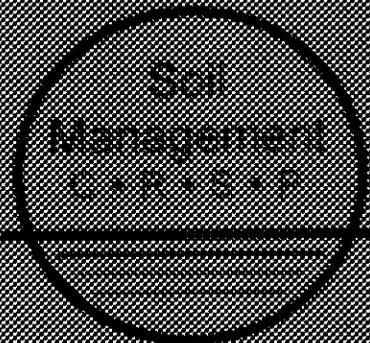


ESTIMACION ECONOMICA A NIVEL DE CUENCA DE LOS  
EFECTOS DE LA ERUCCION EN LAS LAJERAS EN LA PRODUCCION  
DE CAMARON EN LA CUENCA DEL HONDERAS



AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO TECNICO DE  
APUNTA A INVESTIGACION OPERATIVA EN MANEJO DE RECURSOS  
DE LA AGUA UNIVERSIDAD

BOLETIN TECNICO Numero 100-91



Mayo 1991

Portada: La industria camaronesa en el sur de Honduras está localizada en las planicies costeras del Golfo de Fonseca. La cantidad y calidad de agua que abastece las lagunas para camarón dependen principalmente de la precipitación y el manejo del suelo de las laderas que se elevan de la planicie a 40 km de la costa. A medida que los bosques de laderas, que constituían un 75% de la cuenca, se han talado y cultivado, la vulnerabilidad a las inundaciones y a la sedimentación se ha incrementado de manera importante. El análisis de programas de conservación de suelos y agua en las laderas debe incluir la serie de beneficios que proveen a los intereses en la zona baja de la cuenca. Los beneficios aguas abajo de estos programas pueden ser de mayor importancia económica que los beneficios obtenidos en la producción de cultivos en parcelas de laderas.

# ESTIMACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE CUENCA DE LOS EFECTOS DE LA EROSIÓN EN LAS LADERAS EN LA PRODUCCIÓN DE CAMARÓN EN LA CUENCA BAJA, HONDURAS

Ana Marcela Samayoa,<sup>1</sup> Amy P. Thurow,<sup>2</sup> y Thomas L. Thurow<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ministerio de Agricultura  
San Salvador, El Salvador

<sup>2</sup>Department of Rangeland Ecology and Management  
Texas A&M University  
College Station, Texas 77843-2126 USA

Traducido del Inglés al Español por Héctor R. Santos

Este trabajo fue posible, en parte, por el apoyo del Global Bureau, US Agency for International Development, la Agencia Internacional para el Desarrollo, bajo los términos del Grant No. LAG-G-00-97-0002-00. Las opiniones expresadas aquí son las de los autores y no reflejan necesariamente el punto de vista de la U.S. Agency for International Development.

La investigación en conservación de suelos y agua en Honduras en general, y este proyecto en particular, están en deuda con Peter Hearne de USAID por su apoyo y aliento. Agradecemos a Magdalena García de PRODEPA y a PROGOLFO por proporcionarnos la información que tanto necesitábamos. Un agradecimiento especial es para el Ing. Héctor Corrales de Granjas Marinas San Bernardo por proporcionarnos información y la oportunidad de aprender como opera una finca camaronera. Agradecemos a Don David Corrales por compartir su conocimiento experto en el manejo de sedimentos. Agradecemos al Ing. Zelaya y al Ing. Wainwright de ANDAH por su valiosa información y apoyo logístico. Agradecemos la participación en el panel de productores artesanos de Eugenio Manzanares, Dagoberto Manzanares, Juan José Fuentes, Daniel Banegas, Fermín Rodríguez, y Don Amílcar Amaya. Estamos agradecidos con Napoleón Alcántara, Pablo Sierra, Manuel Molina, Denis Sororo, y particularmente a Don José Erminio Bonilla por su participación en el panel de productores extensivos.

Para copias adicionales de este boletín técnico o mayor información sobre el Programa de Investigación CRSP, favor contactar al Dr. Tony Juo, Texas A&M University, Department of Soil and Crop Sciences, College Station, TX 77843-2474. A partir de Agosto, 1999, Tom es Head of the Department of Renewable Resources, University of Wyoming. Amy y Tom Thurow pueden ser contactados en 1071 Duna Drive, Laramie, WY 82072 o <amy.thurow@mciworld.com>.

AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO  
PROGRAMA DE APOYO A LA INVESTIGACION  
COLABORATIVA EN MANEJO DE SUELOS  
TEXAS A&M UNIVERSITY

BOLETÍN TÉCNICO Número 2000-01

Marzo, 2000

# ESTIMACIÓN ECONÓMICA A NIVEL DE CUENCA DE LOS EFECTOS DE LA EROSIÓN EN LAS LADERAS EN LA PRODUCCIÓN DE CAMARÓN EN LA CUENCA BAJA, HONDURAS

## INTRODUCCIÓN

En Latinoamérica y el Caribe, más del 25% de la superficie está constituida por tierras de laderas (pendientes mayores de 20%). En Honduras, las tierras de laderas constituyen el 80% del territorio, en las cuales se produce el 75% de los granos básicos. (e.g. maíz, sorgo, frijol) (USAID 1980). La tala de bosques para la agricultura incrementa la erosión y escorrentía, resultando en problemas de sedimentación e inundaciones en la cuenca baja. Un estudio de cinco años en minicuencas en laderas en el sur de Honduras (cada minicuencas era del tamaño de una parcela típica de cultivo) estimó que los sistemas tradicionales de roza y quema tienen una pérdida promedio de suelo de 92 toneladas/hectárea/año en comparación con una pérdida de suelo de menos de 1 ton/hectárea/año en una parcela en barbecho (Thurow y Smith 1998).

A medida que disminuyen los rendimientos de los cultivos como resultado de la pérdida de la capa arable, los agricultores de subsistencia responden talando más bosque para poder alimentar a sus familias. A medida que mayores proporciones del bosque se pierden, la vulnerabilidad a deslizamientos severos se incrementa durante períodos de lluvias intensas. En las secuelas del Huracán Mitch en Octubre, de 1998, el sector agrícola de Honduras experimentó pérdidas del orden de US\$800 millones (*The Economist* IU1998). Estas pérdidas del sector agrícola palidecen en comparación con las pérdidas de vidas y daño a la infraestructura en las cuencas bajas resultado de los daños asociados a la sedimentación e inundaciones.

## Enlaces entre las cuencas altas y bajas

Los patrones de uso de la cuenca alta generan diversos costos que deben ser absorbidos

por los intereses aguas abajo (e.g., municipalidades e industrias). A medida que los bosques de la cuenca alta son talados, los flujos picos tienden a incrementarse durante la estación lluviosa y los flujos bajos tienden a decrecer en la época seca. Esto se debe a que durante la estación lluviosa hay mayor tendencia a que el agua fluya en forma de escorrentía en lugar de infiltrarse en el suelo, de donde sería descargada lentamente a los ríos durante la época seca. Esto crea costos aguas abajo en términos de mayor vulnerabilidad a inundaciones durante la época lluviosa y escasez de agua durante la época seca. La variabilidad de la descarga de agua dulce entre estaciones climáticas causa diferenciales mayores en el contenido de sal del agua de los esteros, pudiendo influenciar varios aspectos de la ecología estuarina y el potencial de producción. El flujo más bajo crea problemas de calidad de agua porque muchos de los patrones del uso municipal e industrial del agua dependen de la dilución de sus efluentes en los ríos como una solución para la contaminación. Cuando el efluente no es diluido por el volumen del caudal del río, hay un gran potencial de amenazas severas para la salud humana y perjudica el potencial productivo de los sistemas estuarinos.

Acompañando el incremento de escorrentía, hay un incremento en la erosión de suelo en las tierras de cultivo. La sedimentación en las tierras bajas resultado de la erosión de las tierras altas resulta en cambios en los canales de agua que pueden incrementar el potencial de daños futuros por inundaciones. Las grandes cantidades de sedimentación a lo largo de la costa también imponen costos al alterar las características de los ecosistemas manglares. Los costos de limpiar el agua para el consumo humano y los costos de dragar los sedimentos de los canales de irrigación y de las lagunas de camarón son altos y continuos. Los sedimentos dragados de los sistemas estuarinos

tienen una concentración tóxica de sal que presenta un gran reto para su almacenamiento o desecho.

En Honduras, como en el resto de Latinoamérica, los recursos públicos para apoyar la sostenibilidad ambiental son escasos. Asimismo, los dictadores de políticas se esfuerzan por definir prioridades y hacer inversiones estratégicas. En el pasado, los rendimientos sostenidos de los cultivos han sido la principal justificación para programas de conservación de suelos en las laderas. *El argumento central que motiva la investigación que aquí se presenta es que la conservación de suelos en las laderas de Honduras no solamente da sostenibilidad a la producción de granos básicos, sino que también beneficia los intereses en las tierras bajas. Los estimados de los beneficios para los intereses en las tierras bajas del control de la erosión en las laderas tienen un rol que jugar en las discusiones de políticas sobre inversiones públicas óptimas en la conservación de suelos de laderas para Honduras.*

Una lista parcial de los intereses en las tierras bajas afectadas por la erosión de suelos en el Sur de Honduras incluye a los que usan y pagan por el mantenimiento de la infraestructura del vial, las municipalidades que dependen de los ríos como su fuente de agua, los que usan y aprecian los ecosistemas manglares, y los intereses agrícolas de las tierras bajas que dependen de sistemas de irrigación (e.g. los productores de melón y caña de azúcar) o embalses de agua (e.g. los productores de camarón) que son muy susceptibles a la sedimentación. Esta investigación comienza la tarea de contabilizar los costos a nivel de cuenca de la sedimentación por la erosión de las laderas en el Sur de Honduras por medio de la estimación de los costos de sedimentación para un sector – la industria camaronera a fines de los 1990s.

La sedimentación por la erosión de suelos de las laderas cultivadas del Sur de Honduras es un contribuyente importante a los problemas de calidad de agua para la industria camaronera, que está localizada en las planicies costeras donde drena el Río Choluteca al Golfo de Fonseca. La industria del camarón juega un papel vital en la economía de

Honduras en general, y en particular en la región Sur, generando 87.9 millones de dólares en 1997, la tercera fuente de exportación más importante de la nación (*The Economist* IU 1998).

Esta investigación muestra como una reducción de los sedimentos depositados en las fincas de camarón en la cuenca baja puede mejorar la sostenibilidad a largo plazo de este importante sector económico. También provee una base lógica de razonamiento que contribuye a la discusión de como el impacto del manejo de las laderas en la erosión y escorrentía está ligado a los intereses aguas abajo y las implicaciones en las políticas de estas conexiones.

### **Contribuciones de investigaciones previas a nivel de cuenca**

Poca investigación sobre la erosión de suelo ha sido conducida en las laderas tropicales (Toness et al. 1998), y la mayoría de los estudios existentes se refieren a como la erosión afecta el potencial productivo de esas tierras. A mediados de los 1980s, economistas de los Estados Unidos comenzaron a considerar seriamente los efectos de la erosión *ex-situ* en sus análisis de los beneficios y costos de la conservación de suelos (Crosson 1986). Para las laderas del trópico, considerar conexiones entre situaciones *in-situ* y *ex-situ* de ella significa contabilizar como la erosión en la cuenca alta afecta los intereses en la cuenca baja.

En los Estados Unidos, los primeros estudios a nivel de cuenca documentan la magnitud y costos económicos de los efectos de la erosión *ex-situ* (Clark et al 1985; Ribaud 1986). Los *ex-situ* incluyen daños a organismos acuáticos y a los humedales, pérdida de capacidad de almacenamiento de agua en los embalses, daños a la navegación, incremento de inundaciones, reducción del potencial de irrigación y generación hidroeléctrica, sedimentación de las vías fluviales y de las costas, incremento de los costos de tratamiento de aguas, e incremento de los riesgos para la salud.

En Estados Unidos, más de la mitad de la contaminación del agua se atribuye a la

agricultura (U.S. Environmental Protection Agency 1992). Clark et al. (1985) estimaron los daños por los sedimentos entre U\$3.2 a U\$3.7 billones por año en los Estados Unidos, de los cuales U\$1.1 a U\$1.3 billones son causados por la erosión de tierras de cultivo. En un estudio diferente, los daños *ex-situ* resultado de la erosión de tierras de cultivo en los Estados Unidos se estimó en más de U\$7 billones por año (Ribaud 1986). Aún y cuando estos son únicamente indicadores estimados, demuestran la magnitud del problema y sugieren una metodología para intentar estimar el valor de la conservación de suelos para los usuarios del agua en la cuenca baja.

En los países en desarrollo, los datos para realizar estimaciones económicas a gran escala de los efectos *ex-situ* son muy difíciles de obtener. Así mismo, este tipo de estudios es escasos y el rigor del análisis y de las conclusiones está restringido por la falta de información detallada. La mayoría de los estudios que se han realizado toman la forma de estudios de caso. Entre estos hay estimados de la reducción de sedimentos por programas de manejo de cuencas en el área del Embalse del Aguacate en República Dominicana (Ledesma 1997), valuación de los bienes ambientales a nivel de cuenca en comunidades agrícolas en Indonesia y Filipinas (Pattanayak 1998), y un análisis descriptivo de planificación de cuencas en Bolivia (Richards 1997). Discusiones sobre políticas en Bolivia y otros países en desarrollo han sido influenciadas por estimados significativos de una o dos (entre varios) de las consecuencias *ex-situ* del éxito en la conservación de suelos de ladera (Richards 1997).

Este estudio de caso de la cuenca del Río Choluteca – enfocado en como el sedimento afecta la industria camaronera – muestra un microcosmo de los problemas *ex-situ* asociados con la erosión de tierras de laderas en el Sur de Honduras. Relaciones similares entre cuencas altas/cuencas bajas son características de las cuencas adyacentes a laderas cultivadas a lo largo de Latinoamérica.

*Esta investigación toma un enfoque práctico e incremental hacia el análisis económico de las relaciones entre cuencas altas/cuencas bajas a nivel*

*de cuenca, comenzando por un análisis detallado de un solo sector, en lugar de la aproximación más amplia usada en Estados Unidos en las etapas tempranas de investigación sobre los costos ex-situ de la erosión de las tierras de cultivo.*

*Fundamentalmente, es nuestro deseo que el enfoque usado y las lecciones aprendidas de este estudio de caso sea un catalizador para ampliar el alcance de las discusiones de políticas sobre el manejo de cuencas en Honduras. Estos estimados ofrecen evidencia preliminar de que dejar de invertir en conservación de suelos en laderas puede resultar en impactos negativos en la cuenca, los costos que impone a la industria camaronera y a otros intereses en las cuencas bajas son mayores que las pérdidas en el rendimiento y potencial de producción de granos en las laderas.*

## INDUSTRIA CAMARONERA EN HONDURAS

Presentamos resumido el perfil descriptivo de la industria camaronera en Honduras (para una versión más detallada ver Samayoa, 1999), para proveer el contexto para la discusión de cómo la viabilidad económica y ecológica del sector camaronero se ve afectado actualmente por la sedimentación asociada con la erosión de las tierras de laderas.

### Antecedentes

La industria camaronera está situada en una planicie costera adyacente al Golfo de Fonseca, donde se considera se encuentran las mejores tierras agrícolas del Sur de Honduras. Al inicio de los años 1950s, estas tierras eran dedicadas a la producción comercial de algodón, y luego fueron convertidas en grandes explotaciones ganaderas. (DeWalt et al. 1996). A medida que se incrementó la población humana en las cuencas bajas, y dadas las barreras institucionales para el acceso a tierras de gran valor comercial para la mayoría de la población, las personas de escasos recursos fueron cada vez más desplazadas a las tierras de laderas. Por 1974, 34% de las familias del Sur de Honduras no tenían tierras, y 68%

de las fincas (muchas en tierras de laderas) eran de extensiones menores de 5 hectáreas (Stonich 1992). La pobreza causó una migración significativa hacia fuera de la región, alrededor de 1.3% por año desde 1974.

Cuando inició la industria camaronera en el Sur de Honduras en 1976, esta era la región más pobre de la nación. La producción comercial de camarón ha crecido de manera constante desde 1984, en parte por un ambiente de políticas favorables para industrias exportadoras como el camarón. Por ejemplo, el gobierno Hondureño declaró 1987 como "el año de las exportaciones" al eliminar los impuestos de importación para los insumos utilizados para exportaciones no tradicionales, permitiendo a los exportadores quedarse con una parte de sus ingresos de exportación para compra directa de importaciones, y simplificando las políticas para inversiones y las regulaciones para la exportación. Adicionalmente, donantes internacionales como la US Agency for International Development (USAID), la Agencia Internacional para el Desarrollo, que inició ofreciendo préstamos y asistencia técnica a productores, procesadores y exportadores en 1986 a través del Proyecto (522-0207) Desarrollo de Exportaciones y Servicios (EDS), crearon incentivos favorables para la inversión en la industria del camarón. USAID, a través de programas como el Pond Dynamics Collaborative Research Support Program (Programa de Apoyo de Investigación Colaborativa Dinámica de Lagunas), en Honduras también brindó soporte técnico para fomentar el desarrollo de la industria camaronera.

En los 1980s, la producción de camarón se expandió a un ritmo de 22% anual (Vergne et al. 1993) y el camarón se convirtió en el tercer producto de exportación más importante, después del banano y del café (*The Economist* IU 1998). Aproximadamente 13,730 hectáreas se utilizaban para la producción de camarón en 1998 (ANDAH 1998).

### **El ambiente físico para la producción de camarón**

El éxito de la producción del camarón en el Sur de Honduras depende de las características

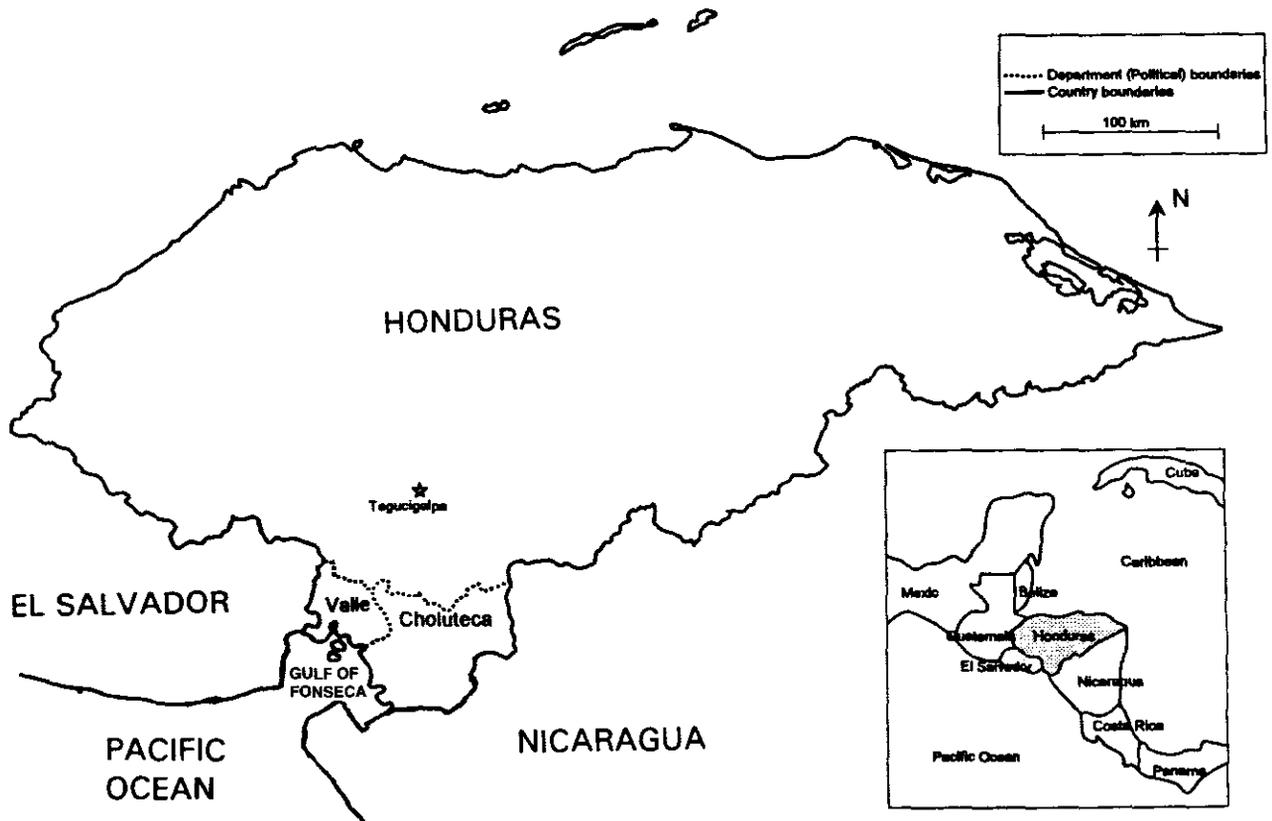
físicas y biológicas del Golfo de Fonseca. El agua dulce cargada de nutrientes de las cuencas altas se mezclan con las tibias aguas saladas del Golfo, formando así un ambiente ideal para la producción del camarón. La precipitación, la escorrentía y la acción de las mareas determinan la mezcla de agua dulce y agua de mar, y por lo tanto la salinidad, en los ríos de la planicie costera y de los esteros adyacentes. Esto, a su vez, influencia la estacionalidad de la producción del camarón en las lagunas artificiales, y la abundancia de post-larva de camarón viviendo en el estero. larva que se necesita para abastecer las lagunas de producción de camarón. Los caudales de los ríos varían considerablemente entre estaciones climáticas: el caudal promedio del Río Choluteca es de 45 m<sup>3</sup>/segundo, pero su pico histórico es de más de 1.500 m<sup>3</sup>/segundo y su caudal histórico más bajo es de menos de dos m<sup>3</sup>/segundo (Green et al. 1997).

La precipitación a lo largo de las cuencas que fluyen al Golfo de Fonseca es espacialmente variable, con rangos desde 500 mm por año en el noreste, hasta alrededor de 2.400 mm por año en el sudeste. La estación lluviosa dura alrededor de cinco meses, desde mediados de Mayo hasta mediados de Julio y de mediados de Agosto hasta finales de Octubre. La cantidad de lluvia anual es muy variable. Las temperaturas promedio mensuales fluctúan entre 27°C y 30°C, un rango ideal para la producción de camarón.

El ecosistema del Golfo es muy sensitivo a la acumulación de sedimentos y contaminantes debido a su poca profundidad y el restringido intercambio de agua con el océano. El avance de la vegetación manglar hacia el océano y la sedimentación a lo largo de la costa ocurre naturalmente. A medida que el agua dulce fluye en el estero, y su velocidad se reduce, el sedimento se acumula y forma pisos de lodillo que son rápidamente estabilizados por el bosque manglar.

El mantenimiento de los ecosistemas manglares juega un papel clave en la salud del estero y del Golfo. El principal factor que determina la distribución y densidad de los manglares es el nivel de inundación por efecto de

**Figura 1. Mapa del Golfo de Fonseca y de la región camaronera del Sur de Honduras**



las mareas, patrones de sedimentación y características de suelo, como eficiencia de drenaje, tasa de aumento, dinámicas químicas, aireación del suelo, y compactación. Con el tiempo, nuevas poblaciones de mangle bloquean el flujo del agua salada, resultando en la formación de grandes áreas estériles, que se encuentran comúnmente en medio de una isla de piso lodoso. Estos salinos playones son influenciados únicamente por las mareas más altas del mes. Como estas áreas son de poca profundidad, la alta evaporación resulta en suelos de alta salinidad.

Los playones salinos son la comunidad clímax en las áreas costeras del Golfo, y están completamente desnudas o cubiertas con vegetación

manglar dispersa. Estos playones se consideran como los mejores sitios para las lagunas de camarón por las características de suelos, topografía, bajos costos de desbroce, bajos costos de oportunidad, y proximidad al agua dulce. Las diecisiete fincas más grandes de camarón (más de 300 hectáreas cada una) en el Sur de Honduras están situadas en grandes playones salinos. Juntas, comprenden el 65% del área total en producción y 73% de la producción de camarón de Honduras.

La Figura 1 muestra la “región Sur de Honduras”, que comprende dos departamentos: Choluteca (4,211 km<sup>2</sup>) y Valle (1,546 km<sup>2</sup>). Una península, que constituye el noroeste de Nicaragua, sirve de barrera al mar abierto del Océano Pacífico,

formando así el Golfo de Fonseca que limita con el Sur de Honduras.

Aproximadamente 1.000 km<sup>2</sup> del área a lo largo del Golfo de Fonseca consisten en un sistema estuarino compuesto por islas de manglares, playones lodosos y lagunas. La planicie costera se extiende aproximadamente 40 km tierra adentro de este sistema estuarino. Fincas de camarón, campos de caña de azúcar y de melón constituyen el uso de la tierra predominante en la planicie costera. Tierra adentro de la planicie costera se encuentran terrenos escarpados y montañosos cubiertos alguna vez por bosques tropicales densos. La mayoría del bosque ha sido talada para el cultivo de maíz, sorgo y frijol. Estas tierras de laderas se caracterizan por tener suelos rocosos y poco profundos, susceptibles a deslizamientos durante períodos prolongados de lluvias (Thurow y Smith 1998). Aproximadamente tres cuartos del área que drena al Golfo de Fonseca son tierras de laderas, incluyendo gran parte de la cuenca del Río Choluteca.

### **Tecnologías empleadas en las fincas de camarón**

La combinación de las diferencias en las características físicas por su ubicación – en particular suelos y movimiento del agua – así como las diferencias en acceso a capital y concesiones gubernamentales de tierras, han jugado un rol importante en las tecnologías seleccionadas para producir camarón por tres tipos de productores. La Tabla 1 resume los factores que son importantes para determinar la producción y utilidades de los tres tipos de fincas de camarón que operan actualmente en Honduras.

#### *Fincas de camarón semi-intensivas*

Las empresas grandes, que fueron las primeras en escoger su localización, seleccionaron los sitios actuales porque los playones salinos tienen los mejores suelos para la construcción de las lagunas artificiales para camarón. Los

playones salinos consistían en grandes áreas que no tenían ningún valor para otros tipos de agricultura comercial, por lo tanto, se percibía un bajo costo de oportunidad que facilitó el proceso de obtener concesiones de tierras de parte del gobierno para los primeros productores de camarón. Los costos de construcción eran bajos ya que no existían manglares, y las mareas de los esteros adyacentes constituían una fuente abundante del agua salobre deseable para la producción de camarón. Este es el sistema de producción comercial prevaleciente en Honduras.

Alimentación óptima, fertilización, altas tasas de recambio de agua, alto nivel de conocimiento técnico, mecanización y capitalización son típicos de estas fincas de más de 100 hectáreas. Los camarones jóvenes se desarrollan en lagunas semillero, y luego son trasladados a las lagunas de crecimiento (i.e., las lagunas en las que crece el camarón hasta la madurez/cosecha). Las larvas de camarón que se obtienen del Golfo pueden ser de varias especies, las fincas semi-intensivas implementan procesos de selección de especies al sembrar las lagunas de crecimiento. La calidad de agua se monitorea cuidadosamente y los gerentes tienen la experiencia técnica para resolver los problemas detectados. Las fincas grandes utilizan bombas para llenar y drenar eficientemente sus lagunas. La densidad de siembra depende de la disponibilidad de semilla y de capital de trabajo. Los rendimientos promedio son de 900 libras de cola por hectárea por ciclo, con 2.5 ciclos por año (ANDAH 1998).

#### *Fincas extensivas de camarón*

Son fincas de tamaño medio (51 a 100 hectáreas), tienen lagunas construidas mecánicamente o a mano. Se utilizan bombas pequeñas para intercambio de agua, alimentos suplementarios y fertilizantes. Los rendimientos promedio que se obtienen son de 700 libras de cola por hectárea por ciclo.

### *Fincas artesanales de camarón*

Las fincas pequeñas (una a 50 hectáreas) tienen lagunas construidas a mano. No utilizan ningún tipo de bombas, el recambio de agua depende de las mareas. Las lagunas se siembran a bajas densidades y se utilizan alimentos adicionales irregularmente. Usualmente no se aplica fertilizantes. Los costos son bajos, y consecuentemente la producción también es baja. En promedio, los rendimientos son de 500 libras de cola por hectárea por ciclo (ANDAH 1998).

**Tabla 1. Caracterización de tres tipos de fincas de camarón en el Sur de Honduras**

	Artesana	Extensiva	Semi-intensiva
Tamaño (hectáreas)*	1 - 50 (67%<10)	50 - 100	> 100
Localización	Áreas de manglar	Pequeños playones	Grandes playones
Número de operaciones (porcentaje)*	66%	16%	18%
Área en producción (porcentaje)*	11%	9%	80%
Tecnología	baja	media	alta
Capitalización	baja	media	alta
Ciclos de producción*	2	2	2.5
Producción (libras de cola/ciclo)*	500	700	900
Recambio de agua	Dependiente de las mareas	Pequeñas bombas	Bombas grandes
Sedimentación	No	No	Sí
Utilidad	Marginal	Baja	Alta
Tenencia de la tierra	Sin título de propiedad	Concesión gubernamental	Concesión gubernamental

\* ANDAH 1998

### **Instituciones y derechos de propiedad**

La mayoría de las áreas adecuadas para la producción de camarón se consideraban propiedad

nacional en Honduras antes de 1995. Desde 1995, el gobierno ha otorgado aproximadamente 24,774 hectáreas de tierras en concesiones para empresas camaroneras y 2,090 hectáreas adicionales de tierras privadas han sido autorizadas para la producción de camarón (Currie 1995). Las concesiones se definen como autorización para explotación a largo plazo con los derechos de uso asociados; sin embargo, la propiedad se mantiene en control del gobierno de Honduras. Únicamente las fincas semi-intensivas y algunas pocas fincas extensivas tienen concesiones. En 1995, había 117 aplicaciones pendientes para concesiones nacionales (11,434.4 hectáreas), y se estima que unas 1,000 hectáreas estaban en operación sin registro gubernamental.

En los 1980's, algunas concesiones fueron otorgadas por el Instituto Nacional Agrario (INA). A mediados de los 1980's la tarea de otorgar concesiones fue asignada a la Secretaría de Turismo (SECTUR), ya que esta Secretaría tiene poder legal sobre los recursos costeros de Honduras. Sin embargo, las concesiones otorgadas por SECTUR requerían de la aprobación del Departamento de Recursos Naturales Renovables, de la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR) y del INA.

En 1991, la responsabilidad de otorgar las concesiones fue transferida a la Dirección General de Pesca (DIGEPESCA). En 1993, la Ley General del Ambiente mandó que la recién formada Secretaría del Ambiente (SEDA) fuese involucrada en el proceso de otorgamiento de concesiones. Desde 1999, las concesiones son otorgadas por DIGEPESCA pero requiere de la aprobación de COHDEFOR y SEDA.

Un obstáculo para la coordinación efectiva en la industria camaronera es la falta de información catastral de las concesiones que han sido otorgadas. Los detalles topográficos que describen las concesiones se registran en diferentes organismos gubernamentales, incluyendo el Instituto Hondureño del Turismo,

la Dirección General de Pesca, y la Procuraduría General. La falta de un sistema centralizado de información ha resultado en traslape de concesiones que han sido otorgadas legalmente. Adicionalmente, los conflictos sobre las áreas arrendadas han sido difíciles de resolver.

Después de una serie de problemas de producción en las fincas de camarón en el sudeste del Golfo causado por el sobre-desarrollo, (e.g., preocupación por el abastecimiento y calidad de agua, aumento de la presión de cosecha de larva de camarón para sembrar las lagunas), la mayoría de los productores de camarón tomaron conciencia de los peligros de sobrepasar la capacidad asimilativa del Golfo. La posibilidad de concesiones que aún no se han desarrollado entren en producción plantea una amenaza para la sostenibilidad económica y ecológica de la industria camaronera.

Un decreto presidencial para establecer una moratoria para más expansiones en la industria camaronera, recomendado por DIGEPESCA y SEDA, fue promulgado en Enero de 1995. La construcción y expansión de empresas camaroneras y el otorgamiento de concesiones se interrumpió hasta que se pudiesen realizar evaluaciones ambientales profundas. Sin embargo, este decreto fue revocado un mes después por otro decreto presidencial en respuesta a presiones políticas del sector privado.

Una de las organizaciones más activas en hacer presión para detener la expansión de la industria camaronera es el Comité de Defensa del Golfo (CODEFAGOLF).

#### **CALIDAD DE AGUA EN EL GOLFO DE FONSECA**

Cinco años de datos de los esteros adyacentes al Golfo de Fonseca no indican tendencias de eutroficación a largo plazo (Green et al. 1997). Sin embargo, actualmente se está produciendo camarón en únicamente alrededor de 50% del área otorgada en concesión se está explotando para producción de camarón.

Aunque la eutroficación no ha sido confirmada en aguas abiertas, hay evidencia anecdótica de deterioro de la calidad del agua en las proximidades de los esteros fluviales de los Ríos Choluteca y Negro, donde se concentran la mayoría de las fincas camaroneras, como se puede ver en la Lámina 1. La deforestación y prácticas agrícolas deficientes en las laderas, especialmente en la cuenca del Río Choluteca (75% de deforestación), han resultado en problemas de erosión e incremento en la fluctuación del caudal de los ríos. Mediciones de los sedimentos suspendidos en el Río Choluteca indican que hay una carga de 168 m<sup>3</sup> de sedimento por segundo a nivel del Puente del Río Choluteca en la estación lluviosa (PRADEPESCA 1996).

En las fincas de camarón donde se ha medido la acumulación de sedimentos en las lagunas y reservorios, se reconoce que es un problema muy significativo. Las fincas grandes de camarón operan bombas de sedimentos/lodillo por 10 horas diarias para mantener sus canales de abastecimiento de agua a la profundidad adecuada. En 1997, Granjas Marinas – la finca más grande de camarón en el Sur de Honduras – dragó cada día aproximadamente 1,000 metros cúbicos de sedimentos suspendidos que se habían acumulado en los canales de abastecimiento de agua, por lo que tuvieron que bombear 1.6 millones de metros cúbicos de agua por día.

Para comprender mejor la relación entre la erosión en las laderas y la sedimentación aguas abajo, considere como la precipitación y la escorrentía están relacionadas. Si la intensidad del uso de las laderas, y la erosión asociada, continúa acelerándose, entonces se puede esperar que la sedimentación en el Río Choluteca se incremente con el tiempo. La cobertura vegetal reducida y la estructura de suelo deteriorada disminuye la tasa de infiltración de los suelos de laderas, incrementando entonces la escorrentía y la erosión. Como menos agua penetra en el suelo, hay menos agua disponible para contribuir al flujo de los arroyos durante la estación seca, resultando en más fluctuación entre los flujos pico en la estación lluviosa y los flujos bajos en la estación seca.

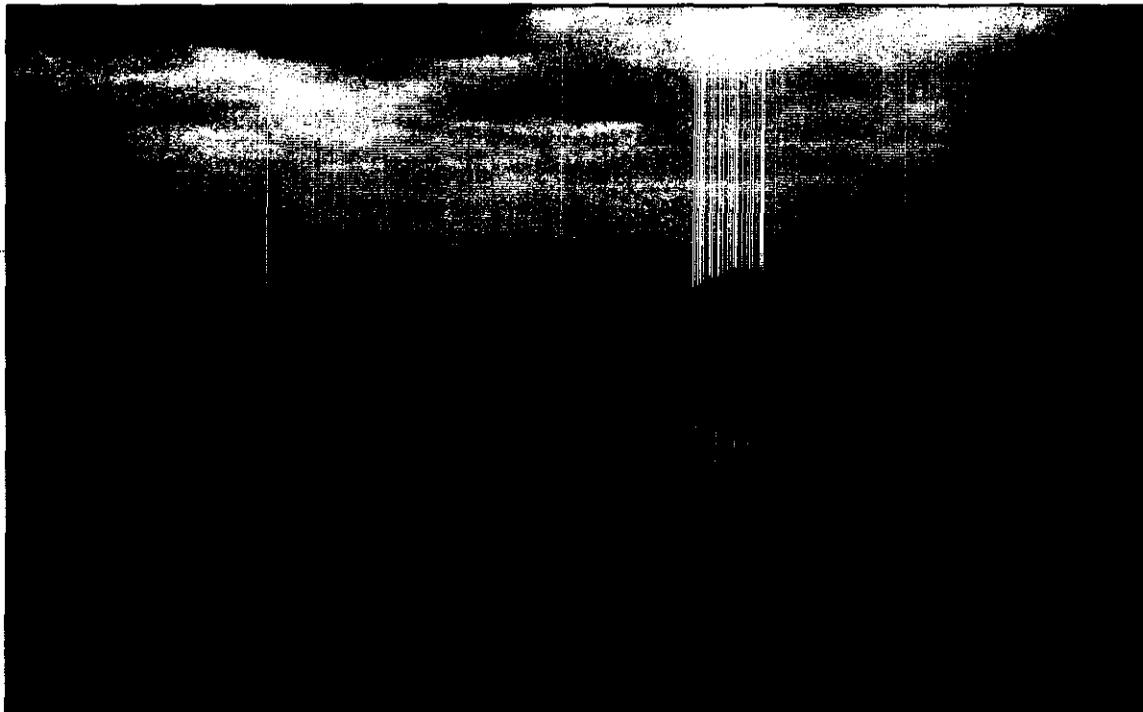


Lámina 1: El Río Choluteca es uno de los mayores tributarios del Golfo de Fonseca y una fuente primaria de agua fresca para la industria del camarón. El color café oscuro del agua es un indicador del alto contenido de sedimentos. La amplia cuenca refleja el hecho de que el río es propenso a inundaciones periódicas (el punto de donde se tomó la fotografía estuvo inundado durante las inundaciones asociadas con el Huracán Mitch).

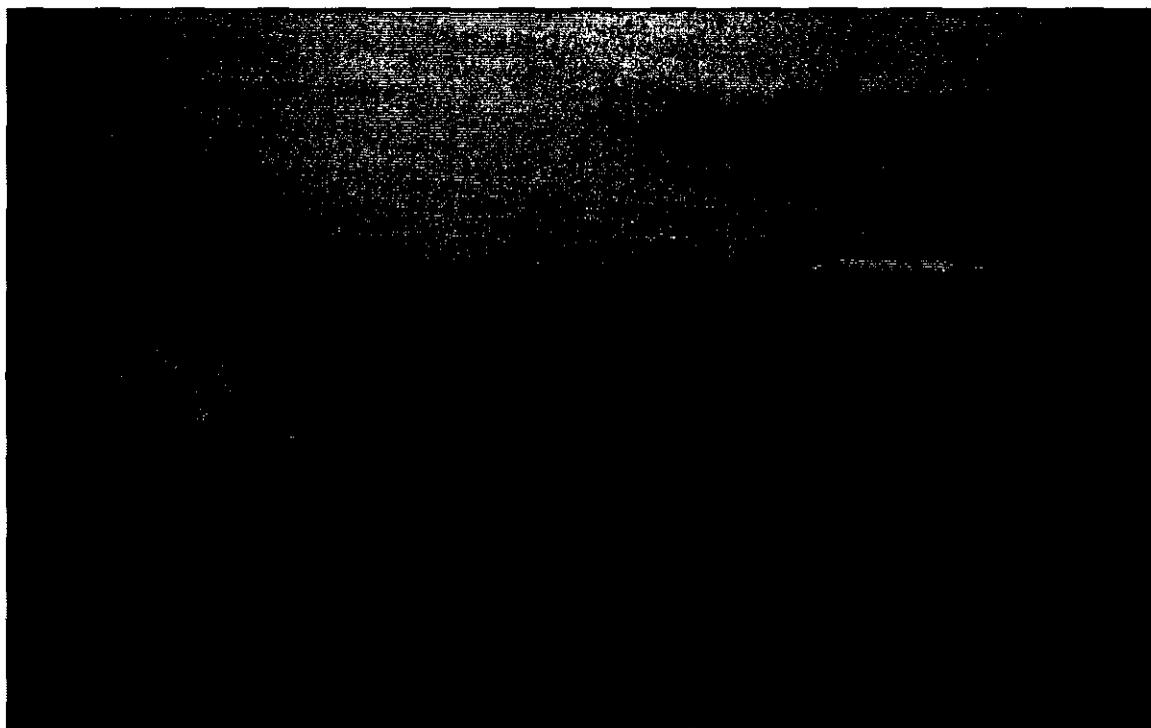


Lámina 2: La alta carga de sedimentos en el agua obliga a los productores a hacer inversiones en equipo caro y en mano de obra. Esta draga en particular opera 10 horas diarias, 5 días a la semana, bombeando aproximadamente 1,000 m<sup>3</sup> de lodillo por día (ver Lámina 3).

Ciertamente, hay otras fuentes importantes de sedimentos en la cuenca (e.g. carreteras construidas deficientemente). Sin embargo, la extensión de las tierras de ladera (75% de la cuenca tributaria), la extensión de la deforestación en las tierras de ladera (alrededor de 75% del bosque ha sido talado y convertido en cultivos de maíz, sorgo, y frijol) y la diferencia en pérdidas de suelo entre la práctica tradicional de roza y quema (92 toneladas por hectárea por año) comparado con los guamiles boscosos (menos de una toneladas por hectárea por año) ilustra que se justifica enfocarse en las fincas de laderas como un contribuyente significativo de sedimentos (Smith 1997, Thurow y Smith 1998).

Un análisis de los datos de precipitación en la estación de Namasigue en el Departamento de Choluteca y de los datos de caudal para el Río Choluteca en la estación Paso La Ceiba de 1976 a 1995 corrobora estas tendencias. La Figura 2 muestra la relación entre la precipitación acumulada mensual (mm) y el flujo acumulado mensual ( $m^3/sec$ ). Ambos incrementan proporcionalmente durante los primeros diez años de datos. En contraste para los últimos diez años de datos – desde que la industria camaronera se estableció en la cuenca – el flujo acumulado mensual muestra un incremento superior al proporcional en comparación a la precipitación acumulada mensual. Esta tendencia es un indicativo de la reducción en la cobertura boscosa que resulta en tasas de infiltración menores y en mayor cantidad de la precipitación saliendo de la cuenca en forma de escorrentía. El incremento de la escorrentía también representa una fuerza erosiva mayor que contribuye a mayores problemas de sedimentación aguas abajo.

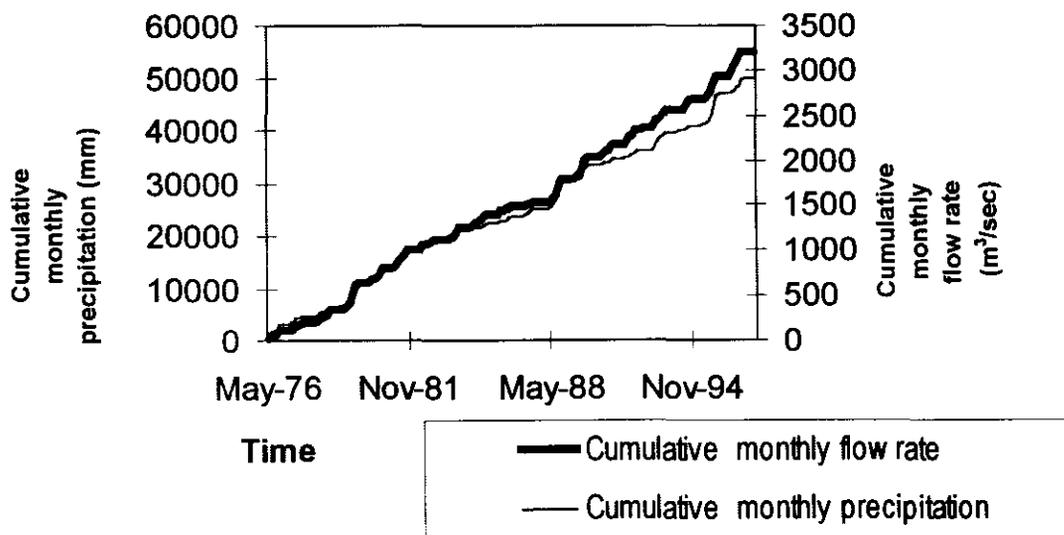
#### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La sedimentación está incrementando en las aguas de los ríos que desembocan en

la planicie costera y los esteros donde se encuentra la industria camaronera de Honduras. Una fuente importante de este sedimento es la erosión de suelos de las laderas cultivadas para producir granos básicos. Los productores de laderas talan el bosque para sembrar sus cultivos de subsistencia; a medida que la población aumenta y los rendimientos de los cultivos decrecen debido a la erosión de suelos, ocurre más deforestación. Muchos productores de laderas comprenden que las medidas de conservación son efectivas pero, aún así, no invierten en medidas de conservación porque tienen limitaciones inmediatas de capital y/o mano de obra, o porque los retornos de los rendimientos sostenidos de los cultivos se distribuyen en varios años y su horizonte de planificación es, necesariamente, a corto plazo (Santos 1999).

En la magnitud que los intereses en la cuenca baja (incluyendo los productores de camarón, así como más de un millón de residentes de Honduras que perdieron sus casas en el Huracán Mitch) son afectados por inundaciones y sedimentación originadas en las laderas, hay fundamento para el soporte público de políticas que promuevan la conservación de suelos de laderas. Para decidir si este compromiso público se justifica, es necesario comprender como los sedimentos de la erosión de suelos en las laderas afecta los intereses aguas abajo. A continuación se presenta un estimado de los costos de sedimentación para un importante partícipe en la cuenca baja, una finca camaronera representativa.

Estos resultados sugieren una metodología prototipo y un sitio de partida para una valuación comprensiva en la cuenca de las relaciones entre la erosión en las laderas y sus efectos en los intereses aguas abajo.



**Figura 2: Relación entre la precipitación y el flujo del Río Choluteca, Paso La Ceiba, Sur de Honduras**

El enfoque es pragmático: estimamos cuánto la industria camaronera gastó, en los años 1990s, a causa de la deposición de sedimentos en los canales de abastecimiento de agua. Adicionalmente, estimamos los efectos de la viabilidad económica y física si la sedimentación continúa al mismo ritmo que en 1997 por los próximos 50 años.

#### PERFILES DE LAS FINCAS REPRESENTATIVAS

El primer paso para analizar cuánto gastan las fincas camaroneras para manejar sedimentos es desarrollar los perfiles de costos y retornos para fincas típicas artesanas, extensivas, y semi-intensivas. Debido a las diferencias de ubicación y de tecnologías, los costos de manejo de sedimentos fueron diferentes para los tres tipos de fincas.

Los perfiles de las fincas camaroneras representativas de la producción artesana, extensiva, y semi-intensiva en el Sur de Honduras se presentan en la Tabla 2. Para una descripción detallada de como fue recolectada la información y cómo fueron calculados los costos, por favor referirse a Samayoa (1999).

Los datos económicos de costo-y-retorno fueron recolectados usando la metodología de finca representativa (Agricultural and Food Policy Center 1999, Elmer 1999, Purvis et al. 1995). En lugar de describir fincas promedio, estos perfiles describen lo que los productores consideran una finca camaronera típica como las suyas.

Las discusiones en panel se organizaron de manera que, en un ambiente de grupo, los productores pudiesen discutir y llegar a un consenso en temas que incluían el tamaño de la finca que caracteriza mejor sus empresas, las tecnologías empleadas, y sus costos e ingresos. El perfil de una finca representativa frecuentemente difiere de un “promedio” derivado estadísticamente, pero generalmente es muy cercano en representar la finca de la “mediana”.

Una ventaja de la metodología de finca representativa es que ninguna finca tiene que revelar su perfil financiero, por lo tanto la confidencialidad de todos los productores está protegida. Aún más, el proceso de discutir una operación “típica” es una experiencia de aprendizaje para los productores

**Tabla 2. Características de tres fincas camaroneras representativas en Honduras, especificado por parcelistas**

	Artesana	Extensiva	Semi-intensiva
Hectáreas en producción	10	100	2426
Dimensión de lagunas (hectáreas)	3 a 4	10	25
Ciclos por año	2	2	2.8
Producción (libras de cola/año)	4,962	152,183	4,992,095
Producción (libras de cola/ciclo/año)	496	761	807
Duración del ciclo (semana)	17	16	15
Densidad de siembra (camarones/metro cuadrado)	9	10	10
Larva de camarón de la especie Vannamei	60%	100%	100%
Larva de camarón de la especie Stylirostris	40%		

CATEGORÍA DE COSTO	COSTOS DE OPERACIÓN					
	Artesana		Extensiva		Semi-intensiva	
	Costo prom./ciclo	Costo prom. /lb cola	Costo prom. /ciclo	Costo prom. /lb cola	Costo prom. /ciclo	Costo prom. /lb cola
Mano de obra	US\$2738	US\$.055	US\$18,793	US\$0.25		
Semilla	US\$1375	US\$.028	US\$76,394	US\$1.00	US\$1,350,540	US\$0.76
Alimento	US\$2153	US\$0.43	US\$33,769	US\$0.44	US\$572,956	US\$0.32
Fertilizante/Dinámica de lagunas			US\$257	US\$0.00	US\$409,255	US\$0.23
Cal	US\$46	US\$0.01	US\$344	US\$0.00		
Gasolina	US\$407	US\$0.08	US\$110	US\$0.00		
Mantenimiento/repificaciones	US\$2674	US\$0.54	US\$2,865	US\$0.04		
Administración			US\$19,251	US\$0.25	US\$491,106	US\$0.28
Depreciación	US\$102	US\$0.02	US\$9,216	US\$0.12		
Mano de obra de cosecha	US\$37	US\$0.01	US\$1,146	US\$0.02		
Hielo	US\$361	US\$0.07	US\$5,536	US\$0.07		
Procesamiento	US\$1475	US\$0.30	US\$28,483	US\$0.37	US\$777,584	US\$0.44
Empaque	US\$136	US\$0.03	US\$2,093	US\$0.03		
Transporte	US\$382	US\$0.08	US\$3,056	US\$0.04		
Financiamiento			US\$45,837	US\$0.60	US\$204,627	US\$0.11
Eliminación de sedimento					US\$81,851	US\$0.05
Otros	US\$153	US\$0.03			US\$204,627	US\$0.11
<b>Costo Total</b>	<b>US\$12,061</b>	<b>US\$2.40</b>	<b>US\$247,475</b>	<b>US\$3.25</b>	<b>US\$4,092,546</b>	<b>US\$2.30</b>
<b>Ingresos Totales'</b>	<b>US\$14,149</b>	<b>US\$3.94</b>	<b>US\$299,800</b>	<b>US\$3.94</b>	<b>US\$9,128,020</b>	<b>US\$3.94</b>

La tasa de cambio para 1997 es de L13.09:US\$1 (*The Economist* IU 1998).

'El precio del camarón es el promedio simple de una serie de precios internacionales para 1994-1997 (ver Samayoa 1999).

involucrados en el panel de discusión, se encuentran involucrados en consideraciones serias de la estructura de su sector y de sus empresas en particular. Después de la participación en paneles de discusión de este tipo, los participantes tienen un gran interés en los resultados de los análisis económicos que utilizan datos recopilados en el proceso.

#### **LOS COSTOS ESTIMADOS DE LA SEDIMENTACIÓN**

Los costos de sedimentación se estimaron para una finca camaronera grande semi-intensiva. Diecisiete fincas camaroneras semi-intensivas ocupan 8,900 hectáreas (65% del área total en producción en Honduras), generan aproximadamente 73% de la producción total de la industria, y controlan 7,000 hectáreas adicionales (aproximadamente 55%) del área en concesiones que todavía están disponibles para expansión (ANDAH 1998). Como los productores artesanales dependen de las mareas para llenar y vaciar sus lagunas, no realizan manejo de sedimentos. Las fincas extensivas medianas, por su localización, tienen problemas con sedimentos sólo ocasionalmente. Estos estimados representan productores semi-intensivos, quienes reportan incrementos de costos por la sedimentación en cuatro categorías: costos de mantenimiento, costos de mitigación, costos de reemplazo de equipo, y/o precauciones preventivas.

#### **Manejando sedimentos en una finca representativa**

Los datos de costos se recolectaron en 1998 a través de entrevistas con personal de Granjas Marinas, la finca semi-intensiva de camarón más grande del Sur de Honduras. Este perfil de costos no representa estados financieros de Granjas Marinas. Más bien, este perfil de una finca camaronera grande semi-intensiva en el Sur de Honduras se desarrolló en base a datos detallados de Granjas Marinas, en particular el porcentaje de costos asignados a una detallada lista de actividades. Estos estimados de costos reflejan más cercanamente la estructura de

costos de una empresa semi-intensiva típica que los estados financieros reales de Granjas Marinas.

En la región operan diecisiete productores grandes de camarón, y la industria se comporta como un oligopolio. Así mismo, su información de costos es celosamente guardada y se considera privada. En discusiones con varios gerentes de grandes fincas camaroneras y la organización profesional de la industria (ANDAH), hubo consenso en que las tecnologías usadas en la finca representativa de camaroneras grandes que aquí perfilamos son similares a las empleadas por las otras dieciséis fincas camaroneras grandes de la región. Este perfil describe una finca camaronera con 2,426 hectáreas en concesión, produciendo 6,486,918 libras de cola de camarón por año, y obteniendo ingresos de U\$25,558,457 (ver la Tabla 2 para más detalles).

#### *Los costos día a día de manejar sedimentos*

Las camaroneras grandes operan bombas de lodo diez horas diarias para mantener sus canales de abastecimiento de agua a una profundidad aceptable. Una finca camaronera semi-intensiva representativa draga aproximadamente 1,000 metros cúbicos de sedimentos suspendidos por día hacia su reservorio de sedimentación, bombeando 1.6 millones de metros cúbicos de agua por día (ver Lámina 2). El costo de capital de la bomba es de U\$152,788; y dura 10 años con uso normal.

La eliminación de los sedimentos – manejar 12,150 m<sup>3</sup> de lodillo bombeado cada día de los canales de abastecimiento de agua – le cuesta a la finca representativa U\$229,183; esto significa que la eliminación de sedimentos representó un 2% de los costos de operación de 1997 e incrementó el costo de producción de camarón en cinco centavos por libra de cola de camarón.

Los costos de manejo de sedimentos incluyen la operación de una bomba de lodos por diez horas, cinco días a la semana; salarios; gasolina; repuestos para la bomba; alquiler de tractor; y depreciación. El canal de abastecimiento para esta finca representativa es de 15 km de largo, 140 m de



Lámina 3: El bombeo continuo de lodillo es necesario para mantener el flujo de agua que se necesita para mantener productivas las lagunas de camarón.

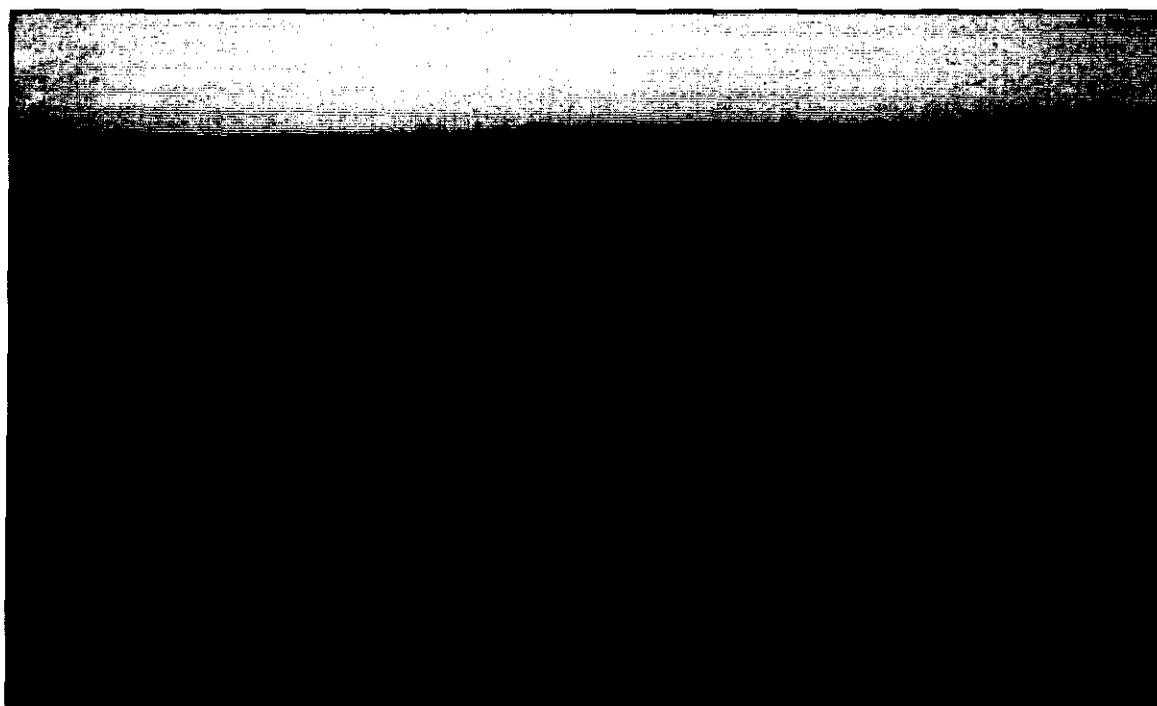


Lámina 4. El lodo se bombea a lagunas de almacenamiento, donde el agua se evapora para luego añadir más lodo. El lodo es muy salino y por lo tanto tóxico para la mayoría de las plantas. Las leyes ambientales prohíben desechar este sedimento al mar y otros sitios en tierra firme son imprácticos por la naturaleza tóxica y los costos de transporte de los sedimentos. Por lo tanto, a medida que el tiempo pasa, el área limitada de la planicie costera que es adecuada para la producción de camarón va a ser ocupada progresivamente por sitios para almacenar el lodo de desecho. Los costos de oportunidad asociados con el uso de sitios potenciales para la producción de camarón para esta forma de desecho de sedimento es una amenaza significativa para la sostenibilidad a largo plazo de la industria.

ancho, y se mantiene a una profundidad de dos metros (la capacidad máxima de la bomba de lodos), aunque originalmente era de tres metros de profundidad (ver Lámina 3). La bomba de lodos fue adquirida en 1992; su capacidad de bombeo es de 3,500 galones por minuto, cubre un área de 5400 metros cuadrados cada 10 horas, y deposita los sedimentos a una distancia de 1500 metros.

El sedimento se remueve de los canales de abastecimiento de agua en forma de lodillo. Mover el lodillo largas distancias es costoso porque el lodillo dragado tiene un alto contenido de agua y, por lo tanto, es pesado. El desgaste y daño de los vehículos usado para transportar el material de sedimento dragado es mayor y se vuelve más costoso mientras más reciente ha ocurrido su remoción. Así mismo, es necesario almacenar el lodillo en lagunas de sedimentación antes de que sea transportado hacia otro sitio para su desecho. Estas lagunas de sedimentación están ubicadas muy próximas a los canales de abastecimiento de agua que están siendo dragados.

En una finca semi-intensiva representativa, 12,150 m<sup>3</sup> de lodillo se bombean cada día. Con el tiempo (que cambia según el clima) este se seca a la mitad de su volumen original, i.e. 6,075 m<sup>3</sup> por día. En 240 días de trabajo cada año, el volumen de sedimento seco que se acumula es de 1,458,000 m<sup>3</sup> por año, como se puede ver en la Lámina 4. Las lagunas de sedimentación tienen seis metros de profundidad, pero solo dos metros de profundidad de lodillo se añaden cada año. Cuando el sedimento seco se remueve de una laguna de sedimentación, se necesita esperar un año de tiempo de secado para que la laguna pueda ser usada de nuevo como laguna de sedimentación.

La Ley General del Ambiente de Honduras restringe el desecho de los materiales dragados: las fincas de camarón no pueden devolverlo al Golfo, esteros, o manglares. Por lo tanto, el material de dragado seco debe ser transportado tierra adentro a sitios de desecho o almacenado en las fincas de camarón. El lodillo está frecuentemente compuesto de partículas de alto contenido orgánico, tiene una concentración de sal que es tóxica para las plantas y a veces

contiene otros contaminantes tóxicos, por lo que muchos vecinos tierra adentro no están dispuestos a aplicar este lodillo seco en sus terrenos.

Las fincas camaroneras existentes se encuentran ante dos circunstancias. La mayoría tiene áreas todavía sin uso de lo que obtuvieron en concesión para almacenar los sedimentos. Aunque no hay un costo de oportunidad inmediato en el uso del superávit de tierras para lagunas de sedimentación, se restringen las opciones futuras para expansión de la finca camaronera. Esta circunstancia prevalente se describe aquí como el escenario con superávit de tierras.

Otras empresas camaroneras tienen limitaciones de tierras porque ya han desarrollado infraestructura de producción de camarón que ocupa la totalidad de su concesión, o están acumulando sedimentos en sitios que están muy distantes de los terrenos que tienen en exceso, y se ven obligados a sacar área de producción para utilizarla para almacenar sedimento.

#### *El costo en el tiempo del manejo de sedimento*

El valor presente neto del costo anual de 50 años de manejo de sedimentos para una finca semi-intensiva representativa en el Sur de Honduras en el escenario de superávit de tierras es de U\$6,135,751 (U\$50 por hectárea por año), asumiendo una tasa de descuento de 10%. Al final de los 50 años, el área total de producción se reduciría en 33% de su capacidad inicial. En el escenario de limitación de tierras, el valor presente neto del costo anual de 50 años de manejo de sedimentos para una finca semi-intensiva representativa en el Sur de Honduras se incrementa a U\$12,791,143 (U\$105 por hectárea por año), asumiendo una tasa de descuento de 10%. Después de 50 años de operación normal, la finca camaronera semi-intensiva con limitación de tierra retira 41% de su tierra productiva para almacenar sedimento. Se seleccionó una tasa de descuento de 10% para estos análisis porque el Banco Mundial considera que este es el umbral de la tasa de retorno para considerar aceptable un

posible proyecto, y es el límite inferior del costo de oportunidad del capital en Latinoamérica (Pagiola 1999).

En los dos escenarios, superávit de tierras y limitación de tierras, la parte más importante de los costos de manejo de sedimentos es el costo de oportunidad de la tierra que se debe sacar de producción para almacenar el sedimento. El costo de oportunidad representa lo que de otra manera la finca camaronera hubiese ganado utilizando la tierra para lagunas de producción de camarón, en lugar de lagunas de sedimentación y almacenamiento de sedimentos. En el escenario de superávit de tierras, los costos de oportunidad representan 54% de los costos de manejo de sedimentos. En el escenario de limitación de tierras, los costos de oportunidad representan 81% de los costos de manejo de sedimentos.

La mayoría del área de producción de camarón en el Sur de Honduras es afectada por la sedimentación, estimado en 8,900 hectáreas (aproximadamente 65% del área total en producción). Asumiendo que todas las fincas comprendidas en estas 8,900 hectáreas usan las mismas tecnologías que la finca semi-intensiva representativa perfilada anteriormente (y por lo tanto enfrentan los mismos costos de manejo de sedimento), el valor presente neto para la industria como un todo en cincuenta años es US\$46,925,461, asumiendo una tasa de descuento del 10% y el escenario de limitación de tierras. Como algunos productores que operan en áreas afectadas por la sedimentación están utilizando tecnologías de manejo de sedimento más caras que las usadas por la finca semi-intensiva representativa, este estimado a nivel de la industria es conservador.

#### *Cómo la tasa de descuento afecta los estimados de costos*

El suelo es un recurso intergeneracional porque los procesos erosivos frecuentemente tienen consecuencias irreversibles y porque la renovación del suelo es un proceso extensivo en el tiempo.

Algunos economistas argumentan que tasas bajas de descuento — aún cero — deben aplicarse para analizar inversiones con consecuencias para la equidad intergeneracional y para compromisos futuros de recursos naturales no-renovables. (c.f., Lumley 1997). La selección de la tasa de descuento hace una diferencia importante en el estimado del valor presente del costo en cincuenta años del manejo de sedimentos para una finca semi-intensiva representativa (Tabla 3).

**Tabla 3. Valor presente neto del costo de manejo de sedimento durante 50 años para una finca camaronera semi-intensiva representativa en Honduras, aplicando cuatro tasas de descuento**

Tasa de Descuento	Caso de Superavit de Tierras	Caso de Limitacion de Tierras
0%	US\$78,057,942	US\$115,838,675
3%	US\$30,025,160	US\$49,259,100
6%	US\$13,646,887	US\$25,002,662
10%	US\$6,135,751	US\$12,791,143

#### *Cómo la conservación de suelos y agua en las laderas podría reducir costos*

Una mayor conservación de suelos en las laderas reduciría la erosión y, consecuentemente, reduciría el volumen de escorrentía cargada de sedimentos en la cuenca del Río Choluteca. Menos sedimento acarreado aguas abajo significaría menos necesidad de drenar los canales de abastecimiento de las fincas camaroneras. Consecuentemente, los costos de manejo de sedimento serían menores y la tierra sacada de producción en 50 años serían menores que en los cálculos de línea base que describen el manejo actual.

En el escenario de superávit de tierras, una reducción del 20% del sedimento acumulado resulta en un valor presente neto de US\$5,380,267 para los costos de manejo de sedimentos (una reducción del 12%), y 26% de la tierra originalmente en producción se retira para almacenar sedimento, siete por ciento menos que en el escenario de línea base. Una reducción del 40% del sedimento acumulado en el escenario de

superávit de tierras resulta en un valor presente neto de U\$4,797,645 para los costos de manejo de sedimento (una reducción del 22%), requiriendo que una menor proporción de la tierra originalmente en producción se retire, una reducción del 11%.

En un escenario de limitación de tierras, una reducción del 20% del sedimento acumulado resulta en un valor presente neto de U\$11,173,800 para los costos de manejo de sedimento (una reducción del 13%), y la tierra que se saca de producción se reduce en 6%. Una reducción del 40% del sedimento acumulado en un escenario de limitación de tierras resulta en un valor presente neto de U\$9,198,600 para los costos de manejo de sedimento después de 50 años de operación normal (una reducción del 28%) después de que haya una reducción de 14% en la tierra que se requiere para almacenar sedimento.

De nuevo, la selección de la tasa de descuento hace una diferencia importante en estos estimados (Tabla 4), y se presenta un análisis de sensibilidad para apoyar la consideración de su importancia. La tasa de descuento del 10% implícita en la estimación de costos que se discuten a continuación es un estimado conservador, que puede subrepresentar los beneficios de equidad intergeneracional asociados con las iniciativas de conservación de laderas.

**Tabla 4. Valor presente neto estimado para la industria camaronera (en millones de dólares) del costo durante 50 años del manejo de sedimentos en el Sur de Honduras, aplicando cuatro tasas de descuento**

Tasa de Descuento	Caso de Superávit de Tierras	20% menos sedimento	40% menos sedimento
0%	U\$425	U\$365	U\$293
3%	U\$181	U\$156	U\$126
6%	U\$92	U\$79	U\$65
10%	U\$47	U\$41	U\$34

### **Productores de camarón comprenden que se necesita acción**

Por lo menos en la última década, los productores de camarón han tenido conciencia de las relaciones entre la erosión en las laderas y el deterioro de la calidad de agua en la cuenca baja. Actuando a través de su organización profesional, han sido proactivos en el apoyo de la estabilización de las laderas.

#### *Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras*

La Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH) Honduras, se formó en 1986 por productores de camarón para promover la cooperación entre miembros y alcanzar el desarrollo sostenible de la industria. La misión de ANDAH enfatiza la equidad, seguridad, manejo racional, y sostenibilidad de los recursos naturales (ANDAH 1995). Debido al débil rol de las entidades gubernamentales en el monitoreo y regulación de la industria camaronera en Honduras, la industria se ha visto forzada a regularse ella misma. ANDAH ha coordinado la autorregulación.

Según ANDAH (1998), sus miembros afiliados son: cinco productores artesanales, seis productores extensivos, 27 productores semi-intensivos, y seis laboratorios de larva de camarón. Estos contabilizan 9,963 hectáreas en producción (72% del área total en producción) y 19,615 hectáreas en concesiones (74% del área total en concesiones). La producción esperada de los miembros de ANDAH en 1998, antes del Huracán Mitch, era de 22,416.368 libras de cola (81% de la producción total de camarón esperada para Honduras). No miembros incluyen 141 cinco productores artesanales, 15 productores extensivos, y 17 productores semi-intensivos. Tienen un área combinada en producción de 3,767.63 hectáreas (18% del área total en producción) y 6,943.50 hectáreas en concesiones (16% del área total en concesiones).

Desde principios de los 1990s, los miembros de ANDAH han apoyado un proyecto de monitoreo de calidad de agua en los esteros

de las regiones productoras de camarón dirigido por el Honduras Pond Dynamics/Aquaculture Collaborative Research Support Program (Honduras PD/A CRSP), el Programa de Apoyo de Investigación Colaborativa de Acuicultura/Dinámica de Lagunas en Honduras. El laboratorio de control de calidad en La Lujosa en Choluteca se abrió en 1993, para recolectar datos de calidad de agua e hidrográficos necesarios para estimar la capacidad asimilativa del sistema estuarino y el impacto ambiental de la producción de camarón en el Golfo de Fonseca. En 1998, el (Honduras PD/A CRSP) finalizó y ANDAH tomó control del programa.

En 1990 ANDAH comenzó a patrocinar el Proyecto Escudo Verde, que es una iniciativa conjunta del Ministerio de Educación de Honduras. El Proyecto Escudo Verde establece viveros de árboles involucrando comunidades, entidades gubernamentales, escuelas rurales y ambientalistas en iniciativas para promover la reforestación del manglar y los bosques de la cuenca alta. ANDAH también trabajó con el Gobierno de Honduras para proteger los bosques de mangle, contribuyendo a la declaración de 9,192 hectáreas de bosque manglar como reservas naturales y refugios de vida silvestre.

ANDAH cobra una cuota de membresía de L 229.14 por hectárea en producción, que se usa para financiar sus actividades y proyectos. En 1998, ANDAH asignó L262,000 para el laboratorio de calidad de agua en La Lujosa y L 47,000 para el establecimiento de parcelas forestales y el Proyecto Escudo Verde (ANDAH 1998).

ANDAH proporcionó todo su apoyo a este proyecto de investigación, un indicador de su conciencia y apoyo proactivo en la búsqueda de soluciones sostenibles a los problemas de sedimentación que enfrenta la industria camaronera de Honduras. La industria camaronera está dispuesta a participar en asociaciones público-privadas para enfrentar los retos de manejo a nivel de cuenca.

## DISCUSIÓN DE POLÍTICAS Y CONCLUSIONES

Los costos en la cuenca baja de la erosión en las laderas son sustanciales. El ahorro del costo de manejo de sedimentos sería de US\$105 por hectárea por año para una finca camaronera semi-intensiva representativa con limitaciones de tierra, considerando un horizonte de planificación de 50 años y una tasa de descuento del 10%.

Se estima que el manejo de sedimentos incrementa los costos de producción de camarón en cinco centavos de dólar por libra de camarón producida (dos por ciento de los costos de operación día a día de la finca). Cada semana, una finca de 2,426 hectáreas retira aproximadamente 60,750 m<sup>3</sup> de lodillo de sus canales de abastecimiento de agua y estaciones de bombeo. Si deben almacenar el sedimento dragado en lagunas de almacenamiento, dentro de sus límites actuales, entonces dentro de cincuenta años se estima que el área productiva de la finca representativa sería 41% menor. El camarón hondureño compite en un mercado mundial y es una fuente importante de divisas. Cargar con estos costos adicionales es un lastre para la habilidad de la industria para competir en un mercado mundial, cada vez mayor a medida que pasa el tiempo. Además, las riquezas ambientales y la integridad ecológica del Golfo de Fonseca y los esteros adyacentes puede ser comprometida también con el tiempo.

Dos temas de políticas para mejorar la sostenibilidad de la industria del camarón se examinan, cada uno a su vez. Primero, ¿Crearía el uso de tecnología a menor escala una industria más benigna ambientalmente? Finalmente, ¿Cuál es un proceso apropiado de decisión para sopesar las prioridades y para el diseño y definición de estrategias para las políticas de conservación de suelos en Honduras?

**¿Es más pequeño mejor, en la producción de camarón?**

Un vistazo a la Tabla 2 (página 11) sugiere que los productores artesanos de camarón

compiten favorablemente con productores semi-intensivos en producir camarón a un costo bajo por cola. (El costo para el productor grande semi-intensivo representativo es de U\$2.30 por libra de cola de camarón; el costo para el productor artesano representativo es de U\$2.40 por libra de cola de camarón. Por otro lado, vale la pena notar que el costo de producción en fincas artesanas es significativamente menor que en fincas grandes.

No obstante, en la industria camaronera de Honduras, como en otros sitios, los interesados en la sostenibilidad ambiental han propuesto que las fincas pequeñas podrían dejar un impacto ecológico menor que las fincas grandes.

El marco técnico y físico de las fincas camaroneras semi-intensivas y de las fincas camaroneras artesanas son increíblemente diferentes. Las fincas grandes se construyeron en playones salinos situados en esteros fluviales, y usan bombas para llenar y vaciar sus lagunas. En contraste, las fincas artesanas localizadas en áreas de manglar dependen de las mareas para el manejo del agua. Desplazar manglar de alta calidad para construir fincas artesanas tiene más efectos ambientales adversos que construir fincas grandes en playones salinos con poblaciones de manglar menos robustas (Stonich 1995).

Algunos argumentan que si los productores artesanos de camarón en Honduras tuviesen tenencia segura de la tierra, podrían expandir su producción de camarón. Samayoa (1999) desarrolló una discusión detallada de esta hipótesis y concluyó que la seguridad en la tenencia no debería ser la consideración clave en decisiones en políticas sobre la producción artesanal por tres razones. Primero, la titulación de tierras mejorará la seguridad de la tenencia solamente si existe la presencia de instituciones fuertes, estables e imparciales para emitir y hacer valer los derechos de propiedad (Wachter 1994). Estas instituciones hacen falta en Honduras en este momento. Segundo, el título de propiedad no asegura el acceso a crédito para los productores

artesanos de camarón (Fandino et al. 1986). Los proveedores de crédito enfrentarían mayores retos en la gerencia de riesgos que anteriormente, ya que el crédito en Honduras es costoso y disponible sólo a corto plazo.

Finalmente, la falta de acceso a crédito para financiar un sistema de producción más intensivo es únicamente una de las muchas limitaciones para mejorar la productividad de los productores artesanos de camarón. Una de las limitantes que comprometen más su viabilidad económica es que la mayoría de las empresas camaroneras artesanas están ubicadas en sitios sub-óptimos para el cultivo del camarón. La acidez del suelo asociada con sitios donde hubo manglar es particularmente problemática. Otras limitantes para mayor viabilidad económica de sus empresas es la escasez de insumos baratos y tecnología apropiada, falta de conocimiento técnico, de mercadeo y administrativo, y la ausencia de economías de escala.

Si los productores artesanos de camarón tuviesen los recursos para expandirse, buscarían emplear mejores tecnologías que requerirían sitios donde pudiesen usar bombas para controlar los flujos de agua hacia dentro y hacia afuera de sus lagunas.

Si se redujeran las limitantes para la expansión de la producción artesana de camarón en el Sur de Honduras sin que existan las políticas diseñadas deliberadamente para prevenir la expansión hacia los ecosistemas manglares, entonces el costo ambiental sería sustancial. En resumen, en este caso, más pequeño no es necesariamente mejor.

### **El cálculo en el diseño y definición de políticas de conservación**

Los resultados resumidos aquí, combinados con hallazgos recientes de investigaciones por Santos (1999), proveen a los formuladores de políticas públicas en Honduras con información útil para el cálculo complejo del diseño y definición de políticas apropiadas para

el manejo de la escorrentía cargada de sedimentos de las laderas en la cuenca del Río Choluteca.

#### *Estableciendo la conexión entre los intereses en las laderas y en la cuenca baja*

Si hubiese un mecanismo de coordinación para asegurar que las inversiones en conservación de suelos de laderas garantizaran la reducción de los sedimentos que llegan a las fincas camaroneras, entonces, en teoría, veríamos productores de camarón haciendo tratos con productores de laderas para reducir su erosión, ya sea implementando prácticas de conservación o dejando de producir.

Desafortunadamente, la información sobre la relación entre la escorrentía/erosión en las laderas y la sedimentación aguas abajo es insuficiente para servir de base para que sucedan esos tratos. (i.e., subsidios directos entre productores de laderas y productores de camarón). Además, los productores de camarón no son los únicos interesados de la cuenca baja afectados por la escorrentía/erosión de las laderas.

Como hay numerosos intereses en la cuenca baja que se beneficiarían de la reducción de sedimentación en la cuenca del Río Choluteca, se necesitan mecanismos institucionales para coordinar el apoyo público y privado para la conservación de suelos y agua en las laderas, para calcular los niveles apropiados y tipos de políticas, y para determinar cómo la asistencia puede ser transmitida de manera de que paguen los que se benefician. En Estados Unidos – en parte porque estos cálculos exactos todavía nos eluden, en lo que se refiere a la contaminación *ex-situ* por la erosión de tierras de cultivos – dependemos del sector público para coordinar los programas y políticas de conservación de suelos.

#### *Éxitos en conservación en el Sur de Honduras*

Para mitigar la erosión de suelos en laderas, el Ministerio de Recursos Naturales de

Honduras y la US Agency for International Development (USAID), la Agencia Internacional para el Desarrollo, colaboraron para apoyar a los productores de subsistencia en la adopción de prácticas de conservación de suelos patrocinando el Proyecto manejo de los Recursos Naturales, de 1980 a 1989, y a su sucesor, el Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra, the Land Use and Productivity Enhancement Project (LUPE), de 1990 a 1998. Los productores que implementan estructuras permanentes de conservación de suelos y/o cambian las prácticas de manejo de sus cultivos asumen un riesgo así como comprometen recursos escasos de mano de obra y/o capital de inversión a cambio de retornos a largo plazo (rendimiento sostenido de sus cultivos). Para ayudar a disminuir las limitaciones de los productores, LUPE ofreció tanto asistencia técnica como financiera.

Santos (1999) describió como los muros de piedra reducen la erosión asociada con el cultivo anual de las laderas y minimizan como el Huracán Mitch, y estimó que el costo de la prevención de la erosión de suelo con la instalación de muros de piedras por LUPE es de US\$58.30 por tonelada. El manejo de rastrojos (mulching) – una práctica de conservación de suelos que provee menos protección que los muros de piedra contra los riesgos de pérdidas severas de suelo asociadas con eventos climáticos serios, pero que reduce las pérdidas de suelo del cultivo anual – es menos costoso, US\$3.80 por tonelada de suelo conservado.

A pesar de un récord sobresaliente de logros como uno de las iniciativas más largas y exitosas en Latinoamérica, LUPE finalizó en 1998. En ese momento, no existía información disponible sobre los costos de la erosión de las laderas en la cuenca baja. En esta investigación se estimó que si las inversiones en conservación en las laderas lograran reducir la carga de sedimentos que llegan al área camaronera de la cuenca del Río Choluteca en un 20%, la industria camaronera gastaría US\$7 millones menos de lo

que están gastando actualmente en el manejo de sedimentos (asumiendo el escenario de limitación de tierras, tasa de descuento de 10%). Si el sedimento acarreado aguas abajo se redujera en un 40%, gastarían US\$13 millones menos de lo que están gastando actualmente. La experiencia del Huracán Mitch también influenció el tono de las discusiones sobre la conservación de suelos de laderas. En las secuelas de ese desastre, hubo un consenso en que los deslizamientos y cárcavas severas en la cuenca alta contribuyeron a la severidad de los daños en la cuenca baja (i.e., muchas inversiones en la cuenca baja son vulnerables a los patrones de uso de la tierra en la cuenca alta). Como resultado, las instituciones donantes y crediticias están cada vez más preocupadas de que su tradicional enfoque sectorial para la inversión tenga un defecto fatal. En respuesta a esta preocupación, hay señales de un mayor énfasis en juzgar las inversiones a un nivel más amplio. La ampliación del alcance del análisis económico puede proveer algún incentivo para establecer la conexión entre las políticas de uso de suelo y de inversiones para las cuencas altas y bajas.

#### *Una agenda para el diálogo de políticas*

Los cálculos de las políticas públicas sobre el gasto apropiado en la conservación de suelos y agua en las laderas debe sopesar la importancia relativa de prevenir pérdidas de suelo catastróficas versus reducir la erosión más gradual asociada con condiciones climáticas normales. Requiere de un juicio sobre la relación entre la carga de sedimentos en la escorrentía de las laderas y la sedimentación aguas abajo que afecta la industria camaronera. Las decisiones sobre políticas públicas deben también considerar la importancia relativa de proteger la competitividad de la industria camaronera en mercados mundiales con proyectos alternativos y propuestas (e.g., ofreciendo incentivos fiscales a la industria camaronera y/o otras fuentes de divisas, participando en tratados internacionales

para expandir las alianzas comerciales). Este diálogo debe involucrar también a otros interesados en la cuenca baja, no solamente a los productores de camarón.

En resumen, la definición de políticas públicas requiere de la comparación de los beneficios y costos de la conservación de suelos en la competencia con otras necesidades por recursos públicos limitados (como vacunar los niños, mejorar la infraestructura vial, construir nuevas escuelas u hospitales). Más fundamentalmente, tomar en consideración los costos de oportunidad de permitir la degradación de un recurso natural no renovable, al permitir que continúen procesos irreversibles de erosión de suelos y los daños asociados a los ríos y esteros.

#### **Conclusiones**

Las estimaciones de cuánto la industria camaronera gasta en manejar sedimentos, o cuánto LUPE gastó para apoyar las inversiones de los productores de laderas en actividades de conservación, no dictan cómo o si los formuladores de políticas de Honduras deben asignar recursos públicos para reducir los sedimentos en la cuenca del Río Choluteca. Sin embargo, sí indican que existen conexiones entre la erosión de suelo en las laderas y la viabilidad actual de la industria camaronera. Indican también que hay potencial para que una intervención y coordinación pública para apoyar la viabilidad económica de intereses claves (productores de camarón y productores de laderas), así como la integridad ambiental de la cuenca del Río Choluteca.

Si se condujeran estudios como éste para estimar los costos para otros interesados de la cuenca baja en la conservación de las laderas – como los productores de melón y los que usan y mantienen la infraestructura vial – entonces el diálogo sobre políticas de opciones de intervención y coordinación a nivel de cuenca podría ampliarse. Estos resultados

preliminares sobre los costos de sedimentación para la industria camaronera demuestran que dejar de invertir en la conservación de las

laderas probablemente impondría costos aguas abajo, que se volverían cada vez mayores con el tiempo.

#### Literatura Citada

Agricultural and Food Policy Center. *Representative Farms Economic Outlook for the January 1999 FAPRI/AFPC Baseline*. AFPC Working Paper 99-1. College Station: AFPC Texas A&M University, 1999.

ANDAH. *Boletín Informativo Técnico*. Honduras: Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, 1995.

ANDAH. *Plan Operativo y Situación Actual*. Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras: 1998.

Clark, E.H., J.A. Haverkamp, y W. Chapman. *Eroding Soils: The Off-Farm Impacts*. Washington, D.C.: The Conservation Foundation, 1985.

COHECO, S. de L.R. *Evaluación de Impacto Ambiental Camaroneras de la Zona Sur (Etapa de Expansión 1994)*. Honduras: Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras, 1994.

Crosson, P. "Soil conservation: it's not farmers who are most affected by erosion." *Choices*. 1.1(March, 1986): 33-38.

Currie, D.J. *Ordenamiento y Uso Racional del Recurso Disponible para el Cultivo del Camarón Marino en Centroamérica*. Honduras: Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca en el Istmo Centroamericano, 1995.

DeWalt, B.R., P. Vergne, y M. Hardin. "Shrimp Aquaculture Development the Environment: People, Mangroves and Fisheries on the Gulf of Fonseca, Honduras." *World Development* 24, 7(1996): 1193-1208.

*The Economist Intelligence Unit. Country Report: 4<sup>th</sup> quarter, 1998 for Nicaragua and Honduras*. London: *The Economist Intelligence Unit*, 1998.

Elmer, N.A. *The environmental effects of expanded trade: a firm-level simulation analysis of investment in Texas grapefruit*. M.S. Thesis. Texas A&M University, 1997.

Fandino, J.M., A. Coles, y L. Caballero. *La Titulación de la Tierra y la Estructura Agraria en Colinas, Honduras*. Madison, Wisconsin: Land Tenure Center, 1986.

Green, B.W., D.R. Teichert-Coddington, M.P. Micheletti, y C.A. Lara. "A Collaborative Project to Monitor the Water Quality of Estuaries in the Shrimp Producing Regions of Honduras." *Proceedings of the IV Ecuadorian Aquaculture Conference*, Guayaquil, Ecuador: October 22-27, 1997.

Ledesma, H.R. *Effects of Reservoir Sedimentation and the Economics of Watershed Management: Case Study of Aguacate Dam, Dominican Republic*. Disertación de Ph.D., University of Florida, 1997.

Lumley, S. "The environment and ethics of discounting: An empirical analysis." *Ecological Economics* 20(1997):71-82.

Pagiola, S. Personal Communication via electronic mail, 7 April 1999.

Pattanayak, S.K. *Pricing Ecological Services Provided by Protected Watersheds: Micro-Econometric Applications in Agrarian Communities of Indonesia and The Philippines*. Ph.D. Dissertation, Duke University, 1998.

PRADEPESCA (Programa Regional de Apoyo al Desarrollo de la Pesca en el Istmo Centroamericano). *Ordenación y Desarrollo del Cultivo del Camarón Marino*. Honduras: Union Europea-Oldepesca, 1996.

Purvis, A., W.G. Boggess, C.B. Moss, y J. Holt. "Technology Adoption Decisions Under Irreversibility and Uncertainty: An Ex Ante Approach." *American Journal of Agricultural Economics* 77(August 1995): 541-551.

Ribaudo, M.O. *Reducing Soil Erosion: Offsite Benefits*. U.S. Department of Agriculture, ERS Agricultural Economic Report No. 561, 1986.

Richards, M. "The Potential for Economic Valuation of Watershed Protection in Mountainous Areas: A Case Study from Bolivia." *Mountain Research and Development* 17,1 (1997): 19-30.

Samayoa, A.M. A watershed-level economic assessment of the downstream effects of steep-land erosion on shrimp production, Honduras. M.S. Thesis, Texas A&M University, August, 1999.

Santos, H.R. The linkage between investments in extension and farmers' adoption of soil and water conservation practices in southern Honduras. M.S. Thesis, Texas A&M University, December, 1999.

Smith, J.E. Assessment of soil and water conservation methods applied to the cultivated steep-lands of southern Honduras. M.S. Thesis, Texas A&M University, 1997.

Stonich, S.C. "Struggling with Honduran Poverty: The Environmental Consequences of Natural Resource-Based Development and Rural Transformations." *World Development* 20,3(1992): 385-399.

Stonich, S.C. "The Environmental Quality and Social Justice Implications of Shrimp Mariculture Development in Honduras." *Human Ecology* 23,2(1995): 143-168.

Thurow, T.L. y J.E. Smith. "Assessment of soil and water conservation methods applied to the cultivated steep-lands of southern Honduras." Technical Bulletin No. 98-2, USAID-Soil Management CRSP/Texas A&M University, 1998.

Toness, A.S., T.L. Thurow y H.E. Sierra. "Sustainable management of tropical steep-lands: an assessment of terraces as a conservation technology." Technical Bulletin No. 98-1, USAID-SM CRSP/Texas A&M University, 1998.

USAID (United States Agency for International Development). Natural resource management project, #522-0168. Washington, DC: Department of State, 1980.

U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. *Managing Non-point Source Pollution: Final Report to Congress on Section 319 of the Clean Water Act (1989)*. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency, EPA-506/9-90, January 1992.

Vergne, P., M. Hardin, y B.R. DeWalt. *Environmental Study of the Gulf of Fonseca*. Gainesville, Florida: Tropical Research and Development, Inc., 1993.

Wachter, D. "Land titling: Possible contributions to farmland conservation in Central America." In E. Lutz, S. Pagiola, y C. Reiche, ed., *Economic and Institutional Analyses of Soil Conservation Projects in Central America and the Caribbean*. World Bank Environment Paper Number 8. Washington, D.C.: The World Bank, 1994.

**Contraportada:** El ecosistema manglar es convertido en lagunas a medida que la industria del camarón se expande. El futuro de los manglares es también amenazado por la alta tasa de sedimentación originada por la erosión de suelo en las laderas. Sin embargo, el destino de la industria del camarón está ligado al mantenimiento del ecosistema manglar, especialmente en términos del beneficio para la larva del camarón que se cosecha para sembrar las lagunas de producción. Tanto el gobierno de Honduras como la industria del camarón se están esforzando por definir e implementar políticas que protejan la integridad del ecosistema manglar.