

La torre JUKE-BOX que permite el acceso simultáneo en línea a las 14 Bases de Datos en CD-ROM que actualmente recibe INIA, ha sido muy visitada «on-line» por los investigadores INIA.

También, mediante un Servidor instalado en Biblioteca se pueden consultar en línea las Bases CURRENT CONTENTS cuya actualización es semanal.

Se han realizado numerosos Cursos de Perfeccionamiento en el MAP y en el MAPA por parte de personal adscrito al Servicio.

B) INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICO - PESQUERA

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de 1999, el Instituto Español de Oceanografía ejecutó 135 proyectos de investigación en sus tres áreas de actividad: Pesquerías, Acuicultura y Medio Marino y Protección Ambiental, encaminados a cumplir los objetivos del Programa Marco de investigación del Organismo aprobado por su Consejo Rector para el período 1998-2001.

Por otro lado ha continuado la participación en proyectos del Plan Nacional dentro del Programa de Ciencias y Tecnologías Marinas (CYTMAR), cofinanciado por la CICYT y el IEO, y se ha acudido a convocatorias del Programa Marco de investigación de la Unión Europea y de Estudios financiados por la DG XIV de la Comisión (Pesca). Gracias a esta participación en proyectos con financiación exterior y a convenios suscritos con diversas entidades, el Organismo ingresó en el pasado ejercicio 1.120 millones de pesetas, de los que, después de transferir a terceros, resultó una financiación exterior neta de 714 millones de pesetas, manteniéndose así el nivel de los años anteriores.

A lo largo del año se llevaron a cabo 51 campañas oceanográficas que totalizaron 1.674 días de mar, tanto en aguas nacionales como en zonas lejanas de interés para las flotas españolas, y se realizó el seguimiento científico de pescas experimentales llevadas a cabo por la industria en busca de nuevas posibilidades de pesca.

Se participó asimismo en la definición de líneas prioritarias de investigación del nuevo Plan Nacio-

nal de Investigación, Desarrollo e Innovación aprobado para el período 2000-2003 en lo que a las ciencias marinas se refiere, incluyendo la investigación pesquera y en acuicultura.

Durante 1999 se avanzó notablemente en dos infraestructuras importantes para el próximo futuro. La primera es la construcción del nuevo Centro Oceanográfico de Gijón, donde la Ministra Loyola de Palacio colocó la primera piedra en marzo de ese año, y que se pondrá en funcionamiento durante el año 2000. La segunda ha sido la construcción, por parte de la Secretaría General de Pesca Marítima, de un nuevo buque oceanográfico de 53 metros de eslora y que asimismo comenzará sus actividades en el 2000.

En cuanto al personal del Organismo se refiere, destaca la aprobación de una nueva Relación de Puestos de Trabajo en abril de 1999, que afectó fundamentalmente a los puestos de investigación del Instituto, así como la incorporación de doce nuevos investigadores y diez preparadores de la Oferta Pública de Empleo de 1998.

En el período de redacción de esta memoria, con la formación del nuevo Gobierno de la Nación después de las elecciones generales del 12 de marzo, se publicó el Real Decreto 557/2000, de 27 de abril (BOE del 28/4/00), por el que el Instituto Español de Oceanografía queda adscrito al Ministerio de Ciencia y Tecnología.

2. PROGRAMAS SECTORIALES DE INVESTIGACIÓN OCEANOGRÁFICO-PESQUERA

2.1. Área de Pesquerías

2.1.1. Actividades generales

Como en años anteriores, la labor del Área de Pesquerías de este Instituto durante 1999 se centró en coordinar y gestionar los programas y proyectos de investigación sobre recursos vivos marinos de interés para el sector pesquero español y representar al Departamento en los foros científicos internacionales relacionados con estas materias. Los objetivos generales de los proyectos de este Área se han dirigido a la evaluación del estado de las poblaciones de especies marinas explotadas por las flotas españolas, en la participación en las Comisiones y Grupos de Trabajo internacionales dirigidas a este

fin y en la búsqueda de caladeros alternativos para poder reubicar una parte de la flota que actualmente se encuentra asignada a caladeros donde es necesario reducir el esfuerzo.

En relación con estos objetivos, el personal del Área de Pesquerías, compuesto por 48 investigadores funcionarios y 27 investigadores contratados con cargo a proyectos, tomó parte en un total de 72 proyectos de investigación, 60 de ellos con financiación externa, participó regularmente en los distintos Grupos de Trabajo internacionales que evalúan el estado de explotación de las poblaciones de merluza, rapés, gallos, anchoa, sardina, caballa, jurel, bacalao, fletán negro, túnidos y cefalópodos, todas ellas de gran interés para nuestras flotas, y realizaron el seguimiento de seis acciones piloto de pesca experimental propuestas por la Secretaría General de Pesca Marítima (SGPM) con el fin de buscar nuevos caladeros.

A continuación se resumen las principales actividades en cada uno de los Programas.

2.1.2. Evaluación de recursos pesqueros en el área del ICES

Durante 1999, en este Programa se coordinaron 29 proyectos de investigación de los que 20 contaron con financiación exterior (DG XIV de la UE, FAIR, FEDER, FEUGA, etc.). En estos proyectos participaron 20 investigadores de plantilla del IEO y 14 de contratación temporal. Asimismo, se formaron varios becarios de diferentes instituciones.

Se realizaron diferentes campañas de investigación en buques oceanográficos y a bordo de pesqueros comerciales. Entre ellas, podemos citar campañas de arrastre de fondo para la estimación de índices de abundancia de especies demersales de interés pesquero en aguas de Galicia, Cantabria y golfo de Cádiz; campañas de evaluación acústica e ictioplancton para la estimación de la abundancia de sardina y anchoa en aguas noratlánticas de la península Ibérica y juveniles de sardina en las Rías Bajas; campañas piloto en el banco de Galicia; campañas de marcado de rapés y campañas para la estimación de los descartes.

Los investigadores de este Programa participaron en 86 reuniones de diferentes Grupos de Trabajo, de Estudio y en Talleres del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES), de la Comisión de Pesquerías del Atlántico Nordeste (NEAFC), del

Comité Científico, Económico y Técnico de la Pesca de la Unión Europea (STCEF), y en diferentes Simposios, Seminarios y reuniones de proyectos de investigación europeos, donde se presentaron los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas.

En 1999 se publicaron 26 artículos en revistas científicas y se presentaron 31 comunicaciones en distintos foros nacionales e internacionales. En relación con el asesoramiento en materia de gestión pesquera, se elaboraron 65 informes científicos dirigidos a diferentes organismos e instituciones.

2.1.3. Evaluación de recursos pesqueros en el Mediterráneo

En este Programa se desarrollaron en 1999 16 proyectos de investigación, ocho de los cuales con financiación exterior. En estos proyectos participaron trece investigadores de plantilla y cuatro contratados temporales, además de personal técnico y auxiliar.

Se realizaron nueve campañas de investigación en buques oceanográficos, además de la participación en campañas coordinadas por otros proyectos o de otros países. Se realizaron también numerosos embarques en pesqueros comerciales. Los objetivos de estas campañas y embarques han sido diversos: estimación de los índices de abundancia y estructura de tallas y edades de las poblaciones pelágicas y demersales; muestreo de huevos y larvas para la evaluación de los stocks de sardina y boquerón; estudio de la microestructura de los otolitos para la determinación del crecimiento; marcado de langosta; estudios de la influencia de la pesca sobre especies protegidas; evaluación de capturas accidentales de especies no comerciales; estudios del «efecto reserva»; prospecciones pesqueras experimentales, etc.

Se ha participado en Grupos de Trabajo y reuniones de coordinación de los distintos proyectos así como en el Subcomité de Evaluación y en el Comité Científico Asesor del Consejo General de Pesca del Mediterráneo (CGPM). Se participó también en el Comité Científico Técnico y Económico de la Pesca de la UE y en su Subgrupo Subsidiario para el conocimiento del estado de explotación de los recursos de interés para la UE.

Las investigaciones realizadas en este programa durante 1999 han tenido como objetivos la estima-

ción de índices de abundancia en especies pelágicas de vida corta (fases juvenil y adulta) y en especies demersales; la determinación de criterios básicos para establecer una base de datos única para las pesquerías del Mediterráneo; la definición de los patrones de crecimiento y condición larvaria de la sardina; la obtención de indicadores económicos y rendimientos de las pesquerías de gamba de profundidad; la determinación de los factores que afectan a la tasa de captura de las pesquerías de arrastre; y la elaboración de la serie histórica de capturas por embarcación y especie de algunas flotas artesanales de Levante.

En 1999 se han publicado siete artículos en revistas científicas y se presentaron cuatro comunicaciones en distintos foros científicos nacionales e internacionales. Se elaboraron 17 informes a petición de la Dirección del Organismo para asesorar en la gestión pesquera.

2.1.4. Evaluación de recursos pesqueros del Atlántico centro-oriental

Los proyectos integrados en este Programa estuvieron dirigidos al estudio de los cefalópodos, los crustáceos, los pequeños pelágicos y los peces demersales explotados por la flota española que faena en aguas de Marruecos, Sahara Occidental, Mauritania, Senegal, Gambia, Guinea Bissau, Guinea Conakry y Canarias.

El personal del programa lo componen cinco investigadores de plantilla destinados en los Centros Oceanográficos de Canarias y de Málaga y en la Estación de Biología Pesquera de Cádiz. Este equipo dirigió o colaboró en un total de nueve proyectos de investigación, cuatro de los cuales fueron coordinados con otras instituciones científicas, nacionales y extranjeras, y contaron con financiación externa (DG XIV y FAIR de la UE, SGPM). Con cargo a los presupuestos se contrató temporalmente a un investigador y a un técnico. Además, se atendió la formación de dos becarios (1 licenciado y 1 técnico) del Fondo Social Europeo y de numerosos alumnos en prácticas de la Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna.

Los integrantes del programa participaron en dos campañas de investigación y se embarcaron también en buques comerciales, con objeto de evaluar los recursos de cefalópodos de Mauritania y de estudiar las posibilidades de pesca de la sardina en

la zona sur del Sahara Occidental. Igualmente, participaron en numerosas reuniones de los distintos cuerpos subsidiarios del Comité de la FAO para las pesquerías del Atlántico centro oriental (CECAF) y de otras instituciones locales, autonómicas, nacionales e internacionales.

El resultado de estos trabajos aparece en los seis artículos científicos publicados, o aceptados para su publicación, en revistas nacionales y extranjeras, en cuatro comunicaciones orales, presentadas en simposios y reuniones internacionales, y en multitud de informes de asesoramiento solicitados por las administraciones pesqueras autonómicas, nacional y europea.

2.1.5. Pesquerías de Túnidos y especies afines. Pelágicos oceánicos

Se dedican a este Programa nueve investigadores de plantilla y cinco licenciados contratados, además del personal auxiliar correspondiente. En 1999 este Programa coordinó 19 proyectos de investigación, de los cuales 14 contaron con financiación externa (DG XIV de la UE, FAIR, CICYT, etc.). Estos proyectos se enmarcan dentro de líneas de investigación coordinadas en el seno de las comisiones internacionales de ordenación de pesquerías de túnidos, y cubren estudios en aquellas zonas del Atlántico, Mediterráneo, Índico y Pacífico donde faenan las flotas españolas que capturan túnidos y especies afines.

Los proyectos de investigación de este Programa se han centrado prioritariamente en especies de túnidos tropicales (rabil, patudo y listado), túnidos de mares templados (atún blanco, atún rojo), peces de «pico» (pez espada) y pequeños túnidos, así como en especies capturadas accidentalmente como consecuencia de la explotación de los túnidos.

Entre otros objetivos, se realizaron las tareas básicas que permiten la presentación de datos estadísticos en los formatos requeridos en las diferentes comisiones internacionales que gestionan los stocks de túnidos y especies afines en los diversos océanos del mundo (ICCAT, IATTC, IOTC, etc.) así como en otros organismos internacionales (FAO), lo que ha permitido cumplir los compromisos estadísticos que España y la UE tienen adquiridos en las distintas comisiones internacionales que gestionan las especies de túnidos. Las estadísticas son elaboradas a partir de muestreos durante los desembarcos, de

cuadernos de pesca específicos y de embarques de observadores a bordo de barcos de pesca. La distribución de tallas de las capturas se obtuvo mediante el muestreo de unos 400.000 ejemplares durante 1999.

La información obtenida de las flotas ha sido analizada con las herramientas adecuadas para obtener las tasas de capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) estandarizadas en biomasa o edad. También se han estudiado los factores que influyen en los incrementos de la potencia de pesca y en los cambios de la estrategia de pesca de las flotas, que pueden tener gran incidencia sobre las estimaciones de la CPUE.

Se han realizado embarques de observadores científicos a bordo para la obtención de información biológica básica, muestras de tejidos y para seguimiento de la estrategia pesquera de las flotas. En 1999 se han llevado a cabo tres campañas de marcado de patudo y múltiples actividades de marcado-recaptura usando marcas tradicionales. Adicionalmente se han realizado experiencias de marcado electrónico sobre el atún rojo usando marcas «pop-up», que permiten el seguimiento de los ejemplares marcados vía satélite.

También han continuado o se han iniciado estudios sobre la estructura de los stocks de varias especies de túnidos y afines basados en técnicas genéticas (DNAm y DNAn). Se han realizado muestreos biológicos en puerto y a bordo de pesqueros para la obtención de datos de madurez y fecundidad de varias especies, otros muestreos para determinar la distribución espacio-temporal por sexos del pez espada y del atún rojo, se han recogido piezas esqueléticas para el estudio del crecimiento del atún rojo, así como de contenidos estomacales para estudios de alimentación. Se han continuado los estudios hormonales, biométricos y de selectividad de artes.

En 1999 se han desarrollado nuevas metodologías para el tratamiento de la información de base y se han valorado los resultados obtenidos aplicando diferentes métodos para elaborar los datos de entrada en los modelos de evaluación de stocks. Además, se ha asesorado en la realización de acciones piloto para la localización de nuevas áreas de pesca susceptibles de explotación comercial con el fin de diversificar geográficamente el esfuerzo pesquero de algunas flotas.

Se han abordado también estudios sobre los factores ambientales que influyen sobre la abundancia

y la disponibilidad interanual de algunas especies de túnidos y afines, y se han definido los factores ambientales globales que podrían tener influencia sobre las abundancias naturales cíclicas «inter-décadas» de algunos stocks-edades.

Durante 1999 se ha participado activamente en las reuniones científicas programadas por las diferentes comisiones internacionales (ICCAT, IOTC, IATTC, etc.) y específicamente en sus reuniones de evaluación de stocks, donde se proponen las medidas técnicas de ordenación para estas especies/stocks. También se ha asesorado técnicamente a la Administración pesquera española participante en las reuniones políticas de dichas Comisiones Internacionales, en reuniones bilaterales y de la UE. Se ha asistido a las reuniones de coordinación de los proyectos científicos nacionales e internacionales y otras reuniones científicas diversas sobre estas especies.

Los resultados de las actividades desarrolladas en este Programa han sido resumidos en 61 artículos y comunicaciones, publicadas o presentadas fundamentalmente en los foros científicos de las Comisiones Internacionales citadas. Se han realizado más de 40 informes de asesoramiento a la Administración pesquera española, y se han elaborado informes finales o parciales de los proyectos con financiación externa.

2.1.6. Prospección y evaluación de recursos pesqueros de aguas lejanas

En las actividades de este programa participan cuatro investigadores de plantilla que llevaron a cabo durante 1999 cinco proyectos de investigación con financiación externa, tres de ellos coordinados con otros organismos nacionales e internacionales. En estos proyectos se generaron cuatro contratos temporales de personal investigador.

Se llevaron a cabo tres campañas con el objetivo de obtener índices de abundancia y estructura de tallas y edades de las poblaciones demersales del Área de Regulación de la NAFO (Terranova) y del archipiélago de Svalbard.

Los investigadores de este programa participaron en las reuniones de la Organización de Pesquerías del Atlántico Noroeste (NAFO), que regula las pesquerías de Terranova, en la Comisión para la Conservación de los Recursos Marinos Antárticos (CCRMV) y en el Grupo de Trabajo del Noroeste del ICES, que recomienda medidas técnicas para la

pesquería de gallineta en la División XII de esta organización.

Se publicaron cinco artículos en revistas científicas y se presentaron 14 comunicaciones en distintas comisiones internacionales, además de la elaboración de numerosos informes de asesoramiento.

Se llevaron a cabo tres campañas de investigación y se organizaron tres acciones piloto de pesca experimental dirigidas a la búsqueda de nuevos caladeros de pesca. Estas acciones se centraron en la exploración de varios bancos de pesca situados en el Atlántico central y en el Banco de Valdivia.

2.2. Área de Acuicultura

2.2.1. Actividades generales

Además de las actividades desarrolladas en los programas de investigación, se realizaron diversas actividades de interés general:

- Coordinación de actividades de cooperación en proyectos de investigación con diversas empresas y entidades públicas, así como en proyectos europeos de investigación.
- Representación de España en el Comité de Maricultura del ICES.
- Colaboración en las actividades de la Junta Asesora de Cultivos Marinos (JACUMAR), asistiendo a las reuniones técnicas y de sus grupos de trabajo y evaluando las propuestas de planes nacionales de investigación presentadas por las Comunidades Autónomas para su financiación.
- Colaboración en las actividades relativas a los Planes Nacionales de JACUMAR organizando la evaluación de las propuestas y los resultados de estos planes, así como actuando como coordinadores de los Grupos de Trabajo de los planes aprobados (cultivo de besugo, cultivo de otros espáridos, cultivo de pulpo y cultivo en jaulas flotantes).
- Colaboración con la Secretaría Nacional del Plan Nacional de I+D en la evaluación de propuestas y de resultados de investigación de los proyectos de acuicultura financiados por dicho Plan.
- Colaboración con la Oficina de Ciencia y Tecnología (OCYT) en la redacción de los aspectos relacionados con la acuicultura del Plan Nacional de I+D+I 2000-2003.

- Colaboración con la Secretaría General de Pesca Marítima y la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) en la definición de los objetivos para un proyecto de cooperación hispano-peruano en materia de pesca y acuicultura.
- Colaboración con la Secretaría General de Pesca Marítima en la identificación de objetivos de cooperación en materia de acuicultura con Costa Rica.
- Participación en los comités de organización y científico del VII Congreso Nacional de Acuicultura celebrado en Las Palmas de Gran Canaria en mayo de 1999.
- Organización del curso sobre cultivo de mitflidos, financiado por el programa CYTED de la AECI.

A continuación se resumen los resultados obtenidos durante 1999 en los distintos proyectos de investigación integrados en el Área de Acuicultura, agrupados por las distintas especies sobre las que se esta investigando:

2.2.2. Cultivo del rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.)

Las investigaciones sobre cultivo de rodaballo se han concentrado en las instalaciones de los Centros Oceanográficos de Santander y Vigo, y están articuladas en ocho proyectos de investigación. Los resultados más notables han sido:

- Respecto a la utilización de la manipulación cromosómica y de técnicas moleculares en la mejora genética del rodaballo, se han obtenido los primeros resultados en la producción de individuos ginogénicos, alcanzándose los mejores resultados (un 70% de haploides) aplicando 90.000 ergios. Por otra parte se ha puesto a punto un método de producción de triploides de alta eficacia (prácticamente del 100%) y con supervivencias similares a los normales (diploides). Se ha comprobado también que el crecimiento de los triploides obtenidos mediante choque térmico a -0.3°C no es significativamente diferente del de ejemplares normales, al menos hasta un peso unitario de 1 kg.
- Se han puesto a punto diferentes protocolos para la crioconservación de embriones de rodaballo. Los crioprotectores utilizados han sido dimetil sulfóxido (DMSO), etilenglicol (EG),

glicerol, metanol y 1,2 propanodiol (PROH). Aunque los resultados no son todavía concluyentes, los mejores se han obtenido con los protocolos de varios pases en concentraciones crecientes, tanto con un crioprotector como con la mezcla de dos.

- Para la validación del uso de esperma de rodaballo congelado se ha comprobado que el crecimiento durante el primer año de vida de ejemplares obtenidos con esperma congelado es similar al de los obtenidos con esperma fresco.
- Se confirmó el efecto positivo de la dosis de 2µg/kg de LHRHa para el control de la reproducción en machos y hembras de rodaballo. Su aplicación, junto con el uso del fotoperiodo, proporciona un rendimiento óptimo del stock de reproductores en esta especie.
- Se han obtenido resultados positivos en el control de la reproducción mediante el uso de implantes de melatonina en machos y hembras de rodaballo; mediante esta técnica se ha logrado adelantar la época de reproducción e incrementar el crecimiento de los reproductores desde el momento del implante al inicio de las puestas, con resultado similar al producido por un cambio de fotoperiodo.

2.2.3. Cultivo de lubina (*Dicentrarchus labrax*)

Las actividades de investigación sobre cultivo de la lubina se realizan en el Centro Oceanográfico de Murcia (Planta de Cultivos de Mazarrón) y están articuladas en dos proyectos de investigación. Los resultados más sobresalientes fueron:

- Como resultado de una acción especial financiada por la UE se ha logrado la consolidación de un grupo de investigación sobre mejora del cultivo de lubina con los principales centros y empresas europeos, consolidación que ha cristalizado en la redacción y presentación de un proyecto sobre genética de lubina al V Programa Marco de IDT de la Unión Europea.
- Sobre la influencia de los factores ambientales en la determinación del sexo en lubina, se ha comprobado la importancia de la densidad de cultivo sobre el crecimiento y la distribución de tallas, y por tanto sobre la proporción de sexos. Asimismo se determinó la edad de diferenciación sexual en condiciones de cultivo (a

los 5 meses de vida de los alevines ya aparece un alto grado de diferenciación sexual) y se comprobó experimentalmente que los individuos de menor talla se desarrollan mayoritariamente como machos.

2.2.4. Cultivo de besugo (*Pagellus bogaraveo*)

Las actividades de investigación sobre cultivo del besugo se llevan a cabo en los Centros Oceanográficos de Vigo y Santander y están orientadas al desarrollo de las técnicas de cultivo de esta especie para su incorporación a la producción acuícola española. Los resultados más sobresalientes fueron:

- Se han desarrollado a escala de planta piloto las técnicas de reproducción, cultivo larvario, alevinaje y engorde de esta especie, y se han iniciado las actividades de transferencia de los resultados al sector empresarial para su aplicación a escala industrial.
- Se han iniciado las pruebas para poner a punto técnicas de control de la reproducción, sin que se hayan obtenido todavía resultados concluyentes.

2.2.5. Cultivo del bocinegro o pargo (*Pagrus pagrus*)

Las investigaciones sobre el cultivo de esta especie se realizan en el Centro Oceanográfico de Canarias, englobadas en dos proyectos de investigación. Los resultados más significativos durante 1999 fueron:

- Se han obtenido mejoras importantes en las técnicas de cultivo larvario en régimen semiextensivo, con las correspondientes mejoras en las tasas de supervivencia. En este contexto se estableció la secuencia de selección de presas vivas por parte de las larvas y se localizaron las principales etapas de mortalidad.
- En cuanto al engorde de alevines, se obtuvo información relativa al efecto de la intensidad de luz y de la frecuencia de alimentación sobre las tasas de crecimiento entre 5 y 150 g/u.
- Se realizó la primera experiencia de engorde de bocinegro en jaulas flotantes, encontrándose que el crecimiento es superior en las jaulas que en los tanques en tierra.

2.2.6. Cultivo de otras especies de peces

Además de investigar sobre el cultivo de las especies antes citadas, también se ha investigado sobre las posibilidades de cultivo de otras especies con el objetivo de diversificar la producción de la piscicultura marina española. Los resultados más señalados al respecto son:

- Cultivo del sargo (*Diplodus sargus*): se han estudiado las diferencias que presentan en su composición lipídica corporal los sargos procedentes del medio natural y los procedentes de cultivo, al objeto de conocer las posibles deficiencias nutricionales de los últimos. Se han obtenido por primera vez alevines de sargo procedentes de reproductores nacidos en cautividad.
- Cultivo de la chopo (*Spondylosoma cantharus*): se formó un lote de chopos procedentes del medio natural como primer paso para iniciar los estudios sobre la viabilidad del cultivo de esta especie, habiéndose logrado la adaptación de los ejemplares a la cautividad y al alimento inerte; se han obtenido los primeros datos sobre su engorde (supervivencia, tasas de crecimiento e índices de conversión del alimento) y en la época de freza se observó la maduración de las gónadas, si bien no se consiguieron puestas espontáneas.
- Cultivo del atún rojo (*Thunnus thynnus*): como actividades iniciales del cultivo de esta especie se han desarrollado las técnicas necesarias para el manejo de estos peces, se ha logrado la aclimatación de un reducido número de atunes en las instalaciones del Centro Oceanográfico de Canarias y se han obtenido los primeros datos de su crecimiento en cautividad y de los tratamientos profilácticos necesarios para su mantenimiento.

2.2.7. Cultivo larvario en sistemas semiextensivos

Este proyecto se está realizando en el Centro Oceanográfico de Canarias y tiene por objeto la asimilación para el cultivo del bocinegro o pargo de las técnicas de cultivo larvario en sistema semiextensivo desarrolladas por el Instituto de Biología Marina de Creta, con vistas a su aplicación a las empresas del archipiélago canario. El proyecto está en sus comienzos y a lo largo de 1999 se ha avan-

zado en su definición y en la realización de los proyectos de obra necesarios para la puesta en marcha de las experiencias.

2.2.8. Crioconservación de gametos y embriones de peces

Este proyecto tiene por objetivos la transferencia de técnicas de conservación de esperma a empresas de acuicultura y la investigación sobre métodos de conservación de embriones de rodaballo. Se desarrolla en las instalaciones del Centro Oceanográfico de Santander y los resultados más significativos obtenidos en 1999 fueron:

- El esperma diluido y almacenado a 4°C durante tres días mantiene su capacidad fecundante como el primer día, disminuyendo ésta progresivamente entre las 96 y las 144 horas.
- No se encuentran diferencias en las tasas de eclosión obtenidas con el esperma conservado.
- Se ha realizado estudios sobre la permeabilidad y toxicidad del crioprotector DMSO con embriones normales y «decorionizados» de rodaballo, pero los resultados no son aún concluyentes, ni el uso de los cambios volumétricos del embrión como índice fiable para valorar la permeabilidad, ni el uso de agentes permeabilizantes (se han probado la pronasa y el hipoclorito).

2.2.9. Cultivo del mejillón

Las investigaciones sobre el cultivo de mejillón se desarrollan en el Centro Oceanográfico de A Coruña y están orientadas a la optimización de las técnicas de cultivo actualmente utilizadas por el sector industrial. El proyecto se realiza en colaboración con empresarios de dicho sector y está en sus inicios, por lo que no se han obtenido todavía resultados significativos

Otra actividad importante respecto al cultivo de mitílidos es la cooperación internacional en colaboración con la Agencia Española de Cooperación Internacional para el desarrollo de las técnicas de cultivo de mejillón en Iberoamérica. En este proyecto participan 14 instituciones de 8 países (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, España, Méjico, Portugal y Uruguay) y abarca los distintos aspectos de los sistemas de producción. En el marco

de este proyecto se organizó un curso sobre cultivo de mitílidos financiado por la AECEI y dirigido por especialistas del IEO.

2.2.10. Cultivo de almejas

Las investigaciones sobre el cultivo de almejas se llevan a cabo en el Centro Oceanográfico de A Coruña y se han centrado en la determinación de las condiciones óptimas para la maduración sexual de la almeja fina (*Ruditapes decussatus*) y en la elaboración de piensos para moluscos filtradores. Los resultados son todavía preliminares por estar los proyectos en sus fases iniciales, esperándose resultados más concluyentes en los próximos años.

2.2.11. Cultivo de pectínidos

Las investigaciones sobre el cultivo de pectínidos se llevan a cabo en los Centros Oceanográficos de A Coruña y Málaga y están orientados a estudiar la viabilidad del cultivo de vieira en mar abierto con sistemas flotantes y a la obtención de semilla de vieira, zamburiña y volandeira en criadero. Los resultados más relevantes obtenidos en 1999 fueron:

- Se ha estudiado el ciclo anual de fijaciones de semillas de vieira, zamburiña y volandeira en la costa de Málaga, disponiéndose de una metodología eficaz para determinar la zona, la época y el modo de colocación de los colectores para obtener una intensidad de fijación aceptable.
- Se ha determinado que el cultivo de vieira «colgada por la oreja» no es de aplicación en la zona debido a la fijación de balanos, pero en cultivos en cestas se obtienen buenos resultados, tanto con vieiras como con zamburiñas.
- La producción de semilla de vieira y volandeira en criadero continua presentando numerosas dificultades.

2.2.12. Cultivo del pulpo (*Octopus vulgaris*)

- Las investigaciones sobre el cultivo del pulpo se realizan en el Centro Oceanográfico de Vigo, donde se están llevando a cabo dos proyectos cuyo objetivo final es el desarrollo de

técnicas de cultivo aplicables a escala industrial. Los resultados más notables obtenidos en 1999 fueron:

- Se describieron los sucesivos estados embrionarios de las paralarvas y se estimó la duración del proceso de eclosión y fecundidad bajo diferentes condiciones de temperatura.
- Se mejoró la técnica de cultivo de paralarvas obteniéndose pesos individuales medios de 41 mg a los 56 días, si bien siguen registrándose unas mortalidades muy elevadas.
- Se definió la densidad inicial de carga más apropiada para el engorde del pulpo en tanques (10 kg/m^3) y se determinaron las tasas de crecimiento de juveniles a distintas densidades de estabulación.
- Se calcularon las tasas de crecimiento separando los ejemplares por sexos, observándose que los machos crecen significativamente más rápido que las hembras, alcanzando en un período de cuatro meses un peso medio de 3,7 y 2,9 kg respectivamente.

2.2.13. Cultivo de algas

Las investigaciones sobre cultivos de algas, especialmente *Undaria* y *Laminaria*, se realizan en la Planta de Cultivos del Bocal (Centro Oceanográfico de Santander) y se dirigen fundamentalmente al desarrollo de técnicas para utilización en alimentación humana o su uso industrial. Los resultados obtenidos fueron:

- Sincronización de la obtención de plántulas de *Undaria* y *Laminaria*, lo cual abre también el camino a proyectos futuros de obtención de variedades poliploides estériles, de gran potencial para el cultivo intensivo.
- Se desarrolló un método de producción de plántulas de crecimiento ralentizado que ha permitido realizar siembras tardías en zonas con alta tasa de producción expuestas al oleaje. Esto permite comenzar los cultivos en el Cantábrico con tres meses de retraso y completar el ciclo natural de crecimiento en la mitad de tiempo que en zonas no tan productivas y con menores riesgos de destrucción; el perfeccionamiento de estos métodos puede desembocar en la posibilidad de obtener dos cosechas anuales.
- Se ha desarrollado un método para la preparación de detritus unicelulares (SCD) que han

dado un excelente resultado utilizándolos para la alimentación de almejas; estos resultados abren la vía de la utilización de piensos en los criaderos de moluscos (este producto y su método de obtención están en proceso de ser patentados).

2.3. Área de Medio Marino y Protección Ambiental

2.3.1. Actividades generales

La investigación desarrollada durante 1999 se enmarca dentro de las prioridades definidas en el Programa Marco 1998-2001. Además de los proyectos incluidos en las líneas prioritarias del mencionado Programa Marco resaltamos las siguientes actividades científicas:

- En colaboración con científicos franceses y portugueses, científicos del organismo han participado en la redacción del informe sobre el estado de la calidad del medio ambiente marino del golfo de Vizcaya, costa oriental de la península Ibérica y golfo de Cádiz. Este informe es uno de los cinco de que consta el «Informe 2000» de la Convención OSPAR para la protección del medio ambiente marino del Atlántico nordeste.
- Se ha continuado asesorando de forma regular a la Secretaría General de Pesca Marítima en la idoneidad de diferentes operaciones de dragado y de vertido así como en el seguimiento y cumplimiento por las Comunidades Autónomas de las normas de calidad de las aguas para la producción de moluscos, según se establece en el Real Decreto 345/1993, de 5 de marzo.
- Científicos del IEO han participado en las reuniones de trabajo llevadas a cabo en el marco del ICES (grupos de trabajo, grupos de estudio, comités de asesoramiento) para diseñar y promover una investigación dirigida a la utilización sostenible del medio marino. Así mismo se ha participado en los foros de las convenciones internacionales de OSPAR y BARCELONA diseñando los criterios científicos de los planes de vigilancia de la contaminación marina.

La actividad científica se organiza en cinco líneas de investigación, en las que se integran los diferentes proyectos.

2.3.2. Estudio de las relaciones entre los procesos oceanográficos y los recursos vivos

Dentro de esta línea de investigación se llevaron a cabo en 1999 nueve proyectos:

- *CANIGO (Canary Islands, Azores, Gibraltar Observations)* realizado en cooperación con numerosas instituciones de varios países europeos, ha finalizado durante este año. Se realizaron las dos últimas campañas programadas y se redactó el informe final del estudio del sistema marino en la región noratlántica comprendida entre Canarias, Azores y Gibraltar y su conexión con el Mediterráneo. Se han realizado cinco publicaciones científicas y asistido a 5 reuniones internacionales. El grupo de científicos que ha participado en el proyecto CANIGO ha presentado un total de 300 comunicaciones en diferentes congresos.
- *OMEX II-Fase II*. Este proyecto estudia los procesos oceanográficos reguladores de la producción pelágica. En 1999 se obtuvieron las primeras medidas de regeneración de nitrógeno orgánico disuelto y amonio en condiciones de afloramiento intenso cerca de la costa y situación de oligotrofia en zonas oceánicas de Galicia. La regeneración de nitrógeno orgánico resultó mayor en las zonas oceánicas mientras que la producción de amonio fue siempre superior en zonas costeras y de la plataforma continental. Los resultados indican que gran parte del nitrógeno orgánico disuelto observado en la zona eufótica de la costa de Galicia contiene compuestos lábiles y fácilmente degradables, contribuyendo de forma importante al sostenimiento de la producción primaria en las fases de relajación del afloramiento y en zonas oligotróficas.
- *Inestabilidades hidrodinámicas de mesoescala sobre la circulación regional del mar Balear*. Su objetivo es el estudio de la influencia de los fenómenos de mesoescala sobre la circulación regional del mar Balear. Este proyecto ha terminado en 1999, por lo que la actividad más importante ha sido el análisis y comparación del gran volumen de datos (físicos, químicos y biológicos) obtenidos en las 16 campañas y de los procedentes de cinco puntos de fondeo. Los resultados preliminares reflejan la existencia de dos modelos de circulación, claramente

diferenciados, asociados a las condiciones climatológicas generales que se dan en el Mediterráneo, y que parecen estar relacionados con la presencia o ausencia de una determinada masa de agua, el Agua Intermedia de Invierno.

- **HIDROPEÑAS.** El objetivo de este proyecto es determinar los procesos que condicionan el estado circulatorio y de masas de agua en otoño en el área de Galicia y Cantábrico. Durante 1999 se han estudiado los procesos que hacen que se debilite o desaparezca el afloramiento estival. Los resultados obtenidos indican que aunque el afloramiento estival es un fenómeno casi constante, hay procesos de escala espacio temporal submesoescalar que lo pueden debilitar notablemente, con consecuencias negativas para las especies que reclutan en otoño, como es el caso de la merluza.
- **HIDROCAN.** Este proyecto estudia la variabilidad en el tiempo y en el espacio de los mecanismos de formación, mantenimiento y desaparición de los fenómenos hidrodinámicos generadores de elementos de mesoescala (afloramientos, frentes, remolinos, corrientes de talud) en la costa cantábrica, así como la relación entre estas estructuras físicas y la captura de túnidos y la aparición de anomalías meteorológicas locales, como las nieblas de advección. Los resultados indican que existe una estrecha relación entre afloramiento y nieblas de advección. En relación con la determinación de las zonas de convergencia de túnidos, se ha determinado que las mayores abundancias se localizan en zonas alejadas del afloramiento costero, a temperaturas comprendidas entre los 18 ° y los 22 °C, así como que los periodos de estabilidad térmica favorecen una mayor pesca del atún. Existe una relación positiva entre la proximidad de los remolinos oceánicos con la presencia de túnidos.
- **La hidrodinámica como mecanismo regulador de los intercambios de nutrientes y de la producción y composición de las comunidades biológicas en la ría de Ferrol.** Este proyecto está coordinado con la Universidad de A Coruña, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y la Autoridad Portuaria de Ferrol. Se inició en 1999, y durante este año se realizaron tres campañas de toma de muestras y fondeo de material.

- **Atlas oceanográfico del Mediterráneo (MEDAR).** Financiado por la UE, este proyecto tiene por objetivo conseguir una base de datos de variables oceanográficas común para todos los Centros Nacionales de Datos Oceanográficos del Mediterráneo. En el proyecto participan representantes de los Centros Nacionales de Datos de Francia, Italia, Grecia, Turquía, Rusia, Bélgica, Israel y Argelia. En 1999 tuvieron lugar cuatro reuniones de coordinación y se publicaron los protocolos sobre formatos y control de calidad de datos.
- **Sistema autónomo de análisis para carbono orgánico total en agua de mar (MASTOC).** El objetivo de este proyecto, financiado por la UE y realizado en colaboración con Alemania, Reino Unido e Italia, es el diseño y desarrollo de un prototipo avanzado de un sistema analítico para la determinación de carbono orgánico en el agua de mar. El IEO participa en la evaluación de los requerimientos analíticos necesarios del analizador, definiendo las metodologías analíticas. En 1999 se puso a punto el analizador para el análisis del carbono orgánico disuelto en agua de mar y se establecieron los criterios de calidad. Se celebraron dos reuniones de coordinación y se participó en tres campañas.
- **Transporte a través del paralelo 24° 30'N Atlántico (WOCE).** Durante 1999 se ha continuado con el estudio de los mecanismos de transporte de calor, agua, oxígeno y nutrientes. Los balances de carbono sugieren que el Atlántico norte es un pequeño sumidero de alcalinidad, una fuente de carbono inorgánico disuelto y por consiguiente un depósito neto de CO₂ atmosférico. El principal mecanismo de este efecto es el intenso flujo hacia el norte de la corriente de Florida.

2.3.3. Estudio de organismos marinos nocivos y de las causas de su proliferación

Dentro de esta línea de investigación, en 1999 se llevaron a cabo cuatro proyectos de investigación, además de las actividades del «COI-IEO Centro Científico y de Comunicaciones». Este Centro, ubicado en el Centro Oceanográfico de Vigo, organizó el «III Curso COI-AECI-IEO sobre Fitoplancton Tóxico», en el que participaron 13 alumnos (12 iberoamericanos y un africano). Se continuaron las

labores de asesoramiento a expertos iberoamericanos, mantenimiento de la red de comunicación e información a expertos españoles sobre noticias de eventos internacionales y coedición y montaje de la «Harmful Algae Newsletter» de la COI. Se completó la entrada de datos de 1986-1999 sobre episodios de algas nocivas en el área de ICES en la base de datos COI-ICES «HAEDAT» (Base de Datos sobre Eventos Nocivos).

La colección de cultivos de microalgas, que da servicio a todos los proyectos de esta línea de investigación y a otros organismos, ha sido incrementada con nuevas cepas, y se han mejorado los métodos para ampliar su mantenimiento.

Los proyectos incluidos en esta línea de investigación son los siguientes:

- *Biología de dinoflagelados del género Dinophysis agentes de intoxicaciones diarreicas: Variabilidad morfológica y genética, crecimiento y toxicidad.* Este proyecto tiene como objetivo mejorar el conocimiento de la biología de los dinoflagelados del género *Dinophysis*, agentes de episodios de intoxicación diarreica. En 1999 se avanzó en la descripción del ciclo vital y se obtuvieron nuevos resultados sobre estimación de las tasas de división in situ, lo que resuelve uno de los factores clave para el desarrollo de modelos predictivos de especies de interés.
- *Crecimiento, composición bioquímica e incorporación de carbono y nitrógeno en Pseudo-nitzschia ssp.* El objetivo de este proyecto es evaluar el riesgo de toxicidad de animales vivos (moluscos y peces) en España por ácido domoico y sus derivados producidos por diatomeas del género *Pseudo-nitzschia*. Se ha observado que existe una relación directa entre la producción de ácido domoico y la concentración de nitrógeno añadido al medio de cultivo.
- *Toxicidad PSP y DSP en comunidades bentónicas de la costa gallega.* El objetivo general del proyecto es el conocimiento de los procesos de intoxicación por toxinas de tipo PSP y DSP en comunidades bentónicas de las rías gallegas. En 1999 se continuó con el estudio citológico e inmunohistoquímico del epitelio de la oreja de mar (*Haliotis tuberculata*); los resultados sugieren una adquisición progresiva de las toxinas con la edad. Del estudio sobre la variabilidad de la producción y composición de toxina DSP de 30 cepas del dinoflagelado

bentónico *Prorocentrum lima*, aisladas en diferentes ambientes de las rías Bajas gallegas, se desprende que las toxinas más abundantes en esta especie son: ácido okadaico, dinofisiotoxina 1 y sus ésteres correspondientes.

- *Identificación de dinoflagelados mediante redes neurales artificiales.* El objetivo principal del proyecto es automatizar la identificación de imágenes microscópicas de dinoflagelados marinos mediante el desarrollo de un software de redes neurales basadas en sistemas de análisis de imágenes. Durante 1999 se calibraron los equipos de los dos centros europeos participantes (Vigo y Trieste) y se digitalizaron unas 1000 imágenes de dinoflagelados. Se llevaron a cabo análisis morfométricos en estas muestras para describir la variación morfológica interespecífica e intraespecífica en las principales especies del género. Se creó una página web del proyecto en la que se almacena la base de datos de imágenes y las actividades en curso.

2.3.4. Estudio y caracterización del suelo y subsuelo marino

En 1999 se han llevado a cabo cuatro proyectos dentro de esta línea de investigación:

- *Estudio hidrográfico y oceanográfico de la Zona Económica Exclusiva.* El objetivo de este proyecto es el estudio topográfico, geomorfológico, gravimétrico y geomagnético de la Zona Económica Exclusiva Española. En 1999 se realizó una campaña en el norte del Archipiélago Canario y se han publicado 15 cartas batimétricas.
- *Transporte tectosedimentario desde el margen continental del golfo de Cádiz hacia las llanuras abisales atlánticas.* En 1999 se han identificado las principales rutas de transporte superficial por las que deriva el sedimento actualmente y los lugares de sedimentación y de fuerte erosión, y se han descrito los principales mecanismos de transporte desde el margen a la cuenca profunda, que transporte se han relacionado con los rasgos sismogénicos del golfo de Cádiz. También se han identificado las zonas de acúmulo de gas hidrato en los sedimentos superficiales y sus mecanismos de inyección en las unidades que lo almacenan, y se han trazado los sistemas de aporte canalizado en el fondo del golfo de Cádiz.

- *Sistema de información geográfica de los fondos marinos.* La información marina procedente de unos 60 mapas con información sobre batimetría, isopacas, bionomía, caladeros, etc. del Mediterráneo, golfo de Cádiz y Cantábrico fue analizada e incorporada al SIG. Igualmente, se ha incluido información sobre reservas marinas y arrecifes artificiales, y digitalizado los puntos de sonda de 20 parcelarios del Mediterráneo del Instituto Hidrográfico de la Marina.
- *Digitalización de registros sísmicos analógicos antiguos e integración en base de datos europea.* Este proyecto, realizado en cooperación con la Universidad de Barcelona, tiene como objetivo la recuperación y transformación digital de los registros sísmicos en papel. Los resultados de toda la información de España y Portugal serán editados en formato CD con su correspondiente aplicación de visualización y manejo de imágenes.

2.3.5. *Estudio de la variabilidad temporal y las tendencias en las condiciones oceanográficas y comunidades biológicas*

Programa Serie histórica de datos oceanográficos

El objetivo principal de este programa, en el que participan todos los Centros Oceanográficos del IEO, es observar las escalas temporales de variabilidad de las condiciones oceanográficas y comunidades biológicas del sistema pelágico en diferentes puntos del litoral español, con el fin de analizar sus tendencias, y así poder diferenciar los cambios debidos a la variabilidad natural de los que tienen un origen antropogénico. Los distintos proyectos integrados en este Programa realizan un muestreo sistemático y continuado de las variables físicas, químicas y biológicas del mar, en una escala de tiempo que permite cubrir eventos oceanográficos en todas las estaciones del año y en años sucesivos, lo que permite diferenciar entre distintas escalas de variabilidad temporal.

En 1999, el programa coordinó nueve proyectos de investigación desde los que se realizaron observaciones regulares (generalmente mensuales) en siete transectos o estaciones fijas, localizados en Santander, Cudillero, A Coruña, Vigo, Fuengirola, Cabo de Palos y Palma de Mallorca, así como cam-

pañas orientadas a estudiar procesos oceanográficos de interés especial (por ejemplo, el estudio del bucle microbiano en Vigo y A Coruña). En conjunto se realizaron más de cien salidas a la mar y un total de once campañas oceanográficas. Todos estos muestreos se llevaron a cabo siguiendo protocolos de trabajo comunes, habiéndose muestreado las siguientes variables: temperatura, salinidad, densidad, transparencia, nitritos, nitratos, amonio, fosfatos, clorofila, fitoplancton, zooplancton e ictioplancton.

Además, el programa utiliza información procedente de las imágenes de los satélites NOAA (imágenes térmicas del sensor AVHRR), recibidas y procesadas en la estación de seguimiento situada en el Centro Oceanográfico de Santander. Esto permite obtener observaciones sinópticas en tiempo real de toda la costa española. En este año se procesaron aproximadamente 1300 imágenes y se dio servicio a 18 usuarios de distintas instituciones científicas. Los ficheros digitales de todos los pases del satélite se archivaron en el Centro Oceanográfico de Santander para futuras consultas y trabajos de investigación.

Durante 1999, varios científicos del programa han participado y aportado datos en varios grupos de trabajo del ICES: Oceanic Hydrography, Shelf Seas Oceanography, Phytoplankton Ecology y Zooplankton Ecology. También se ha participado activamente en el ICES/GLOBEC Regional Coordination Group, en el Comité GLOBEC-España, en EuroGOOS y en la Comisión OSPAR. Resultado de esta participación es la difusión del programa a nivel internacional y la inclusión de las actividades del programa en los respectivos informes de los grupos de trabajo.

Finalmente, en 1999 se publicaron 2 artículos en revistas científicas y se presentaron 10 comunicaciones en distintos foros nacionales e internacionales. Además se elaboraron dos Tesis doctorales y varios informes para diferentes organismos e instituciones relacionados con la asesoría científica en materia de oceanografía.

2.3.6. *Estudio del efecto de la contaminación marina*

Programa Estudio y control de la contaminación marina

El objetivo general del programa es conocer la calidad o «salud» de las aguas costeras españolas,

así como los efectos que produce la contaminación sobre los recursos marinos. Para lograr este objetivo los nueve investigadores pertenecientes al programa, llevaron a cabo siete proyectos, de los que cuatro tuvieron financiación externa.

En el Atlántico y en el Mediterráneo se continuaron los estudios sistemáticos sobre los principales contaminantes persistentes en los sedimentos y en mejillón silvestre (especie indicadora). Las consecuencias negativas de las sustancias tóxicas sobre los seres vivos se han estudiado utilizando biomarcadores o mediante ensayos con embriones y larvas.

Gran parte de los resultados obtenidos se han utilizado para contribuir al cumplimiento de los compromisos adquiridos por España en los convenios internacionales del Atlántico (OSPAR) y del Mediterráneo (Barcelona).

En 1999 se ha comprobado que en general los niveles de contaminantes en las costas españolas se mantienen, aunque en algunas zonas y para determinados parámetros la tendencia temporal es decreciente. También se ha constatado que el vertido de los residuos mineros de Alnalcóllar no ha aumentado las concentraciones de metales en el golfo de Cádiz, y que el elevado contenido de cobre en las galeras no puede ser atribuido al citado vertido.

Se han realizado 13 informes para diferentes administraciones, entre los que destaca el realizado a petición judicial sobre el contenido en mercurio de la ría de Pontevedra. El número de reuniones internacionales en las que se ha participado ha sido de once, comprendiendo las de carácter científico y las de asesoramiento y representación. Se han presentado también ocho comunicaciones relacionadas con temas de contaminación marina en reuniones nacionales o internacionales.

2.3.7. Biodiversidad marina

Reservas y ecología del medio ambiente costero

En marzo de 1999 se desarrollaron en Murcia las I Jornadas Internacionales sobre Reservas Marinas, organizadas por la Secretaría General de Pesca Marítima (SGPM) con la colaboración de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de Murcia. Las Jornadas se estructuraron en diversas áreas temáticas: estudios previos a la declaración de reservas marinas, aspectos

relacionados con la gestión y con su seguimiento, estudios pesqueros y ecológicos. Dichas sesiones temáticas se desarrollaron con comunicaciones y carteles y paralelamente a las mismas se dispuso de exhibición y concurso de vídeos.

Dentro del programa «Serie histórica de datos oceanográficos» se encuentran integradas las campañas ECOMURCIA en el entorno de la reserva marina de Cabo de Palos-Islas Hormigas, así como en el área de influencia de las praderas de *Posidonia oceanica* adyacentes y el arrecife artificial de Calblanque, instalado por la SGPM. Durante 1999 se ha estudiado la dispersión de huevos y larvas de peces en las áreas citadas. Los resultados preliminares señalan a las zonas de *Posidonia* como las de mayor presencia de fases larvares, frente a la reserva marina.

Han continuado los estudios derivados de convenios de colaboración entre la SGPM y el IEO dirigidos a evaluar el «efecto reserva» y la efectividad de los arrecifes artificiales. Además de la estima de exportación de biomasa en forma de huevos y larvas, se han empleado otras metodologías dirigidas a cuantificar la biomasa de adultos por medio de pescas experimentales y a través de la información obtenida por las flotas comerciales, realizándose dos campañas experimentales de pesca realizadas en Cabo de La Nao-Cabo de San Antonio y entre San Pedro del Pinatar y el puerto de Cartagena. Otra metodología empleada en el seguimiento de arrecifes y reservas han sido los embarques en la flota de pesca artesanal, realizándose tanto pescas experimentales como la obtención de información directa de los rendimientos de esta actividad.

En el entorno de la reserva marina de las Islas Columbretes se han continuado los estudios iniciados en años anteriores, desarrollándose dos campañas dirigidas a determinar el ciclo biológico de la langosta roja. Tanto en la captura y marcado como en la recaptura, los índices de abundancia en el interior de la reserva, con respecto al exterior, demuestran una fuerte agregación de la población asociada al área protegida. De igual modo se han continuado los estudios en el Parque Nacional Marítimo Terrestre de Cabrera sobre la evolución de las poblaciones de peces y de las pesquerías artesanales.

Otro aspecto del seguimiento de los arrecifes artificiales disuasorios ha sido la evolución y el control de las praderas de *Posidonia oceanica*. Para ello se estudia la relación existente entre los rendimientos de las pesquerías artesanales y la cobertura

ra, densidad y otras variables de la pradera, utilizando el sonar de barrido lateral contrastado con transectos en inmersión. Asimismo se ha mantenido la labor de evaluación e informe de distintos proyectos presentados durante 1999 para la instalación de nuevos arrecifes artificiales.

Durante 1999 han continuado desarrollándose las actividades de la Acción Concertada ECOMARE, modelando diferentes aspectos de las reservas marinas mediterráneas, con la participación de investigadores de Francia, Italia, Grecia y Reino Unido, correspondiendo la coordinación a España.

Los fenómenos relacionados con proliferaciones masivas de especies no deseadas son cada vez más frecuentes en los mares del mundo, y una consecuencia directa de la actividad humana. En el Mediterráneo las apariciones masivas de diferentes especies de medusas han provocado conflictos de usos en el litoral. En el Mar Menor se ha realizado un seguimiento de las tres especies que colonizan la laguna litoral, estudiando los ciclos de vida y experimentando en laboratorio diferentes simulaciones de cambios ambientales.

En el marco de cooperación con Iberoamérica se ha participado en el EJE OCÉANOS de la COI (UNESCO), para recomendar estrategias de gestión de la zona costera y promover proyectos conjuntos de investigación entre los países de la UE y los iberoamericanos.

Por último se ha mantenido la participación en las comisiones de gestión y seguimiento de diferentes reservas marinas, aportando los resultados de los diferentes proyectos de investigación en curso y, colaborando con material divulgativo a la potenciación del valor educativo de los espacios protegidos.

3. ACTIVIDADES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN

3.1. Unidad de Buques y Campañas

A lo largo de 1999 se han realizado 51 campañas oceanográficas con un total de 1674 días de mar. De este total, 24 campañas han sido relacionadas con estudios pesqueros, realizadas en buques propios o comerciales, y 27 campañas de oceanografía en general (hidrología, biología, geología, contaminación, etc.).

En este año destaca el comienzo de la construcción por la SGPM de un nuevo buque oceanográfico,

bautizado como *Vizconde de Eza*, con 53 m de eslora, 13 de manga y 4,50 de puntal. Estará equipado con los aparatos más modernos del mercado para realizar trabajos de evaluación acústica, de geología, de oceanografía, etc., y la propulsión será diesel eléctrica para eliminar ruidos y vibraciones. Dispone de una quilla retráctil que separará los transductores 4,5 m del casco. Dispone de habitabilidad para 40 personas, entre tripulación y científicos, y se ha diseñado para trabajar en cualquier lugar del océano y bajo diferentes condiciones ambientales, incluso con hielos flotantes, ya que está reforzado en la zona de la línea de flotación.

| Resumen de días de mar y campañas | |
|-------------------------------------|-------------|
| Total días de trabajo efectivo..... | 1250 |
| Total días de navegación | 424 |
| TOTAL DIAS DE MAR | 1674 |
| Nº total de Campañas | 51 |
| Campañas de pesquerías..... | 24 |
| Campañas de acuicultura | 1 |
| Campañas de oceanografía..... | 20 |
| Campañas de geología..... | 3 |
| Campañas de contaminación..... | 3 |

3.2. Servicio de Gestión de Base de Datos

Este Servicio, creado en 1999, pretende dar soporte informático al gran volumen de información de base recogida anualmente por los diversos proyectos en los que participa el Instituto Español de Oceanografía, así como a la información necesaria para los servicios administrativos del Organismo. Tiene como función principal estandarizar y homogeneizar los sistemas de almacenamiento de datos mediante la confección de las aplicaciones necesarias para ello.

Durante este año se ha desarrollado una aplicación denominada Seguimiento Integrado de los Recursos Naturales Oceánicos (SIRENO), que presenta una serie de ficheros maestros con códigos y nomenclaturas estandarizados para especies marinas, puertos o stocks de pesca, entre otros. Existen módulos para la recogida de datos procedentes de la actividad pesquera que pueden ser interpretados por los investigadores y servirán de base para la evaluación de los diversos stocks de pesca (ICES, CECAF, Mediterráneo, etc.). También están inte-

grados módulos para recoger datos medioambientales procedentes de campañas, tanto de investigación como comerciales (ICES, RADIALES). Esta aplicación no sólo contiene datos propios, sino que da hospedaje a datos de un proyecto cooperativo con socios en Portugal, Irlanda, Reino Unido y Alemania (SEAMAR).

La aplicación SIRENO se trata de una INTRANET mediante la cual, los usuarios, desde sus Centros y a través de un navegador de web, se conectan a un servidor de aplicaciones y éste a su vez con un único servidor de datos, que utiliza ORACLE como motor de base de datos.

Igualmente se ha realizado el análisis funcional de una aplicación denominada Seguimiento Integrado de Proyectos de Investigación (SIPI), que pretende almacenar y gestionar toda la información científica relativa a los proyectos de investigación del Instituto. El diseño técnico es similar al de SIRENO. Pretende gestionar la aprobación, recursos empleados, objetivos, costes y resultados obtenidos en cada uno de los proyectos. Con esta base se procura dar soporte también a distintos compromisos adquiridos por el IEO, como la actualización de los datos de proyectos que aparecen en la web del IEO a partir de las recomendaciones del Comité de Coordinación de los Organismos de Investigación sobre difusión de la investigación, a la base de datos DATRI o en relación a datos ambientales, a los requerimientos de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), entre otros.

3.3. Servicio de Informática

La actividad del Servicio de Informática se ha concretado principalmente en dos aspectos:

3.3.1. Inversión en tecnologías de la información y comunicaciones

Como consecuencia de la evolución de las tecnologías de la información y comunicaciones, es obligado, para mantener un grado de actualización aceptable, realizar una serie de inversiones que permitan hacer frente a las necesidades impuestas, bien por las nuevas implantaciones de recursos lógicos más funcionales, o bien por la renovación imprescindible de los equipos disponibles que ya no son utilizables con fiabilidad. Por ello, en 1999 se ha

renovado o mejorado una parte del parque microinformático del IEO, con una inversión del orden de los cincuenta millones de pesetas.

3.3.2. Red IEO

En el transcurso de 1999 se ha completado de forma definitiva la red del IEO, uniendo a la misma el Centro Oceanográfico de Murcia, con sus dos edificios, el de San Pedro del Pinatar y la Planta de Cultivos Marinos de Mazarrón. Dicha conexión se ha hecho directamente a través del nodo de RedIRIS en la Universidad de Murcia. Igualmente, se ha unido a la red institucional la Estación de Biología Pesquera de Cádiz, en este caso mediante la conexión intermedia a RICA (Red Informática Científica de Andalucía) y posteriormente a RedIRIS. También se han establecido conexiones directas entre la Planta de Cultivos de El Bocal y el Centro Oceanográfico de Santander, y la Sede del IEO en Corazón de María y la Sede Central del mismo en Madrid.

3.4. Unidad de Becarios y Formación

Durante el año 1999 ha continuado el proyecto presentado por el IEO y aprobado en 1994 por la Comisión de las Comunidades Europeas, dentro del Programa Operativo de apoyo a regiones de Objetivo 1, cuya finalidad es la formación de investigadores y ayudantes de laboratorio en ciencias marinas. La financiación procede del Fondo Social Europeo (FSE) y del propio Instituto Español de Oceanografía.

Además de continuar la formación de los becarios iniciada en años anteriores, en 1999 se han convocado doce becas para formación de personal investigador y siete becas para formación de personal ayudante. Como consecuencia de dichas convocatorias, se han incorporado en el año 1999 once becarios del primer grupo y siete del segundo. Al finalizar el año 1999 el número total de becarios era de 33, distribuidos en las siguientes áreas:

- Área de Pesquerías: 9
- Área de Cultivos Marinos: 10
- Área de Medio Marino: 14

Por otro lado se continuó atendiendo a los becarios financiados por otras instituciones que realizan su período de formación dentro de los equipos de investigación del IEO.

3.5. Unidad de Equipamiento Científico

Además de las actividades rutinarias de mantenimiento del material científico e información y asesoramiento a los usuarios, en 1999 se han llevado a cabo las siguientes actividades:

- *Mareógrafos*: Instalación en Málaga de un mareógrafo electrónico modelo Thalimedes de lectura mediante línea telefónica. Instalación en el puerto de Palma de Mallorca de un codificador de nivel OWK. Reconstrucción de las instalaciones mecánicas y electrónicas en la caseta y pozo del mareógrafo de Tarifa por obras realizadas en el puerto. Reparación y trabajos de calibración en los mareógrafos de Ceuta, Algeciras y Málaga. Preparación de sistemas para mejorar el acceso telefónico a los equipos.
- *Software*: Creación de los programas de instalación del software Mecateas. Búsqueda y elección de aplicaciones adecuadas para programación de software. Actualización de los programas Cfloor y Neptune para el procesado de los datos obtenidos en las sondas del Hespérides.
- *CTD y recolectores de muestras de agua*: Preparación de un equipo CTD para el Centro Oceanográfico de Murcia. Reparación y comprobación.
- *Sun WorkStations*: Actualización de los sistemas operativos Solaris 2.7 en las estaciones de trabajo SunSparc20 y Ultra30. Instalación de Ultra Raid con 4 discos.
- *Apoyo en Campañas oceanográficas*: Campaña CANIGO 0699 en el B/O *Cornide de Saavedra*. Montaje de los equipos e instrumentos electrónicos de geología marina, a bordo del buque *Arabela* y realización de la campaña «SANPA-2». Participación en la Campaña «ZEE - 99» en el archipiélago canario.

3.6. Cooperación Nacional

Durante 1999 se ha continuado y reforzado la colaboración científica con diversos centros de la Administración del Estado, instituciones de las Comunidades Autónomas, Organismos Públicos de Investigación, y con sectores productivos relacionados con el medio marino. Esta colaboración se ha llevado por cabo por medio de Convenios de Colaboración.

En este año se han suscrito dieciocho nuevos convenios y dos contratos, agrupados de esta forma:

1. *Convenios de Investigación y Desarrollo*: Establecidos con la Universidad Carlos III de Madrid, Universidad de Málaga, Fundación Universitaria de las Palmas, Consejerías de Pesca, Marisquero y Acuicultura de la Junta de Galicia, Conserjería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la C. A. de la Región de Murcia, de Agricultura, Pesca, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Canarias, Educación, de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Instituto Tecnológico y Geominero de España, Instituto Canario de Ciencias Marinas, y la Sociedad Anónima de Gestión del Centro de Supercomputación de Galicia.
2. *Convenios de apoyo tecnológico y asesoría*: Se han suscrito diversas acciones para la realización de estudios sobre pesca experimental, seguimiento de arrecifes artificiales y otras investigaciones del medio marino relacionadas con la mejora de la gestión de los recursos marinos, con la Secretaría General de Pesca Marítima, la Consejería de Pesca, Marisqueo y Acuicultura de la Junta de Galicia, y el Consejo Regulador del Producto Gallego de Calidad del Mejillón de Galicia.
3. *Convenios de formación*: En 1999 se continuaron los programas de formación establecidos en años anteriores con la Universidad de Cádiz, las Consejerías de Educación del Gobierno de Canarias y de la Junta de Andalucía. En este año finalizó el programa de incorporación de doctores y tecnólogos financiado por el Ministerio de Educación y Cultura.

Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRI).

Desde la OTRI del IEO se trasladan a los Centros Oceanográficos del IEO las informaciones recibidas de otros organismos, tanto nacionales como internacionales, referidas a las ciencias marinas. Al mismo tiempo se difunden las actividades llevadas a cabo por el IEO, lo que permite a la comunidad

científica marina tener conocimiento de las investigaciones y posibilitar las colaboraciones en proyectos de interés mutuo. A través de la OTRI se gestionan los programas PETRI de CICYT y otros Proyectos de cooperación nacional.

3.7. Cooperación Internacional

Unión Europea

En 1999 se ha producido un notable incremento de la participación del IEO en proyectos y estudios en cooperación con los países de nuestro entorno europeo y principalmente en el marco de programas de investigación de la Unión Europea. Así en las convocatorias de la DG XIV Pesca y del V Programa Marco de I + D de la UE, el IEO participa en 18 nuevos estudios y proyectos aprobados y financiados en parte por la Comisión, de los cuales coordina seis. La participación del IEO en proyectos y estudios comunitarios durante el año 1999 fue de 72 proyectos en las áreas de pesca, principalmente, pero también en acuicultura y oceanografía.

Organismos multilaterales

Durante 1999 representantes e investigadores del IEO han participado en numerosas reuniones de organismos e instituciones científicas internacionales, asesorando y aportando sus comunicaciones y datos. Cabe destacar las reuniones y Grupos de Trabajo de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico (ICCAT), del Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES), de la Comisión Internacional para la Exploración Científica del Mediterráneo (CIEM), de la FAO y del Convenio de Oslo y París (OSPAR).

En 1999 el IEO, junto con la Dirección General de Puertos del Estado, firmó el Acuerdo de participación en la componente europea del programa EuroGOOS, cuyo objetivo es el desarrollo de la oceanografía operativa en el ámbito europeo.

Relaciones bilaterales

El IEO mantiene una estrecha cooperación con su organismo homónimo francés el IFREMER, colaborando en proyectos de interés común en el Atlántico y Mediterráneo. Las actividades cooperativas entre los dos organismos se discuten en las reuniones anuales del Comité Mixto franco - español en materia de oceanografía. Como parte importante de esta colaboración, el IEO utiliza durante dos meses al año el B/O *Thalassa*, buque de investigación oceanográfica compartido por los dos organismos. En 1999 el IEO realizó en este barco una campaña de evaluación acústica de pequeños peces pelágicos en Galicia y golfo de Vizcaya.

A principios de año el IEO formó parte de una delegación oficial en visita a la República Islámica de Mauritania para el desarrollo de la cooperación en el sector pesquero.

Por último y en relación con el Reino de Marruecos, se han mantenido reuniones con el Director General del Instituto Nacional de Investigaciones Pesqueras, para la preparación del Convenio Marco de cooperación científica entre los dos Organismos.

3.8. Servicio de Publicaciones

La principal novedad de 1999 fue la integración de la serie PUBLICACIONES ESPECIALES en la serie BOLETÍN, editándose en esta revista, a partir de esa fecha, artículos de investigación, revisiones temáticas, notas, monografías, simposios y congresos.

En 1999 se han publicado:

BOLETÍN: volumen 15, números 1-4.

INFORMES TÉCNICOS: números 174-177.

DATOS Y RESÚMENES: número 12.

En el marco del Convenio de Cooperación entre España y la República Islámica de Mauritania, se publicó la *Guide et nomenclature nationale commerciale des espèces marines (poissons, crustacés et mollusques) pêchées en Mauritanie*.