

# PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL MAR



**D**esde los años 80 se vienen realizando esfuerzos en Colombia por estructurar programas que orienten las actividades de ciencia y tecnología marina hacia su integración real a la economía del país, en el marco de un desarrollo sostenible. Actualmente se espera que el fenómeno de la apertura junto con el de la competitividad por calidad, potencien el componente científico del desarrollo de tal forma que su impulso se traduzca en un avance real del sector marino (ambiental, pesquero, acuacultor, turístico, navegación y puertos) colombiano.

Es extraño que la facilidad aparente con que algunas actividades marinas podrían articularse con el sector productivo, como es el caso de la pesca, la acuicultura y el turismo, no haya significado un desarrollo real de las costas colombianas. Los diferentes esfuerzos emprendidos durante las dos últimas décadas para incorporar el mar y las zonas costeras al desarrollo económico del país a través de la actividad científica y tecnológica, han tenido un impacto moderado. El Plan de Desarrollo de las Ciencias y las Tecnologías del Mar en Colombia 1990-2000 (PDCTM-1990-2000) identifica tal falencia y postula la necesidad de armonizar las políticas de ciencia y tecnología marinas con las de industrialización, como contribución a la solución de problemas del país. Asimismo, en coincidencia con las políticas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT), el PDCTM propone generar y estimular la capacidad investigativa y científica del sector.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos emprendidos hasta ahora, las actividades postuladas han sido poco eficaces para cumplir los objetivos planteados en el PDCTM 1990-2000. En este contexto se revela la necesidad de analizar cuidadosamente las causas de esta situación y diseñar estrategias para superar los obstáculos que se han dado hasta la fecha.

Por: **Leonor Botero Arboleda**  
*Ph.D. en Ciencias Marinas*  
*Jefe del Programa*  
*Nacional de Ciencia y*  
*Tecnología del Mar*

**Marcela Gómez Osorio**  
*Bióloga Marina*  
*Profesional del Programa*  
*Nacional de Ciencia y*  
*Tecnología del Mar*

La expedición, casi simultánea al PDCTM 1990-2000, de la ley 29 de 1991 y de la Constitución Nacional, han determinado un nuevo ámbito de acción de las ciencias y tecnologías marinas en el país. El marco referencial se ha ampliado además, con la expedición de la ley 13 de 1990, que asigna la administración y manejo de los recursos pesqueros y acuícolas al INPA, y de la ley 99 de 1993, que crea el Ministerio del Medio Ambiente y le adscribe cinco institutos de investigación, entre ellos el de Investigaciones Marinas "José Benito Vives D'Andreis", el cual venía desarrollando hasta entonces su labor de investigación como proyecto especial de Colciencias.

Adicionalmente, en 1995 el Gobierno Nacional firmó una nueva fase del préstamo Colciencias-BID. Las expectativas de dicho préstamo se inscriben en la meta de alcanzar una participación porcentual sin precedentes en el PIB, de la inversión en investigación y el consiguiente desarrollo de tecnologías autóctonas que permitan encontrar alternativas de solución a los problemas del país.

A continuación se presenta una breve visión histórica de la evolución de la investigación marina en Colombia, financiada a través de Colciencias, desde la constitución del SNCT en 1991, hasta diciembre de 1996. El análisis se hace tanto en el contexto del apoyo a proyectos y programas de investigación, como en el de la participación del sector marino en programas estratégicos implementados por Colciencias para el fortalecimiento de la capacidad de in-

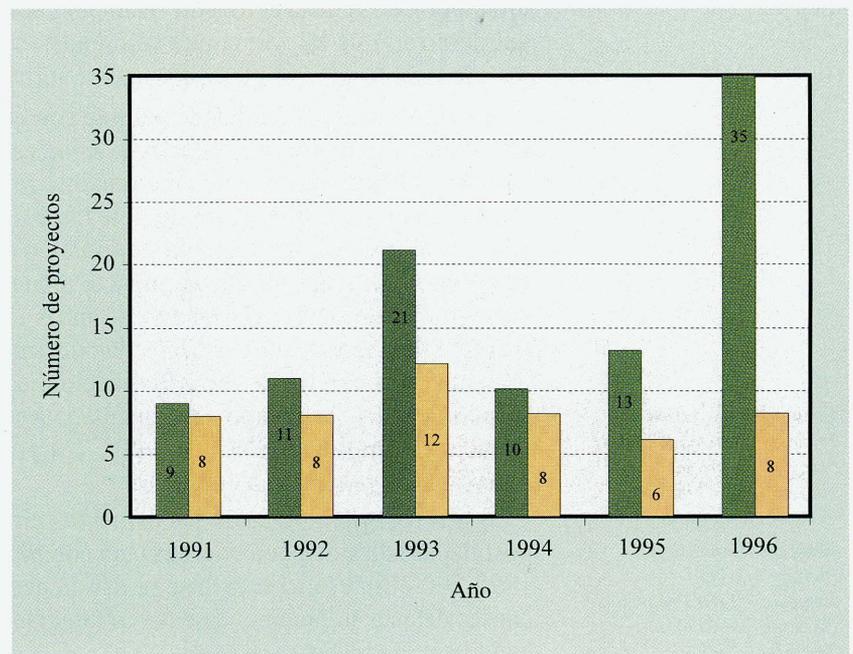
vestigación en el país. El análisis del componente de proyectos de investigación se hace con base en la clasificación por líneas o disciplinas de investigación y sistemas objeto de estudio formuladas en el Plan Estratégico 1997-2001 del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar (PNCTM), actualmente en proceso de revisión y aprobación por parte del Consejo del Programa.

### **APOYO A PROYECTOS Y PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN**

En el período 1991-1996, el PNCTM aprobó un promedio ligeramente superior a los 7 proyectos por año. En la Figura 1A se observa que si bien la demanda ha ido en aumento año tras año, el número de proyectos aprobados se ha mantenido más o menos estable. Vemos también que la demanda subió de 9 proyectos en

1991 a un poco más de 35 en las dos recepciones programadas en 1996. Esta mayor demanda en los últimos años (1995 y 1996) coincide con la mayor disponibilidad de recursos a partir del préstamo Colciencias-BID III. El número de proyectos presentados en 1991 correspondió a un monto cercano a los 300 millones de pesos mientras que los solicitados en 1996 representaron un monto de 4.100 millones (Figura 1B) (más de 2.000 millones a precios constantes de 1991). Como puede verse en la Figura 1A, el número de proyectos aprobados representa una menor proporción en los últimos años, lo cual es el resultado de una mayor exigencia de calidad y rigor científico por parte del SNCT. La mayor demanda se debe probablemente a una mayor consolidación del SNCT y a una mayor competencia por recursos de parte de las entidades.

**FIGURA 1A. PROYECTOS PRESENTADOS Y APROBADOS 1991 -1996**



Presentados ■  
Aprobados ■

Las Figuras 2 y 3 muestran el porcentaje (del total invertido por el SNCT en ciencia y tecnología del mar) de recursos invertidos y de proyectos aprobados en los diferentes sistemas objeto de estudio y en las diferentes disciplinas de investigación. Las tablas 1 y 2 muestran el número de proyectos aprobados y el monto de recursos (en cifras absolutas a precios constantes de 1991) invertidos por el SNCT entre 1991 y 1996 en diferentes disciplinas de las ciencias marinas y sistemas objeto de estudio.

La Tabla 1 y las Figuras 2A y 2B muestran que, con algunas interrupciones, la investigación en arrecifes coralinos se ha mantenido activa. Debe señalarse que los montos solicitados en 1996 alcanzaron una cifra sin precedentes, cercana a los 350 millones de pesos (177 millones a precios constantes de 1991). El tema ha sido abordado tradicionalmente por In-

FIGURA 1B. VALOR DE LOS PROYECTOS NEGADOS Y APROBADOS 1991-1996. (PRECIOS CONSTANTES 1991)

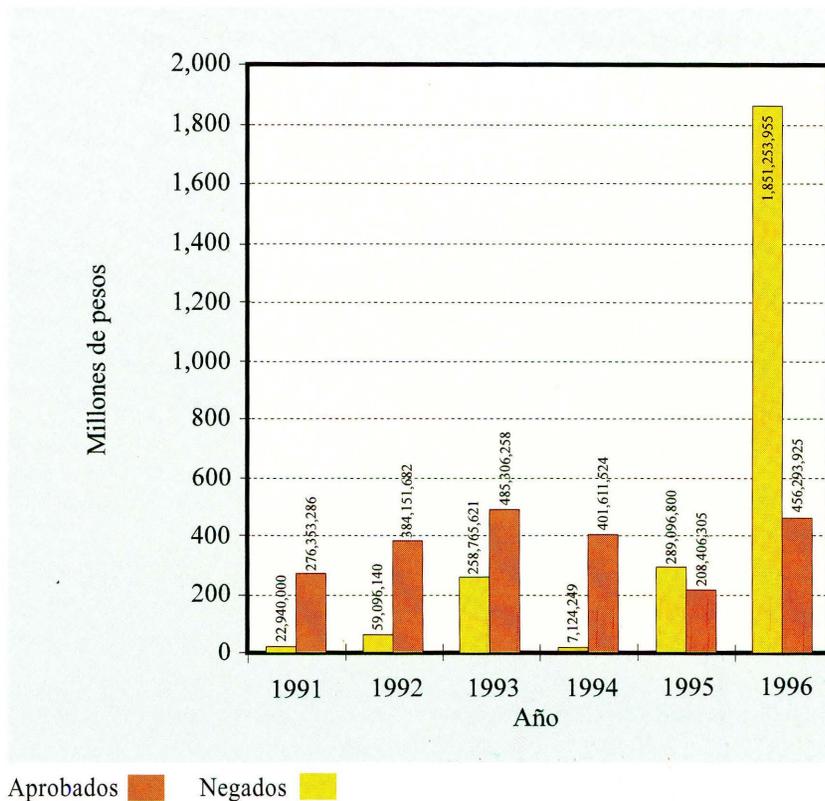


FIGURA 2A. DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS INVERTIDOS EN INVESTIGACIÓN SEGÚN SISTEMA - OBJETO DE ESTUDIO 1991-1996. (PRECIOS CONSTANTES 1991)

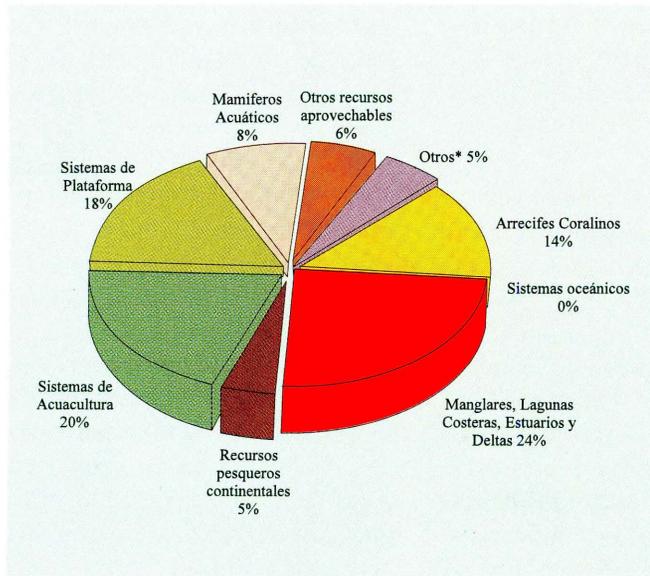
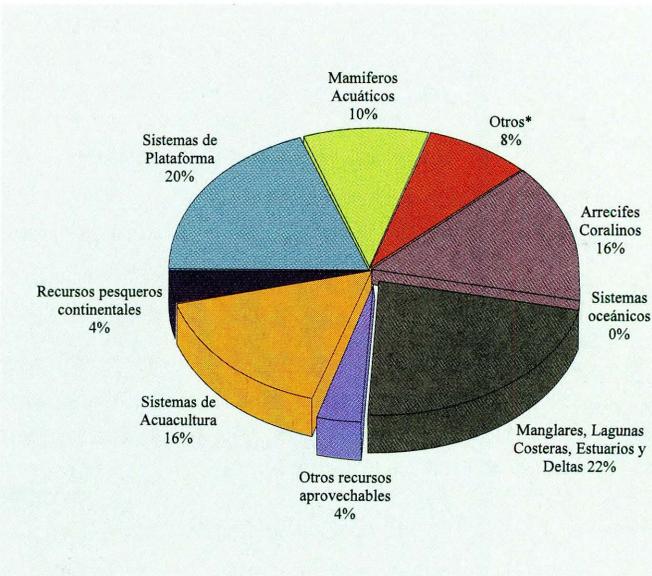
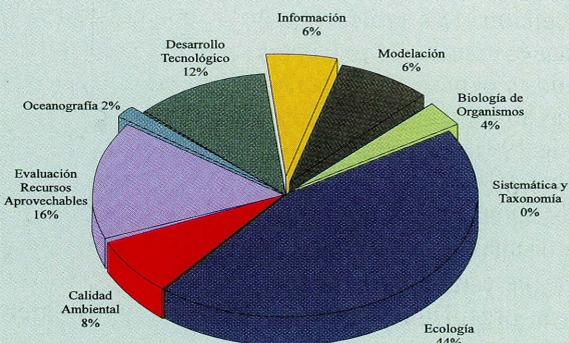
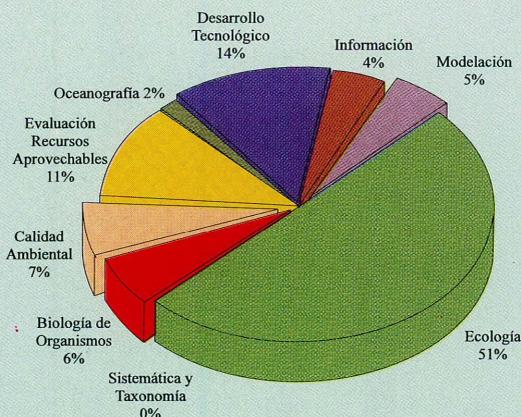


FIGURA 2B. DISTRIBUCIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN APROBADOS SEGÚN SISTEMA - OBJETO DE INVESTIGACIÓN 1991-1996.



**FIGURA 3A. DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS INVERTIDOS SEGÚN DISCIPLINAS O LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 1991-1996 (PRECIOS CONSTANTES 1991)**

**FIGURA 3B. DISTRIBUCIÓN DE LOS PROYECTOS APROBADOS SEGÚN DISCIPLINA - LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 1991 - 1996**



veimar, la Universidad del Valle y la Universidad Jorge Tadeo Lozano y se constituye en uno de los más ampliamente investigados y de los que cuenta con investigadores de mayor nivel académico (doctorado). Esto último ha motivado la conformación de uno de los grupos más sólidos y maduros de investigadores nacionales en temas marinos.

A partir de 1992, la investigación en sistemas de manglares y estuarios se ha mantenido activa (Tabla 1 y Figuras 2A y 2B, con tres proyectos financiados anualmente en 1992, 1993 y 1994 y uno en 1995 y 1996). Esta investigación, que ha sido realizada primordialmente por INVEMAR y la Universidad del Valle, se centra en los ecosistemas de la región de la Ciénaga Grande de Santa Marta y del área de Buenaventura en el Pacífico colombiano.

Las investigaciones sobre sistemas de la plataforma continen-

tal (Tabla 1 y Figura 2A y 2B) se han centrado en estudios ecológicos de comunidades específicas, aspectos geomorfológicos de zonas deltaicas y franjas litorales, calidad ambiental de la zona costera del Pacífico y evaluación de recursos pesqueros demersales y pelágicos en el Pacífico y Caribe. Las instituciones activas en estos temas han sido principalmente Inveimar, Eafit, Inpa, Universidad del Valle y Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH).

Temas como los productos naturales marinos (incluidos en "Desarrollo Tecnológico"), indicadores de contaminación (incluidos en "Ecología" y en "Calidad Ambiental"), bioacumulación de metales en organismos (incluidos en "Calidad Ambiental"), estudios base para preservación de especies, particularmente de mamíferos acuáticos y proyectos sobre información y difusión científica, también

muestran un interés continuado por parte de la comunidad científica nacional (Tabla 2 y Figuras 2A y 3A), aunque, exceptuando a los dos primeros, los resultados de estos trabajos están pobremente reflejados en publicaciones científicas. En materia de preservación de especies, particularmente la investigación relacionada con la biología de los mamíferos acuáticos, tales como delfines rosados, ballenas jorobadas y delfines nariz de botella, se ha destacado la Universidad Jorge Tadeo Lozano y las ONG's, con cinco proyectos durante los últimos años (dos en 1992, uno en 1993 y dos más en 1995 (Tabla 1). No obstante que los costos han sido comparativamente modestos (un promedio de 34 millones por proyecto), puede decirse que a través de estas actividades, Colombia ha alcanzado un papel destacado en la región en lo que a investigación de mamíferos acuáticos se refiere.

Se destaca la ausencia de investigaciones en taxonomía y sistemática durante el periodo 1991-1996 (Tabla 2), probablemente como consecuencia de la tendencia temporal, nacional y mundial, a no considerar estos estudios como relevantes o prioritarios. Esto ha sido totalmente revaluado y la sistemática y taxonomía comienzan a cobrar de nuevo gran importancia por lo cual se espera, para los próximos años, un resurgimiento de este tipo de propuestas. Se observa también una casi ausencia de estudios de biología básica de organismos, concreta-

mente ciclos de vida o aspectos relacionados con su fisiología, comportamiento, etc., probablemente como consecuencia de un desestímulo general a las investigaciones puntuales y reduccionistas. Contrasta con esto el gran porcentaje (51%) (Figura 3A) y continuidad en el tiempo (Tabla 2) de investigaciones con orientación fundamentalmente ecológica, si bien muchos de los trabajos son meramente descripciones de ecosistemas y de las correlaciones entre organismos y condiciones ambientales. Pocos trabajos se adentran en el entendimiento de los

procesos y mecanismos que están controlando estas correlaciones y casi ninguno efectúa manipulaciones experimentales para el entendimiento o cuantificación de los mismos.

Se destaca también la ausencia de investigaciones en sistemas oceánicos (Tabla 1 y Figura 2A) y la reducida cantidad (un solo proyecto entre 1991 y 1996) en oceanografía propiamente dicha, muy probablemente debido al alto costo de las mismas y al bajo número de investigadores de alto nivel académico y experiencia en estas materias. Los estudios realizados



**PROYECTOS APROBADOS Y RECURSOS INVERTIDOS POR EL SNCT, EN LOS DIFERENTES SISTEMAS O RECURSOS OBJETO DE ESTUDIO.**

**1991 Y 1996 (VALORES EN MILES DE PESOS, A PRECIOS CONSTANTES DE 1991)**

	1.991		1.992		1.993		1.994		1.995		1.996		TOTAL	
	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto
Arrecifes Coralinos	2	16,920	0	0.00	3	107,356	0	0.00	0	0.00	3	177,334	8	301,610
Manglares, Lagunas Costeras, Estuarios y Deltas	0	0.00	3	224,534	3	97,068	3	79,440	1	20,008	1	125,480	11	546,530
Sistemas de Acuicultura	3	190,327	0	0.00	3	154,676	1	92,509	1	5,189	0	0.00	8	442,701
Sistemas de Plataforma	2	18,626	3	106,377	1	17,511	2	147,347	1	59,376	1	47,800	10	397,037
Sistemas oceánicos	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Mamíferos Acuáticos	0	0.00	2	53,241	1	73,053	0	0.00	2	44,843	0	0.00	5	171,137
Recursos pesqueros continentales	0	0.00	0	0.00	1	35,642	0	0.00	0	0.00	1	66,842	2	102,484
Otros recursos aprovechables	1	50,480	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	78,991	0	0.00	2	129,471
Otros	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	82,314	0	0.00	2	38,838	4	121,152
<b>GRAN TOTAL</b>													<b>50</b>	<b>2,212,122</b>

TABLA 1.

son principalmente descriptivos y de recolección y correlación de datos. Este es un ejemplo del tipo de investigaciones que necesariamente deben desarrollarse con cooperación técnica y financiera internacional.

La investigación en evaluación de recursos aprovechables y en sistemas de acuicultura ha sido impulsada, promovida y desarrollada principalmente por los institutos INPA e INVEMAR. El número de proyectos sobre evaluación de recursos pesqueros ha variado de año en año entre ninguno, uno, dos y cuatro anuales con montos absolutos anuales que van de 40 a

100 millones a precios constantes del 91 (Tablas 1 y 2). En total, solamente un 11% y un 20% de los recursos invertidos en el periodo objeto de este análisis (1991-1996) han sido orientados hacia la evaluación de recursos pesqueros (Figura 3) y hacia investigaciones sobre sistemas de acuicultura (Figura 2), respectivamente, actividades de importancia crucial para el racional y ordenado aprovechamiento y conservación de estos recursos.

Debe señalarse que en las anteriores cifras no se ha considerado el esfuerzo emprendido por el Estado para crear y consolidar el Centro de Investigación en Acua-

cultura de Colombia -CENIACUA-, a partir de 1993. Desde entonces, CENIACUA ha recibido del Gobierno Nacional, a través de Colciencias, \$1010 millones de pesos para el desarrollo de cinco proyectos de investigación en camaronicultura y piscicultura. Ceniagua ha establecido una oficina en Bogotá y se halla en proceso de implementación de sendos laboratorios en Cartagena y en Tumaco. Además, mediante convenios con el INPA y el Ministerio de Agricultura, CENIACUA ha recibido recursos adicionales que están apoyando su proceso de consolidación como centro de investi-

**PROYECTOS APROBADOS Y RECURSOS INVERTIDOS POR EL SNCT, EN LAS DIFERENTES DISCIPLINAS O LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 1991 Y 1996 (VALORES EN MILES DE PESOS, A PRECIOS DE 1991)**

	1.991		1.992		1.993		1.994		1.995		1.996		TOTAL	
	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto	No.	Monto
Sistemática y Taxonomía	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Biología de Organismos	2	135,843	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	135,843
Ecología	2	21,073	6	324,455	6	291,076	2	129,448	2	44,843	4	302,814	22	1,113,709
Calidad Ambiental	1	8,113	2	59,696	0	0,00	1	95,509	0	0,00	0	0,00	4	163,318
Evaluación Recursos Aprovechables	2	60,844	0	0,00	4	102,309	1	40,140	0	0,00	1	47,800	8	251,093
Oceanografía	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	43,791	0	0,00	0	0,00	1	43,791
Desarrollo Tecnológico	1	50,480	0	0,00	2	91,922	0	0,00	2	84,180	1	66,842	6	293,424
Información	0	0,00	0	0,00	2	0,00	0	82,315	1	0,00	0	13,394	3	95,709
Modelación	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	13,408	2	79,384	1	25,445	4	118,237
<b>GRAN TOTAL</b>													<b>50</b>	<b>2,212,122</b>

TABLA 2.

gación y de servicios para el sector. Se espera que esta inversión conjunta del Estado, la academia y los particulares, represente en el futuro cercano un impulso a la actividad científica y, además, genere las soluciones técnicas que el sector acuacultor necesita con urgencia.

A juzgar por las propuestas presentadas al SNCT en los últimos tres años, el tema de la modelación, particularmente en la Ciénaga Grande de Santa Marta, ha atraído el interés de las diferentes instituciones (Tabla 2). Estos proyectos han sido propuestos por INVEMAR y centros de educación superior tales como Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín y Universidad del Quindío, jugando un importante papel en la generación de conocimiento integral de la Ciénaga Grande de Santa Marta y en el entendimiento de su comportamiento. Además, desde 1996, Colciencias está apoyando el estudio de la modelación numérica de la circulación costera del Caribe colombiano y su aporte al entendimiento de los procesos de transporte de contaminantes, investigación que viene realizando el CIOH.

Con relación a la financiación de proyectos según el tipo de institución, INVEMAR lleva el liderazgo con un 26% del total de proyectos aprobados en el período 1991-1996, seguido de Univalle con un 14% y del INPA con un 12%. Si bien todavía no llegan a captar altos porcentajes de los recursos del sistema, otras universidades públicas (Antioquia, Quindío, Nacional sedes Bogotá y Medellín,) han realizado en los últimos años una labor orientada hacia la

consolidación de sus grupos de investigación a través de la consecución de recursos diferentes a los propios para mantener y fortalecer su infraestructura y personal científico. La participación de ONG's y universidades privadas desde 1991 hasta la fecha ha sido fluctuante y su captación de recursos para investigación a través del SNCT es también baja.

### **IMPACTO Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN**

Es difícil evaluar el impacto real de todas estas investigaciones en el manejo de nuestras zonas y recursos marinos y/o en el incremento de productividad (ambientalmente sana) de los sectores pesquero, acuacultor y turístico del país. No existen, y es necesario diseñar, mecanismos de seguimiento del grado de utilización de toda la información producida, por las entidades públicas o privadas encargadas del manejo o de la producción, y principales usuarias potenciales del conocimiento generado. De una muestra de 32 proyectos, finalizados entre 1991 y 1995, solamente un 38 % produjeron publicaciones en revistas arbitradas y de éstos solamente un 2% publicaron resultados en revistas indizadas. Un 53% se quedó como literatura gris (tesis, informes técnicos) sin hacerse disponibles para sus potenciales usuarios o al resto de la comunidad científica para la continuidad y profundización de las investigaciones y un 9% produjo ya sea libros, manuales o atlas que fueron difundidos ampliamente. Se detecta por lo tanto la necesidad de fomentar e impulsar la divulgación de los resultados de las investigaciones en forma de publicaciones científicas.

Esta es la manera más confiable y expedita de evaluar la calidad de la investigación y de lograr que genere un impacto tanto en el fortalecimiento de la capacidad científica nacional como en el aporte al conocimiento y solución de problemas concretos. Es importante también la divulgación de los resultados hacia públicos más amplios, a través de libros, cartillas, videos, etc. para que puedan ser rápida y directamente aprovechados por los sectores acuacultor, pesquero, turístico y ambiental.

### **PARTICIPACIÓN DEL SECTOR EN EL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE INVESTIGACIÓN**

La Tabla 3 muestra la participación del sector marino en programas estratégicos para el fortalecimiento y capacitación de recursos humanos. Se nota, en general, una baja proporción en el acceso a este tipo de programas. Es notoria la ausencia total en el programa de jóvenes investigadores a pesar de ser esta estrategia una de las identificadas en el PDCTM 1990-2000 como importantes para ejecutar. De las 18 personas que están realizando actualmente estudios de posgrado en el exterior, 13 están inscritas en programas de doctorado y 5 en programas de maestría.

### **PERSPECTIVAS A MEDIANO PLAZO**

El Plan Estratégico del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar, actualmente en proceso de formulación para aprobarse durante 1997, definirá claras líneas de acción para el fortalecimiento de la capacidad de investigación marina en el país incluyendo lo relacionado con prioridades de investigación, capacitación de

**PARTICIPACIÓN DEL SECTOR MARINO EN PROGRAMAS ESTRATÉGICOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE INVESTIGACIÓN.**

**CIFRAS EN PARÉNTESIS: PORCENTAJE DEL TOTAL APROBADO PARA TODOS LOS PROGRAMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.**

PROGRAMA	NO. DE BENEFICIARIOS O DE EVENTOS FINANCIADOS									
	1992		1993		1994		1995		1996	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Jóvenes investigadores		-		-		-		-		-
Movilidad investigadores		-		-		-	2	(13.3%)	1	(7.1%)
Estímulos a investigadores		-		-	6	(4.2%)	5	(3.07%)	5	(4.2%)
Becas doctorado y maestría	2	(3%)	3	(2.6%)	2	(3.4%)	3	(2.1%)	8	(5.3%)
Asistencia a cursos		-	2	(0.5%)	2	(0.3%)	4	(0.8%)	3	(0.4%)
Pasantías generales		-		-	1	(0.1%)	2	(0.4%)		-
Realización de cursos		-		-	27	(3.7%)	40	(7.8%)	128	(16.5%)

TABLA 3.

recursos humanos, articulación interinstitucional y difusión del conocimiento. Parte fundamental de este Plan Estratégico la constituyen los Planes Operativos en los varios ecosistemas y líneas de investigación consideradas como prioritarias actualmente para el país, cuya formulación viene siendo promovida por la Oficina del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar de Colciencias y su Consejo, desde 1994. El Plan Estratégico y los Planes Operativos tienen el propósito de servir de "carta de navegación" al Consejo del Programa en la orientación y formulación de políticas y acciones para la gestión, promoción, apoyo y ejecución de los diferentes aspectos que conllevan al desarrollo y avance del sector investigativo marino. En este orden de ideas, se espera que desde el año 1997 el sector cuente con directrices claras que orienten sus acciones, racionalicen esfuerzos y recursos y motiven la generación

de proyectos de entidades del sector privado productivo, articuladas con las de investigación, en el contexto de un desarrollo sostenible.

Es claro entonces que las tendencias aquí descritas serán probablemente modificadas por las directrices determinadas en el Plan Estratégico y sus Planes Operativos, en la medida en que las líneas o disciplinas de investigación contempladas (Estructura y Función de Ecosistemas, Evaluación de Recursos Aprovechables, Calidad Ambiental, Desarrollo Tecnológico, Sistemática y Taxonomía, Biología de Organismos e Información) para los ecosistemas prioritarios objeto de estudio (arrecifes coralinos; lagunas costeras, manglares y deltas; playas y acantilados; plataforma continental, talud y Zona Económica Exclusiva; sistemas de acuicultura) y los programas de apoyo a la investigación (datos marinos, recursos humanos, infraestructura), se verán fortalecidos.

Se espera que, mediante el desarrollo y resultados de investigaciones científicas y tecnológicas prioritarias, estratégicas y de alta calidad, el sector marino se integre de manera decidida a la economía y al desarrollo sostenible del país. Para la implementación, ejecución y seguimiento de las políticas, programas y actividades específicas que conducirán al cumplimiento de esta misión, es indispensable la asociación y el concurso decidido de todos los actores (el Estado, como generador de política y ocasional ejecutor, los sectores académico, privado y la comunidad en general).<sup>(1)</sup> &

(1) Para la elaboración de este artículo, las autoras se basaron en documento borrador del Dr. Jaime Polanía (anterior Jefe del Programa de Ciencia y Tecnología del Mar de Colciencias), reorientando y ampliando el análisis temático y las conclusiones respectivas.