

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

Special Report 19
Informe Especial 19



EXTERNAL REVIEW OF IATTC BIGEYE TUNA ASSESSMENT

3-7 May 2010

REVISIÓN EXTERNA DE LA EVALUACIÓN DEL ATÚN PATUDO DE LA CIAT

3-7 de mayo de 2010

John R. Sibert (Chair—Presidente), Shelton J. Harley, James N. Ianelli, and—y
Andre E. Punt

(Panel Members—Miembros del Panel)

**La Jolla, California
2012**

The Antigua Convention, which was negotiated to strengthen and replace the 1949 Convention establishing the Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC), entered into force on 27 August 2010. The IATTC is responsible for the conservation and management of the “stocks of tunas and tuna-like species and other species of fish taken by vessels fishing for tunas and tuna-like species” in the eastern Pacific Ocean, and also for the conservation of “species belonging to the same ecosystem and that are affected by fishing for, or dependent on or associated with, the fish stocks covered by [the] Convention.”

The members of the Commission and the Commissioners are listed in the inside back cover of this report.

The IATTC staff's research responsibilities are met with four programs, the Data Collection and Data Base Program, the Biology and Ecosystem Program, the Stock Assessment Program, and the Bycatch Program and International Dolphin Conservation Program.

An important part of the work of the IATTC is the publication and wide distribution of its research results. These results are published in its Bulletin, Special Report, Data Report series, and papers in outside scientific journals and chapters in books, all of which are issued on an irregular basis, and its Stock Assessment Reports and Fishery Status Reports, which are published annually.

The Commission also publishes Annual Reports and Quarterly Reports, which include policy actions of the Commission, information on the fishery, and reviews of the year's or quarter's work carried out by the staff. The Annual Reports also contain financial statements and a roster of the IATTC staff.

Additional information on the IATTC's publications can be found in its web site.

La Convención de Antigua, negociada para fortalecer y reemplazar la Convención de 1949 que estableció la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), entró en vigor el 27 de agosto de 2010. La CIAT es responsable de la conservación y ordenación de las “poblaciones de atunes y especies afines y otras especies de peces capturadas por embarcaciones que pescan atunes y especies afines” en el Océano Pacífico oriental, así como de la conservación de “especies que pertenecen al mismo ecosistema y que son afectadas por la pesca de especies de peces abarcadas por la ... Convención.”

En la contraportada del presente informe se alistan los miembros de la Comisión y los Comisionados.

Las responsabilidades de investigación del personal de la CIAT son realizadas mediante cuatro programas: el programa de recolección de datos y bases de datos, el programa de biología y ecosistemas, el programa de evaluación de poblaciones, y el programa de captura incidental y el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines.

Una parte importante del trabajo de la CIAT es la publicación y amplia distribución de los resultados de sus investigaciones. Se publican los mismos en sus series de Boletines, Informes Especiales, Informes de Datos, y publicaciones en revistas científicas externas y capítulos en libros, todos de los cuales son publicados de forma irregular, y sus Informes de la Condición de las Poblaciones e Informes de la Situación de las Pesquerías, publicados anualmente.

La Comisión publica también informes anuales y trimestrales, los que incluyen acciones de política de la Comisión, información sobre la pesquería, y resúmenes de trabajo realizado por el personal en el año o trimestre correspondiente. Los informes anuales contienen también un estado financiero y una lista del personal de la CIAT.

Se presenta información adicional sobre las publicaciones de la CIAT en su sitio web.

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

Special Report 19
Informe Especial 19

EXTERNAL REVIEW OF IATTC BIGEYE TUNA ASSESSMENT
3-7 May 2010

**REVISIÓN EXTERNA DE LA EVALUACIÓN DEL ATÚN
PATUDO DE LA CIAT**
3-7 de mayo de 2010

John R. Sibert (Chair—Presidente), Shelton J. Harley, James N. Ianelli, and—y
Andre E. Punt

(Panel Members—Miembros del Panel)

**La Jolla, California
2012**

CONTENTS

1.	Background	3
2.	General topics.....	4
2.1.	Data issues	4
2.2.	Length-frequency data	5
2.3.	Spatial considerations	6
3.	Assessment methods	7
3.1.	Stock assessment modelling platform.....	7
3.2.	Data weighting.....	7
3.3.	Use of pre-1975 information.....	7
3.4.	Modelling growth	8
3.5.	Catchability and selectivity.....	9
3.6.	Natural mortality	10
3.7.	Stock-recruit relationship.....	10
3.8.	Other recommendations	11
4.	References	11
	Appendix A - Documents presented to Panel	12
	Appendix B - Adopted agenda.....	12
	Appendix C - List of participants.....	13
	Appendix D - Panel biographies	14

Figures–Figuras	15
-----------------------	----

INDICE

1.	Antecedentes	19
2.	Temas generales	20
2.1.	Cuestiones de datos.....	20
2.2.	Datos de frecuencia de talla	21
2.3.	Consideraciones espaciales.....	22
3.	Métodos de evaluación.....	23
3.1.	Plataforma de modelado de evaluación de poblaciones.....	23
3.2.	Ponderación de datos	24
3.3.	Uso de información de antes de 1975	24
3.4.	Modelado del crecimiento.....	24
3.5.	Capturabilidad y selectividad.....	25
3.6.	Mortalidad natural.....	26
3.7.	Relación población-recluta	27
3.8.	Otras recomendaciones	27
4.	Referencias	28
	Anexo A - Documentos presentados al Panel	29
	Anexo B – Agenda adoptada	29
	Anexo C – Lista de participantes	30
	Anexo D – Biografías de los miembros del Panel	31

1. BACKGROUND

The assessment of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean (EPO), defined for the purposes of this review as the area east of 150°W between 40°N and 40°S (Figure 1), is based on fitting an age- and length-structured population dynamics model to data on catches, catch rates, length-frequency data, and data on length-at-age. The fisheries in the EPO were divided into four longline fisheries (Fleets 1-4) and 11 surface fisheries (Fleets 5-15). The assessment uses the Stock Synthesis 3 software (Methot 2009). The IATTC staff identified a set of assumptions which are reflected in the base-case model (Aires-da-Silva and Maunder 2009). This model suggests that the spawning biomass of bigeye tuna in the EPO was near the historic low level at the beginning of 2009. At that time, the spawning biomass ratio (SBR; the ratio of the spawning biomass at that time to that of the unfished stock) was about 0.17, which is about 11% less than the level corresponding to the maximum sustainable yield (MSY). The assessment includes a number of sensitivity tests which explore the impacts of changes on some of the assumptions of the base-case model*.

IATTC staff requested that the review panel consider the following general questions related to the assessment of bigeye tuna stocks in the EPO:

1. What is an appropriate stock structure for assessment of bigeye tuna in the EPO?
2. How can variability in size at age be accommodated in the stock assessment?
3. Has a major change in recruitment occurred over the history of the fishery?
4. What is causing the patterns in the length-composition residuals?
5. How should indices of abundance be computed and used in the assessment?
6. How should the tagging data be used in the assessment model?

Staff members provided the Panel with several documents (Appendix A) prior to the meeting and introduced each agenda item (Appendix B) with a series of presentations. The staff identified two key undesirable features of the current base-case model, related to questions 3 and 4 above:

- a. the fit of the base-case model to the length-frequency data for the southern longline fishery (Fleet 9) exhibits a systematic residual pattern. Specifically, there is a higher proportion of smaller fish in the catch than is predicted by the model for the years before 1990, while there is a higher proportion of large fish in the catch than is predicted by the model after 1990 (Figure 2).
- b. one of the most striking features of the base-case assessment is the estimated increase in recruitment. Recruitment increases dramatically during the mid-1990s to a level approximately double that estimated for the period back to 1975. This trend has been questioned for several years. This increase coincided with the expansion of catches from the purse-seine fishery on fish-aggregating devices (FADs) and an increase in the mean size of fish taken in the southern longline fishery.

These two features, as well as a pattern in the residuals for Fleets 3 and 9, in which negative residuals in Fleet 9 correspond with positive residuals for Fleet 3 (Figure 3) from 1997 to 2007, were a focus for discussion. The Panel made numerous requests of the staff for additional model runs to further understand the behavior of the model and to identify sets of hypotheses regarding biological and fishery processes which could reduce these undesirable features of the base-case model. The focus of these runs was on the case in which the entire EPO is assumed to contain a single homogeneous stock of bigeye tuna. However, a subset of the runs focused on the “central” area (the areas enclosing Fleets 3 and 11 in Figure 1).

The Panel identified a series of issues, divided into general topics based on the material provided before the meeting, the information in a series of background documents, and the results of the requested model

* Unless otherwise modified, the word "model" means stock assessment model.

runs. Drs. Alain Fonteneau and Eleutorio Yáñez also made presentations and comments. This report reflects the Panel’s view on the work of the staff. Progress in regards to improving the assessment will require additional modeling and data. The Panel has summarized its key findings and **makes specific recommendations to the staff** on each issue.

Based on the results of the requested model runs, the Panel concludes that there is considerable uncertainty regarding the absolute abundance of bigeye tuna in the EPO using a stock assessment which treats all bigeye west of 150°W as a single homogeneous population. Specifically:

1. If the expected size of a 40-quarter-old bigeye is “large” (~190-200cm) and the selectivity pattern for the southern longline fishery is asymptotic, the assessment estimates a relatively small stock.
2. If the expected size of a 40-quarter-old bigeye is “small” (< 170cm) or the selectivity pattern for the southern longline fishery is dome-shaped, the assessment estimates a relatively large stock with dynamics dominated by changes in recruitment over time.

The Panel thanks the staff of the IATTC, in particular Mark Maunder and Alexandre Aires-da-Silva, for their hard work and willingness to respond to Panel requests, for their exceptional support, provisions, and general hospitality during the review.

2. GENERAL TOPICS

2.1. Data issues

2.1.1. CPUE data

In the absence of survey indices of abundance, catch per unit effort (CPUE) data currently provide the model with the best available information on changes in relative abundance over time, particularly the indices of abundance for the southern longline fishery.

Operational level catch and effort data are available for the purse-seine fishery, and an algorithm is used to estimate effort in days fished by the three set types (unassociated, floating-object-associated, and dolphin-associated) based on the number of sets by set type and total days fished. Operational level data are not available for the longline fisheries, and the staff depends on data aggregated to 5x5-degree area and month. Only the Japanese fleet has had a continuous presence in the fishery, but information on targeting practices by the Japanese fleet, as informed by hooks per basket, are only available from 1975.

Allowance is made within the base-case model for process and observation errors when fitting CPUE data. The extent of such errors is estimated as part of the fitting procedure. Based on the estimated errors, the CPUE series for the surface fisheries have little influence on the final model estimates.

2.1.2. Findings

The purse-seine data are unlikely to reflect changes in abundance, particularly due to developments in the FAD fishery and are consequently given lower weight in the model (*i.e.* higher observation-error coefficient of variation (CV)). Developing reliable indices of abundance for purse-seine fisheries is difficult, but any information on fishing practices is likely to lead to an improved understanding of the relationship between abundance and catch rates, and hence possibly changes in the component of the population available to this fishery. Further understanding of the dynamics of the purse-seine fishery, in particular the use of FADs, may lead to more informative data from this fishery. Therefore, the Panel strongly supports the development of collaborative scientific research programmes into FAD use, as described in IATTC Resolution [C-09-01](#).

Standardization of the longline indices currently does not account for factors found to be important in CPUE standardizations for other longline fisheries, *e.g.* target depth, vessel effects, line type, and fine-scale location. There have been changes in fleet composition and line type in the longline fishery over the time period considered in the assessment.

Patterns in the length-frequency data from the purse-seine and longline fisheries that are attributed to changes in fishing practices or selectivity have major implications for the interpretation of CPUE data.

2.1.3. Recommendations

The Panel recommends that plots of predicted versus observed CPUE should be used as a diagnostic for evaluating the fit to the various indices.

The Panel notes that there is considerable value in having the staff collaborate with national scientists to examine the potential effects on CPUE of changes in fishing practices (such as line type) and fleet composition and efficiency. The Panel is encouraged that collaboration is currently occurring between scientists from Japan and the Secretariat of the Pacific Community (SPC) on an analysis of Western and Central Pacific Ocean (WCPO) longline CPUE, using operational level catch and effort data.

Any assumed temporal changes in the longline fishery within the assessment model, *e.g.* estimation of temporal changes in selectivity or catchability, including time splits, represent changes in the interpretation of the longline CPUE series. The Panel therefore recommends that the explanatory variables used to standardise CPUE should be investigated to see if they can explain changes over time in length-frequency data, *e.g.* summarized by the median and/or some other percentile.

2.2. Length-frequency data

Age data for tropical tunas are typically unavailable or are limited, so length-frequency data are important for estimating growth, selectivity, and recruitment. A comprehensive port sampling program collects species composition and length-frequency samples from the purse-seine fisheries in the EPO. Length-frequency data are currently available from two longline fleets (Japan and Chinese Taipei). The Japanese data are collected on the vessels and the data supplied is fish length aggregated at either 5x10 degree or 10 x 20 degree monthly resolution. There is currently uncertainty regarding the quality of the Chinese Taipei data, and until this is resolved, these data are not being used in the assessment.

2.2.1. Findings

Studies in the WCPO have found a potential bias in length-frequency distributions caused by sampling bias. Specifically, there is an apparent selection bias whereby the small and extremely large fish are under-represented in the samples and the 'medium' sized fish are over-represented when on-board samplers are required to take small random samples from purse-seine catches (Lawson 2009). There is insufficient information to determine if a similar bias exists in the data collected in the IATTC port sampling programme.

The fits to some of the purse-seine and longline length-frequency samples are poor, and this likely represents model mis-specification which could be related to various assumptions, *e.g.* time-invariant selectivity, spatial homogeneity, constant growth, *etc.* One of the key patterns in the length-frequency data is the increase in median length since 1990. Some of the residual patterns for the southern longline fishery could be improved by assuming a temporal change in selectivity, but there was no simple explanation why such a change may have occurred. Many of the approaches for improving the fit to the length-frequency data examined during the review resulted in major changes to the results of the assessment.

2.2.2. Recommendations

The effect of a potential sampling bias on estimated length frequencies, and hence the total catch, should be evaluated. The Panel recommends that experimental work will need to be conducted to correct the sampling procedures if the stock assessment results are sensitive to adjusting the data to account for possible different levels of this bias.

Given that the longline length-frequency data can affect assessment results, further detailed examination of these data is strongly recommended. Such work could provide insights into potential spatially-defined fisheries.

2.3. Spatial considerations

The IATTC bigeye tuna management area (Figure 1) includes tropical as well as temperate habitat in both the northern and southern hemispheres, and extends to the west to 150°W longitude. Purse-seine fleets and longline fleets from IATTC member countries operate in different parts of the management area. This area is not oceanographically homogeneous, and fishing methods vary throughout the region. The size and age composition of the bigeye catch varies with location as well as with gear type as a result of these inhomogeneities. The base-case assessment attempts to account for spatial heterogeneity by estimating separate selectivity and catchability schedules for each fleet. Tagging data from both "conventional" dart tags and electronic tags are widely applied to better understand spatial issues. Practical considerations constrain the assessment to the boundaries of the IATTC management area, but the effects of excluding large areas of the Pacific bigeye tuna range are not clear.

There is no single analytical framework for assessing poorly-mixed stocks residing in a heterogeneous environment. The options range from a fully-resolved spatially-explicit model to a framework of independent stock assessments applied to arbitrarily delineated regions.

2.3.1. Findings

Tagging data show clearly that bigeye tuna tagged in the "central" area (the area in which fleets 3 and 11 operate; Figure 1) are generally recaptured inside or very near this area. The estimated diffusivity is low, approximately 500 nm²/day (corresponding to a daily linear displacement of about 22 nm/day; Schaefer and Fuller, 2006). Exchange rates appear to be very low between the central area and either the northern or southern areas, and the assumption that the stock is uniformly mixed is violated. However, few tagged bigeye have been released outside the central region and, as a result, very few data are available on exchange rates with the other regions. The tagging data are not sufficiently extensive to use in selecting an appropriate spatial assessment framework. The area-specific assessment models showed a high degree of synchrony for recruitment. Depletion levels varied among regions, but the putative stock in the central area was most depleted. The sum of the independent assessments was about 50% higher than the single, region-wide assessment.

The regression tree analyses of the length-frequency data (aggregated in 5° latitude by 10° longitude by month) suggest spatial strata that are different from the spatial boundaries that define fleets within the base-case model (Document [BET-01-02a](#)).

Sensitivity analyses that included data from the WCPO showed some inconsistency with expectations. Namely, the biomass estimates increased as expected when WCPO catch is included in the model without fitting to the WCPO data. However, the biomass estimates were lower than the EPO base-case model when the WCPO data were used when fitting the model. .

2.3.2. Recommendations

The Panel recommends that:

1. The Commission's tagging program be substantially extended to include all regions in the bigeye tuna area (particularly in the area round 120°E-10°S), large fish, and multiple years;
2. The staff develop a joint proposal with the WCPFC to begin long-term tagging operations for tropical tunas in the Pacific Ocean, with emphasis on bigeye tuna;
3. Longline fishery definitions be re-evaluated to ensure that the length-frequency distributions are homogeneous within fisheries, particularly in the southern area. This may lead to more longline fleets defined in this area;
4. The staff begin to consider assessment methods appropriate to a spatially-inhomogeneous stock and fisheries that can be applied as new tagging data become available.
5. The staff continue collaboration with WCPFC scientists on Pacific-wide bigeye assessments.

3. ASSESSMENT METHODS

3.1. Stock assessment modelling platform

A-SCALA, a custom-built integrated assessment model developed by the IATTC staff, was used for the EPO bigeye assessment from 2000 to 2006. A-SCALA has the advantage of having been developed with tropical tuna assessments in mind. However, it lacks several key features that are likely to be important in future assessments; in particular, it cannot use tagging data and implement spatially-structured models. A-SCALA was compared with other currently available assessment packages (Maunder 2006), and it was decided to adopt Stock Synthesis (SS) as the stock assessment platform. Stock Synthesis is used widely within the United States for assessments, including for some tuna stocks. It is currently developed and maintained by Dr. Richard Methot (US National Marine Fisheries Service, NMFS). The staff has worked closely with Dr. Methot to modify SS for IATTC assessments.

3.1.1. Findings

The transition to an alternative stock assessment modelling framework that can use tagging data and consider multiple regions was important, and will allow a greater range of model scenarios to be examined. Although the IATTC staff has no direct control over the development of SS, to date this has caused no problems for the Commission's assessments after the Richards growth model was incorporated into SS. More changes to SS will likely be necessary as steps are taken towards spatially-structured models.

3.1.2. Recommendation

It is possible that the current voluntary arrangement for SS developments may restrict development of the assessment. The Panel therefore recommends that the staff seek ways to formalise the collaboration with NMFS to reduce the potential risk that the development of the bigeye assessment is hampered by the lack of direct control of software development.

3.2. Data weighting

3.2.1. Findings

The effective sample sizes in the base-case model are the same for all fisheries, which equalizes the "importance" of all fisheries. Increasing the effective sample size for the length-frequency data from the southern longline fishery (Fleet 9) led to a marked change to the outcomes of the assessment. In particular, the recruitment and residual patterns improved when the effective sample sizes for the southern longline fishery were increased.

Model runs in which the input CVs on CPUE data for the southern longline fishery were fixed at 0.1 or 0.2 provided similar root mean squared errors (about 0.15).

3.2.2. Recommendations

The Panel recommends that effective samples sizes assigned to the longline length-frequency data in the SS input file be re-evaluated, taking into account the model-estimated effective sample sizes; *i.e.*, care should be taken not to set the pre-specified effective sample sizes to values that are inconsistent with the fit of the model to the length-frequency data.

The Panel recommends that the observation error CVs for the CPUE data be pre-specified at fixed values rather than being treated as estimated parameters.

3.3. Use of pre-1975 information

3.3.1. Findings

The stock status of bigeye is based on two output metrics: (a) the ratio of the spawning biomass relative to the unfished spawning biomass, S/S_0 , and (b) the ratio of the fishing mortality relative to the fishing mortality at which MSY is achieved, F/F_{MSY} . The base-case analysis from the 2009 stock assessment

indicates that the spawning biomass was at 30% of S_0 during the first year of the stock assessment (Aires-da-Silva and Maunder 2009; Figure 4.7).

The size of the spawning biomass relative to S_0 is inferred using the data from 1975 onwards, and varying the assumptions of the stock assessment (*e.g.* estimating the length at age 40, L_2) leads to changes in this estimate (Document [BET-01-03](#)). Data on catches, catch rates and catch length-frequency exist for the years prior to 1975. However, there is some concern with the inclusion of the earlier data in the assessment owing to, for example, changes in the depths of sets, which are related to possible changes in targeting practices.

3.3.2. Recommendations

The Panel recommends that future model runs should start in about 1955 and use as much of the historical data as possible. Whether historical CPUE and length data should be included when fitting the model should be explored.

3.4. Modelling growth

The assessment is based on an age-structured population dynamics model fitted to a variety of data sources. The amount of available age data is limited to information on animals aged 4 years and less, while length-frequency data are available for a broad range of sizes and ages. Previous assessments have pre-specified the length at age 40 (L_2) and the variance of length-at-age.

3.4.1. Findings

The current status of the stock relative to the size of the spawning biomass at which MSY is achieved and the current fishing mortality relative to F_{MSY} change substantially if the value for L_2 is changed in the base-case model (Document [BET-01-03](#)). This is because, for example, if L_2 is large (>180 cm), the lack of large fish in the catch length compositions since 1975 implies that fishing must have been substantial prior to this because a considerable fraction of the population (very large fish) had been removed by this time. Likelihood profiles provide substantial support for lower values for L_2 than the current pre-specified values. However, estimating L_2 , particularly if the Richards growth curve (which produces a better fit to the data) is assumed, leads to a growth curve which suggests that bigeye approach asymptotic size soon after age 4, which seems somewhat unrealistic. This low value for L_2 also seems inconsistent with the observations from tagging data (Schaefer and Fuller 2006; Figure 11) that the growth rate of larger bigeye (160-175 cm) is still relatively fast.

A plot of the length distribution of the catch by longline gear from an unexploited stock in which L_2 equals 185.5 cm was markedly different from length frequencies from catches during the late 1950s and early 1960s (the length frequencies predicted by the model contained far more large animals; Figure 4). These differences can be explained by: (a) L_2 for bigeye is less than 185.5 cm; (b) fishery selectivity during the late 1950s and early 1960s was not asymptotic (as might be expected, given that the fishery was operating in shallower waters than at present); (c) fishing mortality before 1975 was substantial; and (d) natural mortality is greater than the values assumed in the base-case model. During the review, the staff provided model runs in which scenarios (a), (b), and (d) were explored, separately and in combination.

3.4.2. Recommendations

Although there are several changes to the assumptions of the stock assessment which should be explored, understanding of the growth curve will be enhanced through collection of additional data, for example by tagging large bigeye tuna. The specific technical recommendations related to growth and its modelling are:

1. The values which determine the variance of length-at-age should be estimated rather than set to values estimated from A-SCALA.

2. The Richards growth curve is preferred to the von Bertalanffy growth curve. However, development of a more flexible growth curve (*e.g.* Maunder 2006) may be desirable, although this change will require modification of the Stock Synthesis platform.
3. Data provided to the Panel suggest that the maximum likelihood estimate for L_2 is inconsistent with growth increments from tagging data, and hence the Panel recommends that L_2 be pre-specified rather than estimated at present.
4. Sensitivity tests should explore the implications of removing the length-at-age data from the assessment, to assess the impact of including these data.

The Panel supports continued attempts to integrate the length-at-age data and the tagging data on growth within a single model framework.

3.5. Catchability and selectivity

The fit of the current base-case model to the length-frequency data for the southern longline fishery (Fleet 9) exhibits a pattern of correlated residuals (Figure 2). A variety of modifications to the base-case model, including assuming separate selectivity patterns before and after 1990 and conducting assessments for different spatial configurations were explored by the staff prior to the review (Document [BET-01-05](#)). However, none of these approaches, on its own, was able to remove these residual patterns.

3.5.1. Findings

The Panel proposed the following model specification that appeared to reduce the residual patterns (referred to as the “working base model”, as several of the model runs examined by the panel were based on these specifications):

1. increasing the weight on the length-frequency data for the southern longline fishery;
2. splitting the data for the southern longline fishery (length-frequency and catch rate) in 1990, and treating the two resultant catch-rate time series independently and estimating a separate catchability coefficient and (dome-shaped) selectivity pattern for the pre-1990 years for this fishery; and
3. assuming the Richards growth curve, and estimating both L_2 and the variance of length-at-age.

However, as noted above, the estimate of L_2 seemed unrealistically low. This model run also led to a substantially larger estimate of spawning biomass than the base-case model.

The choice of appropriate selectivity and catchability assumptions could not be fully resolved during the review. However, it is clear that the assumption of logistic selectivity for the southern longline fishery throughout the entire period of the assessment must be relaxed if the model is to be able to fit the catch length-frequency data for the longline fishery within an assessment which assumes a single homogeneous stock.

The length residuals are a useful diagnostic for evaluating how well the model predicts fish length. In some cases the residuals appear to be correlated both over time and between sizes. There is no well-established method to compare patterns from different fits quantitatively.

3.5.2. Recommendations

The Panel recommends that further consideration be given to allowing the selectivity parameters for both the longline and surface fisheries to change over time. Selection of an appropriate structure for selectivity could be based on residual patterns for the size-composition data.

The Panel recommends developing methods for testing for lack of randomness in residual patterns and for comparison of particular residual patterns among model runs. Existing spatial statistics for lattice data, randomization procedures for spatial data, and statistical techniques used for pattern recognition in image

analysis might be useful approaches.

The Panel recommends that future model runs should evaluate whether better fits are achieved by assuming that selectivity is a function of age rather than of length.

3.6. Natural mortality

Natural mortality, M , is assumed to decrease from 0.25 qtr⁻¹ at age 0 to 0.1 qtr⁻¹ at age 4 quarters in the base-case assessment (Document [BET-01-06](#)). Female M is assumed in the base-case model to be independent of age after age 4 quarters, while male M increases with age from 15 quarters of age. Document [BET-01-06](#) explored the implications of changes to the rate of natural mortality for males.

3.6.1. Findings

Further sensitivity tests were presented to the Panel, in which M for females was varied from 0.15 qtr⁻¹ to 0.3 qtr⁻¹, with the remaining specifications set to those for the “working base model”, except that L_2 was set to 185.5 cm (the value for L_2 in the original base-case model). The best fit to the data occurred for the highest level of natural mortality, M (0.3 qtr⁻¹; equivalent to 1.2 yr⁻¹). However, the Panel and staff considered this value to be implausibly high.

Changing the value for M is one way to eliminate the residual patterns for the length-frequency data if L_2 is set to 185.5 cm. However, while the Panel recognizes that M is poorly known for bigeye in the EPO, there are better ways to eliminate the residual patterns.

3.6.2. Recommendations

The Panel recommends that natural mortality continue to be evaluated and, as new data become available, such as from tagging studies, they be integrated into the assessment.

3.7. Stock-recruit relationship

Steepness is a critical, but poorly estimated, parameter that describes the relationship between spawning biomass and recruitment. The current base-case model assumes that steepness equals one, *i.e.* reductions in spawning biomass do not result in reductions in recruitment on average. This assumption results in an estimate of S_{MSY}/S_0 of around 20%. The staff includes results for the assumption that steepness equals 0.75 in the 2009 assessment. This value of steepness results in negligible changes to the estimated time series of recruits, *i.e.* small impacts on S_0 , but a major effect on the MSY-based management quantities and, consequently, on estimates of stock status relative to these reference points.

The main rationale for the base-case assumption that steepness equals 1 was that there is little evidence in the estimates of spawning biomass and recruitment from the assessment that recruitment is lower at reduced stock size.

3.7.1. Findings

Several recent simulation studies, and historical work by the staff, have found that it is a) difficult to accurately estimate steepness within assessment models; and b) estimated values often tend to one when the true value is less than one. Moreover, trends in estimated recruitment from the base-case model make it difficult to conclude that steepness is less than one. However, this trend in recruitment (a step function increase in mean recruitment in about 1990) was shown to be an artifact of the low weighting assigned to the catch length-frequency data.

Episodes of high recruitment of bigeye appear to be associated with strong El Niño-Southern Oscillation (ENSO) events, suggesting some level of environmental control over recruitment. Attempts to use ENSO indices as environmental correlates in stock assessments have not been useful. However, ENSO events do not affect the EPO uniformly, and may have a larger influence on recruitment in equatorial or coastal regions.

3.7.2. Recommendations

The Panel recommends that:

1. the difficulty in estimating steepness and the sensitivity of the stock status conclusions should be acknowledged in the assessment, and the staff should present stock status estimates over a 'plausible' range of steepness values.
2. the staff examine likelihood profiles for steepness.
3. the staff evaluate possible seasonal and ENSO effects on the stock-recruitment relationship in a spatial context.

3.8. Other recommendations

The Panel noted that length-frequency data by sex exist for the longline fleets. These data should be obtained, and model runs conducted in which sex-specific as well as sex-aggregated length-frequency data are included in the assessment.

Joint likelihood profiles for virgin recruitment (average recruitment in the absence of fishing; R_0) and L_2 should be constructed using model configurations in which selectivity is a logistic as well as a dome-shaped function of length, to help assess a plausible range for the current stock size and its status relative to biological reference points.

The Panel recommends that cryptic biomass estimates be evaluated and reported for model runs in which selectivity is dome-shaped for all fleets.

The Panel recommends that the staff re-evaluate fishery definitions. In particular, disaggregating fleets to flag should be considered. This should include an examination of available size data by different fleets.

4. REFERENCES

- Aires-da-Silva, A and M.N. Maunder. 2009 Status of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean in 2008 and outlook for the future. Document SARM-10-06b. 90pp.
- Lawson, T. 2009. Selectivity bias in grab samples and other factors affecting the analysis of species composition data collected by observers on purse seiners in the Western and Central Pacific Ocean. WCPFC-SC5-2009/ST-WP-03
- Maunder, M. 2006. Report - Workshop on stock assessment methods, 7-11 November 2005. Inter-American Tropical Tuna Commission. 23 pp.
- Methot, R. D. 2009. User manual for Stock Synthesis. Model Version 3.04b. NOAA Fisheries
- Schaefer, K.M. and D.W. Fuller. 2006. Estimates of age and growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Pacific Ocean based on otolith increments and tagging data. Bull. Inter-Am Trop. Tuna Comm. 23(2): 35-76.

APPENDIX A - DOCUMENTS PRESENTED TO PANEL

- Maunder, M. N., A. Aires-da-Silva, and C. E. Lennert-Cody. 2010. Summary of issues in the eastern Pacific Ocean bigeye tuna assessment. Document BET-01-01 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Lennert-Cody, C. E., M. N. Maunder, and A. Aires-da-Silva. 2010. Preliminary analysis of spatial-temporal pattern in bigeye tuna length-frequency distributions and catch-per-unit-effort trends. Document BET-01-02a (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Aires-da-Silva, A., and M. N. Maunder. 2010. An evaluation of spatial structure in the stock assessment of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean. Document BET-01-02 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Aires-da-Silva, A., and M. N. Maunder. 2010. Sensitivity analysis of bigeye stock assessment to alternative growth assumptions. Document BET-01-03 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Maunder, M. N., and A. Aires-da-Silva. 2010. Investigation of catch-per-unit-of-effort data used in the eastern Pacific Ocean bigeye assessment model. Document BET-01-04 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Aires-da-Silva, A., M. N. Maunder and C. E. Lennert-Cody. 2010. An investigation of the longline fishery length-frequency residual pattern in the stock assessment of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean. Document BET-01-05 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Aires-da-Silva, A., M. N. Maunder, and P. K. Tomlinson. 2010. An investigation of the trend in the estimated recruitment for bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean. Document BET-01-06 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Maunder, M. N., C. E. Lennert-Cody A. Aires-da-Silva, W. H. Bayliff, P. K. Tomlinson, and K. M. Schaefer. 2010. Summary of data available for bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean and its use in stock assessment. Document BET-01-07 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.

APPENDIX B - ADOPTED AGENDA

SESSION 1, Monday morning:

Data issues. What data are available to the Commission for bigeye tuna stock assessment? Which data are used? How do these data enter into the stock assessment process? Indices of abundance, size and age distributions, tagging data, oceanographic data; Document [BET-01-07](#).

SESSION 2, Monday afternoon:

Growth issues. Alternative growth models, variance of length at age; Document [BET-01-03](#)

SESSION 3, Tuesday morning:

Spatial issues. Size at age, selectivity, movement and mortality, variability in CPUE trends; Documents [BET-01-02a](#) and [BET-01-02b](#)

SESSION 4, Tuesday afternoon:

Changes with time. Catchability and selectivity, evolution of effort, expansion of fishing grounds; Documents [BET-01-04](#) and [BET-01-05](#)

SESSION 5, Wednesday morning:

Stock and recruitment. Effects of growth of surface fishery on recruitment estimates; Document [BET-01-06](#)

SESSION 6, Wednesday afternoon:

Assessment methods. Current method, model improvement, biological research to reduce model

specification errors, environmental covariates, ...

SESSION 7, Thursday morning:

Issues arising from sessions 1-6.

Public comment.

SESSION 8, Thursday afternoon:

Issues arising from sessions 1-6 (continued).

SESSION 9, Friday

Panel to work on report

APPENDIX C – LIST OF PARTICIPANTS

Panel Members

Harley Ianelli	Shelton Jim	Secretariat of the Pacific Community NOAA/National Marine Fisheries Service	New Zealand USA	sheltonh@spc.int jim.ianelli@noaa.gov
Punt Sibert	Andre John	University of Washington University of Hawaii	USA USA	aepunt@u.washington.edu sibert@hawaii.edu

Participants

Aríz Barbieri	Javier María	Instituto Español de Oceanografía Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Spain Chile	javier.ariz@ca.ieo.es angela.barbieri@ucv.cl
Crone	Paul	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	paul.crone@noaa.gov
Donnelly Dreyfus	Marydele Michel	Caribbean Conservation Corporation Instituto Nacional de la Pesca	USA México	marydele@ccturtle.org dreyfus@cicese.mx
Fissel Fonteneau	Benjamín Alain	UCSD Institut de Recherche Pour le Developpement	USA France	ben.fissel@noaa.gov fonteneau@ird.fr
Fox García	William José	World Wildlife Fund Subsecretaría de Recursos Pesqueros	USA Ecuador	bill.fox@wwfus.org jlgarcia@pesca.gov.ec
Janofsky	Eric	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	aric.janofsky@noaa.gov
Martínez Miyabe	Jimmy Naozumi	Subsecretaría de Recursos Pesqueros National Research Institute of Far Seas Fisheries	Ecuador Japan	jimmy.martinez@pesca.gov.ec miyabe@fra.affrc.go.jp
Miyake	Makoto	National Research Institute of Far Seas Fisheries	Japan	p.m.miyake@gamma.ocn.ne.jp
Monteagudo Piner	Juan Kevin	OPAGAC NOAA/National Marine Fisheries Service	Spain USA	opagac@arrakis.es kevin.piner@noaa.gov
Squires	Dale	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	dsquires@ucsd.edu
Sun Teo	Jenny Steven	Nationa Taiwan Ocean University NOAA/National Marine Fisheries Service	USA USA	jennysun@ucsd.edu steve.teo@noaa.gov
Yáñez	Eleuterio	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Chile	eyanez@ucv.cl

IATTC Staff

Compeán	Guillermo	gcompean@iattc.org
Da-Silva	Alexandre	alexdasilva@iattc.org
Deriso	Rick	rderiso@iattc.org
Hall	Martin	mhall@iattc.org
Hinton	Michael	mhinton@iattc.org
Lennert	Cleridy	clennert@iattc.org
Maunder	Mark	mmaunder@iattc.org
Schaefer	Kurt	kschaefer@iattc.org
Tomlinson	Pat	ptomlinson@iattc.org

APPENDIX D - PANEL BIOGRAPHIES

John Sibert (*Chair*) is Emeritus Researcher at the School of Ocean and Earth Science and Technology at the University of Hawaii. He received a BA in zoology from the University of the Pacific and a Ph D in zoology from Columbia University. He was a post-doctoral fellow in the Institute of Oceanography at the University of British Columbia. He worked for many years at the Pacific Biological Station in Nanaimo, British Columbia, before moving to a position in the Tuna and Billfish Assessment Programme at the South Pacific Commission in Noumea, New Caledonia. More recently he was the Manager of the Pelagic Fisheries Research Program at the University of Hawaii. He serves on the Scientific and Statistical Committee of the Western Pacific Regional Fishery Management Council and has served on the United States delegation to the Western and Central Pacific Fisheries Commission. His research interests include analysis of large-scale tuna movement and stock assessment.

Shelton Harley is currently a Principal Scientist with the Oceanic Fisheries Programme of the Secretariat of the Pacific Community (SPC) where he leads the Stock Assessment and Modelling Section. He received his PhD in Biology from Dalhousie University in 2002. Dr Harley has been involved in undertaking and reviewing tuna stock assessments for several tuna RFMOs, and is currently the lead scientist responsible for the Western and Central Pacific Ocean bigeye tuna assessment. His research interests include stock assessment methods, development of reference points, and methods for evaluating management options, and he has a strong interest in the provision of advice to fishery managers.

James Ianelli is an affiliate professor at the University of Washington and a stock assessment scientist with the Resource Ecology and Fisheries Management division of the Alaska Fisheries Science Center. He earned his PhD in Fisheries Science at the University of Washington in 1993, and is part of the stock assessment team responsible for producing annual assessments of a number of important groundfish species in the North Pacific. His research interests include developing statistical approaches for ecosystem/fisheries conservation management. He chairs the North Pacific Fishery Management Council's groundfish Plan Team and serves on the Advisory Panel for the Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna. He is a senior editor for the journal "Natural Resource Modeling". Most recently he has served as an advisor to the South Pacific Regional Fisheries Management Organization involved with assessments of Chilean jack mackerel.

André E. Punt is a Professor of Aquatic and Fishery Sciences at the University of Washington. He received his B.Sc, M.Sc and Ph.D. in Applied Mathematics at the University of Cape Town. Before joining the University of Washington, Dr Punt was a Principal Research Scientist with the CSIRO Division of Marine and Atmospheric Research. His research interests include the development and application of fisheries stock assessment techniques, bioeconomic modelling, and the evaluation of the performance of stock assessment methods and harvest control rules using the Management Strategy Evaluation approach. He has published over 160 papers in the peer-reviewed literature, along with over 400 technical reports. Dr Punt is currently a member of the Scientific and Statistical Committee of the Pacific Fishery Management Council, the Crab PLAN Team of the North Pacific Fishery Management Council, and the Scientific Committee of the International Whaling Commission.

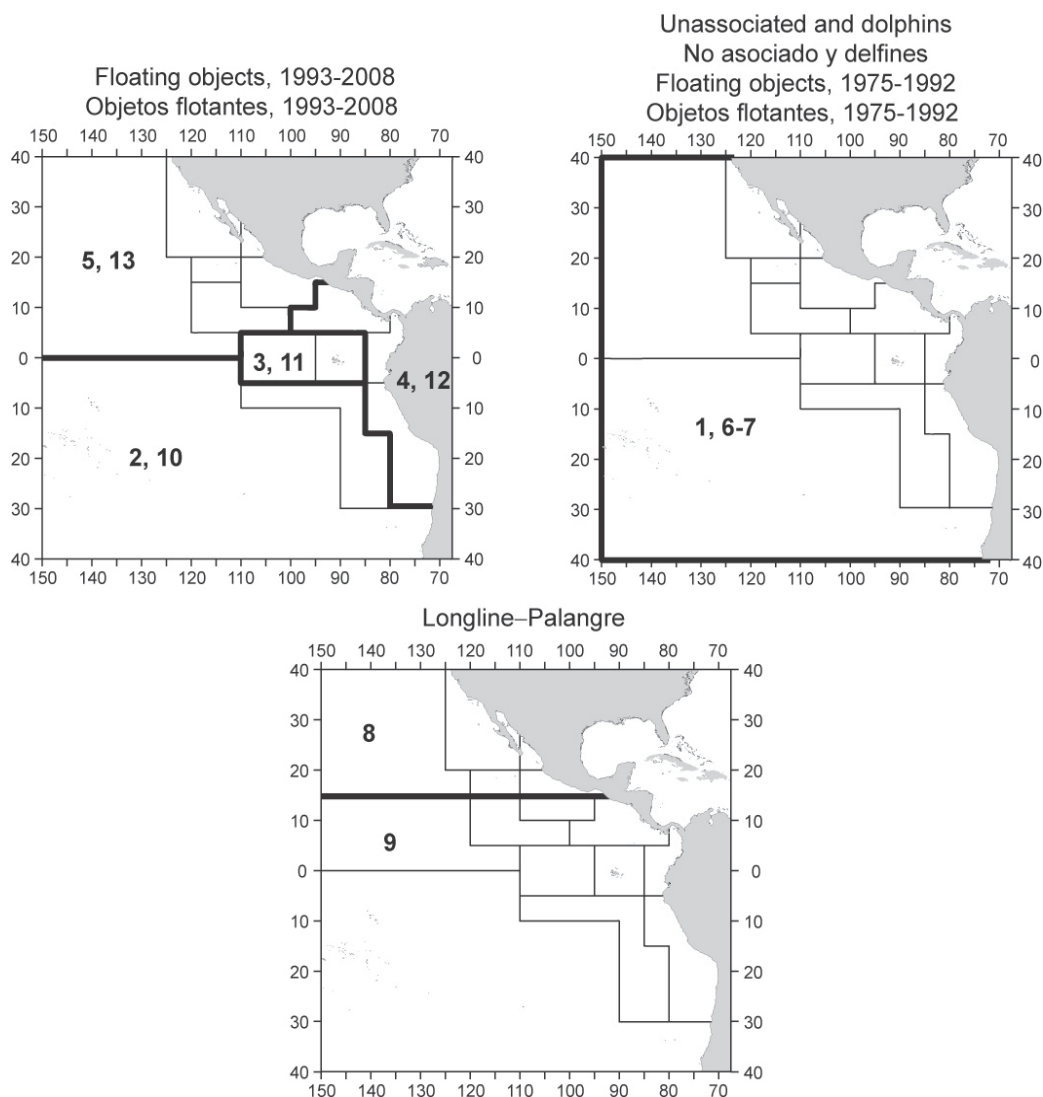


FIGURE 1. Spatial extents of the fisheries defined for the stock assessment of bigeye tuna in the EPO. The thin lines indicate the boundaries of 13 length-frequency sampling areas, the bold lines the boundaries of each fishery defined for the stock assessment, and the bold numbers the fisheries to which the latter boundaries apply.

FIGURA 1. Extensión espacial de las pesquerías definidas para la evaluación de la población de atún patudo en el OPO. Las líneas delgadas indican los límites de 13 zonas de muestreo de frecuencia de tallas, las líneas gruesas los límites de cada pesquería definida para la evaluación de la población, y los números en negritas las pesquerías correspondientes a estos últimos límites.

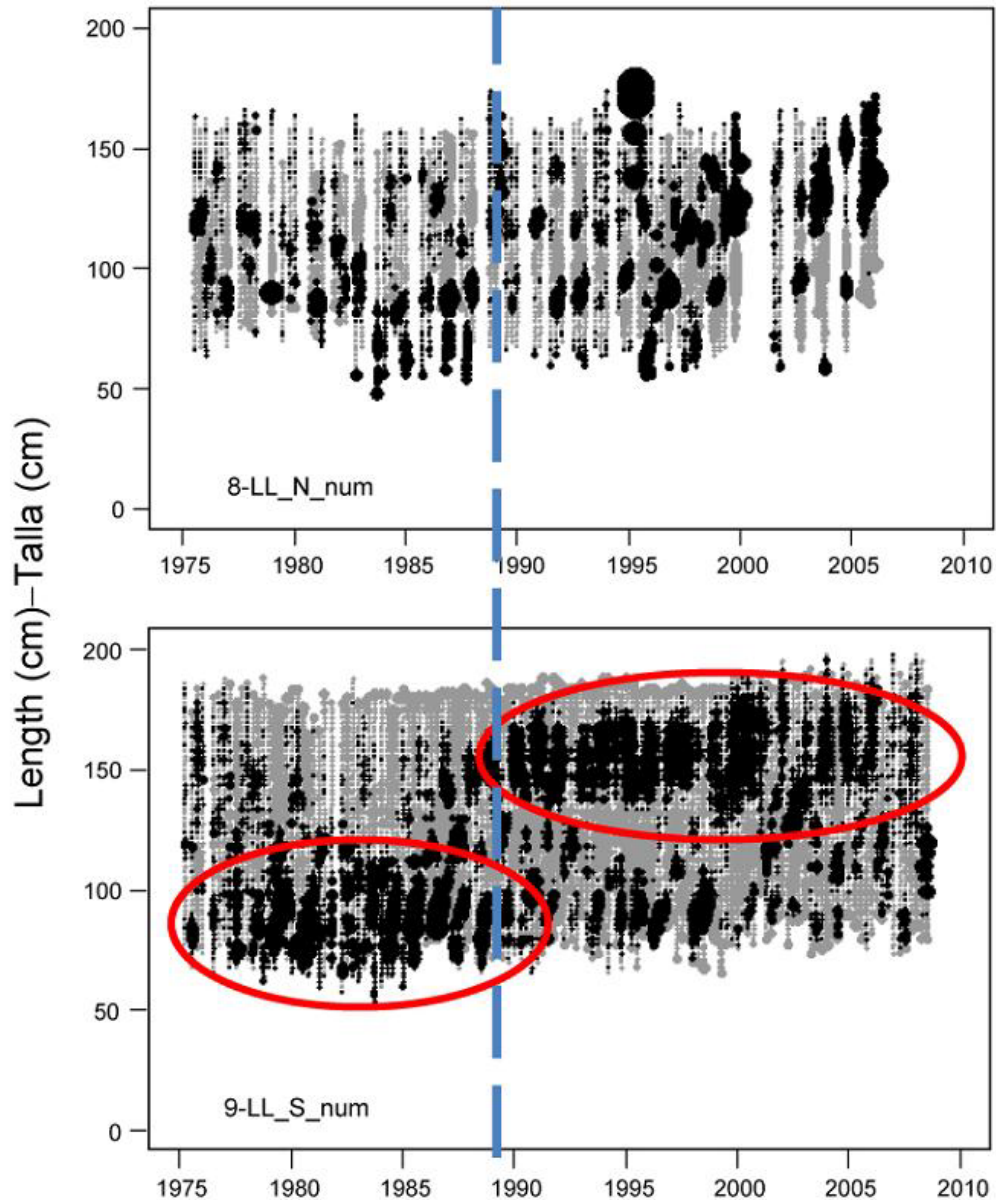


FIGURE 2. Pearson residual plots for the model fits to the length-composition data for the longline fisheries (top – northern, bottom – southern) assumed in the base-case assessments (Aires-da-Silva and Maunder 2009). The gray and black circles represent observations that are lower and higher, respectively than the model predictions. The sizes of the circles are proportional to the absolute values of the residuals.

FIGURA 2. Gráficas de residuales de Pearson para los ajustes del modelo a los datos de composición por talla de las pesquerías de palangre (arriba – norte; abajo – sur) supuestas en las evaluaciones del caso base (Aires-da-Silva y Maunder 2009). Los círculos grises y negros representan observaciones mayores y menores, respectivamente, que las predicciones del modelo. El tamaño de los círculos es proporcional al valor absoluto de los residuales.

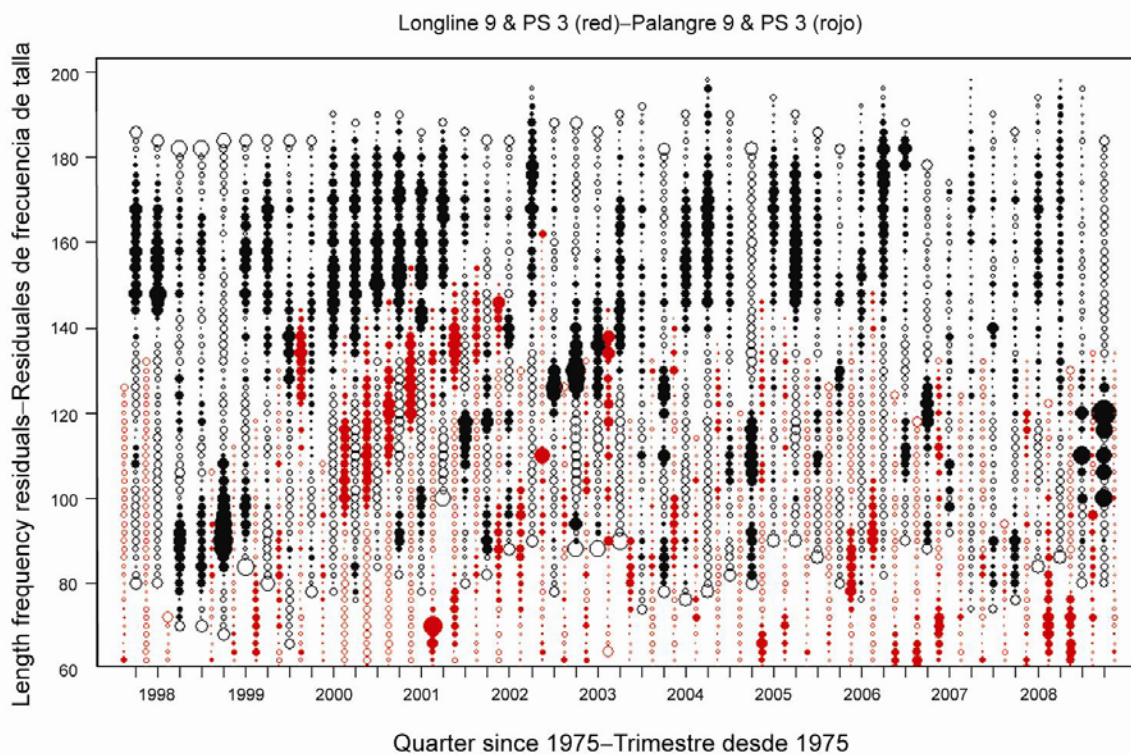


FIGURE 3. Pearson residual plots for the model fits to the length-composition data for the southern longline fishery 9 (black) compared to the central area floating-object fishery 3 (red). The sizes of the circles are proportional to the absolute values of the residuals.

FIGURA 3. Gráficas de residuales de Pearson para los ajustes del modelo a los datos de composición por talla de la pesquería de palangre del sur 9 (negro) comparada con la pesquería sobre objetos flotantes central 3 (rojo). El tamaño de los círculos es proporcional al valor absoluto de los residuales.

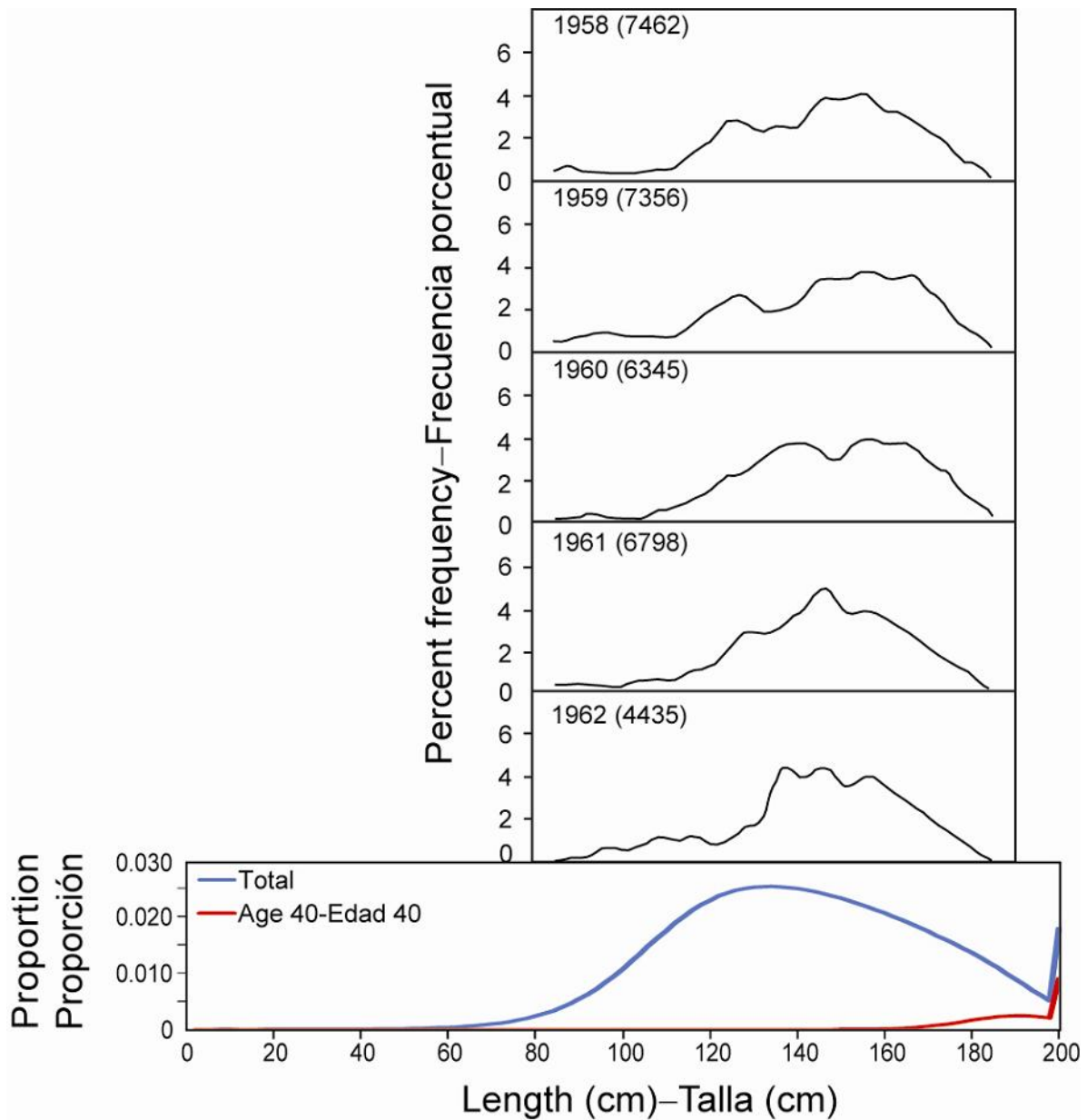


FIGURE 4. Length-frequency distributions for longline-caught bigeye tuna in the EPO (1958-62; upper 5 panels; source: Kume and Joseph, 1966) and the length-frequency distribution corresponding to applying the longline selectivity from the base-case model to an unfished population length-structure.

FIGURA 4. Distribuciones de frecuencia de talla de atún patudo capturado con palangre en el OPO (1958-62; 5 paneles superiores; fuente: Kume y Joseph, 1966) y la distribución de frecuencia de tallas correspondiente a la aplicación de la selectividad de palangre del modelo de caso base a la estructura de tallas de una población no pescada.

1. ANTECEDENTES

La evaluación del atún patudo en el Océano Pacífico oriental (OPO), definido para los fines del presente análisis como el área al este de 150°O entre 40°N y 40°S (Figura 1), se basa en el ajuste de un modelo de dinámica poblacional por edad y talla a datos de capturas, tasas de captura, datos de frecuencia de talla, y datos de talla por edad. Se dividieron las pesquerías en el OPO en cuatro pesquerías de palangre (Flotas 1-4) y 11 pesquerías de superficie (Flotas 5-15). La evaluación use el programa Stock Synthesis 3 (Methot 2009). El personal de la CIAT identificó un conjunto de supuestos que están reflejados en el modelo de caso base (Aires-da-Silva y Maunder 2009). Este modelo sugiere que la biomasa reproductora del atún patudo en el OPO estuvo cerca del nivel bajo histórico al principio de 2009. En ese momento, el cociente de biomasa reproductora (SBR; el cociente de la biomasa reproductora en ese momento a aquél de la población sin pesca) fue aproximadamente 0.17, un 11% menos que el nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible (RMS). La evaluación incluye varias pruebas de sensibilidad que investigan los impactos de cambios en algunos de los supuestos del modelo de caso base*.

El personal de la CIAT solicitó que el panel de revisión considerase las siguientes preguntas generales relacionadas con la evaluación de las poblaciones de atún patudo en el OPO:

1. ¿Qué constituye una estructura de la población adecuada para la evaluación de atún patudo en el OPO?
2. ¿Cómo se puede acomodar variabilidad en la talla por edad en la evaluación de la población?
3. ¿Ha ocurrido un cambio importante en el reclutamiento durante la historia de la pesquería?
4. ¿Qué está causando los patrones en los residuales de la composición por talla?
5. ¿Cómo deberían los índices de abundancia ser computados y usados en la evaluación?
6. ¿Cómo deberían ser usados los datos de marcado en el modelo de evaluación?

Miembros del personal prepararon para el Panel varios documentos (Anexo A) antes de la reunión e introdujeron cada punto de la agenda (Anexo B) con una serie de presentaciones. El personal identificó dos características indeseadas clave del actual modelo de caso base, relacionados con las preguntas 3 y 4:

- a. el ajuste del modelo de caso base a los datos de frecuencia de talla de la pesquería de palangre del sur (Flota 9) presenta un patrón de residuales sistemático. Específicamente, la proporción de peces pequeños en la captura es mayor que la predicha por el modelo para los años antes de 1990, mientras que la proporción de peces grandes en la captura es mayor que la predicha por el modelo después de 1990 (Figura 2).
- b. Una de las características más notable de la evaluación de caso base es el incremento estimado del reclutamiento. El reclutamiento aumenta dramáticamente a mediados de la década de 1990 a un nivel aproximadamente el doble de aquél posterior a 1975. Esta tendencia ha sido cuestionado desde hace varios años. Este incremento coincidió con la expansión de las capturas de la pesquería de cerco sobre dispositivos agregadores de peces (plantados) y un incremento del tamaño medio de los peces capturados en la pesquería de palangre del sur.

Estas dos características, así como un patrón en los residuales de las Flotas 3 y 9, en el que los residuales negativos en la Flota 9 corresponden a los residuales positivos de la Flota 3 (Figura 3) desde 1997 hasta 2007, fueron un foco de discusión. El Panel solicitó al personal numerosas ejecuciones adicionales del modelo para entender mejor el comportamiento del mismo e identificar conjuntos de hipótesis sobre los procesos biológicos y de pesca que podrían reducir estas características indeseables del modelo de caso base. Estas ejecuciones se enfocaron en el caso en el cual se supone que el OPO entero contiene una sola población homogénea de atún patudo, pero un subconjunto de las mismas se enfocó en el área «central»

* A menos que se indique lo contrario, "modelo" significa modelo de evaluación de población.

(las áreas que abarcan las Flotas 3 y 11 en la Figura 1).

El Panel identificó una serie de cuestiones, divididas en temas generales con base en el material provisto antes de la reunión, la información en una serie de documentos de información, y los resultados de las ejecuciones del modelo solicitadas. Los Dres. Alain Fonteneau y Eleutorio Yáñez también hicieron presentaciones y comentarios. El presente informe refleja las opiniones del Panel sobre el trabajo del personal. Avances con respecto a la mejora de la evaluación exigirá modelado y datos adicionales. El Panel ha resumido sus resultados más importantes y **hace recomendaciones específicas al personal** sobre cada tema.

A partir de las ejecuciones del modelo solicitadas, el Panel concluye que existe incertidumbre considerable con respecto a la abundancia absoluta de atún patudo en el OPO si se usa una evaluación de la población que trata a todo el patudo al oeste de 150°O como una sola población homogénea. Concretamente:

1. Si el tamaño esperado de un patudo de 40 trimestres de edad es “grande” (~190-200cm) y el patrón de selectividad de la pesquería de palangre del sur es asintótico, la evaluación estima una población relativamente pequeña.
2. Si el tamaño esperado de un patudo de 40 trimestres de edad es “pequeño” (< 170cm) o el patrón de selectividad de la pesquería de palangre del sur tiene forma de domo, la evaluación estima una población relativamente grande con una dinámica dominada por cambios en reclutamiento con el tiempo.

El Panel agradece al personal de la CIAT, en particular Mark Maunder y Alexandre Aires-da-Silva, su trabajo duro y buena voluntad al responder a las solicitudes del Panel, por su excepcional apoyo, provisiones, y hospitalidad general durante la revisión.

2. TEMAS GENERALES

2.1. Cuestiones de datos

2.1.1. Datos de CPUE

En ausencia de índices de abundancia de estudios en el mar, los datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) proveen actualmente al modelo la mejor información disponible sobre cambios en la abundancia relativa con el tiempo, particularmente los índices de abundancia correspondientes a la pesquería de palangre del sur.

Se dispone de datos de captura y esfuerzo a nivel operacional para la pesquería de cerco, y se usa un algoritmo para estimar el esfuerzo en días de pesca para los tres tipos de lance (no asociado, asociado con objeto flotante, asociado con delfines) con base en el número de lances por tipo de lance y el total de días de pesca. No se dispone de datos a nivel operacional para las pesquerías de palangre, y se depende de datos agregados a área de 5x5 grados y mes. Únicamente la flota japonesa ha estado continuamente presente en la pesquería, pero se dispone de información sobre las prácticas de pesca de la flota japonesa, indicados por anzuelos por canasta, solamente a partir de 1975.

En el modelo de caso base se toman en cuenta errores de proceso y observación al ajustar los datos de CPUE. Se estima el alcance de estos errores como parte del procedimiento de ajuste. A partir de los errores estimados, la serie de CPUE de las pesquerías de superficie influye poco sobre las estimaciones finales del modelo.

2.1.2. Resultados

Es poco probable que los datos de cerco reflejen cambios en la abundancia, particularmente debido a acontecimientos en la pesquería sobre plantados, y se les asigna por lo tanto una ponderación menor en el modelo (o sea, un coeficiente de variación (CV) observación-error mayor). Desarrollar índices de abundancia fiable para las pesquerías de cerco es difícil, pero es probable que cualquier información sobre

las prácticas de pesca conduzca a mejores conocimientos de la relación entre abundancia y tasas de captura, y por lo tanto posiblemente cambios en el componente de la población disponible a esta pesquería. Mayores conocimientos de la dinámica de la pesquería de cerco, en particular el uso de plantados, podría conducir a datos más informativos de esta pesquería. Por lo tanto, el Panel apoya con fuerza el desarrollo de programas colaborativos de investigación científica del uso de plantados, de la forma descrita en la Resolución [C-09-01](#) de la CIAT.

La estandarización de los índices de palangre no explica actualmente los factores que resultan ser importantes en las estandarizaciones de CPUE para otras pesquerías de palangre, por ejemplo profundidad del objective, efectos de buque, tipo de línea, y posición a escala fina. Han ocurrido cambios en la composición de la flota y el tipo de línea en la pesquería de palangre durante el período de tiempo considerado en la evaluación.

Los patrones en los datos de frecuencia de talla de las pesquerías de cerco y de palangre que son atribuidos a cambios en las prácticas de pesca o la selectividad tienen implicaciones importantes para la interpretación de los datos de CPUE.

2.1.3. Recomendaciones

El Panel recomienda que se usen gráficos de la CPUE predicha con la observada como diagnóstico para evaluar el ajuste a los varios índices.

El Panel toma nota de que tendría un valor considerable una colaboración entre el personal y científicos nacionales para estudiar los efectos potenciales sobre la CPUE de cambios en las prácticas de pesca (tal como tipo de línea) y la composición y eficacia de las flotas. Le alienta al Panel que científicos de Japón y de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico (SPC) estén colaborando en un análisis de la CPUE de palangre en el Océano Pacífico occidental y central (WCPO), usando datos de captura y esfuerzo a nivel operacional.

Cualquier cambio temporal supuesto en la pesquería de palangre en el modelo de evaluación, por ejemplo la estimación de cambios temporal cambios de la selectividad o capturabilidad, inclusive las divisiones por tiempo, representan cambios en la interpretación de la serie de CPUE de palangre. El Panel recomienda por lo tanto que las variables explicativas usadas par estandarizar la CPUE sean investigadas para ver si pueden explicar cambios con el tiempo in los datos de frecuencia de talla, por ejemplo resumidos por la mediana y/o algún otro percentil.

2.2. Datos de frecuencia de talla

Típicamente no se dispone de datos de edad de atunes tropicales, o son limitados, por lo que los datos de frecuencia de talla son importantes para estimar el crecimiento, la selectividad, y el reclutamiento. Un programa completo de muestreo en puerto recolecta muestras de composición por especie y frecuencia de talla de las pesquerías de cerco en el OPO. Actualmente se dispone de datos de frecuencia de talla de dos flotas de palangre (Japón y Taipei Chino). Los datos japoneses son tomados en los buques y los datos proporcionados consisten en talla de los peces a una resolución de 5x10 grados o 10 x 20 grados por mes. Existe actualmente incertidumbre con respecto a la calidad de los datos de Taipei Chino, y hasta que se resuelva esto, no se usan estos datos en la evaluación.

2.2.1. Resultados

Estudios en el WCPO han descubierto un sesgo potencial en las distribuciones de frecuencia de talla causado por un sesgo en el muestreo. Concretamente, existe un sesgo aparente de selección que causa que los peces pequeños y extremadamente grandes estén insuficientemente representados en las muestras y los peces de tamaño mediano estén excesivamente representados cuando se requiere que los muestreadores a bordo tomen muestras aleatorias pequeñas de las capturas de cerco (Lawson 2009). La información disponible es insuficiente para determinar si existe un sesgo similar en los datos tomados en el programa de muestreo en puerto de la CIAT.

Los ajustes a ciertas muestras de frecuencia de talla de cerco y palangre son pobres, y es probable que

esto represente una especificación errónea en el modelo que podría estar relacionada con varios supuestos, por ejemplo selectividad invariable con el tiempo, homogeneidad espacial, crecimiento constante, etcétera. Uno de los patrones clave en los datos de frecuencia de talla es el incremento de la talla mediana desde 1990. Algunos de los patrones de residuales de la pesquería de palangre del sur podrían ser mejorados si se supusiera un cambio temporal en la selectividad, pero no hay una explicación simple de porqué ocurrió este cambio. Muchos de los enfoques para mejorar el ajuste a los datos de frecuencia de talla examinados durante la revisión resultaron en cambios importantes de los resultados de la evaluación.

2.2.2. Recomendaciones

El efecto de un sesgo potencial de muestreo sobre las frecuencias de talla estimados, y por ende la captura total, debería ser evaluado. El Panel recomienda que será necesario realizar trabajo experimental para corregir los procedimientos de muestreo si los resultados de la evaluación de la población son sensibles al ajuste de los datos para explicar los diferentes niveles posibles de este sesgo.

En virtud de que los datos de frecuencia de talla de palangre pueden afectar los resultados de la evaluación, se recomienda firmemente un mayor estudio detallado de estos datos. Este trabajo podría contribuir a conocimientos de pesquerías definidas espacialmente potenciales.

2.3. Consideraciones espaciales

El área de ordenación de atún patudo de la CIAT (Figura 1) incluye hábitat tropical y templado en tanto el hemisferio norte como en el sur, y se extiende al oeste hasta el meridiano de 150°O. Las flotas de cerco y de palangre de los países miembros de la CIAT operan en distintas partes del área de ordenación. Esta área no es oceanográficamente homogénea, y los métodos de pesca varían en toda la región. La composición por tamaño y edad de la captura de patudo varía con la posición así como con el tipo de arte como resultado de estas faltas de homogeneidad. La evaluación de caso base procura tomar en cuenta la heterogeneidad espacial al estimar calendarios de selectividad y capturabilidad separados para cada flota. Datos de marcado de marcas de dardo «convencionales» y de marcas electrónicas son ampliamente aplicados para mejorar los conocimientos de cuestiones espaciales. Consideraciones prácticas limitan la evaluación a los límites del área de ordenación de la CIAT, pero no quedan claros los efectos de excluir grandes áreas de la distribución geográfica del atún patudo del Pacífico.

No existe un solo marco analítico para evaluar poblaciones poco mezcladas que viven en un ambiente heterogéneo. Las opciones varían de un modelo espacialmente explícito plenamente resuelto a un marco de evaluaciones independientes de las poblaciones aplicadas a regiones delineadas arbitrariamente.

2.3.1. Resultados

Los datos de marcado señalan claramente que atunes patudo marcados en el área «central» (el área en la que operan las flotas 3 y 11; Figura 1) son generalmente recapturados dentro, o muy cerca, de este área. La difusividad estimada es baja, aproximadamente 500 mn²/día (correspondiente a un desplazamiento lineal diario de unas 22 mn/día; Schaefer y Fuller, 2006). Las tasas de intercambio parecen ser muy bajas entre el área central y el área norte o sur, y el supuesto que la población está mezclada uniformemente es violado. No obstante, han sido liberados pocos patudos marcados fuera de la región central y, como resultado, se dispone de muy pocos datos sobre las tasas de intercambio con las otras regiones. Los datos de marcado no son suficientemente extensos para usar al seleccionar un marco de evaluación espacial apropiado. Los modelos de evaluación por área señalaron un alto grado de sincronía en el reclutamiento. Los niveles de disminución variaron entre regiones, pero la población putativa en el área central fue la más mermada. La suma de las evaluaciones independientes fue un 50% mayor que la sola evaluación que abarca toda la región.

Los análisis de árbol de regresión de los datos de frecuencia de talla (agregados en 5° de latitud por 10° de longitud por mes) sugieren estratos espaciales que son diferentes de los límites espaciales que definen

flotas dentro del modelo de caso base (Documento [BET 01-02a](#)).

Análisis de sensibilidad que incluyen datos del WCPO mostraron cierta inconsistencia con las expectativas. Concretamente, las estimaciones de la biomasa incrementaron de la forma esperada cuando se incluyen la captura del WCPO en el modelo sin ajuste a los datos del WCPO. No obstante, las estimaciones de la biomasa fueron menores que el modelo de caso base del OPO cuando se usaron los datos del WCPO al ajustar el modelo.

2.3.2. Recomendaciones

El Panel recomienda que:

1. el programa de marcado de la CIAT sea extendido sustancialmente para incluir todas las regiones en el área del atún patudo (particularmente en el área alrededor de 120°E-10°S), peces grandes, y múltiples años;
2. el personal desarrolle una propuesta conjunta con la WCPFC para iniciar operaciones de marcado a largo plazo para los atunes tropicales en el Océano Pacífico, con énfasis en el atún patudo;
3. se evalúen de nuevo las definiciones de las pesquerías de palangre para asegurar que las distribuciones de frecuencia de talla sean homogéneas dentro de las pesquerías, particularmente en el área del sur. Esto podría llevar a más flotas de palangre definidas en este área;
4. el personal comience a considerar métodos de evaluación apropiados a una población espacialmente inhomogénea y pesquerías que pueden ser aplicadas a medida que se disponga de nuevos datos de marcado.
5. el personal continúe la colaboración con científicos de la WCPFC sobre evaluaciones del patudo del Pacífico entero.

3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

3.1. Plataforma de modelado de evaluación de poblaciones

A-SCALA, un modelo de evaluación integrado desarrollado específicamente para el propósito por el personal de la CIAT, fue usado para la evaluación del patudo del OPO desde 2000 hasta 2006. A-SCALA tiene la ventaja de haber sido desarrollado con la evaluación de atunes tropicales en mente, pero carece de varias características clave que probablemente serán importantes en evaluaciones futuras; en particular, no puede usar datos de marcado y aplicar modelos con estructura espacial. A-SCALA fue comparado con otros paquetes de evaluación actualmente disponibles (Maunder 2006), y se decidió adoptar Stock Synthesis (SS) como plataforma para la evaluación de la población. Stock Synthesis es usado ampliamente en los Estados Unidos para evaluaciones, inclusive para algunas poblaciones de atunes. Es desarrollado y mantenido actualmente por el Dr. Richard Methot (Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de Estados Unidos, NMFS). El personal ha trabajado estrechamente con el Dr. Methot para modificar SS para las evaluaciones de la CIAT.

3.1.1. Resultados

La transición al marco de un modelo de evaluación de poblaciones alternativo que puede usar datos de marcado y considerar regiones múltiples fue importante, y permitirá estudiar una gama mayor de escenarios de modelo. Aunque el personal de la CIAT no ejerce un control directo sobre el desarrollo de SS, hasta la fecha esto no ha causado problemas para las evaluaciones de la Comisión una vez incorporado en SS el modelo de crecimiento de Richards. Es probable que sean necesarios más cambios a SS a medida que se tomen pasos hacia modelos con estructura espacial.

3.1.2. Recomendación

Es posible que el actual arreglo voluntario para el desarrollo de SS limite el desarrollo de la evaluación. El Panel recomienda por lo tanto que el personal busque formas de formalizar la colaboración con NMFS

para reducir el riesgo potencial que el desarrollo de la evaluación del patudo es dificultado por la falta de control directo del desarrollo del programa.

3.2. Ponderación de datos

3.2.1. Resultados

El tamaño efectivo de la muestra en el modelo de caso base es igual para todas las pesquerías, lo cual iguala la "importancia" de todas las pesquerías. Incrementar el tamaño efectivo de la muestra de los datos de frecuencia de talla de la pesquería de palangre del sur (Flota 9) condujo a un cambio notorio en los resultados de la evaluación. En particular, el reclutamiento y los patrones de residuales mejoraron cuando se incrementó el tamaño efectivo de la muestra de la pesquería de palangre del sur.

Ejecuciones del modelo en las que los CV de insumo de los datos de CPUE de la pesquería de palangre del sur fueron fijados en 0.1 o 0.2 arrojaron raíces cuadradas del error cuadrado medio similares (aproximadamente 0.15).

3.2.2. Recomendaciones

El Panel recomienda que el tamaño efectivo de las muestras asignado a los datos de frecuencia de talla de palangre en el archivo de insumo de SS sea evaluado de nuevo, tomando en cuenta el tamaño efectivo de las muestras estimado por el modelo; es decir, se debería tener cuidado de no fijar el tamaño efectivo de las muestras preespecificado en valores que son inconsistentes con el ajuste del modelo a los datos de frecuencia de talla.

El Panel recomienda que los CV del error de observación de los datos de CPUE sea preespecificado en valores fijos en lugar de ser tratados como parámetros estimados.

3.3. Uso de información de antes de 1975

3.3.1. Resultados

El estatus de la población de patudo se basa en dos métricas de salida: (a) el cociente de la biomasa reproductora relativo a la biomasa reproductora sin pesca, S/S_0 , y (b) el cociente de la mortalidad por pesca relativo a la mortalidad por pesca en la cual se logra el RMS, F/F_{RMS} . El análisis de caso base de la evaluación de la población de 2009 indica que la biomasa reproductora estuvo en 30% de S_0 durante el primer año de la evaluación de la población (Aires-da-Silva y Maunder 2009; Figura 4.7).

El tamaño de la biomasa reproductora relativo a S_0 es inferido usando los datos después de 1975, y variar los supuestos de la evaluación de la población (por ejemplo, estimando la talla a edad 40, L_2) lleva a cambios en esta estimación (Documento [BET-01-03](#)). Se cuenta con datos de capturas, tasas de captura, y frecuencia de talla de la captura para los años antes de 1975, pero existe cierta preocupación con su inclusión en la evaluación debido a, por ejemplo, cambios en la profundidad de los lances, que están relacionados con posibles cambios las prácticas de pesca.

3.3.2. Recomendaciones

El Panel recomienda que ejecuciones futuras del modelo comiencen alrededor de 1955 y usen todos los datos históricos posibles. Se debería explorar la posibilidad de incluir datos históricos de CPUE y talla al ajustar el modelo.

3.4. Modelado del crecimiento

La evaluación se basa en un modelo de dinámica poblacional por edad ajustado a una variedad de fuentes de datos. La cantidad de datos de edad disponible es limitada a información sobre animales de 4 años de edad y menos, mientras que se dispone de datos de frecuencia de talla para una amplia gama de tamaños y edades. Evaluaciones previas han preespecificado la talla por edad 40 (L_2) y varianza de talla por edad.

3.4.1. Resultados

El estatus actual de la población relativo al tamaño de la biomasa reproductora al cual se logra el RMS y la mortalidad por pesca actual relativa a F_{RMS} cambian sustancialmente si se cambia el valor de L_2 en el modelo de caso base (Documento [BET-01-03](#)). Esto se debe a que, por ejemplo, si L_2 es grande (>180 cm), la falta de peces grandes en las composiciones de talla de la captura desde 1975 implica que la pesca debe haber sido sustancial antes de ese año porque una fracción considerable de la población (peces muy grandes) había sido extraída antes de eso. Los perfiles de verosimilitud brindan apoyo sustancial para valores de L_2 más bajos que los valores preespecificados actuales. No obstante, estimar L_2 , particularmente si se supone la curva de crecimiento de Richards (que produce un mejor ajuste a los datos), conduce a una curva de crecimiento que sugiere que el patudo se acerca a un tamaño asintótico poco después de la edad de 4 años, lo cual parece poco realista. Este valor bajo de L_2 también parece inconsistente con las observaciones de los datos de marcado (Schaefer y Fuller 2006; Figura 11) que la tasa de crecimiento del patudo grande (160-175 cm) es aún así relativamente rápida.

Un gráfico de la distribución de tallas de la captura de palangre de una población no explotada en el que L_2 equivale 185.5 cm fue marcadamente diferente de las frecuencias de talla de las capturas a fines de la década de 1950 y principios de la de 1960 (las frecuencias de talla predichas por el modelo contiene muchos más animales grandes; Figura 4). Estas diferencias pueden ser explicadas por: (a) L_2 de patudo es menos de 185.5 cm; (b) la selectividad de la pesca a fines de la década de 1950 y principios de la de 1960 no fue asintótica (tal como se esperaría, en virtud de que la pesquería operaba en aguas menos profundas que en la actualidad); (c) la mortalidad por pesca antes de 1975 fue sustancial; y (d) la mortalidad natural es mayor que los valores supuestos en el modelo de caso base. Durante la revisión, el personal realizó ejecuciones del modelo en los que se exploraron los escenarios (a), (b), y (d), por separado y en combinación.

3.4.2. Recomendaciones

Aunque hay varios cambios en los supuestos de la evaluación de la población que deberían ser explorados, los conocimientos de la curva de crecimiento serían mejorados si se obtuvieran datos adicionales, por ejemplo mediante el marcado de atún patudo grande. Las recomendaciones técnicas específicas relacionadas con el crecimiento y su modelado son:

1. Los valores que determinan la varianza de talla por edad deberían ser estimados en lugar de ser fijados en valores estimados a partir de A-SCALA.
2. Se prefiere la curva de crecimiento de Richards a la de von Bertalanffy. No obstante, podría ser deseable desarrollar una curva de crecimiento más flexible (por ejemplo, Maunder 2006), aunque este cambio requerirá una modificación de la plataforma de Stock Synthesis.
3. Datos proporcionados al Panel sugieren que una estimación de verosimilitud máxima de L_2 es inconsistente con incrementos de crecimiento de datos de marcado, y por lo tanto el Panel recomienda que L_2 sea preespecificado en lugar de estimado actualmente.
4. Las pruebas de sensibilidad deberían explorar las implicaciones de eliminar los datos de talla por edad de la evaluación, a fin de evaluar el impacto de incluir estos datos.

El Panel apoya intentos continuados por integrar datos de talla por edad y los datos de marcado en el crecimiento en el marco de un solo modelo.

3.5. Capturabilidad y selectividad

El ajuste del actual modelo de caso base a los datos de frecuencia de talla de la pesquería de palangre del sur (Flota 9) muestra un patrón de residuales correlacionados (Figura 2). Varias modificaciones del modelo de caso base, inclusive suponer patrones de selectividad separados antes y después de 1990 y realizar evaluaciones de distintas configuraciones espaciales, fueron exploradas por el personal antes de la revisión (Documento [BET-01-05](#)), pero ninguna de éstas, por si sola, fue capaz de eliminar estos patrones de residuales.

3.5.1. Resultados

El Panel propuso la especificación siguiente del modelo que parece reducir los patrones de residuales (denominado el «modelo base de trabajo», ya que varias ejecuciones del modelo examinadas por el panel se basaron en estas especificaciones):

1. incrementar la ponderación de los datos de frecuencia de talla de la pesquería de palangre del sur;
2. dividir los datos de la pesquería de palangre del sur (frecuencia de talla y tasa de captura) en 1990, y tratar las dos series de tiempo de tasas de captura resultantes independientemente y estimar un coeficiente de capturabilidad separado y patrón de selectividad (en forma de domo) para los años antes de 1990 para esta pesquería; y
3. suponer la curva de crecimiento de Richards, y estimar tanto L_2 como la varianza de talla por edad.

Sin embargo, tal como se señaló anteriormente, la estimación de L_2 parece tan baja que no es realista. Esta ejecución del modelo condujo también a una estimación sustancialmente mayor de la biomasa reproductora que el modelo de caso base.

La selección de supuestos de selectividad y capturabilidad apropiados no pudo ser resuelta completamente durante la revisión. No obstante, queda claro que el supuesto de selectividad logística para la pesquería de palangre del sur durante el período entero de la evaluación necesita ser relajado para que el modelo pueda ajustar los datos de frecuencia de talla de la captura de la pesquería de palangre en una evaluación que supone una sola población homogénea.

Los residuales de talla son un diagnóstico útil para evaluar cuan bien el modelo predice la talla de los peces. En algunos casos, los residuales parecen estar correlacionados tanto con el tiempo como entre tamaños. No existe un método bien establecido para comparar patrones de distintos ajustes de forma cuantitativa.

3.5.2. Recomendaciones

El Panel recomienda que se preste mayor consideración a permitir que los parámetros de selectividad para las pesquerías tanto de palangre como de superficie cambien con el tiempo. La selección de una estructura apropiada para la selectividad se podría basar en patrones de residuales de los datos de composición por tamaño.

El Panel recomienda que se desarrollen métodos para comprobar falta de aleatoriedad en los patrones de residuales y para comparar patrones particulares de residuales entre ejecuciones del modelo. Podrían ser enfoques útiles las estadísticas espaciales existentes para datos reticulares, procedimientos de aleatorización para datos espaciales, y técnicas estadísticas usadas para reconocer patrones en análisis de imágenes.

El Panel recomienda que ejecuciones futuras del modelo deberían evaluar si se logran ajustes mejores si se supone que la selectividad es una función de edad y no de talla.

3.6. Mortalidad natural

Se supone en la evaluación de caso base que la mortalidad natural, M , disminuye de 0.25 trim^{-1} a edad 0 a 0.1 trim^{-1} a la edad de 4 trimestres (Documento [BET-01-06](#)). Se supone que la M de hembras en el modelo de caso base es independiente de la edad a partir de la edad de 4 trimestres, mientras que la M de los machos aumenta con la edad a partir de 15 trimestres de edad. El Documento [BET-01-06](#) explora las implicaciones de cambios de la tasa de mortalidad natural de los machos.

3.6.1. Resultados

Se presentaron al Panel otras pruebas de sensibilidad, en las que la M de hembras fue variada de 0.15 trim^{-1} a 0.3 trim^{-1} , con las demás especificaciones fijadas en aquéllas del «modelo base de trabajo», excepto que se fijó L_2 en 185.5 cm (el valor de L_2 en el modelo de caso base original). El mejor ajuste a los datos ocurrió con el nivel más alto de mortalidad natural, M (0.3 trim^{-1} ; equivalente a 1.2 año^{-1}). No

obstante, el Panel y el personal consideraron que este valor es inverosímilmente alto.

Cambiar el valor de M es una forma de eliminar los patrones de residuales para los datos de frecuencia de talla si se fija L_2 en 185.5 cm. No obstante, mientras que el Panel reconoce que los conocimientos de M de patudo en el OPO son escasos, existen mejores formas de eliminar los patrones de residuales.

3.6.2. Recomendaciones

El Panel recomienda que se siga evaluando la mortalidad natural y, a medida que se disponga de nuevos datos, por ejemplo de estudios de marcado, que sean integrados en la evaluación.

3.7. Relación población-recluta

La inclinación es un parámetro crítico, pero mal estimado, que describe la relación entre la biomasa reproductora y el reclutamiento. El modelo de caso base actual supone que la inclinación equivale a uno, es decir, reducciones de la biomasa reproductora no resultan en reducciones del reclutamiento en promedio. Este supuesto resulta en una estimación de S_{RMS}/S_0 de aproximadamente 20%. El personal incluye resultados para el supuesto que la inclinación equivale 0.75 en la evaluación de 2009. Este valor de inclinación resulta en cambios insignificantes en la series de tiempo de reclutas estimada, es decir, pequeños impactos sobre S_0 , pero un efecto importante sobre las cantidades de ordenación basadas en RMS y, por consiguiente, sobre las estimaciones del estatus de la población con respecto a estos puntos de referencia.

El fundamento principal del supuesto del caso base que la inclinación equivale a 1 fue que hay poca evidencia en las estimaciones de biomasa reproductora y reclutamiento de la evaluación que el reclutamiento es menor con un tamaño de la población reducido.

3.7.1. Resultados

Varios estudios de simulación recientes, y trabajo histórico por el personal, han determinado que es a) difícil estimar con exactitud la inclinación en los modelos de evaluación; y b) los valores estimados a menudo tienden hacia uno cuando el valor real es menos que uno. Además, las tendencias del reclutamiento estimado del modelo de caso base dificultan la conclusión que la inclinación es menos que uno. No obstante, se demostró que esta tendencia del reclutamiento (un incremento de función escalonada del reclutamiento medio en aproximadamente 1990) es un artefacto de la ponderación bajo asignada a los datos de captura de frecuencia de talla.

Los episodios de reclutamiento alto de patudo parecen estar asociados con eventos fuertes de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), lo cual sugiere cierto nivel de control ambiental sobre el reclutamiento. Intentos de usar índices de ENOS como correlacionados ambientales en las evaluaciones de poblaciones no han sido útiles. No obstante, los eventos de ENOS no afectan el OPO uniformemente, y podrían ejercer una influencia mayor sobre el reclutamiento en regiones ecuatoriales o costeras.

3.7.2. Recomendaciones

El Panel recomienda que:

1. la dificultad de estimar la inclinación y la sensibilidad de las conclusiones sobre el estatus de la población sean reconocidas en la evaluación, y el personal debería presentar estimaciones del estatus de la población en una gama «verosímil» de valores de inclinación.
2. el personal examine perfiles de verosimilitud para la inclinación.
3. el personal evalúe posibles efectos estacionales y de ENOS sobre la relación población-reclutamiento en un contexto espacial.

3.8. Otras recomendaciones

El Panel señalo que existen datos de frecuencia de talla por sexo para las flotas de palangre. Estos datos

deberían ser obtenidos, y ejecuciones del modelo realizados en los que se incluyen en la evaluación datos por sexo así como datos de frecuencia de talla agregados por sexo.

Se deberían construir perfiles de verosimilitud conjuntos para el reclutamiento virgen (reclutamiento medio en ausencia de pesca, R_0) R_0 y L_2 usando configuraciones del modelo en las que la selectividad es una función de talla logística y también de forma de domo, para ayudar a evaluar una gama verosímil para el tamaño actual de la población y su estatus con respecto a puntos de referencia biológicos.

El Panel recomienda que se evalúen y reporten estimaciones de biomasa crítica para ejecuciones del modelo en las que la selectividad tiene forma de domo para todas las flotas.

El Panel recomienda que el personal evalúe de nuevo las definiciones de las pesquerías. En particular, se debería considerar desagregar las flotas por bandera. Esto debería incluir un análisis de los datos de tamaño disponibles para distintas flotas.

4. REFERENCIAS

- Aires-da-Silva, A and M.N. Maunder. 2009 Status of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean in 2008 and outlook for the future. Document SARM-10-06b. 90pp.
- Lawson, T. 2009. Selectivity bias in grab samples and other factors affecting the analysis of species composition data collected by observers on purse seiners in the Western and Central Pacific Ocean. WCPFC-SC5-2009/ST-WP-03
- Maunder, M. 2006. Report - Workshop on stock assessment methods, 7-11 November 2005. Inter-American Tropical Tuna Commission. 23 pp.
- Methot, R. D. 2009. User manual for Stock Synthesis. Model Version 3.04b. NOAA Fisheries
- Schaefer, K.M. and D.W. Fuller. 2006. Estimates of age and growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Pacific Ocean based on otolith increments and tagging data. Bull. Inter-Am Trop. Tuna Comm. 23(2): 35-76.

ANEXO A - DOCUMENTOS PRESENTADOS AL PANEL

- Maunder, M. N., A. Aires-da-Silva, and C. E. Lennert-Cody. 2010. Summary of issues in the eastern Pacific Ocean bigeye tuna assessment. Document BET-01-01 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Lennert-Cody, C. E., M. N. Maunder, and A. Aires-da-Silva. 2010. Preliminary analysis of spatial-temporal pattern in bigeye tuna length-frequency distributions and catch-per-unit-effort trends. Document BET-01-02a (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Aires-da-Silva, A., and M. N. Maunder. 2010. An evaluation of spatial structure in the stock assessment of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean. Document BET-01-02 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Aires-da-Silva, A., and M. N. Maunder. 2010. Sensitivity analysis of bigeye stock assessment to alternative growth assumptions. Document BET-01-03 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Maunder, M. N., and A. Aires-da-Silva. 2010. Investigation of catch-per-unit-of-effort data used in the eastern Pacific Ocean bigeye assessment model. Document BET-01-04 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Aires-da-Silva, A., M. N. Maunder and C. E. Lennert-Cody. 2010. An investigation of the longline fishery length-frequency residual pattern in the stock assessment of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean. Document BET-01-05 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Aires-da-Silva, A., M. N. Maunder, and P. K. Tomlinson. 2010. An investigation of the trend in the estimated recruitment for bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean. Document BET-01-06 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.
- Maunder, M. N., C. E. Lennert-Cody, A. Aires-da-Silva, W. H. Bayliff, P. K. Tomlinson, and K. M. Schaefer. 2010. Summary of data available for bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean and its use in stock assessment. Document BET-01-07 (draft). External review of the IATTC bigeye tuna assessment. La Jolla, California (USA), 3-7 May 2010.

ANEXO B – AGENDA ADOPTADA

SESIÓN 1, lunes mañana:

Temas de datos. ¿De cuáles datos dispone la Comisión para la evaluación de la población del atún patudo? ¿Cuáles datos se usan? ¿Cómo entran estos datos en el proceso de evaluación de poblaciones? Índices de abundancia, distribuciones por edad y tamaño, datos de marcado, datos oceanográficos; Documento BET-01-07

SESIÓN 2, lunes, tarde:

Temas de crecimiento. Modelos de crecimiento alternativos, varianza de la talla por edad; Documento [BET-01-03](#)

SESIÓN 3, martes, mañana:

Temas espaciales. Tamaño por edad, selectividad, desplazamientos y mortalidad, variabilidad en las tendencias de la CPUE; Documentos [BET-01-02a](#) y [BET-01-02b](#)

SESIÓN 4, martes, tarde:

Cambios con el tiempo. Capturabilidad y selectividad, evolución del esfuerzo, expansión de los caladeros; Documentos [BET-01-04](#) y [BET-01-05](#)

SESIÓN 5, miércoles, mañana:

Población y reclutamiento. Efectos del crecimiento de la pesquería de superficie sobre las estimaciones del reclutamiento; Documento [BET-01-06](#)

SESIÓN 6, miércoles, tarde:

Métodos de evaluación. Método actual, perfeccionamiento del modelo, investigación biológica para reducir los errores de especificación del modelo, covariables ambientales, ...

SESIÓN 7, jueves, mañana:

Cuestiones resultantes de las sesiones 1-6.

Comentarios públicos.

SESIÓN 8, jueves, tarde:

Cuestiones resultantes de las sesiones 1-6.(continuación).

SESIÓN 9, viernes:

Panel trabajará en el informe

ANEXO C – LISTA DE PARTICIPANTES

Miembros del Panel

Harley	Shelton	Secretariat of the Pacífico Community	New Zealand	sheltonh@spc.int
Ianelli	Jim	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	jim.ianelli@noaa.gov
Punt	Andre	Universidad of Washington	USA	aepunt@u.washington.edu
Sibert	John	Universidad of Hawaii	USA	sibert@hawaii.edu

Participantes

Aríz	Javier	Instituto Español de Oceanografía	Spain	javier.ariz@ca.ieo.es
Barbieri	María	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Chile	angela.barbieri@ucv.cl
Crone	Paul	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	paul.crone@noaa.gov
Donnelly	Marydele	Caribbean Conservation Corporation	USA	marydele@ccturtle.org
Dreyfus	Michel	Instituto Nacional de la Pesca	México	dreyfus@cicese.mx
Fissel	Benjamín	UCSD	USA	ben.fissel@noaa.gov
Fonteneau	Alain	Institut de Recherche Pour le Developpement	France	fonteneau@ird.fr
Fox	William	World Wildlife Fund	USA	bill.fox@wwfus.org
García	José	Subsecretaría de Recursos Pesqueros	Ecuador	jlgarcia@pesca.gov.ec
Janofsky	Eric	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	aric.janofsky@noaa.gov
Martínez	Jimmy	Subsecretaría de Recursos Pesqueros	Ecuador	jimmy.martinez@pesca.gov.ec
Miyabe	Naozumi	National Investigación Institute of Far Seas Fisheries	Japan	miyabe@fra.affrc.go.jp
Miyake	Makoto	National Investigación Institute of Far Seas Fisheries	Japan	p.m.miyake@gamma.ocn.ne.jp
Monteagudo	Juan	OPAGAC	Spain	opagac@arrakis.es
Piner	Kevin	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	kevin.piner@noaa.gov
Squires	Dale	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	dsquires@ucsd.edu
Sun	Jenny	Nationa Taiwan Ocean Universidad	USA	jennysun@ucsd.edu
Teo	Steven	NOAA/National Marine Fisheries Service	USA	steve.teo@noaa.gov
Yáñez	Eleuterio	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Chile	eyanez@ucv.cl

Personal de la CIAT

Compeán	Guillermo	gcompean@iattc.org
Da-Silva	Alexandre	alexdasilva@iattc.org
Deriso	Rick	rderiso@iattc.org
Hall	Martin	mhall@iattc.org
Hinton	Michael	mhinton@iattc.org
Lennert	Cleridy	clennert@iattc.org
Maunder	Mark	mmaunder@iattc.org
Schaefer	Kurt	kschaefer@iattc.org
Tomlinson	Pat	ptomlinson@iattc.org

ANEXO D – BIOGRAFÍAS DE LOS MIEMBROS DEL PANEL

John Sibert (*Presidente*) es Investigador Emérito en el Colegio de Ciencia y Tecnología Oceánica y Terrestre en la Universidad de Hawai. Recibió su licenciatura en zoología de la Universidad del Pacífico y su doctorado en zoología de la Universidad Columbia. Fue becario posdoctoral en el Instituto de Oceanografía en la Universidad de Columbia Británica. Trabajó muchos años en la Estación Biológica de Pacífico en Nanaimo (Columbia Británica), antes de trasladarse a un puesto en el Programa de Evaluación de Atunes y Peces Picudos en la Comisión del Pacífico Sur en Noumea (Nueva Caledonia). Más recientemente fue Gerente del Programa de Investigación de Pesquerías Pelágicas en la Universidad de Hawai. Es miembro del Comité Científico y Estadístico del Consejo Regional de Gestión de Pesca del Pacífico Occidental, y ha formado parte de la delegación de Estados Unidos ante la Comisión de Pesca del Pacífico Central y Occidental. Sus intereses de investigación incluyen el análisis de desplazamientos de atunes a gran escala y la evaluación de poblaciones.

Shelton Harley es actualmente Científico Principal con el Programa de Pesquerías Oceánicas de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico (SPC), donde dirige la Sección de Evaluación de Poblaciones y Modelado. Recibió su doctorado en biología de la Universidad Dalhousie en 2002. El Dr. Harley ha participado en la realización y revisión de evaluaciones de poblaciones de atunes para varias OROP atuneras, y es ahora el científico principal responsable de la evaluación del atún patudo en el Océano Pacífico occidental y central. Sus intereses de investigación incluyen métodos de evaluación de poblaciones, el desarrollo de puntos de referencia, y métodos para evaluar opciones de ordenación, y está muy interesado en proveer asesoramiento a los gerentes de pesquerías.

James Ianelli es profesor afiliado en la Universidad de Washington y científico de evaluación de poblaciones con la división de Ecología de Recursos y Ordenación de Pesquerías del Centro de Ciencia Pesquera de Alaska. Obtuvo su doctorado en ciencia pesquera en la Universidad de Washington en 1993, y forma parte del equipo de evaluación de poblaciones responsable de producir evaluaciones anuales de varias especies importantes de peces de fondo en el Pacífico Norte. Sus intereses de investigación incluyen el desarrollo de enfoques estadísticos para la ordenación y conservación de ecosistemas/pesquerías. Preside el equipo planificador para peces de fondo del Consejo de Gestión de Pesca del Pacífico Norte y es miembro del Panel Asesor para la Comisión para la Conservación del Atún Rojo del Sur. Es un editor principal de la revista *Natural Resource Modeling*. Más recientemente ha sido asesor para la Organización Regional de Gestión de Pesca del Pacífico Sur, involucrado en evaluaciones del jurel chileno.

André E. Punt es Profesor de Ciencias Acuáticas y Pesqueras en la Universidad de Washington. Recibió su licenciatura, maestría y doctorado en matemática aplicada en la Universidad de Ciudad del Cabo. Antes de unirse a la Universidad de Washington, el Dr. Punt fue Científico Investigativo Principal con la División de Investigación Marina y Atmosférica de CSIRO. Sus intereses de investigación incluyen el desarrollo y aplicación de técnicas de evaluación de poblaciones de pesca, modelado bioeconómico, y la evaluación del desempeño de métodos de evaluación de poblaciones y reglas de control de extracción que usan el enfoque de Evaluación de Estrategias de Ordenación. Ha publicado más de 160 documentos en la literatura revisada por pares, junto con más de 400 informes técnicos. El Dr. Punt es actualmente miembro del Comité Científico y Estadístico del Consejo de Ordenación de Pesca del Pacífico, el Equipo del PLAN de Cangrejo del Consejo de Ordenación de Pesca del Pacífico Norte, y el Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional.

COMMISSIONERS—COMISIONADOS

BELIZE—BELICE

James Azueta
Felicia Cruz
Abilio Dominguez
Valerie Lanza

CANADA

Sylvie Lapointe
Larry Teague

CHINA

CHINESE TAIPEI—TAIPEI

CHINO

Hong-Yen Huang
Chung-Hai Kwoh
Ding-Rong Lin

COLOMBIA

Paula Caballero
Juan Carlos Cadena
Carlos Robles
Elizabeth Taylor

COSTA RICA

Bernal Alberto Chavarría Valverde
Xinia Chavez Quiros
Luis Dobles Ramirez
Asdrubal Vásquez Nuñez

ECUADOR

Jimmy Martínez Ortiz
Ramón Montaña Cruz
Guillermo Morán Velásquez
Luis Torres Navarrete

EL SALVADOR

Manuel Calvo Benivides
Hugo Alexander Flores
María Christina Herrera Gómez
Victot Manuel Torres Ruíz

EUROPEAN UNION—UNIÓN EUROPEA

Roberto Cesari
Marco D'Ambrosio

FRANCE—FRANCIA

Marie-Sophie Dufau-Richet
Christiane Laurent-Monpetit
Jonathan Lemeunier
Michel Sallenave

GUATEMALA

Hugo Andrés Alsina Lagos
Bryslie Siomara Cifuentes Velasco
José Sebastian Marcucci Ruíz
Arlos Francisco Marín Arriola

JAPAN—JAPÓN

Masahiro Ishikawa
Kengo Tanaka
Akima Umezawa

KIRIBATI

MÉXICO

Marío Aguilar Sánchez
Ramón Corral Ávila
Michel Dreyfus León
Raúl Adán Romo Trujillo

NICARAGUA

Steadman Fagoth Müller
Julio César Guevara
Danilo Rosales Pichardo
Armando Segura Espinoza

PANAMÁ

Orlando Bernal
María Patricia Díaz
José Antonio Isaza
Maricel Morales

PERÚ

Gladys Cárdenas Quintana
Ernesto Enrique Peña Haro
María Elvira Velásquez Rivas-Plata

REPUBLIC OF KOREA—

REPÚBLICA DE COREA

Il Jeong Jeong
Hyun Wook Kwon
Jeongseok Park

USA—EE.UU.

William Fox
Don Hansen
Rodney McInnis
Ed Stockwell

VANUATU

Christophe Emelee
Roy Mickey Joy
Dimitri Malvirlani
Laurent Parenté

VENEZUELA

Alvin Delgado
Pedro Guerra
Nancy Tablante