

## **Análisis de Cuencas Hidrológicas en el Arrecife Mesoamericano Descripción del Proyecto**

Este documento proporciona una breve descripción de un análisis hidrológico implementado por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) como parte de la colaboración de la Alianza para el Arrecife Mesoamericano (*Mesoamerican Reef – MAR*) de la Red Internacional de Acción para los Arrecifes de Coral (ICRAN). El objetivo del análisis fue de cuantificar, basándose en amenazas terrestres, el impacto de las alteraciones humanas al paisaje en el Arrecife Mesoamericano para informar la planificación de uso de suelo, políticas y prácticas agrícolas, identificación de prioridades para la conservación, y esfuerzos para mitigar riesgos.

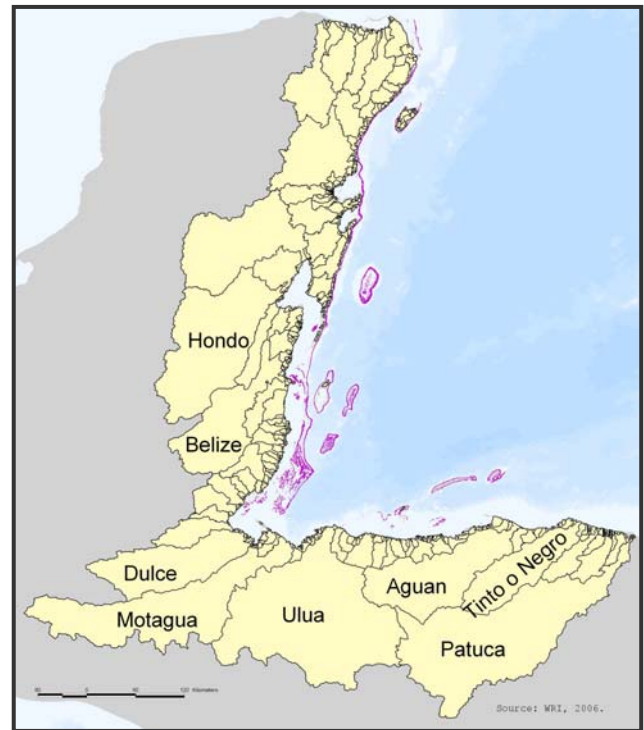
Durante dos años, WRI trabajó con muchos colaboradores en la región para evaluar la descarga de sedimentos y nutrientes terrestres en más de 400 cuencas hidrológicas que drenan en la región adyacente al Arrecife Mesoamericano. El análisis evalúa la cantidad de sedimento y nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) proveniente de cada lote del terreno; la cantidad de sedimento erosionado y nutrientes que llegan a la boca de los ríos (punto de descarga costera); y la cantidad de sedimento que llega a los arrecifes de coral.

Además, el análisis proporciona estimaciones sobre el incremento de sedimento y nutrientes que resultan de las actividades humanas, y predice el transporte futuro de sedimentos y nutrientes (en 2025) basándose en diferentes escenarios de uso de suelo. Este es el primer análisis de este tipo y nivel de detalle para la región del Arrecife Mesoamericano.

Los resultados proporcionan una perspectiva preliminar de los patrones de transporte y descarga de sedimento y nutrientes a nivel regional, e indican cómo las alteraciones humanas en el paisaje terrestre pueden influir estos patrones.

Para asegurarse de que los resultados de este proyecto y los métodos de análisis apoyan acciones concretas en la región, WRI pone a disposición del público en general la información, el método analítico y las herramientas de modelaje; con el mismo objetivo, WRI ha conducido talleres de capacitación de usuarios en la región. A partir de ésta capacitación, los usuarios regionales pueden implementar análisis más detallados y enfocados a áreas más pequeñas calibrando los modelos a las condiciones locales.

Toda la información utilizada en este análisis, todos los resultados del modelo así como los metadatos se encuentran en el CD *Análisis de Cuencas Hidrológicas en el Arrecife Mesoamericano*, WRI/ICRAN Proyecto MAR, 2006. El CD proporciona la síntesis del análisis en inglés y español así como una descripción de los métodos analíticos, un resumen de los resultados del análisis y mapas digitales demostrando los hallazgos clave.



## Antecedentes del Proyecto

Compartido por México, Belice, Honduras y Guatemala, el Arrecife Mesoamericano se extiende sobre 1,000 km y es el arrecife continuo más grande del Hemisfero Occidental. La alteración de los paisajes terrestres para el desarrollo, construcción de caminos, o agricultura puede tener impactos adversos en los arrecifes de coral a través del incremento de transporte de sedimentos, nutrientes y otros contaminantes a las aguas costeras. Las amenazas del clareo de terrenos son más altas en áreas donde el relieve es más vertical, la precipitación pluvial es intensa y los suelos erosivos.

El uso apropiado de suelo es esencial para el manejo de las cuencas hidrológicas para poder minimizar el transporte de sedimentos, nutrientes, y otros contaminantes a los arrecifes de coral. En la región mesoamericana, más de 300,000 hectáreas de terreno son destinadas a la producción de bananas, aceite de palmera, caña de azúcar, cítricos, y ananá. Tanto sedimentos ya erosionados, como residuos de fertilizantes y pesticidas utilizados en este tipo de industrias, se filtran a través de ríos y corrientes y entran a las aguas costeras del Arrecife Mesoamericano.

Como parte del proyecto ICRAN MAR, el **Instituto de Recursos Mundiales (WRI)** colaboró con el **Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA (UNEP-World Conservation Monitoring Center - WCMC)** y el **Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF)** para conducir un análisis comprensivo de cuencas hidrológicas; este análisis complementa otras actividades del proyecto MAR sobre pesquerías sostenibles y turismo sostenible.

El análisis de las cuencas hidrológicas realizado por el proyecto ICRAN MAR fue desarrollado para producir información y herramientas que buscan examinar los impactos posibles que los diferentes usos de suelo y distintas opciones en desarrollo podrían tener en la región, como así también los impactos asociados con la calidad del agua en la región del Arrecife Mesoamericano. El proyecto tiene los siguientes objetivos:

- Relacionar diferentes modelos de uso de suelo dentro de las cuencas hidrológicas con los impactos en los arrecifes de coral, e identificar los arrecifes que corren alto riesgo de degradación;
- Identificar las cuencas hidrológicas más vulnerables a la erosión y aquellas que aportan la mayor cantidad de sedimentos y contaminantes a las aguas costeras;
- Adaptar herramientas para poder pronosticar tendencias importantes, poder evaluar diferentes opciones en decisiones políticas o de desarrollo, y poder facilitar mejorías en el manejo de las tierras a través de la región;
- Apoyar nuevas relaciones y alianzas estratégicas con grupos claves como gobiernos locales, compañías agro-industriales de gran nivel, así como comunidades agrícolas independientes;
- Utilizar los resultados de los modelos y herramientas de diagnóstico para asistir en la educación y promover el uso, por parte de ciertos grupos de interés, de “mejores prácticas de manejo” para reducir los impactos en las costas y los recursos marítimos.

El proyecto incluye componentes analíticos que investigan los cambios en la cobertura terrestre y los impactos relacionados con la descarga de los ríos, la erosión, la descarga de sedimentos y contaminantes, y el transporte dentro de las aguas costeras. También incluye actividades directas con negocios agrícolas para implementar mejores prácticas de manejo. Durante la ejecución del proyecto, se consultaron muchos colaboradores locales en relación con el manejo de la información, la información de entrada del modelo y la evaluación, y en las prácticas de manejo agrícolas. Tres socios de ICRAN colaboraron en este esfuerzo:

- *UNEP-WCMC* – desarrolló los escenarios de la cobertura terrestre y proporcionó bases de datos cuya información fue sumada a los modelos hidrológicos;
- *WRI* – implementó la delineación de las cuencas hidrológicas y el análisis hidrológico para la región del Arrecife Mesoamericano; WRI también realizó el análisis de la vulnerabilidad a la erosión, y coordinó el modelo de circulación a lo largo del Arrecife Mesoamericano;

- *WWF* – lideró el esfuerzo de diálogo con negocios agrícolas (banana, ananá, cítricos, y azúcar) para implementar mejores prácticas de manejo enfocadas en la reducción de pesticidas de y en el control de la erosión del suelo del sector comercial agrícola.

## Panorama de la Metodología

En colaboración con instituciones de la región del Arrecife Mesoamericano, WRI:

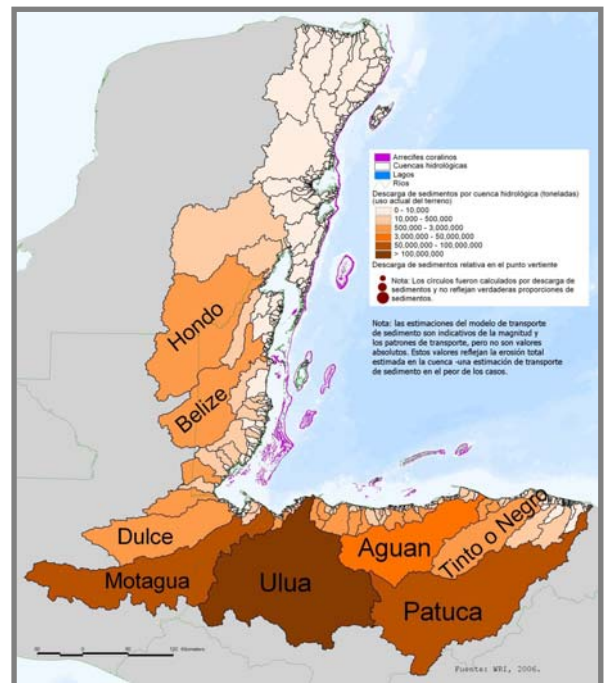
- Implementó la delineación de cuencas hidrológicas en todas las tierras que drenan en la región del Arrecife Mesoamericano;
- Implementó un análisis hidrológico usando la herramienta Nonpoint-Source Pollution and Erosion Comparison Tool (N-SPECT) para examinar las fuentes de sedimentos y nutrientes provenientes de toda ésta área de drenaje, así como también la descarga de sedimentos y nutrientes en aguas costeras;
- Aplicó esta herramienta de análisis hidrológico para examinar la descarga de sedimentos y nutrientes usando varios escenarios de cobertura terrestre (cobertura terrestre “actual”, cobertura terrestre original o “natural”, y tres escenarios de cobertura terrestre para el año 2025);
- Incorporó los resultados del análisis hidrológico en un modelo de circulación implementado por la Universidad de Miami para examinar el transporte de sedimentos a través de la región del Arrecife Mesoamericano; y
- Trabajó con varios colaboradores en la calibración y validación de los resultados de los modelos.

## Hallazgos Clave

Este análisis hidrológico ayuda a integrar una gran variedad de información, y adapta herramientas de modelaje para hacer un análisis inovativo y regional del Arrecife Mesoamericano. Los resultados regionales presentados en este documento deben ser considerados como preliminares y como un indicador general de los patrones y la magnitud de la erosión y descarga de sedimentos y nutrientes a través de la región. Un aspecto importante de este proyecto es el proporcionar las herramientas de modelaje a diferentes colaboradores en la región, de manera que ellos puedan aplicar el análisis con mayor resolución y proporcionen resultados más detallados para regiones más pequeñas dentro de la región del Arrecife Mesoamericano. Esto permitirá también el refinamiento y una mejor calibración del modelo para las condiciones locales dentro de la región del Arrecife Mesoamericano.

### Sobre el origen de los sedimentos y los nutrientes que llegan al Arrecife Mesoamericano:

- De las 400 cuencas hidrológicas de la región del Arrecife Mesoamericano, la cuenca del Río Ulua en Honduras contribuye con la mayor cantidad de sedimentos, Nitrógeno y Fósforo. Otros ríos grandes que transportan sedimentos y nutrientes en cantidades significativas son el Río Patuca (en Honduras), el Río Belice (en Belice), y el Río Tinto ó Negro (en Honduras).



### **Sobre el origen de los sedimentos y los nutrientes que llegan al Arrecife Mesoamericano:**

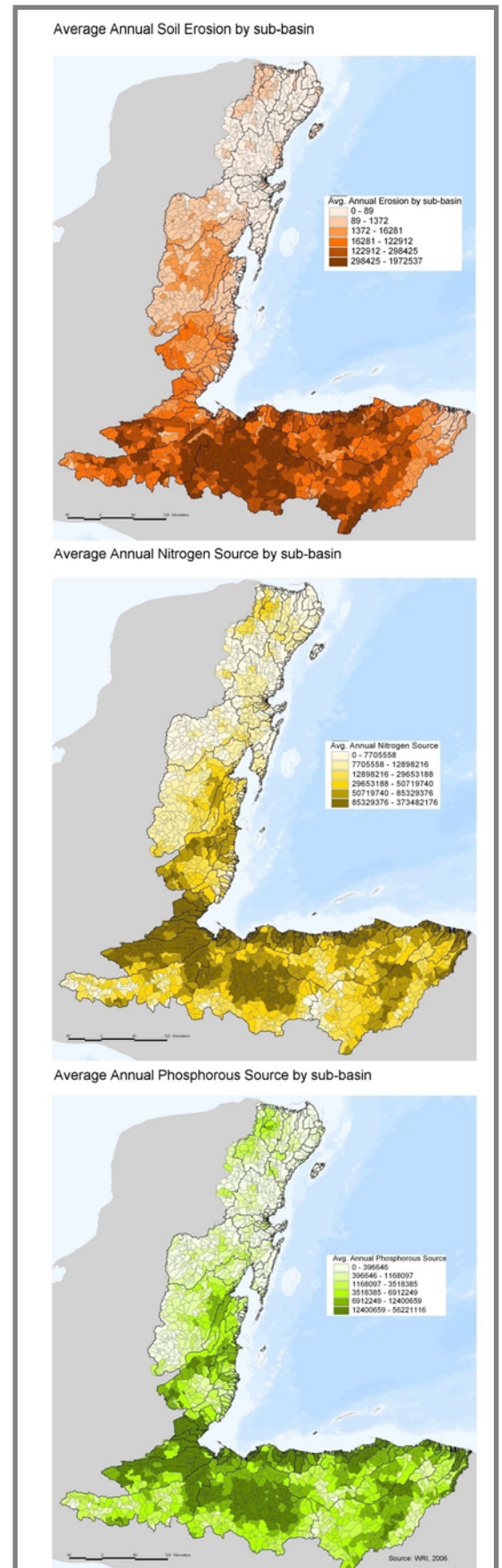
- La mayoría del sedimento y nutrientes transportados por las cuencas hidrológicas que desembocan en el Arrecife Mesoamericano se originan en Honduras. Se estima que más del 80 por ciento del sedimento, y más de la mitad de los nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) se originan en Honduras.
- Guatemala fue identificada como la fuente de cerca de un sexto (1/6) de todos los sedimentos y casi un cuarto (1/4) de todo el Nitrógeno y Fósforo que entra a las aguas costeras a lo largo del Arrecife Mesoamericano.
- El modelo indica que, comparado con otros países, un porcentaje relativamente menor de sedimento a nivel regional proviene de Belice y México. Belice contribuye con entre 10-15 por ciento de los nutrientes, y se estima que México contribuye con un 5 por ciento de los nutrientes para todas las cuencas del modelo. Es probable que el porcentaje para México este sub-estimado puesto que la contribución de los ríos subterráneos no se consideró en el modelaje.

### **La escorrentía, erosión y transporte de nutrientes a las aguas costeras está incrementando:**

- Como resultado de las alteraciones humanas en el paisaje terrestre, la escorrentía, y las descargas asociadas en la desembocadura de los ríos casi se ha duplicado; la descarga de sedimentos en la desembocadura de los ríos ha incrementado por un factor de veinte; la descarga de Nitrógeno ha incrementado por un factor de tres, y la descarga de Fósforo por un factor de siete (las proporciones están basadas en los resultados del modelo usando información de uso de suelo actual (2003/2004) y cobertura terrestre natural hipotética (no alterada)).

### **Los posibles impactos de las diferentes opciones de desarrollo y de uso de suelo varían:**

- De acuerdo con el escenario de uso de suelo que favorece los mercados y políticas ambientales limitadas, la descarga de nutrientes muy probablemente incrementará un 10 por ciento en el 2025, mientras que la descarga de sedimento podría incrementar un 13 por ciento o más.
- Si se implementan políticas ambientales que favorecen el desarrollo sostenible, la descarga de nutrientes y sedimentos probablemente será reducida por al menos 5 por ciento de los niveles actuales, promoviendo la recuperación de corales degradados.
- La implementación de mejores prácticas de manejo agrícolas resultaría en reducciones en la descarga de sedimento y nutrientes más allá de aquellas evaluadas en este estudio puesto que este estudio se ha enfocado solamente en los efectos derivados de los cambios en la cubierta terrestre.



## Conclusiones del Análisis

### **Es necesario que las acciones políticas se enfoquen hacia la contribución de los terrenos agrícolas.**

La mayoría del sedimento y nutrientes que son transportados al Arrecife Mesoamericano a través de las cuencas hidrológicas de la región provienen de terrenos agrícolas en Honduras y Guatemala. La contribución de Belice y México es sustancialmente menor aunque todavía constituye una amenaza a lo largo de la costa. Existen muchas iniciativas promisorias para reducir la contaminación en la región. Entre estas iniciativas se encuentra el manejo sustentable de los bosques y el manejo integrado de cuencas en Guatemala; un mejor programa de planificación de uso de suelo, reforestación y conservación de suelos en Honduras; así como iniciativas similares en México y Belice. Es necesario que estos importantes esfuerzos tengan el apoyo del público, reciban reconocimiento e inversiones continuas.

### **Los resultados pueden usarse para identificar áreas donde se necesita un mejor manejo agrícola.**

Este análisis identifica áreas vulnerables donde se necesita evitar la conversión hacia usos de suelo que causan erosión, o, donde se necesita implementar prácticas de manejo en áreas que ya han sido transformadas. El análisis también identifica áreas con erosión y descarga de nutrientes significativos donde se deberían implementar mejores prácticas de manejo agrícola.

### **Se puede reducir la descarga de sedimento y nutrientes a través de políticas que favorezcan el desarrollo sustentable.**

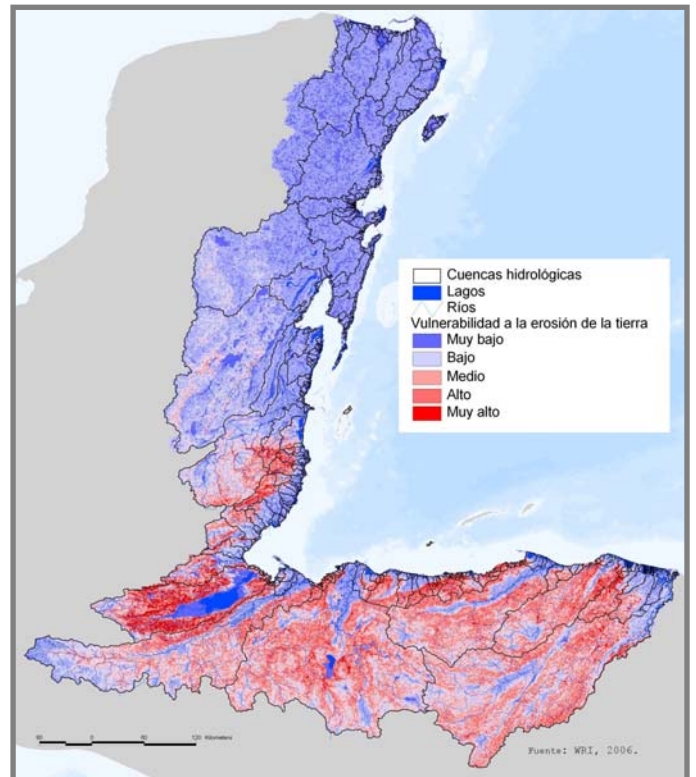
Como lo demuestran los hallazgos de éste análisis, políticas que favorecen el desarrollo sustentable tales como la planificación del uso del suelo, el manejo integrado de cuencas hidrológicas, y otras, pueden ayudar a disminuir la erosión y descarga de contaminantes reduciendo el sedimento y los nutrientes que alcanzan el Arrecife Mesoamericano.

### **Es necesario conducir un modelaje más detallado para crear información más exacta y con mayor resolución.**

Los análisis regionales son útiles y proporcionan un panorama para priorizar áreas donde se necesita actuar inmediatamente; sin embargo, los análisis locales proporcionan la información detallada y exacta que políticos necesitan para encauzar mejor sus intervenciones. Las herramientas que se proporcionan en el CD *Análisis de las Cuencas Hidrológicas del Arrecife Mesoamericano* (Proyecto WRI/ICRAN, 2006) permiten a los usuarios hacer análisis de descarga de sedimento y nutrientes en áreas más pequeñas dentro del Arrecife Mesoamericano, por ejemplo, al nivel de cuenca hidrológica.

En especial, el modelo puede ser aplicado a cuencas hidrológicas individuales, o grupos de cuencas usando la información de elevación a 90 m que se proporciona en el manual de usuario del modelo. Un modelaje más detallado a nivel local incrementará la exactitud de los resultados si se usa información sobre pendiente y cobertura terrestre a una resolución más alta, y si el modelo se calibra de acuerdo a los tipos de suelo y al régimen de precipitación local.

Se recomienda que se invierta para mejorar la programación del modelo de manera que se pueda incluir la redistribución y pérdida de nutrientes durante su transporte en las cuencas hidrológicas. Esta mejora resultaría



en una herramienta con mejor capacidad de estimar las descargas actuales de sedimento y nutrientes en desembocadura de los ríos. La exactitud de estas estimaciones podría entonces ser evaluada con mediciones de campo.

**Este tipo de análisis puede ayudar a evaluar el progreso alcanzado en la reducción de la amenaza que representa el sedimento.**

Existen varias iniciativas nacionales, así como iniciativas regionales financiada por varios donantes que buscan reducir ó mitigar las amenazas al Arrecife Mesoamericano. Este análisis puede ayudar a dichas iniciativas a estimar el progreso porque provee la información necesaria para asegurarse que se están moviendo en la dirección correcta.

**Este análisis puede apoyar fuertemente el manejo transnacional de recursos naturales.**

Se necesita una cooperación constructiva y regional entre varias partes interesadas, para mitigar y reducir las amenazas terrestres al Arrecife Mesoamericano. Por ejemplo, acuerdos multilaterales de cooperación entre los cuatro países, acuerdos entre los sectores agrícolas y de turismo y grupos de la sociedad civil. Esta herramienta trabaja sin importar las fronteras y los sectores, y crea información que permite establecer un diálogo productivo sobre el origen de las amenazas y medidas para mitigarlas.

La colaboración con La Red de Acción Internacional para los Arrecifes de Coral (ICRAN) continuará apoyando la aplicación de las herramientas y los resultados de éste análisis en la región. Para más información sobre ICRAN, por favor visite: [www.icranmar.org](http://www.icranmar.org).

El resumen completo del análisis y todos los mapas de alta resolución son disponibles en el CD y via ICRAN MAR y WRI.



Fuente: ICRAN MAR

**Por favor dirija sus preguntas o comentarios sobre este análisis a:**

**Lauretta Burke**, Senior Associate  
[lauretta@wri.org](mailto:lauretta@wri.org)  
**Zachary Sugg**, Research Associate  
[zsugg@wri.org](mailto:zsugg@wri.org)

**World Resources Institute**  
10 G St. NE,  
Washington, DC 20002  
Tel: +1 (202) 729-7600  
Fax: +1(202) 729-7798  
[reefsatrisk.wri.org](http://reefsatrisk.wri.org)

**Liza Karina Agudelo**, Coordinadora de Proyecto  
[lagudelo@icran.org](mailto:lagudelo@icran.org)

**Alianza para el Arrecife Mesoamericano (ICRAN-MAR)**  
Fisheries  
Multicomplex Building  
Princess Margaret Drive  
Belize City, Belize  
Tel: +501-2234673  
Fax: +501-2234684  
[www.icran.org](http://www.icran.org)