

**REPORT OF THE 2011 JOINT MEETING OF THE ICCAT WORKING GROUP  
ON STOCK ASSESSMENT METHODS  
AND  
BLUEFIN TUNA SPECIES GROUP TO ANALYZE ASSESSMENT METHODS  
DEVELOPED UNDER THE GBYP AND ELECTRONIC TAGGING**

*(Madrid, Spain - June 27 to July 1, 2011)*

*SUMMARY*

*The Meeting was held in Madrid, Spain from June 27 to July 1, 2011. The double objective of the meeting was to carry out the work plan defined by the Working Group on Stock Assessment Methods and that defined by the GBYP. The meeting focused, among others, on investigating the thresholds, points of reference and the use of harvest control rules (HCR) and on analyzing the assessment methods developed within the framework of the GBYP.*

*RÉSUMÉ*

*La réunion a eu lieu à Madrid (Espagne) du 27 juin au 1<sup>er</sup> juillet 2011. La réunion avait le double objectif de mettre en oeuvre le plan de travail défini par le Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation de stock et celui défini par le GBYP. La réunion s'est centrée, entre autres, sur la détermination des seuils, des points de référence et l'utilisation des normes de contrôle de la ponction (HCR), ainsi que sur l'analyse des méthodes d'évaluation développées dans le cadre du GBYP.*

*RESUMEN*

*La reunión se celebró en Madrid, España, del 27 de junio al 1 de julio de 2011. La reunión tenía el doble objetivo de llevar a cabo el plan de trabajo definido por el Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock y el definido por el GBYP. La reunión se centró, entre otras cosas, en investigar los umbrales, los puntos de referencia y el uso de las normas de control de las capturas (HCR) y analizar los métodos de evaluación desarrollados en el marco del GBYP.*

**1. Opening, adoption of Agenda and meeting arrangements**

Dr. Pilar Pallarés, on behalf of Mr. Driss Meski, ICCAT Executive Secretary, opened the meeting and welcomed participants. The meeting was chaired by Dr. Paul De Bruyn. Dr. De Bruyn welcomed the Working Group participants, reviewed the objectives of the meeting and proceeded to review the Agenda which was adopted without changes (**Appendix 1**).

The List of Participants is attached as **Appendix 2**.

The List of Documents presented at the meeting is attached as **Appendix 3**.

The following participants served as Rapporteurs for various sections of the report:

<i>Section</i>	<i>Rapporteurs</i>
1, 7	P. Pallarés
2	L. Kell
3.1	G. Scott
3.2	M. Ortiz
4.1	S. Cass-Calay
4.2	J. Neilson
5, 6	P. De Bruyn

## **2. Review of current development of stock assessment methods (GBYP)**

Dr. Laurence Kell (ICCAT Secretariat) chaired the session and presented some preliminary work being conducted on a management strategy evaluation (MSE) framework to analyze the robustness of the current, VPA-Adapt based implicit management procedure. Current management procedures consider many but not all sources of uncertainty. It was noted that the Kobe Strategy matrix actually provides a generic framework for evaluating the impact of uncertainty on management advice. MSE is also an important way to show how the results from the new research funded by GBYP can be incorporated into new assessment and modeling approaches for providing robust advice

The author presented a generic MSE approach for simulation (SCRS/2011/110) evaluating the robustness of alternative management advice frameworks with respect to various sources of uncertainty. This involved the use of an Operating Model (see Rademeyer, et al. 2007 for definition of terminology) to evaluate the impact of structural uncertainty on the perception of stock status obtained via Adapt-VPA. Structural uncertainty related to population structure (i.e., two subpopulations) and the stock recruitment relationship (i.e., constant recruitment or compensatory dynamics). The authors found that structural assumptions (1 stock versus 2), and the source of various indices (stock 1 or stock 2) were critical assumptions, which had much greater impact than the stock recruitment assumptions. This has important implications for the structure of assessment models and for the development of management procedures that are robust to structural uncertainty and demonstrated the importance of fisheries independent data and a better understanding of stock dynamics as being provided by the GBYP.

Subsequently, the Chair informed about two short-term modeling contracts awarded under the GBYP to Imperial College on risk analysis and to Dr. Justin G. Cooke to develop new alternative methods to provide scientific advice for fisheries management.

A presentation on the work being conducted by Imperial College showed how different risks will be identified and their relative importance determined. The authors had developed a questionnaire to obtain the perception of stakeholders of the importance of uncertainty on management advice, the extent to which this uncertainty is already considered in management advice and how strongly the responders believed this. These characteristics would be important in helping to identify scenarios for quantitative modeling (i.e., with an MSE framework). There was concern that different stakeholders may have varying levels of understanding of the critical assessment factors, leading to differing priorities. However, it was explained that identifying the difference in perceptions about risk was an important aim of the questionnaire and that the results of the survey would be useful general guide for future activities, e.g. to develop better methods of risk communication as well as developing MSE scenarios which would be used to evaluate and subsequently manage the actual risks.

The Group completed the questionnaire in order to allow the contractors to obtain feedback before conducting the actual survey. Following this exercise, suggestions on how to improve the form were made.

The Group felt that the questions were probably too technical for non-scientific stakeholders. However, it was pointed out that restricting the audience to scientists might be appropriate, if the primary objective of the questionnaire is to identify the main uncertainties in the provision of scientific advice. Modifying the questionnaire for different stakeholder groups was out of the scope of the small contract awarded to Imperial College.

The second contract was for the development of a prototype of an alternative assessment and advice framework. The intention is that alternative frameworks will be evaluated using an MSE framework currently under development by the Bluefin Tuna Species Group. This will allow a range of scenarios to be constructed to first evaluate the existing bluefin tuna assessment and management framework and then to compare the performance of alternative frameworks. This will be used to evaluate how well candidate assessment and advice frameworks perform relative to the management objectives specified by the Commission. It is of interest to the SCRS to determine both how the various methods perform: (i) when supplied only with the data used for assessments to date (catch at size/age, abundance indices, growth curves), and (ii) when additionally supplied with data of the kind being collected under the GBYP (e.g. aerial surveys, electronic tagging).

A short presentation was given by Dr. Cooke of the work in progress on one of the two contracts. It involves an assessment method and a harvest control rule, designed to work in tandem which form the management procedure (MP) component of an MSE. The assessment method proposed is broadly similar to that already used for bluefin tuna, but in order to be able to make use of a variety of different kinds of data, and to capture most of

the main sources of uncertainty, it is cast in a formal Bayesian form with specific likelihood functions for each kind of data. The choice of prior distributions of parameters is driven primarily by the requirement for good management performance, rather than by prior beliefs about likely values. Prior information about likely ranges for parameter values can be taken into account in the construction of the test scenarios which be used to test all candidate procedures. The conventional management reference points  $B_o$ ,  $B_{MSY}$  and  $F_{MSY}$  are used, but defined in a way such that they remain appropriate in the presence of possible regime changes. A simple harvest control rule is proposed: constant  $F$  when the stock is above  $B_{MSY}$ ;  $F$  linearly proportional to  $B/B_{MSY}$  when  $B < B_{MSY}$ . The harvest control rule is based on a notional unselective standard fishery. To convert the results to an actual TAC for a real mix of fisheries, weighting factors are determined for each fishery to relate the effect of a unit catch from each fishery to the effect of a unit catch from the notional standard fishery.

In discussion it was noted that under the management objectives being developed by ICCAT and other RFMOs,  $F_{MSY}$  and  $B_{MSY}$  implicitly become limit rather than target reference points; harvest control rules should preferably be consistent with this. The management targets are expressed in terms of the probabilities of being above or below the applicable limit reference points. The results of the simulation tests of candidate procedures will need to be tabulated or displayed in a form which shows clearly how each procedure performs relative to these targets. Candidate procedures generally have one or more tunable parameters that can be adjusted up or down to make the procedure more or less conservative. The results of the simulation tests can be used to tune procedures to better meet management objectives.

While it is desirable that candidate procedures show robust performance across a broad range of scenarios, it was noted in discussion that the determination of whether a procedure meets quantitatively specified management objectives may depend on the relative weight given to different scenarios. Therefore, even under an MSE approach, the SCRS will not completely escape the necessity, as with conventional stock assessments, to discuss the relative plausibility of different assumptions.

Discussion of the presented approach focused largely upon the structural complexity of the operating models (OM) which serve as the underlying data generating process for the MP. Development of the OM will be a complex task due to the multiple structural, biological and human dimension aspects that could potentially be considered. It was noted that success of the MSE depends upon making the process accessible to all involved parties and making the software widely accessible.

### **3. Meta-analysis for investigation of key parameters such as steepness, virgin biomass or $K$ , $r$ and $M$ ect**

#### ***3.1 Feedback from ISSF meeting***

A workshop was held to examine two issues that significantly affect scientific management advice and which are not always being treated consistently in tuna stock assessments: (1) Assumptions about the stock-recruitment relationship, and (2) evaluating the implications of changing mortality on juvenile and small tunas. The workshop reviewed available information and conducted several preliminary analyses. With regards to the first issue, many assessments either estimate or fix the value of "steepness", a parameter that determines the degree to which average recruitment depends on parental stock biomass. The Workshop concluded that estimated steepness values from individual assessments should be treated with considerable caution and that meta-analyses of the available data for all tuna stocks be continued in order to provide further advice for the estimation of steepness. In addition, the Workshop made recommendations for scientists to better characterize uncertainty in steepness in their stock status determinations, and for managers to consider Harvest Control Rules that are robust to this uncertainty. With regards to the second issue, the Workshop concluded that tuna stocks that have a high fishing mortality rate on juveniles relative to adults tend to have lower spawner-per-recruit levels. However, in terms of absolute spawning biomass relative to  $SSB_{MSY}$ , those stocks that have experienced high juvenile fishing mortality are not necessarily more overfished in comparison to stocks that have not. The Workshop recommended that stock assessment reports routinely include Fishery Impact plots so that the effect that gears with different selectivity have on spawning biomass can be readily evaluated. Finally, the Workshop recommended that future meetings be held to compare the basic life history parameters being used in the tuna stock assessments, with a view to reconcile differences or improve consistency.

The general themes and outcomes of the ISSF meeting were welcomed by the group, although there were questions regarding the approaches undertaken, particularly regarding the fixed natural mortality vectors and their implications for the meta-analysis outcomes, the identification of regime shifts and the utility of impact analysis as a scientific rather than quota bargaining tool. It was pointed out that the analyses conducted at the

meeting where very preliminary and further analysis is required and was encouraged. The Working Group noted that part of this continued work should focus on possible common, but not yet evident, bias in the data used for the preliminary meta-analysis. It was also asked as to whether the recommendations made during the ISSF meeting would be presented formally within ICCAT. It was clarified that a document including many of the recommendations had been developed and that it would be presented at the Kobe meeting in La Jolla in 2011. The document was reviewed by the Group and its recommendations were endorsed.

### **3.2 Alternative approaches**

Much information exists on life history characteristics that are not routinely used in stock assessment. Using such information and assessments from information-rich or similar species, it may be possible to inform assessments of information-poor species (termed a "Robin Hood" approach in Australia). Allowing stocks from one ICCAT area to "learn" from stocks in other ICCAT or other RFMO areas and the generic nature of tools and frameworks proposed for use under the European Common Fisheries Policy and tested prior to implementation. Application of such an approach would thus provide reference points and advice for the stocks which do not have them (e.g., Mediterranean Albacore or by caught species). A problem with traditional hierarchical meta-analysis is that "data" such as stock-recruit are actually outputs from assessment models conditional on assumptions about fixed parameters (e.g. natural mortality, growth and maturity) and dynamics and may carry common, but undetected bias, therefore the development of methods for meta-analysis that are performed on the actual data (e.g., catch and CPUE) will be valuable.

A presentation on the "Robin-hood" approach (SCRS/2011/111) was made to the Group as an example of what could be applied for information-poor ICCAT stocks. In a Bayesian approach priors are "borrowed" from better known, but similar species. The method permits characterization of uncertainty in key aspects needed for providing management advice.

The Working Group noted that hierarchical Bayesian analysis such as this can have some important affect on the outcomes of such evaluations. In the case of tunas, as noted above, differences between tropical and temperate species should be considered when borrowing information sets. But it was also noted that such restrictions can quickly result in few species/stocks from which to borrow information. Estimates of SRR, natural mortality, stock productivity, and other influential parameters are commonly poorly determined for many tuna stocks worldwide and there may be little information available to borrow. Furthermore, even for "information rich" species, the degree of certainty in many of these parameters can be quite low. In these cases, using plausible ranges across parameters may be the only reasonable method available to better capture uncertainty.

The Working Group noted the need to carry out simulation analyses to evaluate the Robin-Hood approach, before implementation, of how the resulting estimates of uncertainty in key parameters carry forward into management recommendations.

A brief summary was given of ECOKNOWS (<http://www.ecoknows.eu/>), an ongoing project from EU that addresses several common points for meta-analysis and evaluations of multi-stocks designed to improve understanding of temporal changes in stock productivity. Several of the objectives of this project are common to the evaluation of uncertainty of key parameters and the outcomes may be useful in further guiding SCRS on better characterization of uncertainties. The Working Group noted interest in keeping abreast of progress in this project.

## **4. Limit, threshold and target reference points as part of HCRs to manage risk**

### **4.1 Generic Harvest Control Rules**

The Working Group previously considered generic HCRs and the precautionary management frameworks of several nations and RFMOs including IATTC, WCPFC, ICES, NAFO, the Multilateral High-Level Conference (MHLC), Canada and the United States (Anon. 2010). The working group also noted that it proposed a generic HCR to the SCRS in 2010 (**Figure 1**), and that this control rule is described in the Report of the 2010 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (Anon. 2011).

A new methodology was presented to the working group, and is described in SCRS/2011/105. The authors explore a potential harvest control rule (HCR) for depleted stocks ( $B < B_{MSY}$ ) which is defined as the TAC that results from an X% probability of further stock decline where the probability is chosen to be extremely low

(likely in the range of 1-5%). Typically, biological reference points are used to construct management targets and/or limits for stock biomass and fishing mortality. However, in many cases these reference points are poorly estimated or based upon unquantifiable assumptions. For instance, reference points based upon maximum sustainable yield ( $B_{MSY}$  and  $F_{MSY}$ ) often require a stock recruitment relationship for which the critical steepness parameter is extremely difficult to estimate. The authors describe a preliminary exploration of the performance of the proposed HCR using the 2010 western Atlantic bluefin tuna base model, and various assumed stock-recruitment relationships. They found that despite substantial differences in the assumed stock recruitment relationship, the proposed harvest control rule, evaluated at a 1% or 5% risk of further depletion, could provide fairly consistent short-term harvest advice for western Atlantic bluefin tuna across the different assumptions regarding spawning stock biomass. They recognized the need for further development and simulation testing of this HCR to determine its general usefulness.

The Group debated the utility of a risk-of-depletion based HCR and emphasized the importance of simulation testing any HCR using a management strategy evaluation (MSE) to ensure that the HCR performs as intended (e.g. converges to the desired objective). The group generally agreed that, given successful simulation testing, a risk-of-depletion based HCR could operate in conjunction with conventional MSY (or proxy)-based management frameworks.

The Working Group also examined the formulation of the ICES generic HCR (**Figure 2**). In the ICES context  $F_{MSY}$  is used as a generic term for a robust estimate (e.g.,  $F_{0.1}$ ) of a fishing mortality rate associated with high long-term yield (ICES, 2010). Thus the MSY-based HCR is specified such that  $F_{MSY}$  is the fishing mortality that will maximize yield in the long-term, and MSY  $B_{trigger}$  is a biomass reference point that triggers a “cautious response” that will maintain the stock at a level capable of producing MSY. ICES intends to recover depleted stocks to levels greater than or equal to the MSY  $B_{trigger}$  by 2012. In order to achieve this objective, a transition strategy was designed to estimate the allowable fishing mortality during 2013-2015. The ICES framework also includes two exceptions: (1) when the stock biomass is much less than  $B_{trigger}$  the fishing mortality will be set at a “suitable alternative”, and (2) when the stock biomass is below  $B_{trigger}$  and the recruitment is low, the allowable  $F$  could be set considering only  $F_{MSY}$  or both  $F_{MSY-HCR}$  and  $F_{MSY-transition}$  (**Figure 2**). This generic HCR is also described in (ICES, 2010).

The Group expressed several concerns regarding the application of the ICES HCR in an ICCAT context. The SCRS has advised that consistent with the precautionary approach,  $F_{MSY}$  be considered an  $F$  limit, and that an  $F$  target lower than  $F_{MSY}$  be defined to ensure a low risk of overfishing given scientific uncertainty. Therefore it appears that the ICES HCR is inconsistent with SCRS advice. Furthermore, using the ICES HCR, natural variability in recruitment could allow an overfished condition to occur and/or persist even when fishing mortality was maintained below  $F_{MSY}$ . The Group noted that current SCRS advice endorses a more precautionary level (e.g. 75% $F_{MSY}$ ) of fishing mortality intended to ensure that the stock biomass remains at a level consistent with convention objectives despite natural variability. The Group also noted that the generic HCR with transition is also designed to limit the possible reduction in  $F$  from one year to another. While this objective may be most desirable from an economic perspective, it may be incompatible with the management objective to allow recovery to above  $B_{trigger}$  within the intended timeframe. The Group also cautioned that management advice must be conditioned on the intent of the management regulations to be applied, and that simulation testing with an MSE is necessary to ensure proper performance of any HCR.

The Group also discussed the guidance of the Commission’s Working Group on the Future of ICCAT with regard to the development of HCRs and precautionary management advice. Previously, the SCRS advised the Commission that:

- 1) *The Commission should establish management measures which result in a low probability of exceeding  $F_{MSY}$  (or other proxy), in cases of stocks for which status is consistent with the Convention objective; and*
- 2) *For stocks with biomass below the level defined by  $F_{MSY}$  (or other proxy), the Commission should establish management measures which result in rebuilding of biomass within a short a time period as biologically feasible and which have a high probability of success.*

To that end, the Working Group on the Future of ICCAT considered and expressed broad support for the concepts contained in the following text. The missing values in the text, referring to X% or less probability of overfishing, X% or greater chance of ending overfishing immediately, and an X year period for rebuilding will be discussed and ratified by the Commission in the near future.

1. For stocks managed by ICCAT that are not overfished and not subject to overfishing (i.e., “healthy” stocks in the green quadrant of the Kobe plot), management measures shall be designed to result in a low (e.g., X% or less) probability of overfishing.
2. For stocks that are not overfished, but are subject to overfishing, (i.e., stocks in the upper right yellow quadrant of the Kobe plot), the Commission shall adopt management measures designed to result in a [moderately] high (e.g., X% or greater) probability of ending overfishing immediately and in a low (e.g., X% or less) probability of resuming overfishing within an X year period.
3. For overfished stocks that are subject to overfishing (i.e., stocks in the red quadrant of the Kobe plot), the Commission shall adopt management measures designed to result in a high (e.g., X% or greater) probability of ending overfishing immediately. In addition, the Commission shall adopt a plan to rebuild the stock to levels consistent with the Convention Objective within X years. A longer rebuilding period may be adopted if SCRS determines a X year rebuilding program is not possible given the biological productivity of the stock.
4. For overfished stocks that are not subject to overfishing (i.e. stocks in the lower left yellow quadrant of the Kobe plot), the Commission shall adopt management measures designed to rebuild the stock to levels consistent with the Convention Objective within X years and to result in a low (e.g., X% or less) probability of overfishing. A longer rebuilding period may be adopted if SCRS determines a X year rebuilding program is not possible given the biological productivity of the stock.

The Methods Working Group agreed that HCRs considered by the SCRS should conform to this guidance and that reiterated that MSE simulations must be conducted to confirm that proposed HCRs perform as expected.

#### **4.2 Species specific case studies**

The Group reviewed ongoing work being conducted for N. Atlantic albacore, where Multifan-CL had been used to evaluate uncertainty due to choices made during stock assessment. MFCL had been fitted to the same data set but different but equally plausible assumptions about life history parameters and patterns of fishing had been made. This resulted in 10 different estimates of historic stock status, productivity and reference points. The intention was to take one of the more complex ICCAT assessments, and use it to evaluate robustness of current methods used for advice, particularly for data-poor stocks and simpler stock assessment methods for use as part of HCRs.

To simulate the data-poor situation, a range of life history parameters were varied. The results showed recruitment varied on a decadal scale, possibly indicating regime shifts. However, limitations of using Multifan-based assessments for this type of analyses were discussed. Yield-per-recruit combined with spawner-per-recruit results was then shown. Reference points change based on assumptions, with the steepness of the stock-recruitment relationship having a particularly large impact. Changing growth assumptions also had a large impact on these length-based assessments. Kobe phase plots showed considerable variation in the stock trajectories among the scenarios attempted. It was pointed out that some extreme examples, such as constant selection, could be ruled out. It was also noted that combining results of different scenarios using different modeling approaches would be more problematic. Projections showed predictable responses, with stock recovery related to quotas. Adding an HCR similar to the ICES approach, output was generated comparable to a Management Strategy Evaluation. It was noted that another potential use of the exercise was that as a kind of sensitivity analyses, the impacts of varying life history parameters can give guidance on the most appropriate research investments. It was noted that development of plausible hypotheses are often more important than the Harvest Control Rule. The Group noted that future harvest control rules should be consistent with policy developed from ICCAT groups such as the Future of ICCAT Working Group (see Section 4.1).

A presentation describing the Canadian policy regarding the Precautionary Approach was provided. The Canadian approach defines three levels of stock status: critical, cautious and healthy. A limit reference point defined the boundary between the critical and cautious zones, and an upper stock reference defined the boundary between cautious and healthy zones. It was noted that Canada recently applied their Precautionary Approach framework to a number of domestic Atlantic Canadian stocks. Important lessons learned included involvement of fishery managers and scientists in a joint panel that attempted to apply the framework in a consistent fashion. The assignment of reference points was basically ad hoc, and the limit reference and upper stock reference points were set at 40 and 80% of the  $B_{MSY}$  level, respectively.

The presentation continued with a possible approach for responding to the Commission's request for the development of a limit reference point (see Rec. 10-02) for North Atlantic swordfish, that built on observations of the stock's recovery from a depleted state, and past work of the Stock Assessment Methods Working Group that demonstrated substantial benefits of incremental gain in SSB of North Atlantic swordfish with reduced ( $0.75 F_{MSY}$ ) exploitation rates, with only marginally reducing equilibrium yield (Anon. 2010). The Group noted that the calculations supporting those conclusions were derived from a VPA, but the main advice on stock status for North Atlantic swordfish is derived from a surplus production model. The Group advised that the calculations could be updated using additional modeling approaches.

The Group also recalled that the Future of ICCAT Working Group has considered and given broad support for policy on harvest control rules (see Section 5). That, if adopted by the Commission, has implications for the definition of limit reference points and harvest control rules that will guide the work of the SCRS in this regard.

The experience in the EU has shown that during simulation testing of Harvest Control Rules (HCR), choices often have to be made when coding that were not obvious when the HCR was proposed. For example the relative priority of objectives such as the risk of falling below a biomass limit, catch or variability in catch may not be fully specified initially, and may require further dialogue with managers and policy-makers. Simulation testing will be an important process in identifying any inconsistencies and specifying relative importance of objectives. Even if HCRs have been simulation tested their operation in practice may be less than optimal and therefore they will require regular performance reviews.

## **5. Other matters**

### **5.1 Google code**

The Group was made aware of an initiative developed for the Joint Working Group on Stock Assessment Methods and GBYP meeting using Google code as a networking and information sharing tool. The site is located at <http://code.google.com/p/gbyp-sam/> and has been used to store code written by several scientists collaborating on models and case studies related to management strategy evaluation. The site is available for anyone to access on a read only basis, and permissions can be given by the site administrators for write access. The idea is to post code and work in progress on this site; allowing others to contribute and download the code, data and documents as necessary. A key feature of the Google code site is the svn feature which stores and tracks the different changes in the code, allowing the easy identification of changes (along with who made them) as well as providing the ability to revert back to previous versions. This method of information sharing and collaboration was proposed by Dr. Kell as a powerful tool that could easily be adopted during ICCAT working groups by the scientists who participate in them. This way scientists can collaborate inter-sessionally both in advance and after meetings

### **5.2 CPUE standardization techniques**

Document SCRS/2011/106 was presented. Two-stage models such as the delta-lognormal estimator are some of the most widely used models for CPUE standardization. The variance of these estimators is obtained from the delta or Taylor series approximation which can sometimes lead to negative variance estimates when the correlation between the proportion of positive observations and the lognormal component have a negative correlation. This document provides a derivation of this variance estimate, a more intuitive understanding of its parts, a recommendation for a solution to this incongruous problem as well as a set of unified R and SAS code which could be used by researchers employing two-stage CPUE estimators. The recommendation is to: (1) test the significance of the correlation between the two components, (2) if non-significant, use the Goodman (1960) exact estimator for the product of two independent random variables and, 3) if significant, use equation the delta approximation for the index variance.

As the code used in the model has been included as an appendix to the document, the authors welcomed the utilization and testing of the code along with any identified comments or issues. It was acknowledged that although the code was fairly robust, there are circumstances, such as when negative correlations between zero catches and positive CPUE levels occur, which may cause computational problems. Corrections for these issues have been written and will be made available, probably by linking the software catalogue entry for this code to this document.

Additionally, attention was drawn to an objective method of spatial stratification of CPUE data using the GLMtree model (Ichinokawa and Brodziak, 2010) presented at both the Blue Marlin and Sharks Working Groups. The method performs CPUE standardization and spatial stratification as a joint estimation and there was concern that adding a constant to the  $\log(\text{CPUE})$  was unnecessary as numerous models exist to more effectively model zero observations such as two-stage or delta lognormal models. It was noted that a potential solution that would avoid any re-coding of the GLMtree model would be to use the GLMtree method to obtain the strata a priori and then use these in a separate CPUE standardization. It might be preferable to use the same strata for both components of a two-stage GLM, however this could lead to unbalance when positive observations might not exist for some areas. The effects of spatial imbalance in observations are considered further, below.

Both the aforementioned working groups have recommended that the model performance be evaluated for future meetings of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods. Key areas identified for investigation included the evaluation of robustness of the area stratifications particularly for relatively rare bycatch species. It might be more plausible to use spatial strata obtained from more abundant target species. The second concern regards the potential for spatial imbalance to create data holes in some years as the spatial pattern is obtained from the data aggregated in space across all years. For some years, certain strata may not have observations which could create problems for CPUE modeling and modeling year\*area interactions, in particular. It is critical to plot the data to determine whether such gaps occur. The value of this approach is that any data gaps can be explicitly identified and imputation methods (Carruthers et al. 2011) could be employed to fill in these holes. It might also be possible to add a penalty to the likelihood function to ensure that a certain number of observations occur in each stratum in each year. The more global concern is about whether the spatial stratification results in improved CPUE indices. This requires simulation testing using data constructed with a spatial pattern and could use the Goodyear's SEEPA simulation software.

### **5.3 ICCAT software catalogue**

A point was raised that some software/code provided in the ICCAT software catalogue is either incorrectly dated, old or obsolete. It was suggested that it is important to link the catalogue to the most updated code available for each software package. As it was pointed out that changes in version may have significant impacts on the results of past assessments, it was very important to note the version or release of the software package used to conduct each assessment. This may best be achieved by providing this information in the documentation of the stock assessment session. The Secretariat stated that it is working on methods to test outputs from models to determine version differences. For non-proprietary collaborative coding, the previously mentioned Google code site was suggested as a good tool for keeping track of versions and changes between them. The group noted the difficulties involved in validation of software for inclusion in the ICCAT software catalogue and suggested that common protocols be developed with other catalogues (e.g. ICES and NOAA toolbox) should be considered.

## **6. Recommendations**

### **6.1 Meta-analysis and methods for informing key parameters**

It was recommended to pursue Robin Hood approaches in order to evaluate their use for providing management advice and continue pursuing meta-analyses but identifying biases due to model assumptions (see section 3.2).

### **6.2 HCRs**

Simulated HCRs should be based on the advice provided by the 2010 Working Group Stock Assessment Methods and Appendix 6 of the 2011 Future of ICCAT meeting report unless shown otherwise.

Alternative harvest control rules, including empirical rules (ISSF, 2011) should be developed and evaluated, although it thought that these will supplement rather than replace more comprehensive analytical harvest control rules.

Management Strategy Evaluation should be a participative approach involving all stakeholders, from scientists to managers, the industry and the fishing communities. It should be developed for ICCAT tuna fisheries and it is recommended that MSE be actively pursued to develop robust management practices which can achieve the Convention Objectives within time frames and tolerable risks that the Commission decides appropriate. As part of this process, it is necessary to work toward a full characterization of scientific uncertainty in stock status to improve estimates of risk.



## 7. Other matters

The Blue Marlin and Shark Working Groups requested the Working Group on Stock Assessment Methods to investigate and test GLMtree model for CPUE standardization and especially for use for by-catch species.

## 8. Adoption of the report and closure

The report was adopted during the meeting.

The Chairman thanked the participants for their hard work.

The meeting was adjourned.

## References

- Anon. 2000, Report of the Meeting of the ICCAT *Ad Hoc* Working Group on Precautionary Approach (Dublin, Ireland, May 17 to 21, 1999). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 51(6): 1941-2056.
- Anon. 2008, Report of the 2007 ICCAT Bigeye Tuna Stock Assessment Session (Madrid, Spain, June 5 to 12, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. 62(1): 97-239.
- Anon. 2009, Proceedings of the Joint Canada-ICCAT Workshop on the Precautionary Approach for Western Bluefin Tuna (Halifax, Canada, March 17 to 20, 2008). S. Garvis, F. Hazin, J.N. Neilson, P. Pallares, C. Porch, V.R. Restrepo, G. Scott, P. Shelton, Y. Wang (eds.). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(2): 353-379.
- Anon. 2010, Report of the 2009 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (Madrid, Spain, March 11 to 14, 2009). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(5): 1851-1908.
- Anon. 2011, Report of the 2010 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (Madrid, Spain, April 21 to 23, 2010). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66(3): 1276-1340.
- Caddy, J. 1998, A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situations. FAO Fisheries Technical Paper, 379, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Carruthers, T.R., Ahrens, R.N.M., McAllister, M.K. and Walters, C.J. 2011, Integrating imputation and standardization of catch rate data in the calculation of relative abundance indices. Fisheries Research, Elsevier.
- De Bruyn, P., Murua, H. and Aranda, M. 2012, The Precautionary Approach to fisheries management: How this is taken into account by tuna regional fisheries management organizations (RFMOs). *Marine Policy* (in press).
- Gabriel, W.L. and Mace, P.M. 1999, Evaluation of biological reference points in the formulation of precautionary approaches to fisheries management. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(4): 273-282.
- ICES 1998, Report of the Study Group on the Precautionary Approach to Fisheries Management. ICES CM 1998/ACFM: 10.
- Ichinokawa M. and Brodziak, J. 2010, Using adaptive area stratification to standardize catch rates with application to North Pacific swordfish (*Xiphias gladius*), Fisheries Research, Elsevier.
- ISSF 2011, Report of the 2011 ISSF Stock Assessment Workshop (Rome, Italy, March 14-17, 2011). ISSF Technical Report 2011-02. International Seafood Sustainability Foundation, McLean, Virginia, USA. <http://iss-foundation.org/wp-content/uploads/downloads/2011/05/ISSF-2011-02-Report-2011-ISSF-WS.pdf>.
- Rademeyer, R.A., Plag, E. and Butterworth, D.S. 2007, Tips and tricks in designing management procedures. ICES Journal of Marine Science, Vol. 64, No. 4, pp. Oxford University Press. Pp. 618
- Shelton, P.A. and Miller, D.C.M, 2009. Robust management strategies for rebuilding and sustaining the NAFO Subarea 2 and Divs. 3KLMNO Greenland halibut fishery. Serial. No. N5673 NAFO SCR. Doc.09/037 Scientific Council Meeting, June 2009.

**RAPPORT DE LA RÉUNION CONJOINTE DE 2011 DU GROUPE DE TRAVAIL  
ICCAT SUR LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES STOCKS  
ET  
DU GROUPE D'ESPÈCES SUR LE THON ROUGE VISANT À ANALYSER LES  
MÉTHODES D'ÉVALUATION ÉLABORÉES DANS LE CADRE DU GBYP AINSI  
QUE LE MARQUAGE ÉLECTRONIQUE**

*(Madrid, Espagne - 27 juin - 1<sup>er</sup> juillet 2011)*

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

Dr Pilar Pallares, au nom de M. Driss Meski, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a ouvert la réunion et a souhaité la bienvenue aux participants. La réunion a été présidée par Dr Paul De Bruyn. Dr De Bruyn a souhaité la bienvenue aux participants au Groupe de travail, a passé en revue les objectifs de la réunion et a procédé à l'examen de l'ordre du jour qui a été adopté sans changement (**Appendice 1**) .

La liste des participants figure à l'**Appendice 2** .

La liste des documents présentés à la réunion est jointe à l'**Appendice 3** .

Les participants suivants ont assumé la tâche de rapporteurs pour les diverses sections du rapport :

<i>Section</i>	<i>Rapporteurs</i>
1,7,8	P. Pallarés
2	L. Kell
3.1	G. Scott
3.2	M. Ortiz
4.1	S. Cass-Calay
4.2	J. Neilson
5,6	P. De Bruyn

**2. Examen de l'élaboration actuelle des méthodes d'évaluation des stocks (GBYP)**

Dr Laurence Kell (Secrétariat de l'ICCAT) a présidé la session et présenté quelques travaux préliminaires en cours de réalisation sur un cadre d'évaluation de la stratégie de gestion (MSE) afin d'analyser la solidité de la procédure de gestion implicite actuelle basée sur la VPA-Adapt. Les procédures de gestion actuelles tiennent compte de nombreuses sources d'incertitude, mais pas de toutes. Il a été noté que la matrice de stratégie de Kobe fournit dans les faits un cadre générique pour évaluer l'impact de l'incertitude sur l'avis de gestion. La MSE est un outil important permettant de montrer comment les résultats de la nouvelle recherche financée par le GBYP peuvent être incorporés dans de nouvelles approches d'évaluation et de modélisation aux fins de la formulation d'avis solides.

L'auteur a présenté une approche MSE générique à des fins de simulation (SCRS/2011/110), évaluant la solidité des cadres d'avis de gestion alternatifs par rapport à diverses sources d'incertitude. Ceci impliquait l'utilisation d'un modèle opérationnel (*cf.* Rademeyer, et *al.* 2007 pour obtenir la définition de la terminologie) pour évaluer l'impact de l'incertitude structurelle sur la perception de l'état des stocks obtenue au moyen de Adapt-VPA. L'incertitude structurelle était liée à la structure des populations (c'est-à-dire deux sous-populations) et à la relation stock-recrutement (c'est-à-dire recrutement constant ou dynamique compensatoire). Les auteurs ont constaté que les postulats structurels (1 stock par opposition à 2) et la source de divers indices (stock 1 ou stock 2) étaient des postulats critiques, qui avaient un impact bien plus grand que les postulats sur le stock-recrutement. Ceci revêt des implications importantes pour la structure des modèles d'évaluation et pour le développement de procédures de gestion qui soient solides face à l'incertitude structurelle, et a démontré l'importance d'obtenir des données indépendantes des pêcheries et de mieux comprendre la dynamique des stocks, comme le fait le GBYP.

Par la suite, le Président a fait part de deux contrats de modélisation de courte durée adjudiqués dans le cadre du GBYP à l'Imperial College sur l'analyse des risques et au Dr Justin G. Cooke en vue d'élaborer de nouvelles méthodes alternatives visant à fournir un avis scientifique pour la gestion des pêcheries.

Une présentation des travaux actuellement réalisés par l'Imperial College a montré la façon dont des risques différents seront identifiés et leur importance relative déterminée. Les auteurs avaient élaboré un questionnaire afin de savoir comment les parties intéressées percevaient l'importance de l'incertitude sur l'avis de gestion, la mesure dans laquelle cette incertitude est déjà prise en compte dans l'avis de gestion et dans quelle mesure ils y croyaient. Ces caractéristiques seraient importantes pour contribuer à identifier des scénarios pour la modélisation quantitative (c'est-à-dire avec un cadre MSE). Des inquiétudes ont été exprimées au sujet du fait que différentes parties intéressées pourraient avoir divers niveaux de compréhension des facteurs d'évaluation critiques, ce qui entraînerait différentes priorités. Toutefois, on a expliqué qu'un objectif important du questionnaire était d'identifier les différences de perception des risques et que les résultats de l'enquête serviraient de guide général pour les futures activités, p.ex. pour développer de meilleures méthodes de communication des risques ainsi que pour développer des scénarios de MSE qui seraient utilisés pour évaluer et ultérieurement gérer les risques actuels.

Le Groupe a complété le questionnaire afin de permettre aux prestataires d'obtenir des informations avant de réaliser l'enquête véritable. Après cet exercice, des suggestions ont été formulées quant à la façon d'améliorer le formulaire.

Le Groupe a estimé que les questions étaient probablement trop techniques pour des parties intéressées non scientifiques. Néanmoins, on a souligné qu'il serait peut-être approprié de restreindre le public aux scientifiques, si l'objectif principal du questionnaire visait à identifier les principales incertitudes dans la formulation de l'avis scientifique. Le petit contrat accordé à l'Imperial College ne permettait pas de modifier le questionnaire pour les différents groupes de parties intéressées.

Le deuxième contrat visait le développement d'un prototype de cadre d'évaluation et d'avis alternatif. L'intention était que des cadres alternatifs soient évalués à l'aide du cadre de MSE que le Groupe d'espèces sur le thon rouge est en train d'élaborer. Ceci permettra de construire une gamme de scénarios visant d'abord à évaluer le cadre existant d'évaluation et de gestion du thon rouge, puis à comparer les performances de cadres alternatifs. Ceci servira à évaluer les performances de cadres potentiels d'évaluation et d'avis par rapport aux objectifs de gestion spécifiés par la Commission. Il est de l'intérêt du SCRS de déterminer la façon dont les diverses méthodes fonctionnent : (i) lorsqu'on ne leur fournit que les données utilisées à ce jour pour les évaluations (prise par taille/âge, indices d'abondance, courbes de croissance) et (ii) lorsqu'on leur fournit en outre des données du même type que celles qui sont actuellement recueillies dans le cadre du GBYP (p.ex. prospections aériennes, marquage électronique).

Dr Cooke a réalisé une brève présentation sur les travaux en cours dans le cadre de l'un des deux contrats. Il s'agit d'une méthode d'évaluation et d'une norme de contrôle de la ponction, conçues pour travailler en tandem, qui constituent l'élément de la procédure de gestion d'une MSE. La méthode d'évaluation proposée est à peu près semblable à celle déjà utilisée pour le thon rouge, mais afin de pouvoir utiliser divers types de données et afin de cerner la plupart des principales sources d'incertitude, elle est élaborée dans une forme bayésienne formelle dotée de fonctions de vraisemblance spécifiques pour chaque type de données. Le choix de distributions a priori des paramètres se fonde essentiellement sur l'exigence de bonnes performances de gestion, plutôt que sur des croyances a priori concernant des valeurs vraisemblables. Les informations préalables sur les gammes probables des valeurs de paramètres peuvent être prises en compte dans la construction des scénarios d'essai qui seront utilisés pour tester toutes les procédures potentielles. Les points de référence de gestion conventionnels  $B_o$ ,  $B_{PME}$  et  $F_{PME}$  sont utilisés, mais ils sont définis de telle façon qu'ils demeurent appropriés en présence d'éventuels changements de régime. Une simple norme de contrôle de la ponction est proposée :  $F$  constant lorsque le stock se situe au-dessus de  $B_{PME}$  ;  $F$  linéairement proportionnel à  $B/B_{PME}$  lorsque  $B < B_{PME}$ . La norme de contrôle de la ponction est basée sur une pêcherie standard non sélective postulée. Afin de convertir les résultats en un TAC réel pour un mélange réel de pêcheries, des facteurs de pondération sont déterminés pour chaque pêcherie pour relier l'effet d'une capture unitaire de chaque pêcherie à l'effet d'une capture unitaire de la pêcherie standard fictive.

Lors des discussions, il a été noté que dans le cadre des objectifs de gestion actuellement mis au point par l'ICCAT et d'autres ORGP,  $F_{PME}$  et  $B_{PME}$  deviennent implicitement des points limites de référence plutôt que des points de référence cibles ; les normes de contrôle de la ponction devraient de préférence être cohérentes avec ceci. Les objectifs de gestion sont exprimés en termes des probabilités de se trouver au-dessus ou au-dessous des points limites de référence applicables. Les résultats des essais de simulation des procédures potentielles devront être présentés sous forme de tableau ou exposés sous une forme qui montre clairement la façon dont chaque procédure fonctionne par rapport à ces objectifs. Les procédures potentielles ont généralement un ou plusieurs paramètres réglables qui peuvent être ajustés vers le haut ou vers le bas afin de rendre la procédure plus ou moins prudente. Les résultats des essais de simulation peuvent être utilisés pour calibrer les procédures afin de mieux répondre aux objectifs de gestion.

Même s'il est souhaitable que les procédures potentielles produisent de solides performances dans une vaste gamme de scénarios, les discussions ont fait ressortir que le fait de décider si une procédure répond à des objectifs de gestion quantitativement spécifiés pourrait dépendre du poids relatif donné aux différents scénarios. C'est pourquoi, même en vertu d'une approche MSE, le SCRS n'échappera pas complètement à la nécessité, comme avec les évaluations de stocks conventionnelles, de discuter la plausibilité relative de différents postulats.

Les discussions sur l'approche présentée se sont largement centrées sur la complexité structurelle des modèles opérationnels (OM) qui servent de processus sous-jacent de création de données pour la procédure de gestion. L'élaboration des modèles opérationnels sera une tâche complexe en raison des multiples aspects structurels, biologiques et de dimension humaine qui pourraient éventuellement être pris en compte. Il a été noté que pour que l'évaluation de la stratégie de gestion soit couronnée de succès, il faut rendre le processus accessible à toutes les parties concernées et le logiciel accessible à un large public.

### **3. Méta-analyse aux fins de la recherche des paramètres fondamentaux tels que l'inclinaison, la biomasse vierge, ou $K$ , $r$ et $M$**

#### ***3.1 Information sur la réunion de l'ISSF***

Un atelier a été tenu pour examiner deux questions qui affectent considérablement l'avis de gestion scientifique et qui ne sont pas toujours traitées de façon cohérente dans les évaluations de stocks : (1) postulats sur la relation stock-recrutement ; et (2) évaluation des implications des changements dans la mortalité des thonidés et des thons juvéniles et petits. L'atelier a examiné les informations disponibles et a réalisé plusieurs analyses préliminaires. En ce qui concerne la première question, de nombreuses évaluations estiment ou fixent la valeur de "l'inclinaison", paramètre qui détermine le degré dont le recrutement moyen dépend de la biomasse du stock de géniteurs. L'atelier a conclu que les valeurs estimées de l'inclinaison obtenues d'évaluations individuelles devraient être traitées avec une grande prudence et qu'il faudrait poursuivre les méta-analyses des données disponibles pour tous les stocks de thonidés afin de fournir de nouveaux avis pour l'estimation de l'inclinaison. De surcroît, l'atelier a formulé des recommandations à l'intention des scientifiques en vue de mieux décrire l'incertitude de l'inclinaison dans leurs déterminations de l'état des stocks, et à l'intention des gestionnaires en vue de prendre en considération des normes de contrôle de la ponction qui soient solides face à cette incertitude. Quant à la deuxième question, l'atelier a conclu que les stocks de thonidés dont le taux de mortalité par pêche est plus élevé pour les juvéniles que pour les adultes tendent à avoir des niveaux de reproducteurs-par-recrutement plus faibles. Toutefois, en termes de biomasse reproductrice absolue par rapport à  $SSB_{PME}$ , les stocks qui ont connu une mortalité de pêche juvénile élevée ne sont pas nécessairement plus surpêchés que les stocks qui ne l'ont pas connu. L'atelier a recommandé que les rapports d'évaluation des stocks incluent systématiquement des diagrammes d'impact des pêcheries de façon à ce que l'on puisse aisément évaluer l'effet des engins avec une sélectivité différente sur la biomasse reproductrice. Finalement, l'atelier a recommandé que des réunions soient tenues à l'avenir dans le but de comparer les paramètres fondamentaux du cycle vital qui sont utilisés dans les évaluations des stocks de thonidés, en vue de concilier les divergences ou d'améliorer la cohérence.

Le groupe s'est félicité des thèmes et des conclusions générales de la réunion de l'ISSF, même si des questions ont été posées sur les démarches adoptées, notamment en ce qui concerne les vecteurs fixes de mortalité naturelle et leurs implications pour les résultats de la méta-analyse, l'identification des changements de régime et l'utilité de l'analyse des impacts comme outil scientifique plutôt qu'outil de négociation des quotas. Il a été souligné que les analyses menées à la réunion étaient très préliminaires et que de nouvelles analyses étaient requises et encouragées. Le groupe de travail a fait remarquer qu'une partie de ces travaux devrait se concentrer sur les éventuels biais communs, mais pas encore évidents, dans les données utilisées pour la méta-analyse préliminaire. On a également demandé si les recommandations formulées pendant la réunion de l'ISSF seraient présentées officiellement au sein de l'ICCAT. On a expliqué qu'un document renfermant nombre de ces recommandations avait été élaboré et qu'il serait présenté à la réunion de Kobe qui se tiendrait à La Jolla en 2011. Le Groupe a examiné le document et ses recommandations ont été entérinées.

#### ***3.2 Approches alternatives***

Un volume important d'information existe sur les caractéristiques du cycle vital qui n'est pas systématiquement utilisée dans l'évaluation des stocks. Si l'on utilise cette information et les évaluations d'espèces similaires ou d'espèces riches en informations, il pourrait être possible de contribuer aux évaluations d'espèces pauvres en données (il s'agit de la démarche dénommée "Robin Hood" en Australie). Il s'agit de permettre aux stocks originaires d'une zone de l'ICCAT de "tirer les enseignements" des stocks se trouvant dans d'autres zones de

l'ICCAT ou d'autres zones d'ORGP et du caractère générique des outils et des cadres proposés pour être utilisés dans le cadre de la politique commune de la pêche européenne et testés avant leur mise en œuvre. L'application d'une telle démarche fournirait donc des points de référence et des avis pour les stocks qui en sont dépourvus (p.ex. germon méditerranéen ou espèces accessoires). Un problème de la méta-analyse hiérarchique traditionnelle réside dans le fait que les "données", telles que le stock-recrutement, sont en fait les résultats de modèles d'évaluation dépendant de postulats sur des paramètres fixes (p.ex. mortalité naturelle, croissance et maturité) et des dynamiques et qu'ils peuvent comporter des biais communs, mais non détectés ; c'est pour cette raison qu'il est très utile de mettre au point des méthodes pour la méta-analyse qui sont exécutées avec les données véritables (p.ex. capture et CPUE)

Une présentation sur la démarche "Robin Hood" (SCRS/2011/111) a été faite devant le groupe en guise d'exemple de ce qui pourrait être appliqué aux stocks de l'ICCAT faisant l'objet d'informations insuffisantes. Dans une démarche bayésienne, les priors sont "empruntés" des espèces mieux connues, mais similaires. La méthode permet de caractériser l'incertitude dans des aspects clefs requis pour formuler un avis de gestion.

Le Groupe de travail a fait remarquer que l'analyse bayésienne hiérarchique de ce type peut avoir un effet important sur les résultats de ces évaluations. Dans le cas des thonidés, comme il a été noté ci-dessus, les différences entre les espèces tropicales et tempérées devraient être prises en compte au moment d'emprunter des jeux d'information. Mais il a également été noté qu'avec de telles restrictions, il risque rapidement d'y avoir peu d'espèces/de stocks à partir desquels emprunter les informations. Les estimations de la Relation stock-recrutement (SRR), de la mortalité naturelle, de la productivité du stock et d'autres paramètres influents sont habituellement mal déterminées pour de nombreux stocks de thonidés dans le monde entier et il pourrait y avoir peu d'informations disponibles à emprunter. En outre, même pour les espèces "riches en information", le degré de certitude dans nombre de ces paramètres peut être assez faible. Dans ces cas, l'utilisation de gammes plausibles de paramètres pourrait s'avérer la seule méthode raisonnable disponible pour mieux cerner l'incertitude.

Le Groupe de travail a noté la nécessité de réaliser des analyses de simulation afin d'évaluer la démarche "Robin Hood", avant sa mise en œuvre, de la façon dont les estimations résultantes de l'incertitude dans les paramètres clefs affectent les recommandations de gestion.

Une brève description d'ECOKNOWS (<http://www.ecoknows.eu/>) a été fournie ; il s'agit d'un projet en cours de l'UE qui aborde plusieurs points communs pour la méta-analyse et les évaluations de stocks multiples conçus pour améliorer la compréhension des changements temporels dans la productivité des stocks. Plusieurs des objectifs de ce projet sont communs à l'évaluation de l'incertitude des paramètres clefs et les résultats pourraient s'avérer utiles pour orienter davantage le SCRS vers une meilleure caractérisation des incertitudes. Le Groupe de travail a manifesté sa volonté de se tenir au courant des progrès réalisés par ce projet.

#### **4. Point de référence limites, points de référence seuils et points de référence cibles dans le cadre des normes de contrôle de la ponction (HCR) visant à gérer le risque.**

##### ***4.1 Normes génériques de contrôle des prises***

Le Groupe de travail a auparavant considéré des normes de contrôle de la ponction (HCR) génériques et les cadres de gestion de précaution de plusieurs pays et ORGP, dont l'IATTC, WCPFC, CIEM, NAFO, la Conférence multilatérale à haut niveau (MHLC), le Canada et les Etats-Unis (Anon. 2010). Le Groupe de travail a également fait remarquer qu'il avait proposé une norme de contrôle de la ponction générique au SCRS en 2010 (**Figure 1**), et que cette norme de contrôle est décrite dans le rapport du Groupe de travail sur les méthodes de 2010 (Anon. 2011).

On a présenté au Groupe de travail une nouvelle méthodologie qui est décrite dans le SCRS/2011/105. Les auteurs explorent une norme de contrôle de la ponction potentielle pour les stocks décimés ( $B < B_{PME}$ ) qui est définie comme étant le TAC qui provient d'une probabilité de X% de poursuite de la chute du stock, où l'on sélectionne une probabilité extrêmement faible (vraisemblablement dans la gamme de 1-5%). Traditionnellement, des points de référence biologiques sont utilisés pour établir des cibles de gestion et/ou des limites pour la biomasse du stock et la mortalité par pêche. Or, dans de nombreux cas, ces points de référence sont insuffisamment estimés ou se fondent sur des postulats non-quantifiables. A titre d'exemple, les points de référence basés sur la production maximale équilibrée ( $B_{PME}$  et  $F_{PME}$ ) nécessitent souvent une relation stock-recrutement pour laquelle le paramètre d'inclinaison critique est extrêmement difficile à estimer. Les auteurs

décrivent une exploration préliminaire des performances de la norme de contrôle de la ponction proposée en utilisant le cas de base du modèle pour le thon rouge de l'Atlantique Ouest de 2010, et diverses relations stock-recrutement postulées. Ils ont découvert que, malgré des différences substantielles dans la relation stock-recrutement postulée, la norme de contrôle de la ponction proposée, évaluée pour le risque de nouvel épuisement de 1% ou 5%, pourrait fournir un avis à court terme sur la ponction assez cohérent pour le thon rouge de l'Atlantique Ouest parmi les différents postulats concernant la biomasse du stock reproducteur. Ils ont reconnu la nécessité de davantage de développement et de test de simulation de cette norme de contrôle de la ponction afin de déterminer son utilité générale.

Le Groupe a débattu de l'utilité d'une norme de contrôle de la ponction basée sur le risque d'épuisement et a souligné l'importance de tester par simulation toutes les normes de contrôle de la ponction à l'aide d'une évaluation de la stratégie de gestion (MSE) visant à garantir que la norme de contrôle de la ponction fonctionne comme prévu (p.ex. converge vers l'objectif souhaité). Le Groupe a convenu, de manière générale, que compte tenu du succès des essais de simulation, une norme de contrôle de la ponction basée sur le risque d'épuisement pourrait opérer conjointement avec des cadres de gestion conventionnels basés sur la PME (ou un indice approchant).

Le Groupe de travail s'est également penché sur la formulation de la norme de contrôle de la ponction générique de la CIEM (**Figure 2**). Dans le contexte du CIEM,  $F_{PME}$  est utilisé comme terme générique pour une estimation solide (p.ex.  $F_{0,1}$ ) du taux de mortalité par pêche associé à une forte production à long terme (CIEM, 2010). Par conséquent, la norme de contrôle de la ponction basée sur la PME est spécifiée de telle façon que  $F_{PME}$  est la mortalité par pêche qui maximisera la production à long-terme, et  $PME B_{trigger}$  est un point de référence de la biomasse qui déclenche une "réponse prudente" qui maintiendra le stock à un niveau capable de produire la PME. Le CIEM a l'intention de rétablir les stocks décimés à des niveaux supérieurs ou équivalents à  $PME B_{trigger}$  d'ici à 2012. Afin de parvenir à cet objectif, une stratégie de transition a été conçue en vue d'estimer la mortalité par pêche admissible entre 2013 et 2015. Le cadre du CIEM inclut également deux exceptions : 1) Lorsque la biomasse du stock est bien inférieure à  $B_{trigger}$ , la mortalité par pêche sera établie à une "alternative appropriée" ; et 2) lorsque la biomasse du stock est en-dessous de  $B_{trigger}$  et le recrutement est faible, le  $F$  admissible pourrait être fixé en ne tenant compte que de  $F_{PME}$  ou des deux  $F_{PME-HCR}$  et  $F_{PME-transition}$  (**Figure 2**). Cette norme de contrôle de la ponction générique est également décrite dans (CIEM, 2010).

Le Groupe a fait part de plusieurs préoccupations en ce qui concerne l'application de la norme de contrôle de la ponction du CIEM dans le contexte de l'ICCAT. Le SCRS a signalé que, conformément à l'approche de précaution,  $F_{PME}$  devrait être considéré comme  $F$  limite, et qu'il faudrait définir un  $F$  cible inférieur à  $F_{PME}$  de façon à garantir un faible risque de surpêche compte tenu de l'incertitude scientifique. C'est pourquoi il semblerait que la norme de contrôle de la ponction du CIEM n'est pas conforme à l'avis du SCRS. De surcroît, en utilisant la norme de contrôle de la ponction du CIEM, la variabilité naturelle dans le recrutement pourrait permettre qu'une condition de surpêche survienne et/ou persiste, même si la mortalité par pêche était maintenue en dessous de  $F_{PME}$ . Le Groupe a constaté que l'avis actuel du SCRS entérine un niveau supérieur de précaution (p.ex. 75%  $F_{PME}$ ) de la mortalité par pêche destiné à faire en sorte que la biomasse du stock demeure à un niveau conforme aux objectifs de la Convention malgré la variabilité naturelle. Le Groupe a également signalé que la norme de contrôle de la ponction générique dotée de transition est également conçue pour limiter la possible réduction de  $F$  d'une année à l'autre. Même si cet objectif pouvait être des plus souhaitable d'un point de vue économique, il pourrait s'avérer incompatible avec l'objectif de gestion de permettre le rétablissement à un niveau supérieur à  $B_{trigger}$  dans les délais prévus. Le Groupe a également mis en garde sur le fait que l'avis de gestion doit être assujéti à la volonté d'appliquer les réglementations de gestion, et qu'il est nécessaire de tester par simulation une évaluation de la stratégie de gestion pour garantir les bonnes performances de toute norme de contrôle de la ponction.

Le Groupe a également discuté des conseils formulés par le Groupe de travail sur le futur de l'ICCAT de la Commission en ce qui concerne le développement d'une norme de contrôle de la ponction et d'un avis de gestion de précaution. Antérieurement, le SCRS avait conseillé à la Commission ce qui suit :

- 1) *La Commission devrait établir des mesures de gestion qui donnent lieu à une faible probabilité de dépasser  $F_{PME}$  (ou un autre indice approchant), dans le cas des stocks dont l'état est conforme aux objectifs de la Convention ; et*
- 2) *En ce qui concerne les stocks dont la biomasse est inférieure au niveau défini par  $F_{PME}$  (ou un autre indice approchant), la Commission devrait établir des mesures de gestion qui donneraient lieu au rétablissement de la biomasse à court terme faisable en termes biologiques et ayant une grande probabilité de réussir.*

A cette fin, le Groupe de travail sur le futur de l'ICCAT a considéré et manifesté un large appui aux concepts renfermés dans le texte suivant. La Commission discutera et ratifiera dans un proche avenir les valeurs qui manquent dans le texte et qui se réfèrent à X% ou moins de probabilité de surpêche, X% ou plus de chance de mettre immédiatement un terme à la surpêche, et une période de X années pour le rétablissement.

1. *Pour les stocks gérés par l'ICCAT qui ne sont pas surpêchés et ne font pas l'objet de surpêche (c'est-à-dire des stocks en « bonne santé » dans le quadrant vert du diagramme de Kobe), les mesures de gestion devront être conçues de façon à donner lieu à une faible (p.ex. X% ou moins) probabilité de surpêche.*
2. *Pour les stocks qui ne sont pas surpêchés, mais qui font l'objet de surpêche (c'est-à-dire stocks se trouvant dans le quadrant jaune supérieur droit du diagramme de Kobe), la Commission devra adopter des mesures de gestion conçues pour donner lieu à une probabilité [modérément] élevée (p.ex. X% ou plus) de fin immédiate de la surpêche et à une faible (p.ex. X% ou moins) probabilité de reprise de la surpêche au cours d'une période de X années.*
3. *Pour les stocks surpêchés faisant l'objet de surpêche (c'est-à-dire les stocks se trouvant dans le quadrant rouge du diagramme de Kobe), la Commission devra adopter des mesures de gestion conçues pour donner lieu à une probabilité élevée (p.ex. X% ou plus) de fin immédiate de la surpêche. En outre, la Commission devra adopter un plan visant à rétablir le stock à des niveaux conformes à l'objectif de la Convention en X années. Une période de rétablissement plus longue pourra être adoptée si le SCRS décide qu'un programme de rétablissement de X années n'est pas possible compte tenu de la productivité biologique du stock.*
4. *Pour les stocks surpêchés ne faisant pas l'objet de surpêche (c'est-à-dire les stocks se trouvant dans le quadrant jaune inférieur gauche du diagramme de Kobe), la Commission devra adopter des mesures de gestion conçues pour rétablir le stock à des niveaux conformes à l'objectif de la Convention en X années et donner lieu à une faible (p.ex. X% ou moins) probabilité de surpêche. Une période de rétablissement plus longue pourra être adoptée si le SCRS décide qu'un programme de rétablissement de X années n'est pas possible compte tenu de la productivité biologique du stock.*

Le Groupe de travail sur les méthodes a convenu que les normes de contrôle de la ponction envisagées par le SCRS devraient se conformer à ces conseils et il a réitéré que des simulations de l'évaluation de la stratégie de gestion doivent être menées à bien pour confirmer que les normes de contrôle de la ponction fonctionnent comme prévu.

#### **4.2 Études de référence spécifiques aux espèces**

Le Groupe a examiné les travaux en cours pour le germon de l'Atlantique Nord, où Multifan-CL avait été utilisé pour évaluer l'incertitude due aux choix réalisés pendant l'évaluation des stocks. MFCL avait été ajusté au même jeu de données, mais des postulats différents bien que tout aussi plausibles avaient été formulés en ce qui concerne les paramètres du cycle vital et les schémas de pêche. Ceci a donné lieu à 10 estimations différentes de l'état historique des stocks, de la productivité et des points de référence. Il s'agissait de prendre l'une des plus complexes évaluations de l'ICCAT, et de s'en servir pour évaluer la solidité des méthodes actuellement utilisées pour formuler un avis, notamment pour les stocks dotés de peu de données, et des méthodes plus simples d'évaluation des stocks à des fins d'utilisation dans le cadre des normes de contrôle de la ponction.

Afin de simuler une situation de peu de données, une gamme de paramètres du cycle vital a été modifiée. Les résultats ont montré que le recrutement variait sur une échelle décennale, ce qui indiquait éventuellement des changements de régime. Toutefois, on a discuté des restrictions imposées par le recours aux évaluations basées sur Multifan pour ce type d'analyses. Les résultats de la production par recrue combinée à la reproduction par recrue ont ensuite été présentés. Les points de référence ont changé sur la base des postulats, l'inclinaison de la relation stock-recrutement ayant un impact particulièrement important. Le fait de modifier les postulats sur la croissance a également eu un fort impact sur les évaluations basées sur la longueur. Les diagrammes de phase de Kobe ont affiché une variation considérable dans les trajectoires des stocks parmi les scénarios considérés. On a souligné que quelques exemples extrêmes, tels qu'une sélection constante, pourraient être exclus. On a également fait remarquer que le fait de combiner les résultats de différents scénarios à l'aide de différentes approches de modélisation serait plus problématique. Les projections ont montré des réponses prévisibles, le rétablissement des stocks étant lié aux quotas. En ajoutant une norme de contrôle de la ponction similaire à celle de l'approche du CIEM, les résultats obtenus étaient comparables à une évaluation de la stratégie de gestion. Il a été noté

qu'une autre utilisation potentielle de l'exercice était que, comme type d'analyses de la sensibilité, les impacts de la variation des paramètres du cycle vital peuvent orienter les investissements de recherche les plus appropriés. Il a été noté que la formulation d'hypothèses plausibles est souvent plus importante que la norme de contrôle de la ponction. Le Groupe a constaté que les normes futures de contrôle de la ponction devraient être conformes à la politique mise au point par les groupes de l'ICCAT, tels que le Groupe de travail sur le futur de l'ICCAT (*cf.* section 4.1).

Une présentation a été faite, laquelle décrivait la politique canadienne concernant l'approche de précaution. L'approche canadienne définit trois niveaux de l'état des stocks: critique, de prudence et sain. Un point limite de référence définissait la frontière entre la zone critique et la zone de prudence, et un point supérieur de référence pour les stocks définissait la frontière entre la zone de prudence et la zone saine. Il a été fait remarquer que le Canada avait récemment appliqué son cadre d'approche de précaution à un certain nombre de stocks nationaux atlantiques canadiens. D'importantes leçons apprises portaient sur la participation des gestionnaires et des scientifiques des pêcheries à un comité conjoint qui tentait d'appliquer le cadre de manière cohérente. L'assignation des points de référence s'est fait de façon ponctuelle, et les points limites de référence et les points supérieurs de référence pour les stocks ont été établis à 40% et 80% du niveau de  $B_{PME}$ , respectivement.

La présentation s'est poursuivie avec l'exposition d'une approche possible visant à répondre à la demande de la Commission portant sur le développement d'un point limite de référence (*cf.* Rec.10-02) pour l'espadon de l'Atlantique Nord, reposant sur les observations du rétablissement du stock qui était décimé, et sur les travaux antérieurs du Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks qui ont prouvé les avantages considérables d'un gain en incréments dans la SSB de l'espadon de l'Atlantique Nord avec des taux d'exploitation réduits ( $0,75 F_{PME}$ ), en ne réduisant que marginalement la production en conditions d'équilibre (Anon. 2010). Le Groupe a noté que les calculs appuyant ces conclusions ont été obtenus à partir d'une VPA, mais que le principal avis sur l'état des stocks d'espadon de l'Atlantique Nord provient d'un modèle de production excédentaire. Le Groupe a fait savoir que les calculs pourraient être actualisés à l'aide d'approches de modélisation additionnelles.

Le Groupe a également rappelé que le Groupe de travail sur le futur de l'ICCAT a envisagé et accordé un vaste appui à la politique sur les normes de contrôle de la ponction (*cf.* section 5). Si elles sont adoptées par la Commission, ces dernières auront des implications sur la définition des points limites de référence et des normes de contrôle de la ponction qui orienteront les travaux du SCRS à cet égard.

L'expérience au sein de l'UE a démontré que lors des essais de simulation des normes de contrôle de la ponction, des choix doivent souvent être faits lors de la codification qui n'étaient pas évidents lorsque la norme de contrôle de la ponction a été proposée. A titre d'exemple, la priorité relative des objectifs, tels que le risque de tomber en-dessous d'une limite de biomasse, la capture ou la variabilité de la capture pourrait initialement ne pas avoir été complètement spécifiée, et nécessiter davantage de dialogue avec les gestionnaires et les décideurs. L'essai de simulation constituera un important processus pour identifier toutes les incohérences et préciser l'importance relative des objectifs. Même si les normes de contrôle de la ponction ont été soumises à des essais de simulation, leur fonctionnement dans la pratique pourrait s'avérer loin d'être optimal et c'est pourquoi leurs performances devront être régulièrement révisées.

## **5. Autres questions**

### **5.1 Code Google**

Le Groupe a été informé d'une initiative lancée pour la réunion conjointe du Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation et du GBYP, qui utilisait le code Google comme outil de mise en réseau et de mise en commun de l'information. Le site est situé à <http://code.google.com/p/gbyp-sam/> et a été utilisé pour stocker les codes rédigés par plusieurs scientifiques qui collaboraient sur des modèles et des études de cas se rapportant à l'évaluation de la stratégie de gestion. Quiconque peut accéder au site en lecture seule, les administrateurs du site pouvant donner des permissions pour l'accès en écriture. L'idée consiste à publier le code et le travail en cours sur ce site ; en permettant aux autres de contribuer et de télécharger les codes, les données et les documents en tant que de besoin. Une caractéristique essentielle du site du code Google est la caractéristique svn qui stocke et suit à la trace les différents changements de code, permettant d'identifier aisément les changements (tout comme ceux qui les ont faits), ainsi que donner la possibilité de revenir sur des versions antérieures. Dr Kell a proposé cette méthode de mise en commun de l'information et de collaboration en tant qu'outil puissant pouvant facilement être adopté pendant les groupes de travail de l'ICCAT par les scientifiques qui y participent. De cette façon, les scientifiques peuvent collaborer pendant la période intersession à la fois avant et après les réunions.



## 5.2 Techniques de standardisation de la CPUE

Le document SCRS/2011//106 a été présenté. Les modèles à deux stades, tels que l'estimateur delta-lognormal, sont quelques-uns des modèles les plus amplement utilisés pour la standardisation de la CPUE. La variance de ces estimateurs est obtenue de l'approximation des séries delta ou de Taylor qui peuvent parfois donner lieu à des estimations de variance négatives lorsque la corrélation entre la proportion d'observations positives et l'élément lognormal est négative. Ce document fournit une dérivation de cette estimation de la variance, une compréhension plus intuitive de ses parties, une recommandation pour une solution à ce problème incongru, ainsi qu'un jeu de R et codes SAS unifiés que pourraient utiliser les chercheurs employant des estimateurs de la CPUE à deux stades. La recommandation vise à : 1) tester l'importance statistique de la corrélation entre les deux composantes ; 2) en l'absence d'importance statistique, utiliser l'estimation exacte de Goodman (1960) pour le produit de deux variables aléatoires indépendantes ; et 3) en présence d'importance statistique, utiliser l'équation de l'approximation delta pour la variance des indices.

Comme le code utilisé dans le modèle a été inclus comme appendice au document, les auteurs se sont félicités de l'utilisation et du test du code avec tout commentaire ou question identifié(e). Il a été reconnu que, même si le code était assez solide, il existe des circonstances, p.ex. lorsque des corrélations négatives surviennent entre des prises nulles et des niveaux positifs de CPUE, susceptibles d'entraîner des problèmes de calcul. Des corrections à ces problèmes ont été rédigées et vont être disponibles, probablement en reliant la saisie de ce code dans le catalogue de logiciels à ce document.

En outre, l'attention a été appelée sur une méthode objective de stratification spatiale des données de CPUE à l'aide du modèle GLMtree (Ichinokawa et Brodziak, 2010) présenté à la fois aux groupes de travail sur le makaire bleu et sur les requins. La méthode exécute la standardisation et la stratification spatiale de la CPUE comme une estimation conjointe et le groupe s'est montré préoccupé par le fait qu'il n'était pas nécessaire d'ajouter une constante au logarithme (CPUE), étant donné que de nombreux modèles existent pour modéliser plus efficacement les observations nulles, telles que les modèles à deux stades ou les modèles delta lognormal. Il a été noté qu'une solution potentielle qui éviterait toute recodification du modèle GLMtree consisterait à utiliser la méthode GLMtree pour obtenir les strates a priori et les utiliser ensuite dans une standardisation distincte de la CPUE. Il pourrait être préférable d'utiliser les mêmes strates pour les deux composantes d'un GLM à deux stades; cependant, ceci pourrait donner lieu à un déséquilibre lorsque des observations positives pourraient ne pas exister pour certaines zones. Les effets du déséquilibre spatial dans les observations sont examinés plus avant ci-dessous.

Les deux groupes de travail susmentionnés ont recommandé que les performances du modèle soient évaluées pour les futures réunions du Groupe de travail ICCAT sur les méthodes d'évaluation des stocks. Les domaines clés identifiés pour la recherche incluaient l'évaluation de la solidité des stratifications de zones, notamment pour les espèces accessoires relativement rares. Il pourrait être plus plausible d'avoir recours aux strates spatiales obtenues d'espèces cibles plus abondantes. La deuxième préoccupation porte sur le fait que le déséquilibre spatial risque de créer des lacunes de données au cours de certaines années, étant donné que le schéma spatial s'obtient des données regroupées dans l'espace pour toutes les années. Pour quelques années, certaines strates pourraient ne pas avoir d'observations, ce qui pourrait créer des problèmes pour la modélisation de la CPUE et la modélisation des interactions année\*zone, en particulier. Il est essentiel de porter les données sur un diagramme pour déterminer si ces lacunes existent. La valeur de cette approche réside dans le fait que toute lacune de données peut être explicitement identifiée et les méthodes d'imputation (Carruthers *et al.*, 2011) pourraient être employées pour combler ces lacunes. Il pourrait également être possible d'ajouter une pénalisation à la fonction de vraisemblance afin de s'assurer qu'un certain nombre d'observations surviennent chaque année dans chaque strate. La préoccupation plus générale concerne la question de savoir si la stratification spatiale entraîne des indices améliorés de CPUE. Ceci nécessite des essais de simulation qui utilisent les données construites avec un mode spatial ; à cette fin, il serait possible de se servir du logiciel de simulation SEEPA de Goodyear.

## 5.3 Catalogue de logiciels de l'ICCAT

Il a été relevé que certains logiciels/codes figurant dans le catalogue de logiciels de l'ICCAT étaient soit incorrectement datés, anciens ou obsolètes. Il a été suggéré qu'il est important de relier le catalogue au code le plus actualisé disponible pour chaque logiciel. Comme il a été signalé que des changements de version pourraient avoir d'importants impacts sur les résultats d'évaluations antérieures, il était très important de noter la version ou la parution du logiciel utilisé dans la réalisation de chaque évaluation. Le meilleur moyen d'y parvenir serait de fournir cette information dans la documentation de la session d'évaluation des stocks. Le Secrétariat a indiqué qu'il travaillait actuellement sur des méthodes visant à tester les sorties des modèles afin de

déterminer les différences de version. Pour une codification collaborative non-exclusive, on a suggéré que le site du code google susmentionné représentait un outil adéquat pour garder la trace des versions et des changements entre elles. Le Groupe a constaté les difficultés posées par la validation des logiciels aux fins d'inclusion dans le catalogue de logiciels de l'ICCAT et il a suggéré que des protocoles communs soient mis en place avec d'autres catalogues (p.ex. toolbox du CIEM et de NOAA).

## **6. Recommandations**

### **6.1 Méta-analyse et méthodes visant à informer les paramètres clefs**

Il a été recommandé de poursuivre les démarches "Robin Hood" afin d'évaluer leur utilité pour formuler un avis de gestion et de poursuivre les méta-analyses tout en identifiant les biais dus aux postulats des modèles (cf. section 3.2).

### **6.2 Normes de contrôle de la ponction (HCR)**

Les normes de contrôle de la ponction simulées devraient se fonder sur l'avis formulé par le Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks de 2010 et l'appendice 6 du rapport de la réunion sur le futur de l'ICCAT de 2011, sauf indication contraire.

Il conviendrait de développer et d'évaluer des normes alternatives de contrôle de la ponction, y compris des règles empiriques (ISSF 2011), même si l'on considère que celles-ci vont compléter plutôt que remplacer des normes de contrôle de la ponction analytiques plus exhaustives.

L'évaluation de la stratégie de gestion devrait constituer une approche participative mettant en scène toutes les parties intéressées, des scientifiques aux gestionnaires, tout comme l'industrie et les communautés de pêcheurs. Elle devrait être développée pour les pêcheries de thonidés de l'ICCAT et il est recommandé que l'évaluation de la stratégie de gestion soit activement recherchée aux fins de l'élaboration de solides pratiques de gestion susceptibles d'atteindre les objectifs de la Convention dans les délais et avec des risques tolérables que la Commission jugera appropriés. Dans le cadre de ce processus, il est nécessaire de travailler en vue d'une caractérisation complète de l'incertitude scientifique dans l'état des stocks afin d'améliorer les estimations des risques.

## **7. Autres questions**

Le Groupe d'espèces sur le makaire bleu et le Groupe d'espèces sur les requins ont demandé au Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks de rechercher et de tester le modèle GLMtree pour la standardisation de la CPUE et notamment aux fins de son utilisation pour les espèces accessoires.

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

Le rapport a été adopté pendant la réunion.

Le Président a remercié les participants pour leur travail intense.

La réunion a été levée.

## **Références**

- Anon. 2000, Report of the Meeting of the ICCAT *Ad Hoc* Working Group on Precautionary Approach (Dublin, Ireland, May 17 to 21, 1999). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 51(6): 1941-2056.
- Anon. 2008, Report of the 2007 ICCAT Bigeye Tuna Stock Assessment Session (Madrid, Spain, June 5 to 12, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. 62(1): 97-239.

- Anon. 2009, Proceedings of the Joint Canada-ICCAT Workshop on the Precautionary Approach for Western Bluefin Tuna (Halifax, Canada, March 17 to 20, 2008). S. Garvis, F. Hazin, J.N. Neilson, P. Pallares, C. Porch, V.R. Restrepo, G. Scott, P. Shelton, Y. Wang (eds.). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(2): 353-379.
- Anon. 2010, Report of the 2009 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (Madrid, Spain, March 11 to 14, 2009). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(5): 1851-1908.
- Anon. 2011, Report of the 2010 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (Madrid, Spain, April 21 to 23, 2010). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66(3): 1276-1340.
- Caddy, J. 1998, A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situations. FAO Fisheries Technical Paper, 379, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Carruthers, T.R., Ahrens, R.N.M., McAllister, M.K. and Walters, C.J. 2011, Integrating imputation and standardization of catch rate data in the calculation of relative abundance indices. Fisheries Research, Elsevier.
- De Bruyn, P., Murua, H. and Aranda, M. 2012, The Precautionary Approach to fisheries management: How this is taken into account by tuna regional fisheries management organizations (RFMOs). *Marine Policy* (in press).
- Gabriel, W.L. and Mace, P.M. 1999, Evaluation of biological reference points in the formulation of precautionary approaches to fisheries management. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(4): 273-282.
- ICES 1998, Report of the Study Group on the Precautionary Approach to Fisheries Management. ICES CM 1998/ACFM: 10.
- Ichinokawa M. and Brodziak, J. 2010, Using adaptive area stratification to standardize catch rates with application to North Pacific swordfish (*Xiphias gladius*), Fisheries Research, Elsevier.
- ISSF 2011, Report of the 2011 ISSF Stock Assessment Workshop (Rome, Italy, March 14-17, 2011). ISSF Technical Report 2011-02. International Seafood Sustainability Foundation, McLean, Virginia, USA. <http://iss-foundation.org/wp-content/uploads/downloads/2011/05/ISSF-2011-02-Report-2011-ISSF-WS.pdf>.
- Rademeyer, R.A., Plag, E. and Butterworth, D.S. 2007, Tips and tricks in designing management procedures. ICES Journal of Marine Science, Vol. 64, No. 4, pp. Oxford University Press. Pp. 618
- Shelton, P.A. and Miller, D.C.M, 2009. Robust management strategies for rebuilding and sustaining the NAFO Subarea 2 and Divs. 3KLMNO Greenland halibut fishery. Serial. No. N5673 NAFO SCR. Doc.09/037 Scientific Council Meeting, June 2009.

# INFORME DE LA REUNIÓN CONJUNTA DE 2011 DEL GRUPO DE TRABAJO DE ICCAT SOBRE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE STOCK Y DEL GRUPO DE ESPECIES DE ATÚN ROJO PARA ANALIZAR LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DESARROLLADOS EN EL MARCO DEL GBYP Y EL MERCADO ELECTRÓNICO

(Madrid, España – 27 de junio a 1 de julio de 2011)

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

La Dra. Pilar Pallarés, en nombre de D. Driss Meski, Secretario Ejecutivo de ICCAT, inauguró la reunión y dio la bienvenida a los participantes. La reunión fue presidida por el Dr. Paul De Bruyn. El Dr. De Bruyn dio la bienvenida a los participantes en el Grupo de trabajo, examinó los objetivos de la reunión y procedió a revisar el Orden del día que fue adoptado sin cambios (**Apéndice 1**).

La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 2**. La lista de documentos presentados a la reunión se adjunta como **Apéndice 3**.

Los siguientes participantes actuaron como relatores de las diversas secciones del informe:

<i>Sección</i>	<i>Relatores</i>
1, 7	P. Pallarés
2	L. Kell
3.1	G. Scott
3.2	M. Ortiz
4.1	S. Cass-Calay
4.2	J. Neilson
5, 6	P. De Bruyn

## 2. Examen del desarrollo actual de métodos de evaluación de stock (GBYP)

El Dr. Kell (Secretaría de ICCAT) presidió la sesión y presentó algunos trabajos preliminares que se están llevando a cabo en el marco de una evaluación de estrategias de ordenación (MSE) para analizar la robustez del procedimiento de ordenación implícito basado en ADAPT-VPA. Los actuales procedimientos de ordenación consideran muchas, pero no todas, fuentes de incertidumbre. Se observó que la matriz de estrategia de Kobe II proporciona, de hecho, un marco genérico para evaluar el impacto de la incertidumbre en el asesoramiento de ordenación. La MSE es también una manera importante de demostrar la forma de incorporar los resultados de la nueva investigación financiada por el GBYP en nuevos enfoques de modelación y evaluación para facilitar un asesoramiento robusto.

El autor presentó un enfoque de MSE genérico como simulación (SCRS/2011/110), evaluando la robustez de marcos alternativos de asesoramiento de ordenación con respecto a diversas fuentes de incertidumbre. Esto implicaba el uso de un modelo operativo (véase Rademeyer *et al.* 2007, para una definición de la terminología) para evaluar el impacto de la incertidumbre estructural en la percepción del estado del stock obtenida mediante Adapt-VPA. La incertidumbre estructural estaba relacionada con la estructura de población (es decir, dos subpoblaciones) y la relación stock-reclutamiento (es decir, un reclutamiento constante o dinámica compensatoria). Los autores descubrieron que los supuestos estructurales (1 stock frente a 2) y la fuente de diversos índices (stock 1 o stock 2) eran supuestos críticos, que tenían un impacto mayor que los supuestos de reclutamiento del stock. Esto tiene importantes implicaciones para la estructura de los modelos de evaluación y para el desarrollo de procedimientos de ordenación que sean robustos ante la incertidumbre estructural, y demuestra la importancia de obtener datos independientes de la pesquería y de comprender mejor la dinámica del stock, tal y como se está haciendo en el marco del GBYP.

Posteriormente, el Presidente informó acerca de dos contratos de modelación a corto plazo concedidos en el marco del GBYP al Imperial College, para el análisis del riesgo, y al Dr. Cooke, para desarrollar nuevos métodos alternativos para facilitar asesoramiento científico en materia de ordenación pesquera.

En una presentación sobre el trabajo que está llevando a cabo el Imperial College se mostraba cómo se identificarán los diferentes riesgos y se determinará su importancia relativa. Los autores desarrollaron un cuestionario para obtener la percepción de las partes interesadas sobre la importancia de la incertidumbre en el asesoramiento de ordenación, la medida en que esta incertidumbre está ya considerada en el asesoramiento de ordenación y sobre la medida en la que creían en dicha importancia los que contestaban al cuestionario. Estas características son importantes para ayudar a identificar escenarios para un modelado cuantitativo (es decir, con un marco MSE). Se manifestó cierta inquietud respecto a que las diferentes partes interesadas podrían tener diversos niveles de comprensión de los factores de evaluación clave, lo que podría dar lugar a que las prioridades fueran diferentes. Sin embargo, se explicó que identificar la diferencia en las percepciones del riesgo era un objetivo importante del cuestionario, y que los resultados de la encuesta serían una guía general útil para actividades futuras, por ejemplo, a la hora de desarrollar mejores métodos para comunicar el riesgo, así como para desarrollar escenarios de MSE que se utilizarían para evaluar y posteriormente gestionar los riesgos actuales.

El Grupo rellenó el cuestionario para permitir que los prestatarios de servicios obtuvieran información antes de llevar a cabo la encuesta real. Tras el ejercicio, se hicieron sugerencias para mejorar el formulario.

El Grupo consideró que las preguntas eran probablemente demasiado técnicas para las partes interesadas no científicas. Sin embargo, se indicó que podría ser adecuado restringir el público a científicos, si el objetivo principal del cuestionario es identificar las principales incertidumbres en la formulación de asesoramiento científico. Modificar el cuestionario para diferentes partes interesadas quedaba fuera del alcance del pequeño contrato concedido al Imperial College.

El segundo contrato se estableció con el objetivo de desarrollar un prototipo de un marco alternativo de evaluación y asesoramiento. La intención es que se evalúe el marco alternativo utilizando el marco MSE que está desarrollando actualmente el Grupo de especies sobre atún rojo. Esto permitirá construir diversos escenarios para, en un primer momento, evaluar el marco de evaluación y ordenación de atún rojo existente y, posteriormente, comparar el rendimiento de marcos alternativos. De este modo se evaluará la idoneidad de los marcos de evaluación y asesoramiento potenciales con respecto a los objetivos de ordenación especificados por la Comisión. Sería interesante que el SCRS determine el funcionamiento de los diversos métodos: (i) cuando se les suministran únicamente los datos utilizados por las evaluaciones hasta la fecha (captura por talla/edad, índices de abundancia, curvas de crecimiento) y (ii) cuando se les suministran además datos del tipo que se están recopilando en el marco del GBYP (por ejemplo, prospecciones aéreas, marcado electrónico).

El Dr. Cooke expuso una breve presentación sobre el trabajo que está desarrollando en uno de los dos contratos. Se trata de un método de evaluación y una norma de control de capturas, diseñados para trabajar en tándem, que constituyen los componentes del procedimiento de ordenación (MP) de una MSE. El método de evaluación propuesto es muy similar al que se usa ya para el atún rojo, pero para poder utilizar diversos tipos de datos y discernir la mayor parte de las principales fuentes de incertidumbre, este método se elabora de una forma bayesiana formal con funciones de verosimilitud específicas para cada tipo de datos. La elección de las distribuciones previas de los parámetros está principalmente determinada por el requisito de lograr un buen rendimiento de ordenación, más que por creencias previas acerca de valores probables. La información previa acerca de rangos probables para los valores de los parámetros puede tenerse en cuenta en la construcción de escenarios de prueba que se utilizarán para probar todos los procedimientos potenciales. Se utilizan los puntos de referencia de ordenación convencionales,  $B_0$ ,  $B_{RMS}$  y  $F_{RMS}$  pero se definen de tal forma que continúan siendo adecuados en presencia de posibles cambios de régimen. Se propone una norma simple de control de capturas:  $F$  constante cuando el stock está por encima de  $B_{RMS}$ ;  $F$  linealmente proporcional a  $B/B_{RMS}$  cuando  $B < B_{RMS}$ . La norma de control de capturas se basa en una pesquería estándar no selectiva asumida. Para convertir los resultados a un TAC real para una mezcla real de pesquerías, se determinan los factores de ponderación para cada pesquería con el fin de relacionar el efecto del volumen de captura de cada pesquería con el efecto del volumen de captura de la pesquería estándar asumida.

En la discusión se indicó que en el marco de los objetivos de ordenación que están desarrollando ICCAT y otras OROP,  $F_{RMS}$  y  $B_{RMS}$  se convierten implícitamente en puntos de referencia límite en vez de en puntos de referencia objetivo. Las normas de control de capturas deberían ser, preferiblemente, coherentes con este enfoque. Los objetivos de ordenación se expresan en términos de probabilidades de situarse por encima o por debajo de los puntos de referencia límite aplicables. Los resultados de las pruebas de simulación de los procedimientos potenciales deberían presentarse en tablas o exponerse de tal forma que muestren claramente cómo funciona cada procedimiento con respecto a estos objetivos. Por lo general, los procedimientos potenciales tienen uno o más parámetros cuyos valores pueden variar y que pueden ajustarse hacia arriba o hacia abajo para

que el procedimiento sea más o menos conservador. Los resultados de las pruebas de simulación pueden utilizarse para ajustar los procedimientos con el fin de que cumplan mejor los objetivos de ordenación.

Aunque sería conveniente que los procedimientos potenciales muestren un funcionamiento robusto en una amplia gama de escenarios, en las discusiones se señaló que la determinación de si un procedimiento cumple cuantitativamente los objetivos de ordenación especificados puede depender del peso relativo asignado a los diferentes escenarios. Por lo tanto, incluso en el marco de un enfoque MSE, el SCRS no podrá evitar el debate sobre la plausibilidad relativa de los diferentes supuestos, al igual que ocurre con las evaluaciones de stock convencionales.

La discusión sobre el enfoque presentado se centró en gran medida en la complejidad estructural de los modelos operativos (OM) que sirven como proceso subyacente de generación de datos para MP. El desarrollo de los modelos operativos será una tarea compleja debido a los múltiples aspectos estructurales, biológicos y de dimensión humana que podrían considerarse potencialmente. Se observó que el éxito de la MSE depende de hacer que el proceso sea accesible para todas partes involucradas y de que el software sea ampliamente accesible.

### **3. Meta-análisis para la investigación de parámetros clave como inclinación, biomasa virgen o $K$ , $r$ y $M$**

#### ***3.1 Información de la reunión de ISSF***

Se celebraron unas Jornadas de trabajo para examinar dos temas que afectan de manera importante al asesoramiento de ordenación científico y que no siempre se tratan de forma coherente en las evaluaciones de stock de tónidos: (1) supuestos acerca de la relación stock-reclutamiento y (2) evaluación de las implicaciones de los cambios en la mortalidad de los tónidos juveniles y pequeños. En las Jornadas se revisó la información disponible y se llevaron a cabo diversos análisis preliminares. Respecto al primer tema, muchas evaluaciones estimaban o bien fijaban el valor de la “inclinación”, un parámetro que determina el nivel en que el reclutamiento medio depende de la biomasa del stock parental. En las Jornadas se concluyó que los valores de inclinación estimados a partir de evaluaciones individuales deberían considerarse con gran precaución, y que se debería continuar con los meta-análisis de los datos disponibles para todos los stocks de tónidos con el fin de facilitar más asesoramiento para la estimación de la inclinación. Además, en las Jornadas se recomendó a los científicos que describan mejor la incertidumbre en la inclinación en sus determinaciones sobre el estado de los stocks, y a los gestores que consideren normas de control de capturas que sean robustas ante esta incertidumbre. Respecto al segundo tema, en las Jornadas se concluyó que los stocks de tónidos que tienen una elevada tasa de mortalidad por pesca de los juveniles respecto a los adultos tienden a tener niveles inferiores de reproductores por recluta. Sin embargo, en términos de biomasa reproductora absoluta respecto a  $SSB_{RMS}$ , aquellos stocks que han experimentado una elevada mortalidad por pesca de juveniles no están necesariamente más sobrepescados en comparación con los stocks que no la han experimentado. En las Jornadas se recomendó que los informes de evaluación de stock incluyan de forma rutinaria diagramas de impacto pesquero para que el efecto que tienen los artes con diferente selectividad en la biomasa reproductora sea fácilmente evaluado. Por último, en las Jornadas se recomendó que en el futuro se celebren reuniones para comparar los parámetros básicos del ciclo vital que se utilizan en las evaluaciones de stock de tónidos con el objetivo de resolver las diferencias o mejorar la coherencia.

El Grupo acogió con satisfacción los temas y resultados generales de la reunión de ISSF, aunque se plantearon preguntas respecto a los enfoques adoptados, especialmente respecto a los vectores fijados de mortalidad natural y sus implicaciones en los resultados de los meta-análisis, la identificación de los cambios de régimen y la utilidad del análisis de impacto más como una herramienta científica que como una herramienta de negociación de cuota. Se indicó que los análisis llevados a cabo en la reunión revestían un carácter muy preliminar, por lo que es necesario, y se instó a ello, llevar a cabo más análisis. El GT indicó que parte este continuo trabajo debería centrarse en un sesgo común posible, pero no claro aún, en los datos utilizados para el meta-análisis preliminar. Se planteó también la cuestión de si las recomendaciones formuladas durante la reunión de ISSF serían presentadas formalmente en ICCAT. Se aclaró que se había desarrollado un documento que incluía muchas de las recomendaciones, y que este documento se presentaría en la reunión de Kobe que se celebrará en La Jolla en 2011. El documento fue revisado por el Grupo y se respaldaron sus recomendaciones.

### 3.2 Enfoques alternativos

Existe mucha información sobre las características del ciclo vital que no se utiliza de forma rutinaria en las evaluaciones de stock. Con la utilización de esta información y la de evaluaciones de especies similares y ricas en información, podría ser posible aportar información a las evaluaciones de especies con escasa información (proceso denominado enfoque “Robin Hood” en Australia). Dicho enfoque permitiría a los stocks de una zona de ICCAT aprender de los stocks de otras zonas de ICCAT o de zonas de otras OROP, así como del carácter genérico de las herramientas y marcos propuestos para su utilización en el marco de la política pesquera común europea y probados antes de su implementación. La aplicación de dicho enfoque proporcionaría unos niveles de referencia y asesoramiento para los stocks que no cuentan con ellos (por ejemplo, atún blanco del Mediterráneo y especies de captura fortuita). Un problema de los meta-análisis jerárquicos tradicionales es que los “datos” como stock-recluta son en realidad productos de modelos de evaluación condicionados por supuestos sobre parámetros fijos (por ejemplo, mortalidad natural, crecimiento y madurez) y sobre dinámica, y pueden conllevar sesgos comunes, pero no detectados, por lo que el desarrollo de métodos de meta-análisis basados en datos reales (por ejemplo, captura y CPUE) reviste gran importancia.

Se expuso al Grupo una presentación del enfoque “Robin Hood” (SCRS/2011/111) a modo de ejemplo de qué es lo que podría aplicarse para los stocks de ICCAT con poca información. En un enfoque bayesiano las distribuciones previas “se toman prestadas” de especies mejor conocidas y similares. El método permite caracterizar la incertidumbre en aspectos clave que se requieren para facilitar asesoramiento en materia de ordenación.

El Grupo de trabajo constató que el análisis bayesiano jerárquico de este tipo puede tener un efecto importante en los resultados de dichas evaluaciones. En el caso de los túnidos, tal y como se ha indicado antes, deberían considerarse las diferencias entre las especies templadas y tropicales a la hora de tomar prestados conjuntos de información. Pero se constató que dichas restricciones podrían tener rápidamente como resultado el que haya pocas especies/stocks de las cuales tomar prestada la información. Las estimaciones de SRR, mortalidad natural, productividad del stock y otros parámetros influyentes generalmente están poco definidas para muchos stock de túnidos del mundo, y podría haber poca información disponible para tomarla prestada. Además, incluso para las especies “ricas en información”, el grado de certidumbre en muchos de estos parámetros puede ser bastante bajo. En estos casos, la utilización de gamas plausibles en los parámetros podría ser el único método razonable disponible para captar la incertidumbre.

El Grupo de trabajo constató la necesidad de realizar análisis de simulación para evaluar el enfoque Robin Hood, antes de su implementación y el modo en que las estimaciones resultantes de incertidumbre en parámetros clave afectan a las recomendaciones de ordenación.

Se presentó un breve resumen de ECOKNOWS (<http://www.ecoknows.eu>), un proyecto que está desarrollando la UE y que aborda varios puntos comunes para los meta-análisis y evaluaciones de stocks múltiples. El proyecto se concibió para mejorar los conocimientos de los cambios temporales en la productividad del stock. Algunos objetivos de ese proyecto son semejantes a los de las evaluaciones de incertidumbre en los parámetros clave, y sus resultados podrían ser útiles para orientar al SCRS a la hora de caracterizar mejor las incertidumbres. El Grupo de Trabajo constató el interés que reviste mantenerse al corriente de los progresos de este proyecto.

## 4. Puntos de referencia límite, umbral y objetivo como parte de las HCR para gestionar el riesgo

### 4.1 Normas genéricas de control de la captura

El Grupo de trabajo consideró inicialmente HCR genéricas y los marcos de ordenación precautoria de varias naciones y OROP, entre ellas: IATTC, WCPFC, ICES, NAFO, la Conferencia multilateral de alto nivel (MHLC), Canadá y Estados Unidos (Anon, 2010). El Grupo de trabajo también indicó que en 2010 propuso al SCRS unas HCR genéricas (**Figura 1**), que se describen en el informe de 2010 del Grupo de trabajo sobre métodos (Anon, 2011).

Se presentó una nueva metodología al Grupo de trabajo, que se describe en el documento SCRS/2011/105. Los autores exploran una normal de control de la captura potencial (HCR) para los stocks mermados ( $B < B_{RMS}$ ), que se define como el TAC que se deriva de una probabilidad del x% de que el stock continúe descendiendo, y en la que la probabilidad escogida es extremadamente baja (probablemente entre el 1 y el 5%). Tradicionalmente, se utilizan los puntos de referencia biológicos para establecer objetivos de ordenación y/o límites para la biomasa

del stock y la mortalidad por pesca. Sin embargo, en muchos casos estos puntos de referencia están pobremente estimados o se basan en supuestos no cuantificables. Por ejemplo, los puntos de referencia basados en el rendimiento máximo sostenible ( $B_{RMS}$  y  $F_{RMS}$ ) requieren a menudo una relación stock-reclutamiento para la cual el parámetro crítico de inclinación es extremadamente difícil de estimar. Los autores describen una exploración preliminar del funcionamiento de las HCR propuestas utilizando el caso base del modelo para el atún rojo del Atlántico oeste de 2010 y varias relaciones stock-reclutamiento asumidas. Hallaron que, a pesar de las notables diferencias en las relaciones stock-reclutamiento asumidas, la norma de control de la captura propuesta, que se evaluaba con un riesgo del 1% o 5% de merma adicional, podría proporcionar un asesoramiento sobre captura a corto plazo bastante coherente para el atún rojo occidental, partiendo de los diferentes supuestos sobre la biomasa del stock reproductor. Reconocieron que era necesario seguir con el desarrollo y pruebas de simulación de esta HCR antes de determinar su utilidad general.

El Grupo debatió la utilidad de una HCR basada en el riesgo de merma y resaltó la importancia de realizar pruebas de simulación de cualquier HCR utilizada en una evaluación de estrategia de ordenación (MSE) para garantizar que la HCR funciona como se pretendía (por ejemplo, converge en el objetivo pretendido). El Grupo convino en general en que, dado el éxito de las pruebas de simulación, una HCR basada en el riesgo de merma podría funcionar junto con los marcos de ordenación convencionales basados en el RMS (o una aproximación).

El Grupo de trabajo también examinó la formulación de HCR genéricas de ICES (**Figura 2**). En el contexto de ICES,  $F_{RMS}$  se utiliza como un término genérico para una estimación robusta (por ejemplo  $F_{0,1}$ ) de una tasa de mortalidad por pesca asociada con un alto rendimiento a largo plazo (ICES, 2010). De este modo, la HCR basada en RMS se especifica de tal modo que  $F_{RMS}$  es la mortalidad por pesca que maximizaría el rendimiento a largo plazo y  $B_{trigger}$  es un punto de referencia de biomasa que desencadena una “respuesta precautoria” que mantendría al stock en un nivel capaz de producir el RMS. ICES pretende la recuperación de los stocks mermados hasta niveles iguales o superiores a  $B_{trigger}$  antes de 2012. Para alcanzar este objetivo, se ha diseñado una estrategia de transición para estimar la mortalidad por pesca admisible durante 2013-2015. El marco de ICES también incluye dos excepciones: 1) cuando la biomasa del stock está muy por debajo de  $B_{trigger}$ , la mortalidad por pesca se establecerá en una “alternativa adecuada” y 2) cuando la biomasa del stock esté por debajo de  $B_{trigger}$  y el reclutamiento sea bajo, la  $F$  admisible podría establecerse considerando sólo  $F_{RMS}$  o ambos  $F_{RMS-HCR}$  y  $F_{RMS-transición}$  (**Figura 2**). Esta HCR genérica también se describe en ICES, 2010.

El Grupo manifestó varias preocupaciones con respecto a la aplicación de la HCR de ICES en el contexto de ICCAT. El SCRS ha advertido de que, de un modo coherente con el enfoque precautorio,  $F_{RMS}$  tiene que considerarse un límite de  $F$ , y que, dada la incertidumbre científica, debería definirse un objetivo para  $F$  inferior a  $F_{RMS}$  para garantizar un bajo riesgo de sobrepesca. Por tanto, parece que la HCR de ICES no es coherente con el asesoramiento del SCRS. Además, al utilizar la HCR de ICES, la variabilidad natural en el reclutamiento podría permitir que se produzca y/o persista la condición de sobrepesca, incluso aunque la mortalidad por pesca se mantenga por debajo de  $F_{RMS}$ . El Grupo constató que el asesoramiento actual del SCRS respalda un nivel más precautorio (por ejemplo, 75%  $F_{RMS}$ ) de mortalidad por pesca para tratar de garantizar que la biomasa del stock se mantiene en un nivel coherente con los objetivos del Convenio a pesar de la variabilidad natural. El Grupo también indicó que la HCR genérica con transición se concibe para limitar la posible reducción en  $F$  de un año a otro. Aunque este objetivo puede ser más adecuado desde una perspectiva económica, podría no ser compatible con el objetivo de ordenación de permitir la recuperación hasta niveles por encima de  $B_{trigger}$  en el marco temporal previsto. El Grupo también advirtió de que el asesoramiento de ordenación debe estar condicionado por el propósito de las reglamentaciones de ordenación que se van aplicar, y que las pruebas de simulación con una MSE son necesarias para garantizar un funcionamiento adecuado de cualquier HCR.

El Grupo también debatió la orientación del Grupo de trabajo sobre el futuro de ICCAT (FUT) de la Comisión con respecto al desarrollo de asesoramiento de ordenación precautorio y HCRS, el SCRS aconsejó a la Comisión lo siguiente:

- 1) *La Comisión debería establecer medidas de ordenación que tengan como resultado una baja probabilidad de superar  $F_{RMS}$  (u otra aproximación) en casos de stocks para los que su estado es coherente con el objetivo del Convenio, y*
- 2) *Para los stocks con biomasa por debajo del nivel definido por el RMS (u otra aproximación), la Comisión debería establecer medidas de ordenación que tengan como resultado la recuperación de la biomasa en un corto periodo de tiempo que sea viable desde el punto de vista biológico y que tenga una alta probabilidad de éxito.*



A este efecto, el Grupo de trabajo sobre el futuro consideró y expresó su pleno apoyo a estos conceptos tal y como se refleja en el siguiente texto. Los valores que faltan en el texto, que se refieren a una probabilidad del x% o inferior de sobrepesca, a una probabilidad de x% o superior de poner fin a la sobrepesca inmediatamente y a un periodo de x años para la recuperación serán debatidos y ratificados por la Comisión en un futuro próximo.

- 1 *Para los stocks gestionados por ICCAT que no estén sobrepescados ni sean objeto de sobrepesca (es decir, stocks “saludables” que se encuentren en el cuadrante verde del diagrama de Kobe), las medidas de ordenación deberán concebirse de tal modo que resulten en una baja probabilidad de sobrepesca (por ejemplo X% o inferior).*
- 2 *Para los stocks que no estén sobrepescados, pero sean objeto de sobrepesca (es decir, stocks que se encuentren en el cuadrante amarillo superior derecho del diagrama de Kobe), la Comisión deberá adoptar medidas de ordenación concebidas de tal modo que resulten en una probabilidad [moderadamente] elevada (por ejemplo, X% o superior) de poner fin a la sobrepesca inmediatamente y en una baja probabilidad (por ejemplo, X% o inferior) de que se vuelva a producir sobrepesca en un periodo de X años.*
- 3 *Para los stocks sobrepescados que sean objeto de sobrepesca (es decir, stocks que se encuentren en el cuadrante rojo del diagrama de Kobe), la Comisión deberá adoptar medidas de ordenación concebidas de tal modo que resulten en una probabilidad elevada (por ejemplo X% o superior) de poner fin a la sobrepesca inmediatamente. Además, la Comisión adoptará un plan para recuperar el stock hasta niveles coherentes con el objetivo del Convenio en un plazo de X años. Podría adoptarse un periodo de recuperación más amplio si el SCRS determina que un programa de recuperación de X años no es posible teniendo en cuenta la productividad biológica del stock.*
- 4 *Para los stocks sobrepescados que no sean objeto de sobrepesca (es decir stocks que se encuentren en el cuadrante amarillo inferior izquierdo del diagrama de Kobe), la Comisión deberá adoptar medidas de ordenación concebidas para recuperar el stock a niveles coherentes con el objetivo del Convenio en un plazo de X años y para que resulten en una baja probabilidad (por ejemplo X% o inferior) de sobrepesca. Podría adoptarse un periodo de recuperación más amplio si el SCRS determina que un programa de recuperación de X años no es posible teniendo en cuenta la productividad biológica del stock.*

El Grupo de trabajo sobre métodos convino en que las HCR consideradas por el SCRS deberían ser acordes con esta orientación, y reiteró que deben realizarse simulaciones de MSE para confirmar que las HCR propuestas producen los resultados previstos.

#### **4.2 Estudios de casos específicos de las especies**

El Grupo revisó el trabajo en curso que se está realizando para el atún blanco del Atlántico norte, en el que se utilizó MULTIFAN-CL para evaluar la incertidumbre debida a las elecciones realizadas durante la evaluación de stock. MFCL fue ajustado al mismo conjunto de datos pero partiendo de supuestos diferentes, aunque igualmente plausibles, en lo que se refiere a los parámetros de ciclo vital y patrones de pesca. Esto dio lugar a diez estimaciones diferentes del estado histórico del stock, de la productividad y de los puntos de referencia. La intención era coger una de las evaluaciones más complejas de ICCAT y utilizarla para evaluar la robustez de los métodos actuales utilizados para el asesoramiento, sobre todo para los stocks con pocos datos, y métodos de evaluación de stock más simples para utilizarlos como parte de las HCR.

Para simular una situación de pocos datos, se hicieron variar los valores de una gama de parámetros del ciclo vital. Los resultados mostraban que el reclutamiento variaba en una escala de décadas, lo que indica posiblemente cambios en el régimen. Sin embargo, se debatieron las limitaciones de la utilización de las evaluaciones basadas en Multifan para este tipo de análisis. Se mostraban los datos de rendimiento por recluta combinados con los resultados de reproductor por recluta. Los puntos de referencia cambiaban en función de los supuestos, y la inclinación de la relación stock-reclutamiento tenía un impacto especialmente importante. El cambio en los supuestos de crecimiento también tuvo un gran impacto en estas evaluaciones basadas en la talla. Los gráficos de fase de Kobe mostraban una variación considerable en las trayectorias del stock entre los diferentes escenarios considerados. Se indicó también que podrían descartarse algunos ejemplos extremos, como una selección constante. Se constató que los resultados combinados de diferentes escenarios que utilizan diferentes enfoques de modelación sería más problemático. Las proyecciones mostraron respuestas predecibles, en las que la recuperación del stock estaba relacionada con las cuotas. Al añadir una HCR similar a la del enfoque de ICES, se generó un resultado comparable al de la evaluación de estrategias de ordenación. Se constató que otro uso potencial del ejercicio sería que, si se utiliza a modo de análisis de sensibilidad, los

impactos de las variaciones de los valores de los parámetros del ciclo vital podrían proporcionar una orientación sobre las inversiones en investigación más apropiadas. Se indicó que el desarrollo de hipótesis plausibles era a menudo más importante que las normas de control de la captura. El Grupo indicó que las futuras normas de control de la captura deberían ser coherentes con la política desarrollada por los Grupos de ICCAT, como el Grupo de trabajo sobre el futuro de ICCAT (Sección 4.1).

Se expuso una presentación en la que se describía la política canadiense relacionada con el enfoque precautorio. El enfoque precautorio define tres niveles de estado del stock: crítico, de precaución y en buen estado. Un punto de referencia límite definía la separación entre las zonas críticas y las zonas de precaución y un punto de referencia superior del stock definía la separación entre las zonas consideradas como buen estado y de precaución. Se constató que Canadá había aplicado recientemente el marco del enfoque precautorio a varios stocks canadienses del Atlántico. Entre las importantes lecciones aprendidas cabe incluir la participación de los científicos y gestores pesqueros en un comité conjunto cuya finalidad era conseguir la aplicación coherente de este marco. La asignación de puntos de referencia se realizó básicamente de un modo ad hoc, y se establecieron el punto de referencia límite y el punto de referencia superior del stock en el 40 y 80% del nivel de  $B_{RMS}$ , respectivamente.

La presentación continuó con la exposición de un enfoque posible para responder a la solicitud de la Comisión de que se desarrollase un punto de referencia límite (véase la Rec. 10-02) para el pez espada del Atlántico norte, que se basara en observaciones de la recuperación del stock desde un estado de merma, así como en el trabajo ya realizado en el pasado por el Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stocks que mostró importantes beneficios en términos de ganancias crecientes en la SSB del pez espada del Atlántico norte con tasas reducidas de explotación ( $0,75 F_{RMS}$ ), reduciendo sólo de forma marginal el rendimiento en equilibrio (Anon, 2010). El Grupo constató que los cálculos que respaldan estas conclusiones se realizaron a partir de un VPA, pero el principal asesoramiento sobre el estado del stock para el pez espada del Atlántico norte se deriva de un modelo de producción excedente. El Grupo aconsejó que los cálculos se actualicen utilizando enfoques de modelación adicionales.

El Grupo también recordó que el Grupo de trabajo sobre el futuro de ICCAT ha considerado y respaldado en gran medida la política de normas de control de la captura (Sección 5), que, de ser adoptada por la Comisión, tendrían implicaciones para la definición de puntos de referencia límite y en las normas de control de la captura que orientarán el trabajo del SCRS en este sentido.

La experiencia en la UE ha mostrado que, durante la prueba de simulación de las Normas de Control de la Captura (HCR), a menudo se tuvieron que realizar elecciones en el momento de la codificación que no eran obvias cuando se propuso la HCR. Por ejemplo, a la hora de considerar la prioridad relativa de objetivos, como el riesgo de descender por debajo del límite de biomasa, la captura y variabilidad en la captura podrían no estar totalmente especificadas en un primer momento, y podrían requerir un diálogo adicional con los gestores y diseñadores de políticas. Las pruebas de simulación serían un proceso importante a la hora de identificar incoherencias y especificar la importancia relativa de los objetivos. Incluso si las HCR han sido objeto de una prueba de simulación su funcionamiento en la práctica puede ser menos que óptimo y, por tanto, requerirán revisiones regulares de su desempeño.

## **5. Otros asuntos**

### **5.1 Código Google**

Se informó al Grupo de una iniciativa desarrollada para la reunión conjunta WGSAM y GBYP de ICCAT en la que se utilizó el código Google como herramienta para compartir información y trabajar en red. La dirección de este sitio es <http://code.google.com/p/gbyp-sam/>. Este sitio se ha utilizado para almacenar códigos escritos por varios científicos que colaboran en modelos y estudios de casos relacionados con la evaluación de estrategias de ordenación. El sitio tiene acceso libre para la lectura y se pueden obtener permisos del administrador del sitio para tener acceso para trabajar en él. La idea es publicar los códigos y trabajos en curso en este sitio, permitiendo que otros contribuyan y puedan descargar códigos, datos y documentos cuando sea necesario. Un rasgo clave de este sitio de códigos de Google es el SVN, en el que se almacenan y se puede realizar un seguimiento de los cambios en los códigos, lo que permite una rápida identificación de los cambios (y de la persona que los ha realizado), así como volver a versiones previas. Este método para colaborar y compartir información fue propuesto por el Dr. Kell como una potente herramienta que puede ser adoptada fácilmente por los científicos que participan en las reuniones de los Grupos de trabajo. De este modo, los científicos podrían colaborar en el periodo intersesiones tanto antes como después de las reuniones.

## **5.2 Técnicas de estandarización de la CPUE**

Se presentó el documento SCRS/2011/106. Los modelos de dos fases como el estimador delta-lognormal son algunos de los modelos más ampliamente utilizados para la estandarización de la CPUE. La varianza de estos estimadores se obtiene a partir de la aproximación de series delta o Taylor que a veces pueden dar lugar a estimaciones negativas de la varianza cuando la correlación entre la proporción de observaciones positivas y el componente lognormal es negativa. En este documento se proporciona una derivación de esta estimación de varianza, una comprensión más intuitiva de sus partes, una recomendación para solucionar estos problemas de coherencia, así como un conjunto de códigos SAS y R unificados que podrían ser utilizados por los investigadores que utilizan estimadores de CPUE en dos fases. La recomendación consiste en : 1) probar la importancia de la correlación entre los dos componentes, 2) si ésta no es significativa desde el punto de vista estadístico, utilizar el estimador exacto de Goodman (1960) para el producto de dos variables aleatorias independientes, 3) si es significativa, utilizar la ecuación de la aproximación delta para la varianza de los índices.

Dado que el código utilizado en el modelo se incluyó como Apéndice en el documento, los autores acogieron con satisfacción la utilización y prueba del código junto con cualquier comentario o cuestión identificada. Se reconoció que aunque el código era bastante robusto, había algunas circunstancias, como cuando se producen correlaciones negativas entre las capturas cero y los niveles de CPUE positivos que pueden producir problemas de cálculo. Se redactaron correcciones para estos problemas, y pronto estarán disponibles, probablemente vinculando la entrada de este código en el catálogo de programas con este documento.

Además, se llamó la atención sobre un método objetivo de estratificación espacial de los datos de CPUE mediante el uso de un modelo GLMTree (Ichinokawa y Brodziak, 2010) presentado a las reuniones de evaluación de tiburones y de aguja azul. El método realiza una estandarización y una estratificación espacial de la CPUE como una estimación conjunta, y se expresó la inquietud de que añadir una constante a  $\log(\text{CPUE})$  era innecesario ya que existen numerosos modelos para modelar de un modo más eficaz las observaciones cero, como los modelos en dos fases o el modelo delta-lognormal. Se constató que una solución potencial para evitar cualquier recodificación del modelo GLMTree sería utilizar el método GLMTree para obtener los estratos a priori, y después utilizar éstos en una estandarización de la CPUE independiente. Podría ser preferible utilizar el mismo estrato para ambos componentes del GML de dos fases, sin embargo esto podría producir un desequilibrio cuando no existan observaciones positivas para algunas zonas. Los efectos del desequilibrio espacial en las observaciones se consideran más detenidamente a continuación.

Los dos Grupos de especies mencionados antes recomendaron que se evaluara el funcionamiento del modelo para futura reuniones del Grupo de trabajo de ICCAT sobre métodos de evaluación de stocks. Las áreas clave de investigación identificadas incluían la evaluación de la robustez de las estratificaciones de zonas sobre todo para las especies de captura fortuita especialmente poco frecuentes. Podría ser más plausible utilizar estratos espaciales obtenidos de especies objetivo más abundantes. El segundo problema se refiere al potencial para el desequilibrio espacial de crear lagunas de datos en algunos años, ya que el patrón espacial se obtiene a partir de datos agregados en el espacio a lo largo de todos los años. Para algunos años, algunos estratos podrían no tener observaciones, lo que podría generar problemas a la hora de modelar la CPUE y de modelar las interacciones año\*zona en particular. Es primordial realizar gráficos con los datos para identificar si se producen esas lagunas. El valor de este enfoque reside en que cualquier vacío en los datos puede identificarse explícitamente y pueden utilizarse métodos de imputación (Carruthers et al. 2011) para cubrir estos huecos. También podría ser posible añadir una penalización a la función de verosimilitud para garantizar que se produce un cierto número de observaciones en cada estrato cada año. El problema más global es si la estratificación espacial produce índices de CPUE mejorados. Esto requiere pruebas de simulación utilizando datos con un patrón espacial y para ello se podría utilizar el programa de simulación SEEPA de Goodyear.

## **5.3 Catálogo de programas de ICCAT**

Se planteó la cuestión de que algunos programas/códigos presentes en el catálogo de programas de ICCAT tienen fechas incorrectas, antiguas u obsoletas. Se sugirió que es importante vincular el catálogo a los códigos más actualizados disponibles para paquetes informáticos. Se indicó que los cambios en las versiones podrían tener un impacto importante en los resultados de evaluaciones pasadas, es importante que se indique la versión o edición del programa informático que se ha utilizado para realizar cada evaluación. Esto puede hacerse mejor facilitando esta información en la documentación de la sesión de evaluación de stock. La Secretaría afirmó que estaba trabajando en métodos para probar los resultados de los modelos para determinar las diferencias en las versiones. Para una codificación colaborativa sin propietarios, se sugirió que el sitio de códigos de google mencionado antes podría ser una herramienta adecuada para hacer un seguimiento de las versiones y cambios. El

Grupo constató las dificultades que implica la validación de los programas informáticos para su inclusión en el catálogo de programas de ICCAT, y sugirió que se considere el desarrollo de protocolos comunes con otros catálogos (por ejemplo, ICES y herramientas NOAA).

## **6. Recomendaciones**

### **6.1 Meta-análisis y métodos para informar los parámetros clave**

Se recomendó que se continúe con los enfoques Robin Hood para evaluar su utilización a la hora de facilitar asesoramiento en materia de ordenación y que prosigan los meta-análisis, pero identificando los sesgos debidos a supuestos del modelo (véase la Sección 3.2).

### **6.2 Las HCR**

Las HCR simuladas deberían basarse en el asesoramiento proporcionado por el WGSAM de 2010 y en el Apéndice 6 del informe del Grupo de trabajo sobre el futuro de ICCAT, a menos que se indique lo contrario.

Se deberían desarrollar y evaluar normas de control de la captura alternativas, lo que incluye normas empíricas (ISSF, 2011), aunque se cree que éstas serían suplementarias y no sustituirían a unas normas de control de la captura analíticas más exhaustivas.

La evaluación de estrategias de ordenación debería basarse en un enfoque participativo en el que estarían implicadas las partes interesadas: científicos, gestores, industria y comunidades pesqueras. Debería desarrollarse la evaluación de estrategias de ordenación para las pesquerías de túnidos de ICCAT, y se recomienda que se continúe trabajando activamente en este tipo de evaluación para desarrollar prácticas de ordenación robustas que consigan que se alcancen los objetivos del Convenio en los marcos temporales y con los riesgos tolerables que la Comisión decida que son apropiados. Como parte de este proceso, es necesario trabajar para conseguir una caracterización plena de la incertidumbre científica sobre el estado del stock con el fin de mejorar las estimaciones del riesgo.

## **7. Otros asuntos**

Los Grupos de especies sobre aguja azul y tiburones solicitaron al Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stocks que investigase y probase el modelo GLM-Tree para la estandarización de la CPUE y especialmente su utilización para especies de captura fortuita.

## **8. Adopción del informe y clausura**

El informe fue adoptado durante la reunión.

El Presidente expresó su agradecimiento a los participantes por el gran trabajo realizado.

La reunión fue clausurada.

## **Referencias**

- Anon. 2000, Report of the Meeting of the ICCAT *Ad Hoc* Working Group on Precautionary Approach (Dublin, Ireland, May 17 to 21, 1999). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 51(6): 1941-2056.
- Anon. 2008, Report of the 2007 ICCAT Bigeye Tuna Stock Assessment Session (Madrid, Spain, June 5 to 12, 2007). Collect. Vol. Sci. Pap. 62(1): 97-239.
- Anon. 2009, Proceedings of the Joint Canada-ICCAT Workshop on the Precautionary Approach for Western Bluefin Tuna (Halifax, Canada, March 17 to 20, 2008). S. Garvis, F. Hazin, J.N. Neilson, P. Pallares, C. Porch, V.R. Restrepo, G. Scott, P. Shelton, Y. Wang (eds.). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 62(2): 353-379.

- Anon. 2010, Report of the 2009 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (Madrid, Spain, March 11 to 14, 2009). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 65(5): 1851-1908.
- Anon. 2011, Report of the 2010 ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (Madrid, Spain, April 21 to 23, 2010). Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 66(3): 1276-1340.
- Caddy, J. 1998, A short review of precautionary reference points and some proposals for their use in data-poor situations. FAO Fisheries Technical Paper, 379, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Carruthers, T.R., Ahrens, R.N.M., McAllister, M.K. and Walters, C.J. 2011, Integrating imputation and standardization of catch rate data in the calculation of relative abundance indices. Fisheries Research, Elsevier.
- De Bruyn, P., Murua, H. and Aranda, M. 2012, The Precautionary Approach to fisheries management: How this is taken into account by tuna regional fisheries management organizations (RFMOs). *Marine Policy* (in press).
- Gabriel, W.L. and Mace, P.M. 1999, Evaluation of biological reference points in the formulation of precautionary approaches to fisheries management. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 49(4): 273-282.
- ICES 1998, Report of the Study Group on the Precautionary Approach to Fisheries Management. ICES CM 1998/ACFM: 10.
- Ichinokawa M. and Brodziak, J. 2010, Using adaptive area stratification to standardize catch rates with application to North Pacific swordfish (*Xiphias gladius*), Fisheries Research, Elsevier.
- ISSF 2011, Report of the 2011 ISSF Stock Assessment Workshop (Rome, Italy, March 14-17, 2011). ISSF Technical Report 2011-02. International Seafood Sustainability Foundation, McLean, Virginia, USA. <http://iss-foundation.org/wp-content/uploads/downloads/2011/05/ISSF-2011-02-Report-2011-ISSF-WS.pdf>.
- Rademeyer, R.A., Plag, E. and Butterworth, D.S. 2007, Tips and tricks in designing management procedures. ICES Journal of Marine Science, Vol. 64, No. 4, pp. Oxford University Press. Pp. 618
- Shelton, P.A. and Miller, D.C.M, 2009. Robust management strategies for rebuilding and sustaining the NAFO Subarea 2 and Divs. 3KLMNO Greenland halibut fishery. Serial. No. N5673 NAFO SCR. Doc. 09/037 Scientific Council Meeting, June 2009.

## FIGURES

**Figure 1.** Norme de contrôle de la ponction proposée par le Groupe de travail sur les méthodes de 2010, et conforme au conseil actuel de la Commission (Groupe de travail sur le futur de l'ICCAT). Cette norme de contrôle de la ponction est décrite dans le rapport de 2010 du Groupe de travail sur les méthodes d'évaluation des stocks.

**Figure 2.** Approche de la production maximale équilibrée illustrée dans la norme de contrôle de la ponction (reproduite avec la permission du CIEM ; Source : *ICES Advice 2011, Book 1, p.6*).

## FIGURAS

**Figura 1.** HCR propuesta por el Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de 2010 y coherente con la orientación actual de la comisión (FUT). Esta HCR se describe en el Informe de 2010 del Grupo de trabajo sobre métodos de evaluación de stock.

**Figura 2.** Enfoque de RMS que se muestra en la norma de control de capturas (HCR) (reproducida con permiso de ICES; fuente: *ICES Advice 2011, Book 1, p.6*).

## APPENDICES

**Appendice 1.** Ordre du jour.

**Appendice 2.** Liste des participants.

**Appendice 3.** Liste des documents.

**Appendice 4.** Extraits de documents pertinents discutés pendant la réunion.

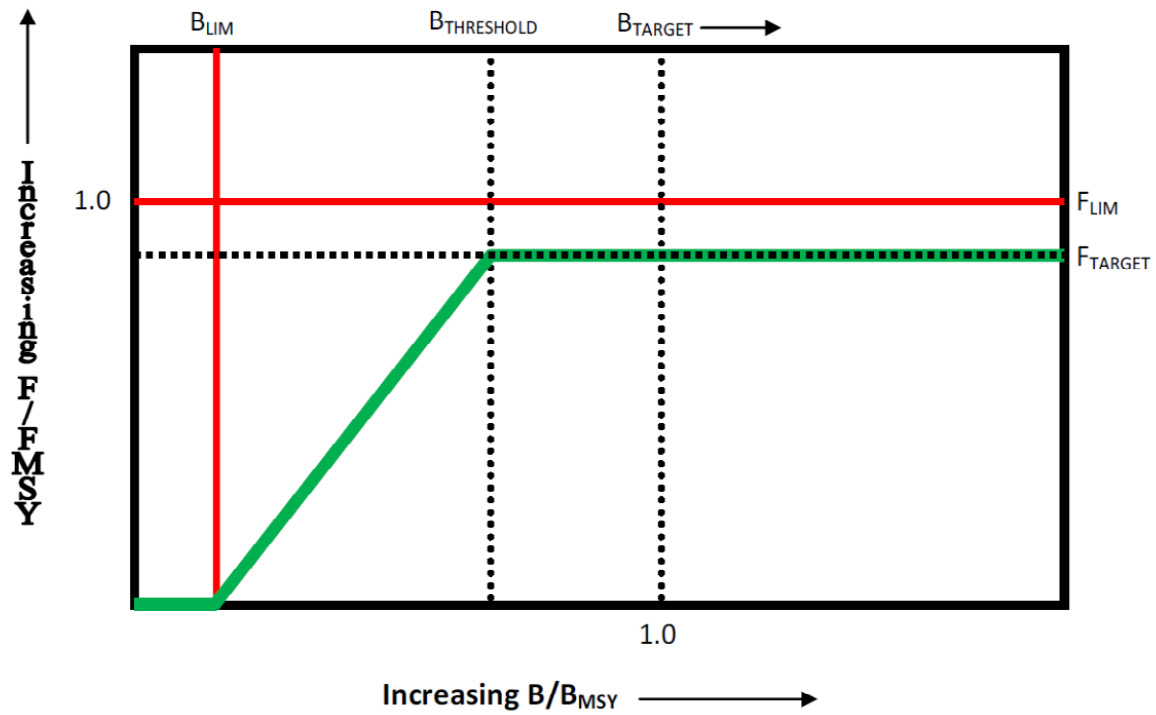
## APÉNDICES

**Apéndice 1.** Orden del día.

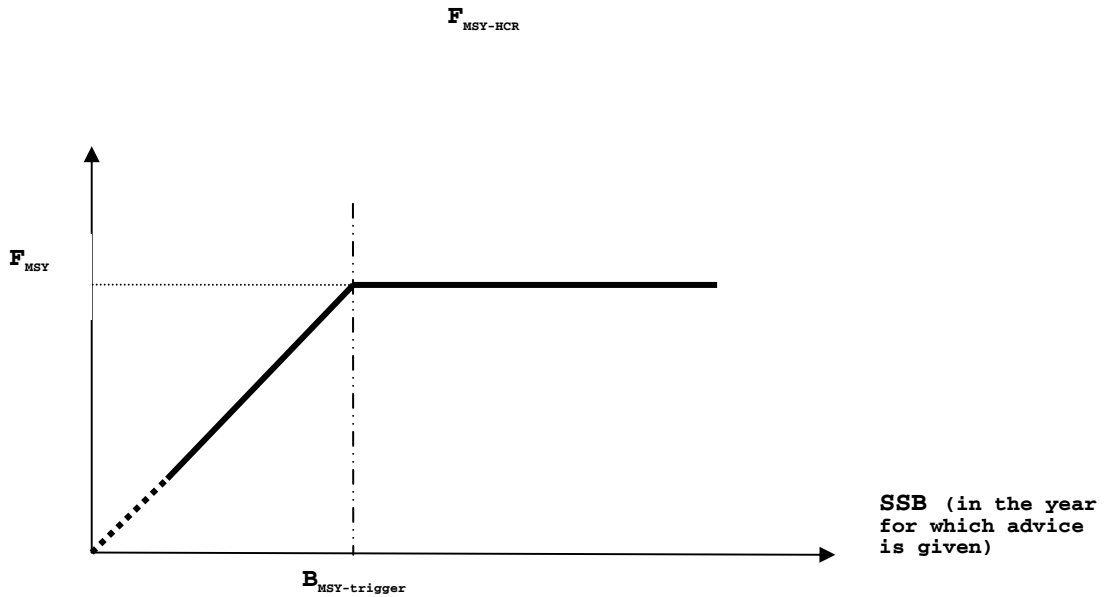
**Apéndice 2.** Lista de participantes.

**Apéndice 3.** Lista de documentos.

**Apéndice 4.** Extractos de documentos relevantes debatidos durante la reunión.



**Figure 1.** A HCR proposed by the 2010 Methods Working Group, and consistent with current Commission (FUT) guidance. This HCR is described in the 2010 Report of the ICCAT Working Group on Stock Assessment Methods (Anon. 2011).



**Figure 2.** MSY approach shown in Harvest Control Rule (reproduced with permission of ICES; Source: *ICES Advice 2011, Book 1, p.6.*)

## AGENDA

1. Opening, adoption of agenda and meeting arrangements
2. Review of current development of stock assessment methods (GBYP)
3. Meta-analysis for investigation of key parameters such as steepness, virgin biomass or  $K$ ,  $r$  and  $M$ 
  - 3.1 Feedback from ISSF meeting
  - 3.2 Alternative approaches
4. Limit, threshold and target reference points as part of HCRs to manage risk.
  - 4.1 Generic harvest control rules
  - 4.2 Species specific case studies.
5. Other matters
6. Recommendations
7. Adoption of the report and closure

## LIST OF PARTICIPANTS

### *SCRS CHAIRMAN*

**Santiago Burrutxaga, Josu**

SCRS Chairman - Head of Tuna Research Area, AZTI-Tecnalia, Txatxarramendi z/g, 48395 Sukarrieta (Bizkaia), Spain  
Tel: +34 94 6574000 (Ext. 497); 664303631, Fax: +34 94 6572555, E-Mail: jsantiago@azti.es

### *CONTRACTING PARTIES*

#### **CANADA**

**Neilson, John D.**

Head, Large Pelagic and Pollock Projects, Population Ecology Section, Fisheries and Oceans Canada, St. Andrews Biological Station, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, New Brunswick E5B 2L9  
Tel: +1 506 529 5913, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: john.neilson@dfo-mpo.gc.ca

#### **EUROPEAN UNION**

**Arrizabalaga, Haritz**

AZTI-Tecnalia /Itsas Ikerketa Saila, Herrera Kaia Portualde z/g, 20110 Pasaia Gipuzkoa, Spain  
Tel: +34 94 657 40 00, Fax: +34 94 300 48 01, E-Mail: harri@azti.es

**De Bruyn, Paul**

AZTI-Tecnalia, Herrera Kaia Portualdea z/g, 20110 Pasaia Gipuzkoa, Spain  
Tel: +34 94 657 40 00, Fax: +34 946 572 555, E-Mail: pdebruyn@pas.azti.es

**Leach, Adrian**

Renewable resources Assessment Group, Imperial College, Royal School of Mines Building, Department of Environmental Science and Technology, Prince Consort Road, London, United Kingdom  
Tel: +44 7813 164852, E-Mail: a.w.leach@imperial.ac.uk

**Levontin, Polina**

Renewable resources Assessment Group Imperial College of Science, Technology & Medicine, Department of Environmental Science and Technology, Prince Consort Road, London, United Kingdom  
E-Mail: polina.levontin02@imperial.ac.uk

**Ortiz de Urbina, Jose María**

Ministerio de Ciencia e Innovación, Instituto Español de Oceanografía, C.O de Málaga, Apartado 285 - Puerto Pesquero s/n, 29640 Fuengirola Málaga, Spain  
Tel: +34 952 47 1907, Fax: +34 952 463 808, E-Mail: urbina@ma.ieo.es



**Ortiz de Zárate Vidal, Victoria**

Ministerio de Ciencia e Innovación, Instituto Español de Oceanografía, C.O. de Santander, Promontorio de San Martín s/n, 39012 Santander Cantabria, Spain  
Tel: +34 942 291 716, Fax: +34 942 27 50 72, E-Mail: victoria.zarate@st.ieo.es

**JAPAN**

**Kimoto, Ai**

Researcher, Ecologically Related Species Section, Tuna and Skipjack Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, 5-7-1 Orido Shimizu-ku, Shizuoka-City, Shizuoka 424-8633  
Tel: +81 543 36 6036, Fax: +81 543 35 9642, E-Mail: aikimoto@affrc.go.jp

**UNITED STATES**

**Cass-Calay, Shannon**

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149  
Tel: +1 305 361 4231, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: shannon.calay@noaa.gov

**Scott, Gerald P.**

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Science Center, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149  
Tel: +1 305 361 4596, Fax: +1 305 361 4219, E-Mail: gerry.scott@noaa.gov

**Walter, John**

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

**OBSERVERS FROM NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**

**GREENPEACE**

**Losada Figueiras, Sebastián**

Oceans Policy Adviser, Greenpeace International, c/San Bernardo, 107, 28015 Madrid, Spain  
Tel: +34 91 444 1400, Fax: +34 91 447 1598, E-Mail: slosada@greenpeace.org

**Mediterranean Programme Office-WWF**

**Tudela Casanovas, Sergi**

WWF Mediterranean Programme Office Barcelona, c/ Carrer Canuda, 37 3er, 08002 Barcelona, Spain  
Tel: +34 93 305 6252, Fax: +34 93 278 8030, E-Mail: studela@atw-wwf.org

\*\*\*\*\*

**ICCAT GBYP**

**Polacheck, Tom**

Division of Fisheries CSIRO Marine Laboratories, PO Box 184, 7162 Woodbridge Tasmania, Australia  
Tel: +61 02 206 222, Fax: +61 02 240 530, E-Mail: Tom.polacheck@csiro.au

**Cooke, Justin G.**

Centre for Ecosystem Management Studies, Höllenbergstr. 7, 79312 Emmendingen-Windenreute, Germany  
Tel: +49 7641 935 1631, Fax: +49 7641 935 1632, E-Mail: jgc@cems.de

\*\*\*\*\*

**ICCAT SECRETARIAT**

C/Corazón de María, 8 – 6º planta; 28002 Madrid, Spain  
Tel:+3491 416 5600; Fax:+3491 415 2612; E-Mail: info@iccat.int

**Pallarés, Pilar**  
**Kell, Laurence**  
**Ortiz, Mauricio**  
**Palma, Carlos**  
**Di Natale, Antonio**

## LIST OF DOCUMENTS

- SCRS/2011/105 A harvest control rule for depleted stocks robust to uncertainty in biological reference points. Cass-Calay, S.L., Walter, J.F. and Brown, C.A.
- SCRS/2011/106 Derivation of the delta-lognormal variance estimator and recommendation for approximating variances for two-stage CPUE standardization models. Walters, J. and Ortiz, M.
- SCRS/2011/110 A genetic operating model to evaluate the implications of population structure in tuna stocks: A bluefin tuna example. Kell, L.T., Fromentin, J-M., Bonhommeau, S. and Mosqueira, I.
- SCRS/2011/111 The Robin Hood Approach, helping the poor at the expense of the rich: An example based on albacore. Kell, L. and Pallarés, P.

EXCERPTS FROM RELEVANT DOCUMENTS  
DISCUSSED DURING THE MEETING

## A4.1 1999 Meeting of the ICCAT Ad Hoc Working Group on Precautionary Approach

The 1999 Ad Hoc Working Group (Anon. 2000) reviewed several applications and discussions of the precautionary approach in other fora, namely ICES, NAFO, Multilateral High-Level Conference (MHL), FAO expert consultations and national and regional approaches. This led to discussion regarding how the precautionary approach could be applied to the ICCAT situation with ICES and NAFO in particular being highlighted. ICES had proposed a HCR based on limits for fishing mortality and biomass i.e.  $F_{lim}$ ,  $B_{lim}$  and thresholds that are designed to trigger action before the limits are reached i.e.  $F_{pa}$  and  $B_{pa}$ . While NAFO proposed  $F_{lim}$ ,  $B_{lim}$ ,  $F_{buf}$  and  $B_{buf}$ . The buffers in NAFO are to act in the same way as  $B_{pa}$  and  $F_{pa}$  in ICES. Depending on the “level of precaution” chosen between  $F_{lim}$  and  $F_{pa}$  in ICES and between  $F_{lim}$  and  $F_{buf}$  in NAFO, the two frameworks are comparable. Subsequently ICES realised that an operational HCR also requires the definition of a target and are currently considering the use of  $F_{MSY}$  as a target. However, management of stocks is not the responsibility of ICES and MSE has been used by the EU to develop stock specific and generic management plans for many of the stocks assessed by ICES. It was found that these plans and associated harvest control rules had to include many extra elements than originally proposed by ICES and NAFO. For example, NAFO has been applying Management Strategy Evaluation to the task of testing alternative harvest control rules to ensure the precautionary approach is adopted in its management rules (Shelton & Miller, 2009). Seven candidate management strategies were evaluated under a wide range of biological scenarios. A Precautionary Approach strategy was defined based on the break point of a segmented regression stock-recruitment model, with values of fishing mortality being determined as different proportions of  $F_{0.1}$ , used as implicit target mortality rate.

Different international and national organizations have used the terms “target”, “limit”, and “threshold” in different ways, resulting in confusion when trying to communicate these concepts (see Gabriel and Mace 1999). Here we define the terms as used by the Committee. All three terms can be used to refer to biological reference points based on either biomass or fishing mortality, or other related quantities.

A limit is a conservation reference point based on a level of biomass ( $B_{limit}$ ) or a fishing mortality rate ( $F_{limit}$ ) that should be avoided with high probability because it is believed that the stock may be in danger of recruitment overfishing or depensatory effects if the reference points are violated. However, if the stock falls below the limit biomass or if fishing mortality exceeds the limit  $F$ , this does not necessarily imply that the fishery must be shut down. If a stock exceeds the limit fishing mortality, reductions in fishing mortality are required as quickly as possible; if the stock falls below the limit biomass, a rebuilding plan with a specific time horizon may be required. In some other fora, limit biomass has been used in an absolute sense to imply the need to reduce fishing mortality to zero; more commonly, a gradual reduction towards  $F=0$  at some lower biomass or even  $B=0$  is employed. The level chosen to represent “high probability” depends on the severity of the consequences of the violation. The actual probability (risk) levels should be set by managers, in consultation with stock assessment scientists.

A target is a management objective based on a level of biomass ( $B_{\text{target}}$ ) or a fishing mortality rate ( $F_{\text{target}}$ ) that should be achieved with high probability on average. This generally means that the probability of exceeding the reference point should be around 50%. Targets should be set sufficiently far away from limits that they result in only a low probability that the limits will be exceeded. Fishing mortality-based targets have tended to assume more importance than biomass targets (except that the latter may be used as targets of rebuilding plans) because while fishing mortality rates can theoretically be controlled by setting quotas, it is expected that biomass will fluctuate around the corresponding biomass target.

A threshold is a level of biomass ( $B_{\text{thresh}}$ ) or a fishing mortality rate ( $F_{\text{thresh}}$ ) between the limit and target reference points that serves as a “red flag” and may trigger particular management actions designed to reduce fishing mortality. Biomass thresholds are used more commonly than fishing mortality thresholds. Of the four combinations of limit/ target and fishing mortality/ biomass-based reference points, the Committee believes that the most important reference points are targets based on fishing mortality rates ( $F_{\text{target}}$ ) and limits based on biomass levels ( $B_{\text{limit}}$ ).

#### **4.1.1 Potential candidates for target reference points**

Based on language in the ICCAT Convention,  $F_{\text{MSY}}$  is probably the most appropriate fishing mortality-based target reference point. However, note that the corresponding  $B_{\text{MSY}}$  is only appropriate as a target in an average or equilibrium sense; i.e. in natural systems where  $F_{\text{MSY}}$  is the target, biomass should be expected to fluctuate around  $B_{\text{MSY}}$ , so there should be no unnecessary cause for alarm when biomass falls somewhat below  $B_{\text{MSY}}$ . Thus, it may make more sense to consider F-targets in conjunction with biomass limits, rather than biomass targets, *per se*. On the other hand,  $B_{\text{MSY}}$  may be a better rebuilding target than  $B_{\text{limit}}$ , because this will enhance the probability of rebuilding the age structure as well as the biomass of a previously-depleted stock.

Other potential candidates for target fishing mortality rates include biological reference points that have frequently been used as proxies for  $F_{\text{MSY}}$ . These include (i) reference points from yield per recruit analysis (e.g.  $F_{0.1}$  and  $F_{\text{max}}$ ), (ii) reference points from spawning biomass per recruit analysis (e.g.  $F_{20\%}$ ,  $F_{30\%}$ ,  $F_{35\%}$ ,  $F_{40\%}$ ), (iii)  $F=M$ , (iv)  $F_{\text{med}}$  calculated over a period where the fishery was believed to be in a sustainable mode, (v) empirical reference points (see, for example, Caddy 1998, ref. 10). Average or equilibrium biomass targets include the biomass levels associated with these fishing mortality reference points.

#### **4.1.2 Potential candidates for limit reference points**

Based on paragraph 7 of Annex II of the Straddling Stocks Agreement,  $F_{\text{MSY}}$  is probably the most appropriate fishing mortality-based limit reference point.

Other potential candidates for limit fishing mortality rates include: (i)  $F_{\text{crash}}$  (equivalently,  $F_{\text{extinction}}$ ), (ii) reference points from yield per recruit analysis (e.g.  $F_{\text{max}}$ ), (iii) reference points from spawning biomass per recruit analysis (e.g.  $F_{5\%}$ ,  $F_{10\%}$ ,  $F_{20\%}$ ), (iv)  $F_{\text{med}}$  calculated over a period when the fishery was believed to be in an overfished state, (v) empirical reference points (see, for example, Caddy 1998b, ref 10). Potential candidates for limit biomass levels include:  $B_{\text{limit}} = 20\% B_0$ ;  $(1-M) * B_{\text{MSY}}$ ; MBAL (ICES 1997, 1998);  $B_{\text{MSY}} * e^{-1.645\sigma}$  (ICES 1998).

#### **4.1.3 $F_{\text{MSY}}$ as a target vs. a limit**

Annex II of the Straddling Stocks Agreement states that  $F_{\text{MSY}}$  should be a minimum standard for a limit reference point. This is potentially in conflict with the objectives of the ICCAT Convention, which imply that  $F_{\text{MSY}}$  is the target. In fact, there are very few examples where fishing mortality has been limited to  $F_{\text{MSY}}$  over a significant period of time, even where MSY has been the stated management objective, and the Committee was not aware of any examples where stocks have collapsed despite fishing mortality being maintained near  $F_{\text{MSY}}$  over a substantial period.

Generally speaking, a target refers to a management objective (e.g., maximum sustainable catch, as stated in the ICCAT Convention), while a limit refers to conservation and sustainability considerations. From a theoretical viewpoint and with this general distinction in mind,  $F_{\text{MSY}}$  has been considered so far by fisheries biologists as an optimization reference point. However, depending on the quality and quantity of available information, a situation may exist where a stock managed at  $F_{\text{MSY}}$  could encounter sustainability problems: the true fishing

mortality, while maintained around a perceived  $F_{MSY}$ , could exceed some sustainable limit due to the level of uncertainty in assessments. For tuna stocks, it is not clear whether the quality and quantity of information allows an  $F_{MSY}$  management strategy to avoid sustainability problems with sufficiently high probability. Therefore, the Committee decided to investigate this and related problems using a simulation model (specified below).

#### ***A4.1.4 Harvest Control rules***

A harvest control rule incorporates limit and target (and possibly threshold) reference points into a simple schematic that shows the action to be taken in terms of defining and setting fishing mortality rates or yields (y-axis) depending on the estimated biomass level (x-axis) (**App-Figure 1**). In essence, a harvest control rule can be thought of as a pre-agreed course of management actions dependent on the status of the stock.

Harvest control rules are not new to ICCAT or most other management organizations. They are simply a concise way of specifying how the current management process works conceptually. ICCAT's implicit control rule is that once biomass falls below  $B_{MSY}$  and/or fishing mortality substantially exceeds  $F_{MSY}$ , regulations (**App-Figure 2**) should be enacted to reduce fishing mortality (by reducing fishing effort or imposing quotas corresponding to reduced levels of fishing mortality and fishing effort). Thus, the Committee is not introducing a new concept; rather it is formalizing existing protocols and, more importantly, suggesting methods for evaluating the performance of these and alternative control rules (see following section on simulation models for evaluating alternative management strategies).

The simplest management strategies consist of fixing either a TAC or a fishing mortality rate for a given period. In the case of a fixed  $F$  strategy, the associated harvest control rule would consist of setting a TAC each year corresponding to the target  $F$ , based on the most recent estimate of fishing mortality. However, alternative strategies can be envisioned, in particular strategies utilizing a multi-annual basis. In such strategies, gradual changes in fishing mortality can be envisioned, from a given current value of  $F$  to the target  $F$ . These kinds of strategies may achieve the desired target while, at the same time, avoiding abrupt changes in fishing mortality and therefore in successive TAC values. Thus, it may be particularly useful to examine rebuilding strategies on a multi-annual basis. The performance of harvest control rules can be evaluated through simulation models.

#### ***A4.2 The precautionary approach as applied by other tuna RFMOs (SCRS/2010/023)***

Some tuna RFMOs, such as the WCPFC and IATTC, make explicit mention of the precautionary approach in their conventions, whilst others, whose conventions either predate these codes or are whose conventions have not been recently revised, are searching for other ways in which to take these codes into consideration.

Based on the case studies presented, best practices for adopting the precautionary approach were identified. Tuna RFMOs with recently adopted conventions which intend adopting the precautionary approach have specifically included reference to the approach in their conventions. This ensures all contracting parties clearly understand the aims and requirements of the approach are legally obliged to fulfil them. For RFMOs with conventions that predate the UN fish stocks agreement, the renegotiation of new conventions may be a costly and time consuming process and thus undesirable. In these cases, the precautionary approach could be formally addressed through the adoption of binding resolutions or recommendations. Again this may not be completely achievable if "opt out" clauses are maintained.

In practical terms, the scientific obligations to Precautionary Approaches are to determine the status of the stock(s) relative to limits and targets, to predict outcomes of management alternatives for reaching the targets and avoiding the limits, and to characterize the uncertainty in both of these. A convenient framework to conduct management evaluations is through the use of control rules, for which managers specify variables under their control through some functions related to the status of the stock under a pre-agreed plan for adjusting management actions. The perceived stock status is reliant upon the development of reference points (either target or limit). The calculation of these reference points requires a suitable quantity and quality of data for the species of concern. With the inclusion of stock projections, rebuilding plans can be developed should a stock be determined as being overexploited. In addition to target species, the monitoring and management of by-catch species is also necessary as is the impact of fishing activities on marine ecosystems and the environment. Socio-economic factors should also be taken into consideration. These considerations may potentially be accommodated in the MSE framework.

From a management perspective, monitoring and compliance is crucial, the latter of which should carry penalties if disregarded. Access or effort controls are also necessary to ensure populations are not unsustainably exploited. If the fishery is perceived to be over capacitated, buy back or capacity reduction schemes should be considered. Of great importance too is the reduction of IUU fishing. The management scheme employed by the RFMO should also be flexible in order to address data poor issues. The management should be able to take action and provide management for species which are data deficient but which have a strong likelihood of being adversely impacted upon by fishing activities. Where TACs are not possible to calculate or implement alternative forms of management such as closed areas or seasons should be considered to reduce fishing pressure on potentially vulnerable stocks.

#### **A4.3 United States: Magnuson-Stevens Fishery Conservation and Management Reauthorization Act (MSRA) of 2006**

The United States precautionary management methods are described in the MSRA (Public Law 109-479) and in the National Standard Guidelines (74 FR<sup>1</sup> 3178 (2009-01-16)). The objective of the MSRA can be summarized as follows: *Conservation and management measures shall prevent overfishing while achieving, on a continuing basis, the optimum yield from each fishery for the United States fishing industry. Section 301(a)(1).*

To that end, the MSRA defined “overfishing” as the level of fishing above that which would produce the maximum sustainable yield ( $F_{MSY}$ , or a proxy thereof). It also specifies four reference catch levels (**App-Figure 3**):

- **OFL:** The overfishing limit is the level of annual catch expected when the best estimate of  $F_{MSY}$  is applied to a stock’s abundance in any given year. The OFL will be less than  $MSY$  to the degree that stock abundance is less than  $B_{MSY}$ .
- **ABC:** The acceptable biological catch is a level of annual catch to be set at or below the OFL based on the level of scientific uncertainty.
- **ACL:** The annual catch limit is the level of annual catch of a stock that serves as the basis for invoking accountability measures (AMs), defined as management controls to prevent ACLs from being exceeded, and to correct or mitigate overages of the ACL when they occur. The NS Guidelines further state that if catch exceeds the ACL for a given stock or stock complex more than once in the last four years, the system of ACLs and AMs should be re-evaluated and/or modified to improve performance and effectiveness.
- **ACT:** The annual catch target is the most conservative level of catch. It is recommended in the system of accountability measures to avoid exceeding the ACL (essentially accounting for management uncertainty). The ACT is optional, but regarded as useful for fisheries lacking effective in-season management controls to prevent the ACL from being exceeded. For these fisheries, management plans are advised to set ACTs sufficiently below ACLs that catches are unlikely to exceed the ACL.

A provision of the MSRA is that  $OFL \geq ABC \geq ACL$ . However, it should be noted that while ACL may be legally set equal to OFL, the U.S. National Marine Fisheries Service has concluded that there are few fisheries for which setting OFL, ABC, and ACL equal to each other would be appropriate.

By law, ACLs must be determined for all stocks in U.S. fisheries management plans by 2011, with the exception of species/stocks identified as “ecosystem components”. To be considered for possible “ecosystem component” classification, species should, amongst other considerations:

1. Not be a target of directed fisheries
2. Not be identified as “subject to overfishing”, “approaching overfished”, or “overfished”;
3. Be unlikely to become subject to overfishing (or overfished) according to the best available information
4. Not generally be retained for sale or personal use.

Neither the MSRA nor the National Standard Guidelines specify a particular methodology to quantify or incorporate uncertainty for the determination of precautionary catch levels (ABC, ACL, ACT). Instead, the eight U.S. Regional Fishery Management Councils are given broad authority to devise precautionary strategies consistent with MSRA objectives regarding the following:

---

<sup>1</sup> Federal Register.

1. Scientific Uncertainty (e.g. measurement error, model specification error, forecast error, environmental variability and uncertainty about overall stock productivity).
  - a) ABC control rule: A specified approach to setting the ABC for a stock as a function of the scientific uncertainty in the estimate of OFL and any other scientific uncertainty.
  - b) Risk policy is part of ABC control rule: The determination of ABC should be based, when possible, on the probability that an actual catch equal to the stock's ABC would result in overfishing.
  - c) This probability that overfishing will occur cannot exceed 50 percent and should be a lower value.
2. Management uncertainty
  - a) Address through a full range of accountability measures.
  - b) For fisheries without effective in-season management controls to prevent the ACL from being exceeded, an accountability measure (ACT) should be utilized. ACT should be set sufficiently below ACL so that catches do not exceed the ACL.
3. Overfished stocks:
  - a) For overfished stocks and stock complexes, a rebuilding ABC must be set to reflect the annual catch that is consistent with the schedule of fishing mortality rates in the rebuilding plan.
  - b) Councils must prepare and implement management measures within two years of the notification of an overfished or "approaching overfished" condition
  - c) If the stock is overfished and overfishing is occurring, the rebuilding plan must end overfishing immediately.
  - d) The rebuilding time for an overfished stock must be "as short as possible," and may not exceed 10 years + one generation time.

#### **A4.4 Proceedings of the 2008 Joint Canada-ICCAT Workshop on the Precautionary Approach for Western Bluefin Tuna (Anon, 2009)**

The Canada-ICCAT working group also considered precautionary harvest strategies. The following conclusions were reported.

1. Although population dynamics theory suggests that harvesting at  $F_{MSY}$  should be sustainable and would maintain a population at around  $B_{MSY}$ , such a policy may not perform as expected because it affords little room for errors of assessment or environmentally driven fluctuations of productivity, particularly if these are correlated over time. Further, the rate of recovery for depleted populations may be slow. Therefore, strategies that reduce fishing mortality below  $F_{MSY}$  when the stock biomass is low generally perform better, in relation to both long term yield and conservation of the resource.
2. A practical approach to incorporate the considerations discussed above is to adopt a harvest strategy that specifies a non-constant  $F_{REF}$  that is a function of biomass. When biomass becomes low  $F_{REF}$  is reduced. Minimally, such a harvest strategy requires specification of an  $F_{REF}$  and a  $B_{REF}$  at which reduction of the  $F$  reference begins. Additionally, a lower  $B_{REF}$  below which harvesting should be reduced to the lowest possible level may also be specified. Some candidate forms of harvest strategies are illustrated (**App-Figure 4**).
3. A precautionary approach requires that uncertainties should be taken into account. The form of the advice should facilitate incorporation of greater precaution for cases with more uncertainty. One alternative is to conduct simulation experiments to determine the value of  $F_{REF}$  that results in a low probability (specified by managers) of the biomass falling below  $B_{MSY}$ , given the level of uncertainty. Another alternative is for managers to incorporate greater risk adversity when biomass is low, in addition to reducing  $F_{REF}$ .
4. Plans for rebuilding biomass to  $B_{MSY}$  may specify the rebuilding period. The group recommended that the rebuilding  $F$  be periodically updated and warned that delaying updates when there is lack of progress will require an even larger subsequent adjustment.

#### **A4.5 A Fishery Decision-Making Framework Incorporating the Precautionary Approach. Department of Fisheries and Oceans, Canada**

This document describes the fishery management policy developed by Canada based on the Precautionary Approach.

Components of the General Decision Framework:

1. Reference points and stock status zones (Healthy, Cautious and Critical).
2. Harvest strategy and harvest decision rules
3. The need to take into account uncertainty and risk when developing reference points and developing and implementing decision rules.

The three stock status zones are created by defining a Limit Reference Point (LRP), an Upper Stock Reference Point (USR) and the Removal Reference for each of the three zones (**App-Figure 5**). The LRP represents the stock status below which serious harm is occurring to the stock, and possibly also the ecosystem, associated species and fishing opportunities. The LRP is based on biological criteria and established by Science through a peer reviewed process. The Removal reference is the maximum acceptable removal rate for the stock. It is normally expressed in terms of fishing mortality (F) or harvest rate. The Removal reference includes all mortality from all types of fishing.

**Table 1** provides generalized management actions to apply this decision framework to the management of key harvested stocks. Specific values for individual stock harvest strategies are to be provided through science assessments.

Both scientific uncertainty and uncertainty related to the implementation of a management approach must be explicitly considered for the Precautionary Approach. Uncertainty should be incorporated in the calculation of stock status and biological reference points. It is desirable that scientific uncertainty be quantified to the extent possible and used to assess the probability of achieving a target or of a stock falling to a certain level under a specific management approach.

Management decisions should be explicit about the risk of decline associated with a management action by deciding on a risk tolerance for a particular management decision. Management actions would then aim to be consistent with this level of risk tolerance.

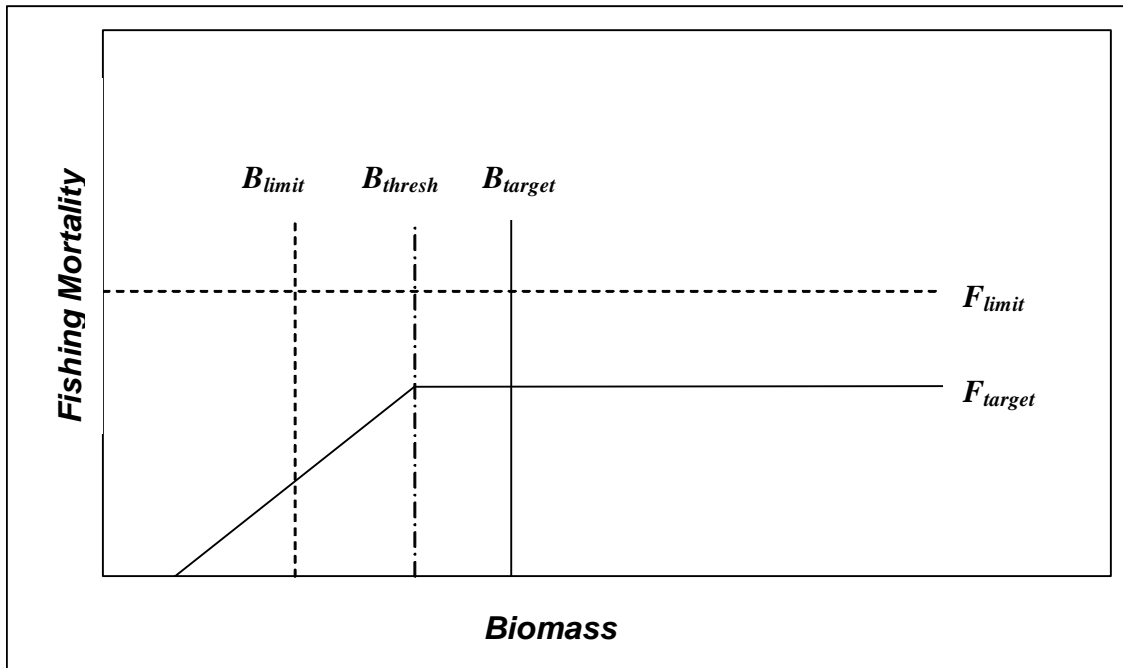
When a stock is in the critical zone, management actions must promote stock growth, and removals by all human sources must be kept to the lowest possible level. There should be no tolerance for further preventable decline. When the stock is in the Cautious or Healthy zone, management actions could be differentially considered on the basis of both stock status (e.g. abundance) and trajectory or rate of change in status. For example, management actions might appropriately vary if a stock is in the Cautious zone but clearly improving in status.

When necessary, the development of a rebuilding plan should be initiated enough in advance to ensure the plan is ready to come into effect at the boundary of the Critical and Cautious zones if a stock has declined and reached the LRP. If a stock is already in the critical zone, a rebuilding plan must be developed and implemented on a priority basis.

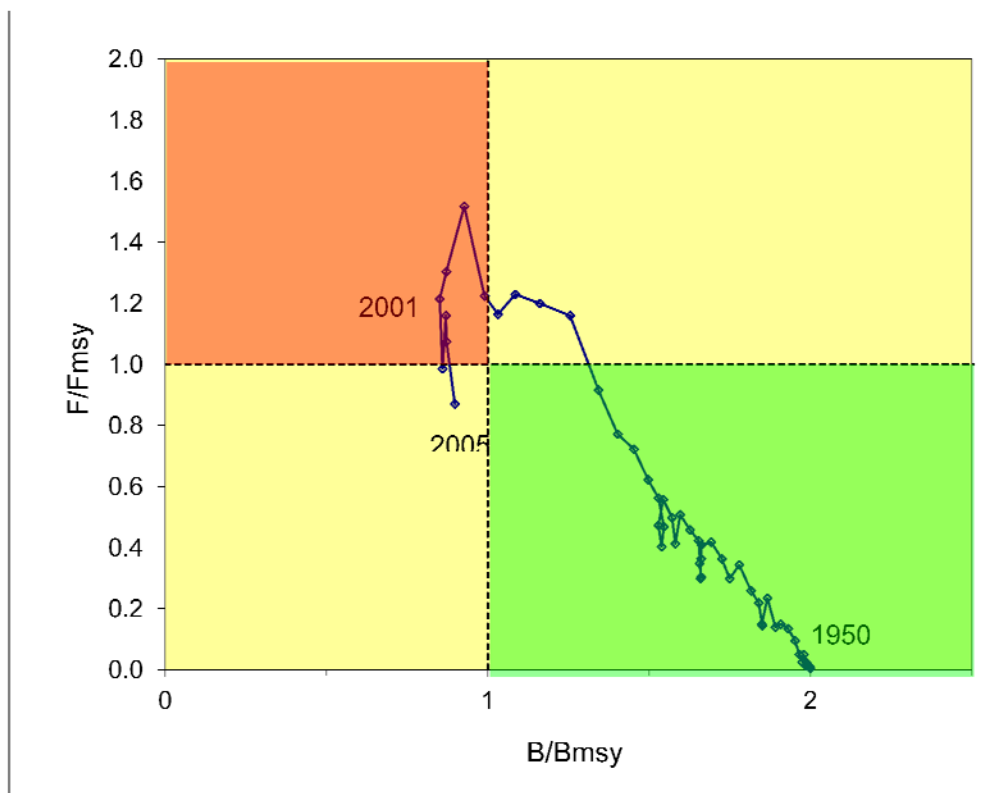
**Table 1.** Three zone Precautionary Approach framework with criteria for management actions for key harvested stocks.

		Stock Status		
		Critical	Cautious	Healthy
<b>General Approach</b>		Conservation considerations prevail. Management actions cannot be inconsistent with secure recovery	Socio-economic and conservation considerations should be balanced in a manner that reflects location in zone and trajectory	Socio-economic considerations prevail. Conservation measures consistent with sustainable use apply.
<b>Harvest rate strategy</b>		Harvest rate (taking into account all sources of removals) kept to an absolute minimum.	Harvest rate (taking into account all sources of removals) should progressively decrease from the established maximum and should promote stock rebuilding to the Healthy Zone.	Harvest rate (taking into account all sources of removals) not to exceed established maximum.
<b>Recent Stock Trajectory</b>	<b>Increasing</b>	Management actions must promote stock growth. Removals from all sources must be kept to the lowest possible level until the stock has cleared the Critical Zone. A rebuilding plan must be in place with the aim of having a high probability of the stock growing out of the Critical zone within a reasonable timeframe <sup>12</sup> . This plan must be associated with appropriate monitoring and assessment of the condition of the stock to confirm the success of rebuilding. The plan must also include additional restrictions on catches, and a provision that application of the measures is mandatory if the evaluation fails to find clear evidence that rebuilding is occurring.	Management actions should promote stock growth to the Healthy Zone within a reasonable time frame. Risk tolerance for preventable decline – low to moderate (if high in zone)	Management actions should be tolerant of normal stock fluctuations. Risk tolerance for preventable decline – high
	<b>Stable<sup>11</sup></b>		Management actions must encourage stock growth in the short term. Risk tolerance for preventable decline – low to moderate (if high in zone)	
	<b>Declining</b>		Management actions must arrest declines in the short term or immediately if low in the zone. Risk tolerance for preventable decline – very low / low. Development of a rebuilding plan is ready to come into effect if the stock declines further and reaches the critical zone.	

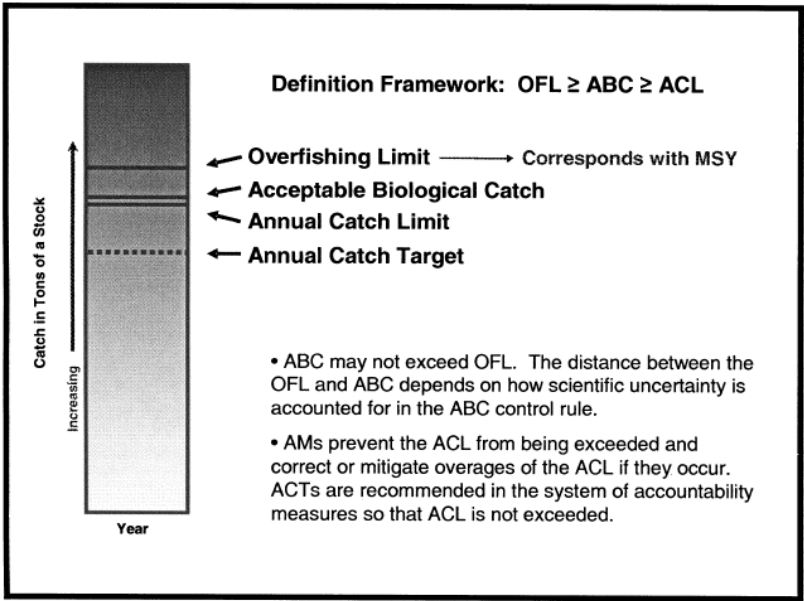




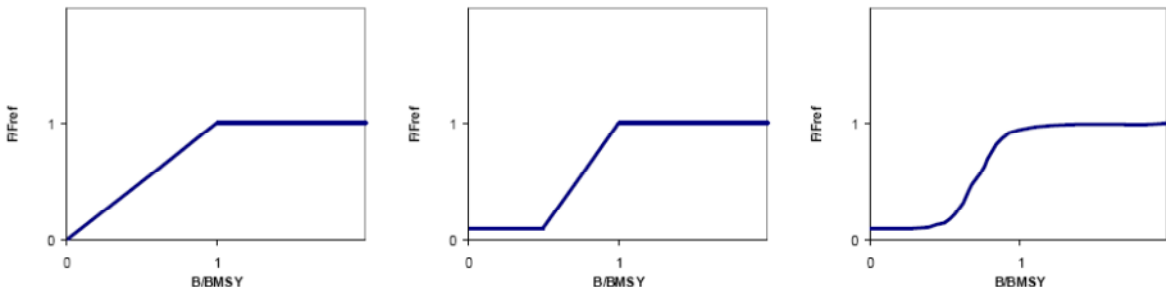
**App-Figure 1.** Simple example control rule based on the terminology used in this document.



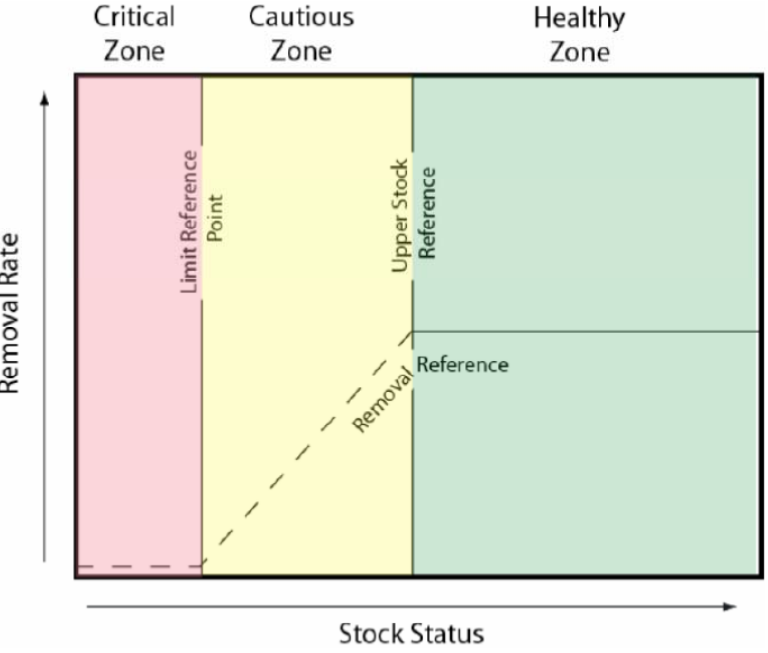
**App-Figure 2.** An example of the harvest control rule applied to ICCAT stocks (Anon. 2008). Values of  $F/F_{MSY} \geq 1$  indicate overfishing. Values of  $B/B_{MSY} < 1$  indicate an overfished condition. The line shows the annual trajectory of stock status.



**App-Figure 3.** Description of revised MSRA management targets and limits. The annual catch target (ACT) is optional, but recommended when in-season controls/monitoring of fishing are insufficient to avoid exceeding the ACL.



**App-Figure 4.** Schematics of various forms of harvest strategy that comply with reduction in  $F_{ref}$  when biomass falls below  $B_{MSY}$ .



**App-Figure 5.** Canada’s guidelines for a harvest strategy compliant with the Precautionary Approach.