

# **SISTEMA DE INFORMACIÓN EVALUACIÓN Y ECOLOGÍA PESQUERA, SIEEP (VERSIÓN 1.1). ACTUALIZACIÓN PARA ESTUDIOS DE LA CAPTURA ACOMPAÑANTE EN PESQUERÍAS DE CAMARÓN**

## **FISHERIES ASSESSMENT AND ECOLOGY INFORMATION SYSTEM, SIEEP (VERSION 1.1). BYCATCH STUDIES OF SHRIMP FISHERIES UPDATE**

*Luis Orlando Duarte y Félix Cuello*

### **RESUMEN**

El Sistema de Información Evaluación y Ecología Pesquera (SIEEP) fue diseñado para validar, estandarizar y almacenar información biótica y abiótica útil en estudios ecológicos, oceanográficos y pesqueros. Dada la reconocida importancia que el análisis de la captura acompañante tiene en las pesquerías de arrastre de camarón, el SIEEP ha sido actualizado para dar cabida a los datos pesqueros y biológicos derivados del procesamiento de muestras de captura acompañante tanto a bordo como en el laboratorio. Adicionalmente, se optimizó el rendimiento de toda la aplicación, se incorporaron interfases gráficas para almacenar datos de captura, tallas y aspectos reproductivos y se optimizó el funcionamiento del sistema. La primera aplicación de esta nueva versión del sistema (V. 1.1) corresponde a la información derivada de la evaluación de la captura acompañante en la pesquería de arrastre de camarón del Mar Caribe de Colombia y de pruebas experimentales de dispositivos reductores de captura acompañante en dicha pesquería. Un total de 723 lances de pesca y 27 cruceros de investigación fueron almacenados. Se obtuvo información biológica detallada de 730 taxa, incluyendo más de 180.000 registros de tallas individuales y 84.000 pesos individuales. Una fracción importante de los datos recientes provino de la zona sur del Mar Caribe de Colombia que complementan los datos colectados de la zona norte durante años anteriores, con lo cual se establece una base informativa valiosa para el manejo integrado de los recursos pesqueros de la región. El sistema se constituye en una nueva plataforma digital para almacenar información derivada del monitoreo de la captura acompañante de camarón, útil para científicos y entidades relacionados con el estudio y manejo de los recursos marinos vivos. Contribuciones con información e iniciativas para la actualización permanente del SIEEP serán bienvenidas.

**PALABRAS CLAVE:** Sistema de Información, Manejo pesquero, Camarón, Captura acompañante, Colombia, Mar Caribe

### **ABSTRACT**

The Fisheries Assessment and Ecology Information System (SIEEP) was constructed to validate, standardize and store biotic and abiotic information for ecological, oceanographic and fisheries studies. Since bycatch studies are required in the shrimp trawl fisheries, the SIEEP has been updated to store fisheries and biological data from bycatch samples analysed on board and in laboratory. In addition, the performance of the system

#### **Dirección de los autores:**

Laboratorio de Investigaciones Pesqueras Tropicales, Universidad del Magdalena, Cr. 32 # 22-08, Santa Marta, Colombia. gieep@unimag.edu.co (L.O.D. y F.C.). Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile. luis.o.duarte@gmail.com (L.O.D.).



was optimized, interfaces for catch, size and reproductive data were included and the performance of the system was optimised. Information of the bycatch assessment in the shrimp trawl fishery of the Colombian Caribbean Sea and information of the experimental trials of bycatch reduction devises in such fishery was the first application of the new version of the system (V. 1.1). A total of 723 tows and 27 scientific cruises were stored. Detailed biological information of 730 taxa, including more than 180000 records of individual size and 84000 records of individual weights, was obtained. An important fraction of the recent data belonged from the southern fishing zone of the Colombian Caribbean Sea which complements data previously collected in the northern fishing zone, thus a valuable informative basis for the integrated management of the fisheries resources is established. The system is a new digital platform for storing data derived from shrimp bycatch monitoring, useful for scientist and institutions related with the study and management of living marine resources. Contributions with data and initiatives for the permanent update of the SIEEP will be appreciated.

**KEY WORDS:** System information, Fisheries management, Shrimp, Bycatch, Colombia, Caribbean Sea

## INTRODUCCIÓN

Las pesquerías de arrastre de camarón han sido reconocidas a nivel mundial como causantes de un fuerte impacto en los organismos marinos por el alto porcentaje de descartes que producen debido a su poca selectividad (Alverson *et al.*, 1994; Eayrs, 2005). En el área norte del Mar Caribe de Colombia se ha documentado que solamente el 11.0% en peso corresponde a camarón y el restante 89.0% está compuesto de peces e invertebrados (Viaña *et al.*, 2004), la mayoría de los cuales son desaprovechados como desarte. Adicionalmente, análisis de simulación sugieren que varios grupos de peces de importancia comercial son afectados directa o indirectamente por la pesca de arrastre de camarón en la región (Criales-Hernández *et al.*, 2006), lo cual corrobora la evidencia de que la pesca de arrastre de camarón impacta una amplia gama de especies y promueve cambios profundos en el ecosistema (Jennings y Kaiser, 1998; Hall, 1999).

La necesidad de estudios que examinen los volúmenes de captura acompañante que son extraídos por las pesquerías y de evaluaciones del efecto de la introducción de tecnologías para disminuir los efectos de las pesquerías no selectivas como son los dispositivos reductores de captura acompañante, exige que se desarrollen mecanismos de almacenamiento y búsqueda sistemática de información colectada sobre la captura acompañante. El fin último es evaluar y proponer estrategias de manejo y control integrales que aseguren la viabilidad de la pesquería de arrastre de camarón y los ecosistemas que las sostienen (Schiermeier, 2002). Este tipo de aproximaciones precisan de la recolección de información que permita la incorporación de las

dimensiones espaciales y temporales en el análisis de las interacciones bióticas y abióticas del sistema (Sherman *et al.*, 1990; Longhurst, 1998).

En respuesta a la necesidad de una plataforma digital para el almacenamiento de la información detallada sobre la captura acompañante de la pesquería de camarón, presentamos la nueva versión (V. 1.1) del Sistema de Información Evaluación y Ecología Pesquera SIEEP (Duarte *et al.*, 2005) actualizada para dar cabida a los datos pesqueros y biológicos derivados del procesamiento de muestras de captura acompañante tanto a bordo como en el laboratorio. La primera aplicación de la nueva versión del sistema corresponde al estudio de la variabilidad espacio-temporal de la captura acompañante del camarón en el Mar Caribe de Colombia y al análisis experimental de la utilización de dispositivos reductores de captura acompañante que por primera vez se realiza en este sector del país.

## ACTUALIZACIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL SIEEP

El SIEEP fue diseñado en Microsoft® Access, basado en un modelo relacional jerárquico siguiendo el método tradicional de tres esquemas: conceptual, lógico y físico (Connolly y Begg, 2002) y posibilita el almacenamiento, validación, estandarización y gestión de la información oceanográfica, ecológica y pesquera necesaria para las aproximaciones de manejo integrado de los recursos pesqueros que reclama la comunidad científica (e.g. Botsford *et al.*, 1997; Pikitch *et al.*, 2004). Está conformado por tres componentes temáticos generales, los cuales a su vez incluyen varios módulos de información: Catálogo anotado de documentos,



Información abiótica e información biótica (Detalles en Duarte *et al.*, 2005).

La actualización del sistema que se presenta aquí, se centró en el submódulo de seguimiento de flotas pesqueras perteneciente al módulo de Recursos Pesqueros que se encuentra en el componente de Información biótica (Figura 1). Se crearon tablas, formularios y búsquedas para la información de captura acompañante de la pesquería de arrastre de camarón, manteniendo las propiedades definidas en la versión original del sistema para asociar cada dato con información colateral que permite ubicarlo espacial, temporal y bibliográficamente; para controlar y filtrar los datos que los usuarios introducen para minimizar errores de digitación y facilitar la escritura; para identificar la unidad de medida e instrumento de muestreo empleados en cada dato para efectos de

comparaciones entre muestreos; para aplicar reglas de validación que garantizan la coherencia de los datos.

Se diseñaron tablas para almacenar la información biológico-pesquera de la captura acompañante procesada a bordo y de la procesada en el laboratorio, para codificar y describir el tipo de red de arrastre empleado, el tipo de dispositivo reductor de captura acompañante empleado en la red y el uso de la captura (objetivo, incidental, descarte) (Figura 2). Para optimizar el rendimiento del sistema, se programó la generación automática de un código alfanumérico que identifica cada muestra y que actúa como campo que relaciona las tablas que albergan la ubicación espacio-temporal y aspectos pesqueros de los datos con la información biológica colectada (i.e. tallas y pesos individuales por especie y muestra, uso de los individuos capturados, grado de madurez gonadal).

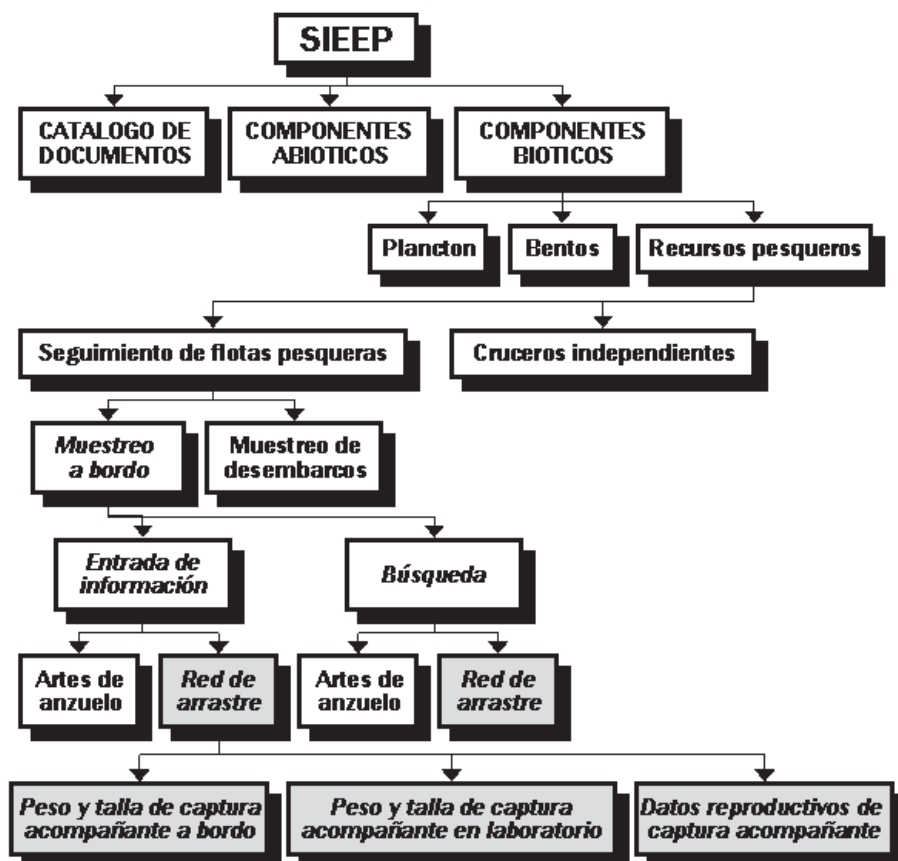


Figura 1. Arquitectura del SIEEP. Se enfatizan los módulos incorporados en la actualización del sistema



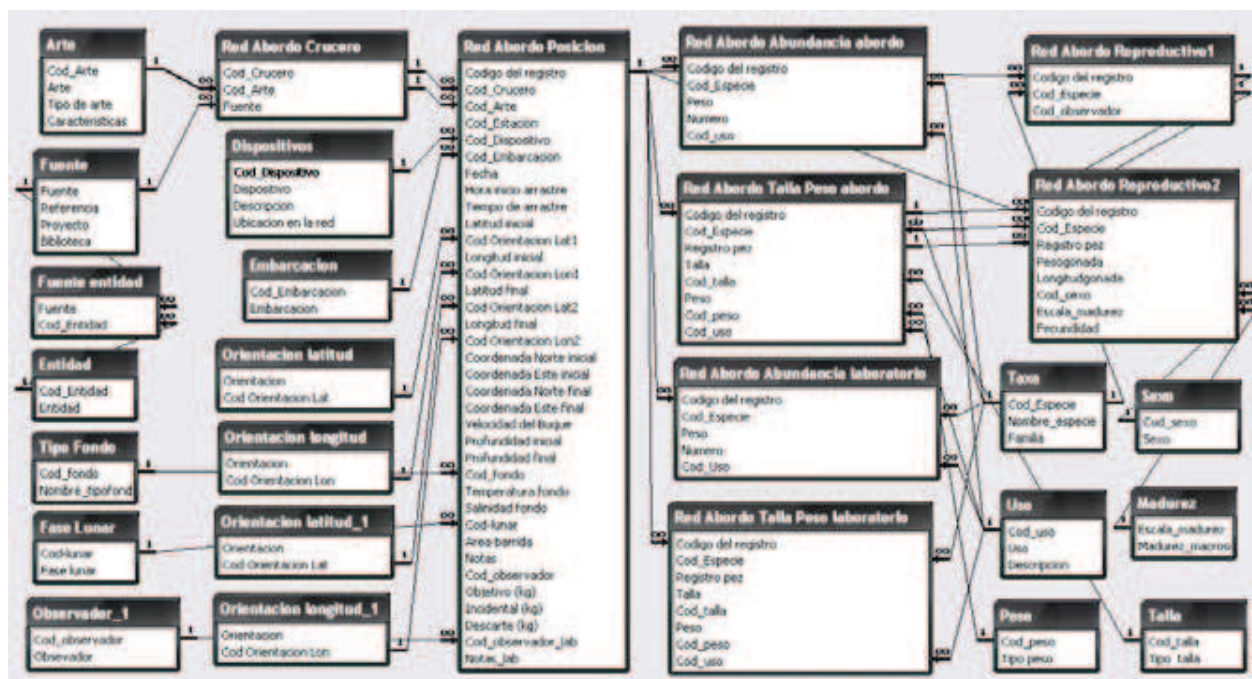


Figura 2. Detalle de las relaciones establecidas entre las tablas que conforman el módulo de muestreo a bordo, en el cual se almacena la información relacionada con captura acompañante de camarón

Adicionalmente, se incorporaron mensajes guía para que los usuarios almacenen correctamente la información, se simplificaron algunas rutinas para hacerlas más eficientes, se optimizó el rendimiento de los elementos del sistema y se mejoró el funcionamiento del sistema. Las consultas existentes en el SIEEP V 1.0 (Duarte *et al.*, 2005) que permiten obtener información referente a tallas, abundancias, y captura por unidad de esfuerzo se mantuvieron sin cambios. Los datos generados con las consultas pueden ser exportados a otros programas computacionales.

### SISTEMA DE NAVEGACIÓN

El sistema de navegación del SIEEP cuenta con una serie de interfaces gráficas que permiten un acceso fácil para que los usuarios puedan ingresar datos, explorar la información almacenada y generar búsquedas que sinteticen los datos almacenados. Adicional a esto, la aplicación posee instrucciones de seguridad para proteger la estructura interna del sistema e impedir su deterioro.

La figura 3 muestra la nueva interfase gráfica diseñada para ingresar al módulo en el cual se almacena y examina la información de muestreos a bordo de las flotas de pesca tanto de las que operan con anzuelo,

como las que operan con redes de arrastre de camarón. Los mayores cambios del sistema se registraron en los aspectos relacionados con el muestreo de las pesquerías con red de arrastre de camarón (Figura 1). A través de la interfase se puede acceder a interfaces que permiten ingresar, modificar y revisar los datos de las capturas procesadas a bordo, junto con la información colateral relacionada con la ubicación espacio-temporal del muestreo, las características tecnológicas del arte de pesca, el tipo de dispositivo reductor de captura acompañante empleado, el nombre de la embarcación y características de la maniobra, como duración y velocidad de arrastre (Figura 4). Nótese que en la interfase mostrada en la figura 4 responde a los lineamientos propuestos por Pauly (1983) para el muestreo a bordo de capturas multiespecíficas con redes de arrastre, es decir, presenta celdas para almacenar el peso total de la captura objetivo (camarón), de la captura incidental y de los descartes registrados y para los ejemplares de tamaño grande que son procesados a bordo, incluye formularios para almacenar el peso y número de individuos de cada especie, así como los datos de peso y talla individual. Los ejemplares procesados a bordo son usados como captura incidental principalmente, sin embargo algunos ejemplares son descartados a pesar de tener tamaño grande.



Figura 3. Interfase del módulo de muestreo a bordo de las flotas pesqueras. La información relacionada con la captura acompañante de camarón se incorpora en el panel de Red de arrastre

En una interfase similar a la mostrada en la figura 4 se almacena la información de la fracción de la captura que es llevada al laboratorio para su procesamiento. Dicha fracción corresponde a aproximadamente el 20% los individuos de tamaño pequeño que son descartados y que son tomados al azar de la captura homogenizada (Pauly, 1983). La información derivada del procesamiento a bordo está relacionada internamente en el sistema con la información procesada en el laboratorio, de manera que es posible generar resultados integrados de toda la captura en cada lance de pesca. A través del módulo de muestreo a bordo (Figura 3), también se puede ingresar a una interfase que almacena información reproductiva de utilidad en estudios biológicos pesqueros (sexo, estado de madurez sexual, fecundidad) de las capturas (objetivo o acompañante) registrada a bordo.

Con el propósito de evitar errores de digitación, las interfaces están diseñadas con celdas para seleccionar características tecnológicas de los muestreos (e.g. tipo de red), características de localización (e.g. orientación geográfica, tipo de fondo), características biológicas (e.g. nombre científico de las especies, tipo de talla) y destino de las capturas (i.e. tipo de uso) (Figura 4). Se incorporaron reglas de verificación para los datos y rutinas de conversión de los datos de posición geográfica

para permitir su empleo directo con programas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

#### APLICACIÓN EN LA PESQUERÍA DE ARRASTRE DE CAMARÓN DEL MAR CARIBE DE COLOMBIA

La primera aplicación de la versión 1.1 del SIEEP corresponde al estudio de la variabilidad espacio-temporal de la captura acompañante del camarón en el Mar Caribe de Colombia y al análisis experimental de la utilización de dispositivos reductores de captura acompañante que por primera vez se realiza en este sector del país (Manjarrés et al., 2006). Se almacenó la información proveniente de dos estudios, en los cuales se muestreó la captura acompañante de la flota de arrastre camaronero en aguas someras en el Mar Caribe de Colombia. En el primer estudio se muestrearon 162 lances de pesca y 12 cruceros de investigación realizados en el norte del Mar Caribe de Colombia entre enero de 2000 y mayo de 2001. En el segundo estudio, los datos se colectaron en 561 lances de pesca y 15 cruceros de investigación entre julio de 2004 y diciembre de 2005, incluyendo dos campañas (agosto y noviembre de 2005) en las que se probó experimentalmente el efecto sobre la biota del uso de dispositivos de captura acompañante (Figura 5). Se registró un total de 1268

Figura 4. Interfase de entrada de información de la captura acompañante de camarón procesada a bordo

Tabla 1. Síntesis de la información incorporada en el SIEEP (V. 1.1) relacionada con los estudios de captura acompañante de camarón en el Mar Caribe de Colombia, correspondientes a 27 campañas de muestreo con 723 estaciones en total. El número de registros está agrupado por información procesada a bordo y procesada en laboratorio (detalles en el texto)

Tipo de registro	Tipo de muestreo	
	A bordo	Laboratorio
Abundancia por especie	10450	15219
Tallas individuales	59497	124917
Pesos individuales	15097	69201
Información reproductiva	18612	

datos de profundidad entre los 12 y 70 m. Se obtuvo información biológica detallada de 730 taxa, incluyendo datos de biomasa capturada de cada especie en cada lance, registros de tallas individuales, datos de peso individual y registros con información reproductiva. Adicionalmente, se almacenaron los datos colaterales de ubicación y características tecnológicas de las maniobras de pesca en cada lance. La Tabla 1 muestra una síntesis de la información almacenada hasta la fecha

en el módulo de muestreo a bordo de la pesquería de arrastre de camarón.

Una fracción importante de los datos recientes provino de la zona sur del Mar Caribe de Colombia, atendiendo a la distribución espacial del esfuerzo pesquero durante el periodo de muestreo, los cuales complementan la información colectada en años anteriores en la zona norte (Figura 5). Se establece una base informativa valiosa para

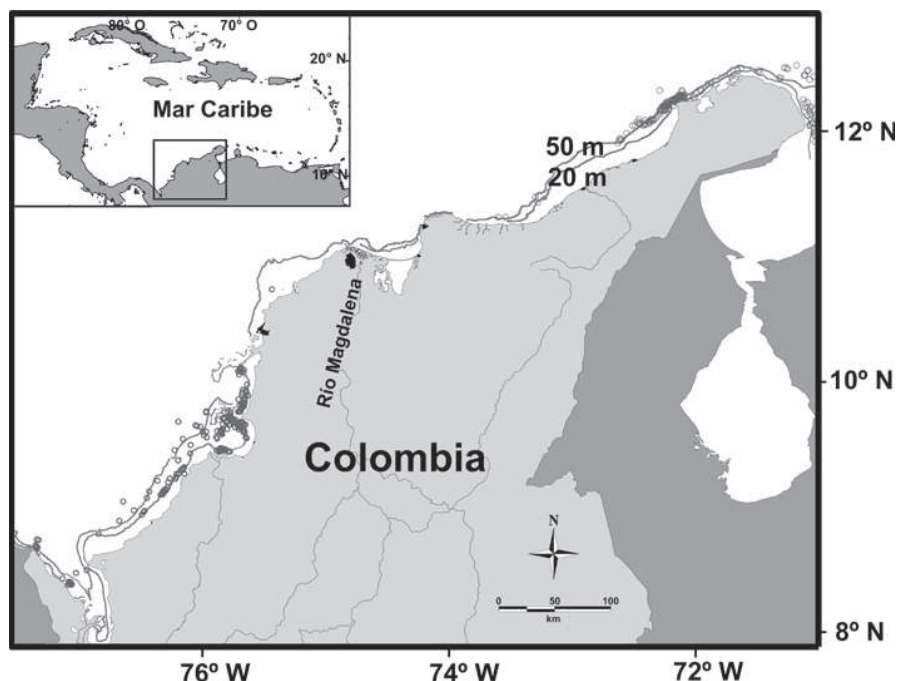


Figura 5. Lances de pesca en los cuales se muestreó la captura acompañante en la flota de arrastre de camarón en el Mar Caribe de Colombia y que se incorporaron en el SIEEP (V. 1.1). Los círculos ubicados al norte de la desembocadura del río Magdalena corresponden a lances realizados entre enero de 2000 y mayo de 2001; los círculos ubicados al sur de dicha desembocadura indican los lances muestreados entre julio de 2004 y diciembre de 2005

el manejo integrado de los recursos marinos vivos de la región, a la luz de las estrategias de manejo basadas en el ecosistema que reclama la comunidad científica (Pikitch *et al.*, 2004). Los estudios de la captura acompañante se han enfocado en especies de interés comercial, recreativo o estético (e.g. Nance y Scott-Denton, 1996); sin embargo, la alta biodiversidad que caracteriza la captura acompañante de camarón tropical implican que se examine en detalle el efecto de la pesquería sobre todas las especies de la captura acompañante para cumplir con las obligaciones legislativas. En este sentido, el SIEEP brinda la posibilidad de almacenar información detallada de la captura acompañante con alta resolución taxonómica que posibilite estudios integrales.

Los efectos perjudiciales del arrastre de fondo sobre el hábitat y las especies que no son objetivo de la pesquería han motivado a que la disminución de los niveles de captura acompañante sea una prioridad en la legislación internacional. En efecto, los países firmantes de tratados internacionales, como el código de conducta para las pesquerías responsables de la FAO o la convención de las Naciones Unidas sobre la ley del mar, adquieren

la obligación de mitigar los problemas de captura acompañante. Las entidades que realizan estudios de la captura acompañante y los organismos encargados del manejo y la administración de los recursos naturales encuentran en el SIEEP una herramienta valiosa para almacenar y analizar la información derivada del monitoreo de la captura acompañante de camarón y de experimentos que prueben el efecto del uso de dispositivos reductores de captura acompañante. El sistema se constituye en una nueva plataforma digital para almacenar información derivada del monitoreo de la captura acompañante de camarón, útil para científicos e instituciones involucradas con el estudio de los recursos marinos vivos y con la toma de decisiones sobre su uso responsable. Iniciativas globales para la reducción de captura acompañante de camarón en pesquerías tropicales (Eayrs, 2005) se beneficiarán de un esquema de almacenamiento comprensivo que facilite comparaciones entre países para la detección de patrones comunes en esta problemática.

Contribuciones con información e iniciativas para la actualización permanente del SIEEP serán bienvenidas.

## AGRADECIMIENTOS

La actualización del SIEEP se desarrolló en el marco del proyecto «Valoración biológico-pesquera y ecológica de la pesca industrial de arrastre camarero e impacto de la introducción de dispositivos reductores de fauna acompañante en el mar Caribe Colombiano» financiado por COLCIENCIAS (Cod. 1117-09-13723), Universidad del Magdalena, INCODER, Universidad Nacional de Colombia y GEF/FAO (Proyecto EP/GLO/201/GEF). LOD recibió financiamiento adicional de la Comunidad Europea (Proyecto INCOFISH, Cod. 003739). Jairo Altamar, Fabián Escobar, Paul Gómez, Daniel Pérez, Kenys Tejada y Javier Sánchez contribuyeron con la colecta, procesamiento, depuración y almacenamiento de los datos.

## BIBLIOGRAFÍA

Alverson, D.L., M.H. Freeberg, S.A. Murawski y J.G. Opo. 1994. A Global assessment of fisheries bycatch and discard. *FAO Fish. Tech. Pap.* 339: 1-233.

Botsford, L.W., J.C. Castilla y C.H. Peterson. 1997. The management of fisheries and marine ecosystems. *Science* 277: 509-515.

Connolly, T. y C. Begg. 2002. *Database Systems. A Practical Approach to Design, Implementation and Management*. Tercera edición. Addison-Wesley, Boston, 1236 p.

Criales-Hernández, M.I., L.O. Duarte, C.B. García, C. B. y L. Manjarrés. 2006. Ecosystem impacts of the introduction of bycatch reduction devices in a tropical shrimp trawl fishery: Insights through simulation. *Fish. Res.* 77: 333-342.

Duarte, L.O., J. Altamar y F. Escobar. 2005. Hacia un esquema integrado para el almacenamiento y análisis de información oceanográfica, ecológica y pesquera: sistema de información evaluación y ecología pesquera, SIEEP. *Rev. Intropica* 2: 35-50.

Eayrs, S. 2005. *A Guide to Bycatch Reduction in Tropical Shrimp-Trawl Fisheries*. FAO, Roma, 110 p.

Hall, S.J. 1999. *The effects of fishing on marine ecosystems and communities*. Blackwell Science, Londres, 274 p.

Jennings, S. y M.J. Kaiser. 1998. *The effects of fishing on marine ecosystems*. *Adv. Mar. Biol.* 34: 201-352.

Longhurst, A.R. 1998. *Ecological Geography of the Sea*. Academic Press, San Diego, 398 p.

Manjarrés, L., L.O. Duarte, C. García, J. Alatar, F. Cuello, F. Escobar, P. Gómez, H. Zuñiga, J. Paramo, J. Viaña, D. Perez, K. Tejada, J. Sanchez, N. Correa y E. Egurrola. 2006. Valoración biológico-pesquera y ecológica de la pesca industrial de arrastre camarero e impacto de la introducción de dispositivos reductores de fauna acompañante, en el mar Caribe colombiano. Universidad del Magdalena, Universidad Nacional de Colombia, Colciencias, Incoder. Santa Marta, 363 p.

Nance, J.M. y C. Scott-Denton. 1996. Bycatch in the Gulf of México Shrimp Fishery. En: Hancock, D.A., D.C. Smith, A. Grant y J.P. Beumer. *Developing and Sustaining World Fisheries Resources, the State of Science and Management*, 2nd World Fisheries Congress Proceedings. CSIRO Publishing, Sydney: 98-102.

Pauly, D. 1983. A selection of a simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Circ.* 729: 1-54.

Pikitch, E.K. et al (16 autores). 2004. *Ecosystem-Based Fishery Mangement*. *Science* 605: 346-347.

Schiermeier, Q. 2002. How many more fish in the sea? *Nature* 419: 662-665.

Sherman, K., L.M. Alexander y B.D. Gold, eds. 1990. *Large marine ecosystems: patterns, processes and yields*. AAAS Press, Washington, 242 p.

Viaña, J., A. Medina, M. Barros, L. Manjarrés, J. Altamar y M. Solano. 2004. Evaluación de la ictiofauna demersal extraída por la pesquería industrial de arrastre en el ara norte del Caribe Colombiano (enero/200-junio2001). En: Manjarrés, L. (Ed) *Evaluación de las pesquerías demersales del área norte del Caribe Colombiano y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo*. Universidad del Magdalena, Santa Marta: 115-151.

Fecha de recepción: 27/06/06

Fecha de aceptación: 22/08/06