS/1983/080)
253.75	0.173	-0.15	Atlantic	Dorsal spine		Gaikov <i>et al.</i> (SCRS/79/40)
245.08	0.13	-0.69	Maderira Archipelago	Vertebrae (females)		Alves <i>et al.</i> (SCRS/97/95; 2002)
267.32	0.12	-0.61	Maderira Archipelago	Vertebrae (males)		Alves <i>et al.</i> (SCRS/97/95; 2002)
264.02	0.12	-0.68	Maderira Archipelago	Vertebrae (Sexes combined)		Alves <i>et al.</i> (SCRS/97/95; 2002)
199.77	0.1970	-0.71	Canary Islands, Eastern Atlantic	First dorsal fin (Males)	50-180	Delgado de Molina, Santana (SCRS/85/72)
214.54	0.1669	-0.77	Canary Islands, Eastern Atlantic	First dorsal fin (Females)	50-180	Delgado de Molina, Santana (SCRS/85/72)
206.14	0.1882	-0.74	Canary Islands, Eastern Atlantic	First dorsal fin (Sexes combined)	50-180	Delgado de Molina, Santana (SCRS/85/72)
295.5	0.136	0	Brazilian southeast to south coast	Size frequency	65-210	Fagundes, Arfelli, Amorim (2001)
217.3	0.180	-0.613	Eastern Atlantic	Tag and otolith	39-124	Hallier <i>et al.</i> (SCRS/2004/039)

**Figure 1.** Comparison of bigeye tuna growth curves from different regions in the Atlantic Ocean by different investigators. Growth curves, from top down (on right of figure), are from Weber (1980), Champagnat and Pianet (1974), Fagundes *et al.* (2001), Gaikov *et al.* (1980), Cayre and Diouf (1984), Alves *et al.* (1998; 2002)-males, Alves *et al.* (1998; 2002)-sexes combined, Alves *et al.* (1998; 2002)-females, Hallier *et al.* (SCRS/2004/039, in this volume), Delgado de Molina and Santana (1986)-females, Delgado de Molina and Santana (1986)-sexes combined, and Delgado de Molina and Santana (1986)-males.

Agenda

- 1 Introduction and objectives
- 2 Statistics
- 3 Biology
- 4 Behavior
- 5 Stock structure
- 6 Stock assessment
- 7 Field programs
- 8 General discussion and conclusions
- 9 Closing comments from the Chairman
- 10 Adoption of the report and closure

Appendix 2

List of Participants

CONTRACTING PARTIES

Commission Chairman

Miyahara, Masanori

ICCAT Chairman, Counselor, Resources Management Department, Fisheries Agency of Japan, 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, 100-8907 Tokyo, Japan
Tel: +81 3 3591 1086, Fax: +81 3 3502 0571, E-mail: masanori_miyahara@nm.maff.go.jp

SCRS Chairman

Pereira, Joao Gil

SCRS Chairman, Universidade dos Açores, Departamento de Oceanografia e Pescas, 9900 Horta, Azores, Portugal
Tel: +351 292 200 431, Fax: +351 292 200 411, E-mail: pereira@notes.horta.uac.pt

BRAZIL

Antonio, Celio

Esplanada dos Ministerios, Bloco 4, Brasilia DF
Tel: +55 61 218 2910, Fax: +55 61 224 5049, E-mail: celioan@agricultura.gov.br

Lins, Jorge

Lab. Biologia Pesqueira, LABIPE-DOL-UFRPE, Praia de Mae Luiza, sn, Natal, RN
Tel: +55 84 215 4432, Fax: +55 84 202 3009, E-mail: jorgelins@ufrnet.br

Travassos, Paulo

Lab. de Ecologia Marinha-LEMAR, Departamento de Pesca/UFRPE, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n1 52 171-900 Dois Irmaos, Recife-PE
Tel: +55 81 3302 1511, Fax: +55 81 3302 1512, E-mail: paulo.travassos@uol.com.br

CANADA

Jones, James B.

Department of Fisheries and Oceans, 343 University Avenue, Moncton, New Brunswick E1C 9B8
Tel: +1 506 851 7750, Fax: +1 506 851 2224, E-mail: jonesj@dfo-mpo.gc.ca

Neilson, John D.

Fisheries and Oceans Canada, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, New Brunswick E5B 2L9
Tel: +1 506 529 5913, Fax: +1 506 529 5862, E-mail: neilsonj@mar.dfo-mpo.gc.ca

CHINA (People's Rep.)

Liming, Song

Professor, Shanghai Fisheries University, 334 Jun Gong Road, Shanghai 200090
Tel: +86 021 657 10205, Fax: +86 021 65710203, E-mail: lmsong@shfu.edu.cn

CÔTE D'IVOIRE

Bombo Blaguet, Noël

Conseiller Technique Pêche, Ministère Production Animale et des Ressources Halieutiques, B. P. V-82, Abidjan
Tel: +225 20 22 99 27, Fax: +225 20 22 99 19, E-mail: bombonoel@yahoo.fr

Djobo, Anvra Jeanson

Conseiller Technique Pêche, Ministère Production Animale et des Ressources Halieutiques, B. P. V-82, Abidjan
Tel: +225 20 22 99 27, Fax: +225 21 24 36 26, E-mail: secagri@africaonline.co.ci

Kouacou Djah, Guillaume

Chef du Service Autonome de la Coopération Internationale, de la Concertation et des Relations Publiques, Ministère Production Animale et des Ressources Halieutiques, B.P. V-82, Abidjan
Tel: +225 20 22 99 27, Fax: +225 21 24 36 26, E-mail: secagri@africaonline.co.ci

EUROPEAN COMMUNITY**Ariz, Javier**

Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias, Apartado 1373, 38080 Santa Cruz de Tenerife, España
Tel: +34 922 549 400, Fax: +34 922 549 554, E-mail: javier.ariz@ca.ieo.es

Arrizabalaga, Haritz

AZTI Fundazioa, Herrera Kaia, Portualde z/g 20110 Pasaia, Gipuzkoa, España
Tel: +34 94 300 4800, Fax: +34 94 300 4801, E-mail: harri@pas.azti.es

Delgado de Molina Acevedo, Alicia

Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias, Apartado 1373, 38080 Santa Cruz de Tenerife, España
Tel: +34 922 549 400, Fax: +34 922 549 554, E-mail: alicia.delgado@ca.ieo.es

Ferreira de Gouveia, Lidia

Direcção Regional das Pescas, Estrada da Pontinha, 9000 Funchal, Madeira, Portugal
Tel: +351 291 203200, Fax: +351 291 229691, E-mail: lidiagouveia@hotmail.com

Fonteneau, Alain

Unité de Recherches No. 109 (THETIS), Centre de Recherche Halieutique Méditerranéenne et Tropicale (IRD), Rue Jean Monet, B. P. 171, 34 203 Sète Cedex, France
Tel: +33 4 99 57 32 00, Fax: +33 4 99 57 32 95, E-mail: alain.fonteneau@ifremer.fr

Hallier, Jean-Pierre

Unité de Recherches No. 109 (THETIS), Centre de Recherche Halieutique Méditerranéenne et Tropicale (IRD), Rue Jean Monet, B. P. 171, 34 203 Sète Cedex, France
Tel: +33 4 99 57 32 38, Fax: +33 4 99 57 32 95, E-mail: jean.pierre.hallier@ifremer.fr

Maury, Olivier

UR THETIS-IRD, Centre de Recherche Halieutique Méditerranéenne et Tropicale, Rue Jean Monet, B. P. 171, 34207 Sète Cedex, France
Tel: +33 4 99 57 32 28, Fax: +33 4 99 57 32 95, E-mail: olivier.maury@ifremer.fr

Mejuto, Jaime

Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Instituto Español de Oceanografía, Muelle de ánimas, s/n, Apartado 130, 15080 A Coruña, España
Tel: +34 981 205 362, Fax: +34 981 229 077

Monteagudo, Juan Pedro

ANABAC, c/Txibitxiaga, 24-entreplanta, Apartado 49, 48370 Bermeo, Vizcaya, España
Tel: +34 94 688 2806, Fax: +34 94 688 6017, E-mail: monteagudog@yahoo.es

Morón Ayala, Julio

OPAGAC, c/Ayala, 54-2ªA, 28001 Madrid, España
Tel: +34 91 575 8959, Fax: +34 91 576 1222, E-mail: opagac@arrakis.es

Mosqueira Sánchez, Iago

AZTI Fundazioa, Txatxarramendi Ugarte z/g, 48395 Sukarrieta (Bizkaia), España
Tel: +34 94 602 94 00, Fax: +34 94 687 00 06, E-mail: imosqueira@suk.azti.es

Ortiz de Urbina, José María

Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Instituto Español de Oceanografía, Puerto Pesquero, s/n, apartado 285, 29640 Fuengirola, Málaga, España
Tel: +34 952 476 955, Fax: +34 952 463 808, E-mail: urbina@ma.ieo.es

Pallarés, Pilar

Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Instituto Español de Oceanografía, c/Corazón de María 8, 28002 Madrid, España
Tel: +34 91 347 3620, Fax: +34 91 413 5597, E-mail: pilar.pallares@md.iao.es

Pianet, Renaud

Unité de Recherches No. 109 (THETIS), Centre de Recherche Halieutique Méditerranéenne et Tropicale (IRD), Rue Jean Monet, B. P. 171, 34 203 Sète Cedex, France
Tel: +33 4 99 57 32 39, Fax: +33 4 99 57 32 37, E-mail: pianet@ird.fr

Santana Fernández, José Carlos

Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias, Apartado 1373, 38080 Santa Cruz de Tenerife, España
Tel: +34 922 549 400, Fax: +34 922 549 554, E-mail: jcarlos.santana@ca.iao.es

Sarralde, Roberto

Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias, Apartado 1373, 38080 Santa Cruz de Tenerife, España
Tel: +34 922 549 400, Fax: +34 922 549 554, E-mail: roberto.sarralde@ca.iao.es

Soto Ruiz, María

Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCYT), Instituto Español de Oceanografía, c/Corazón de María, 8, 28002 Madrid, España
Tel: +34 91 347 36 61, Fax: +34 91 413 55 97, E-mail: maria.soto@md.iao.es

Zardoya, Rafael

Departamento de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Museo Nacional de Ciencias Naturales, c/J. Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid, España
Tel: +34 91 411 13 28, Fax: +34 91 564 50 78, E-mail: rafaz@mncn.csic.es

GHANA**Bannerman, Paul**

Fisheries Department, Ministry of Food and Agriculture, P.O. Box BT 62, Tema
Tel: +233 222 06627, E-mail: mfrd@africaonline.com.gh

GABON**Goussilou, Jean Gabriel**

Chef de Service des Pêches Industrielles, Direction Générale des Pêches et de l'Aquaculture, Ministère de l'Economie Forestière, des Eaux et de la Pêche, Chargé de l'Environnement et Protection de la Nature, B. P. 9498, Libreville
Tel: +241 762630, Fax: +241 764602, E-mail: dgpa@internetgabon.com

Mbourou, Jeannot Ghislain

Responsable de la Cellule Statistiques, Direction Générale des Pêches et de l'Aquaculture, Ministère de l'Economie Forestière, des Eaux et de la Pêche, Chargé de l'Environnement et Protection de la Nature, B. P. 9498, Libreville
Tel: +241 748992, Fax: +241 764602, E-mail: mbj200772@caramail.com

JAPAN**Matsumoto, Takayuki**

National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1 Shimizu-Orido, Shizuoka City, Shizuoka 424-8633
Tel: +81 543 36 6044, Fax: +81 543 35 9642, E-mail: matumot@affrc.go.jp

Miyabe, Naozumi

National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1 Shimizu-Orido, Shizuoka City, Shizuoka 424-8633
Tel: +81 543 366 045, Fax: +81 543 35 9642, E-mail: miyabe@fra.affrc.go.jp

Miyake, Makoto

Japan Tuna, 3-3-4 Shimorenjaku, Mitaka-Shi, Tokyo 181-0013
Tel: +81 422 46 3917, Fax: +81 422 43 7089, E-mail: p.m.miyake@gamma.ocn.ne.jp

Suzuki, Takaaki

Fisheries Agency of Japan, 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo
Tel: +81 3 3502 8111, E-mail: takaaki-suzuki@nm.maff.go.jp

Takeuchi, Yukio

National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1 Shimizu-Orido, Shizuoka City, Shizuoka 424-8633
Tel: +81 543 36 6039, Fax: +81 543 35 9642, E-mail: yukiott@fra.affrc.go.jp

MOROCCO

El Ktiri, Taoufik

Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, Ministère des Pêches Maritimes, Nouveau Quartier Administratif, Agdal, Rabat

Tel: +212 37 68 81 15, Fax: +212 37 68 82 13, E-mail: elktiri@mpm.gov.ma

UNITED STATES

Brill, Richard

Virginia Institute of Marine Science, P.O. Box 1346, College of William and Mary, Gloucester Point, Virginia 23062

Tel: +1 804 684 7352, Fax: +1 804 684 7157, E-mail: rbrill@vims.edu

Brown, Craig A.

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

Tel: +1 305 361 4590, Fax: +1 305 361 4562, E-mail: craig.brown@noaa.gov

Powers, Joseph E.

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149-1099

Tel: +1 305 361 4295, Fax: +1 305 361 4219, E-mail: joseph.powers@noaa.gov

COOPERATING NON-CONTRACTING PARTIES, ENTITIES OR FISHING ENTITIES

CHINESE TAIPEI

Hsu, Chien-Chung

Institute of Oceanography, National Taiwan University, P.O. Box 23-13, Taipei

Tel: +886 2 3362 2987, Fax: +886 2 2366 1198, E-mail: hsucc@ccms.ntu.edu.tw

INTER-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA ASSOCIATION (IATTC)

Allen, Robin L.

IATTC, 8604 La Jolla Shores Drive, La Jolla, California 92037-1508, United States

Tel: +1858 546 7100, Fax: +1858 546 7133, E-mail: rallen@iattc.org

Harley, Shelton

IATTC, 8604 La Jolla Shores Drive, La Jolla, California 92037-1508, United States

Tel: +1858 546 7100, Fax: +1858 546 7133, E-mail: sharley@iattc.org

Joseph, James

2790 Palomino Circle, La Jolla, California 92037, United States

Tel: +1 858 454 5057, Fax: +1 858 454 2604, E-mail: jjoseph@iattc.org

Schaefer, Kurt M.

IATTC, 8604 La Jolla Shores Drive, La Jolla, California 92037-1508, United States

Tel: +1 858 546 7100, Fax: +1 858 546 7133, E-mail: kschaefer@iattc.org

ICCAT SECRETARIAT

c/Corazón de María, 8-6th fl., 28002 Madrid, Spain

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

Ribeiro Lima, Adolfo

Meski, Driss

Restrepo, Victor

Kebe, Papa

Porter, Julie

Palma, Carlos

Fisch, Guillermo, E-mail: guiyefisch@aol.com

García Piña, Cristóbal

García Rodríguez, Felicidad

List of Documents*

- SCRS/2004/030 General overview of the Bigeye Tuna Year Program (BETYP). FISCH, G.
- SCRS/2004/031 Update of basic data on BETYP tagging recoveries in the eastern tropical Atlantic, January 2004. BARD, F.X.
- SCRS/2004/032 Movements of tropical tunas from the tuna associated baitboat fishery of Dakar and from BETYP and historical tagging operations in the Atlantic Ocean. HALLIER, J-P.
- SCRS/2004/033 Análisis de los datos de marcado de patudo en las Islas Canarias. DELGADO DE MOLINA, A, J. Ariz, R. Delgado de Molina, J.C. Santana, P. Pallarés.
- SCRS/2004/034 Behavior of bigeye tuna in a baitboat fishery. PEREIRA, J.G.
- SCRS/2004/035 Improvements in the Ghanaian tuna statistics collection system. BANNERMAN, P., P. Pallarés, P. Kebe.
- SCRS/2004/036 Bigeye pop-up tagging results in Azorian waters. ARRIZABALAGA, H., J.G. Pereira.
- SCRS/2004/037 Swimming behavior of adult bigeye tuna using pop-up tags in the central Atlantic Ocean. MATSUMOTO, M., H. Saito, N. Miyabe.
- SCRS/2004/038 Aggregation of bigeye tuna: Simulation of free-swimming schools versus schools with fish aggregating devices. POWERS, J.E.
- SCRS/2004/039 Growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Atlantic Ocean from tagging-recapture data and otolith readings. HALLIER, J. P., B. Stequert, O. Maury, F.X. Bard.
- SCRS/2004/040 Genetic structure of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Atlantic Ocean. MARTÍNEZ, P., R. Zardoya.
- SCRS/2004/041 FASST: A fully age-size and space-time structured statistical model for the assessment of tuna populations. MAURY, O., B. Faugetas, V. Restrepo.
- SCRS/2004/050 A comparison of bigeye stocks and fisheries in the Atlantic, Indian and Pacific oceans. FONTENEAU, A. [included in Collective Volume of Scientific Papers 57(2) (2005)].
- SCRS/2004/064 Status of the ICCAT stock assessment of bigeye tuna: Current and future perspective. MIYABE, N., Y. Takeuchi, H. Okamoto, V. Restrepo. [included in Collective Volume of Scientific Papers 57(2) (2005)].

* Included in this special issue of the ICCAT Collective Volumes of Scientific Papers (Vol. 57 (1) (2005)), unless otherwise indicated.

Presentation of the Section of the BETYP Symposium on Statistics
Présentation de la Section sur les Statistiques du Symposium du BETYP
Presentación del Apartado sobre Estadísticas Simposio BETYP

Flotas

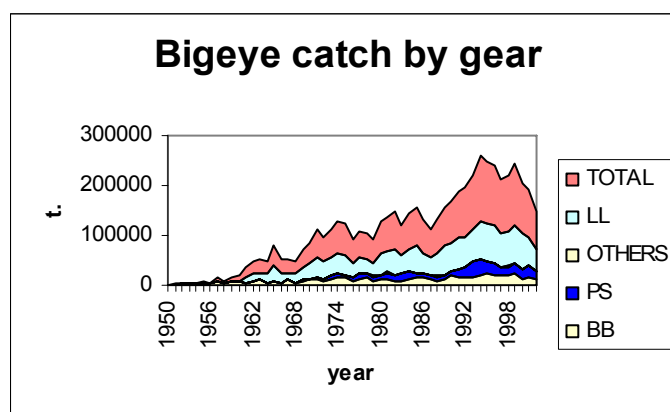
Dirigidas a patudo

- Palangre
- Cebo vivo tropical (flotas con base en Dakar, Azores, Madeira y Canarias dirigidas estacionalmente)

No dirigidas a patudo

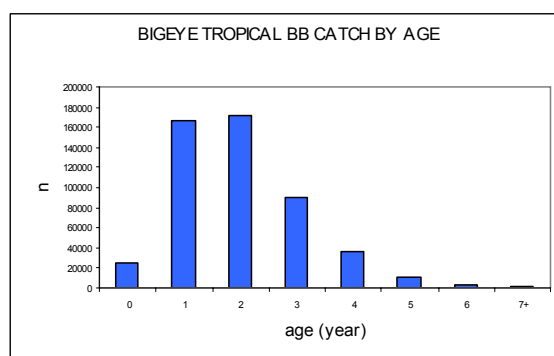
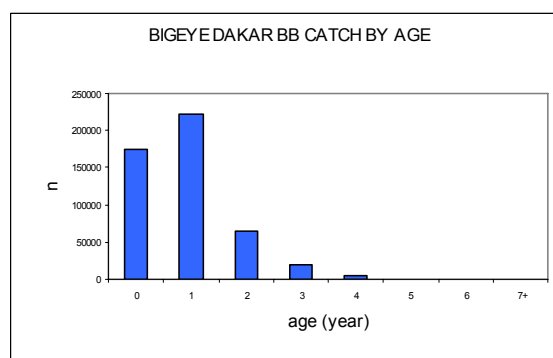
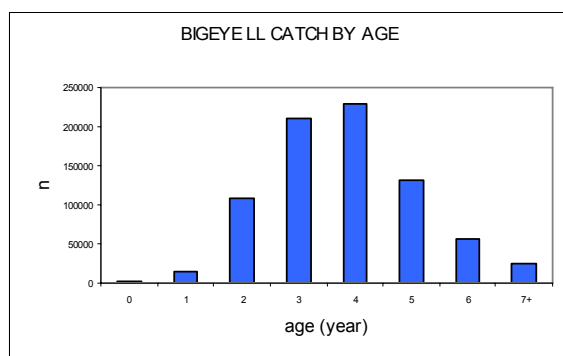
- Cerco
- Cebo vivo ecuatorial (flotas con base en Ghana)

Capturas

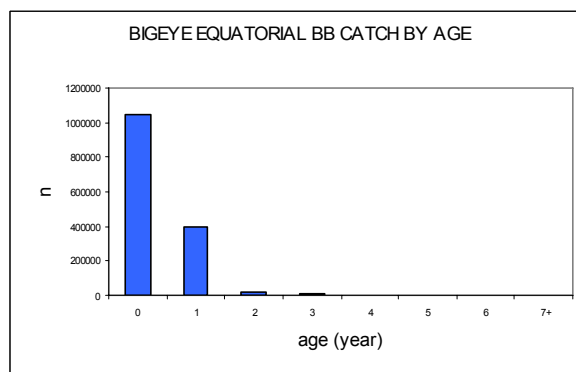
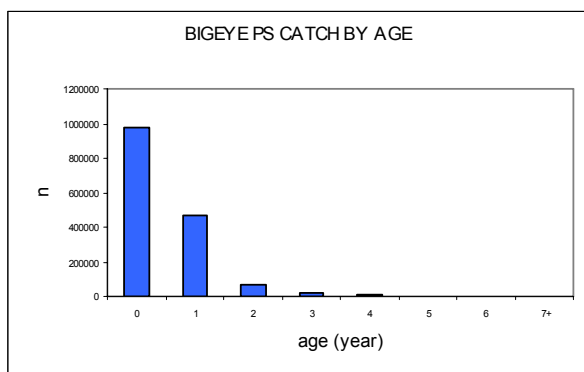


Distribución de edades en la captura

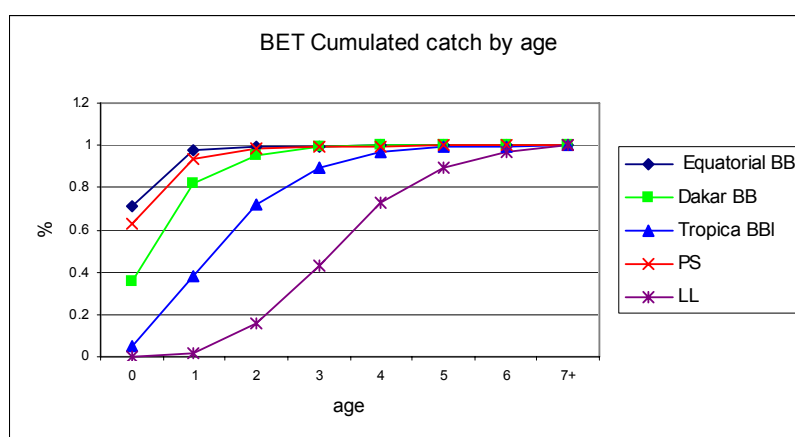
Pesquerías dirigidas a patudo



Pesquerías no dirigidas a patudo



Perfiles de explotación



Problemas asociados a las capturas

Palangre

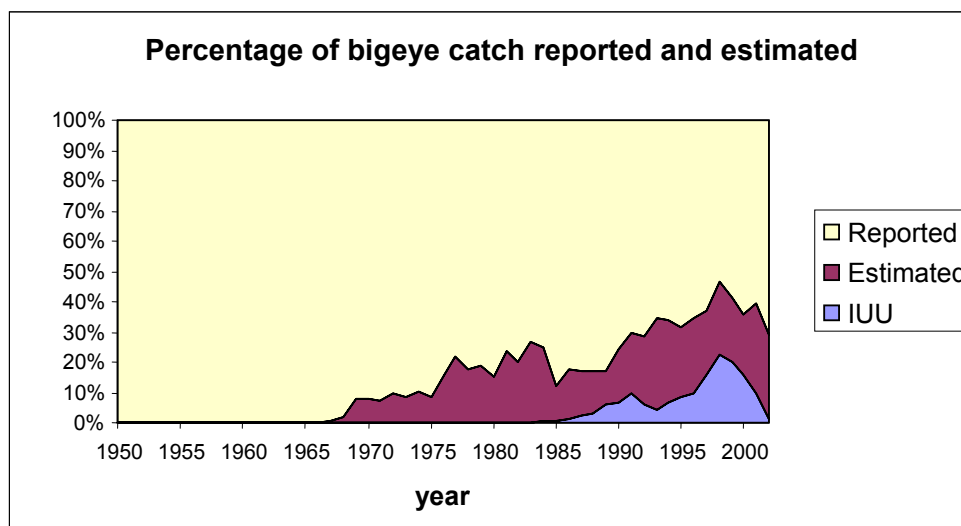
- Estimación de capturas de las flotas IUU
- Conversión captura en número-captura en peso

Cerco

- Estimación de composición específica a partir de muestreos: imposibilidad de conocer las capturas en tiempo real

Flotas ecuatoriales (PS+BB)

- Separación de capturas por arte
- Estimación de composición específica a partir de muestreos: imposibilidad de conocer las capturas en tiempo real



Problemas asociados al esfuerzo

Palangre

- Separación de esfuerzo del palangre de superficie y palangre profundo

Cerco y cebo vivo ecuatorial

- Imposibilidad de separar esfuerzo dirigido a patudo
- Dificultad de separar el esfuerzo sobre objeto y sobre banco libre
- Frecuentes cambios en capturabilidad difíciles de estimar

Cebo vivo no ecuatorial

- Dificultad de separar esfuerzo sobre manchas

Problemas asociados a las tallas

Palangre

- Baja o nula (IUU y otros) cobertura de muestreo
- Gran número de sustituciones

Flotas ecuatoriales (BB+PS)

- Baja cobertura de muestreo

Implicaciones en la gestión

A nivel de evaluación

- Aumento de ruido en la matriz de capturas por edad
- No disponibilidad de índices de abundancia de juveniles ni preadultos
- Incertidumbre en los índices de palangre

A nivel de gestión

- Falta de control sobre las flotas IUU
- Dificultad en aplicar medidas de gestión en base a TACs sobre flotas en las que la captura de patudo no se conoce en tiempo real y es estimada
- Dificultad en aplicar medidas de gestión en base a talla mínima en pesquerías multiespecíficas con artes no selectivos, como el cerco