

**REPORT OF THE 2006 ICCAT
WORKSHOP ON SWORDFISH STOCK STRUCTURE**
(Heraklion, Crete, Greece - March 13 to 15, 2006)

SUMMARY

The objective of the Workshop was to define the stock structure of swordfish in the Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. Presentations were made on fishery information and biological markers, genetic analyses and management implications. After discussions, the Workshop concluded that the results of the research presented gave general support to the stock structure currently assumed for Atlantic swordfish (Mediterranean and North and South Atlantic stocks). The Workshop agreed that intensified research and collaboration would require a clear commitment from the Commission and from individual Contracting Parties, in terms of making this a priority and in providing the necessary resources to carry out the work and to coordinate it throughout the Convention area.

1. Opening and meeting arrangements

The meeting was opened by Dr. A. Magoulas of the Hellenic Center of Marine Research (HCMR) in Crete, which hosted the meeting. Dr. Magoulas welcomed participants and wished them a successful meeting. Dr. V. Restrepo, on behalf of Mr. D. Meski, ICCAT Executive Secretary, thanked Dr. Magoulas and all of the HCMR staff present for hosting the meeting and providing all logistical support.

The meeting was coordinated by a Steering Committee (G. Tserpes, Chair; F. Hazin; J. Mejuto; J. Neilson; J. Pereira; G. Scott; K. Yokawa; ICCAT Secretariat). In accordance with the previously agreed-to program, the meeting was split into three discussion themes: Fishery Information and Biological Markers, Genetic Analyses, and Management Implications. The following participants were selected as moderators of the different themes: Dr. Scott (Fishery Information and Biological Markers), Dr. Magoulas and Dr. Pereira (Genetic Analyses) and Dr. Restrepo (Management Implications). Dr. Tserpes, Dr. Alvarado and Dr. Reeb and Dr. Neilson served as rapporteurs for those items.

Drs. Tserpes and Neilson reviewed the objective of the Workshop, which consisted primarily in reviewing the results of the research programs conducted since 1999, after the Commission expressed concern about the considerable uncertainties regarding the stock structure of Atlantic swordfish in its *Resolution by ICCAT on the Clarification of the Stock Structure and Boundaries Between the Swordfish Stocks in the Atlantic* [Res. 99-03]. Dr. Tserpes informed participants that all presentations would be subjected to peer-review, coordinated by Dr. P. Pallarés, for potential publication in a special issue of the *Collective Volume of Scientific Papers* (this volume).

The List of Participants is attached as **Appendix 1**. The List of Documents presented at the meeting is attached as **Appendix 2**.

2. Fishery information and biological markers

Neilson *et al.* (2007, in this volume) reviewed non-genetic information relevant to swordfish stock structure (including CPUE trends, catch distribution, mark and recapture studies, morphometrics, and distributions of spawning areas). The information was compared with the conclusions made by the SCRS in 1994. The authors concluded that the available non-genetic evidence does not allow definitive statements concerning stock structure. They also pointed out that there still appears to be scope for further investigations. For example, it may be that carefully-designed and coordinated releases of fish marked with satellite archival tags will confirm the hypothesis of a single North Atlantic stock.

Subsequent to the presentation, the ICCAT Secretariat presented a summarized Table of the ICCAT tagging database for swordfish (**Figure 1**) and the catch rate patterns by age for the Atlantic stocks that were used in the 2002 stock assessment session (Anon. 2003).

The Workshop noted that conclusions based on CPUE trends should take into account updated CPUE data series that would include the latest years. In addition, in order to utilize information from tagging studies for the identification of stock boundaries it is necessary to consider differences among the various tagging projects in terms of experimental design and protocols followed. Accomplishment of high-tech tagging experiments may also contribute to the study of stock structure and the definition of stock boundaries.

Mattiucci *et al.* (SCRS/2006/036)¹ presented results of a study on the parasitic infections of swordfish from the Mediterranean and North Atlantic and the potential use of parasites as biological tags for stock characterization. The authors demonstrated that some parasite taxa and their infection levels could be used as “biological tags” for swordfish stocks delimitation in the Atlantic and Mediterranean waters. Moreover, the infection levels by some parasitological species can be used as health indicators of the fish stocks. The presented information supported the idea of separation between Atlantic and Mediterranean stocks.

The Workshop noted the prominence of such studies in defining stock components and pointed out the usefulness of matching their results with fisheries and genetic information. In addition it was noted the importance of expanding such studies to include data from stock boundary areas.

Based on all of the above presentations the Workshop concluded that no new information was provided to support changes in stock definition (see **Table 1**). The Workshop concluded that the available biological marker and fishery indicators continue to support the views held by SCRS about swordfish stock structure.

3. Genetic analyses

Alvarado-Bremer *et al.* (2007, in this volume) presented mtDNA control region data and preliminary data on CaM locus to examine the genetic population structure of swordfish in the Atlantic with emphasis on defining connectivity between adjacent areas known to carry a unique genetic signal. Comparison of mtDNA between the northeast Atlantic area adjacent to Gibraltar stresses that contact between these two populations appears to be limited to the area west of Gibraltar and extending towards the parallel 10°W. The connectivity between South Atlantic and Indian Ocean around the southern coast of Africa was examined by comparing samples from Namibia, Agulhas Banks, and Madagascar. Comparison of mtDNA and CaM locus reveals that the contact zone between Atlantic and Indian Ocean populations appear restricted to the waters where these two oceans meet where the contribution of the two populations appears to be similar. Samples from Namibia were nearly identical at both mtDNA and CaM with samples from Brazil-Uruguay and the Gulf of Guinea. This suggests that the South Atlantic is comprised of one population, well differentiated from the northwest Atlantic. However, the boundary line separating the South Atlantic from the North Atlantic was not defined.

Kotoulas *et al.* (2007, in this volume) used microsatellite loci to study the global population structure of swordfish. A total of 2026 swordfish from South Atlantic, North Atlantic, Mediterranean, Indian Ocean and Pacific Ocean were surveyed with four microsatellite loci, and all samples were found to be significantly different from each other. In addition, the Mediterranean was identified as the most distinct population. This study also underlined the potential utility of microsatellites for forensically assigning individuals to respective stocks in regions where mixing may occur as the result of ecosystem-wide changes that may promote mixing between adjacent regions.

Jean *et al.* (2007) presented the findings of a pilot genetics study in the western Indian Ocean using both microsatellite and mtDNA data. Large amounts of variation were detected with both markers but most of the total variation corresponded to differences within samples. This means that large sample sizes and multiple loci will be required to detect statistically significant differences, should they exist. Planning is underway to collect larger numbers of samples from the various longline fleets operating in the Indian Ocean as part of a multidisciplinary study.

Reeb and Block (SCRS/2006/028)² used 10 microsatellite markers to characterize 491 swordfish from the Pacific, Indian, Atlantic and Mediterranean basins. The Mediterranean sample consisted of 26 juvenile swordfish and was found to be highly differentiated from other world populations, supporting that the Mediterranean is a unique stock with limited gene flow with other basins. The potential use of microsatellite markers to forensically assign individual fish to their region of origin was underlined, emphasizing that the number of loci was an

¹ Withdrawn by authors.

² To be published elsewhere.

important consideration for statistical power. The importance of genetically characterizing early stages (larvae and juveniles) was stressed as these fish may contain a stronger signal of genetic differentiation because of the lesser potential of mixing on migratory movements.

Kotoulas *et al.* (SCRS/2006/033)¹ presented a study using four microsatellite markers that compared samples within the Mediterranean, which also included juvenile swordfish. A signal of differentiation among samples from the main Mediterranean basins was detected, and it was noted that this differentiation cannot be explained by Atlantic swordfish moving into the western portion of the Mediterranean.

Cimmaruta *et al.* (SCRS/2006/040)¹ presented a genetic study using allozyme and mitochondrial data to compare Mediterranean (north and south Tyrrhenian and Ionian seas), the central North Atlantic, equatorial South Atlantic and South African (Cape Town) samples. Allozyme data support the differentiation of the Mediterranean from the Atlantic samples, with the Cape Town sample identified as highly differentiated from the Atlantic-Mediterranean samples. Mitochondrial data agrees with the findings of allozyme data with regard to the differences among Mediterranean, North and South Atlantic. The Mediterranean as a whole contains the lowest levels of variation, with the Cape Town sample being the highest. This diversity was then compared to genetic variability found in Mediterranean museum specimens using mtDNA in an attempt to measure genetic diversity in the past. Although few museum samples were available, it was interesting that the most frequent haplotypes in contemporary populations were not found in the museum specimens. Low genetic variability in the Mediterranean was then correlated to high parasite infection which had been discussed in a previous paper by Mattiucci *et al.* (SCRS/2006/036)¹. This significant correlation proved intriguing. Given the isolation and uniqueness of the Mediterranean stock, the analysis of genetic variability could be useful to understand fish health in the Mediterranean stock.

The paper by Viñas *et al.* (2007, in this volume) examined the separation between North Atlantic and Mediterranean stocks using mtDNA using samples from the Grand Banks, the Mediterranean Sea, and the Atlantic coast of Morocco. As the Strait of Gibraltar is a narrow passage separating the Mediterranean from the Atlantic, an interesting result was that mtDNA haplotypes found to occur in the Mediterranean were also found to occur off Morocco, thousands of miles away. The latter sample of fish was not significantly different from either North Atlantic or Mediterranean samples; they seem to be a mixed assemblage of both stocks. Thus the movement of Mediterranean fish along the Atlantic coast of Morocco may exceed the 10°Wt previously reported by others (Alvarado-Bremer *et al.*, 2007, in this volume, and others). These data showed no evidence of differences within the Mediterranean stock nor did samples just outside the Straits of Gibraltar. During discussion, questions were raised as to the temporal and spatial extent of the mixed area from one season to the next given seasonal changes in catch and abundance. In the study data set, the application of microsatellite loci that can identify Mediterranean fish might be useful in better characterizing the mixing of the Mediterranean stock with the Atlantic. Additional sampling and genetic analyses remain to be done to better characterize the apparent stock mixing in this region.

The paper by Lu *et al.* (SCRS/2006/026)³ examined the use of mtDNA control region sequenced in 269 samples collected from 2000 to 2004 from Chinese Taipei longliners operating in the Atlantic. Samples grouped by locality include North Atlantic (equator to 15°N), South Atlantic (equator to 40°S), and Mediterranean. Differences between the North and South Atlantic were not significant while the Mediterranean samples were significantly different. Interestingly, the southeastern Atlantic samples were significantly different from the central Atlantic. A question was raised about this phenomenon and it was suggested that some mixing of the Indo-Pacific population into the southeastern Atlantic might have caused this result. One of the limitations of the study was the small sample sizes in some locales.

Chow (SCRS/2006/027)² made a presentation on the use of a single nucleotide polymorphism (SNP) observed at an intron locus of calmodulin gene (*CaM*) to show that northern and southern Atlantic populations are strongly different. The variation is very simple comprising only two alleles (*A* and *B*) and unable to detect differences in the Mediterranean stock noted by other studies presented during the Workshop. However, this marker's ability to show differences in the Atlantic was striking. In the central and eastern Atlantic, the distribution of the South Atlantic stock (identified by the high abundance of the *A* allele) seemed to be distributed as far as 20°N while on the western side, the distribution was closer to 10°N. In both cases, the South Atlantic stock seemed to extend further north than the currently-recognized stock boundary set at 5°N. Few samples have been collected in other studies within the 10°N to 20°N region of the Atlantic. However, this may be a region where the north and south Atlantic stocks intermingle. The author suggested that this boundary may be affected seasonally by steep

³ To be published in 2008 in Vol. 62 of the ICCAT Collective Volume series.

gradients in oceanographic parameters causing it to shift spatially and temporally over seasons and recommended further study. Some question was raised as to the use of such a simple marker that lies within a gene controlled by selection. In response, the author noted that the SNP was in non-coding intron and the genotype distribution was in Hardy-Weinberg equilibrium and was therefore selectively neutral. While much discussion ensued, it was generally agreed that this marker appears to adequately diagnose northern and southern stocks although more sample collection is necessary from the presumed boundary zone (10°N to 20°N).

Kotoulas *et al.* (2007, in this volume) reported on the application of microsatellite loci to the question of stock structure in the Atlantic. A large number of 1407 fish were examined for four loci on fish collected from 1999 to 2002. Samples included the south Atlantic up to 5°N, mid-Atlantic from 9°N to 20°N, northeast Atlantic (30°N and east of 31°W), mid-North Atlantic (30°N and west of 31°W). Significant heterogeneity of allelic frequencies were found showing the South Atlantic was different from all other samples. Moreover, a small but statistically significant difference was found between NE and NW Atlantic samples. However, analysis of molecular variance by assuming two groups of samples North and South of the 5°N boundary recognized by ICCAT showed that among-group genetic variation was very low and not statistically significant. A subset of those data was also analyzed for the CaM locus and these results were in agreement with those of Chow (SCRS/2006/027)². However, it was stressed by the authors that the use of a single locus with only two alleles may not be sufficient for defining stock borders. Certainly, more work with additional nuclear markers need to be done to verify the observed genetic differentiation between Atlantic samples.

4. Management implications

Brooks and Apostolaki (2007, in this volume) described a simulation study to determine the effects on management benchmarks of various levels of movement between two hypothetical stocks. For the movement scenarios examined, the trend observed was for the relative biomass benchmark (B/B_{MSY}) to be overestimated and the relative fishing mortality benchmark (F/F_{MSY}) to be underestimated if catches assigned to a stock exceeded the true landings. This trend was reversed in cases where attributed catches were lower than the true removals for a stock. The bias in benchmarks was driven by the mismatch between true removals and removals assigned based on the area of landing, which made a stock look more productive or less productive than it actually was. The magnitude of bias depended on the extent of mixing.

During discussion of the paper, it was mentioned that the simulation approach had been used by other authors and that ASPIC produced reliable results in those investigations. It was suggested that in addition to structural differences between the simulation and assessment models, the high level of removals early in the time series for the northern stock may have contributed to the bias. Another Workshop participant suggested exploring different relationships between stock and recruitment, including the possibility of no relationship between spawners and recruits, but rather several levels or regimes of constant recruitment.

5. Conclusions and recommendations

The results of the research presented at the Workshop gave general support to the stock structure currently assumed for Atlantic swordfish (Mediterranean and North and South Atlantic stocks).

The Workshop agreed that the precise delimitation between these three stocks cannot be improved upon without intensified collaborative and multi-disciplinary research. Similarly, the classification of swordfish caught near the boundaries to their stock of origin is subject to uncertainty and cannot be made accurately without intensified collaborative and multi-disciplinary research taking into account fine-scale (e.g., 1° squares) and quarterly sampling strata.

The Workshop concluded that intensified research and collaboration would require a clear commitment from the Commission and from individual Contracting Parties and in terms of making this a priority and providing the necessary resources to carry out the work and to coordinate it throughout the Convention area. It was recommended that this issue be discussed at the 2006 SCRS meeting for a possible recommendation to the Commission.

It was noted that the genetic samples taken to date are not broadly distributed in space and time, and broader coverage using standard protocols would strengthen the research. In particular, the fishing activities taking place

in the southern Mediterranean and off western Africa are under-represented in the samples. It was recommended that the available data funds aimed at capacity-building take this into consideration.

The Workshop noted that the recommendations made in the past by the Swordfish Species Group (see Report of the 2002 Atlantic Swordfish Stock Assessment Session) (Anon. 2003) are still very important to gain a better understanding of the species population dynamics. The following additional recommendations related to stock structure were identified as a result of the discussions held during the Workshop:

- Tagging studies (both electronic and conventional) should be conducted as they may form a basis for better characterizing movement rates across boundaries.
- Researchers should try to take tissue samples from tagged individuals and make them available for genetic analyses.
- Research should be conducted to characterize larvae and early stages that may carry a stronger signal of differentiation, as this may form a reliable basis for establishing the genetic profile of source populations.
- Complementary approaches for the study of stock structure should be encouraged. These include otolith microchemistry, reproduction and mercury concentrations.
- An inventory of available tissue samples should include the time and location of the sample and its origin (fishery or observer/research program). Knowledgeable experts should provide the Secretariat with information about the contents of such an inventory.
- The SCRS Chairman aided by the Secretariat should develop the terms of reference for a contract to draft a short manual about the different genetic techniques used currently for population studies, including their relative merits and costs.
- Techniques that use genetic markers should be investigated (e.g., Palsboll, *et al.* 1997).

6. Other matters

With regards to future research aimed at better characterizing the Mediterranean swordfish stock and its boundary/overlap with the northern Atlantic stock, it was recommended that GFCM scientists be encouraged to participate in this research. It was noted that the collaboration between GFCM and ICCAT has been very fruitful to date, particularly in fisheries research. The Workshop agreed that continued collaboration would be beneficial.

7. Report adoption and closure

The report was adopted during the meeting.

The meeting was adjourned.

References

- ANON. 2003. Report of the 2002 Atlantic Swordfish Stock Assessment Session (Madrid, September 9 to 13, 2002). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1289-1415.
- JEAN, C., J. Bourjea, D. Miossec and M. Taquet. 2007. Evaluation de la structure du stock d'espadon (*Xiphias gladius*) dans l'Océan Indien à l'aide d'une approche multidisciplinaire. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(6): 1897-1905.
- PALSBOLL, P.J., J. Allen, M. Berube, P.J. Clapham, T.P. Feddersen, P.S. Hammond, R.R. Hudson, H. Jorgensen, S. Katona, A.H. Larsen, F. Larsen, J. Lien, D.K. Mattila, J. Sigurjonsson, R. Sears, T. Smith, R. Sponer, P. Stevick, and N. Oien. 1997. Genetic tagging of humpback whales. *Nature* 388: 767-769.

RAPPORT DE L'ATELIER DE L'ICCAT 2006 SUR LA STRUCTURE DES STOCKS D'ESPADON

(Héraklion, Crète, Grèce, 13-15 mars 2006)

RÉSUMÉ

L'objectif de l'Atelier était de définir la structure des stocks d'espadon dans l'océan Atlantique et la mer Méditerranée. Des présentations ont été réalisées sur l'information halieutique et les marqueurs biologiques, les analyses génétiques et les implications pour la gestion. Après les discussions, l'Atelier a conclu que les résultats de la recherche présentée appuyaient en général la structure des stocks actuellement postulée pour l'espadon atlantique (stocks de la Méditerranée et de l'Atlantique Nord et Sud). L'Atelier a convenu que des travaux de recherche intensifiés et une collaboration renforcée nécessiteraient un engagement clair de la part de la Commission et des Parties contractantes individuelles, en ce sens qu'il faudrait donner la priorité à ces activités et fournir les ressources nécessaires pour mener à bien ces travaux et les coordonner dans l'ensemble de la zone de la Convention.

1. Ouverture et organisation des sessions

La réunion a été ouverte par le Dr A. Magoulas du Centre Hellénique de Recherche Marine (Hellenic Center of Marine Research-HCMR) en Crète qui accueillait l'atelier. Le Dr Magoulas a souhaité la bienvenue aux participants en exprimant ses vœux de succès pour la réunion. Le Dr V. Restrepo, au nom de M D. Meski, Secrétaire exécutif de l'ICCAT, a remercié le Dr Magoulas et le personnel présent du HCMR pour accueillir la réunion et fournir tout l'appui logistique.

La réunion a été coordonnée par un comité directeur (G. Tserpes, Président; F. Hazin; J. Mejuto; J. Neilson; J. Pereira; G. Scott; K. Yokawa; Secrétariat de l'ICCAT). Conformément au programme pré-établi, la réunion s'est divisée en trois thèmes de discussion : informations sur les pêcheries et marqueurs biologiques ; analyses génétiques ; et implications pour la gestion. Les participants suivants ont été désignés comme modérateurs des différents thèmes : Dr. Scott (informations sur les pêcheries et marqueurs biologiques), Dr. Magoulas et Dr. Pereira (analyses génétiques) et Dr. Restrepo (implications pour la gestion). Les Drs Tserpes, Alvarado, Reeb et Neilson ont assumé les fonctions de rapporteurs pour ces points.

Les Drs Tserpes et Neilson ont passé en revue l'objectif de l'Atelier, lequel consistait essentiellement à examiner les résultats des programmes de recherche menés depuis 1999, après que la Commission eut exprimé des inquiétudes quant aux incertitudes considérables qui planaient sur la structure des stocks d'espadon de l'Atlantique dans sa *Résolution de l'ICCAT visant à préciser la structure des stocks d'espadon de l'Atlantique et la ligne de démarcation les séparant* [Rés. 99-03]. Le Dr Tserpes a informé les participants que toutes les présentations feraient l'objet d'un examen par des pairs, coordonné par le Dr P. Pallares, aux fins de leur publication éventuelle dans un volume spécial du *Recueil des documents scientifiques* (le présent volume).

La liste des participants figure à l'**Appendice 1**. La liste des documents présentés à la réunion est jointe à l'**Appendice 2**.

2. Information sur les pêcheries et marqueurs biologiques

Le document de Neilson *et al* (2007, dans le présent volume) examinait les informations non-génétiques concernant la structure des stocks d'espadon (y compris les tendances de la CPUE, la répartition des prises, les études de marquage et de récupération, les études morphométriques et la répartition des zones de frai). Les informations ont été comparées aux conclusions obtenues par le SCRS en 1994. Les auteurs ont conclu que les éléments de preuve non-génétiques disponibles ne permettent pas de formuler des conclusions définitives sur la structure des stocks. Ils ont également souligné que le champ semble être encore propice à de nouvelles recherches. A titre d'exemple, des remises à l'eau, méticuleusement conçues et coordonnées, de poissons porteurs de marques-archives via satellite pourraient confirmer l'hypothèse d'un stock unique pour l'Atlantique Nord.

A l'issue de la présentation, le Secrétariat de l'ICCAT a soumis un tableau récapitulatif de la base de données de marquage de l'ICCAT pour l'espadon (**Figure 1**) et des schémas de taux de capture par âge pour les stocks atlantiques qui avaient été utilisés lors de la session d'évaluation des stocks de 2002.

L'Atelier a noté que les conclusions basées sur les tendances de la CPUE devraient prendre en considération les séries de données de CPUE actualisées incluant les dernières années. En outre, s'il l'on veut utiliser les informations provenant des études de marquage aux fins de l'identification des délimitations des stocks, il est nécessaire de tenir compte des différences entre les divers projets de marquage en termes de prototype expérimental et protocoles suivis. La réalisation d'essais de marquage de haute technologie pourrait également contribuer à l'étude de la structure des stocks et à la définition des délimitations des stocks.

Mattiucci *et al.* (SCRS/2006/036)¹ ont présenté les résultats d'une étude sur les infestations parasitaires de l'espadon de la Méditerranée et de l'Atlantique Nord, et sur l'utilisation potentielle des parasites comme marqueurs biologiques pour la caractérisation des stocks. Les auteurs ont démontré que certains taxons parasites et leurs niveaux d'infestation pourraient être utilisés comme « marqueurs biologiques » aux fins de la délimitation des stocks d'espadon dans les eaux de l'Atlantique et de la Méditerranée. En outre, les niveaux d'infestation provoqués par certaines espèces parasitaires peuvent servir d'indicateurs de l'état de santé des stocks de poissons. Les informations présentées étayaient l'idée d'une ligne de séparation entre les stocks de l'Atlantique et de la Méditerranée.

L'Atelier a souligné l'importance de ces études pour définir les composantes du stock et l'utilité de comparer leurs résultats avec les informations sur les pêcheries et les données génétiques. On a, en outre, constaté l'importance d'élargir ces études afin d'y inclure des données en provenance des zones de délimitation des stocks.

Sur la base de toutes les présentations susmentionnées, l'Atelier a conclu qu'aucune nouvelle information n'avait été fournie à l'appui de changements dans la définition des stocks (**Tableau 1**). L'Atelier a conclu que les marqueurs biologiques et les indicateurs des pêcheries disponibles continuent à étayer l'opinion du SCRS sur la structure des stocks d'espadon.

3. Analyses génétiques

Alvarado-Bremer *et al.* (2007, dans le présent volume) ont présenté des données sur la région de contrôle de l'ADN mitochondrial ainsi que des données préliminaires sur le locus CaM afin d'examiner la structure génétique de la population d'espadon dans l'Atlantique, en portant l'accent sur la définition de la connectivité entre les zones adjacentes connues pour être porteuses d'un signal génétique unique. La comparaison de l'ADN mitochondrial entre la zone de l'Atlantique Nord-Est adjacente à Gibraltar indique que le contact entre ces deux populations semble se limiter à la zone à l'Ouest de Gibraltar s'étendant vers le parallèle 10°W. On a examiné la connectivité entre l'Atlantique Sud et l'Océan Indien près de la côte du sud de l'Afrique, en comparant des échantillons originaires de Namibie, des Bancs d'Agulhas et de Madagascar. La comparaison entre l'ADN mitochondrial et le locus CaM révèle que la zone de contact entre les populations de l'Océan Atlantique et de l'Océan Indien semble se restreindre aux eaux où se mélangent ces deux océans, là où la contribution des deux populations paraît être similaire. Les échantillons de Namibie étaient presque identiques, au niveau de l'ADN mitochondrial et du locus CaM, aux échantillons du Brésil-Uruguay et du Golfe de Guinée. Cela suggère que l'Atlantique Sud se compose d'une seule population, laquelle se différencie nettement de celle de l'Atlantique Nord-Ouest. Toutefois, la ligne de délimitation entre l'Atlantique Sud et l'Atlantique Nord n'a pas été définie.

Kotoulas *et al.* (2007, dans le présent volume) ont utilisé des loci microsatellites pour étudier la structure globale de la population d'espadon. En tout, 2.026 espadons de l'Atlantique Sud, l'Atlantique Nord, la Méditerranée, l'Océan Indien et l'Océan Pacifique ont été étudiés avec quatre loci microsatellites et tous les échantillons se sont avérés considérablement différents les uns des autres. En outre, la Méditerranée a été identifiée comme la population la plus distincte. Cette étude a également souligné l'utilité potentielle des microsatellites comme indices de preuve pour assigner des individus à des stocks respectifs dans des régions où des échanges pourraient se produire à la suite de changements écosystémiques importants, susceptibles de favoriser les échanges entre des zones adjacentes.

¹ Retiré par les auteurs.

Jean *et al.* (2007) ont présenté les conclusions d'une étude génétique pilote, menée à l'Ouest de l'Océan Indien, utilisant à la fois des données microsatellites et de l'ADN mitochondrial. De fortes variations ont été détectées avec les deux marqueurs mais la plupart de la variation totale correspondait à des différences au sein des échantillons. Cela signifie que de grandes tailles d'échantillons et de multiples loci seront nécessaires en vue de détecter des différences statistiquement significatives, le cas échéant. Il est actuellement prévu de prélever de plus grands nombres d'échantillons auprès des diverses flottilles palangrières qui opèrent dans l'Océan Indien dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire.

Reeb et Block (SCRS/2006/028)² ont utilisé dix marqueurs microsatellites afin de caractériser 491 espadons des Océans Pacifique, Indien, Atlantique et de la Méditerranée. L'échantillon de la Méditerranée, qui comprenait 26 juvéniles d'espadon, s'est nettement différencié du reste de la population mondiale, ce qui étaye l'hypothèse que la Méditerranée constitue un stock unique doté d'un flux génétique restreint avec les autres bassins. On a mis en exergue l'utilisation potentielle de marqueurs microsatellites comme indices de preuve pour assigner des poissons individuels à leur région d'origine, avec comme considération importante la puissance statistique du nombre de loci. On a souligné qu'il était important de caractériser génétiquement les stades précoces (larves et juvéniles) car ces poissons pourraient contenir un plus fort signal de différenciation génétique étant donné que le potentiel de mélange sur les déplacements migratoires est inférieur.

Kotoulas *et al.* (SCRS/2006/033)¹ ont présenté une étude faisant appel à quatre marqueurs microsatellites comparant des échantillons au sein de la Méditerranée, qui incluaient également des juvéniles d'espadon. On a détecté un signal de différenciation dans les échantillons originaires des principaux bassins méditerranéens, et il a été noté que cette différenciation ne peut pas s'expliquer par le fait que l'espadon atlantique se déplace vers la partie occidentale de la Méditerranée.

Cimmaruta *et al.* (SCRS/2006/040)¹ ont présenté une étude génétique utilisant des données allozymiques et mitochondriales afin de comparer des échantillons de la Méditerranée (Nord et Sud des mers Tyrrhénienne et Ionienne), de l'Atlantique Centre-Nord, de l'Atlantique Sud équatorial et de l'Afrique du Sud (Le Cap). Les données allozymiques appuient la différenciation entre les échantillons méditerranéens et les échantillons atlantiques, l'échantillon du Cap ayant été identifié comme se distinguant dans une grande mesure des échantillons atlantico-méditerranéens. Les données mitochondriales concordent avec les conclusions des données allozymiques quant aux différences existant entre la Méditerranée, l'Atlantique Nord et l'Atlantique Sud. La Méditerranée, dans son ensemble, contient les niveaux de variation les plus faibles, l'échantillon du Cap ayant le niveau le plus élevé. Cette diversité a ensuite été comparée avec la variabilité génétique rencontrée dans des spécimens de musées de la Méditerranée en utilisant l'ADN mitochondrial afin de tenter de mesurer la diversité génétique qui existait par le passé. Bien que peu d'échantillons de musées fussent disponibles, il était intéressant de constater que les haplotypes les plus fréquents dans les populations contemporaines n'étaient pas présents dans les spécimens des musées. La faible variabilité génétique dans la Méditerranée a ensuite été mise en corrélation avec la forte infestation parasitaire qui avait été discutée dans un document antérieur par Mattiucci *et al.* (SCRS/2006/036)¹. Cette corrélation importante s'est avérée intrigante. Compte tenu de l'isolement et du caractère unique du stock méditerranéen, l'analyse de la variabilité génétique pourrait être utile pour appréhender la santé du poisson du stock de la Méditerranée.

Le document de Viñas *et al.* (2007, dans le présent volume) examinait la délimitation entre les stocks de l'Atlantique Nord et de la Méditerranée à l'aide de l'ADN mitochondrial en utilisant des échantillons issus des Grands Bancs, de la Méditerranée et du littoral atlantique marocain. Comme le Déroit de Gibraltar est un passage étroit qui sépare la Méditerranée de l'Atlantique, il a été intéressant de constater que les haplotypes de l'ADN mitochondrial présents en Méditerranée apparaissaient également au large du Maroc, à plusieurs milliers de kilomètres. Le dernier échantillon de poissons n'était guère différent des échantillons de l'Atlantique Nord ou de la Méditerranée et semble consister en un ensemble mixte de ces deux stocks. Les déplacements des poissons méditerranéens le long du littoral atlantique marocain pourraient donc s'effectuer au-delà de la longitude 10°W, qui avait été auparavant signalée par d'autres chercheurs (Alvarado-Bremer *et al.*, 2007, dans le présent volume, et autres). Ces données n'ont montré aucun indice de différence au sein du stock méditerranéen ; les échantillons juste à l'extérieur du Déroit de Gibraltar non plus. Lors des discussions, des questions ont été posées quant à l'étendue spatio-temporelle de la zone de mélange d'une saison à l'autre, en fonction des changements saisonniers, dans la capture et l'abondance. Dans le jeu de données à l'étude, l'application de loci microsatellites à même d'identifier les poissons méditerranéens, pourrait s'avérer utile pour mieux caractériser le mélange du stock de la Méditerranée et celui de l'Atlantique. D'autres échantillonnages et analyses génétiques doivent encore être effectués en vue de mieux caractériser le mélange apparent des stocks dans cette région.

² Sera publié ailleurs.

Le document de Lu *et al.* (SCRS/2006/026)³ portait sur l'utilisation des séquences de la région de contrôle de l'ADN mitochondrial de 269 échantillons prélevés de 2000 à 2004 par des palangriers du Taïpei chinois qui opéraient dans l'Atlantique. Les échantillons regroupés par localité incluent l'Atlantique Nord (Equateur à 15°N), l'Atlantique Sud (Equateur à 40°S) et la Méditerranée. Les différences entre l'Atlantique Nord et Sud n'étaient pas considérables, tandis que les échantillons méditerranéens se sont avérés notablement différents. Il est intéressant de noter que les échantillons du Sud-Est de l'Atlantique étaient considérablement différents de ceux de l'Atlantique central. On s'est interrogé sur ce phénomène et il a été suggéré que ce résultat pourrait provenir du mélange de la population indo-pacifique dans le Sud-Est de l'Atlantique. Les tailles réduites des échantillons dans certaines zones ont constitué une des limitations de l'étude.

Chow (SCRS/2006/027)² a réalisé une présentation sur l'utilisation d'un polymorphisme d'un seul nucléotide (SNP) observé sur un locus de l'intron du gène de la calmoduline (CaM) afin de montrer que les populations de l'Atlantique Nord et de l'Atlantique Sud présentent de fortes différences. La variation est très simple, comprenant uniquement deux allèles (désignés A et B), et on n'a pas pu détecter les différences dans le stock méditerranéen qui avaient été remarquées par d'autres études présentées pendant l'Atelier. Toutefois, la capacité de ce marqueur à signaler les différences dans l'Atlantique était surprenante. Dans l'Atlantique Centre-Est, la distribution du stock de l'Atlantique Sud (identifié par la forte abondance de l'allèle A) semblait s'étendre jusqu'à 20°N, tandis que du côté occidental, la distribution était proche de 10°N. Dans les deux cas, le stock de l'Atlantique Sud semblait s'étendre plus au Nord que la délimitation du stock actuellement reconnue et fixée à 5°N. Peu d'échantillons ont été prélevés de la région atlantique allant de 10°N à 20°N dans le cadre d'autres études. Or, il pourrait s'agir d'une région où les stocks de l'Atlantique Nord et Sud se mélangent. L'auteur a suggéré que cette délimitation pourrait être affectée de façon saisonnière par les changements de gradients des paramètres océanographiques, entraînant son déplacement spatio-temporel au fil des saisons. L'auteur a recommandé la poursuite des recherches à cet effet. On s'est interrogé sur l'utilisation d'un marqueur aussi simple qui se trouve dans un gène contrôlé par sélection. L'auteur a répondu que le SNP se trouvait dans un intron non-codant et que la distribution du génotype était en équilibre de Hardy-Weinberg et donc sélectivement neutre. A l'issue de nombreuses discussions, il a été généralement convenu que ce marqueur semble fournir un diagnostic adéquat des stocks du Nord et du Sud, bien qu'il soit nécessaire de prélever davantage d'échantillons issus de la zone de délimitation présumée (10°N à 20°N).

Kotoulas *et al.* (2007, dans le présent volume) faisaient état de l'application de loci microsatellites à la structure des stocks dans l'Atlantique. Un total de 1.407 spécimens ont été examinés pour révéler 4 loci sur des spécimens collectés entre 1999 et 2002 dans les régions suivantes : Atlantique Sud (jusqu'à 5°N), Atlantique Centre (9°N à 20°N), Atlantique Nord-Est (30°N et Est de 31°W), Atlantique Centre-Nord (30°N et Ouest de 31°W). Les fréquences alléliques se sont avérées considérablement hétérogènes, indiquant que l'échantillon de l'Atlantique Sud était différent de tous les autres échantillons. En outre, une légère différence, bien que statistiquement importante, s'est dégagée entre les échantillons de l'Atlantique Nord-Est et Nord-Ouest. Toutefois, l'analyse de la variance moléculaire, en postulant 2 groupes d'échantillons au Nord et au Sud de la délimitation de 5°N reconnue par l'ICCAT, montrait que la variation génétique à l'intérieur du groupe était très faible et statistiquement insignifiante. Un sous-ensemble de ces données a également été analysé pour le locus CaM et ces résultats concordaient avec ceux de Chow (SCRS/2006/027)². Néanmoins, les auteurs ont souligné que l'emploi d'un seul locus avec seulement deux allèles pourrait ne pas suffire pour définir les délimitations de stocks. Il est patent que des travaux supplémentaires doivent être menés sur des marqueurs nucléaires additionnels en vue de vérifier la différenciation génétique observée entre les échantillons de l'Atlantique.

4. Implications pour la gestion

Brooks et Apostolaki (2007, dans le présent volume) ont décrit une étude de simulation visant à déterminer les effets de divers niveaux de déplacement entre deux stocks hypothétiques sur les points de référence de gestion. Pour les scénarios de déplacement examinés, la tendance observée signalait une surestimation du point de référence de biomasse relative (B/B_{PME}) et une sous-estimation du point de référence de mortalité par pêche relative (F/F_{PME}) si les prises assignées à un stock étaient supérieures aux débarquements réels. Cette tendance était inversée dans les cas où les prises attribuées étaient plus faibles que les ponctions réelles sur un stock. Le biais dans les points de référence provenait d'une disparité entre les ponctions réelles et les ponctions assignées sur la base de la zone du débarquement, ce qui faisait qu'un stock paraissait plus ou moins productif qu'il ne l'était en réalité. L'ampleur du biais dépendait de l'envergure des échanges.

³ Sera publié en 2008 dans le Vol. 62 du Recueil de documents scientifiques de l'ICCAT.

Lors des discussions sur le document, on a mentionné que l'approche de simulation avait été utilisée par d'autres auteurs et qu'ASPIC produisait des résultats fiables dans ces recherches. On a suggéré qu'outre les différences structurelles entre les modèles de simulation et les modèles d'évaluation, le niveau élevé des ponctions observé à un stade précoce dans les séries temporelles pour le stock du Nord pourrait avoir contribué au biais. Un autre participant à l'Atelier a suggéré d'explorer les différents rapports entre le stock et le recrutement, y compris la possibilité d'absence de rapport entre les reproducteurs et les recrues, et d'envisager plutôt plusieurs niveaux ou plusieurs régimes de recrutement constant.

5. Conclusions et recommandations

Les résultats de la recherche présentés à l'Atelier ont étayé, en général, la structure des stocks actuellement postulée pour l'espadon de l'Atlantique (stocks de la Méditerranée, de l'Atlantique Nord et de l'Atlantique Sud).

L'Atelier a convenu que la délimitation précise entre ces trois stocks ne peut pas être améliorée sans un renforcement de la recherche collaborative et pluridisciplinaire. Pareillement, la classification, à leur stock d'origine, des espadons capturés près des délimitations est sujette à des incertitudes et ne peut se faire rigoureusement sans un renforcement de la recherche collaborative et pluridisciplinaire qui tienne compte de strates d'échantillonnage à une échelle fine (carrés de 1°, par exemple) et par trimestre.

L'Atelier a conclu que le renforcement de la recherche et de la collaboration nécessiterait l'engagement ferme de la part de la Commission et de chaque Partie contractante à accorder la priorité à cet objectif et à fournir les ressources nécessaires pour mener à bien les travaux et les coordonner dans l'ensemble de la zone de la Convention. Il a été recommandé que cette question soit débattue à la réunion de 2006 du SCRS afin qu'une recommandation soit éventuellement soumise à la Commission.

Il a été noté que les échantillons génétiques prélevés à ce jour ne sont pas largement distribués dans l'espace et dans le temps et qu'une plus large couverture, faisant appel à des protocoles standard, renforcerait la recherche. Les activités de pêche dans le sud de la Méditerranée et l'ouest de l'Afrique sont notamment sous-représentées dans les échantillons. Il a été recommandé que le Fonds pour les données, qui vise au renforcement des capacités, prenne ces éléments en considération.

L'Atelier a fait remarquer que les recommandations formulées, par le passé, par le Groupe d'espèces sur l'espadon (cf Rapport de la session d'évaluation des stocks d'espadon de l'Atlantique de 2002) (Anon. 2003) sont encore très importantes pour obtenir une meilleure compréhension de la dynamique des populations de cette espèce. À l'issue des discussions tenues lors de l'Atelier, on a identifié des recommandations supplémentaires quant à la structure des stocks, comme ci-après:

- Des études de marquage (à la fois électronique et conventionnel) devraient être réalisées car elles pourraient servir de base à une meilleure caractérisation des taux de déplacement à travers les délimitations.
- Les chercheurs devraient tenter de prélever des échantillons tissulaires provenant de spécimens porteurs de marques et de les diffuser aux fins d'analyses génétiques.
- Des programmes de recherche devraient être menés en vue de caractériser les stades précoces (larves et juvéniles), lesquels sont susceptibles d'être porteurs de signal de différenciation plus fort, étant donné que ceci pourrait constituer une base fiable pour établir le profil génétique des populations sources.
- Les démarches complémentaires pour l'étude de la structure des stocks (microchimie des otolithes, reproduction et concentrations de mercure) devraient être encouragées.
- L'inventaire des échantillons tissulaires disponibles devrait inclure le moment, l'emplacement et l'origine de l'échantillon (pêcheries ou programme d'observateurs/de recherche). Les experts compétents devraient fournir au Secrétariat des informations sur le contenu de cet inventaire.
- Le Président du SCRS, avec l'appui du Secrétariat, devrait élaborer les termes de référence d'un contrat aux fins de la rédaction d'un court manuel sur les différentes techniques génétiques actuellement utilisées pour les études de population, y compris leurs avantages et coûts relatifs.

- Les techniques qui font appel aux marqueurs génétiques devraient faire l'objet de recherches plus approfondies (p.ex. Palsboll, *et al.* 1997).

6. Autres questions

Il a été recommandé d'encourager les scientifiques de la CGPM à prendre part aux travaux de recherche futurs, visant à mieux caractériser le stock d'espadon de la Méditerranée et sa délimitation/chevauchement avec le stock de l'Atlantique Nord. Il a été noté que la collaboration entre la CGPM et l'ICCAT avait été très fructueuse jusqu'à présent, notamment en ce qui concerne la recherche halieutique. L'Atelier a convenu qu'il serait bénéfique de poursuivre cette collaboration.

7. Adoption du rapport et clôture

Le rapport a été adopté pendant la réunion. La réunion a été levée.

References

- ANON. 2003. Report of the 2002 Atlantic Swordfish Stock Assessment Session (Madrid, September 9 to 13, 2002). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1289-1415.
- JEAN, C., J. Bourjea, D. Miossec and M. Taquet. 2007. Evaluation de la structure du stock d'espadon (*Xiphias gladius*) dans l'Océan Indien à l'aide d'une approche multidisciplinaire. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(6): 1897-1905.
- PALSBOLL, P.J., J. Allen, M. Berube, P.J. Clapham, T.P. Feddersen, P.S. Hammond, R.R. Hudson, H. Jorgensen, S. Katona, A.H. Larsen, F. Larsen, J. Lien, D.K. Mattila, J. Sigurjonsson, R. Sears, T. Smith, R. Sponer, P. Stevick, and N. Oien. 1997. Genetic tagging of humpback whales. *Nature* 388: 767-769.

INFORME DE LAS JORNADAS DE TRABAJO ICCAT DE 2006 SOBRE ESTRUCTURA DEL STOCK DE PEZ ESPADA

(Heraclión, Creta, Grecia, 13-15 de marzo de 2006)

RESUMEN

El objetivo de las Jornadas de trabajo era definir la estructura del stock de pez espada en el océano Atlántico y el Mediterráneo. Se hicieron presentaciones sobre información relacionada con las pesquerías y marcadores biológicos, análisis genéticos e implicaciones de ordenación. Tras las discusiones, se concluyó que los resultados de la investigación presentada respaldaban de forma general la estructura del stock asumida actualmente para el pez espada del Atlántico (stocks del Atlántico norte y sur y del Mediterráneo). Se acordó que para llevar a cabo una investigación y una colaboración intensificadas era necesario un compromiso claro de la Comisión y de las Partes contratantes individuales, convirtiendo este asunto en una prioridad y facilitando los recursos necesarios para realizar el trabajo y coordinarlo en toda la Zona del Convenio.

1. Apertura y disposiciones para la reunión

La reunión fue inaugurada por el Dr. A. Magoulas del Centro helénico de investigación marina (*Hellenic Center of Marine Research*, HCMR) en Creta, que acogió la reunión. El Dr. Magoulas dio la bienvenida a los participantes y les deseó una reunión fructífera. El Dr. V. Restrepo, en nombre del Sr. D. Meski, Secretario ejecutivo de ICCAT, agradeció al Dr. Magoulas y a todo el personal presente del HCMR que hubieran acogido la reunión y el apoyo logístico proporcionado.

La reunión fue coordinada por un Comité directivo (G. Tserpes, presidente; F. Hazin; J. Mejuto; J. Neilson; J. Pereira; G. Scott; K. Yokawa; Secretaría de ICCAT). Con arreglo al programa previamente acordado, la reunión se dividió en tres bloques temáticos de discusión: Información sobre pesquerías y marcadores biológicos, Análisis genéticos e Implicaciones de ordenación. Los siguientes participantes fueron seleccionados como moderadores de los diferentes temas: Dr. Scott (Información sobre pesquerías y marcadores biológicos), Dr. Magoulas y Dr. Pereira (Análisis genéticos) y Dr. Restrepo (Implicaciones de ordenación). Los Drs. Tserpes, Alvarado, Reeb y Neilson ejercieron las funciones de relatores de estos puntos.

Los Drs. Tserpes y Neilson examinaron el objetivo de las Jornadas de trabajo, que consistía sobre todo en revisar los resultados de los programas de investigación que se han llevado a cabo desde 1999, después de que la Comisión expresara su preocupación sobre las considerables incertidumbres relacionadas con la estructura del stock de pez espada del Atlántico en su *Resolución de ICCAT respecto a una aclaración sobre la estructura del stock y límites entre los stocks de pez espada en el Atlántico* [Res. 99-03]. El Dr. Tserpes informó a los participantes de que todos los documentos científicos presentados serían objeto de una revisión por pares, coordinada por la Dra. P. Pallarés, para su potencial publicación en una edición extraordinaria de la *Colección de Documentos Científicos* (este volumen).

La lista de participantes se adjunta como **Apéndice 1**. La lista de documentos presentados en la reunión se adjunta como **Apéndice 2**.

2. Información sobre pesquerías y marcadores biológicos

En el documento de Neilson *et al.* (2007, en este volumen) se presentaba una revisión de la información no genética relacionada con la estructura del stock de pez espada (lo que incluye tendencias de la CPUE, distribución de la captura, estudios de colocación y recuperación de marcas, estudios morfométricos y distribuciones de zonas de desove). Esta información se comparó con las conclusiones del SCRS en 1994. Los autores concluyeron que las pruebas no genéticas disponibles no permiten realizar aseveraciones definitivas sobre la estructura del stock. También indicaron que todavía parece ser necesario continuar con las investigaciones. Por ejemplo, podría ser que liberaciones, diseñadas y coordinadas de forma exhaustiva, de ejemplares marcados con marcas archivo satélite confirmaran la hipótesis de un único stock del Atlántico norte.

Tras esta ponencia, la Secretaría de ICCAT presentó una Tabla resumida de la base de datos de marcado de ICCAT para el pez espada (**Figura 1**) y los patrones de tasa de captura por edad para los stocks del Atlántico que fueron utilizados en la sesión de evaluación de stock de 2002 (Anon. 2003).

En las Jornadas de trabajo se constató que las conclusiones basadas en las tendencias de CPUE deberían tener en cuenta las series de datos de CPUE actualizadas que incluirían los años más recientes. Además, con el fin de utilizar la información de estudios de marcado para la identificación de los límites de los stocks es necesario considerar las diferencias entre diferentes proyectos de marcado en términos de diseño experimental y protocolos utilizados. La realización de experimentos de marcado con alta tecnología puede contribuir también al estudio de la estructura del stock y a la definición de sus límites.

En el documento de Mattiucci *et al.* (SCRS/2006/036)¹ se presentaban los resultados de un estudio sobre infestaciones parasitarias del pez espada del Mediterráneo y Atlántico norte, y sobre la utilización potencial de los parásitos como marcadores biológicos para la caracterización del stock. Los autores demostraron que algunos taxones de parásitos y sus niveles de infestación podrían utilizarse como “marcadores biológicos” para la delimitación de los stocks de pez espada en las aguas del Atlántico y del Mediterráneo. Además, los niveles de infestación por parte de algunas especies de parásitos pueden utilizarse como indicadores del estado de salud de los stocks de peces. La información presentada respaldaba la idea de una separación entre los stocks del Mediterráneo y del Atlántico.

En las Jornadas de trabajo se resaltó la importancia de dichos estudios a la hora de definir los componentes del stock, y se indicó la utilidad de comparar sus resultados con la información genética y sobre pesquerías. Además, se constató la importancia de ampliar dichos estudios para incluir datos de las zonas en las que se sitúan los límites de los stocks.

Basándose en todas las presentaciones anteriores, en las Jornadas de trabajo se concluyó que no se había aportado nueva información que respaldase la necesidad de realizar cambios en la definición del stock (véase la **Tabla 1**). En las Jornadas de trabajo se llegó a la conclusión de que los indicadores de pesquerías y los marcadores biológicos disponibles seguían secundando las opiniones mantenidas por el SCRS sobre la estructura del stock de pez espada.

3. Análisis genético

En el documento de Alvarado-Bremer *et al.* (2007, en este volumen) se presentaban datos de la región de control del mtDNA y datos preliminares sobre el locus CaM para examinar la estructura genética de la población de pez espada en el Atlántico, centrándose en definir la conectividad entre zonas adyacentes que se sabe que portan una señal genética única. La comparación del mtDNA entre la zona del Atlántico nordeste adyacente a Gibraltar indicaba que el contacto entre las dos poblaciones parece limitarse a la zona al oeste de Gibraltar y se extiende hacia el paralelo 10° W. Se examinaba la conectividad entre el Atlántico Sur y el océano Índico en torno a la costa meridional de África, mediante la comparación de muestras procedentes de Namibia, los Bancos de Agulhas y Madagascar. La comparación del mtDNA y del locus CaM reveló que la zona de contacto entre las poblaciones de los océanos Atlántico e Índico parece restringirse a las aguas en las que se mezclan ambos océanos, donde la contribución de las dos poblaciones parece ser similar. Las muestras de Namibia fueron casi idénticas en cuanto al mtDNA y al CAM a las muestras de Brasil-Uruguay y el Golfo de Guinea. Esto sugiere que el stock del Atlántico sur está formado por una población bien diferenciada de la del Atlántico noroeste. Sin embargo, no se definió el límite que separa el Atlántico sur del Atlántico norte.

En el documento de Kotoulas *et al.* (2007, en este volumen) se utilizaron loci microsatélite para estudiar la estructura global de la población de pez espada. Se estudiaron cuatro loci microsatélite de 2.026 ejemplares de pez espada del Atlántico sur, del Atlántico norte, del Mediterráneo, del océano Pacífico y del océano Índico, y se halló que todas las muestras eran notablemente diferentes de las demás. Además, el Mediterráneo se identificó como la población que presentaba mayores diferencias. Este estudio también resaltó el potencial de la utilización de los microsatélites como pruebas de evidencia para asignar los ejemplares a sus stocks respectivos en regiones donde se puede producir mezcla como resultado de cambios en ecosistemas amplios que pueden fomentar la mezcla en regiones adyacentes

¹ Retirado por los autores.

En el documento de Jean *et al.* (2007) se presentaban los hallazgos de un estudio piloto sobre genética realizado en el océano Índico occidental utilizando datos de mtDNA y de microsatélites. Se detectaron importantes variaciones en ambos marcadores, pero la mayor parte de la variación total correspondía a diferencias en las muestras. Esto significa que sería necesario contar con grandes tamaños de muestra y con loci múltiples para detectar diferencias estadísticas significativas, en caso de que existiesen. Se está programando recoger un mayor número de muestras de varias flotas palangreras que operan en el océano Índico en el marco de un estudio multidisciplinar.

En el documento de Reeb y Block (SCRS/2006/028)² se utilizaron 10 marcadores microsatélite para caracterizar 491 ejemplares de pez espada de las cuencas pacífica, índica, atlántica y mediterránea. La muestra del Mediterráneo estaba formada por 26 juveniles de pez espada, y se halló que se diferenciaba en gran medida de otras poblaciones del mundo, lo que respalda la hipótesis de que el stock del Mediterráneo es un stock único con un flujo génico limitado con otras cuencas. En el documento se resaltaba el potencial de la utilización de marcadores microsatélite como pruebas de evidencia para asignar ejemplares individuales a su región de origen, y se destacaba, como consideración importante, la potencia estadística del número de loci. También se resaltó la importancia de la caracterización genética en las fases iniciales (larvas y juveniles), ya que estos ejemplares pueden contener señales más fuertes de diferenciación genética puesto que el potencial de mezcla en movimientos migratorios es inferior.

En el documento de Kotoulas *et al.* (SCRS/2006/033)¹ se presentaba un estudio en el que se utilizaron cuatro marcadores microsatélite, comparando muestras dentro del mar Mediterráneo e incluyendo también juveniles de pez espada. Se detectó una señal de diferenciación entre las muestras de las principales cuencas del Mediterráneo, y se constató que esta diferenciación no podía explicarse por el desplazamiento de pez espada del Atlántico hacia la parte occidental del Mediterráneo.

En el documento de Cimmaruta *et al.* (SCRS/2006/040)¹ se presentaba un estudio genético utilizando datos mitocondriales y de alozimas con el objetivo de comparar muestras del Mediterráneo (mar Tirreno norte y sur y mar Jónico), del Atlántico central norte, del Atlántico ecuatorial sur y de Sudáfrica (Ciudad del Cabo). Los datos de alozimas respaldan la diferenciación de las muestras del Atlántico con respecto a las del Mediterráneo, identificándose una fuerte diferenciación en la muestra de Ciudad del Cabo con respecto a las muestras atlántico-mediterráneas. Los datos mitocondriales secundan los hallazgos de los datos de las alozimas en lo referente a la diferenciación entre el Mediterráneo y Atlántico norte y sur. El Mediterráneo en su conjunto presenta el nivel de variación más bajo, y la muestra de Ciudad del Cabo el más elevado. Después se comparaba esta diversidad con la variabilidad genética hallada en ejemplares de museo del Mediterráneo utilizando análisis de mtDNA en un intento de medir la diversidad genética en el pasado. Aunque se dispuso de pocas muestras de museo, fue interesante observar que no se encontraron los haplotipos más frecuentes en las poblaciones contemporáneas en los ejemplares de museo. Después se procedió a correlacionar la escasa variabilidad genética en el Mediterráneo con el alto nivel de infestación parasitaria que se había debatido en un documento anterior de Mattiucci *et al.* (SCRS/2006/036)¹. Esta correlación significativa resultó intrigante. Dado el aislamiento y la peculiaridad del stock del Mediterráneo, los análisis de variabilidad genética podrían ser útiles para comprender el estado de salud de los peces en el stock del Mediterráneo.

En el documento de Viñas *et al.* (2007, en este volumen) se examinaba la separación entre los stocks del Atlántico norte y Mediterráneo utilizando mtDNA, con muestras de los Grandes Bancos, del Mediterráneo y de la costa atlántica de Marruecos. Como el Estrecho de Gibraltar es un paso angosto que separa el Mediterráneo del Atlántico, resultó interesante observar que los haplotipos de mtDNA que se hallaron en el Mediterráneo también se hallaron en Marruecos, a miles de millas de distancia. La última muestra de ejemplares no presentó diferencias significativas con respecto a las muestras del Atlántico norte o del Mediterráneo, parecía ser una amalgama mixta de ambos stocks. Por tanto, el movimiento de los ejemplares del Mediterráneo a lo largo de la costa atlántica de Marruecos puede superar el límite de 10°W que había sido comunicado previamente por otros autores (Alvarado-Bremer *et al.*, 2007, en este volumen, y otros). Estos datos no mostraban evidencias de diferenciación dentro del stock mediterráneo, ni tampoco se evidenciaron diferencias en las muestras recogidas justo fuera del Estrecho de Gibraltar. Durante la discusión se plantearon preguntas sobre los cambios en el alcance espaciotemporal de la zona de mezcla de una temporada con respecto a la otra, dados los cambios estacionales en la captura y en la abundancia. En el conjunto de datos del estudio, la aplicación de loci microsatélite que pueden identificar a los ejemplares del Mediterráneo puede ser útil para caracterizar mejor la mezcla del stock del Mediterráneo con el del Atlántico. Todavía deben realizarse muestreos y análisis genéticos adicionales para caracterizar mejor la mezcla aparente del stock en esta región.

² Se publicará en otra parte.

En el documento de Lu *et al.* (SCRS/2006/026)³ se examinaba la utilización de la región de control del mtDNA secuenciada en 269 muestras recogidas desde 2000 hasta 2004 desde palangreros de Taipei Chino que operaban en el Atlántico. Las muestras agrupadas por localización incluían Atlántico norte (desde el ecuador hasta 15° N), Atlántico sur (desde el ecuador hasta 40° S) y Mediterráneo. No se observaron diferencias significativas entre el Atlántico norte y el Atlántico sur, mientras que las muestras del Mediterráneo presentaban diferencias notables. Resultó interesante observar que las muestras del Atlántico suroccidental presentaban diferencias significativas con respecto a las del Atlántico central. Se plantearon preguntas sobre las causas de este fenómeno, y se sugirió que podría ser el resultado de un cierto nivel de mezcla de la población indo-pacífica con la población del Atlántico suroccidental. Una de las limitaciones de este estudio fue el pequeño tamaño de la muestra en algunas localizaciones.

En el documento de Chow (SCRS/2006/027)² se exponía una presentación de la utilización del polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) observado en un locus del intrón del gen calmodulin (CaM) para mostrar que las poblaciones del Atlántico norte y del Atlántico sur son muy diferentes. La variación es muy simple y comprende sólo dos alelos (A y B), y no se pudieron detectar las diferencias en el stock mediterráneo indicadas en otros estudios presentados a las Jornadas de trabajo. Sin embargo, la capacidad de este marcador para revelar diferencias en el Atlántico resultó sorprendente. En el Atlántico central y oriental, la distribución del stock del Atlántico sur (identificada por la gran abundancia del alelo A) parecía presentar una distribución hasta 20°N, mientras que en la parte occidental, la distribución se situaba más cerca de 10°N. En ambos casos, el stock del Atlántico sur parecía extenderse más hacia el norte del límite del stock reconocido actualmente, que se sitúa en 5°N. En otros estudios se han recogido pocas muestras en la región comprendida entre 10°N y 20° N en el Atlántico. Sin embargo, ésta podría ser la región en la que se entremezclan los stocks del Atlántico norte y sur. El autor sugería que esta línea divisoria podría verse afectada estacionalmente por cambios drásticos en los parámetros oceanográficos, desplazándose espacial y temporalmente durante las estaciones, y recomendaba que se realizasen más estudios. Se plantearon preguntas sobre la utilización de dicho marcador único que se fundamenta en un gen controlado por la selección. A modo de respuesta, el autor indicó que el SNP está en un intrón sin código, y que la distribución genotípica estaba en equilibrio de Hardy-Weinberg y, por tanto, era neutral desde el punto de vista de la selectividad. Aunque a continuación se produjo un largo debate, se llegó a un acuerdo general en el sentido de que este marcador parece diagnosticar adecuadamente los stocks del Norte y del Sur, aunque es necesario recopilar más muestras de la zona en la que supuestamente se halla el límite (10°N a 20°N).

En el documento de Kotoulas *et al.* (2007, en este volumen) se informaba de la aplicación de loci microsatélite a la cuestión de la estructura del stock en el Atlántico. Se examinó un gran número de ejemplares, 1.407 especímenes, para revelar 4 loci en los ejemplares recogidos desde 1999 hasta 2002. El estudio incluía muestras del Atlántico sur hasta 5° N, Atlántico medio desde 9°N hasta 20°N, el Atlántico nordeste (30°N y este de 31°W), el Atlántico medio-norte (30°N y oeste de 31°W). Se halló una heterogeneidad significativa de frecuencias de alelos que evidenciaba que la muestra del Atlántico sur se diferenciaba de todas las otras muestras. Asimismo, se halló una diferencia pequeña, pero estadísticamente significativa, entre las muestras del Atlántico NE y NW. Sin embargo, el análisis de la varianza molecular asumiendo 2 grupos de muestras al norte y sur del límite de 5° N reconocido por ICCAT, mostraba que la variación genética entre los grupos era muy baja y no era estadísticamente significativa. También se analizó un subgrupo de estos datos para revelar el locus CaM, y estos resultados coincidieron con los de Chow (SCRS/2006/027)². Sin embargo, otros autores resaltaron que la utilización de un locus único con sólo dos alelos podría no ser suficiente para definir los límites del stock. Es indudable que es necesario seguir trabajando con marcadores nucleares adicionales para verificar la diferenciación genética observada entre las muestras del Atlántico.

4. Implicaciones para la ordenación

En el documento de Brooks y Apostolaki (2007, en este volumen) se describía un estudio de simulación para determinar los efectos de diferentes niveles de movimiento entre dos stocks hipotéticos en los niveles de referencia de la ordenación. Para los escenarios de movimiento examinados, la tendencia observada fue que, si las capturas asignadas a un stock se situaban por encima de los desembarques reales, el nivel de referencia para la biomasa relativa (B/B_{RMS}) estaba siendo sobreestimado y nivel de referencia para la mortalidad por pesca relativa (F/F_{RMS}) estaba siendo subestimado. Esta tendencia se revertía en los casos en los que las capturas atribuidas eran inferiores a las extracciones reales para un stock. El sesgo en niveles de referencia se regía por el desajuste entre las extracciones reales y las extracciones asignadas, basándose en la zona de desembarque, que

³ Se publicará en 2008 en el Vol. 62 de la Colección de Documentos científicos de ICCAT.

hacían que un stock pareciese más o menos productivo de lo que en realidad era. La magnitud del sesgo dependía de la medida en que se producía la mezcla.

Durante el debate de este documento se mencionó que el enfoque de simulación había sido utilizado por otros autores y que ASPIC producía resultados fiables en estas investigaciones. Se sugirió que, además de las diferencias estructurales entre los modelos de simulación y de evaluación, el alto nivel de extracción en la primera fase de la serie temporal para el stock septentrional podía haber contribuido al sesgo. Otro participante en las Jornadas de trabajo sugirió que se explorasen relaciones diferentes entre stock y reclutamiento, incluyendo la posibilidad de que no existiese relación entre reproductores y reclutas, sino varios niveles o regímenes de reclutamiento constante.

5. Conclusiones y recomendaciones

En general, los resultados de las investigaciones que se presentaron a las Jornadas de trabajo respaldaban la estructura del stock asumida actualmente para el pez espada del Atlántico (stocks del Atlántico norte, del Atlántico sur y del Mediterráneo).

En las Jornadas de Trabajo se acordó que no podría mejorarse la delimitación precisa entre estos tres stocks sin una investigación multidisciplinar, intensificada y en régimen colaboración. Del mismo modo, la clasificación del pez espada capturado cerca de la líneas divisorias para asignarlo a su stock de origen es incierta y no podrá realizarse con precisión sin una investigación multidisciplinar, intensificada y en régimen de colaboración con estratos de muestreo trimestrales y de escala fina (por ejemplo, cuadrículas de 1°).

Las Jornadas de trabajo llegaron a la conclusión de que la investigación intensificada y en régimen de colaboración requeriría un claro compromiso de la Comisión y de la Partes contratantes a nivel individual de convertir este objetivo en una prioridad y de proporcionar los recursos necesarios para realizar este trabajo y coordinarlo por toda la zona del Convenio. Se recomendó que este tema se debatiese en la reunión del SCRS de 2006, para una posible recomendación a la Comisión.

Se indicó que las muestras genéticas recogidas hasta la fecha no tenían una amplia distribución en el espacio y en el tiempo, y que una cobertura más amplia con protocolos normalizados reforzaría la investigación. En particular están infra-representadas en las muestras las actividades pesqueras del Mediterráneo meridional y de las aguas de la costa occidental de África. Se recomendó que se tenga esto en cuenta a la hora de asignar los fondos para datos disponibles destinados a la creación de capacidad.

En las Jornadas de trabajo se indicó que las recomendaciones formuladas en el pasado por el Grupo de especies sobre pez espada (véase el Informe de la sesión de evaluación de 2002 del stock de pez espada del Atlántico, Anon. 2003) siguen revistiendo gran importancia para comprender mejor la dinámica de población de esta especie. Se identificaron las siguientes recomendaciones adicionales relacionadas con la estructura del stock como resultado de los debates que tuvieron lugar durante las Jornadas de trabajo:

- Deberían realizarse estudios de marcado (tanto electrónico como convencional), ya que éstos pueden servir de base para caracterizar mejor las tasas de movimiento entre los límites.
- Los investigadores deberían intentar tomar muestras de tejidos de los ejemplares marcados, y poner dichas muestras a disposición de los estudios genéticos.
- Deberían realizarse estudios de investigación para caracterizar las larvas y los ejemplares en las primeras fases del ciclo vital, ya que éstos pueden tener una señal de diferenciación más fuerte, y esto puede suponer una base fiable para establecer el perfil genético de las poblaciones fuente.
- Debería fomentarse el desarrollo de enfoques complementarios para el estudio de la estructura del stock, lo que incluiría estudios de microquímica de otolitos, reproducción y concentraciones de mercurio.
- El inventario de muestras de tejido disponibles debería incluir el momento y localización de la recogida de la muestra y su origen (pesquería o programa de investigación/observadores). Expertos especializados deberían facilitar a la Secretaría información sobre los contenidos de dicho inventario.

- El presidente del SCRS, con la ayuda de la Secretaría, debería desarrollar los términos de referencia de un contrato para la redacción un breve manual sobre las diferentes técnicas genéticas utilizadas actualmente para estudios de población, incluyendo sus costes y ventajas relativas.
- Deberían investigarse las técnicas que utilizan marcadores genéticos (por ejemplo, Palsboll, *et al.* 1997).

6. Otros asuntos

En cuanto a la investigación futura encaminada a caracterizar mejor el stock de pez espada del Mediterráneo y sus límites/solapamiento con respecto al stock del Atlántico norte, se recomendó que se instara a los científicos del CGPM a participar en esta investigación. Se señaló que la colaboración entre la CGPM e ICCAT había sido muy fructífera hasta la fecha, sobre todo en lo referente a investigación pesquera. Las Jornadas de trabajo convinieron en que una colaboración continua resultaría muy beneficiosa.

7. Adopción del informe y clausura

El informe fue adoptado durante la reunión y la reunión fue clausurada.

Referencias

- ANON. 2003. Report of the 2002 Atlantic Swordfish Stock Assessment Session (Madrid, September 9 to 13, 2002). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 55(4): 1289-1415.
- JEAN, C., J. Bourjea, D. Miossec and M. Taquet. 2007. Evaluation de la structure du stock d'espardon (*Xiphias gladius*) dans l'Océan Indien à l'aide d'une approche multidisciplinaire. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT, 60(6): 1897-1905.
- PALSBOLL, P.J., J. Allen, M. Berube, P.J. Clapham, T.P. Feddersen, P.S. Hammond, R.R. Hudson, H. Jorgensen, S. Katona, A.H. Larsen, F. Larsen, J. Lien, D.K. Mattila, J. Sigurjonsson, R. Sears, T. Smith, R. Sponer, P. Stevick, and N. Oien. 1997. Genetic tagging of humpback whales. *Nature* 388: 767-769.

TABLEAUX

Tableau 1. Résumé des informations disponibles sur la structure des stocks d'espadon de l'Atlantique et de la Méditerranée. Le texte entre parenthèses indique les conclusions auxquelles le SCRS a abouti en 1994.

TABLAS

Tabla 1.- Resumen de la información disponible sobre la estructura del stock del pez espada del Atlántico y del Mediterráneo. El texto entre paréntesis se refiere a las conclusiones a las que llegó el SCRS en 1994.

FIGURES

Figure 1. Déplacement net de l'espadon atlantique, tel que déduit de la base de données de marquage-recapture des marques conventionnelles de l'ICCAT. Note: les trois marques apposées dans l'Atlantique Nord et récupérées au large de l'Afrique près de l'équateur doivent être vérifiées.

FIGURAS

Figura 1. Desplazamiento neto del pez espada del Atlántico tal y como fue inferido de la base de datos de ICCAT sobre colocación y recuperación de marcas convencionales. Nota: Las tres marcas colocadas en el Atlántico septentrional y recuperadas en las aguas de África, cerca del Ecuador, tienen que comprobarse.

APPENDICES

Appendice 1. Liste des participants

Appendice 2. Liste des documents présentés

APÉNDICES

Apéndice 1. Lista de participantes

Apéndice 2. Lista de documentos

Table 1. Summary of available information on the Atlantic and Mediterranean swordfish stock structure. The text in parenthesis indicates the conclusions reached by SCRS in 1994.

<i>Stock hypotheses</i>	<i>CPUE by age</i>	<i>Catch distribution (major fleets)</i>	<i>Mark/recapture</i>	<i>Length/weight</i>	<i>Spawning areas</i>	<i>Genetics</i>	<i>Biological markers</i>
Mediterranean single stock (different from Atlantic)	Inconclusive	Inconclusive	Yes	Inconclusive	Yes	(Yes) Yes ⁴	Yes
North Atlantic single stock	(Yes) Yes ¹	(Yes) Yes	²	(Yes) Yes	(?) Yes	(⁵) ?	
North (E + W) separate stocks	(No) No ¹	(No) No	²	(No) No	(?) No	(⁵) ?	
North + South single stock	No info	(Yes) ?	No ³	No info	Inconclusive	(?) No ⁶	

¹ Based on trends in CPUE reported by country (2002 stock assessment). (Anon. 2003).

² Interpretation of the conventional mark/recapture studies are complicated by variable reporting rates among fleets, and distribution of releases and recapture effort.

³ Three tags have shown evidence of movement from the North to the northern limit of the southern stock, but need to be verified.

⁴ Papers presented dealing with this hypothesis were unanimous. Some evidence of population heterogeneity within the Mediterranean was also presented. There is evidence of mixed zones in the area off the west coast of Gibraltar and along the northern coast of Morocco.

⁵ SCRS earlier failed to reject either the null or alternate hypotheses of homogeneity/heterogeneity. New evidence indicates possibility of overlapping stocks, but the extent of overlap is uncertain.

⁶ Several independent studies now support the conclusion, but the location of the management boundary remains uncertain.

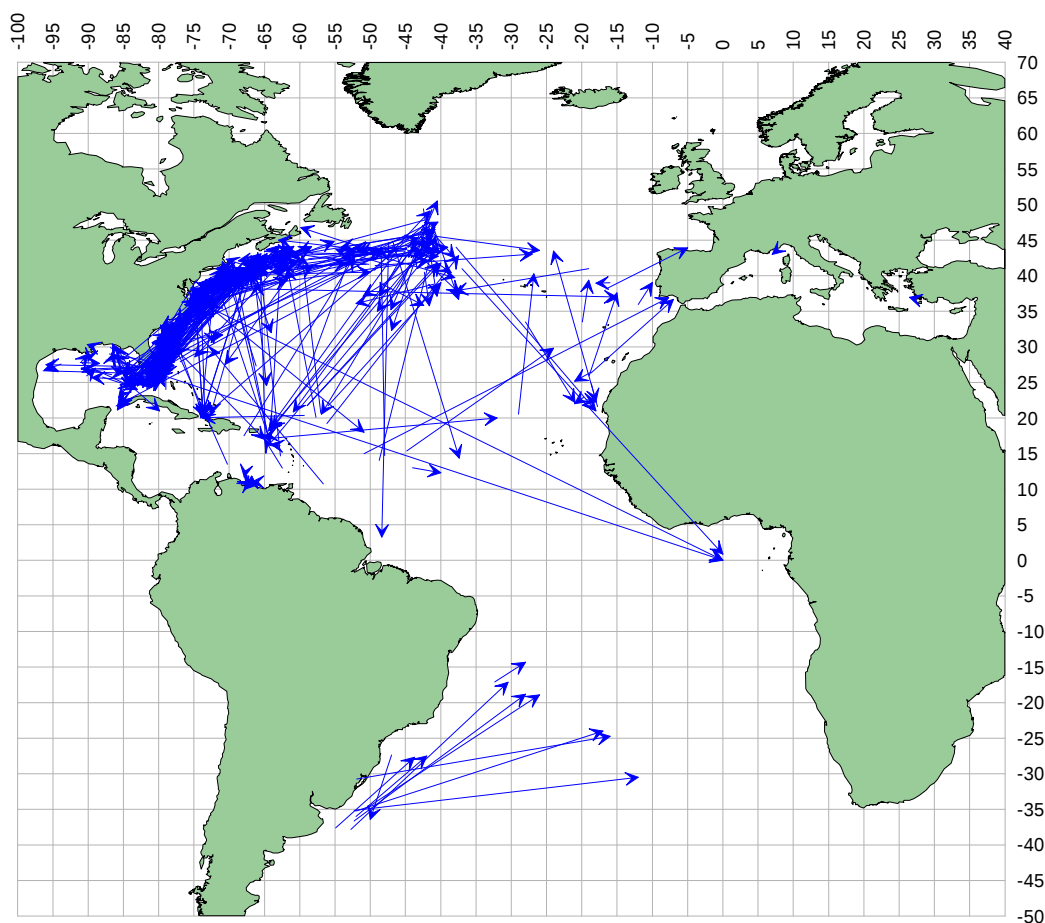


Figure 1. Net displacement of Atlantic swordfish as inferred from the conventional tag-recapture ICCAT database. Note: The three tags marked in the northern Atlantic and recaptured off Africa near the Equator need to be verified.

LIST OF PARTICIPANTS

*CONTRACTING PARTIES***BRAZIL****Hazin, Fabio H.V.**

Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, Rua Desembargador Célio de Castro Montenegro, 32-Apto. 1702, 52070-008, Monteiro, Recife, Pernambuco
 Tel: +55 81 3320 6500, Fax: +55 81 3320 6512, E-Mail: fhvhazin@terra.com.br

CANADA**Neilson, John D.**

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

Paul, Stacey

Large Pelagics Program, Population Ecology Section/SABS Division, Fisheries and Oceans Canada/Biological Station, 531 Brandy Cove Road, St. Andrews, New Brunswick E5B 2L9
 Tel: +1 506 529 5904, Fax: +1 506 529 5862, E-Mail: paulsd@mar.dfo-mpo.gc.ca

EUROPEAN COMMUNITY**Antoniou, Silia**

Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biology and Genetics, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
 Tel: +30 2810 337 838, Fax: +30 2810 337 820, E-Mail: antoniou@her.hcmr.gr

Cimmaruta, Roberta

Tuscia University of Viterbo, Dept. of Ecology and Sustainable Economic Development, Via S. Giovanni Decollato, 1, 01100 Viterbo, Italy
 Tel: +39 0761 357 759, Fax: +39 0761 357 758, E-Mail: cimmaruta@unitus.it

Jean, Claire

Ingénieur Halieute, IFREMER Ile de La Reunion, Laboratoire de Ressources Halieutiques, Rue Jean Bertho, BP 60, 97822 Le Port Cedex, France
 Tel: +262 262 42 03 40, Fax: +262 262 43 3684, E-Mail: claire.jean@ifremer.fr

Kasapidis, Panagiotis

Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biology and Genetics, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
 Tel: +30 2810 337 854, Fax: +30 2810 337 820, E-Mail: kasapidi@her.hcmr.gr

Kotoulas, George

Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biology and Genetics, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
 Tel: +30 2810 337 854, Fax: +30 2810 337 820, E-Mail: kotoulas@her.hcmr.gr

Lazarakis, George

Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biological Resources, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
 Tel: +30 2810 337 830, Fax: +30 2810 337 820, E-Mail: glazaros@her.hcmr.gr

Magoulas, Antonis

Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biology and Genetics, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
 Tel: +30 2810 337 808, Fax: +30 2810 337 820, E-Mail: magoulas@her.hcmr.gr

Mattiucci, Simonetta

Department of Public Health Sciences, Section of Parasitology, University of Rome, Italy.
 Tel: +39 06 49 91 48 94, Fax: +39 0649914644, E-Mail: simonetta.mattiucci@uniroma1.it

Mejuto García, Jaime

Instituto Español de Oceanografía, C.O de A Coruña, Muelle de Animas, s/n Apartado 130, 15080 A Coruña, España
 Tel: +34 981 205 362, Fax: +34 981 229 077, E-Mail: jaime.mejuto@co.ieo.es

Pavlidis, Michael

University of Crete, Department of Biology, P.O. Box 2208, 71409, Iraklion, Crete, Greece
Tel: +30 2810 394 089, Fax: +30 2810 394 408, E-Mail: pavlidis@biology.uoc.gr

Pereira, Joao Gil

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

Peristeraki, Panagiota (Nota)

Hellenic Center of Marine Research, Institute of Marine Biological Resources, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
Tel: +30 2810 337 830, Fax: +30 2810 337 820, E-Mail: notap@her.hcmr.gr

Pla Zanuy, Carles

Laboratori d'Ictiologia Genètica, Universidad de Girona, Campus de Montilivi, 17071 Girona, Spain
Tel: +34 972 41 8277, Fax: +34 972 41 8277, E-Mail: carles.pla@udg.es

Skarvelis, Constantinos

Hellenic Centre of Marine Research, Institute of Marine Biological Resources, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
Tel: +30 2810 337 836, 6977385514, Fax: +302810 337 820, E-Mail: k_skarvelis@hotmail.com

Tatamanidis, Gregory

Hellenic Centre of Marine Research, Institute of Marine Biological Resources, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
Tel: +30 2810 337 837, Fax: +302810 337 820, E-Mail: gregtat@edu.biology.uoc.gr

Tserpes, George

Hellenic Center for Marine Research (HCMR), Institute of Marine Biological Resources, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
Tel: +30 2810 337851, Fax: +30 2810 337820, E-Mail: gtserpes@her.hcmr.gr

Tsigenopoulos, Constantinos

Hellenic Centre for Marine Research, Institute of Marine Biology and Genetics, P.O. Box 2214, 71003 Iraklion, Crete, Greece
Tel: +30 2810 337 854, Fax: +30 2810 337 820, E-Mail: tsigeno@her.hcmr.gr

Viñas, Jordi

Institut de Ciencias del Mar, Csic, 08003 Barcelona, Spain
Tel: +34932309500 (ext. 1172), Fax: + 34 93 2309555 E-Mail: jvinas@icm.csic.es

JAPAN**Naritoshi Cho (Seinen Chow)**

National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, Nagai, 6-31-1, Yokosuka 238-0316
Tel: +81 46 856 9408, Fax: +81 46 857 3075, E-Mail: chow@affrc.go.jp

MOROCCO**El Ktiri, Taoufik**

Chef de service à la Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture, Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche Maritime, Nouveau Quartier Administratif, Haut Agdal, BP 476, Rabat
Tel: +212 37 68 80 89, Fax: +212 37 68 8213, E-Mail: elktiri@mpm.gov.ma

Idrissi, M'Hamed

Chef, Centre Régional de l'INRH à Tanger/M'dig, B.P. 5268, Drabeb, Tanger 90000.
Tel: +212 3932 5134, Fax: +212 3932 5139, E-Mail: mha_idrissi2002@yahoo.com

UNITED STATES**Alvarado Bremer, Jaime R.**

Texas A&M University, Departments of Marine Biology and Wildlife and Fisheries Sciences, 5007 Ave. U., Galveston, Texas 77551
Tel: +1 409 740 4958, Fax: +1 409 740 5002, E-Mail: jaimeab@tamu.edu

Brooks, Elizabeth

NOAA Fisheries, Southeast Fisheries Center, Sustainable Fisheries Division, 75, Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149
Tel: +1 305 361 4243, Fax: +1 305 361 4562, E-Mail: liz.brooks@noaa.gov

Reeb, Carol A.

Hopkins Marine Station, Stanford University, 100 Oceanview Blvd., Pacific Grove, California 93950
E-Mail: creeb@stanford.edu

Scott, Gerald P.

SCRS Chairman, National Marine Fisheries Service, NOAA Southeast Fisheries Science Center Sustainable Fisheries Division, 75 Virginia Beach Drive, Miami, Florida 33149-1099
Tel: +1 305 361 4220, Fax: +1 305 361 4219, E-Mail: gerry.scott@noaa.gov

OBSERVERS FROM COOPERATING NON-CONTRACTING PARTIES, ENTITIES AND FISHING ENTITIES**CHINESE TAIPEI****Lu, Ching-Ping**

National Taiwan University, Institute of Oceanography, Lab. 410, P.O. Box 23-13, 106 Taipei
Tel: +886 2 2363 7753, Fax: +886 2 2366 1197, E-Mail: r87241205@ntu.edu.tw

Yeh, Shean-Ya

Professor, Institute of Oceanography, P.O. Box 23-13, Taipei
Tel: +886 2 2363 7753, Fax: +886 2 2363 7753, E-Mail: sheanya@ntu.edu.tw

OBSERVERS FROM INTERGOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM)****Srour, Abdellah**

Viale del Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy
Tel: +39 0657055730, Fax: +39 065705600, E-Mail: abdellah.srour@fao.org

ICCAT SECRETARIAT

C/Corazón de María, 8-6th fl., 28002 Madrid, Spain
Tel: + 34 91 416 5600, Fax: +34 91 415 2612, E-Mail: info@iccat.int

Kebe, Papa
Pallarés, Pilar
Restrepo, Víctor

Appendix 2**List of Documents**

- SCRS/2006/025 Stock Structure of swordfish (*Xiphias gladius*) in the Atlantic: a review of the non-genetic evidence. NEILSON, J.D., S.D. Paul and S. Smith.
- SCRS/2006/026 Identification on Atlantic swordfish stock structure inferred by mitochondrial control region DNA sequence characters. CHING-PING L., J. Mejuto and Sh.-Y. Yeh.
- SCRS/2006/027 Marked genetic difference between the North and South Atlantic stocks of swordfish (*Xiphias gladius*) revealed by a single nucleotide polymorphism at CaM intron locus. CHOW, S.
- SCRS/2006/028 Ten microsatellite loci show that Mediterranean swordfish are genetically unique from other populations Worldwide. REEB, C.A. and B. Block.
- SCRS/2006/029 Implications of swordfish (*Xiphias gladius*) stock structure and mixing on management benchmarks. BROOKS, E. and P. Apostolaki.
- SCRS/2006/030 Assessment of the stock structure of swordfish (*Xiphias gladius*) in the Indian Ocean using a multidisciplinary approach. JEAN, C., J. Bourjea, D. Miossec, and M. Taquet.
- SCRS/2006/033 Investigation of the within Mediterranean genetic structure of swordfish populations based on microsatellite markers. KOTOULAS, G., G. Tserpes, C. Piccinetti, P. Peristeraki, J. Mejuto, J.M. De la Serna, A. Antoniou, P. Kasapidis, K. Oikonomaki, B. Garcia-Cortes and A. Magoulas.
- SCRS/2006/034 Genetic structure of the swordfish (*Xiphias gladius*) at a global scale using microsatellite markers. KOTOULAS, G., J. Mejuto, A. Antoniou, G. Tserpes, C. Piccinetti, P. Peristeraki, P. Kasapidis, B. Garcia-Cortes, K. Oikonomaki, J.M. de la Serna and A. Magoulas.

- SCRS/2006/035 Genetic structure of the swordfish (*Xiphias gladius*) stocks in the Atlantic using microsatellite DNA analysis. KOTOULAS, G., J. Mejuto, P. Kasapidis, G. Tserpes, A. Antoniou, B. Garcia-Cortes, P. Peristeraki, K. Oikonomaki, and A. Magoulas.
- SCRS/2006/036 Parasitic infections of swordfish (*Xiphias gladius* L., 1758) from the Mediterranean Sea and North Atlantic Ocean: Biological tags for stock characterization in European waters. MATTIUCCI, S., V. Farina, A. Garcia, M.N. Santos, S. Damiano and G. Nascetti.
- SCRS/2006/038 Estructura genética poblacional del pez espada en su distribución Atlántico Norte-Mediterránea. VIÑAS, J., J. Alvarado Bremer, J. Mejuto, J. M. de la Serna, B. García-Cortés and C. Pla.
- SCRS/2006/040 Genetic structure of Mediterranean and Atlantic swordfish investigated using allozymes and RFLPs. CIMMARUTA R., M. Paoletti, P. Bondanelli, M.N. Santos, A. Garcia and G. Nascetti.
- SCRS/2006/041 Genetic population structure of Atlantic swordfish: Current status, controversies, and future directions. ALVARADO-BREMER, J.R., J. Mejuto, J. Gómez-Márquez, C. Pla-Zanuy, J. Viñas, C. Marques, F. Hazin, M. Griffiths, B. Ely, B. Sánchez, and T.W. Greig.

DOCUMENTS / DOCUMENTS / DOCUMENTOS