

## **DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PÚBLICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL MARINO-COSTERA (SIPIAM) EN DOMINICA Y NICARAGUA**

S. C. C. Steiner<sup>1,2</sup>, A. Molina<sup>2</sup>

ITME Research Reports – Number 32\*  
January 2012

<sup>1</sup>Institute for Tropical Marine Ecology, P.O. Box 36, Roseau, Commonwealth of Dominica

<sup>2</sup>Centro de Investigación de Sistemas de Información Geográfica, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua, [lilam7@yahoo.com](mailto:lilam7@yahoo.com)

\* Presented at: 1 Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales (GIAL) Cádiz, Spain, January 27, 2012

## DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PÚBLICO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL MARINO-COSTERA (SIPIAM) EN DOMINICA Y NICARAGUA

S. C. C. Steiner<sup>1,2</sup>, A. Molina<sup>2</sup>

1. Institute for Tropical Marine Ecology, Roseau, Dominica, Trostgasse 16, 2500 Baden, Austria, [scc.steiner@itme.org](mailto:scc.steiner@itme.org)

2. Centro de Investigación de Sistemas de Información Geográfica, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua, [lilam7@yahoo.com](mailto:lilam7@yahoo.com)

**Palabras clave:** ambientes marino-costeros, información, conocimiento

### RESUMEN

El acceso a información ambiental es elemental en el manejo de recursos naturales del litoral. Esto incluye la divulgación de datos científicos fuera de los foros técnicos, con la incorporación del conocimiento local y en un lenguaje fácilmente entendible por un público amplio. De otro modo, se perpetúa una gran desigualdad de información entre investigadores, usuarios de recursos naturales y los cuerpos de manejo ambiental, resultando en estudios científicos redundantes y procesos lentos y costosos en el establecimiento de estrategias de conservación. Para empoderar comunidades costeras en Dominica, S. Steiner ha desarrollado un Sistema Público de Información Ambiental Marino-Costera (SIPIAM) en 2007, a través del Instituto de Ecología Marina Tropical (ITME). Este sistema contiene una base de datos sobre los hábitats marinos de la isla, que se presentan en [www.itme.org/mhdm](http://www.itme.org/mhdm). La información está basada en estudios científicos y en el conocimiento local, y está organizada sistemáticamente según regiones costeras y tipos de hábitats marinos. Además ha demostrado la gran inexactitud de previos informes nacionales e internacionales sobre la distribución de ecosistemas marinos de Dominica. En 2011 se inicia un proyecto similar en Nicaragua, en colaboración con el Centro de Investigación en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Los primeros resultados incluyen una base de datos para tres regiones del litoral pacífico de Nicaragua, accesible por [www.itme.org/mhni](http://www.itme.org/mhni). A base de estos dos estudios de caso (insular y continental) se comparan los procesos principales y los formatos metodológicos en el desarrollo de un SIPIAM.

### INTRODUCCIÓN

El manejo sostenible de ambientes marino-costeros, está fundamentado en el conocimiento científico de sus componentes bióticos y abióticos, así como en el conocimiento tradicional de sus usuarios. Sin embargo, los resultados de las investigaciones científicas son divulgados principalmente en foros científicos, a menudo sin la incorporación del conocimiento local, ni con una síntesis para su implementación práctica en comunidades o estructuras gubernamentales costeras. Por lo tanto, se perpetúa una gran desigualdad de información entre investigadores, usuarios de recursos naturales y los cuerpos de manejo. Esto resulta en procesos lentos y costosos en el desarrollo de estrategias de manejo de zonas litorales, pero también en una redundancia de estudios científicos, cuando existen el financiamiento y la capacidad técnica para ellos.

Cada región o país tiene circunstancias geográficas, históricas, políticas y socio-económicas, que complican o simplifican una mejoración de esta situación. Consecuentemente, es imperativo considerar estas características en el desarrollo y la implementación de mecanismos para el manejo de recursos costeros. Tal acercamiento multidisciplinario obviamente requiere una alta iniciativa cívica y política, lo que representa un reto considerable. Sin embargo, los nuevos medios de información, como el internet, ofrecen oportunidades significantes y sin precedente, para compartir información ambiental con un público amplio.

Con el objetivo de empoderar a las comunidades costeras, al ofrecerles autonomía informativa, Sascha Steiner desarrolló un Sistema Público de Información Ambiental Marino-Costera (SIPIAM) en Dominica, Antillas Menores (Fig. 1), que se ha implementó en el 2007 a través del

Instituto de Ecología Marina Tropical (ITME, Institute for Tropical Marine Ecology). Este sistema es de libre acceso vía [www.itme.org/mhdm](http://www.itme.org/mhdm) y contiene una base de datos sobre la distribución y de ambientes marinos y sus características, que se presenta en un lenguaje fácilmente entendible. La información está basada en trabajos científicos, tanto como en el conocimiento local, y está organizada sistemáticamente según regiones costeras y tipos de hábitat marinos. Además incorpora todos los informes relevantes en forma centralizada.

En 2011 se comienza implementar algo similar en Nicaragua (Fig. 1), con la colaboración entre ITME y el Centro de Investigación en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Los primeros resultados incluyen una base de datos parcial para el litoral pacífico de Nicaragua, accesible vía [www.itme.org/mhni](http://www.itme.org/mhni). Aquí presentamos los procesos principales en el desarrollo y la implementación de tales sistemas y como se pueden aplicar en otros lugares. A base de estos dos estudios de caso, se comparan los formatos logísticos y metodológicos para un SIPIAM en litorales insulares y continentales.



Figura 1. Región Mesoamericana y Caribeña

## CASO DE ESTUDIO INSULAR, DOMINICA

### Antecedentes

Dominica es una isla volcánica, de aproximadamente 750km<sup>2</sup> (Fig. 2). En términos geológicos, es una isla joven, con la mayoría de su terreno originando en el Plioceno. Tiene un alto relieve terrestre con picos hasta 1,300 m de altura y un litoral muy angosto y un sublitoral de pocos cientos de metros. Esto hace que los ambientes marino-costeros estén muy cerca al los centros de población en los que se encuentra la mayoría de los 69,000 habitantes (Censo 2001). La población ha disminuido desde su máximo (cerca de 80.000) en los 1960s, pero su impacto ambiental ha aumentado con un estilo de vida más moderno. Existen dos áreas protegidas marinas (Fig. 2), pero están fundamentados en razones económicas (turismo), no ecológicas (biodiversidad), y la implementación de las leyes asociadas es mínima.

Entre los impactos crónicos naturales se incluye, la introducción de altos niveles de sedimentos terrestres durante tormentas. Dado que el sublitoral es angosto, el oleaje generado por tormentas y huracanes no está disipado y suele ser muy destructivo para los hábitats marinos y las zonas costeras. También faltan otras estructuras como arrecifes coralinos de barrera o bosques de mangle que frenen estos disturbios. Los impactos crónicos antropogénicos, incluyen la sobrepesca, la

alteración o destrucción de ambientes marinos a través de la construcción de carreteras costeras, defensas contra la penetración del mar y muelles, la contaminación de aguas costeras con desperdicios sólidos y líquidos como fertilizantes y pesticidas, y el aumento de sedimentación como consecuencia de la deforestación. Aunque la pesquería epipelágica y béntica del sublitoral es artesanal, se practica

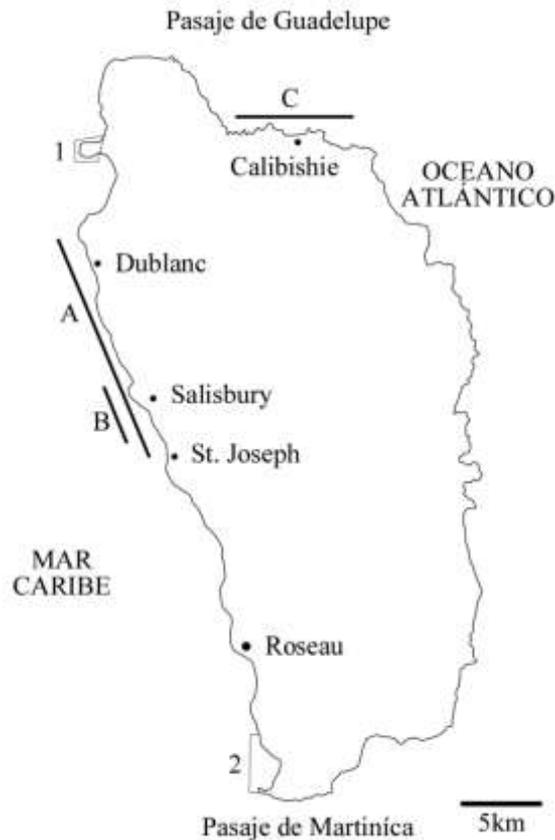


Figura. 2. La distribución de los hábitats marinos mejor desarrollados, considerando toda Dominica. Pastos marinos en las regiones A y C, arrecifes coralinos en las regiones B y C. Áreas protegidas Cabrits (1) y Scott's Head / Soufriere (2).

desde hace cientos de años con varias técnicas como redes, trampas y anzuelos. Más recientemente también se usan arpones de mano. Todo esto ha llevado a un estado sobre-explotado e insostenible, confirmado por el Departamento de Pesquería en Dominica (Government of Dominica 2005). A pesar de cooperaciones técnicas con Japón, los datos analíticos de la explotación pesquera, permanecen inaccesibles al ciudadano de Dominica.

Dominica tiene una breve historia de investigaciones científicas sobre ambientes marino-costeros. En parte esto es debido a la falta de instituciones académicas en ciencias ambientales. Por otro lado, el acceso a Dominica siempre ha sido difícil y costoso, por lo que pocos investigadores marinos llegaron a la isla. Entre ellos están Grieve (1909) y cinco décadas después Taylor (1960) y Taylor y Rhine (1970) que estudiaron algas marinas. Los Estudios Biológicos de las Expediciones Bredin-Archbold-Smithsonian en los 1960s, incluyó una primera ola de estudios marinos y publicaciones sobre esponjas (Rützler 1971), crustáceos (Porter 1966, Kristeuer 1967, Ross 1968, Raymond 1970). En las siguientes tres décadas, solo tres informes sobre arrecifes coralinos surgieron (Summers 1985, Judge *et al.* 1987, Weyerman *et al.* 1996). Otros datos sobre arrecifes coralinos publicados en una comparación regional por Smith *et al.* (1997), y Bruke y Maidens (2003), no pudieron ser comprobados en los trabajos que les siguieron.

Una segunda ola de investigaciones comenzó en 1999 con el establecimiento del ITME en Dominica. Investigaciones científicas enfocaron en arrecifes coralinos (Steiner 2003), patología de corales (Borger 2004, 2005, Borger y Steiner 2005), el blanqueamiento de corales (Steiner y Kerr 2008), la abundancia del erizo *Diadema antillarum* (Steiner y Williams 2005a, 2005b), la distribución de pastos marinos (Steiner *et al.* 2010), y la distribución de la especie invasiva de pastos marinos *Halophila stipulacea* (Willette y Ambrose 2010). El estudio más grande sobre la distribución de hábitats marinos se llevó a cabo en 2007 por Steiner y Willette (2009), incluyendo 1,814.7ha a lo largo de 172.4km de la costa. A base de este estudio se empezó a construir una base de datos sobre los ambientes béticos de la isla en 1997 ([www.itme.org/mhdm](http://www.itme.org/mhdm)). Más de 50 informes adicionales generados por investigadores del instituto en esta época, sobre varios aspectos y organismos de arrecifes coralinos de Dominica fueron hechos accesibles a través de [www.itme.org/reports.htm](http://www.itme.org/reports.htm).

### Proceso de desarrollo

El sistema público de información ambiental marino-costera para Dominica, se construyó en 11 pasos principales (Tabla 1). Dado la breve historia de investigaciones marinas, la gran mayoría de las publicaciones e informes ya se encontraban en el ITME, facilitando un proyecto intra-institucional. Por el angosto sublitoral y su alta inclinación, el área considerado en estas evaluaciones fue entre la marca de la marea mediana y 300 metros hacia el mar. Para facilitar la catalogación de datos existentes, tal como la planificación de nuevos estudios ambientales, la costa de Dominica fue dividida en seis regiones. Los criterios utilizados para esta división fueron, la orientación de la costa hacia el Atlántico, el Caribe, y los pasajes hacia la islas vecinas, más la heterogeneidad de los ambientes marinos y la cantidad de informes existentes. En general, se delinearon aéreas relativamente pequeñas donde existe alta heterogeneidad ambiental o donde muchos estudios se habían hecho. La delineación de áreas con baja heterogeneidad ambiental o pocos estudios, resulto en aéreas comparativamente grandes (Steiner y Willette 2010). Para asegurar le replicabilidad de este proceso, se eligieron puntos geográficos para la delineación de las áreas, que fuesen fácilmente encontrados. Por ejemplo la desembocadura de un río o afloramientos rocosos marcantes a lo largo de la costa. Las coordenadas de estos puntos se anotaron.

Tabla 1. Puntos principales en el desarrollo de SIPIAM en Dominica y Nicaragua  
Aspectos solo implementados en Dominica son marcados \*

- 
1. Compilación de datos existentes sobre ambientes marinos en forma de: (a) publicaciones científicas, (b) datos y observaciones científicas no publicadas, y (c) informes, conocimiento local y histórico
  2. Identificación de los tipos principales de ambientes marinos o hábitats
  3. Identificación de áreas no estudiadas o no documentadas
  4. Delineación de áreas costeras para catalogización de datos y informes a través de la selección de: (a) puntos geográficos fácilmente identificados y encontrados, (b) áreas con alta y baja heterogeneidad ambiental, y (c) áreas de particular interés por peculiaridades ambientales, sus recursos naturales, conflictos entre usuarios, o alta biodiversidad
  5. Catalogización sistemática de los datos y informes existentes según (a) regiones, (b) hábitats, y (c\*) grupos taxonómicos
  6. Identificación de áreas para nuevos estudios
  7. Desarrollo e implementación de metodología para nuevas investigaciones (a) cuantitativas y (b) cualitativas en el campo, y (c) usando información georeferenciada. Investigaciones de campo incluyen buceos y asesorías usando apnea.
  8. Clasificación sistemática de los nuevos datos según (a) regiones, (b) hábitats, y (c\*) grupos taxonómicos
  9. Traducción de datos ambientales hacia información y mapas
  10. Síntesis narrativa en forma de resúmenes para cada región y hábitat marino, con enlaces a copias de publicaciones e informes
  11. Organización de información para la construcción de una base de datos accesible al público
- 

La presencia y distribución de ambientes marinos, según trabajos publicados o informes y datos no publicados, fueron incorporadas en la construcción de mapas de la costa de Dominica. Así se hizo evidente cuáles regiones no habían sido investigadas. Este proceso dio inicio al desarrollo de

nuevos estudios ambientales cualitativos y cuantitativos. Las metodologías utilizadas en los estudios ambientales están resumidas en Steiner y Willette (2010). Hay que aclarar que cada tipo de hábitat (arrecife coralino, pasto marino, fondos rocosos o arenosos) o grupo de organismos observados, requiere su propia metodología, según las dadas posibilidades logísticas y técnicas. No existe un solo patrón y es esencial que investigadores se suscriban a una gran creatividad para ejecutar estos estudios. Independientemente de que metodología se utilice, es importante que sea estandarizada, que se aplique consistentemente, y que genere resultados para la continuada construcción de mapas sobre la distribución de los ambientes del litoral. El uso de imágenes generadas por satélites es una gran ventaja.

Una vez completado el mapa de los ambientes litorales de Dominica ([www.itme.org/data](http://www.itme.org/data)), se escribieron resúmenes narrativos para cada región y para cada tipo de ambiente o ecosistema. Los resúmenes se organizaron jerárquicamente como está ilustrado en la Tabla 2 y hecho accesible al público en [www.itme.org/mhdm](http://www.itme.org/mhdm). Datos crudos relacionados a la construcción de mapas y resúmenes se depositaron para libre acceso en [www.itme.org/data](http://www.itme.org/data).

Tabla 2 Estructura jerárquicamente de un SIPIAM a través de un sitio web. Los detalles de la información ambiental aumentan del nivel 1 hacia el nivel 4.

| Nivel 1  | Nivel 2   | Nivel 3  | Nivel 4  |
|--|---|--|--|
| Portal   | Opciones  | Repositorios de resúmenes  | Repositorios de mapas, documentos y datos crudos       |
| Introducción con un índice de enlaces hacia cada opción en el nivel 2. | <b>Información Ambiental Marino-Costera</b>                                 |  |  |
|  | Regiones (Lista de las regiones delineadas con enlaces a nivel 3.)          | Descripción de cada región con enlaces hacia las descripciones y definiciones de hábitats en el nivel 3 y mapas regionales en el nivel 4 | Mapas para cada región con la distribución de hábitats |
|  | Hábitats (Lista de los hábitats con enlaces a nivel 3.)                     | Descripción de cada hábitat con enlaces hacia su distribución en las regiones en el nivel 3 y mapas en el nivel 4                        | Mapas de distribución para cada tipo de hábitat        |
|  | Grupos Taxonómicos (Listas de taxa en categorías altas como filos o clases) | Listas de especies de cada grupo mencionado en el nivel 2  | ---  |
|  | Bibliografía de informes y documentos.                                      | ----   | Copias de documentos                                   |
|  | Datos crudos (índice con enlaces hacia copias de documentos)                | ----   | Documentos suplementarios y con datos crudos           |
|  | <b>Información Adicional</b>  |  |  |
|  | Antecedentes  | ---  | ---  |
|  | Tutoriales (índice de modos de empleo del SIPIAM)                           | Instrucciones para cada caso ejemplar  | ---  |
|  | Contribuyentes (lista)  | ---  | ----   |
| Estatus (resúmenes periódicos)   | ---   | ---  |  |

Entre los resultados de este proceso se encuentra el establecimiento de las coberturas bénticas de los ecosistemas construidos por organismos (Fig. 2); los arrecifes coralinos (72ha) y los pastos marinos (265ha). Junto con su distribución geográfica, estos resultados desaprobaron informes previos que indicaron una cobertura béntica de arrecifes de unos 700 ha (Bruke y Maidens 2004), y de pastos marinos donde no existen (Green y Short 2003). Obviamente no eran a base de estudios de campo, pero sin embargo siguen siendo utilizadas en documentos oficiales. Los detalles de estos y otros resultados de las investigaciones para el SIPIAM de Dominica se encuentran en Steiner y Willette (2010).

## CASO DE ESTUDIO CONTINENTAL, PACÍFICO NICARAGÜENSE

### Antecedentes

Nicaragua, situada en Mesoamérica, presenta una situación muy distinta a la de Dominica. Su territorio nacional esta reportado con 130,373km<sup>2</sup>. La gran mayoría de su población de 5.6 millones (Censo 2005) se encuera en centros urbanos y pocos están en la costa. También existe una gran diferencia entre el litoral de sus costas pacíficas y caribeñas. Las zonas costeras del Pacífico Nicaragüense son caracterizadas por cambios climáticos pronunciados entre sus temporadas secas y lluviosas, y un sublitoral arenoso en la mayoría de su extensión, que llega hasta 80km de la costa. Arrecifes coralinos son escasos, con una distribución puntual hacia el sur, donde sustratos rocosos ofrecen la estabilidad necesaria. Pastos marinos no se habían documentado antes de este proyecto. Manglares están mejor desarrollados en los departamentos de Chinandega y León. Por otro lado las costas del Caribe están caracterizadas por extensas selvas tropicales y sistemas de agua dulce con bosques de mangle en lagunas y esteros. Con una precipitación mucho más alta que en el Pacífico, sus cambios estacionales son también pronunciados por el impacto de huracanes (Pérez 2010). El sublitoral llega hasta 200km de la costa, y contiene los grupos de islas y cayos Miskitos, las Perlas y las Islas del Maíz con arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares. Hasta hoy un SIPIAM se ha desarrollado solo para partes de la costa pacífica y solo se presentan resultados de estas zonas de aquí en adelante.

Los impactos crónicos naturales incluyen, la introducción de altos niveles de sedimentos terrestres, principalmente durante la temporada lluviosa. Maremotos representan impactos erosivos esporádicos, mientras que cambios drásticos en las temperaturas de aguas superficiales ocurren durante los eventos de El Niño y La Niña (Pérez 2010). Impactos crónicos antropogénicos, incluyen la sobrepesca, la contaminación de aguas costeras con desperdicios sólidos y líquidos como fertilizantes y pesticidas, y el aumento de sedimentación resultando como consecuencia de deforestación terrestre o la deforestación legal e ilegal en manglares (com.pers. O. Gonzales). La pesquería del norte es principalmente de peces y camarones. En el sur, la mayoría de la pesca está enfocada en peces.

A pesar de una larga presencia de universidades e investigación científica, pocos estudios se han dedicado a las zonas del litoral y estudios marinos son escasos. Los que existen son sobre las aguas caribeñas incluyendo los trabajos de Fonseca (2008), Hine *et al.* (1988), Murray y Young (1985), Phillips (1982) y Ryan *et al.* (1993, 1998). Hasta hoy no se han creado infraestructuras o programas académicos en ciencias marinas. Además los informes relacionados a ecosistemas y organismos del litoral pacífico se encuentran en manera descentralizada. Actualmente, la institución nicaragüense más activa al respecto es el Centro de Ecosistemas Acuáticos, de la Universidad Centroamericana en Managua.

Existen dos repositorios relevantes de información ambiental, aunque no están directamente relacionados a hábitats marinos. Uno se encuentra en el Sistema Nacional de Información Ambiental ([www.snia.net.ni](http://www.snia.net.ni)) puesto en línea por el gobierno nicaragüense. Este sito ofrece herramientas como una colección de mapas ambientales ([www.snia.net.ni/mapoteca.html](http://www.snia.net.ni/mapoteca.html)), pero le falta la interpretación de datos tal como resúmenes para un público general. El otro, Bionica ([www.bionica.info](http://www.bionica.info)), trata de la biodiversidad de insectos y fue desarrollado por el entomólogo Jean-Michel Maes.

### Proceso de desarrollo

Los retos en el desarrollo de SIPIAM en Nicaragua, son la longitud de la costa, el difícil acceso a la mayoría de las zonas costeras, la falta de infraestructuras para el estudio de ambientes

marinos, y localizar estudios previos relevantes. Estos obstáculos se enfrentaron con un taller organizado por CSIG de la UNAN León, en con la meta de investigar y documentar la distribución de ambientes marinos en los departamentos de Chinandega, León, y Rivas (Fig. 3). El taller siguió la estructura de los pasos utilizados en Dominica, con algunas excepciones (Tabla 1). Para facilitar la colecta de información no publicada, se utilizaron cuestionarios mandados a investigadores interesados en compartir sus observaciones. Para compartimentizar la catalogización de datos existentes y la planificación de nuevos estudios, la costa pacífica fue dividida según los departamentos legislativos. Utilizando los mismos criterios utilizados en Dominica, seis subregiones se delinearon en el departamento de Chinandega y dos regiones en cada uno de los departamentos de León y Rivas. Los tipos de hábitat existentes, se clasificaron según el conocimiento local de los participantes del taller. En Chinandega y León, imágenes de satélite se georeferenciaron durante excursiones terrestres, mientras que buceos fueron ejecutados en Rivas.



*Figura 3. Regiones consideradas en el SIPIAM de Nicaragua. Chinandega y León con los manglares mejor desarrollados (A). Rivas con comunidades epibénticas, sésiles, incluso arrecifes coralinos, en sustratos rocosos (B). Reservas Naturales (1) Estero Padre Ramos y (2) Isla Juan Venado, Reservas Biológicas Rio Escalate-Chococente (3) y La Flor (4).*

Entre los resultados principales están la distribución de manglares característica para el pacífico nicaragüense. Dado el fuerte oleaje y la amplitud de las mareas en esta zona, los manglares no están directamente expuestos a la costa. Se han establecido detrás de barreras arenosas cuya presencia cree un ambiente más protegido. En Chinandega y León, donde están mejor desarrollados, también están asociados a las desembocaduras de ríos aunque pocas de estas cargan agua durante todo el año. En Rivas son escasos, con una distribución puntual que coincide con la presencia de salinas y desembocaduras temporales.

La presencia de solo una especie de pasto marino (*Halophila baillonis*) se documentó en Rivas. Previamente no era documentado en Nicaragua. No se encontraron llanuras de pastos marinos. Rivas, con extensas áreas de zonas rocosas, en el sublitoral cercano a la costa, da el sustrato para organismos epibénticos sésiles. La gran abundancia de invertebrados filtradores como esponjas y tunicados es característica para esta zona expuesto a afloramientos marinos. También existen comunidades coralinas, lo que fue reportado por Buitrago *et al.* (2009) y Alvarado *et al.* (2011), y que se comprobó durante el taller del SIPIAM en el mismo año. Las comunidades coralinas, presentan una distribución puntual y una cobertura béntica muy limitada.

## **BENEFICIOS Y LIMITACIONES**

Las experiencias de estos dos proyectos nos han mostrado que la construcción de un SIPIAM se puede organizar y ejecutar sin grandes recursos de alta tecnología. Es decir, no es un privilegio de regiones con altos niveles de desarrollo, sino una opción para todos los que se dediquen al libre acceso de información ambiental, basado en la catalogización sistemática de conocimiento local y estudios ambientales. El SIPIAM es una herramienta de múltiples usos. Aquí mencionamos algunos ejemplos. Maestros y maestras en todos los niveles de educación la pueden usar para diseñar planes de estudios académicos. Con solo el acceso a internet, escuelas en centros regionales y áreas rurales tienen acceso a estas informaciones. Investigadores pueden orientarse para no repetir trabajos que ya se han hecho, y así darle más importancia a nuevos estudios. Nuevos datos pueden ser sometidos y añadidos al SIPIAM para darles un uso más amplio. En cuanto a la conservación de recursos naturales, el SIPIAM se puede usar en la promoción de turismo ambiental. Pero también ofrece posibilidades en la justificación y formulación de movimientos en contra de proyectos de desarrollo destructivo. En ambos casos, comunidades costeras, o micro empresas, tendrían acceso a información ambiental para defenderse de proyectos con impactos ecológicos o socio-económicos negativos o para promover proyectos alternativos y sostenibles. Además, al SIPIAM se pueden añadir otros aspectos, como información socioeconómica o etnológica.

Claramente, la capacidad técnica local es un requisito esencial y puede ser una de las limitaciones para iniciar un SIPIAM. Sin embargo, si no existe a nivel regional, es probable que exista a nivel nacional. Cooperaciones multi-institucionales son un mecanismo para enfrentar estos problemas, tal como limitaciones en la capacidad logística (transporte, buceo y botes) y financiera. Tal vez la limitación más grande se encuentra en la iniciativa académica, cívica y política. Donde no existen, son difíciles a combatir. Finalmente, el desarrollo y la implementación de un SIPIAM, no da garantía que se use a nivel local donde más importa. De hecho, los sistemas de Dominica son más utilizados por extranjeros que por residentes, a pesar del amplio acceso a internet. En Nicaragua la situación es similar. Mientras que el acceso a internet de la población no es tan desarrollado como en Dominica, está bien desarrollado en las amplias estructuras universitarias con un cuerpo estudiantil sustancial, pero el SIPIAM, hasta hoy, principalmente es utilizado por extranjeros.

## **CONCLUSIÓN**

Obviamente es difícil resumir el desarrollo de un SIPIAM en esta breve comunicación para el Primer Congreso Iberoamericano de Áreas Integradas del Litoral, pero esperamos que hayamos podido inspirar a otros, a que se dediquen a los conceptos presentados aquí. Tal vez el paso más importante es enfrentar el hecho de que la gran mayoría de los resultados de investigaciones científicas sobre organismos, ecosistemas y recursos marino-costeros, permanecen en círculos académicos, donde reciben muy poca aplicación en la vida real. Usando ideas presentadas aquí, no hay límite a la creatividad de investigadores para mejorar esta situación. Trabajos completados pueden ser catalogados e interpretados para un público diverso de usuarios de recursos naturales. Estudios nuevos pueden ser incorporados al SIPIAM y así contribuir a la construcción de un conocimiento ambiental complementario.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de los participantes y organizadores del taller SIPIAM, 28.3 – 8.4.2011, UNAN, León. Los trabajos en Rivas se realizaron gracias a la cooperación de J. Cortés y su equipo, Universidad de Costa Rica, y de Paso Pacífico, Nicaragua. El continuo mantenimiento del SIPIAM en línea es brindado por ITME.

## REFERENCIAS

- Alvarado, J.J., A. Ayala, A. Álvarez del Catillo-Cárdenas, C. Fernández, J. Aguirre-Rubí, F. Buitrago y H. Reyes-Bonilla, 2011, Coral communities of San Juan del Sur, Pacific Nicaragua. *Bull. Mar. Sci.* 87:129-146
- Borger, J.L., 2003, Three scleractinian coral diseases in Dominica, West Indies: Distribution, infection patterns and contribution to coral tissue mortality. *Rev. Biol. Trop.* 81: 25-38
- Borger, J.L., 2005, Dark Spots Syndrome: A scleractinian coral disease or a general stress response? *Coral Reefs* 24: 139-144
- Borger, J.L., y S.C.C Steiner, 2005, The spatial and temporal dynamics of coral diseases in Dominica. *West Indies, Bull. Mar. Sci.* 77: 137-154
- Bruke, L. y J. Maidens, 2004, Reefs at risk in the Caribbean. World Resources Institute, Washington D.C., USA
- Buitrago, F., E. Castañeda, P. Barahona, A. García, J. Urtega, M. Pérez, P. Torres y B. Muller, 2009, Evaluación ecológica rápida del área árino-costero “La Anciana”. Ministerio del Ambiente y Los Recursos Naturales, Fondo Natura, Servicio Alemán de Cooperación Técnica, y Fauna y Flora Internacional. Informe Técnico, Managua, Nicaragua.
- Fonseca, A.C., 2008, Coral Reefs of Muskitus Cays, Nicaragua. *Gulf and Caribbean Research.* 20: 1-10
- Green, E.P. y F.T. Short, 2003, *World atlas of seagrasses.* University of California Press, 298p.
- Government of Dominica, 2005, *Dominica’s Biodiversity Strategy Action Plan,* Government of Dominica, Roseau, Commonwealth of Dominica. 71p
- Hine, A. C., P. Hallock, M.W. Harris, M.T. Mullins, D.F. Belkamp y W.C. Jaap, 1988, *Halimeda* bioherms along an open seaway: Miskito Channel, Nicaragua Rise, SW Caribbean Sea. *Coral Reefs* 6:173-178
- Judge, J.G., A. Madisetti y B.M.H. Walter, 1987, *Dominica Expedition 1987,* 80p
- Kristeuer, E., 1967, Bredin-Archbold-Smithsonian Biological Survey of Dominica. 3. Marine archiannelids from Dominica. *Proceedings of the United States National Museum,* 123(3610): 1-6
- Murray, S.P. y M. Young, 1985, The near shore current along a high-rainfall, trade-wind coast-Nicaragua. *Estuarine Coastal and Shelf Sci.* 21: 687-699
- Pérez, J.A.M., 2010, *Apuntes sobre el Cambio Climático en Nicaragua.* Pascal Chaput, Managua, 231p
- Phillips, R.C., R.L. Vadas & J.C. Ogden, 1982, The marine algae and seagrasses of the Miskito Bank, Nicaragua. *Aquatic Bot.* 13: 187-3195
- Randolph, T. y C. Rhyne, 1970, Marine algae of Dominica. *Smithsonian Contribution to Botany* 3: 1-16
- Ryan J., W. Jaap, J. Cortés y L. Miller, 1993, Coral reef degradation do to ground water contamination in a small aquifer: Corn Island, Nicaragua. Informe a IRENA y NORAD
- Ryan, J.D., L.J. Miller, Y. Zapata, O. Downs y R. Chan, 1998, Great Corn Island, Nicaragua. In: Kjerfve B. CARICOMP. Caribbean Coral Reef, Sea Grass and Mangrove Sites. Technical Report UNESCO, Paris, France, 95-105
- Raymond, M. B., 1970, *Mithrax (Mithraculus) commensalis,* a new West Indian spider crab (Decapoda, Majidae) commensal with a sea anemone. *Crustaceana* 19: 157-160
- Ross, A., 1968, Bredin-Archbold-Smithsonian Biological Survey of Dominica. 8. The intertidal balanomorph Cirripedia. *Proceedings of the United States National Museum,* 125(3663): 1-23
- Rützler, K., 1971, Bredin-Archbold-Smithsonian Biological Survey of Dominica; Borrowing sponges, genus *Siphonodictyon* Bergquist, from the Caribbean. *Smithsonian Contributions to Zoology,* 77: 1-37
- Smith, A. H., C. S. Rogers y C. Buchon, 1997, Status of western Atlantic coral reefs in the Lesser Antilles. *Proc. 8<sup>th</sup> Int. Coral Reef Symp.,* Panama 1:351-356
- Steiner, S.C.C., 2003, *Stony Corals and Reefs of Dominica (Lesser Antilles).* *Atoll Res. Bull.* 498
- Steiner, S.C.C., y J.M. Kerr., 2008, *Stony corals in Dominica during the 2005 bleaching episode and one year later.* *Rev. Biol. Trop.* Vol. 56:139-148
- Steiner, S.C.C., y S.M. Williams, 2006a, The density as size distribution of *Diadema antillarum* in Dominica (Lesser Antilles): 2001-2004. *Mar. Biol.* 149:1071-1078
- Steiner, S.C.C., y S.M. Williams, 2006b, A Recent Increase in the Density of the Echinoid *Diadema antillarum* in Dominica (Lesser Antilles): 2001-2005 *Rev. Biol. Trop.* 54(3): 97-103

- Weyerman, M., N. Rogers, I. Williams y G. Goodman, 1996, Rapid assessment of Soufriere and Scott's Head. Dominica Ecotourism Project, EC Project No: B7-5040-24
- Willette, D.A. y R. Ambrose, 2009, The distribution and expansion of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* in Dominica, West Indies, with a preliminary report from St. Lucia. *Aquatic Botany* 91: 137-142