



Sustento del uso justo  
de Materiales Protegidos  
derechos de autor para  
fines educativos



**UCI**

Universidad para la  
Cooperación Internacional

UCI  
Sustento del uso justo de materiales protegidos por  
derechos de autor para fines educativos

El siguiente material ha sido reproducido, con fines estrictamente didácticos e ilustrativos de los temas en cuestión, se utilizan en el campus virtual de la Universidad para la Cooperación Internacional – UCI – para ser usados exclusivamente para la función docente y el estudio privado de los estudiantes pertenecientes a los programas académicos.

La UCI desea dejar constancia de su estricto respeto a las legislaciones relacionadas con la propiedad intelectual. Todo material digital disponible para un curso y sus estudiantes tiene fines educativos y de investigación. No media en el uso de estos materiales fines de lucro, se entiende como casos especiales para fines educativos a distancia y en lugares donde no atenta contra la normal explotación de la obra y no afecta los intereses legítimos de ningún actor.

La UCI hace un USO JUSTO del material, sustentado en las excepciones a las leyes de derechos de autor establecidas en las siguientes normativas:

- a- Legislación costarricense: Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos, No.6683 de 14 de octubre de 1982 - artículo 73, la Ley sobre Procedimientos de Observancia de los Derechos de Propiedad Intelectual, No. 8039 – artículo 58, permiten el copiado parcial de obras para la ilustración educativa.
- b- Legislación Mexicana; Ley Federal de Derechos de Autor; artículo 147.
- c- Legislación de Estados Unidos de América: En referencia al uso justo, menciona: "está consagrado en el artículo 106 de la ley de derecho de autor de los Estados Unidos (U.S, Copyright - Act) y establece un uso libre y gratuito de las obras para fines de crítica, comentarios y noticias, reportajes y docencia (lo que incluye la realización de copias para su uso en clase)."
- d- Legislación Canadiense: Ley de derechos de autor C-11– Referidos a Excepciones para Educación a Distancia.
- e- OMPI: En el marco de la legislación internacional, según la Organización Mundial de Propiedad Intelectual lo previsto por los tratados internacionales sobre esta materia. El artículo 10(2) del Convenio de Berna, permite a los países miembros establecer limitaciones o excepciones respecto a la posibilidad de utilizar lícitamente las obras literarias o artísticas a título de ilustración de la enseñanza, por medio de publicaciones, emisiones de radio o grabaciones sonoras o visuales.

Además y por indicación de la UCI, los estudiantes del campus virtual tienen el deber de cumplir con lo que establezca la legislación correspondiente en materia de derechos de autor, en su país de residencia.

Finalmente, reiteramos que en UCI no lucramos con las obras de terceros, somos estrictos con respecto al plagio, y no restringimos de ninguna manera el que nuestros estudiantes, académicos e investigadores accedan comercialmente o adquieran los documentos disponibles en el mercado editorial, sea directamente los documentos, o por medio de bases de datos científicas, pagando ellos mismos los costos asociados a dichos accesos.

**VALORACIÓN ECONÓMICA  
ECOLÓGICA Y AMBIENTAL**



# VALORACIÓN ECONÓMICA ECOLÓGICA Y AMBIENTAL

**Análisis de casos en Iberoamérica**





© EUNA  
Editorial Universidad Nacional  
Heredia, Campus Omar Dengo, Costa Rica  
Teléfono: 277-3825 / Fax: 277-3204  
Correo electrónico: editoria@una.ac.cr  
Apartado postal: 86-3000 (Heredia, Costa Rica)

© Valoración Económica Ecológica y Ambiental  
Análisis de casos en Iberoamérica  
Compiladores: Rosi Ulate y Jesús Cisneros

333  
T149e Valoración Económica Ecológica y Ambiental (1º: 2004: San José, C.R.)  
Análisis de casos en Iberoamérica. --1a. ed.-- Heredia, C.R.: EUNA, 2007.  
604 p. ; 24 cm.  
  
ISBN 978-9977-65-291-1  
  
Antología de casos  
1. ECONOMÍA AMBIENTAL 2. EVALUACIÓN ECONÓMICA  
3. SERVICIOS AMBIENTALES 4. RECURSOS HIDRÍCOS  
5. MANEJO DE AGUAS 6. DESARROLLO SOSTENIBLE 7.  
MANEJO AMBIENTAL 8. AGROECOLOGÍA 9. ECOLOGÍA  
10. ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES I. Título

Primera edición 2007.

Producción editorial: Alexandra Meléndez C.

Diseño de portada: Carlos Fernández Arce

Publicación realizada gracias al apoyo de la UICN-Mesoamérica y la Cooperación Noruega.

De conformidad con la Ley N° 6683 de Derechos de Autor y Derechos Conexos es prohibida la reproducción de este libro en cualquier forma o medio, electrónico o mecánico, incluyendo el FOTOCOPIADO, grabadoras sonoras y otros, sin el permiso escrito del editor.

## CONTENIDO

<b>Uniendo el ambiente y la economía</b> <i>Grethel Aguilar Rojas</i> <i>Directora Regional UICN-Mesoamérica</i> .....	11
<b>Prólogo</b> <i>Jesús Cisneros Vega</i> <i>Coordinador UICN-Mesoamérica</i> .....	13
<b>Economía ecológica: valoración económica</b> <i>Olman Segura Bonilla</i> <i>Rector Universidad Nacional</i> .....	17
<b>Introducción</b> <i>Marino Marozzi Rojas</i> .....	21
<b>La valoración económico-ecológica y la presente coyuntura socioecológica latinoamericana</b> <i>Bernardo Aguilar González</i> .....	29
<b>ECONOMÍA ECOLÓGICA</b>	
<b>Reflexiones y estudios de caso utilizando una Teoría Multidimensional del Valor: recomendaciones para Centroamérica</b> <i>Bernardo Aguilar G.</i> .....	35
<b>Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales</b> <i>Fander Falconí / Rafael Burbano</i> .....	79
<b>Estudio de caso: “Rumbo a las aguas eternas”: el Parque Nacional Chirripó (PNCH)</b> <i>Edgar Fürst</i> .....	101

<b>Aplicación de un análisis de los múltiples criterios en el distrito La Guácima para una gestión integral de su recurso hídrico. Costa Rica</b>	
<i>Rocío Hartley</i> .....	147
<b>Valoración ordinal económico-ecológica de escenarios de manejo de los recursos hídricos y naturales en las subcuencas del río Segundo y el río Ciruelas, cantón de Santa Bárbara, Heredia, Costa Rica</b>	
<i>Marino Marozzi</i> .....	169
<b>ECONOMÍA AMBIENTAL</b>	
<b>Estimación de la voluntad de pago de clientes de la JASEC para financiar el manejo ambiental de las subcuencas del sistema hidroeléctrico Birrís. Costa Rica</b>	
<i>Francisco Alpízar R./Marco Otárola G.</i> .....	205
<b>Valoración económicoecológica de la Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo”: estudio de alternativas para la implementación de pagos por servicios ambientales de la Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo”. Nicaragua</b>	
<i>Rosario Ambrogi R./Ileana Silva R.</i> .....	229
<b>Valoración económica del servicio ambiental hídrico: caso de aplicación de la cuenca del río Tempisque. Costa Rica</b>	
<i>Gerardo Barrantes</i> .....	245
<b>Valoración contingente de las mejoras en la calidad del agua en Costa Rica</b>	
<i>David Barton</i> .....	267
<b>Valoración económica de los Bienes y Servicios Ambientales (BSA) de las Regiones Autónomas del Atlántico (RAA) y la cuantificación de su aporte a la economía nacional. Nicaragua</b>	
<i>Radoslaw Barzev</i> .....	321

<b>Valoración económica del humedal Barrancones, municipio de Pasaquina, departamento de La Unión, El Salvador</b>	
<i>Ana Cecilia Carranza</i> .....	375
<b>Pago por servicios ambientales (PSA) en cuencas cafetaleras: valorando económica y ecológicamente la dinámica e integralidad de los agroecosistemas. Costa Rica</b>	
<i>Edmundo Castro</i> .....	407
<b>Modelo cuantitativo para el manejo del agua en la cuenca del Canal de Panamá</b>	
<i>Jaime Echeverría</i> .....	439
<b>Bases para una estrategia de desarrollo sostenible de las Islas Galápagos: el papel de los instrumentos de valoración ambiental</b>	
<i>Matías González H.</i> .....	483
<b>Valoración económica del ecosistema Humedal Nacional Térraba-Sierpe y propuesta de mecanismos para su sostenibilidad, Costa Rica</b>	
<i>Virginia Reyes/Miriam Miranda/Carmen Monge/Fiorella Salas</i> .....	509
<b>¿Mercados o metáforas? “Pagos por servicios ambientales” en Pimampiro, Ecuador. Estudio de un caso en el Ecuador</b>	
<i>Joseph Henry Vogel</i> .....	521
<b>ESTUDIOS CULTURALES</b>	
<b>Agroecología indígena en Talamanca: características</b>	
<i>Róger Martínez</i> .....	569
<b>Síntesis y conclusiones</b>	
<i>Rosita Ulate/Jaime Echeverría</i> .....	595



## Uniendo el ambiente y la economía

La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), fundada en 1948, es la mayor unión de gobiernos y organizaciones de la sociedad civil que buscan alentar a la sociedad a conservar la diversidad de la naturaleza y garantizar que todo uso de los recursos naturales sea socialmente equitativo y ecológicamente sostenible.

En los últimos años hemos sido testigos de un considerable avance en la comprensión de los factores sociales, políticos y económicos de la conservación y el desarrollo. Sin embargo, si bien es palpable un vigoroso crecimiento económico, éste no ha producido el desarrollo esperado, pues han quedado pendientes las asignaturas en favor de los habitantes y el ambiente, sobre todo en lo que respecta a la reducción de la pobreza, a la equidad y políticas socioambientales.

Nuestra región tiene el reto y el derecho de pensar en un futuro sustentable para una sociedad más equitativa. La sociedad debe y puede seguir avanzando hacia nuevos modelos de gobernanza que nos lleven a la conservación y utilización sostenible de los bienes y servicios que nos brinda la naturaleza.

Este libro promueve la comprensión, conexión y diálogo entre la economía y la conservación del ambiente. La unión de estos factores debe contribuir con fuerza sinérgica al logro de la sustentabilidad, especialmente en una región considerada rica en diversidad cultural y biológica, pero que enfrenta obstáculos para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

En UICN-Mesoamérica sentimos una satisfacción al contribuir con esta publicación y con el intercambio de conocimientos y aprendizajes entre la academia, los gobiernos y las organizaciones de la sociedad civil de esa promisoría región.

GRETHEL AGUILAR ROJAS  
Directora Regional  
UICN-Mesoamérica



## Prólogo

*“La sustentabilidad es un problema complejo que va más allá de las soluciones de índole estrictamente ambiental o tecnológicas. El científico de la sustentabilidad experimenta esta realidad en tanto se enfrenta no sólo a problemas axiológicamente diversos, en tanto debe equilibrar la sustentabilidad ambiental con la eficiencia económica y la justicia social, sino que además experimenta problemas prácticos en ambientes multidisciplinarios y actúa sobre sistemas socioecológicos cuya definición como unidades discretas es difícil. De allí que plantear la búsqueda de la sustentabilidad implica un esfuerzo científico postmodernista y postnormal que se extiende desde los ámbitos éticos, organizativos y educativos hasta los estrictamente técnicos”.* Bernardo Aguilar, Prescott Collage, Arizona, 2006.

Como acción pionera de intervención social que aborde esta complejidad y entropía de la sustentabilidad en Centroamérica, la Unión Mundial para la Naturaleza en Mesoamérica, por medio de su Programa Marco de Cooperación denominado ALIANZAS, apoyado por Noruega, contribuye a la búsqueda de esta sustentabilidad en tres áreas geográficas con alcance transfronterizo, desde el 2004.

Estas áreas están situadas en la costa pacífica en el área fronteriza entre Guatemala y El Salvador; la sección suroeste del río San Juan (Nicaragua, Costa Rica) y los ecosistemas costeros de Talamanca-Bocas del Toro (Costa Rica, Panamá).

ALIANZAS tiene como objetivo promover consorcios de grupos locales fronterizos en sitios específicos de Mesoamérica que incidan en políticas locales, nacionales y regionales a favor del uso sustentable de los recursos naturales, para mejorar así la calidad de vida de los habitantes de estos territorios.

La dirección principal de este proyecto apunta a establecer un nexo entre procesos locales de gestión de ecosistemas que llevan a cabo consorcios o alianzas locales y actividades de formulación de políticas en diferentes ámbitos (local, nacional y regional). Así, lo prioritario es lograr que organizaciones locales dirijan procesos locales por su cuenta y vincular estos procesos de forma interactiva con actividades de formulación de políticas. Esta orientación ha abierto nuevas sendas para

procesos más sustentables de gestión de ecosistemas, mejores formas de subsistencia para los actores locales y adecuados sistemas de gobernanza local.

Con este proyecto, UICN-Mesoamérica quiere contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, en especial, al logro del Objetivo 1, con el fin de contribuir a erradicar la pobreza por medio de la conservación de los ecosistemas claves, promoviendo el uso sustentable de los recursos naturales y el mantenimiento de los servicios y bienes que prestan los ecosistemas para mejorar la calidad de vida de las personas y al logro del Objetivo 7, con el fin de garantizar la sostenibilidad del ambiente, mediante el empoderamiento de los actores locales, para que éstos participen plenamente en los procesos de toma de decisión al respecto.

En este contexto institucional y programático emergió la necesidad de apelar a la ciencia económica, por medio de los procesos de valoración económica, para guiar la búsqueda de modelos de desarrollo local que no solamente generen crecimiento económico, sino que también dignifiquen a los grupos sociales y que además cumplan con los requerimientos ambientales de una base ecológica regional marcada cada vez más por la escasez.

La valoración económica desempeña un papel preponderante. Por un lado, puede quedarse en asistir al libre juego de la oferta y la demanda para encontrar los precios monetarios, mediante la internalización de las externalidades que crean las actividades económicas o el reconocimiento de valor económico a la ausencia de actividad económica por vía de la valoración de servicios ambientales (Economía Ambiental). Por otro lado, puede generar una visión alternativa que ponga entre dicho los mecanismos de toma de decisión basados solo en criterios monetarios y que incluye aspectos cualitativos que consideran los problemas de la distribución equitativa de los beneficios del desarrollo y los recursos naturales, además del respeto de las particularidades culturales (Economía Ecológica).

Este libro quiere contribuir al desarrollo del pensamiento económico ecológico en nuestra región, tan carente de bibliografía especializada en español. Aporta una recopilación de los casos de estudios de economía ecológica y ambiental presentados en el I Taller sobre el Estado de la Valoración Económico-Ecológica en Iberoamérica, celebrado el 28 y 29 de septiembre de 2004, en la Oficina Regional de la UICN para Mesoamérica, ubicada en San José de Costa Rica.

Este taller nació de la necesidad de convocar a la academia para aportar en la búsqueda de alternativas para adoptar el enfoque teórico y el instrumental metodológico sobre la valoración económica más apropiado, que ayude a la toma de

conciencia de la problemática común local y a la generación de políticas locales, nacionales y regionales que conduzcan a la sustentabilidad en las áreas geográficas de intervención, anteriormente descritas.

El taller tuvo como objetivo promover un foro de discusión e intercambio para que los investigadores invitados compartieran y analizaran, a partir de sus experiencias, las diferentes metodologías de valoraciones económicas ambientales puestas en práctica en Latinoamérica en los últimos años, con el fin de lograr un consenso para generar criterios, formular recomendaciones técnicas para desarrollar planes de investigación aplicada y políticas ambientales a implementarse en el proyecto ALIANZAS.

De igual forma se aprovechó la actividad para ofrecerle al proyecto ALIANZAS los criterios oportunos de los expertos iberoamericanos, quienes llegaron a un consenso en cuanto a las recomendaciones conceptuales y metodológicas en valoración económica para las Áreas Geográficas de Concentración, territorios así denominados donde se pone en práctica el proyecto ALIANZAS. Para ello se contó con la participación de dieciséis expositores especialistas internacionales de Iberoamérica en valoración económica, quienes aportaron sus diferentes estudios de caso e investigaciones, como material motivador para la discusión de los grupos de trabajo, quienes se reunieron durante dos días completos, a partir de la exposición de 18 casos de valoración económica.

Esta sugestiva amalgama de estudios de caso contiene diferentes enfoques de valoración económica, tales como la economía ambiental, la economía ecológica y estudios culturales, enriquecidos por estudios regionales dentro de un marco de participación amplio con representantes de los diferentes consorcios locales del proyecto ALIANZAS de El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá; integrando así al sector académico con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

A partir de esta muestra heterogénea de casos y aplicaciones, se confirma que la economía postnormal y transdisciplinaria si bien reconoce los beneficios de la economía neoclásica para lograr eficiencia productiva, también reconoce que la utilidad de las teorías basadas en la oferta y demanda es limitada e insuficiente para abordar los complejos problemas socioambientales de la región, por lo que apela a la posibilidad de paradigmas alternativos.

Por lo tanto, la discusión de los modelos de desarrollo e integración novedosos en nuestra región muestra la conformación de una renovada economía política,

que se proyecta hacia una propuesta de futuro más solidario, equitativo e incluyente. El aporte recopilador de esta antología es una contribución significativa en esta búsqueda y encuentro necesario entre la academia, la gestión local y las políticas públicas.

La publicación de este producto representa una rendición más del proyecto ALIANZAS de cara a su compromiso con la generación de conocimiento, esta vez en estratégico asocio con la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Por tanto, este libro representa el logro de una sinergia institucional donde la UNA y UICN-Mesoamérica convienen en difundir los principales trabajos presentados en el taller regional. Esa asociación entre conocimiento académico y conocimiento aplicado a la gestión ambiental enriquece a ambas instituciones, como enseña esta rica experiencia.

Queremos reconocer la inestimable contribución de la Universidad Nacional de Costa Rica a esta iniciativa, mediante la participación de un selecto grupo de académicos, en especial estima a su Rector, Dr. Olman Segura, quien ha sabido guiar durante la última década esta discusión innovadora en Centroamérica; al profesor Marino Marozzi, quien ha liderado desde la academia esta aproximación de aplicación práctica de ciencia postnormal; a la profesora Rosi Ulate de la Universidad Estatal a Distancia, por el acompañamiento administrativo de esta experiencia; al profesor Hernán Alvarado, por sus aportes metodológicos y conceptuales; a la técnica Alexandra Meléndez, de la Editorial Universidad Nacional, por su paciencia y oportunas orientaciones, y a todos y a cada uno de los miembros del cuerpo de académicos que con sus casos de estudio contribuyen a la generación de conocimiento aplicado para el bienestar de los ecosistemas y de los habitantes de la región.

JESÚS CISNEROS VEGA  
Coordinador  
Alianzas de la UICN-Mesoamérica

## **Economía ecológica: valoración económica**

«Debemos romper con el paradigma de desarrollo dominante y desplegar nuevos indicadores de valoración económica y ambiental». Las formas de desarrollo económico que han prevalecido en nuestra sociedad, a nivel global, nos han llevado a enfrentar graves problemas, tales como el efecto invernadero y el consecuente cambio climático, el adelgazamiento de la capa de ozono, la lluvia ácida, la pérdida de biodiversidad, la contaminación ambiental y el agotamiento de los recursos renovables y no renovables, para citar algunos. De igual manera, coincidimos en que la medición del desarrollo, centrado únicamente en el carácter tradicional, referido al comportamiento de la economía, como el crecimiento del PIB nacional y PIB per capita, la balanza comercial, los niveles de endeudamiento y otros, no son fiel reflejo de la situación que vive la economía nacional o personal; pues si en esos cálculos se incluyeran los efectos negativos en los recursos naturales y el ambiente, tendríamos una situación muy diferente.

Estos primeros años del siglo XXI son tiempos de globalización, lo que lleva a pensar en formas alternativas de desarrollo y medición. Aunque se concibe esa globalización como un contexto de amenazas y temores para nuestros países, lo cierto es que estamos inmersos en ella y, por lo tanto, debemos buscar la forma de generar oportunidades novedosas. En cuanto a la mayor cantidad y velocidad de flujos de información y el rápido crecimiento de nueva y compleja tecnología, por ejemplo, debe tenerse en cuenta que ese factor podría tener diversos efectos en la cultura y en la visión de mundo; por tanto, tenemos la oportunidad de crear e identificar nuevas opciones para fortalecer los valores, las tradiciones y las identidades nacionales, reafirmando la necesidad de mejorar la calidad de vida de las personas, el enriquecimiento cultural, el amor y el interés por las artes y las letras, lo mismo que por la educación y la ciencia; pero ello debe suponer el fortalecimiento de las libertades individuales, la solidaridad y los valores morales y éticos. Además, la globalización no solo se concentra en el área económica, sino también en los muchos problemas ambientales.

Por ello, algunas soluciones que deberían generarse integralmente apuntan a la mayor calidad en la educación, cambios institucionales en el comportamiento humano, innovación en los procesos productivos, generación de tecnologías limpias y otras. Esta nueva etapa que estamos viviendo (en cierto modo de angustia y desesperación) nos impide dar respuestas individuales o solo para un país; hay que pensar en transformaciones profundas, que aunque empiecen desde aspectos pequeños o parciales, pueden generar un efecto multiplicador para todo el planeta.

Hasta ahora la valoración de los recursos naturales y el ambiente en la economía ha sido nula; no se le ha considerado ningún valor en la función de producción. Sin llegar a decir que la valoración debe necesariamente ser ordinal o monetaria, todo parece indicar que es esencial y que significa un importante avance introducir nuevas formas de valoración e indicadores de medición que apunten a un verdadero desarrollo sostenible. Como primer avance para generar valoraciones económicas de los recursos naturales y de los servicios ambientales propios de los procesos productivos, se han planteado métodos de valoración desde la teoría de la economía de los recursos naturales. Algunas de estas formas de *valoraciones* son de mercado y otras de no mercado, aproximando *valores* mediante formas indirectas de valoración, tales como de la disponibilidad de pago (*valoración* contingente), la valoración de la disponibilidad de aceptar, los cambios de productividad, los costos de prevención o defensivos, los costos de reposición, los costos de viaje o desplazamiento. Varios de estos métodos de valoración quedan ejemplificados en algunos capítulos del presente libro.

Pero para medir una nueva forma de desarrollo sostenible, hay que contar con nuevas teorías y prácticas de valoración. Por *desarrollo sostenible* entendemos el que apunta a la coexistencia del ser humano y las especies que pueblan el planeta, de forma tal que los primeros puedan hacer uso racional, ético y planificado de los recursos, teniendo en cuenta que las generaciones futuras deberán también satisfacer sus necesidades con los recursos existentes. En otras palabras, abandonar el paradigma de desarrollo dominante que hace hincapié en la producción material, y sustituirlo por uno que valiéndose también de los recursos y el ambiente, busque una mejora en la calidad de vida de los seres humanos, pero que a su vez garantice el bienestar de las futuras generaciones. Esta sostenibilidad no deberá incorporar únicamente valores económicos y monetarios; deberá implicar múltiples dimensiones y valores. Por lo tanto, se necesita del análisis multicriterio y de valores tanto ordinales como cardinales. La

valoración multicriterial que se desarrolla desde la teoría de la economía ecológica permite tomar decisiones con base en instrumentos superadores del monocriterio del valor de mercado, o de una implícita valoración nula de la naturaleza y el ambiente. Aunque estas formas de valoración están en proceso para su perfeccionamiento, son un avance y esta es una nueva forma de enfrentar la insostenibilidad. No se debe avanzar más por el mismo camino errado que traemos. Varios ejemplos de valoración económica ecológica se incluyen también en este libro.

Constituye un logro académico el haber participado desde Costa Rica, mediante el trabajo institucional de la Universidad Nacional, en la discusión internacional sobre el desarrollo sostenible y las diferentes formas de valoración económicas ambientales puestas en práctica a nivel global, y que tienen su referente de ilustración en casos concretos en la región Latinoamericana. La realización de un foro de discusión con investigadores internacionales ha permitido enriquecer el intercambio académico y evaluar los avances en el uso de herramientas (criterios, instrumentos, métodos) para formular planes de investigación y políticas ambientales. Pero estos avances no se han de limitar a los participantes en el foro llevado a cabo; en la medida de lo posible debe compartirse con otros estudiosos del tema, tanto en diversos puntos geográficos como en diferentes momentos del tiempo. Por tal razón el *Programa ALIANZAS* de la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* (UICN) y la Universidad Nacional (UNA), se han unido, esta vez mediante el sello institucional de la Editorial Universidad Nacional, para poner a disposición de todos esta importante publicación, con la esperanza de generar análisis, discusiones, intercambio de criterios y conocimiento al fin. Este libro quisiera poner una semilla de esperanza en quien acuda a sus páginas. Todos confiamos en heredar un mundo mejor a las futuras generaciones. Ya lo ha dicho el ilustre escritor Ernesto Sábato: «Tengo una esperanza demencial, ligada, paradójicamente, a nuestra actual pobreza existencial y al deseo, que descubro en muchas miradas, de que algo grande pueda consagrarnos a cuidar afanosamente la tierra en la que vivimos».

OLMAN SEGURA BONILLA  
Rector  
Universidad Nacional  
Abril de 2007.



## Introducción

El Primer Taller Iberoamericano de Economía Ecológica, auspiciado por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) para Mesoamérica y la Universidad Nacional de Costa Rica, ha puesto de manifiesto el relativo avance que existe en la práctica investigativa de la región de los dos más importantes enfoques de la economía y el ambiente que hay en la actualidad, mostrando sus avances teóricos y prácticos, conceptuales y operacionales: la economía ambiental y la economía ecológica.

Estos enfoques, en realidad corresponden a resultados de la evolución de los paradigmas en las respectivas interfases entre medio ambiente-desarrollo y economía-ecología, como zonas de intercambio teórico-práctico, que se enriquecen recíprocamente, como sucede con los ecotonos entre los ecosistemas. Es una incipiente revolución científica en el sentido de Kuhn, que empieza a permitir el cambio del paradigma económico vigente, al introducirse nuevos elementos ecológicos, ambientales, energéticos y sociales. Estos elementos surgen, por una parte, de la constatación del cambio global y las transformaciones teóricas que esto implica para que la economía se relacione como subsistema abierto con el ambiente global, con el que se intercambia materia, energía e información y, por otra parte, con los criterios de asignación de recursos y los nuevos valores que tendrán que otorgarse a los bienes y servicios del medio ambiente en función de la escasez real y la imposibilidad de los mercados de internalizar externalidades y asignar eficientemente los recursos.

Si miramos hacia el origen de estos paradigmas convencionales, que han separado la naturaleza, por un lado, y la actividad estrechamente contenida en los límites del mercado, por otro, los encontramos en el pensamiento griego, hace más de dos mil años en el plano filosófico y más de quinientos años como paradigmas científicos de la economía. Este dimensionamiento del problema, típico de la economía ecológica, nos advierte sobre el enraizamiento en la cultura occidental de estas ideas. Su cambio no es de un día para otro.

Si bien el origen etimológico de las palabras economía y ecología hace referencia a una misma raíz griega: eco, casa; lo cierto es que el sentido de la economía estuvo más ligado a la crematística o asignación de los precios, que a la “administración de la casa”. Jenofonte (h. 427-355 a. C.) aporta las ideas sobre la organización, el valor y la división del trabajo; Platón (h. 427-327 a. C.) aporta sobre la estructura política y económica del estado, reconociendo en la especialización y división del trabajo la base de la eficiencia y la productividad; Protágoras (h. 480-411 a. C.) sostenía que “el hombre es la medida de todas las cosas” y para algunos teóricos en este sentido ponía las bases para la teoría del valor-trabajo y el cálculo hedonístico; Aristóteles (h. 384-322 a. C.) discutió el valor en términos de valor de uso y valor de cambio, y en términos de comparaciones incrementales. El estado mixto, la propiedad privada, el comercio, el dinero y el interés. Las mediciones sobre la utilidad y que, con ello, impregnará todo el pensamiento posterior y de muchos siglos después: Adam Smith, Karl Menger, Karl Marx. Cito a Píndaro cuando decía que “lo mejor de las cosas es el agua”. Epicuro y Demócrito aportan las bases posteriores del análisis materialista-dialéctico y atomista que influirán tanto en el pensamiento materialista histórico-moderno como en el científico.

No es sino con Sir William Petty (1623-1687) y Richard Cantillon (1680-1734), representantes del mercantilismo y nacidos en los albores del capitalismo comercial y la revolución agrícola (de ahí la importancia que le conferían a la agricultura), que se puede hablar de la aparición de la ciencia económica; la trayectoria desde el subjetivismo y la lógica deductiva de los antiguos griegos y los escolásticos (Alberto Magno, Tomás de Aquino, Jean Buridan, Juan Crell, cuyo país era la Cristiandad y su estado la Iglesia al decir de Schupenter) hasta el empirismo y el objetivismo. Es conocida la cita de los *Escritos Económicos* de Petty, Vol. 1, p. 63: “que el trabajo es el padre y principio activo de la riqueza y las tierras son la madre”.

La fisiocracia o gobierno de la naturaleza, con Francois Quesnay a la cabeza, Mirabeau, Hirviere, Nemours, Trosne, entre otros, ha influenciado la economía hasta la fecha. El concepto central de la economía estándar de ésta es un sistema de flujo cerrado que todavía se enseña hoy, siendo una de sus principales limitaciones para entender la conexión del proceso económico con la biosfera. Asimismo se debe destacar la importancia que dieron a la naturaleza como proveedora de riqueza y a la agricultura. Los conceptos de reproducción y crecimiento están presentes en las matrices de Leontiev, por ejemplo, y en los conceptos básicos de la macroeconomía del desarrollo.

El período clásico desde finales del siglo XVIII hasta finales del XIX (Smith, Ricardo, Marx, Mills y posteriormente Cournot y Dupuit, Menger, Wieser y

Bohm-Bawerk, Stanley, Jevons) marca sin duda la constitución de la ciencia económica moderna en todos sus componentes, como también la consolidación de una concepción dominante positivista, antropocéntrica e industrialista, que van a privilegiar el crecimiento económico y el dominio-extracción-expoliación de la naturaleza, cuya máxima expresión va a ser la Revolución Industrial y sus consecuentes efectos ambientales, por los demás poco reconocidos.

Diversas preocupaciones ecológicas desde la economía tratan de encontrar sus raíces en ese período. Así por ejemplo, el ecomarxismo se inspira a partir de una relectura del Capítulo V del primer tomo, en su primer apartado de *El Capital* de Karl Marx (1818-1883), sobre el concepto de valor de uso y el papel de la naturaleza en el proceso general de la producción y la división del trabajo. En el sentido de Norgaard, teórico de la economía ecológica, se trata de un proceso coevolucionario, en tanto el proceso de trabajo en general, como nivel de análisis, se desarrolla en el interior de la naturaleza.

Otra veta importante, desde el punto de vista de la sostenibilidad de los sistemas y su capacidad y límites de reproducción, se encuentra en *Los Principios de Economía Política* de Mills (1848), cuando plantea la idea del estado estacionario y sus límites, que luego el economista ecológico moderno Herman Daly va a recuperar para recordar los límites del crecimiento. También es destacable que Mills en 1832 justificaba intervenciones legislativas basadas en externalidades, en los principios del *free rider*.

Claro está que la moderna economía neoclásica ambiental tiene sus bases teóricas en este período (específicamente se cita el año 1870 como clave y se extiende hasta 1920) con la teoría de la utilidad marginal, la demanda, la oferta, el equilibrio general, el mercado en la asignación de recursos, la teoría del capital y el crecimiento y los bienes públicos. Un dato curioso es que para todos estos teóricos, el agua, como recurso natural fundamental para la vida, tenía mucho valor de uso pero no tenía valor de cambio, por lo que era un bien natural y no económico. Revelador resulta el dato que no es sino hasta los años veinte que Marshall va a preocuparse por el valor del agua en la contabilidad nacional.

No obstante, el acercamiento entre economía y ecología se viene dando más explícitamente hace un poco más de cien años, cuando empieza la crítica ecológica hacia la economía. Podolinski, ruso darwinista, quien escribe sobre economía y ecología ya en 1880, atribuía las diferencias en el uso de la energía dentro y entre países no a la superioridad evolutiva, sino más bien a la desigualdad creada por el capitalismo. Estas ideas fueron apoyadas por el famoso bioquímico Vernadsky ya

en 1924, recordando que en 1903 Arrhenius publicó su tratado de economía global, donde plantea seminalmente el problema del efecto invernadero, sosteniendo que el calor terrestre aumentaría con el incremento del dióxido de carbono en la atmósfera. También en 1824 se había publicado la famosa memoria de Sadi Carnot, un joven oficial del Cuerpo Francés de Ingenieros, quien puso las bases para entender la ley de la entropía, tesis fundamental en la economía ecológica.

Entropía, es decir, índice relativo de la energía no disponible en un sistema aislado, que aumenta constantemente. Von Mayer y Joule en 1842-1843 formulan el principio de conservación y expresan la equivalencia entre las diferentes formas de energía; aspectos fundamentales de la economía ecológica y que en el siglo XX van a ser recuperados por Georgescu Roegen, llamado el Einstein de la economía, en su libro *Entropía y Proceso Económico*.

Otra vertiente importante que reacciona contra el pensamiento neoclásico ya a principios del siglo XX (1900) es la escuela institucionalista con Thorstein Veblen (1857-1929) a la cabeza y a la que luego pertenecerá el más contemporáneo y crítico John Kenneth Galbraith. Esta escuela es influenciada por los historicistas británicos y definitivamente por Comte y Darwin, a quienes Marshall admiraba. El institucionalismo hace una crítica importante de los conceptos de Smith e intenta construir una teoría del comportamiento humano. Commons, Mitchell y Ayres son los neoinstitucionalistas que aportan ideas interesantes sobre la regulación, los derechos de propiedad y las instituciones en la relación economía-ambiente.

Hasta aquí hemos querido tejer una pincelada de lo que en la cultura occidental ha sido la relación entre economía y ecología, para llegar a los siglos XVIII y XIX con lo que conocemos como economía clásica, y ubicar la formación de las cuatro grandes herencias: la economía neoclásica de fines del siglo XIX, la economía institucional de 1900, la economía marxista del siglo XIX y la economía humanística.

La economía neoclásica ha sido la dominante y es fundante de la síntesis neoclásico-keynesiana entre 1945-1960, el monetarismo de finales de los años setenta y los modelos de mercado de gestión ambiental y pluralismo político. De aquí surge el enfoque conservador de los derechos de propiedad, el mantenimiento del sistema de mercado y las restricciones a la intervención pública; al mismo tiempo surge el enfoque liberal del balance de materiales, la intervención del gobierno para proteger el medio ambiente y la intervención de los incentivos económicos e impuestos ecológicos.

Estas vertientes van a influenciar a la economía ambiental como subdisciplina con diversidad de doctrinas y matriz básica de la economía ecológica. La economía ambiental va a ser influenciada por la economía institucional en temas como el progreso técnico, el poder de las multinacionales, los bloques de poder, los juegos suma cero, la planificación y otras aproximaciones. La economía humanística va a influenciar a la economía ambiental en temas como las necesidades humanas, altruismo, equidad, estado estacionario, bioeconomía y leyes de la entropía. La economía marxista y las ciencias naturales físicas van a influenciar también a la economía ambiental y sobre todo a la economía ecológica, más recientemente con los aportes de Mora y Hinkelamert en la perspectiva de una economía para la vida.

La actual economía ambiental tiene antecedentes muy importantes en los años veinte cuando el economista A. C. Pigou (1924), en un capítulo de su libro *Economía del Bienestar*, analiza que la actividad humana, sobre todo, pero no exclusivamente, la producción de mercancías, genera ciertos efectos positivos o negativos, que no recaen sobre el que los produce. Estas son las conocidas externalidades ambientales o efectos ambientales que llamaban la atención de Pigou para hacer una adecuada contabilidad social. Las divergencias entre el Producto Neto Marginal Privado y el Producto Neto Marginal Social.

El concepto principal de la economía será el de externalidad y, por lo tanto, como ésta no está en los mercados, el reto será en buena parte cómo asignarle un valor con métodos directos de mercado, indirectos de mercado o de no mercado. Desde luego que el descuento a valor presente de la relación de costos-beneficios, nos lleva al problema de mercados en el futuro intertemporales y a la tasa de descuento social en cuya definición estamos incluyendo a las generaciones futuras que aún no han nacido y a la asignación óptima de recursos (aquí se ubican los aportes de Solow). Con toda esta problemática macroeconómica, engendrada en estos años, lidia la microeconomía ambiental. La macroeconomía y en particular la política económica y comercial ambiental también quedaron ancladas de alguna forma con los impuestos pigouvianos y sus derivaciones, pero las implicaciones han sido más manejables.

Años después, en 1931, Hotelling se plantea qué puede decir la economía sobre la extracción óptima de los recursos naturales agotables. Todos estos esfuerzos son para incluir el medio ambiente en la economía y no para buscar un encuentro o simbiosis. Coase, posteriormente, va a plantear la necesidad de acuerdo voluntario —sin mayores exageraciones— en situación de competencia perfecta, costos de transacción nulos y derechos de propiedad claros; situación que variará ante

el cambio de escenarios. Baumol y Oates (1975) llegan a una definición bastante ambigua pero muy influyente de externalidades. Fischer, Eberle y Hayden, Bromley y David Pearce van a prestar especial atención a las nociones y conceptos que subyacen al análisis costo-beneficio y en la medición monetaria de la preferencia de los consumidores.

Se deben destacar los trabajos que surgen del Resources for the Future, fundado en 1950, por la Fundación Ford; entre ellos, los métodos para estudiar la escasez de materiales, medir la demanda por recreación (Clawson y Knetsch, 1966), la actualización del uso de impuestos para contaminación que hizo Alan Anéese, el estudio sobre contaminación del agua del Río Delaware (Kneese y Bower, 1968), el análisis de escasez de recursos naturales elaborado por Barnett y Morse (1963) y el de John Krutilla que amplía las bases del concepto de valor más allá del valor de uso en 1967.

En definitiva tenemos, por una parte, que la economía ambiental y la economía de los recursos naturales se definen como subdisciplinas de la economía neoclásica, que como tal va a estudiar cómo los productores y consumidores toman decisiones sobre el uso de recursos valiosos, en el campo de la microeconomía y en la macroeconomía se ocupa de estudiar las maneras en que se pueden cambiar las políticas e instituciones económicas, con el propósito de equilibrar un poco más esos impactos ambientales con los deseos y las necesidades del ecosistema en sí mismo. En un sentido práctico, trata de internalizar las externalidades que no considera el mercado en tanto no son mercancías con valor de uso; en un horizonte de intertemporalidad, apoyándose en la teoría de los bienes públicos y proponiendo como herramientas fundamentales de toma de decisiones el análisis costo-beneficio y el valor económico total de los ecosistemas en la valoración del medio ambiente en la perspectiva de la sostenibilidad débil, que supone sustituibles el capital natural y el tecnológico.

Por otra parte, la economía ecológica es la ciencia de la gestión de la sustentabilidad, que estudia las relaciones entre los sistemas económicos y los ecosistemas, a partir de una crítica ecológica de la economía convencional, en particular considerando la economía como sistema abierto y la inconmensurabilidad de muchas de las externalidades. Aquí las variables sobre las que se construye esa fuerte sustentabilidad son de tipo físico y energético, como los diversos índices de uso de energía y contaminantes, la tasa metabólica exosomática de trabajo remunerado como indicador de evolución de determinado sector, los flujos de energía exosomática por sectores, el metabolismo exosomático, que permiten la evaluación integrada de múltiple escala del metabolismo social. Asimismo, los balances de

materiales micro y macro, la huella ecológica, el espacio ambiental, el consumo sostenible, los flujos de energía, el retorno de energía sobre insumo de energía, la apropiación humana de los productos de la fotosíntesis, el insumo material por unidad de servicio y el uso de materiales en el proceso de globalización.

La evaluación integrada multicriterio, que conlleva criterios multicriteriales más allá de los monocriteriales para la toma de decisiones de los actores sociales, considera fundamental el involucramiento activo de estos actores para buscar soluciones de compromiso y que participan en los procesos de conflicto ambientales desde siempre. La economía ecológica propone la metodología multicriterio y el software Novel Approach Imprecise Assessment Decision Enviromental como concepto e instrumento para abordar estas situaciones.

Cabe destacar que la economía ambiental y la economía ecológica tienen visiones del mundo, marcos temporales y espaciales y objetivos diferenciados. Mientras que la economía ambiental es mecanicista, estática y atomista en su visión, máximo plazo de cincuenta años, con marcos locales y considerando fundamentalmente a la especie humana, siendo el objetivo primario la maximización del beneficio, en perspectiva disciplinaria; la economía ecológica es dinámica, sistémica y evolucionaria, con un marco temporal multiescalar de días a eones, con una concepción espacial que va de lo local a lo global, incluyendo a todas las especies en su análisis, siendo su objetivo fundamental la sostenibilidad del sistema ecológico-económico, en una perspectiva transdisciplinaria.

No obstante estas diferenciaciones, en este Primer Taller Iberoamericano, se han presentado valiosos trabajos que incluyen algunas de las perspectivas, aquí planteadas, tanto de la economía ambiental, como de la economía ecológica; concluyendo sobre la importancia de complementar aportes y enfoques, no es exhaustivo, ni exclusivo de una corriente y, por lo tanto, requiere de nuevos esfuerzos.

Los trabajos aportados en este Primer Taller Iberoamericano por Francisco Alpízar y Marco Otárola, Rosario Ambrogi, Gerardo Barrantes, Rado Barzev, David Barton, Cecilia Carranza, Edmundo Castro, Míriam Miranda, Virginia Reyes, Matías González y Jaime Echeverría, en la medida que buscan por diversas metodologías asignar valor a las externalidades, se ubican en el campo de la economía ambiental, desarrollando un instrumental para construir un Valor Económico Total, optimización y utilización de métodos que calculan el excedente del consumidor, por valoración indirecta, directa o de no mercado. Algunos de los teóricos más relevantes en los últimos años son David Pearce, R. K. Turner,

Myldrik Freeman III, Barbier, Akerman, Knowler, Hardin Garret, Ayres Robert, Hanneman y Diego Azqueta.

La economía ecológica, en todo caso, muestra una vertiente que parte desde hace más de cien años con los aportes de Sergei Podolinski sobre el análisis de la energía, Josef Popper-Lynkeus, Patrick Geddes, Frederick Soddy, Kenneth Boulding, William Kapp, Nicholas Georgescu Roegen, José Manuel Naredo, José Martínez Alier, Daly, Hueting, Isard, Aguilera Klink, Guiseppe Munda, Noorgard, Xavier Simón, Jordi Roca, R. Constanza, sólo para citar algunos de los más relevantes economistas que consideran fundamentalmente, por una parte, que el sistema económico es abierto en permanente relación con la biosfera y, por otra, que el sistema económico es entrópico, proceso en el cual se aplican las leyes de la termodinámica.

Su comportamiento es complejo e incierto, por lo que en tanto objeto de análisis y de gestión requiere de la participación de la gente como nuevo principio epistemológico para contribuir a manejar esa incertidumbre y esa complejidad, tal es la tesis de la metodología multicriterio que aporta un instrumental conceptual y operativo para la valoración multicriterio social que está siendo usada en todo el mundo por iniciativa del programa de doctorado de la Universidad Autónoma de Barcelona. De este procedimiento, el taller examinó varios casos claramente identificables, como son los de Edgar Fürst, Marino Marozzi, Rocío Hartley, Fander Falconí, Róger Martínez y Bernardo Aguilar. En definitiva, el debate está abierto y más que nunca los diferentes aportes son contribuciones para una mejor comprensión de la relación entre economía y ecología.

MARINO MAROZZI ROJAS  
Economocólogo  
Catedrático, Universidad Nacional, Costa Rica

## La valoración económico-ecológica y la presente coyuntura socioecológica latinoamericana

*Bernardo Aguilar González\**

No puede dudarse que hoy nos encontramos ante una coyuntura trascendental en la realidad iberoamericana. Nos hemos convertido en el contexto principal de discusión sobre la validez y viabilidad de los paradigmas económicos mundiales. Esta discusión busca una ciencia económica para guiar modelos de desarrollo que no solamente generen crecimiento económico, sino que también provean la dignificación de los grupos sociales más desafortunados. Asimismo, aspiramos a que los modelos económicos cumplan con los requerimientos ambientales de una base ecológica que cada día nos hace entender con mayor claridad las implicaciones de la escasez. En esencia, se trata de un espacio óptimo para cuestionar los verdaderos alcances de la tan discutida sostenibilidad.

Este renacimiento de un espacio de discusión es precedido por una época de ortodoxia neoclásica, en la cual el problema económico del ambiente se ha resuelto fundamentalmente por las vías del libre mercado. Así, el papel del economista se ha visto bastante circunscrito a asistir al juego de la oferta y demanda para encontrar los precios (monetarios) “correctos”. Ello, por la vía de la internalización de las externalidades que generan las actividades económicas o el reconocimiento de valor económico a la ausencia de actividad económica mediante los esquemas de valoración de servicios ambientales. Así lo deja entrever la prevalencia de este tipo de estudios en los distintos foros latinoamericanos de economía enfocados al medio ambiente y la abundancia de consultorías en este tema que son contratadas por los gobiernos, empresas y otros espacios de aplicación.

Sin embargo, se puede observar que en algunas instituciones se promueve una visión alternativa que pretende expandir la visión tradicional del papel de la

---

\* Profesor, Programa de Estudios Culturales y Regionales, Prescott College, Prescott, Arizona, EE. UU. [baguilar@prescott.edu](mailto:baguilar@prescott.edu)

valoración económica. Esta visión alternativa plantea un cuestionamiento profundo de los mecanismos de toma de decisiones económicas basados solamente en criterios cuantitativos monetarios y en una “comodificación” del ambiente. Asimismo, aboga por la incorporación de aspectos cualitativos que derivan en la inclusión de los problemas, la distribución equitativa de los beneficios del desarrollo y los recursos naturales. Igualmente contempla el respeto de las especificidades culturales, tan abandonadas por la homogeneización cultural que fomenta el consumismo.

En este sentido, instituciones como la Universidad Nacional y la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza – Programa Alianzas, se sitúan a la vanguardia del desarrollo del pensamiento económico-ecológico en nuestra región. Conforme se observa de la participación investigativa en el Primer Taller Iberoamericano de Economía Ecológica, “Estado de la Valoración Económico-ecológica en Iberoamérica”, los participantes constituyeron una muestra representativa de la situación antes descrita.

Así, conforme se observa en esta antología, nos encontramos con una selección de estudios actualizados de aplicaciones concretas en Centro y Sur América de lo que se identifica como Economía Ambiental. Aquí se incluyen estudios que analizan o critican el empleo de una o más de las técnicas de valoración que se agrupan como aplicaciones de lo que el distinguido economista inglés David Pearce llama la ecuación del valor económico total (VET). El rango abarca estudios de precios sombra, valoración contingente y metodologías de optimización *input-output*.

Por otra parte, en la sección Economía Ecológica, se incluyen análisis que plantean alternativas a la aplicación del VET. Éstas buscan fundamentalmente promover la aceptación de los modelos de análisis de multicriterio. Las aplicaciones incluyen estudios con técnicas novedosas como el modelo de Giuseppe Munda, NAIADE, y el Indicador Integral de Salud de Ecosistemas (IISE), ambos de extracción iberoamericana. Asimismo, el rango geográfico, aunque bastante concentrado en las experiencias en Costa Rica, nos sugiere el gran potencial para este tipo de aplicaciones como una alternativa para un mejor entendimiento de la interfase ambiente-sociedad en nuestra región.

La última sección de la antología, que comprende un estudio descriptivo de los sistemas agroecológicos de la región de Talamanca en Costa Rica, nos hace reflexionar sobre un tema que adquiere gran relevancia en la Iberoamérica de hoy: la utilidad y supervivencia de los sistemas indígenas de producción. Este tema se enmarca dentro de la necesidad, antes apuntada, de avance en los sistemas de

valoración, de manera que reconozcan la cultura como un recurso fundamental para la supervivencia de los sistemas socioecológicos.

La economía debe buscar la cultura y reconocer su papel como base de la supervivencia humana, en lugar tan sólo de utilizarla como un medio de exotización de productos en mercados especializados. Aquí se plantea un avance necesario en la ciencia de la valoración, dejando de ser solamente una promotora pseudoobjetiva de un sistema de organización social determinado: el capitalismo. Más bien, la economía postnormal y transdisciplinaria reconoce los méritos de la economía neoclásica en lograr eficiencia productiva, y también reconoce que la utilidad de las teorías del libre mercado es limitada y plantea la posibilidad de paradigmas alternativos.

Entonces, la discusión de modelos de desarrollo e integración novedosos que se plantean en la Iberoamérica de hoy con el cuestionamiento de la ortodoxia neoliberal se hace posible en tanto se definen las características de esta nueva economía política. Una economía política, que parece reconocer su pasado, se proyecta con anhelos de un futuro más justo, más solidario, incluyente y sostenible. El esfuerzo de recopilar esta antología será sin duda una contribución significativa en esta búsqueda.

# **ECONOMÍA ECOLÓGICA**



## **Reflexiones y estudios de caso utilizando una Teoría Mutidimensional del Valor: recomendaciones para Centroamérica**

*Bernardo Aguilar González\**

---

\* Profesor destacado del programa de Estudios Culturales y Regionales de Prescott College, en Prescott, Arizona. Profesor afiliado del Programa de Doctorado en Educación para la Sostenibilidad de la misma Universidad y Profesor adjunto del Center for Environmental Sciences and Education, de Northern Arizona University. Nacido en Costa Rica, ha ejercido la docencia en las áreas de Desarrollo Sostenible, Economía Ecológica, Derecho Ambiental y Estudios Latinoamericanos por 14 años. Ha sido colaborador de grupos de investigación en áreas de valoración sostenible ambiental para el desarrollo de políticas para los gobiernos de Costa Rica y Guatemala. Profesor invitado en más de 12 universidades en Estados Unidos como en su país natal, Costa Rica. Su investigación se ha enfocado en las áreas de pedagogía radical, valoración económico ecológica y manejo comunal de ecosistemas. En 1995 lideró el equipo que creó el Índice Integral de Salud de Ecosistemas (HEHI en Inglés), métrica que integra indicadores sociales, ecológicos e interactivos. Posee posgrados en economía y derecho agrario y ambiental de la Universidad de Georgia y la Universidad de Costa Rica. Es autor de numerosas publicaciones las cuales ha presentado a nivel nacional e internacional en los EEUU, Europa, Centro y Suramérica. Ha servido como miembro de la Junta Directiva de la Asociación Estadounidense de Economía Ecológica, sociedad que en el año 2003 creó un premio con su nombre a fin de honrar su trabajo inspirador motivando a estudiantes a trabajar en esta área transdisciplinaria. Graduado con honores de la Universidad de Georgia. Ha recibido premios y becas del Programa de Becas para Paz, del Programa P3 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, del Consorcio de Investigación Comunal Colaborativa de la Universidad de Virginia y del Programa Fulbright de Estados Unidos.



## Introducción

En el mundo de la postglobalización, no cabe duda de que ejemplos como el comportamiento del mercado del petróleo nos muestran cada día con mayor claridad a los economistas que debemos reexaminar constantemente las presunciones de nuestros modelos. Incluso hay quienes hablan de una economía postmoderna, en la cual los intentos de predicción se tornan cada vez más dificultosos. Igualmente, ejemplos como el anterior nos muestran, cada vez con mayor claridad, la dependencia del desarrollo en la base de los recursos naturales en la que se sustenta.

En medio de estos retos, uno de los mayores problemas con los que se ha enfrentado nuestra ciencia es su ineptitud académica y científica para lidiar con la postmodernidad. Cada día descubrimos no sólo que la economía es más compleja sino que sus conexiones con los sistemas socioecológicos lo son aún más. En medio de esta situación, las escuelas de economía continúan apegadas a la instrucción basada en las ideas de la economía neoclásica, como si ésta fuese la única escuela existente. Ello deviene en un fundamentalismo científico adherido al reduccionismo de modelos que, a pesar de aumentar en complejidad algorítmica, carecen de plena capacidad para modelar sistemas complejos adaptativos.

En el caso específico de los problemas ambientales, la economía se presentó tradicionalmente como una ciencia ajena. Sin embargo, día a día la necesidad de armonizar los objetivos del desarrollo y la conservación ha llevado a superar esa distancia. Lo cierto es que la economía puede ser un instrumento para promover la conservación.

Aquellos ambientalistas que identifican la economía exclusivamente con los fundamentos axiológicos del sistema capitalista extremo podrían querer disputar esta última afirmación responsabilizando al razonamiento económico por la gran cantidad del daño ambiental que hemos causado a nuestro planeta. No puede negarse que, efectivamente, la aplicación ideologizada de esta ciencia ha generado un impacto sustancial. Sin embargo, también podemos ideologizar la economía en favor de la conservación. En esencia, se trata de una ciencia que realiza contabilidad. Los fundamentos éticos que impulsen la escogencia de las medidas de valor yacen esencialmente en la forma de mirar los elementos que escoge el grupo social o nación en cuestión. Desde esta perspectiva, la economía puede llegar a reflejar la base axiológica del desarrollo sustentable.

Esta opinión implica que la delimitación del desarrollo sustentable, como fin a alcanzar, es crítica para armonizar los objetivos de la economía y la conservación. Para realizar este objetivo no basta solamente con pintar de verde nuestro modelo tradicional de desarrollo. Las limitaciones, que al sistema económico imponen los límites naturales del crecimiento, ameritan examinar críticamente nuestros patrones de consumo. Así, se trata de un proceso más profundo. Esta armonización sólo puede lograrse mediante un cambio en la base ética y estructural del desarrollo, lo que se conoce como un cambio de paradigma.

En América Latina, Costa Rica estuvo a la vanguardia al abrazar la idea del desarrollo sustentable a mediados de la década de los noventa. Sin embargo, tanto en este país, como en el resto de la región, el desarrollo y la aplicación de las doctrinas económicas, que durante este tiempo han cuestionado agresivamente el problema de abrazar un nuevo paradigma, han sido tímidos. Esfuerzos como el emprendido por la Universidad Nacional de Costa Rica y otras instituciones merecen mención. No obstante, la difusión y utilización en políticas de desarrollo de las ideas de la radical economía ecológica han sido limitadas. Los esfuerzos se han quedado en la adopción de modelos neoclásicos, como los utilizados por la economía ambiental y la economía de recursos naturales.

Esta situación ha afectado el desarrollo y la aplicación de las técnicas de estimación de beneficios y costos en los proyectos de desarrollo que perjudican el medio ambiente. Un breve vistazo a la doctrina presentada en recientes foros regionales, y además disponible en algunos conocidos sitios web, nos ayuda a corroborar esta afirmación.

## **La reciente experiencia latinoamericana en materia de valoración económica de los recursos naturales**

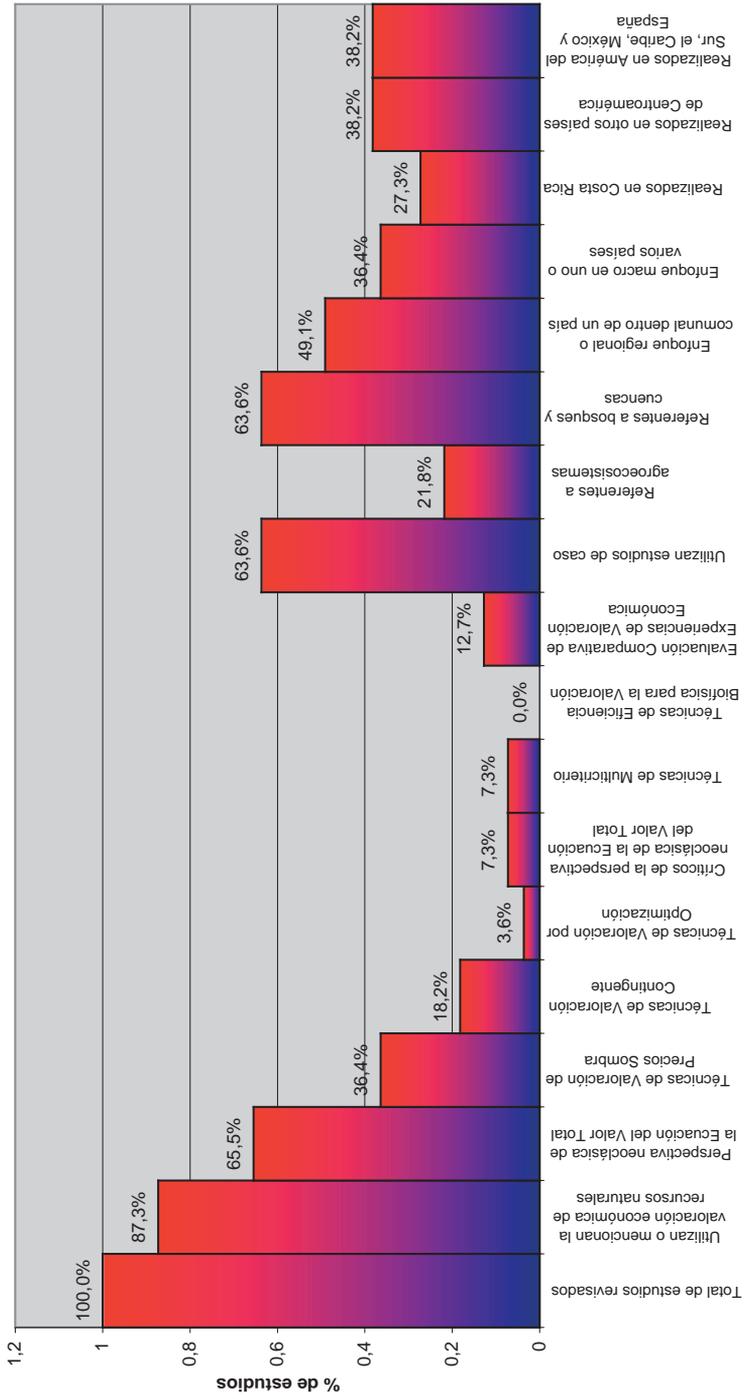
Se puede percibir el estado teórico regional en la materia mediante el examen de algunas fuentes selectas. En este caso, se recopiló trabajos disponibles en el sitio web del Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA) (<http://www.prisma.org.sv/>), el Foro Regional sobre Sistemas de Pago de Servicios Ambientales, organizado por la oficina regional de la FAO dentro del III Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrográficas en Arequipa, Perú, en junio del 2003, y el Foro Electrónico sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales en Cuencas Hidrográficas, organizado por la misma oficina regional entre abril y mayo del 2004.

Como se puede observar en la Figura 1, la vasta mayoría (65,5%) de los estudios utilizan la aplicación del método de la Ecuación del Valor Total (EVT) como marco fundamental de referencia. La utilización de éste se hace desde una perspectiva fundamentalmente neoclásica, sin establecer límites a la aplicación que se basen en la no sustituibilidad del capital natural por el capital manufacturado. Más bien, los estudios utilizan en su mayoría las técnicas que genéricamente se pueden llamar de precios sombra (36,4%) y/o de valoración contingente (18,2%), que en forma implícita aceptan lo que Turner, Pearce y Bateman (1993) llaman presunción de sustentabilidad débil (todos los tipos de capital son sustituibles entre sí) y la posibilidad de que las preferencias reveladas de todos los “consumidores” de servicios ambientales sean consistentes, socialmente representativas y justamente evaluadas por el examinador, tomando en cuenta la capacidad de pago de cada participante y los sesgos propios de las conductas que buscan que el precio del servicio ambiental sea más alto o más bajo.

Asimismo, se observa que la elaboración de estudios críticos de estas metodologías y que apliquen metodologías alternativas de valoración es limitada. Posiblemente, la disponibilidad de fondos provenientes de fuentes de financiamiento nacionales y extranjeras para este tipo de investigación también es limitada. Así, los estudios críticos no pasan del 7,3% de la muestra, encontrándose en ese mismo nivel las aplicaciones de técnicas de multicriterio. La valoración biofísica está totalmente ausente de la muestra. La autocritica se expande un poco más cuando se contabilizan todos los estudios de evaluación comparativa independientemente de que critiquen el prevalente marco metodológico o no (12,7% de la muestra).

Ahora bien, en lo que respecta al contexto de las aplicaciones, se observa que la gran mayoría de las investigaciones presentan estudios de caso (63,6%). Éstos se concentran en el análisis predominantemente de los servicios prestados por los bosques y cuencas, aunque tienen una significativa presencia de referencias al potencial de los agroecosistemas para proveerlos (21,8%). El enfoque de las conclusiones de los estudios, al parecer por tratarse de estudios predominantemente sobre cuencas, es en su mayoría regional o comunitario (49,1%). Sin embargo, se advierte una fuerte tendencia hacia el enfoque macro, que intenta extrapolar conclusiones aplicables a toda una nación o macrorregión (36,4% de la muestra). Finalmente, se observa en las tres fuentes científicas consultadas una clara asimetría de enfoque, en tanto un poco más de una cuarta parte de los estudios se refieren a Costa Rica y sólo el 38,2% de éstos se reparten en toda Suramérica, México, el Caribe y España. Igual porcentaje de los estudios se encuentra sobre el resto de Centroamérica, con exclusión de Costa Rica.

Figura 1. Resumen de los estudios recientes de valoración económica encontrados en selectas fuentes electrónicas regionales de América Latina



En resumen, la muestra nos confirma que nos encontramos ante un desarrollo científico que hasta recientes fechas tiende a concentrarse con poca crítica en un enfoque teórico particular de corte semiconservador, orientado fundamentalmente en la conservación mediante el no uso remunerado, con tendencias de abstracción macrorregional y gran énfasis en la experiencia costarricense.

De la misma muestra, se pueden extraer muy apropiadas consideraciones para fundamentar la crítica del desarrollo científico en estudio.

Hofstede (2003) critica el sistema de la EVT en tanto tiende a simplificar el valor, dada la complejidad y los requerimientos de información del proceso necesario para poder capturar todos los elementos de valor directo e indirecto necesarios. Turner, Pearce y Bateman (1993) aceptan que uno de los problemas principales de este marco de valoración es que no captura la totalidad del valor sino solamente lo que pueden llamarse valores secundarios. En esta línea de discusión, por mucho tiempo algunos hemos sostenido que, como imperativo filosófico, los usuarios de la EVT no deben contabilizar el llamado valor de existencia, pues se trata del reconocimiento de valores no antropocéntricos que no pueden ser expresados por medio de la cuantificación monetaria (Aguilar y Semanchin, 2002; Aguilar, 2002). Sin embargo, mis estimables colegas, basados en la confusión general que existe en la doctrina, continúan confundiendo el valor de existencia con los valores de uso no consuntivo y el valor de opción.

Hofstede también aporta dos importantes puntos adicionales. En primer lugar, nos recuerda que la valoración de los servicios depende de su contexto cultural, ecológico, político y social, por lo que aspirar a encontrar un precio “objetivo” es difícil, si no imposible. Igualmente, comparte con el autor las dudas sobre la utilización de las técnicas de valoración contingente para sonsacar la disponibilidad a pagar en tanto el nivel de información y educación de la muestra y las técnicas de la encuesta pueden generar sesgos significativos.

Conforme anteriormente se menciona, la simplificación del valor también se da en tanto no considera las diferencias sociales de la demanda. La agregación tiende a buscar un equilibrio “eficiente” por medio del precio, mas no corrige los desbalances de la asignación inicial de recursos de los participantes del mercado. Es decir, no logra automáticamente la justicia social. En este sentido, las lecciones aprendidas en Costa Rica, país en la región con mayor experiencia en estos esquemas, resultan valiosas.

Así, el estudio de Miranda, Porras y Moreno (2003), que utiliza la técnica de multicriterio conocida como “sustainable livelihoods approach”, nos muestra que en la cuenca del río Virilla en Costa Rica, los beneficiarios principales de los sistemas de pagos por servicios ambientales han sido aquéllos que cuentan con tierras de gran extensión (más de 131 hectáreas), con un ingreso promedio en la muestra de aproximadamente \$22.000 al año, y propietarios ausentistas, generalmente profesionales, para quienes los costos de transacción no son significativos y pueden disfrutar de las exenciones tributarias de los programas. En similar sentido, el excelente estudio de Camacho *et al.* (2003), de la Universidad Nacional de Costa Rica, reconoce que para los pequeños y medianos productores mediante los programas de pago, el nivel de rentabilidad es bajo. Ello, a pesar de que una vez que están en éstos se convierte en ingreso suplementario, que utilizan incluso para gastos de sus hogares. Por otro lado, el marco jurídico costarricense excluye las zonas de mayor pendiente por no ser comercialmente viables (incluyendo las críticas zonas ribereñas), las que son dedicadas a sistemas silvopastoriles, las fincas de beneficiarios de programas de asistencia social y las fincas de programas de reforma agraria del Instituto de Desarrollo Agrario. Asimismo, los pequeños poseedores que no cuentan con títulos de propiedad son excluidos de los programas. Igualmente, no es sino hasta hace poco que la actividad de conservación forestal recibe acceso al crédito de parte del Sistema Bancario Nacional, por lo que la cofinanciación requerida ha sido difícil para los pequeños productores.

El problema de los costos de transacción se ve agravado por la forma de financiamiento del sistema integral de los servicios ambientales en Costa Rica. Conforme lo reconocen Camacho *et al.* (2003), la principal fuente de financiamiento es el impuesto selectivo de consumo sobre los combustibles. Este esquema no solamente significa que los recursos de aquéllos que no tienen su vehículo como un bien suntuario se transfieren a aquéllos que tienen mayores capacidades económicas, sino que también convierte el pago de los servicios en un asunto de contención política. No sólo se reconoce que el 70% de los contratos queda sin financiamiento, sino que también se enfatiza que el pago se da por años atrasados, aspecto únicamente asequible a los propietarios que no dependen de forma inmediata de sus fincas. Asimismo, según este estudio, el sector privado ha negociado con los gobiernos conservadores un acuerdo voluntario que reduce el monto de financiamiento proveniente de esta fuente al 21% de lo estipulado por la ley.

En este contexto de economía política, el abstracto ejercicio de la valoración se puede convertir en una herramienta regresiva que apoya la

ideología de las ya tan cuestionadas teorías del goteo económico y sus consecuencias socioecológicas.

Afortunadamente, los estudios arriba citados presentan puntos positivos que han resultado de estos programas en Costa Rica, como lo son el fortalecimiento del sector ambiental y forestal, la dinámica de innovación social y educación que proviene del reconocimiento de la relevancia de los recursos naturales por parte de la sociedad y el desarrollo de una sinergia institucional y de la sociedad civil que permite iniciativas e innovaciones creativas en el sector. Estos aspectos se han dado en términos de organizaciones innovativas y procesos comunales/regionales, que se comienzan a destacar aún dentro de un sistema que tiende a la centralización.

Camacho *et al.* (2003) recomiendan el desarrollo de un sistema de valoración integral y diferenciada que permita distinguir en el nivel micro las características que fundamentan la valoración y, asimismo, integre las ópticas agroturística, agroforestal y agroecológica como potenciales generadoras de valor ambiental. También se busca que se reconozca la importancia de las consecuencias sociales de la valoración, en tanto considere la calidad de vida de los productores más pequeños.

Esta lección es generalizada a América Latina por el importante estudio de Rosa, Kandel y Dimas (2003), del PRISMA, que llama a establecer un marco amplio de valoración de los servicios ambientales. Este trabajo comparte la crítica anteriormente expresada de que el marco tradicional de la valoración implica la agregación de utilidades específicas sin diferenciación alguna. Apunta que estos marcos “comodifican” excesivamente los servicios ambientales, los monetarizan en general en forma parcial y ocultan en sus técnicas un sesgo característico de las sociedades capitalistas modernas. Así, este estudio, citando el trabajo de los reconocidos economistas ecológicos Robert Costanza y Carl Folke, llama a establecer un marco integrado de valoración que busque la eficiencia de mercado, la distribución justa en el acceso a los recursos y la riqueza y la sustentabilidad ecológica. Se desarrollarán los detalles de esta propuesta más adelante.

Dos críticas finales al desarrollo del marco de referencia actual de los estudios de valoración pueden ser ejemplificadas mediante una experiencia personal. En 1994, presentamos en la reunión bianual de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica un trabajo en el cual cuantificamos la disponibilidad a pagar de los turistas nacionales para la Reserva Biológica (hoy Parque Nacional) Carara (Besleme y Aguilar, 1994). Usamos para

ello el modelo desarrollado por el conocido trabajo de Tobías y Mendehlson (1991) sobre Monteverde, que es citado en tantas obras en nuestro medio. Dos aspectos nos llamaron la atención. El primero es que el valor era estimado utilizando la presunción de que todos los visitantes nacionales gastaban \$0,15 por kilómetro viajado. Así, se derivaba el costo por viaje (usando el beneficio excedente del consumidor-BEC) a partir de la distancia que existía entre su cantón de origen y la reserva y luego todos los costos individuales se agregaban para derivar una curva de demanda. El trabajo solamente justifica este valor indicando que es razonable, sin elaborar más. Aun con esta licencia fue publicado en la prestigiosa revista *Ambio*. Por otra parte, nos llamó la atención que los valores del coeficiente de determinación de las ecuaciones estimadas era de 0,145 y 0,156, lo cual el estudio atribuía a falta de datos agregados, asimismo, expresaba la dificultad de encontrar datos socioeconómicos confiables. Analizando un poco más la literatura econométrica nos encontramos con que estos valores no eran tan inusuales en este tipo de estudios, en tanto la estadística t indique que las variables independientes son significativas. Así, pues, procedimos a nuestra investigación obteniendo, luego de ajustar el costo en razón de la inflación, resultados que se reportan en la Tabla 1. Estabámos contentos con nuestros resultados porque eran comparables con los de Tobías y Mendehlson.

**Tabla 1. Estimaciones de valor de uso no consuntivo basadas en el Método de Costos de Viaje para dos áreas protegidas en Costa Rica**

Reserva estudiada	Costo por kilómetro usado	Promedio de BEC	Valor total potencial
Monteverde	\$0,15 (1988)	\$35,00 por visita	\$2.500.000 usando una tasa de descuento del 4% y proyectado a veinte años. Promedio: \$250/ha <sup>2</sup>
Carara	\$0,1983 (1993)	\$31,00 por visita	\$2.521.216 usando una tasa de descuento del 4% y proyectado a veinte años. Promedio: \$536,42/ha <sup>2</sup>

Fuente: Tobías, D. y Mendehlson, R. (1991) y Besleme, K. y Aguilar, B. (1994). Adaptado de Aguilar, 2002.

No cuestionamos el modelo más allá, pues se veía bien. Por otra parte, nuestro coeficiente de determinación ( $r^2$ ) era de 0,27 (más alto que el estudio de referencia) y las estadísticas t mostraban que todas las variables eran significativas. Pensamos que habíamos hecho la investigación bien.

Con gran satisfacción nos dimos cuenta tiempo después que nuestra investigación había sido citada en un estudio del INCAE (Inman *et al.*, <http://www.iisd.org/susprod/ecotour.pdf>). Nuestra sorpresa, sin embargo, fue encontrarnos con que ambos estudios (Tobías y Mendehlson y el nuestro) eran considerados, mas el nuestro fue descalificado. Respecto al estudio de Tobías y Mendehlson se menciona que estima los valores conservadoramente al no considerar a los turistas extranjeros. No se cuestiona en nada la metodología para calcular el costo de viaje. Al referirse a nuestro estudio se descalifican los resultados, pues el coeficiente de determinación para la ecuación de demanda es de 0,27. No se hace mención de que el estudio de Tobías y Mendehlson presenta 0,15 para el mismo parámetro.

Este pequeño relato nos ilustra dos problemas. La complejidad de las metodologías crea la tendencia en nosotros los científicos de la sustentabilidad a satisfacernos con emular las metodologías de valoración sin cuestionar su solidez, en tanto se encuentren validadas por reconocidas publicaciones. Es posible que este criterio sea especialmente cierto en el caso de nosotros los científicos que trabajamos en países en desarrollo. Sea éste, a criterio personal, *mia mea culpa*. Pidiendo prestado un término del gremio de los abogados en Costa Rica, somos machoteros.

Por otro lado, nos ilustra también esta experiencia, la posibilidad de falacias de autoridad a la hora de evaluar los estudios que producimos acá y que no han sido publicados en prestigiosas revistas. Este fenómeno es propio y característico de un ambiente académico tan jerarquizado y abstracto como el de la economía neoclásica, donde la asistencia a las reuniones académicas resulta en una competencia de abstracción inteligible. La falta de un foro regional en el cual podamos desarrollar la discusión en torno a los mecanismos de valoración alternativa es una necesidad que también debemos atender. Aparte de esfuerzos aislados, como los que se han gestado en Argentina, Uruguay, Brasil, etc., no hay una asociación latinoamericana de economía ecológica. De hecho, desde hace 10 años se habla de crear una asociación mesoamericana sin que esta iniciativa haya tenido resultados finales.

Lo mencionado hasta ahora sobre el estado de nuestra doctrina valorativa y sus aplicaciones en la región, lo podemos sintetizar diciendo:

- Las aplicaciones de la valoración económica de los recursos naturales se han concentrado en un marco teórico de referencia predominantemente neoclásico tradicional que emplea la valoración indirecta, con el fin de crear valores que fundamentan las conclusiones de los estudios.
- Esta valoración indirecta se fundamenta en presunciones de sustentabilidad débil.
- Existe alguna tendencia a generalizar las conclusiones en el nivel macro e ignorar importante información contextual.
- Dentro de ciertos contextos, este marco de referencia puede ayudar a legitimar situaciones de injusticia social y de falta de sustentabilidad ambiental.
- Este modelo limita el desarrollo científico diversificado regionalmente y crea una propensión a la abstracción, la copia de modelos y las falacias de autoridad.
- Como aspectos positivos, los esfuerzos de valoración han ganado un espacio político e institucional para el tema de la sustentabilidad.
- Asimismo han fomentado una dinámica social creativa que ha resultado en la aparición de interesantes esfuerzos de carácter regional o comunal, que se beneficiarían mayormente con la adopción de una visión integral de la valoración.

## **Hacia una visión integral de la valoración: la necesidad de incorporar una visión preanalítica**

Cabe preguntarse, ¿qué implica la adopción de una visión integral del valor? Desde 1998, sostuvimos que Centroamérica se beneficiaría con la aplicación de una teoría pluralista del valor. En ese momento, la llamamos la teoría económico-ecológica del valor, a pesar de la reticencia de algunos de nuestros colegas de reconocerla como tal (Aguilar y Semanchin, 2002).

El estudio de Rosa, Kandel y Dimas (2003) propone un sistema de valoración similar al utilizado en Australia, donde se combina un “Jurado del Pueblo” con un análisis de multicriterio. Según ellos, este sistema ayuda a reconocer las diferencias, conflictos y, asimismo, a una valoración compartida a través de procesos participativos.

Esta idea parece adecuada, sin embargo, en primera instancia, necesita de la incorporación o aceptación explícita de la visión preanalítica que la sustente. Lele y Noorgard (1996) afirman que uno de los principales obstáculos para la obtención de acuerdo, respecto a la definición de la sustentabilidad, radica en seguir operando bajo mitos científicos. Critican

el esfuerzo por encontrar definiciones axiológicamente neutrales de los objetivos del desarrollo sostenible. Se intenta esa “objetividad” mediante la escogencia de ciertos fines como “obviamente” apropiados, por medio de la identificación de variables “fundamentales” que responden a ciertas metas, o bien, por la “racional” agregación de diversos fines en un índice. Todas esas opciones se encuentran cargadas de juicios de valor en su instrumentación. Lo que se termina haciendo es disfrazando convencionalismos con un manto de objetividad.

En esta misma línea de análisis, el Premio Nobel de Física, Murray Gell-Mann (1996), manifiesta que el comportamiento de los organismos en los sistemas ecológicos, el aprendizaje y el pensamiento de los animales (incluidos los humanos), la evolución de las sociedades humanas y muchos otros procesos tienen en común el ser sistemas complejos adaptativos (SCA). Un SCA se caracteriza por adquirir información sobre su ambiente y sus interacciones con éste. Luego identifica patrones de regularidad en esa información. Esas regularidades son condensadas en un esquema o modelo. Con base en ese modelo, el SCA actúa en el mundo real. Los resultados obtenidos de esa aplicación son retroalimentados al SCA y compiten con el modelo inicial, haciendo posible la adaptación. Esa adaptación resulta en la evolución del mismo SCA y hasta en el nacimiento de otros. Por ejemplo, la evolución de los sistemas de aprendizaje y manejo de información tradicional resultó en el nacimiento de los sistemas informáticos contemporáneos.

Ahora bien, con el fin de interpretar estos sistemas complejos (el propio o el ajeno), el proceso de adquisición y síntesis es fundamental. El entendimiento de esa complejidad variará por una infinidad de factores (características de la fuente de información, interpretación por el receptor, sesgo del emisor, etc.). Es decir, el entendimiento del SCA es dependiente del contexto en el que se genera y analiza la información.

De allí que, con el fin de fundamentar en forma apropiada los procesos de valoración, es necesario esbozar primeramente su visión preanalítica. En esta visión se sintetizan los fundamentos que justifican las herramientas teóricas que se presentarán luego.

En el caso de la economía ecológica, el primer componente de esa visión preanalítica es la definición de la economía ecológica como una ciencia de sistemas. En este sentido, se preocupa por la comprensión de sistemas completos y no solamente de sus partes, práctica común de la ciencia

económica tradicional. Se entiende un sistema como un grupo de partes interactuantes e interdependientes vinculadas por intercambios de energía, materia e información (Costanza *et al.*, 1997).

En esta noción, reconoce la economía ecológica que:

- 1) existe una coevolución entre sistemas humanos y naturales dentro de un contexto de interacción, influencia, cambio y selección mutuos,
- 2) la innovación, el descubrimiento y el cambio aleatorio ocurren en ambos sistemas y configuran la presión que un sistema ejerce sobre el otro, y
- 3) el estado de cualquiera de estos sistemas refleja la influencia histórica del otro.

Aquí, la noción de evolución apunta más hacia la adaptación que al progreso. Vemos cómo se reafirma la existencia de un nivel de impredecibilidad que afecta nuestro potencial para manejar la naturaleza. Este conjunto de ideas es llamado paradigma coevolucionario (Prugh *et al.*, 1995).

Reconocer la relación fundamental entre sistemas como objeto de la economía ecológica implica también revisar una serie de principios. Conforme al contexto histórico en que surge y su objeto de estudio, se ha dicho que la economía ecológica es la ciencia del desarrollo sostenible. Sin embargo, la ambigüedad de la noción de desarrollo sostenible es común. Ello hace necesaria la especificación de la visión preanalítica de la economía ecológica en torno a los parámetros de la sustentabilidad. En el marco de la economía ecológica, no puede entenderse el desarrollo sostenible como un desarrollo tradicional “enverdecido” (Martínez-Alier, 1994). Hace falta plantear parámetros que incorporen la visión “holística” o integral implícita en el paradigma coevolucionario. Herman Daly (1992) articuló estos parámetros dentro de los conceptos de asignación, distribución y escala.

En los sistemas sociales, la actividad económica asigna recursos a determinadas actividades productivas, con el fin de satisfacer las necesidades humanas. En la economía ecológica es deseable una eficiente asignación de los recursos. Esa asignación se realiza de acuerdo con las necesidades sociales. Sin embargo, se deben guardar los límites que permite la interacción entre el sistema humano y los sistemas naturales. Se busca que la asignación sea eficiente en un sentido más amplio. Ciertamente, la eficiencia se define en términos de la obtención de mayores beneficios con los menores costos posibles. No obstante, la asignación del valor, con el propósito de computar estos costos y beneficios, debe realizarse de manera que abarque todos los elementos del sistema.

Por ende, aunque el mercado puede ser un vehículo para la obtención de la eficiencia en la asignación de los recursos, esto solamente se presentará con herramientas de valoración apropiadas. La misma limitación afectará a cualquier otra institución que realice la asignación, sea el Estado, la comunidad, etc.

Ahora bien, en un esquema de desarrollo sostenible, la eficiente asignación de los recursos no es suficiente. Es necesario que los beneficios de ese desarrollo se encuentren equitativamente distribuidos. En este sentido, es obligatoria una distribución justa.

Este parámetro afecta la asignación de los recursos intra e intergeneracionalmente. El consumo de grandes cantidades de recursos por unos pocos, en la actualidad, mientras otros con dificultad costean sus necesidades más básicas, es un problema de distribución. Tan injusta es esta desigualdad como el consumo desproporcionado de recursos en esta generación, sin asegurar que las generaciones futuras tengan al menos la misma oportunidad de alcanzar los mismos niveles de consumo. Esta situación es aplicable a la distribución del poder también.

Ahora bien, el paradigma coevolucionario incorpora una dimensión adicional, cuya mención es necesaria. Es la dimensión intra e interespecies. Es difícil hacer que los componentes no humanos de los SCA sean centros de imputación de derechos. Sin embargo, al menos parece viable reconocer su derecho a la existencia, con el fin de asegurar la funcionalidad de los sistemas. Por ello, las condiciones mínimas para la subsistencia parecen argumentables en esta óptica.

Es evidente que estamos institucionalmente ante un problema de carácter político. Debemos reconocer que son instituciones que representan un acuerdo social y con poder de control, ya sea el Estado, la comunidad organizada, u otros, los que deberán ejercer su influencia con el fin de redistribuir los recursos y el poder. Sólo, de esta manera se puede alcanzar un desarrollo sostenible justo. No podemos pedirle al mercado que lleve a cabo funciones que no puede.

Martínez-Alier (1994) indica que “una economía ecológica debe ser necesariamente una economía politizada, porque los límites ecológicos a la economía estarán sujetos a debates científico-políticos democráticos”. Este planteamiento afecta todos los niveles de la distribución, pues la concentración de la riqueza y la pobreza se correlaciona con la degradación ambiental (Boyce, 2002).

Ahora bien, una infinidad de situaciones en el devenir de la sociedad humana genera efectos sobre los ecosistemas, que no son perceptibles con facilidad. Aun cuando tratemos de incorporar con la mayor exactitud posible los factores metaeconómicos en nuestros sistemas de decisión económica, es posible que muchos efectos se nos escapen. Aquí, la evaluación del desarrollo debe responder a criterios de orden cualitativo.

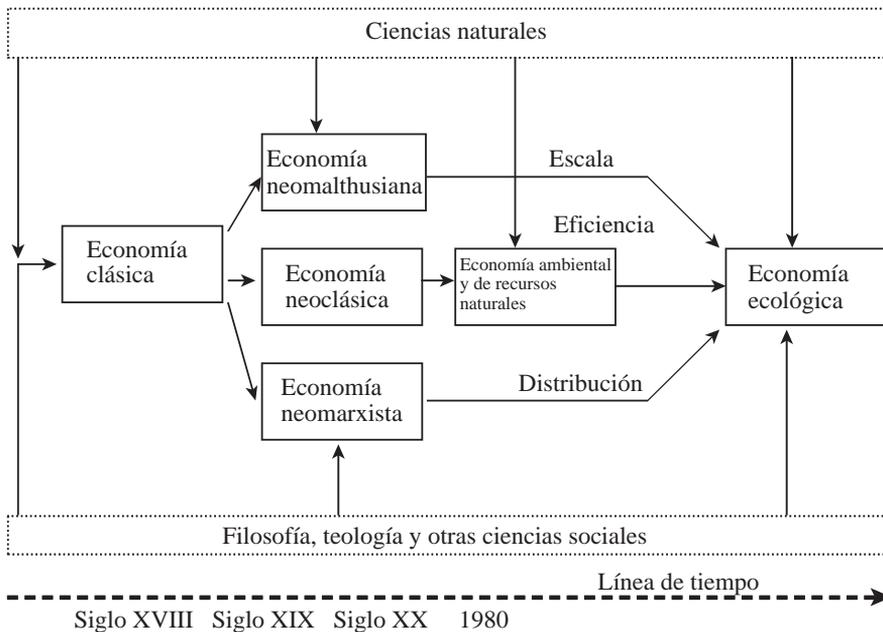
Un buen ejemplo se encuentra en el llamado efecto invernadero. Esencialmente, se trata de la acumulación de gases en la atmósfera que altera el comportamiento climático de la Tierra y genera una serie de daños al ambiente. Estos gases provienen de emisiones industriales, de los vehículos automotores, cocinas de leña, etc. Varios gases producen este efecto, entre ellos el dióxido de carbono y el metano. Según lo apunta Martínez-Alier, aunque el consenso creciente es que el efecto es malo, existe incertidumbre sobre la medida física de sus efectos, asimismo sobre el funcionamiento del sistema ecológico que se comporta como un SCA. Por ende, el único modo de “valoración” que deviene posible incorpora criterios de índole cualitativa. El cambio climático muestra indicios de que el sistema podría entrar en crisis. Esta crisis podría tener dimensiones suficientes para afectar de forma negativa a varias especies, entre otras, la nuestra. Este hecho justifica reducir las emisiones. Desafortunadamente en naciones como los EE. UU. aún se descartan estas opciones basándose en cálculos monetarios de costo-beneficio.

Por estas consideraciones, la economía ecológica propone un tercer parámetro del desarrollo sostenible. Este parámetro se enmarca dentro de la escala del desarrollo. La escala se entiende como el volumen físico de uso de los recursos a través del tiempo. Es el flujo de energía-materia desde el ambiente, como materias primas, y hacia el ambiente, como desechos. La escala deseable es aquella que es sostenible. Es decir, se trata de un nivel de actividad que permita la conservación de la capacidad de los ecosistemas de regenerar las materias primas y de absorber los desechos a través del tiempo. En términos ecológicos, se trata de mantener la capacidad de carga de los ecosistemas.

La Figura 2 muestra un esquema que consolida estos tres parámetros de sustentabilidad. Es interesante anotar que, desde una perspectiva meramente económica, podemos atribuir fuentes de pensamiento a estos tres parámetros. El parámetro de la eficiente asignación de recursos tiene bases en la influencia neoclásica. El parámetro de la justa distribución puede identificarse con raíces neomarxistas o ecosocialistas. El parámetro de la escala sostenible

puede vincularse al neomalthusianismo. Sin embargo, es argumentable que la economía ecológica no responde solamente a antecedentes de tipo económico, sino que tiene bases multidisciplinarias que pueden ubicarse en la ecología, la filosofía y la religión, entre otras ciencias.

**Figura 2. Fuentes teóricas de los parámetros de sustentabilidad que propone la economía ecológica.**



Fuente: Aguilar (2002).

Otro de los principios que constituyen la visión preanalítica en cuestión es el principio precaucionario. Sin ánimo de entrar en el exhaustivo análisis del complejo problema del riesgo, baste mencionar que el principio precaucionario es el resultado de la naturaleza misma de los sistemas objeto de la economía ecológica.

Como hemos indicado, hay factores del desarrollo de los sistemas socioecológicos que se caracterizan por altos niveles de incertidumbre. Como es sabido, la posición de la economía neoclásica aboga por el optimismo tecnológico. Frente a esta posición, surge la del escepticismo tecnológico. Éste prefiere no confiar en la capacidad de la tecnología para superar todas las limitaciones ambientales. Sostiene que hay límites biofísicos que son insuperables.

Estas posiciones pueden analizarse por medio de una matriz de pagos simplificada, conforme lo hacen Costanza, *et al.* (1997). Esta herramienta es típica de la técnica económica de la teoría de juegos. Mediante esta técnica se pretende determinar patrones de comportamiento racional, en situaciones en las que los resultados dependen de las acciones de sujetos interdependientes.

La Tabla 2 ilustra la una matriz de políticas alternativas que se pueden perseguir (de acuerdo con el optimismo o el escepticismo tecnológico) en el eje vertical. Arriba se observan los estados reales del mundo.

**Tabla 2. Matriz de pagos para el optimismo tecnológico frente al escepticismo tecnológico**

Políticas de desarrollo	Estado real del mundo	
	De acuerdo con las expectativas optimistas	De acuerdo con las expectativas escépticas
Políticas de acuerdo con la perspectiva optimista sobre la tecnología	Progreso alto	Desastre
Políticas de acuerdo con la perspectiva escéptica sobre la tecnología	Progreso moderado	Sostenible

Fuente: Aguilar (2002).

Si adoptamos políticas de acuerdo con una visión optimista y el mundo resulta en el futuro ser conforme con las presunciones optimistas, el beneficio será grande. Este bienestar potencial resulta tentador. Sin embargo, si se toman políticas de conformidad con la posición optimista y el futuro es conforme lo pronostican los escépticos, el resultado será el desastre. Este desastre se verá acompañado de daños irreparables a los sistemas socioecológicos que la tecnología no podrá resolver.

En la matriz se observa que si se promueven políticas de acuerdo con las recomendaciones de los escépticos y el mundo resulta ser como lo pronostican los optimistas, los beneficios solamente serán moderados. Mas, si el futuro resulta ser como lo ven los pesimistas, los resultados serán aún sostenibles.

Es razonable pensar que solamente podemos realizar este “juego” de alternativas una vez. Asimismo, es razonable pensar que el fin de la sociedad será el de minimizar el riesgo. Por esta razón, sería racional la escogencia de

la opción que obtenga el mejor de los posibles resultados negativos, lo que lleva a la adopción de la posición escéptica, pues su peor resultado potencial, sostenible, es superior al peor resultado potencial de la política optimista.

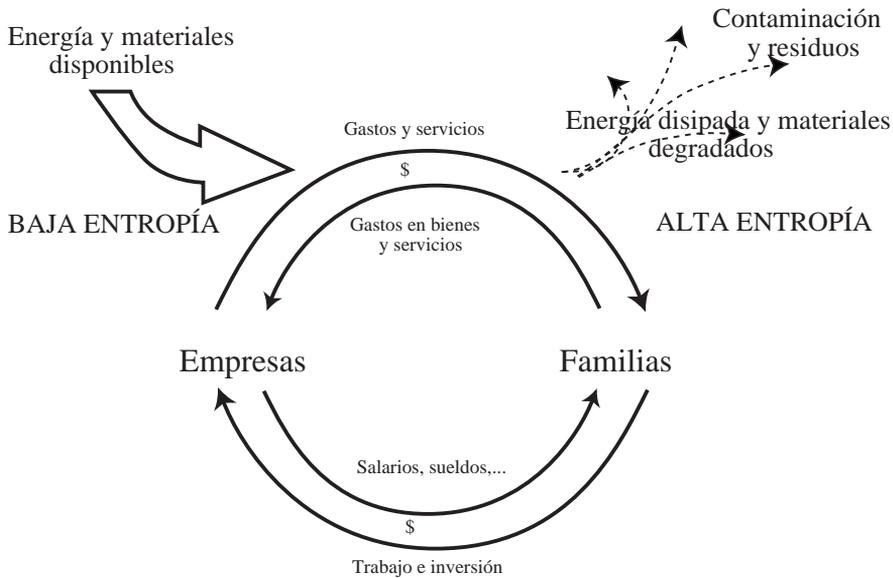
Esta simplificada presentación muestra por qué la economía ecológica, en procesos en los cuales el riesgo de daños al sistema es sumamente alto, adopta la precaución. Es decir, preferirá no confiar en la capacidad de innovación tecnológica y de eventual sustitución de los servicios del ecosistema hasta no tener certeza.

El último componente de la visión preanalítica lo constituye el reconocimiento del carácter entrópico de la economía. Nicholas Georgescu-Roegen (1971) nos explica por qué las leyes de la termodinámica se aplican a los sistemas económicos.

En primer lugar, los procesos económicos absorben materiales y energía que se transforman de un estado a otro, sin aportar nada a la inversión original en términos cuantitativos. En segundo lugar, estos procesos toman energía y materiales de baja entropía y devuelven al ambiente alta entropía. La diferencia entre lo que entra y sale es cualitativa.

En la Figura 3, se presenta una visión de la incorporación de esta noción entrópica al proceso económico. Los recursos naturales (materiales y energía de baja entropía) son conjuntados y procesados para separar las partes utilizables del resto. Son manufacturados como bienes y son llevados a los puntos de venta donde son comprados por los consumidores. Se producen desechos y se usa energía en cada etapa. La cantidad de materias primas y de desechos es la misma, pero son cualitativamente diferentes. Los desechos son materiales de alta entropía.

**Figura 3. Adaptación de la dimensión entrópica de la economía al Modelo Tradicional del Flujo Circular de la Economía. Adaptado de Van Hauwermeiren, S. (1998)**



Fuente: Aguilar (2002).

Esta noción entrópica de la economía completa el cuadro axiológico que fundamentan las teorías del capital y el valor que nos llevan a una valoración integral. Desde esta perspectiva, nos parece que se pueden normar jurídicamente los procesos de valoración, en tanto la sociedad reconozca en estos principios un marco de referencia que, respetando las diferencias contextuales, permita informar las decisiones de los “Jurados de Ciudadanos” y el ejercicio de la valoración en sí.

Los países de la región, en tanto reconocen las normas superiores del ordenamiento jurídico, derechos y deberes ambientales, han avanzado para establecer este tipo de normativas.

### **Valoración integral: antecedentes y alcances de la Teoría Multidimensional del Valor**

De acuerdo con la noción entrópica de la economía, indicamos que la actividad económica fundamentalmente toma energía y materiales de la naturaleza. Esto posibilita los procesos productivos. Se devuelven a la naturaleza

desechos de alta entropía. Es decir, se configura un transflujo de recursos a través del sistema económico.

En todos estos procesos, lo que hacemos es utilizar diversos tipos de capital. Nos encontramos frente a un sistema de capital que va más allá de la noción tradicional de éste. Tradicionalmente se entiende el capital como los factores productivos que han pasado por un proceso de producción o manufactura. La economía ecológica adopta una definición más funcional del capital. Lo define como una existencia que produce flujos de bienes o servicios valiosos hacia el futuro. Lo importante de esta definición es la noción de existencia que produce un flujo. Los flujos pueden ser considerados como ingreso. Erosionar las existencias es consumo de capital (Prugh *et al.*, 1995).

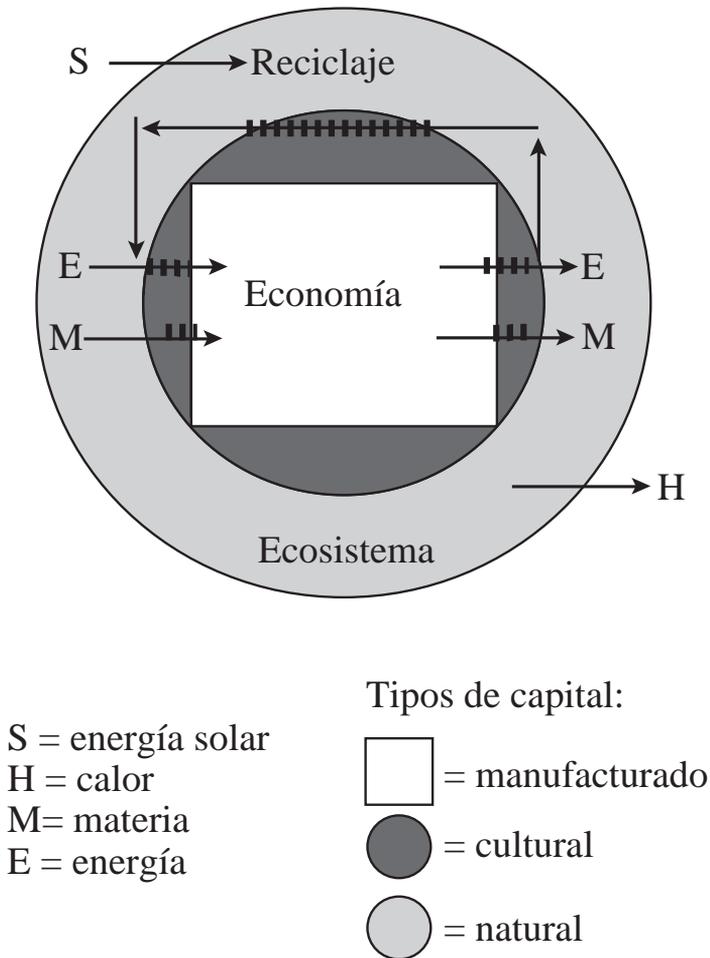
Ahora bien, esta definición funcional del capital nos permite una visión comprensiva que puede ser el vehículo para alcanzar la sustentabilidad. El capital natural está compuesto por todas las existencias de recursos en la biosfera que permiten los flujos de bienes y servicios ambientales. Es diferente el capital natural de aquél que podemos llamar “manufacturado”, en tanto no implica transformaciones hechas por el ser humano.

El flujo de bienes y servicios naturales puede ser conceptualizado como ingreso natural. Capital natural e ingreso natural son componentes que, agregados, conforman la base de los recursos naturales (Costanza y Daly, 1992). La valoración del capital natural es difícil, pero esencial, por muchas razones, incluyendo la agregación y determinación de la escala apropiada de la actividad humana. Los precios marginales no revelan la información necesaria sobre las funciones, existencias, cantidades necesarias o valores absolutos de nuestras reservas decadentes de capital natural.

La totalidad del sistema de capital puede verse en la Figura 4. Por medio de ésta se ilustra el conjunto de interacciones entre las categorías de capital y los límites de la escala que imponen esas interacciones. El capital está compuesto por las existencias de capital natural, capital cultural y capital manufacturado, y los flujos de materia y energía que hacen todos los procesos naturales, sociales y económicos posibles. En este modelo, la economía pasa de ser un sistema cerrado a un sistema abierto sostenido gracias al transflujo de energía y materiales. Los límites de su crecimiento están determinados por su sustrato (el capital cultural y el capital natural). La adaptación entre el capital natural y el capital manufacturado se da gracias al capital cultural. Para mayor expansión de esta teoría puede consultarse Aguilar (2002).

Los principios de sustentabilidad afectan todos los niveles del capital. En tanto complementarios se debe invertir en su manutención y crecimiento cualitativo en conjunto. Así, la visión integrada del capital, que es consecuencia de la visión preanalítica anteriormente planteada, justifica la adopción de un marco integral, o como se llamará de aquí en adelante, una teoría multidimensional del valor.

**Figura 4. Visión esquemática conjunta de los diversos componentes del capital en la biosfera**



Fuente: Aguilar (2002).

Se usa aquí la noción de teoría del valor en un sentido amplio. La definimos como un esquema dinámico de ideas que reconoce la relevancia que una entidad cultural, espiritual, monetaria, energética o material tiene en relación con el sistema en que ocurre (Aguilar y Semanchin, 2002). Como entidad se entiende las existencias de capital o los flujos que provienen de éste. En ambos casos, el valor puede ser intrínseco o relacionado con las funciones que los flujos o existencias desempeñan para todos o algunos componentes del sistema distintos a sí mismo. Si la evaluación de relevancia es hecha por un ser humano, implicará una base ética o moral, tal como el deseo de alcanzar la sustentabilidad (Aguilar, 2002).

La teoría multidimensional del valor integra las tres posiciones de la literatura económico-ecológica en lo que respecta al valor. La primera es la escuela “asignativa”. En esta posición se busca establecer métodos de comparación del valor entre los elementos del capital y sus flujos. Utiliza la unidad monetaria como medio de valor y la EVT como marco de referencia. Sin embargo, desde la perspectiva filosófica se identifica con el planteamiento de la economía ecológica de mantener la sustentabilidad de las existencias de capital. Asimismo, reconoce la posibilidad de fuentes de valor no antropocéntricas. También reconoce entre los valores de no uso al valor de existencia, que es el intrínseco, intangible y ético valor de bienes y servicios que no está relacionado con el bienestar del ser humano. Proviene de un sentimiento de consideración por las entidades no humanas.

Los proponentes de esta perspectiva alegan que, a pesar de ser un proceso incompleto, la asignación de valor monetario a los componentes del capital natural es una regla de medición útil. Permite que se realicen comparaciones que, por medio de técnicas de decisión económica, pueden resultar en medidas cuantificables de las preferencias de las personas (Pearce *et al.*, 1990).

En el mismo sentido se manifiestan Costanza *et al.*, cuando señalan que es obvio que las economías de la Tierra se detendrían completamente sin los servicios de los sistemas de soporte de vida que brindan los ecosistemas. En este sentido, su valor para la economía sería infinito. Sin embargo, reconocen que es instructivo estimar el valor marginal de los servicios que presta el capital natural (entendido como la tasa de cambio del valor comparada con cambios en los servicios ecosistémicos de sus niveles actuales).

Siguiendo esta posición, en su investigación han estimado el Valor Económico Total (VET) de 17 ecosistemas globales en términos de los servicios que prestan. La estimación fue de un promedio de treinta y tres trillones

de dólares anuales, lo cual equivale a casi dos veces el Producto Nacional Bruto mundial (Costanza *et al.*, 1997).

La segunda escuela podría llamarse “termodinámica” o biofísica. Propone un cambio más radical. Busca la utilización de unidades de medición comunes entre los ecosistemas y los sistemas humanos. Esto se hace a través de la cuantificación de las existencias y flujos de materia y energía como base del valor.

La contabilidad del valor se concentra en la degradación implícita en la segunda Ley de la Termodinámica, y su efecto sobre las existencias del capital. La fuente del valor cambia de la utilidad derivada de las posibilidades de consumo a la medición física de las existencias y flujos del capital natural, capital cultural y capital manufacturado en los diversos sistemas.

Esta idea se respalda en los planteamientos de autores como Odum (1996), que manifiesta que una medida de la riqueza verdadera requiere de un valor determinado por la energía o los materiales requeridos para crear los objetos. Así, conforme lo propone Daly (1990), la productividad se mide como función del valor extraído por unidad de recurso, en lugar de medirlo por el aumento en el transflujo de recursos. Esta proposición demanda un enfoque verdaderamente interdisciplinario, se puede afirmar que se trata de la economía ecológica en su más puro sentido.

Se encuentran en esta clasificación por lo menos tres posiciones sobre la contabilidad (Aguilar, 2002). La primera se concentra en la medición del uso de energía, tanto en su forma directa como implícita. Esta se ha llamado Contabilidad de Energía Implícita (Patterson, 1998). Una segunda posición incluye no solamente aspectos cuantitativos, sino consideraciones cualitativas sobre la energía usada en los sistemas. Se le conoce como Contabilidad de Energía (Odum, 1996). La tercera posición contabiliza las contribuciones biofísicas por medio de la productividad del agua/tierra requerida para producir los recursos utilizados por una región. Esta es conocida como la Huella Ecológica (Rees y Wackernagel, 1994).

Una tercera clasificación agrupa varias opciones que buscan capturar la complejidad de los procesos de toma de decisiones. Así, no reconocen una única fuente del valor. Una de estas tendencias propone una combinación de muchos parámetros del valor. La principal idea es superar las limitaciones en cuanto a disponibilidad de información que presentan las primeras dos escuelas mediante un mejor entendimiento de los problemas de decisión, lo que se podría llamar la escuela de “multicriterio” o cualitativa.

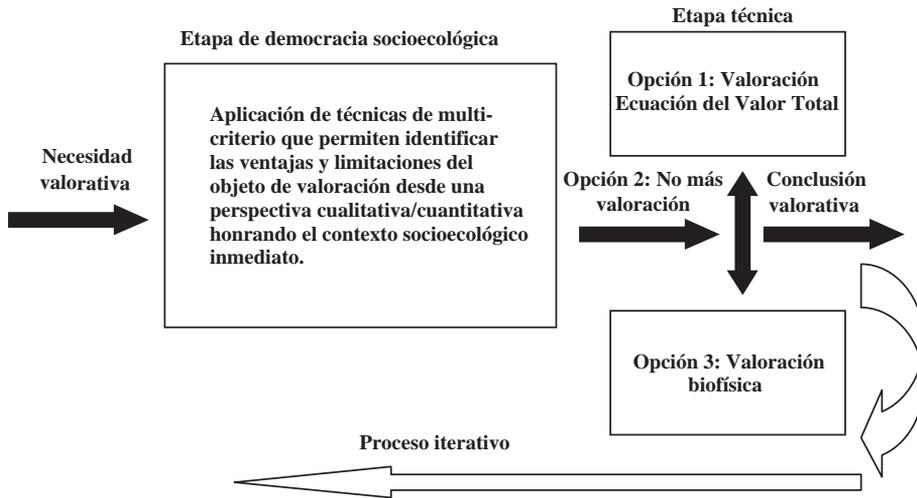
Se estructura el problema por valorar de acuerdo con el contexto, se generan una serie de alternativas y los criterios para evaluarlas. La subjetividad de quien toma decisiones se incorpora identificando su sistema de preferencias. El procedimiento se termina mediante un proceso de agregación.

Dada la posibilidad de evaluaciones conflictivas, la tendencia actual es utilizar estas técnicas como soporte para la toma de decisiones. Es decir, no se busca descubrir una solución. Se busca un mayor entendimiento de la naturaleza de los conflictos, que involucra una decisión y la forma de resolverlos (Munda *et al.*, 1994).

Me gustaría proponer en este estudio, producto de mi experiencia en el campo, que estas tres posiciones pueden ser integradas de conformidad con lo que presenta la Figura 5. Se trata de agregar las consideraciones cualitativas, de multicriterio, junto con las de eficiencia biofísica y monetarias.

El primer filtro debe ser la comprensión plena del contexto valorativo y el balance de indicadores ambientales, sociales y económicos que puede provenir de la aplicación de técnicas de multicriterio. Ello puede ser realizado por los jurados de ciudadanos o por facilitadores (en resolución de conflictos, sustentabilidad, etc.) que auxilien a las entidades regionales o comunales en el desarrollo de estos diagnósticos de multicriterio. La gama de opciones que existe en esta materia es amplia y utiliza muchas herramientas interesantes como las telarañas de decisión (como las que se utilizan en Camacho *et al.*, 2003). Llamo esta etapa, etapa de democracia socioecológica. En este sentido, debe tenerse gran cuidado en identificar a las partes interesadas en tanto su representatividad garantiza la adecuada consideración de los procesos socioecológicos involucrados. Una herramienta a considerar es el Indicador Integral de Salud de Ecosistemas (IISE, en inglés conocido como HEHI) (Aguilar, 1999). Desarrollamos esta herramienta en Costa Rica y hoy ha sido aplicada, aparte de diversas regiones en este país, en Puerto Rico y los Estados Unidos. Brevemente presentaremos aquí el estudio de caso del IISE.

**Figura 5. Propuesta de valoración integral utilizando una Teoría Multidimensional del Valor**



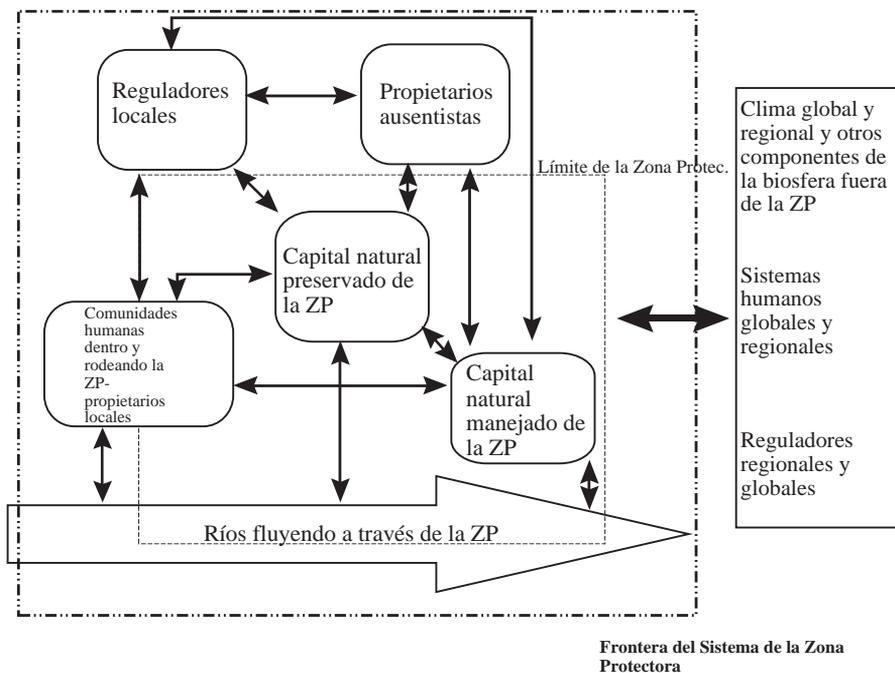
Pasado este primer filtro, se deben considerar las opciones de realizar valoraciones biofísicas y monetarias, con el fin de afinar los criterios de eficiencia y escala que permitan una mejor decisión. Puede ser que los interesados decidieran que el proyecto no es viable, y, así, el proceso valorativo se detiene. Ahora bien, puede ser que decidan que necesitan más información técnica. De allí la denominación de esta etapa. Los análisis de eficiencia biofísica ayudan a discernir entre los procesos de utilización de recursos en razón de su sustentabilidad y eventualmente a valorar de forma monetaria los superávits o déficits que se generan en términos de flujos y existencias de energía. En términos de la aplicación de la EVT, el evaluador debe estar pendiente de las consecuencias de su valoración y, por ende, buscar desarrollar experiencias de valoración en las cuales los intereses de aquéllos que potencialmente puedan ser sobre todo perjudicados por las propuestas de desarrollo. Los procesos de valoración así tendrán pleno apoyo de los interesados y, asimismo, la posibilidad de que los resultados sean difundidos más horizontalmente y con mayor inmediatez. Debe tenerse en mente que al reconocerse la naturaleza cambiante de los procesos socioecológicos, se debe contemplar la necesidad de visitar el proceso valorativo dentro de un proceso de monitoreo reiterativo. Se presentan aquí también tres breves estudios de caso de valoración biofísica y de aplicación de la EVT con un sesgo a favor de los posiblemente más afectados por el proceso de desarrollo.

## Estudios de caso

### La experiencia del Indicador Integral de Salud de Ecosistemas o HEHI, potencial herramienta de multicriterio

La idea del HEHI fue desarrollada por un grupo de investigadores que encabezó en 1995. Como parte de nuestro trabajo con el Centro de Estudios sobre Desarrollo Sostenible, localizado en Atenas, Alajuela, Costa Rica, percibimos la necesidad de desarrollar una herramienta de evaluación que nos permitiera capturar con mayor exactitud la compleja característica de los sistemas socioecológicos contenidos en las zonas protectoras ubicadas en la cuenca del Río Grande de Tárcoles, donde nuestro trabajo se concentraba. La Figura 6 nos muestra una noción sistémica de los elementos que pudimos identificar que merecían consideración.

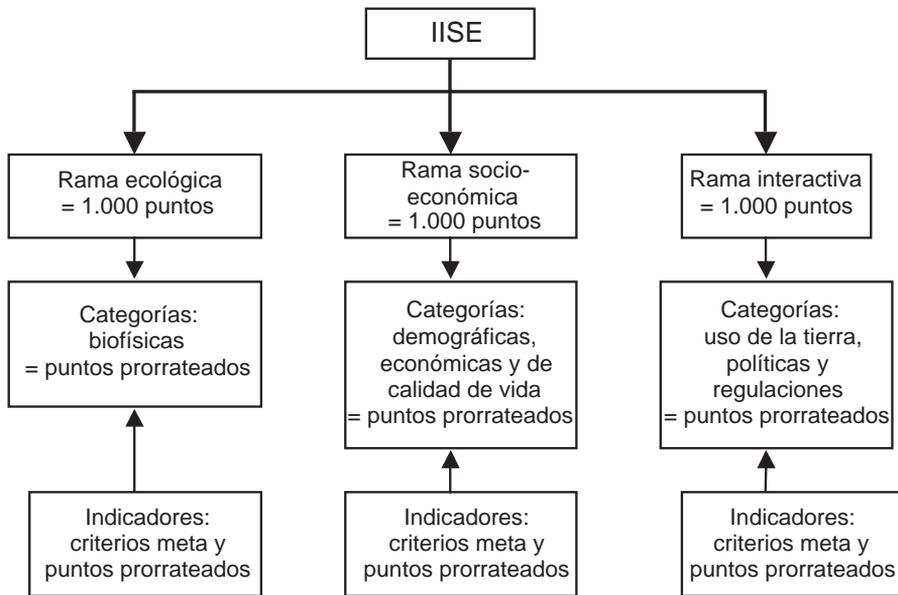
**Figura 6. Visión sistémica del Modelo de Conservación Zona Protectora (ZP) en Costa Rica. Adaptado de Aguilar (1999)**



Conforme se observa, tratándose de ecosistemas manejados no podíamos limitarnos a definir la sustentabilidad mediante indicadores ambientales.

Por esta razón, creamos un indicador de multicriterio basado en tres dimensiones: una dimensión social, otra ecológica y una que modelara las interacciones entre las dos. Esta estructura fundamental se presenta en la Figura 7.

**Figura 7. Estructura fundamental del Indicador Integral de Salud de Ecosistemas. Adaptado de Aguilar (1999)**



Cada rama se subdivide en categorías con puntos asignados de acuerdo con la relevancia de cada categoría para los objetivos de manejo de la unidad. Asimismo, cada categoría tiene una serie de indicadores que reciben puntos inicialmente de la misma manera.

Con esta estructura fundamental, se definieron categorías específicas para la aplicación a las zonas protectoras de la cuenca del Tárcoles. Éstas se presentan en la Tabla 3.

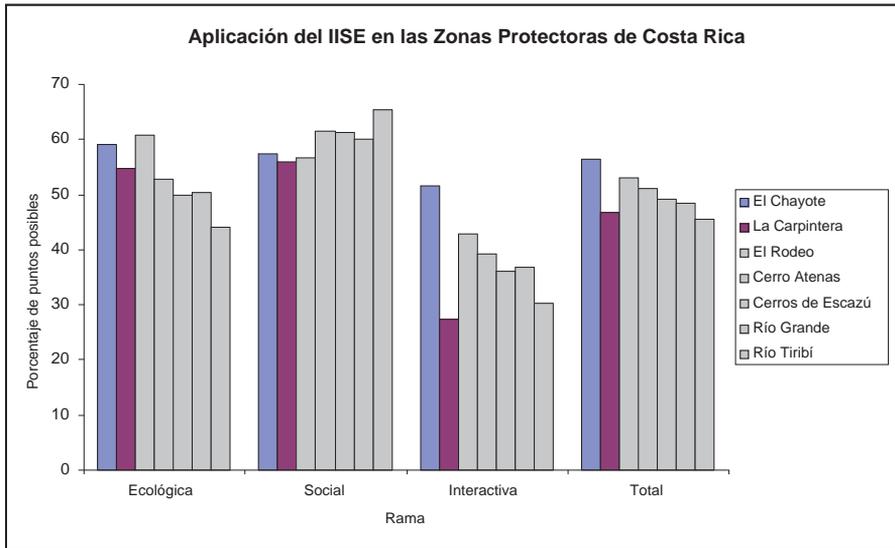
**Tabla 3. Categorías utilizadas para la aplicación del IISE en las zonas protectoras de la cuenca del río Grande de Tárcoles, Costa Rica**

Categorías ecológicas	Categorías socioeconómicas	Categorías interactivas
Calidad del suelo	Ingreso	Uso y distribución de la tierra
Cobertura boscosa ribereña	Acceso a servicios	Protección de cuencas
Calidad del agua	Estabilidad laboral	Degradación del suelo
Biomasa	Roles de género	Participación ciudadana
Uso de la tierra	Datos demográficos	Cumplimiento con la
Productividad primaria	Fuerza comunal	legislación
Regeneración		Conciencia ambiental
Biodiversidad		
Erosión		

Fuente: Aguilar (1999).

Se aplicó el indicador a siete zonas protectoras. Los resultados se observan en la Figura 8. Estas aplicaciones resultaron útiles para conceptualizar las necesidades de sustentabilidad de la región. Uno de los resultados más interesantes para nosotros fue que todas las dimensiones del indicador nos dieron elementos importantes para entender el estado de cada zona. Así, conforme vemos en la Figura 8, al comparar dos zonas como la ZP El Chayote y La Carpintera, la verdadera diferencia entre las dos se da en los aspectos de manejo de los recursos y desarrollo institucional y participativo que están representados en el indicador interactivo. Sentimos de ello que estábamos honrando la complejidad del contexto.

**Figura 8. Resultados de la aplicación del IISE a 7 zonas protectoras en la cuenca del Río Grande de Tárcoles en Costa Rica**

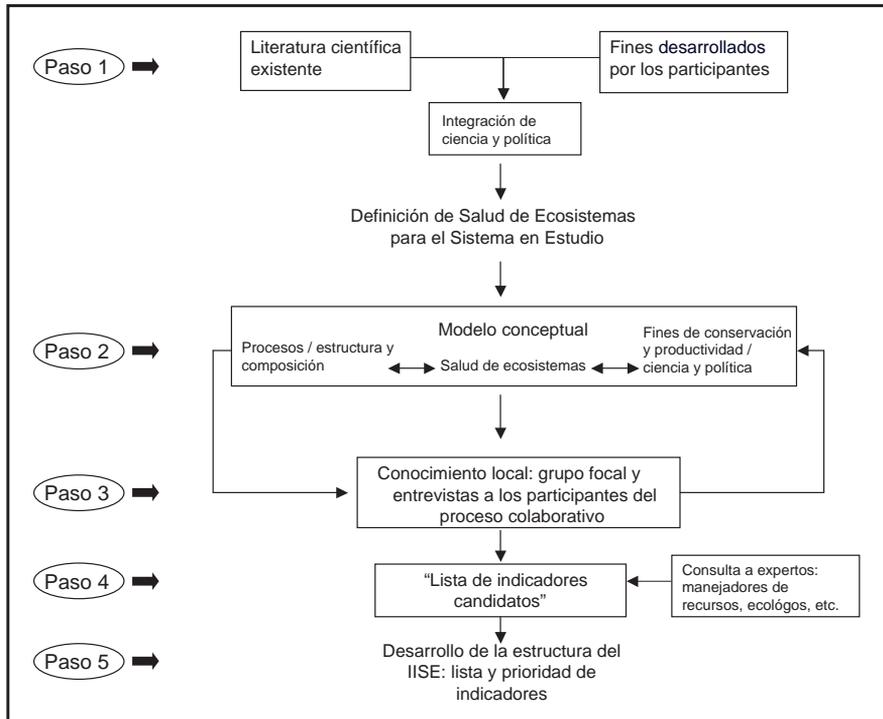


Fuente: Aguilar (1999).

Con posterioridad el IISE ha sido aplicado en varios escenarios en Costa Rica y Puerto Rico. Algunas de las aplicaciones han incluido análisis en pequeñas unidades colaborativas manejadas en la región de Talamanca, específicamente en el Corredor Biológico Talamanca-Caribe (Aguilar González y Muñoz Erickson, s.f.).

El avance más importante se ha dado en las aplicaciones que se están haciendo en Arizona en un proceso colaborativo conocido como el Diablo Trust. Este esfuerzo ha recibido apoyo financiero de la Environmental Protection Agency y del Community Based Collaborative Research Consortium como un método reconocido para medir los efectos sobre la sustentabilidad de los procesos colaborativos comunales. El mayor cambio que se ha introducido al indicador es que el proceso para definir los indicadores se ha hecho mediante una metodología participativa que ha incluido a los grupos interesados que participan en el esfuerzo colaborativo (Figura 9). Hoy el proyecto se encuentra en fase de implementación final. De la experiencia que hemos tenido con el indicador, creemos que sería una herramienta a considerar como indicador de multicriterio dentro de procesos de valoración económica integral, pues es flexible y simple de aplicar, mas respeta la específica complejidad de los sistemas socioecológicos en los que se ha aplicado (Muñoz Erickson y Aguilar González, 2003).

**Figura 9. Metodología colaborativa para desarrollar el IISE.**  
 Adaptada de Muñoz Erickson y Aguilar González, 2003



### Valorando los servicios ambientales a través de la economía informal

Se habló antes que las aplicaciones de la EVT para la valoración integral deben, aparte del ejercicio técnico de las técnicas de valoración, contemplar las consecuencias distributivas de esta aplicación. Una aplicación de este tipo de metodologías, en la que tuve la oportunidad de contribuir, se desarrolló en Guatemala en 1996. La Fundación Defensores de la Naturaleza deseaba valorar la relevancia del recurso hídrico generado por la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas (Brown *et al.*, 1996). La sierra genera un “efecto sombra” sobre las tierras que se encuentran al sur en el Valle de Motagua. Por ello, la precipitación anual puede ser tan baja como de 500 milímetros anuales. En estas zonas, la importancia del agua es crítica, sobre todo porque las principales actividades de los pobladores son la agricultura y la ganadería. Por ejemplo, en la zona de San Agustín Acasaguastlán, parte baja de la cuenca del río Hato, el área irrigada es de menos de 1 kilómetro paralela al río.

Con el fin de valorar el recurso hídrico, no se encontró información de precios y costos de irrigación. En esta zona, los derechos son manejados mediante un sistema tradicional, y no hay costos significativos en relación con el uso. Así, decidimos utilizar una técnica por medio de la cual mediríamos las diferencias de productividad entre las áreas irrigadas y las no irrigadas. Una vez determinadas estas diferencias, se podría extrapolar cuán significativa económicamente es cada hectárea adicional irrigada, y qué efecto económico tendría la deforestación.

Se trabajó en las cuencas de los ríos Hato y Jones, al sur de la reserva. En ellas, un 15% de los finqueros fueron entrevistados. Dado que muchos de los propietarios son agricultores de subsistencia, se cálculo del valor de uso consuntivo que el autoconsumo generaba.

Conforme se observa en la Tabla 4, la importancia económica del recurso hídrico es indiscutible. Así, en la cuenca del Jones, el 29,85% de la tierra en fincas está irrigada. Esta extensión genera un 89,74% de las ganancias netas. En la cuenca del Hato, el 45,30% de la tierra está irrigada y genera un 84,48% de las ganancias netas. Una estimación preliminar del valor que añadía a la productividad neta cada hectárea adicional bajo riego, nos arrojó la suma de \$1.272,70. Ello representa un 41% del Ingreso Nacional Bruto *per cápita* en Guatemala en 1995 (\$3.080).

La relación entre la deforestación y la importancia económica de las áreas irrigadas mostró resultados interesantes. En la cuenca de Jones, donde la productividad es mayor, un 20% de deforestación causaría un 9% de pérdidas en las zonas que se encuentran apenas supliendo sus necesidades de irrigación. Un 40% causaría una pérdida en toda la cuenca de entre un 15% y un 19% (cerca de \$124.000). En la cuenca del Hato, la zona más pobre, una pérdida del 20% del bosque llevaría a pérdidas cercanas a \$6.765. Debe tomarse en cuenta que el ingreso típico de las familias en estas zonas era (sin contabilizar el valor de uso consuntivo del autoconsumo) de entre \$396 y \$600 a la fecha del estudio.

Así, este estudio nos sirve para entender que la escogencia de la técnica a aplicar es trascendental, sin embargo, esta escogencia fue informada por la visión preanalítica de la economía ecológica en tanto la búsqueda de la justa distribución de los beneficios del desarrollo sostenible. En este caso, se dio relevancia a la contribución que el servicio daba a los grupos más necesitados de usuarios. Estudios posteriores en esta región han hecho uso de técnicas más convencionales para estimar el valor del servicio hídrico.

**Tabla 4 Productividad agropecuaria neta comparada en las cuencas de los ríos Jones y Hato, Valle de Motagua, Guatemala**

	Cuenca del Jones	Cuenca del Hato
Hectáreas totales en irrigación	1.406	279
Hectáreas totales no irrigadas	3.305	337
Productividad neta del área irrigada	\$813.922	\$93.819
Productividad neta del área no irrigada	\$93.052	\$17.236

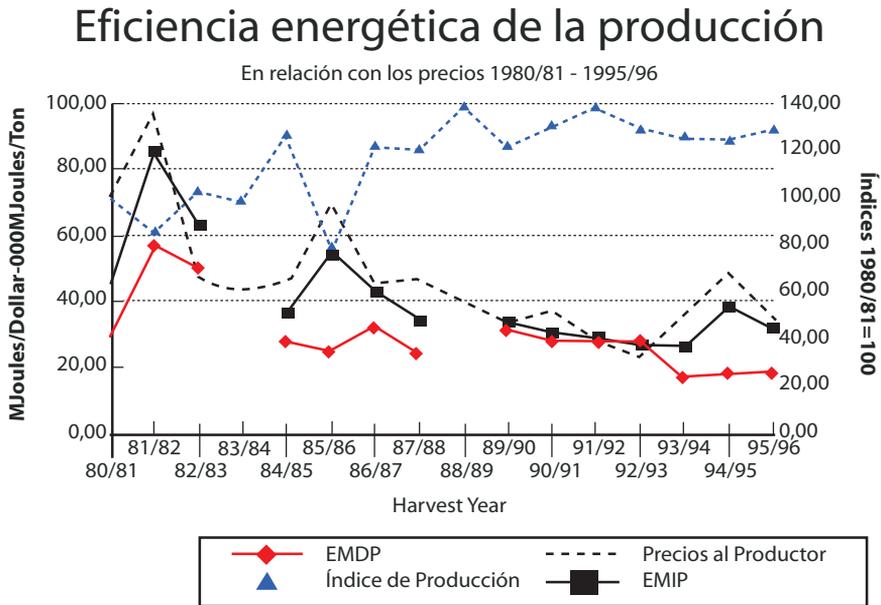
Fuente: Brown *et al.* (1996)

### Valoración biofísica del café costarricense

Otro estudio en el que tuve oportunidad de participar aplicó la técnica de la Energía Implícita a la producción del café de Costa Rica, con el fin de analizar su sustentabilidad. El análisis incluyó todo el ciclo productivo hasta el beneficiado.

El trabajo contabilizó la relación entre producción e insumos de dos formas: 1) como relación entre dólares generados por la producción y la energía de los insumos (dólares por terajulio en insumos-EMDT), y, 2) como relación entre las toneladas producidas y la energía implícita de los insumos (toneladas producidas por terajulio en insumos-EMTP). Esto se hizo con el fin de poder diferenciar los efectos de la eficiencia física de los efectos de precios. El período estudiado fue entre las cosechas de 1980/81 y 1995/96, y se obtuvieron datos del Instituto del Café para todos los productores del país. Se contabilizó como insumo directo la energía gastada en el transporte de la producción hasta el beneficio. Los insumos de energía indirecta incluyeron los fertilizantes, fungicidas, nematocidas, insecticidas, herbicidas y otros (Aguilar y Klocker, 2000).

Figura 10. Eficiencia energética de la producción cafetalera costarricense 1980-1996. Adaptado de Aguilar y Klocker (2000)



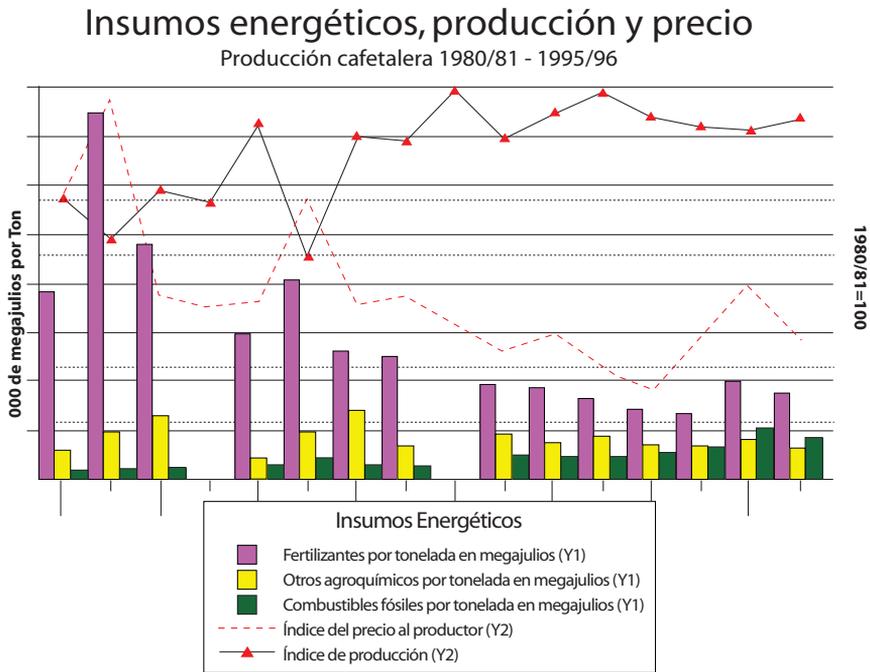
Los resultados de la contabilidad nos mostraron que la eficiencia EMDT se redujo en un 57% en el período estudiado (Figura 10). La relación EMTP mostró una tendencia similar (60% de reducción). Estas bajas fueron acompañadas por un aumento en la producción y un 50% de caída en los precios reales al productor.

Con el fin de entender esta tendencia mejor, se desagregó el consumo de insumos (Figura 11). Los fertilizantes constituyeron un promedio de 72% del total de energía utilizada en el período. Su uso aumenta de 34 a 73 gigajulios (mil millones de julios) por tonelada producida (aumento de 114%). Es decir, los productores se tornan menos eficientes con vista en los precios que bajan, pues tratan de compensar las pérdidas mediante un aumento de la producción con métodos de producción más intensivos.

Es interesante apuntar que la relación presentada en la Figura 10 permite observar otro aspecto de la sensibilidad de la producción del café a las fluctuaciones de precios. Luego de la recuperación de precios a mediados de los noventa, la relación de eficiencia de dólares/terajulios de energía usada (inverso de la intensidad, que se mide en EMDP) sube hasta \$16.266,31/terajulio. Cada tonelada del producto valió más. Sin embargo,

el nivel de producción fue mantenido por medio de un aumento más que proporcional en el uso de energía, lo cual resultó en una baja en los niveles de T/T hasta 9,32 toneladas/terajulio de energía usada.

**Figura 11. Insumos energéticos, producción y precios al productor en la producción cafetalera costarricense 1980-1996.**  
Adaptado de Aguilar y Klocker (2000)



Así, conforme se observa, es posible entender las interacciones entre la contabilidad energética y las fluctuaciones de los mercados monetarios. Ello, de conformidad con las aspiraciones de un marco de valoración integral, nos permite un entendimiento mucho más completo de las conexiones entre estos dos críticos sectores determinantes de la sustentabilidad.

### Breve conclusión

En un mundo ideal, los jurados del pueblo podrían ver la información integrada y evaluarían sus opciones. De allí se decidiría si los proyectos continúan. Por ejemplo, en el caso de las zonas protectoras, si se estudiase pensando en establecer un programa de pagos por servicios ambientales,

los interesados podrían juzgar, mediante la información de multicriterio, los posibles efectos sobre la sostenibilidad de su contexto socioecológico.

Así, podrían inicialmente votar si vale la pena continuar o no con el programa con vista en estos indicadores más comprensivos. Incluso podrían participar en la escogencia de los indicadores. De decidir continuar, podrían entonces proceder a entender mejor los impactos monetarios y energéticos de la decisión. Ahora bien, podrían inicialmente decidir integrar estos criterios al proceso de indicadores de multicriterio con el fin de evaluarlos en un marco de sustentabilidad. Asimismo, podrían decidir los pesos relativos que cada componente tendría en el proceso decisorio final.

Lo cierto es que así se podría expandir cualquiera de los tres estudios de caso aquí presentados. Se trata de ir más allá de los parámetros modernistas de la toma de decisiones basados en modelos de decisión científico/social de carácter reduccionista. Una vuelta de la ciencia al pueblo que honra la complejidad de los sistemas complejos y adaptativos que hoy día se conoce como ciencia post-normal (Funtowicz y Ravetz, 1994).

Como se ha podido observar existe algún avance en nuestra región hacia la adopción de un marco de referencia más apropiado para la valoración económico-ecológica. El desarrollo doctrinal estudiado ilustra el surgimiento de una conciencia evolutiva que apunta hacia la adopción de modelos de valoración integral. Sin embargo, el autor considera que el camino por recorrer es aún largo.

En mi opinión, la adopción intencional e institucional de la visión preanalítica de la economía ecológica facilitaría este proceso. Por supuesto, ello requerirá de un proceso social adecuado que afortunadamente se puede haber iniciado producto de los esquemas de valoración y de pago por servicios ambientales ya existentes. Asimismo, es obvio que América Latina, en general, se encuentra en un proceso de transición política significativo hoy día.

La consolidación de los modelos integrales debe al menos considerar las propuestas que ha desarrollado nuestra doctrina en términos de alternativas valorativas como los mecanismos de multicriterio, la valoración biofísica y una valoración monetaria más consciente de su contexto socioecológico. El autor espera que este estudio estimule la discusión alrededor de estos temas en foros como el que nos ocupa. Asimismo, el autor espera que se consolide la iniciativa de crear un foro regional de economía ecológica, que permita un diálogo más fluido y un estudio con mayor profundidad de las teorías y aplicaciones que día a día surgen de esta transdisciplina.

## Bibliografía

- Aguilar, B. 1999. "Applications of Ecosystem Health for the Sustainability of Managed Ecosystems in Costa Rica". *Ecosystem Health* (5)1: 36-48.
- Aguilar, B. 2002. *Paradigmas Económicos y Desarrollo Sostenible: La Economía al Servicio de la Conservación (Economic Paradigms and Sustainable Development: Economics for Conservation)*. San José, Costa Rica: Editorial UNED. 240 pp.
- Aguilar, B. and Klocker, J. 2000. *The Costa Rican Coffee Industry*. In Hall, C. et al. (ed.). *Quantifying Sustainable Development. The Future of Tropical Economies*. San Diego: Academic Press. 595-628 pp.
- Aguilar, B. and Muñoz, T. (s.f.). *Exploring The Theoretical Links Between Ecosystem Health Integrative Indicators, Holistic Resource Management and Panarchy*. Manuscrito no publicado.
- Aguilar, B. and Semanchin, T. 2002. *The Implications of Ecological Economic Theories of Value to Cost-Benefit Analysis: Importance of Alternative Valuation for Developing Nations with Special Emphasis on Central America*. In Puttaswamaiah, K. (ed.). *Cost-Benefit Analysis. Environmental and Ecological Perspectives*. New Brunswick: Transaction Publishers. 367-420 pp.
- Besleme, K. C. and Aguilar, B. J. 1994. *An Economic Valuation of Carara Biological Reserve: Potential Tourism Values as an Incentive for Conservation*. Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture/ International Society for Ecological Economics. III Biennial Meeting of the International Society for Ecological Economics "Down to Earth- Practical Applications of Ecological Economics"; Oct. 25. San José, Costa Rica: IICA. ISBN: 92- 0939-251-7.
- Boyce, J. K. 2002. *The Political Economy of the Environment*. Cheltenham, UK: Edward Elgar. 145 pp.
- Brown, M. et al. 1996. *A Valuation Analysis of the Role of Cloud Forests in Watershed Protection*. Sierra de las Minas Biosphere Reserve, Guatemala and Cusuco National Park, Honduras. Centro Rare para la Conservación Tropical, Fundación Defensores de la Naturaleza y Fundación Ecologista "Pascual Fasquelle", Guatemala. 132 pp.
- Camacho, M. A. et al. 2003. *Gestión Local y Participación en Torno al Pago por Servicios Ambientales: Estudios de Caso en Costa Rica*. Foro Electrónico Pago de Servicios Ambientales (PSA) 2004.

- Costanza, R. and Daly, H. 1992. "Natural Capital and Sustainable Development". *Conservation Biology* (6): 37-46.
- Costanza, R. et al. 1997. *An Introduction to Ecological Economics*. St. Lucie Press, Boca Ratón, Florida. 275 pp.
- Costanza, R. et al. 1998. "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital". *Ecological Economics* (25): 3-15.
- Daly, H. 1992. "Allocation, Distribution and Scale: Towards Economics that is Efficient, Just and Sustainable". *Ecological Economics* (6): 185-193.
- Daly, H. 1990. "Toward some Operational Principles of Sustainable Development". *Ecological Economics*, 1-6.
- Gell-Mann, M. 1996. *The Quark and the Jaguar. Adventures in the Simple and the Complex*. New York: W. H. Freeman and Company. 392 pp.
- Georgescu-Roegen, N. 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, Harvard University Press. 457 pp.
- Hofstede, R. 2003. Gestión de Servicios Ambientales y Manejo de Áreas Naturales en Cuencas Andinas. Foro Regional PSA en Cuencas, Arequipa.
- Inman, C. et al. *Impacts on Developing Countries of Changing Production and Consumption Patterns in Developed Countries: The Case of Ecotourism in Costa Rica*. <http://www.iisd.org/susprod/ecotour.pdf>
- Lele, S. and Norgaard, R. 1996. "Sustainability and the Scientist's Burden". *Conservation Biology* (10): 334-365.
- Martínez-Alier, J. 1994. *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona: ICARIA Editorial S.A. 362 pp.
- Miranda, M., Porras, I. y Moreno, M. L. October 2003, *The Social Impacts of Payments for Environmental Services in Costa Rica. A quantitative Field Survey and Analysis of the Virilla Watershed*. Foro Electrónico Pago de Servicios Ambientales (PSA) 2004.
- Munda, G. et al. 1994. "Qualitative Multicriteria Evaluation for Environmental Management". *Ecological Economics* (10): 97-112.
- Muñoz Erickson, T. A. and Aguilar González, B. J. 2003. *The Use of Ecosystem Health Indicators in Evaluating Ecological and Social Outcomes of Collaborative Approaches to Management: the Case Study of the Diablo*

*Trust*. Prepared for the National Workshop on “Evaluating Methods and Environmental Outcomes of Community Based Collaborative Processes”, September 14-16, Snowbird Utah. Website: <http://www.cbrc.org/events.html>

- Odum, H. 1996. *Environmental Accounting, Emergy and Environmental Decision Making*. New York: John Wiley and Sons. 370 pp.
- Patterson, M. 1998. “Commensuration and Theories of Value in Ecological Economics”. *Ecological Economics* (25): 105-126.
- Pearce, D. et al. 1990. *Sustainable Development. Economics and Environment in the Third World*. Hans, England: Edward Elgar.
- Prugh, T. et al. 1995. *Natural Capital and Human Economic Survival*. USA: Maryland. International Society for Ecological Economics. Solomons.
- Rees, W. and Wackemagel, M. 1994. *Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: Measuring the Natural Capital Requirements of the Human Economy*, in Jansson, A. et al. *Investing in Natural Capital. The Ecological Economics Approach to Sustainability*. Washington D.C.: Island Press. 362-390 pp.
- Rosa, H., Kandel, S. y Dimas, L. 2003. *Compensación por Servicios Ambientales y Comunidades Rurales. Lecciones de las Américas y Temas Críticos para Fortalecer Estrategias Comunitarias*. Sitio Web del Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente.
- Tobías, D. and Mendehlson, R. 1991. “Valuing Ecotourism in a Tropical Rainforest Reserve”. *Ambio* (20): 91-93.
- Turner, R. K., Pearce, D. and Bateman, E. 1993. *Environmental Economics. An Elementary Introduction*. Maryland: John Hopkins University Press. 328 pp.

## Apéndice

### Lista de estudios incorporados en la revisión de literatura reciente

#### Sitio Web del Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente

Alarcón, L. et al. (s.f.). *Costos de Prácticas Agrícolas para la Generación de Servicios Ambientales en El Salvador*.

- Herrador, D. y Dimas, L. 2001. *Valoración Económica del Agua para el Área Metropolitana de San Salvador*.
- Herrador, D., Dimas, L. y Méndez, E. Enero, 2002. *Pagos por Servicios Ambientales en El Salvador: Oportunidades y Riesgos para Pequeños Agricultores y Comunidades Rurales*.
- Rosa, H., Herrador, D. y González, M. 1999. *Valoración y Pago por Servicios Ambientales: Las Experiencias de Costa Rica y El Salvador*.
- Rosa, H., Kandel, S. y Dimas, L. 2003. *Compensación por Servicios Ambientales y Comunidades Rurales. Lecciones de las Américas y Temas Críticos para Fortalecer Estrategias Comunitarias*.

### **Foro Regional PSA en Cuenca, Arequipa, 2003**

- Alvarado, B. *Contribución a la Gestión Integral de Cuenca Mediante la Creación de Esquemas para el Pago por el Servicio Ambiental (Mantenimiento del Servicio Hídrico) a través del Manejo o Conservación de Cobertura Vegetal de las Cuenca Altas de los Valles de la Costa Peruana*.
- Angulo, A. y Valdez, I. *Cuenta Patrimonial del Recurso Agua en la Cuenca Lerma-Chapala (Región Queretana)*.
- Bolaños, J. D. (presentador). *Programa de Recuperación y Conservación de Microcuenca (Procuenca) en la Provincia de Heredia, Costa Rica*.
- Carazo, F. *Assesment of La Amistad Water Provision Potential. An Economically Significant Environmental Service for Communities*.
- Darío, R. y Quintero, M. *Propuesta Metodológica para el Análisis de Cuenca: Una Alternativa para Corregir las Deficiencias Detectadas en la Implementación del Pago por Servicios Ambientales*.
- Echavarría, M. 2003. *Algunas Lecciones sobre la Aplicación de Pagos por la Protección del Agua con base en Experiencia en Colombia y Ecuador*.
- Heindrichs, T. *Pagos por Servicios Ambientales (PSA) en Procaryn-Concertar Fondos Nacionales e Internacionales para la Conservación de los Recursos Hídricos de la República Dominicana*.
- Hernández, O. et al. *Valoración Económica del Servicio Ambiental de Regulación Hídrica del Lado Sur de la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, Guatemala*.

- Hofsteede, R. *Gestión de Servicios Ambientales y Manejo de Áreas Naturales en Cuencas Andinas*.
- Llerena, C. *Servicios Ambientales de las Cuencas y Producción del Agua, Conceptos, Valoración, Experiencias y sus Posibilidades de Aplicación en el Perú*.
- Maldonado, R. y Kosmus, M. (presentadores) (9-13 Junio, 2003). *El Pago por Servicios Ambientales (PSA): Una Alternativa para Disponer de Agua en Cantidad y Calidad. Tungurahua, Ecuador*.
- Pagiola, S. y Platais, G. *Pagos por Servicios Ambientales*.
- Pérez, C. *Pagos por Servicios Hidrológicos a Nivel Municipal y su Impacto en el Desarrollo Rural: la Experiencia del PASOLAC*.
- Porras, I. *Valorando los Servicios Ambientales de Protección de Cuencas: Consideraciones Metodológicas*.
- Renda, A. et al. *Bienes y Servicios Ambientales Obtenidos del Raleo de Pinares en Cuencas Hidrográficas*.
- Ribadeneira, M. V. y Galárraga, R. *Propuesta para la Aplicación de un Sistema de Pagos por Servicios Ambientales por la Protección del Agua en la Cuenca del Río Arenillas-Provincia de El Oro*.
- Tognetti, S. et al. 9-12 June, 2003. *Assessing the Effectiveness of Payment Arrangements for Watershed Ecosystem Services (PWES)*.
- Tognetti, S. et al. *Evaluación de la Efectividad de Pagos para Servicios Ambientales en las Cuencas Hidrológicas*.

#### **Foro Electrónico Pago de Servicios Ambientales (PSA), 2004**

- Agostini, P. et al. *Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas*.
- Aylward, B. and Tognetti, S. April, 2002. *Valuation of Hydrological Externalities of Land Use Change: Lake Arenal Case Study, Costa Rica*.
- Barzev, R. 27-29 Octubre, 1999. *Agricultura de Laderas, Áreas Protegidas y Agroturismo: Una Alternativa para Aumentar los Ingresos de los Productores en una Zona con Belleza Escénica*.
- Barzev, R. Abril, 2002. *Valoración Económica Integral de los Bienes y Servicios Ambientales de la Reserva del Hombre y la Biosfera de Río Plátano*.

- Bassi, L. April, 2002. *Valuation of Land Use and Management Impacts on Water Resources in the Lajeado São José Micro-Watershed, Chapecó, Santa Catarina State, Brazil.*
- Burstein, J. et al. 2002. *Pago por Servicios Ambientales y Comunidades Rurales: Contexto, Experiencia y Lecciones de México.*
- Camacho, M. A. et al. 2003. *Gestión Local y Participación en Torno al Pago por Servicios Ambientales: Estudios de Caso en Costa Rica.*
- Comité Nacional de Bienes y Servicios Ambientales de Honduras (CONABISAH). 2004. *Bienes y Servicios Ambientales en Honduras. Una Alternativa para el Desarrollo Sostenible.*
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. *El Sector Forestal como Prioridad Nacional hacia una Política de Modernización, Conservación y Desarrollo Regional con Campesinos.*
- Cordero, D. Febrero, 2003. *PROCUENCAS, Protección y Recuperación de Microcuencas para el Abastecimiento de Agua Potable en la Provincia de Heredia, Costa Rica.*
- Corredor Biológico Centroamericano. *Sistematización de Prácticas Productivas Sostenibles de Nicaragua.*
- Cruz, F. J. *Valoración Económica del Recurso Hídrico para Determinar el Pago por Servicios Ambientales en la Cuenca del Río Calan, Siguatepeque, Honduras.*
- Darío, R., Girón, E. y Pernet, X. *Cómo Incorporar la Depreciación de los Recursos Naturales en las Cuentas Nacionales. Una Primera Aproximación Basada en la Experiencia de CONDESAN en los Análisis de Unidades de Respuesta Hidrológica (URH).*
- Darío, R. y Quintero, M. *El Agua: Elemento Fundamental para Generar una Nueva Dinámica de Desarrollo Rural.*
- Dávila, J. A. Diciembre, 2002. *Valoración Económica del Recurso Agua en la Comunidad Frijolares, Güinope, Honduras.*
- Elorrieta, J. I. y Castellano, E. 27-28 Octubre, 1999. *Valoración Integral de la Conservación de la Biodiversidad de la Comunidad Floral de Navarra.*
- FONAFIFO. *Pago de Servicios Ambientales para la Protección del Recurso Hídrico, Algunos Casos en Costa Rica.*

- Galván, F. A. *El Factor Económico en la Producción Sustentable de Café*.
- Gámez, L. *Los Recursos Hídricos como Servicio Ambiental y Aplicaciones Prácticas de su Valoración: El Caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), Costa Rica*.
- Herrador, D. y Dimas, L. 2000. *Aportes y Limitaciones de la Valoración Económica en la Implementación de Esquemas de Pago por Servicios Ambientales*.
- Lewis, J. C. y Ruiz, A. *Degradación del Suelo y Competitividad Económica de Finca Ganaderas del Municipio de Matigües-Matagalpa*.
- Martínez, M. A. *Participación Local e Incidencia Municipal en los Servicios Ambientales en Jesús de Otoro, Intibucá*.
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) e Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) Mayo, 2003. *Lineamientos para la Internalización de los Costos Ambientales en la Tarifas*.
- Miranda, M., Porras, I. and Moreno, M. L. October, 2003. *The Social Impacts of Payments for Environmental Services in Costa Rica A Quantitative Field Survey and Analysis of the Virilla Watershed*.
- Municipio San Pedro de Potrero Grande, Chinandega, Nicaragua. *Valoración Económica del Servicio Ambiental Hidrológico de la Microcuenca Paso Los Caballos*.
- PASOLAC-INTERCOOPERATION-COSUDE. 2003. *Experiencia de Pago por Servicios Ambientales (PSA) de la Junta Municipal de Agua, Municipio de Campamento, Olancho, Honduras*.
- Pérez, C., Barzev, R. y Herlant, P. Abril, 2000. *Algunos Elementos para la Concepción de Acciones de Pagos por Servicios Ambientales. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC)*.
- Rojas, M. and Aylward, B. November, 2003. *What are we Learning from Experiences with Markets for Environmental Services in Costa Rica? A Review and Critique of the Literature*.
- Tognetti, S. 18 Setiembre-27 Octubre, 2000. *Relaciones de Tierra-Agua en Cuencas Hidrográficas Rurales*.
- Veríssimo, A. *et al.* January, 2002, *Payment for Environmental Services: Brazil*.

## **Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales\***

*Fander Falconi\*\**

*Rafael Barbano\*\*\**

---

\* Ponencia presentada en el Seminario sobre Gestión de Recursos Naturales organizado por el Colegio de México entre el 10 y 12 de diciembre del 2003.

\*\* Coordinador del Programa de Economía de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Sede Ecuador. Correspondencia a: [ffalconi@flacso.org.ec](mailto:ffalconi@flacso.org.ec)

\*\*\* Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Económicas y Financieras de la Escuela Politécnica Nacional. Correspondencia a: [rbarbano@server.epn.ec](mailto:rbarbano@server.epn.ec)



## 1. Introducción

La noción de desarrollo sostenible es multidimensional y debería ser interpretada en la forma más amplia.

Una consecuencia de incluir varias dimensiones es la imposibilidad de maximizar todas al mismo tiempo (Roy, 1985). Si conceptos como sostenibilidad son multidimensionales, entonces, una evaluación integrada tiene que basarse en procedimientos que explícitamente requieren incorporar diferentes cosmovisiones, muchas de ellas contradictorias. El punto central de este trabajo radica en que algunos de los instrumentos económicos para la gestión ambiental no recogen la complejidad de los sistemas naturales, son monocriteriales y, por lo tanto, sólo captan un criterio de descripción de la realidad.

Esta propuesta no pretende afirmar que el conjunto variado de instrumentos de política económico-ambiental, no sean importantes y que en determinados contextos coadyuvan a la conservación y uso sostenible de los ecosistemas naturales. Así, los impuestos sobre el agotamiento de capital natural<sup>1</sup> o, como se llamarían en Argentina, las “retenciones ambientales” (Martínez-Alier, 2003) pueden ser útiles. Los incentivos económicos (sustitución de usos depredadores, impuestos, compensaciones, tasas ambientales, subsidios), regulaciones y fondos (estándares, fondos ambientales) e incentivos contextuales (información y creación de capacidades, fortalecimiento institucional) pueden evitar la realización de actividades dañinas o incentivar un manejo adecuado de un bien o servicio de un ecosistema.

---

1 Entre las políticas para alcanzar la sustentabilidad se ha propuesto la aplicación de un impuesto al agotamiento del capital natural (“natural capital depletion tax”), el cual busca gravar el consumo del capital natural (Costanza *et al.*, 1997) y debería ir acompañado de un sistema de tarifas ecológicas. El razonamiento expuesto por Costanza *et al.* (1997) en posteriores alcances a su propuesta radica en que el precio de la energía fósil es bajo, debido a que depende de los costos contables de extracción que son mínimos, pues éstos omiten los costos sociales y ambientales. Por lo tanto, se requiere gravar el capital natural considerando el “principio de precaución” y el principio de *quien contamina paga*. El eco impuesto podría ser administrado como otro impuesto, pero requeriría acuerdos internacionales o al menos tarifas ecológicas nacionales para prevenir que algunos países saturen los mercados con productos fabricados con capital natural no gravado (Falconí, 2002).

Con una definición más amplia<sup>2</sup>, también se podría incluir en los instrumentos para gestión ambiental: evaluación de impacto ambiental, evaluación ambiental estratégica, certificación ambiental, ecoauditoría, planes de gestión ambiental y calidad total.

En muchos países latinoamericanos, las preocupaciones ambientales han empezado a ser incorporadas en el diseño de las políticas macroeconómicas y ya se empiezan a observar en las normas y reglamentos. Así, en los últimos años se ha comenzado a identificar una tendencia al uso directo de instrumentos económicos de mercado para alcanzar objetivos ambientales (CEPAL-PNUMA-SEMARNAP, 1998). Sin embargo, por ejemplo en el caso del manejo forestal en varios países como Ecuador, esto ha sido insuficiente hasta el momento, por lo que se requieren nuevas alternativas de incentivos que fomenten el uso eficiente de los recursos forestales (Burneo y Falconí, 2003).

El objetivo central de este documento es resaltar que pueden surgir otros enfoques, si se parte de una teoría adecuada del capital natural y si se plantea una participación social en los procesos de decisión. Frente a la concepción de que es posible proporcionar valores monetarios a los daños ambientales, internalizando las externalidades, lograr senderos óptimos de agotamiento de los recursos naturales, o lograr compensar y/o reemplazar el capital natural por capital económico, han surgido propuestas desde otros enfoques que señalan: *“la extrema dificultad de dar valoraciones económicas actualizadas a la pérdida de biodiversidad o a otras pérdidas de “capital natural” (como los bosques de manglares, por ejemplo) o de admitir como criterio de decisión los bajos valores crematísticos atribuidos a los daños sufridos por quienes padecen contaminación en minas o plantaciones”* (Martínez-Alier, 2003). Estos enfoques alternativos pueden sostenerse desde la perspectiva de un análisis multicriterio (AMC), eje central de este trabajo.

---

2 El documento “Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes”, elaborado por la CEPAL (2001), recoge un conjunto de instrumentos de política aplicables a la gestión ambiental, entre los que se destacan las regulaciones y sanciones, propuestas de legislación, cargos, impuestos y tarifas, incentivos y financiamiento, creación de mercados, intervención en la demanda final. De acuerdo con un trabajo anterior de ese organismo y el PNUMA en 1997 (“Instrumentos Económicos para la Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe”), los instrumentos económicos son los que inciden en los costos y beneficios imputables a cursos de acción alternativos que enfrentan los agentes, afectando, por ejemplo, la rentabilidad de procesos o tecnologías alternativas, o el precio relativo de un producto y, por lo tanto, las decisiones de oferentes y demandantes. De la misma forma, se consideran como “instrumentos económicos” de gestión ambiental los programas de regulación informal basados en la diseminación pública de información oficial sobre el desempeño ambiental, certificación, etiquetado, y otras fuentes de presión externa basadas en la transparencia de información.

Esta ponencia está estructurada en cuatro partes: luego de la Introducción, la Sección 2 revisa los instrumentos económicos de gestión ambiental monocriteriales, la Sección 3 presenta el AMC y la Sección 4 plantea ciertas conclusiones.

## 2. Instrumentos económicos de gestión (y decisión) ambiental monocriteriales

En la concepción de la economía ambiental de corte neoclásico, los instrumentos ambientales son un conjunto de técnicas para alcanzar el nivel de “producción óptima social”<sup>3</sup>, es decir, el nivel de producción que maximiza el excedente social. Por ejemplo, los impuestos pigouvianos, estándares ambientales, permisos transables de contaminación, etc. En el caso de los impuestos, la teoría económica ortodoxa, los considera como elementos que distorsionan a los mercados en su función de asignadores eficientes de recursos. El excedente social (igual a la suma del excedente de los consumidores más el excedente de los productores), que antes de impuestos se describe como óptimo en el sentido de Pareto<sup>4</sup>, disminuye por la introducción de los impuestos, generándose una “pérdida de eficiencia”.

La dificultad o incluso imposibilidad de valorar las externalidades impide conocer con certeza los niveles a los que deben aplicarse los distintos instrumentos para obtener la “producción óptima”. La imposibilidad cierta de estimar los “costos externos ambientales” y consecuentemente el “costo externo marginal” relativizan la posibilidad de fijar el “instrumento óptimo” (recordemos que bajo el enfoque de la economía de los recursos naturales con un enfoque neoclásico, el impuesto o la tasa ecológica tiene que ser igual al costo externo marginal en el punto de “producción óptima”).

Sin embargo, puede afirmarse que existe un rango de “producción óptimo”, aunque desconocido, y que la intensidad de aplicación de los

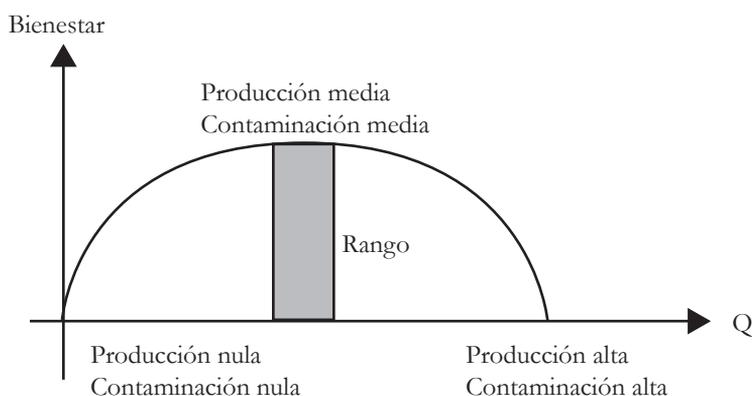
---

3 Llamado también “nivel óptimo de contaminación” (Pearce, 1985).

4 Esta máxima se deriva de los trabajos a finales del siglo XIX del ingeniero italiano Wilfredo Pareto: un estado social es óptimo de Pareto si y solo si no se puede aumentar la utilidad de uno sin reducir la utilidad de otro. Tal como plantea Amartya Sen (1989: 49-50), la optimalidad de Pareto “es un tipo de éxito muy limitado, y, en sí mismo, puede o no garantizar demasiado. Un estado puede ser un óptimo de Pareto con algunas personas en la más grande de las miserias y con otras en el mayor de los lujos, en tanto que no se pueda mejorar la situación de los pobres sin reducir el lujo de los ricos... A la optimalidad de Pareto también se le denomina a veces “eficiencia económica”. Este uso es apropiado desde un punto de vista, dado que la optimalidad de Pareto trata exclusivamente de la eficiencia en el espacio de las utilidades, y no presta atención a las consideraciones distributivas relativas a la utilidad”.

distintos instrumentos tiene un comportamiento similar al de la conocida Curva de Laffer<sup>5</sup> (que toma su nombre del economista americano Arthur Laffer), es decir, la eficiencia máxima se alcanza en el punto o región óptima y va disminuyendo conforme nos alejamos –hacia derecha o izquierda– de lo óptimo.

Es claro que si la producción es nula, la contaminación también será nula, al igual que el bienestar<sup>6</sup> de la sociedad; por otra parte, si la producción se incrementa, la contaminación asociada crecerá y disminuirá el bienestar. El nivel de “producción óptimo” sería algún nivel intermedio.



El nivel óptimo de producción no puede ser encontrado como lo postula la teoría neoclásica a través de la maximización del “excedente social”, sino que corresponde a una “solución compromiso”, es decir, que es un nivel de producción y de contaminación aceptado socialmente, en un proceso de diálogo en el que participan los afectados, y científicos médicos, biólogos, físicos, químicos, economistas, etc. Por ejemplo, un estándar ambiental como partículas de plomo en un m<sup>3</sup> de aire no puede ser determinado por

5 Se trata de una relación en forma de U inversa entre las recaudaciones fiscales y el aumento de impuestos medios. La Curva de Laffer muestra que un incremento en los impuestos medios llevaría paradójicamente a un descenso de las recaudaciones.

6 Bienestar en el sentido amplio de la palabra, no reducido a una función de utilidad del consumo: Bienestar (De *bien* y *estar*) 1.m. Conjunto de las cosas necesarias para vivir bien. 2.m. Vida holgada o abastecida de cuanto conduce a pasarlo bien y con tranquilidad. 3.m. Estado de la persona en el que se le hace sensible el buen funcionamiento de su actividad somática y psíquica. *Diccionario de la Lengua Española*.

la regla del “beneficio marginal neto privado igual al costo externo marginal”<sup>7</sup>, sino por los niveles máximos que la biología del ser humano y otros seres vivos puede soportar.

A pesar de que el gráfico presupone un mismo eje para la producción y “contaminación”, el mundo real es complejo y desordenado; no hay un solo tipo de contaminación y las relaciones entre producción y los contaminantes no son simples y lineales; posiblemente deban describirse mediante sistemas no lineales tan complejos que resulten en un comportamiento caótico, es decir, que un pequeño cambio en las condiciones iniciales genere una solución completamente diferente<sup>8</sup> (Peters, 1996). En una situación como la descrita: ¿qué validez tiene la regla beneficio marginal igual a costo externo marginal?

El reduccionismo de la economía tradicional presupone que los sistemas reales son simples, lineales; que un sistema de precios recoge la intensidad de las preferencias de los individuos y que, por lo tanto, todo puede ser reducido a un mismo sistema de medida: el crematístico.

En este marco se inscribe el Análisis Costo-Beneficio, que es la herramienta de la economía neoclásica *par excellence*, la cual se utiliza en política ambiental (Nijkamp, 1986). La economía neoclásica supone la existencia de mercados competitivos, los cuales emiten precios correctos que permiten a los agentes económicos, consumidores y productores, tomar decisiones racionales y alcanzar el óptimo de Pareto. El desarrollo de un ACB tiene varias etapas: identificación y valoración en términos monetarios de los costos (C) y beneficios (B) actuales y futuros de un proyecto; determinación de la tasa de descuento; fijación del horizonte temporal; desarrollo de uno o varios métodos que permitan traer los costos y beneficios a valores actuales, tales como el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR)<sup>9</sup>, y estimar la relación entre los costos (C) y beneficios (B) (Munda, 1995).

---

7 ¿Es posible estimar el costo externo para una familia que tiene un niño con retraso mental por contaminación de plomo? La respuesta es un simple y rotundo no.

8 El llamado efecto mariposa: una mariposa que aletea en China podría provocar un huracán en el Caribe.

9 La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa para la cual el VAN es igual a cero. La TIR mide la rentabilidad de un determinado proyecto en el tiempo. Generalmente considera que un proyecto es viable en términos económicos y financieros si la TIR es mayor a la tasa de interés de mercado (TIM). Por otra parte, matemáticamente,  $TIR > TIM$  es equivalente a  $VAN > 0$ .

El VAN se define por:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{B-C}{(1+r)^t} \quad (1)$$

En (1) mientras más alta sea la tasa de descuento  $r$  y mayor el horizonte temporal ( $t$  en la fórmula de arriba), menor es el VAN de un determinado proyecto, es decir, estas variables son relevantes en la toma de decisiones.

Las tasas de descuento altas infravaloran a las generaciones futuras. Respecto a las preguntas: ¿cuál debe ser la tasa de descuento?, ¿existe una sola tasa de descuento?, hay un amplio debate. Martínez-Alier (2003) sostiene que la tasa de descuento debería ser igual a la tasa de crecimiento sustentable de la economía. Azar y Sterner (1996) defienden el uso de una tasa decreciente en el tiempo (cuando analizan los beneficios de combatir el cambio climático). También se ha puesto en el debate que se podría utilizar  $r = 0$ , e incluso posiciones más extremas sostienen que  $r$  debería ser negativa. En el caso del método de El Serafy<sup>10</sup>, con el fin de aplicar el método del costo del uso, utiliza una tasa de descuento, arbitraria en sus propias palabras, del 5%. Por lo tanto, se sugiere que se debería realizar un análisis de sensibilidad, empleando varios escenarios para  $r$ .

El ACB social plantea maximizar el “excedente social”. En este punto, la objeción más importante es que el ACB social es incapaz de incluir los efectos ambientales por dos razones: por la incapacidad de trasladar todos los impactos que están fuera del mercado en un sistema de precios consistente y manejable; y por la dificultad de integrar los aspectos distributivos de medidas ambientales en un contexto de eficiencia (Nijkamp, 1986). No está por demás indicar que la teoría neoclásica plantea que se debe alcanzar primero la eficiencia (crecimiento) y luego deben considerarse los aspectos redistributivos.

El ACB al suponer que hay una sola medida de valor, la monetaria (evaluada ya sea por la disposición a pagar –DAP– o por la disposición a aceptar una compensación –DAAC–), se basa en la comensurabilidad del valor. Sobre este tema se puede ver el recuadro 1. Una característica adicional del ACB es que siempre existe la “solución óptima”: el proyecto con la TIR más alta.

---

<sup>10</sup> El llamado método de Salah El Serafy se inscribe en la denominada sustentabilidad débil (comparabilidad fuerte de valores), es decir, la noción de que el capital hecho por los humanos y el capital natural pueden ser sustitutos gracias a las bondades del progreso tecnológico.

**Recuadro 1****Pluralidad de valores**

Las distinciones entre conmensurabilidad, comparabilidad fuerte y comparabilidad débil son las siguientes: (ver Martínez-Alier, Munda, O'Neill, 1998):

- **Comparabilidad fuerte:** dos objetos o entidades A y B son comparables de manera cardinal u ordinal.

- *Conmensurabilidad fuerte:* existe una única propiedad singular que todos los objetos poseen y que es el origen de su valor y una medida cardinal que indica la cantidad, intensidad o grado en que esa propiedad está presente. Por ejemplo, el alumno Pedro con un promedio de 8,0 es mejor estudiante que Juan que tiene promedio 7,0. En temas económicos y ambientales, la escala de medida es el dinero.

- *Conmensurabilidad débil:* no es necesario tener una medida cardinal, una medida ordinal es suficiente: Pedro es primero y Juan es segundo.

- **Comparabilidad débil:** hay una pluralidad de valores, muchos criterios de comparación que sólo nos permiten ordenar las opciones al elegir un determinado criterio. El conflicto de valor irreductible es inevitable pero compatible con la opción racional utilizando un cálculo práctico. Pedro es músico y matemático, Juan es atleta e historiador. ¿Es Pedro mejor que Juan o es Juan mejor que Pedro?

- *Inconmensurabilidad de valores:* las diferentes concepciones de los valores vuelven incomparables a los objetos: para el gremio de músicos Pedro será mejor que Juan, para los historiadores Pedro será un tipo ordinario a diferencia de Juan. Los criterios de comparación son variados, con escalas de valores diferentes. Esto supone que hay un pluralismo de valores. Al apelar a distintos criterios, el resultado frecuentemente es que hay evaluaciones conflictivas de un mismo objeto. Esto es parte esencial de la filosofía del análisis multicriterio.

### 3. Evitar el reduccionismo: el AMC es una alternativa

Para posibilitar un estudio integral –económico, social y ambiental– es necesario disponer de las herramientas de gestión ambiental adecuadas. El AMC busca integrar las diferentes dimensiones de una realidad en un solo

marco de análisis para dar una visión integral y, de esta manera, tener un mejor acercamiento a la realidad.

En principio, el AMC es una herramienta adecuada para tomar decisiones que incluyen conflictos sociales, económicos y objetivos de conservación del medio ambiente, y además cuando confluye una pluralidad de escalas de medición (físicas, monetarias, cualitativas, etc.).

Un problema multicriterio, con un discreto número de alternativas, puede ser explicado de la siguiente forma:

- $A$  es un conjunto finito de  $n$  alternativas o acciones posibles;  $G$  es el conjunto de las  $m$  funciones de evaluación  $g_i$   $i=1,2,\dots,m$  asociadas a los criterios de evaluación o puntos de vista, considerados relevantes en el problema de decisión. Si  $a$  es una alternativa,  $g_i(a)$  es su evaluación en el  $i$ -ésimo criterio.

En esta forma, un problema de decisión puede ser representado en una matriz  $P$  de  $m$  filas y  $n$  columnas denominada matriz de evaluación o impacto, cuyos elementos  $p_{ij}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ;  $j=1,2,\dots,n$ ) representan la evaluación de la alternativa  $j$ ésima en el  $i$ -ésimo criterio. La matriz de impacto puede incluir información cuantitativa, cualitativa, difusa, estocástica (Munda, 1995; Martínez-Alier *et al.*, 1998).

		Alternativas		
		$A_1$	$A_2$	$A_3$
Criterios	$C_1$	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$
	$C_2$	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$
	$C_3$	$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$
	$C_4$	$P_{41}$	$P_{42}$	$P_{43}$

- Si  $a$  y  $b$  son dos alternativas, la alternativa  $a$  es mejor que la alternativa  $b$ , según el  $i$ -ésimo criterio o punto de vista, si  $g_i(a) > g_i(b)$ .
- La alternativa  $a$  domina a la alternativa  $b$ , si  $a$  es al menos tan buena como  $b$  para todos los criterios que están siendo considerados, y mejor que  $b$  al menos en un criterio.

La mayor ventaja de los métodos multicriterio es que permiten considerar un amplio número de datos, relaciones y objetivos, que generalmente están presentes en un problema de decisión específica del mundo real, de tal modo que el problema de decisión a manejar, puede ser estudiado de una manera

multidimensional. Una acción  $a$  puede ser mejor que una acción  $b$  de acuerdo con un criterio y peor según a otro. Por lo tanto, cuando se toma en consideración diferentes evaluaciones en conflicto, un problema multicriterio está matemáticamente mal definido, en el sentido de que puede no existir la solución óptima, por lo que en general se requieren “soluciones compromiso”.

El AMC se basa en un *enfoque constructivo* que está situado entre el “decisionismo” (basado en los instintos y el subconsciente) y el “racionalismo” (exageración del concepto de racionalidad). El concepto de *Proceso de Decisión* tiene una importancia esencial (sobre la base del trabajo de Simon). Siempre es posible justificar o defender la solución tomada (*Racionalidad Procedimental*). La calidad del proceso se consigue principalmente con la interacción de los afectados y la transparencia del proceso de decisión. De esta manera, interesa profundamente la calidad del proceso y no solo los resultados.

El AMC tiene las siguientes etapas (Munda, 1995):

1. Definición y estructuración del problema a investigar.
2. Definición de un conjunto de criterios de evaluación.
3. Elección entre métodos discretos o continuos: si se conocen el número de alternativas y criterios, se utiliza un método discreto; si éstos son infinitos, se usa uno continuo.
4. Identificación de las preferencias del decisor: se tienen que respetar las preferencias subjetivas de las personas que intervienen en el proceso de decisión.
5. Elección del procedimiento de agregación de los criterios.

Respecto a este último punto, hay diferentes procedimientos para la agregación de los criterios:

1. **Programación lineal multiobjetivo:** al haber más de un objetivo no se pueden optimizar todos a la vez, por lo que se trata de encontrar la solución más satisfactoria según las preferencias subjetivas del decisor.
2. **Punto ideal:** un punto ideal es una alternativa hipotética que es la mejor en todos los criterios; se observa cuan lejos se está del punto ideal y se elige la alternativa más cercana.
3. **Utilidad multiatributo (MAUT):** con algún procedimiento se agregan los criterios y se convierte en monoobjetivo; la función de agregación establece implícitamente compensaciones entre los criterios<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Si la utilidad es aditiva,  $U = g_i(a) + g_j(a)$ , el criterio  $i$  compensa al criterio  $j$  si y solo si la utilidad de  $g_i(a)$  es igual a la utilidad de  $g_j(a)$ . Por ejemplo, el beneficio (económico o no) de utilizar un bosque para recreación compensa el beneficio económico de talarlo.

4. **Métodos de superación (Outranking):** se definen las relaciones de: preferencia, indiferencia e incomparabilidad; no hay compensación entre los criterios. Pueden definirse umbrales de indiferencia y vetos en los criterios.
5. **Proceso analítico-jerárquico:** se realizan las comparaciones según una estructura jerárquica de acuerdo con la importancia de los criterios.

El AMC considera las interacciones economía-medio ambiente. De acuerdo con el procedimiento de agregación escogido, se puede aplicar el concepto de sostenibilidad en el sentido “débil” (el capital hecho por los humanos y el “capital natural” son sustitutos) o sostenibilidad en el sentido “fuerte” (el capital hecho por los humanos y el “capital natural” no son sustitutos sino complementarios). Depende del grado de compensación permitida por el procedimiento de agregación.

No es posible establecer *a priori* qué método resulta mejor para un problema empírico dado, sino que las condiciones en las que estos métodos se aplican mejor dependen del contexto. Por lo tanto, el problema radica en elegir el método correcto para determinado problema. Esto hace que el enfoque sea más flexible pero también más complejo.

Desde una óptica del AMC, los instrumentos económicos pueden ser un criterio más para evaluar el estado de la situación en una región o país, lo que en principio significa que es factible de ser incluidos en un AMC. Sin embargo, debe analizarse en profundidad la posibilidad o la dificultad de establecer el “nivel óptimo” del instrumento y cuáles serían los efectos sobre el análisis multicriterio de incluir o excluir dicho criterio.

Por otra parte, el AMC incluye en sus características la posibilidad de trabajar con márgenes de incertidumbre, por ejemplo, podríamos establecer que “la tasa del impuesto pigouviano está ‘alrededor’ del 10%”, lo cual a su vez definiría un umbral para el nivel de producción. Por supuesto que se produce una pérdida de eficiencia cuando nos movemos hacia la derecha (+) o la izquierda (-) del umbral.

Algunos instrumentos son cuantitativos: impuestos, estándares, permisos de producción (contaminación), etc.; otros son cualitativos: restricciones legales, autorizaciones, etc. Los métodos multicriterio permiten trabajar

con este tipo de variables, por ejemplo NAIADE<sup>12</sup>; por lo que el AMC puede aplicarse exitosamente para el análisis el grado de aplicación de los instrumentos en la mejora del estado ambiental de una región o país.

El AMC permite captar la opinión de los actores relevantes en los problemas de decisión, en dos niveles.

En primer lugar, los criterios pueden ser seleccionados de tal manera que reflejen los valores de los actores (o sus preferencias o intereses) o pueden ser escogidos directamente por los actores afectados. En principio, la valoración de los criterios de evaluación es independiente de las preferencias de éstos. Por ejemplo, un grupo de interés puede aceptar utilizar un criterio de evaluación que mida los efectos de las diferentes alternativas sobre el empleo, pero la determinación de esta variable no puede (al menos no completamente) ser controlada por ellos (lo mismo se puede aplicar a los indicadores de impacto ambiental). Esto permitiría que los estándares o normas ambientales sean definidos en un contexto de alta participación social.

En este caso, la clasificación multicriterio puede ser considerada más “técnica”, el resultado final es una consecuencia de considerar todos los criterios simultáneamente (en búsqueda de una solución compromiso).

En segundo lugar, la calificación del impacto de cada alternativa para cada grupo de interés puede ser mucho más directa. Cada grupo asigna una calificación a cada alternativa, independiente de la valoración de los criterios. Tal calificación es una consecuencia directa de sus preferencias. Un grupo podría calificar como “la mejor” a una alternativa, independientemente de la evaluación de los criterios sobre esta alternativa.

Los conflictos irreconciliables pueden existir entre diferentes coaliciones o hasta entre grupos individuales. El análisis de políticas puede estar condicionado a juicios de valor poderosos, tales como hacer que todos los

---

12 Un método creado para las aplicaciones EIA es el conocido como NAIADE (Munda, 1995). NAIADE (Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments) es un método multicriterio discreto, cuya matriz de impacto (o evaluación) puede incluir medidas claras, estocásticas o indefinidas del desempeño de una alternativa con respecto al criterio de evaluación, por lo tanto, este método es muy flexible para aplicaciones del mundo real. NAIADE ha sido creado y desarrollado en varias versiones por el profesor Giuseppe Munda.

En resumen, NAIADE puede proporcionar la siguiente información:

1. Clasifica las alternativas de acuerdo con un conjunto de criterios de evaluación (ejemplo, solución(es) compromiso).
2. Proporciona indicios sobre la distancia de las posiciones de los diferentes grupos de interés (ejemplo, posibilidades de convergencia de intereses o formación de coaliciones).
3. Sitúa las alternativas de acuerdo con los impactos o preferencias de los actores.

actores tengan la misma importancia (peso). ¿Debería una clasificación socialmente deseable ser obtenida con base en el principio de la mayoría? ¿Debería concederse algún poder de veto a las minorías? ¿Son los efectos de la distribución del ingreso importantes?<sup>13</sup>

Como un ejemplo de evaluación multicriterio se presenta el análisis del sector forestal ecuatoriano en el período 1980-2001, realizado por Burneo y Falconí (2003).

La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, expedida el 24 de agosto de 1981, definió las políticas forestales fundamentales en Ecuador; los aspectos principales de esta Ley fueron: la concepción del Estado como el administrador forestal que orienta, controla, promueve y financia al sector; una visión economicista y desarrollista en la que se considera el “sector forestal” como un “subsector económico” del sector agropecuario; una imagen de la vida silvestre como un grupo de animales exóticos que debían ser protegidos; el impulso a la reforestación. En relación con los instrumentos económicos para la gestión ambiental, se consideraron únicamente dos y contradictorios entre sí: la exoneración del impuesto a la propiedad rural a las tierras forestales cubiertas de bosques (que favorecía al mantenimiento de la cobertura forestal) y la exoneración de aranceles a la importación de equipos e insumos forestales (que favorecía a la tala de bosques).

A partir de 1992 hay cambios fundamentales en la política forestal. En lo político se consolida la idea de un Estado regulador, no intervencionista; las preocupaciones ambientales se profundizan, se vuelven más integrales, se insiste en la reforestación y la protección de la biodiversidad. Como instrumentos económicos de gestión ambiental se consideran incentivos económicos directos para fortalecer las tareas de reforestación.

El ejercicio es evaluar los períodos: 1981-1985, 1986-1990, 1991-1995 y 1995-2001, de manera multicriterial. Los indicadores utilizados en el análisis fueron como se ilustra en el Cuadro 1:

---

<sup>13</sup>NAIADE permite que se realicen los dos tipos de evaluaciones. La primera está basada en los valores del puntaje asignado al criterio de cada alternativa y se la ejecuta por medio del uso de una matriz de impacto (alternativas versus criterios). La segunda analiza los conflictos entre los diferentes grupos de interés y la posible formación de coaliciones dependiendo de las evaluaciones de las alternativas propuestas (matriz de equidad).

**Cuadro 1**  
**Criterios de la evaluación multicriterial**

Criterios	Observaciones	Objetivo	Pesos	
1	Disponibilidad de la información	Maximizar	3	
2	Producción maderera de bosque nativo	Minimizar	5	
3	Eficiencia	Producción de leña / total	Maximizar	4
4	Exportaciones madereras	Minimizar	3	
5	Estructura productiva	Madera aserrada, en rollo y tableros	Maximizar	4
6	Estructura exportaciones	Madera aserrada, en rollo, tableros y residuos	Maximizar	3
7	Contribución del sector forestal al PIB	Maximizar	4	
8	Participación social	Comunidades, ONG	Maximizar	4
9	Exoneración de impuestos prediales	Maximizar	4	
10	Incentivos directos a la reforestación	Tierra rural cubierta con bosques	Maximizar	4
11	Exoneración de aranceles	A la importación de equipos e insumos	Minimizar	4

Cada criterio o variable se calificó con una puntuación entre 0 y 5, donde 0 significa un valor o intensidad baja y 5 un valor o intensidad alta. Además, para cada variable, se considera un objetivo de maximización o minimización. Se establece como objetivo la maximización cuando un valor más alto de criterio es consistente con un manejo sustentable del recurso forestal o constituye una mejora en las condiciones de vida de la población, sin atentar contra la conservación del recurso; por el contrario, el objetivo es minimizar cuando un valor más alto de criterio significa atentar contra la sustentabilidad del recurso forestal o constituye un deterioro en las condiciones de vida de la población.

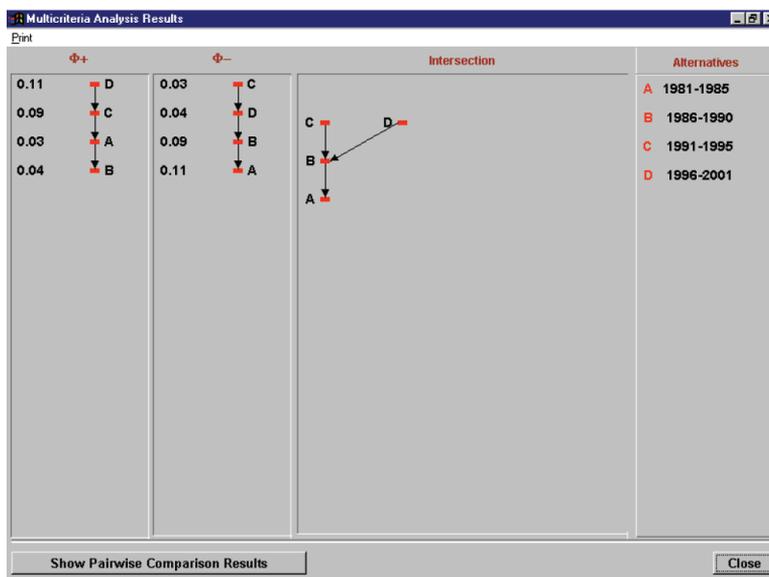
El cuadro de valores de la matriz de impacto se estableció en función de los resultados del análisis de dichos indicadores.

**Cuadro 2**  
**Matriz de impacto**

	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2001
INFORMACIÓN	0	1	1	1
PRODUCMAD	2	3	2	4
EFICIENCIA	1	2	3	4
EXPOR	0	0	1	2
ESTRUCPROD	1	1	2	3
ESTRUCEXPOR	2	3	2	1
CONTRIBPIB	0	0	1	1
PARTICIPSOC	1	1	2	3
EXONERIMP	4	4	0	0
INCENTIVDIR	0	0	5	4
EXONERARANC	4	4	0	0

El resultado del AMC se resume en el gráfico de orden parcial.

**Gráfico 1**  
**Gráfico de orden parcial**



La evaluación multicriterio muestra que el peor período es 1981-1985, seguido del período 1986-1990; los períodos 1991-1995 y 1996-2001 son mejores que el precedente, pero no son comparables entre sí.

Adicionalmente a la evaluación del NAIADE se evaluó mediante una función multicriterio definida como la suma ponderada de los criterios. Los pesos de los criterios se los definió entre 1 y 5. Los resultados de la evaluación mediante una función multicriterio presentó los resultados:

**Cuadro 3**  
**Evaluación de la función multicriterio**

Período	Evaluación <sup>14</sup>
1981-1985	32
1986-1990	35
1991-1995	51
1996-2001	48

Los resultados son consistentes con los obtenidos con el NAIADE. Nótese que la función multicriterio permite ordenar linealmente todas las alternativas. Además, los resultados muestran una pobre evaluación del sector forestal ecuatoriano.

El software NAIADE también permite el análisis de actores, particularmente las posibles coaliciones lógicas que podrían conformarse, de acuerdo con las valoraciones de éstos de las alternativas presentadas. Los actores incluidos en este análisis son: las comunidades asentadas en zonas boscosas, los madereros, las organizaciones ambientalistas, la población en general y el gobierno.

La matriz de equidad debe ser construida por los mismos actores; sin embargo, para este ejemplo fue llenada por los autores del, presente artículo, dado que a la fecha de realizar este trabajo aún no se ha averiguado la opinión de los actores involucrados; por lo tanto, los resultados que siguen a continuación son únicamente demostrativos y corresponden a una situación hipotética.

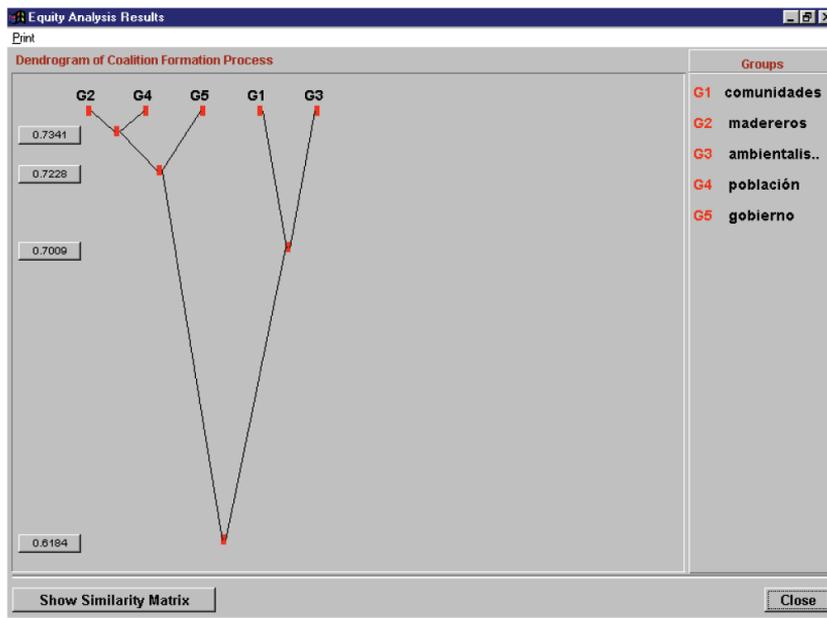
<sup>14</sup>La evaluación máxima posible es 100.

**Cuadro 4**  
**Evaluación de la función multicriterio**

	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2001
Comunidades	mal	mal	muy mal	muy mal
Madereros	moderado	moderado	bueno	bueno
Ambientalistas	muy malo	muy malo	regular	regular
Población	mal	moderado	aceptable	aceptable
Gobierno	mal	mal	moderado	bueno

El resultado de la matriz de equidad se encuentra en el Gráfico 2.

**Gráfico 2**  
**Dendrograma de coaliciones**



El gráfico anterior muestra que podrían esperarse dos coaliciones: la primera conformada por los madereros, la población y el gobierno; la segunda estaría conformada por las comunidades asentadas en las zonas boscosas y las organizaciones ambientalistas.

## 4. Conclusiones

El análisis monocriterial característico de la economía neoclásica asume que los sistemas reales son simples, lineales, y que los precios recogen la intensidad de las preferencias de los individuos y, por lo tanto, todo puede ser reducido a un único sistema de medida: el crematístico. El dinero es la vara de medición universal y la maximización del excedente social garantiza la eficiencia del óptimo de Pareto. En el caso particular del ACB, se garantiza encontrar la solución óptima de un conjunto de proyectos.

Criterios más realistas ponen el acento en la extrema dificultad de valorar económicamente las “externalidades”, dados los altos niveles de incertidumbre presente y la complejidad de los sistemas reales. Las valoraciones contingentes son altamente dependientes del grado de conocimiento de los efectos de las “externalidades” y de la distribución de ingreso.

El mundo real es complejo y desordenado. El AMC proporciona un acercamiento a la complejidad al aceptar diferentes criterios de descripción de una misma realidad; las distintas dimensiones de un problema —económicas, sociales, ambientales, etc.— pueden ser tomadas en cuenta en el AMC.

El AMC posibilita la participación de los actores involucrados en un problema mediante la elección de los criterios de evaluación en un marco de amplia participación social. Además permite la calificación directa de las distintas alternativas de elección por parte de los actores.

Las distintas metodologías permiten adecuar el AMC al tratamiento de problemas específicos; en contrapartida, el AMC puede ser más complejo que un simple análisis costo-beneficio.

Los instrumentos económicos para la gestión ambiental pueden ser incluidos en un AMC como un criterio más de evaluación. En el presente trabajo se ha presentado un ejemplo de aplicación práctica en el cual se incluyen tres instrumentos económicos de gestión ambiental. Sin embargo, debe analizarse profundamente la posibilidad o dificultad de establecer el nivel óptimo del instrumento y cuáles serían los efectos sobre el análisis multicriterio de incluir o excluir dicho criterio.

## Bibliografía utilizada

- Acquatella, Jean. 2001. *Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes*. CEPAL/PNUD. Santiago de Chile.
- Azar, C., Sterner, T. 1996. "Discounting and distributional considerations in the context of global warming". *Ecological Economics* 19: 169-184.
- Burneo, D., Falconí, F. 2003. *Evaluación de las políticas forestales en el Ecuador*. CIES-Fundación Mc Arthur. Lima.
- CEPAL-PNUMA-SEMARNAP. 1998. *Instrumentos Económicos para la Gestión Ambiental en América Latina y El Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., Norgaard, R. 1997. *An Introduction to Ecological Economics*. CRC Press LLC. Estados Unidos.
- Falconí, F. 2002. *Economía y Desarrollo Sostenible: Matrimonio Feliz o Divorcio Anunciado*. FLACSO. Quito.
- Martínez-Alier, J., Munda, G., O'Neill, J. 1998. "Weak comparability of values as a foundation of ecological economics". *Ecological Economics*, Vol. 26, N° 3: 277-286.
- Martínez-Alier, J. Prefacio a las Memorias del Congreso Iberoamericano "Desafíos Locales frente a la Globalización", realizado el 11 y 12 de abril de 2003. Quito, 2003 (en prensa).
- Munda, G. 1995. *Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment*. Physica-Verlag Heidelberg. Alemania.
- Nijkamp, P. 1986. "Equity and efficiency in environmental policy analysis: separability versus inseparability". En Allan Schnaiberg, Nicholas Watts y Klaus Zimmermann, eds. *Distributional Conflicts in Environmental Resource Policy*. WZB Publications.

- Pearce, D. 1985. *Economía ambiental*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Peters, E. 1996. *Chaos and Order in the Capital Markets: A new View of Cycles, Prices and Market Volatility*. John & Sons, Incorporated.
- Roy, B. 1985. *Méthodologie multicritere d' aide à la decision*. Economica. París.
- Sen, A. 1989. *Sobre ética y economía*. Alianza Editorial. Madrid.

## **Estudio de caso: “Rumbo a las aguas eternas”: el Parque Nacional Chirripó (PNCH)**

*Edgar Fürst\**

---

\* Doctor en Ciencias Económicas con énfasis en Estudios de Desarrollo para América Latina de la Universidad Libre de Berlín; Maestría en Economía con énfasis en Economía Regional y Ambiental, Relaciones Norte-Sur y Economía Política del Desarrollo Latinoamericano de la Universidad Libre de Berlín; Maestría en Ingeniería Económica con énfasis en Planificación Económica, Política Regional y Economía Ambiental de la Universidad Técnica de Karlsruhe, Alemania; además es Auditor Líder Externo para ISO 14001 por Quality Services International (QSI).

Catedrático en Economía y docente para la Universidad Nacional en el Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE), así como para ULACIT y UNAH.

Cuenta con la publicación de 5 libros y 40 artículos, así como documentos de estudio en las áreas de Economía Ecológica, Comercio y Ambiente, Turismo y Caficultura Sostenible, Evaluación Socioambiental Integrada, Valoración Ambiental, Ajuste Estructural, Política Industrial y Estructural, Desarrollo Regional.



## 1. Introducción

El PNCH constituye uno de los 26 parques nacionales de Costa Rica incluidos dentro del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (MINAE-SINAC, 2003). En el ámbito nacional e internacional este parque es reconocido por la belleza de sus paisajes y de su cerro de 3.820 metros de altura. Este es el principal motivo para que turistas nacionales y de diferentes partes del mundo se aventuren a ascender el cerro durante un día o dos de difícil caminata. La mayoría de ellos se preparan algunos meses antes para afrontar la compleja tarea.

La mayoría de los turistas que vienen a este hermoso lugar no se dan por enterados que además de la protección de la biodiversidad (flora y fauna) y de las nacientes de agua y ríos, este parque genera importantes aportes socioeconómicos. Dichos aportes favorables para la comunidad se producen sobre todo gracias a que durante su visita los turistas adquieren bienes y servicios que representan ingresos para diferentes actividades económicas en el ámbito nacional, regional y, en particular, local. Además, las comunidades y poblados cercanos emplean el agua que nace en el PNCH o en la zona de amortiguamiento.

### Ubicación geográfica del PNCH

El PNCH se encuentra ubicado en la Cordillera de Talamanca, al noreste de San Isidro de El General y cubre una extensión de 50.150 ha (recuadro 1).

### **Recuadro 1**

Ubicación: Cordillera de Talamanca, al noreste del distrito General en el cantón de Pérez Zeledón, San José.

Extensión: 50.150 ha.

Atractivos del PNCH: la montaña más alta del país (3.820 msnm), la mayor extensión de páramo de Mesoamérica, formas glaciares de terrazas, lagos y gran cantidad de aves.

Objetivos de la creación del PNCH:

- Conservar los recursos bióticos y abióticos.
- Conservar y proteger las nacientes de agua que forman parte importante de las cuencas de las vertientes caribeña y el valle del General.
- Conservar y proteger la vegetación endémica del área.
- Proteger las formaciones glaciares más representativas del país.
- Custodiar la historia geológica glacial y postglacial de Costa Rica.

Fuente: MINAE-SINAC, 1999a.

El área total del PNCH se encuentra distribuida en siete distritos de las provincias de San José, Limón y Cartago. Los distritos son Rivas, General, Cajón y San Pedro en San Isidro, provincia de San José; Matama y Bratsi en la provincia de Limón; y La Suiza de Turrialba en Cartago. Sólo existen comunidades aledañas al parque en San Isidro de El General, principalmente en el distrito de Rivas (San Gerardo y Herradura), donde se desarrolla una mayor integración entre las comunidades y las actividades de conservación y uso del parque (véase el mapa de ubicación).

La ruta terrestre más importante hacia la región sur, donde se ubican el valle del General y el PNCH, es la carretera interamericana, que une la región central del país con el centro regional de San Isidro y con las zonas fronterizas de la República de Panamá (UNA *et al.*, 1991). Desde San Isidro de El General se debe realizar un recorrido de aproximadamente 6,7 km hasta el poblado de Rivas por una carretera asfaltada y de ahí una ruta de 8,7 km hasta San Gerardo de Rivas por una ruta secundaria no asfaltada.

## Principales características del PNCH

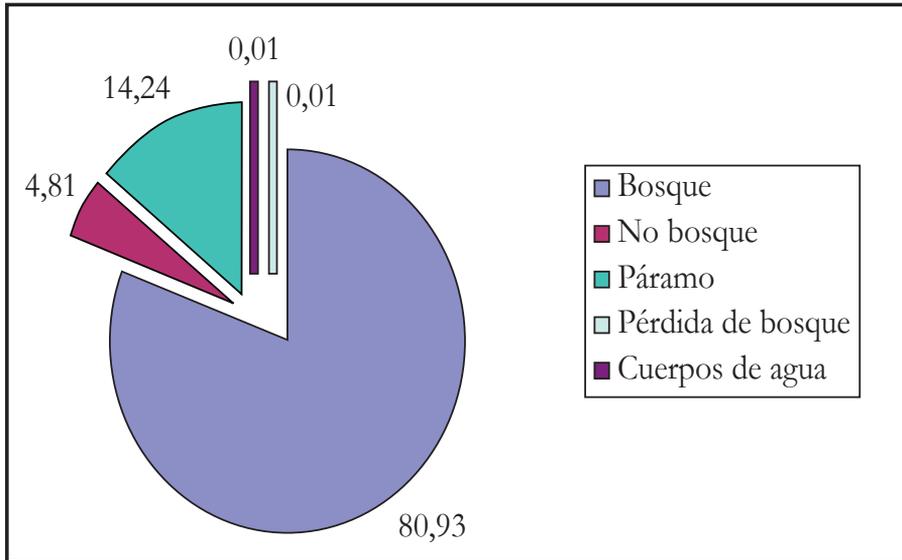
El PNCH se estableció el 9 de agosto de 1975. Los principales objetivos de su creación eran los de conservación y protección de los recursos naturales allí presentes (fauna, flora, bosque, agua, entre otros) y de las formaciones glaciares más representativas de Costa Rica.

La administración del PNCH está a cargo del MINAE a través del SINAC. Administrativamente pertenece al Área de Conservación La Amistad Pacífico (ACLA-P), cuya sede se encuentra ubicada en la ciudad de San Isidro de El General, en la zona sur del país.

En este parque se encuentra ubicada la montaña más alta del país, el cerro Chirripó con 3.820 msnm (SINAC, 1999a). En la parte superior del cerro existen seis áreas de gran belleza paisajística e importancia geológica y ecológica: la Sabana de los Leones, el Valle de las Morenas, el Cerro Ventisquero, el Cerro Chirripó, el Valle de los Lagos y el Valle de los Conejos. En el Valle de los Lagos se ubica el lago Chirripó.

La vegetación del PNCH consiste fundamentalmente en bosques de altura y vegetación de páramo. Es importante mencionar que en Costa Rica la vegetación de páramo es bastante escasa (0,2% del territorio nacional). Sin embargo, la mayor proporción de páramo que existe en Mesoamérica se encuentra en este país y el mayor porcentaje está protegido dentro del PNCH (INBio, 2003).

**Gráfico 1. Estado de la cobertura vegetal en el PNCH. 2000**



Fuente: INBio, 2003.

Como se desprende del Gráfico 1, el 80% del parque cuenta con cobertura forestal, el 14,2% está conformado por páramo, el 4,8% son zonas sin bosque. Además, en el 0,01% del área ha habido pérdida del bosque y en el 0,01% están localizados cuerpos de agua. Según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1979), la vegetación de bosques del parque corresponde básicamente a dos zonas de vida: bosque pluvial montano y bosque pluvial montano bajo (UNA *et al.*, 1991).

## 2. Análisis del *cluster* en torno al PNCH

Como ya se indicó en la introducción, se ha realizado un análisis de los aportes socioeconómicos basado en la metodología de *cluster*, en particular en el ámbito local (comunidades de San Gerardo y Herradura) y micro-regional del distrito de Rivas. Con base en este enfoque se identificaron diferentes actividades productivas conglomeradas y relacionadas con el PNCH, sobre todo el turismo y la agricultura (a su vez dependiente del agua que proviene del parque o de sus inmediaciones).

Además se identificaron otras actividades de servicio y recreo que también forman parte del conglomerado socioeconómico alrededor del parque, como la investigación, la educación, el ocio y la vivencia espiritual. Todas

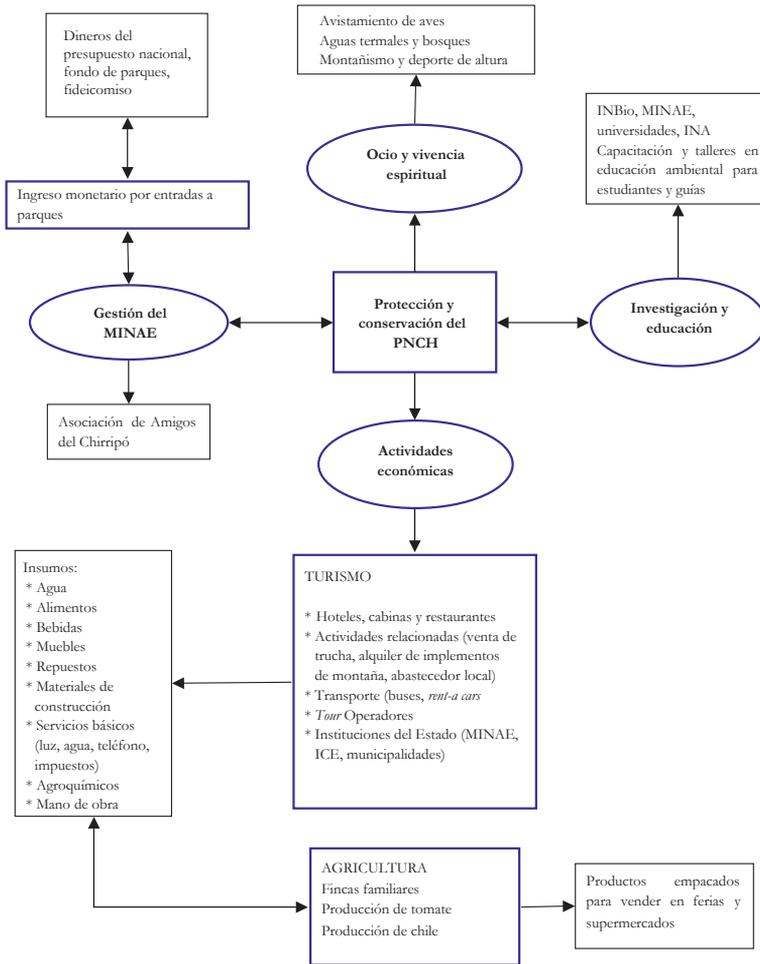
estas actividades están directamente relacionadas con el manejo de conservación del PNCH bajo la administración del MINAE y la gestión del desarrollo local con alta participación de la comunidad.

En el Gráfico 2 se presenta una aproximación gráfica del *cluster* y los sub-conglomerados de las actividades y fuentes de ingreso que se identificaron alrededor del PNCH. La actividad de núcleo en la que se basan todas las demás es la de conservación y protección natural que realiza el Estado en el PNCH. Esta actividad está relacionada con la *externalidad* positiva brindada por el patrimonio natural del PNCH y sus servicios ecológicos (véase Introducción) y permite que otros efectos encadenados sobre el desarrollo se produzcan, a saber: actividades económicas, investigación y educación, así como ocio y vivencia espiritual.

Las principales actividades económicas que forman el conglomerado del desarrollo en torno al PNCH son el turismo y la agricultura. Además, el agua que proviene del parque o de sus inmediaciones es importante en este sentido, puesto que es el recurso clave para que otras actividades económicas se desarrollen y el consumo de agua potable por las comunidades locales y regionales se garantice.

Como se verá también en el estudio sobre el caso de Cahuita, las interacciones entre las diferentes actividades productivas, comerciales y recreativas presentan retroalimentaciones interesantes con el eje central de conformación del *cluster*, es decir, la actividad de conservación y protección del PNCH. De esta manera, la investigación y educación, la gestión del parque por parte del MINAE y la comunidad, así como las actividades conexas al turismo se ven determinadas en buena medida por la existencia del parque. Al mismo tiempo estas actividades aportan recursos directamente en forma de ingresos por tarifas de ingreso o por transferencias al SINAC, como es el caso de la gestión del parque y las actividades de investigación por las que se paga una especie de tarifa a través del INBio principalmente (INBio, 2000, 2001, 2002). En forma indirecta, dichas actividades generan aportes al desarrollo local a través de inversiones en la infraestructura y servicios que permitan una mayor visitación del parque y, con ello, de la zona de influencia.

**Gráfico 2. Conglomerado de actividades generadas alrededor del PNCH**



La diferencia del *cluster* de Chirripó con respecto al de Cahuita es precisamente que las actividades específicas de mayor importancia que se han desarrollado en la zona del PNCH son más que todo la agricultura y las actividades de arreo y porteadores, estas últimas a su vez relacionadas con el turismo aventurero surgido gracias al cerro Chirripó.

En las siguientes secciones de este capítulo se presentará un análisis de los aportes del PNCH en el ámbito local (San Gerardo y Herradura), regional (Pérez Zeledón) y nacional, con base en la perspectiva de *cluster* mencionada anteriormente (para mayores detalles metodológicos véase el Anexo I).

### 3. Sistematización y estimación de los aportes del PNCH

El PNCH brinda beneficios monetarios (ingresos por turismo, etc.) y aportes no monetarios (belleza escénica, recurso hídrico, biodiversidad conservada, etc.) al país y a las comunidades que se localizan en las áreas aledañas (San Gerardo y Herradura). También genera un importante beneficio a las comunidades que no están inmediatamente cercanas al parque, pero que se encuentran en su área de influencia (regional) y que, sobre todo, disfrutan del agua que nace en él. Tomando el cantón de Pérez Zeledón como referencia para dicha zona, hablamos de unas 86.554 personas en el ámbito regional.

#### Recuadro 2

Total de los aportes generados por el PNCH en el 2002 y su alcance en el ámbito nacional, regional y local, respectivamente:

Total: 243 millones de colones.

ó 700 mil US\$ (TC de 399 colones por US\$)

- Nacional (46%)
- Regional (28%)
- Local (26%)

Fuente: cuadros 13-15.

El recuadro 2 resume el análisis que se presenta a continuación, con respecto a los aportes estimados en términos monetarios. Se desprende que en el año 2002 el PNCH contribuyó con un total de 243 millones de colones a la economía y la sociedad costarricenses. La mayor cantidad de estos ingresos se generan en actividades de *cluster* con alcance nacional (46%), seguidos por aportes atribuibles al PNCH en el ámbito regional (28%) y local (26%), respectivamente (véanse los cuadros 7-9 en la sección final de este capítulo).

#### Los aportes del PNCH al desarrollo local: ¿cómo y en cuánto se han beneficiado las comunidades de San Gerardo y Herradura?

##### Impacto sobre el turismo local

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo turístico local en San Gerardo es uno de los beneficios más importantes que se puede atribuir a la existencia y conservación del PNCH.

## Modalidades del ascenso al cerro Chirripó

Existen dos rutas establecidas por la administración del parque para el ascenso al cerro, una por San Gerardo y otra por Herradura a través del Sendero del Urán sobre una formación montañosa alta.

La entrada por San Gerardo se inicia en las oficinas del MINAE, a 4 km de allí se encuentra ubicada la entrada al sendero de ascenso al Chirripó, que inicia a la altura de 1.300-1.500 msnm. El recorrido hasta el cerro es de aproximadamente 16 km, que finaliza a los 3.820 msnm. La duración aproximada de la caminata es de unas 7-8 horas para los caminantes, sin embargo, el récord es de 3 horas (recuadro 3).

### Recuadro 3

#### Datos generales ascenso al cerro Chirripó

**Recorrido:** 6,7 km desde San Isidro de El General por carretera asfaltada, 8,7 km hasta San Gerardo de Rivas por carretera no asfaltada, 3 km hasta la entrada del parque por camino pedregoso y de pendientes pronunciadas.

**Altura de inicio de la caminata:** 1.300-1.500 msnm.

**Altura final del recorrido:** 3.820 msnm.

**Total recorrido de ascenso:** 20 km.

**Duración caminata:** 7-8 horas.

**Récord de ascenso:** 3 horas.

Para ingresar al parque, los turistas deben realizar previamente el trámite respectivo, vía teléfono y fax para reservar y pagar su entrada al parque, el derecho de acampar (si van a ingresar por Herradura) y su estadía en el albergue ubicado en la parte alta del cerro. Normalmente, estos trámites deben realizarlos en la Oficina Regional del MINAE en Pérez Zeledón.

Luego de registrarse en la Oficina del MINAE en San Gerardo, el turista se hospeda una noche en una cabina u hotel de la zona para iniciar el ascenso muy temprano al día siguiente. Si el turista dispone de tiempo podrá visitar las aguas termales y pescar trucha en los locales de la zona. Algunos turistas compran los alimentos para las dos noches que deben permanecer en el albergue en el abastecedor del pueblo, otros los adquieren en San Isidro.

Si el turista cree que necesita ayuda para subir su equipaje, contrata un *porteador* o un *arriero*. Estos trabajadores locales suben el equipaje a la espalda (ya que el MINAE no permite el uso de caballos para evitar daños en el sendero), hasta el albergue ubicado en la parte alta del cerro y cobran 7.000 colones por acarrear 14 kilos. Estas personas trabajan todo el año pero especialmente en los meses de época lluviosa.

En los meses de noviembre a febrero se permite el uso de caballos para subir el equipaje. Algunos de los porteadores poseen también caballos; estas personas llamadas arrieros cobran 10.000 colones por subir 35 kilos (recuadro 4).

#### **Recuadro 4**

##### **Admisión y hospedaje**

##### **Valor entrada:**

- Extranjeros: \$15/dos días y \$10/día adicional.
- Nacionales: ₡2.500/dos días y ₡1.500/día adicional.

##### **Hospedaje:**

- Centro Ambientalista El Páramo: \$10/noche.
- Derecho a acampar en Sendero del Urán: \$5.

##### **Carga de equipaje por San Gerardo:**

- Porteadores: 7.000 colones/14 kilos.
- Arrieros: 10.000 colones/35 kilos.

##### **Carga de equipaje por Herradura:**

- Guía: \$30/día (11.970 colones).
- Porteador: \$25/día (9.975 colones).

Fuente: Trabajo de campo.

Para ingresar por Herradura, por el Sendero del Urán, los turistas deben reportarse con el funcionario del MINAE que los espera a la entrada del sendero. Este recorrido tiene una duración de dos días y medio y requiere mayor equipo e implementos propios para acampar, por lo que su costo es más alto por el pago de guías (que es obligatorio), porteadores y arrieros. El costo de un guía por viaje es de \$30 por día (11.970 colones) y un porteador \$25 por día (9.975 colones). Esta es una ruta escogida en su mayoría por los más aventureros.

Al ingresar por San Gerardo, el segundo día el turista inicia el ascenso a las 4 ó 5 de la mañana. A 14 km de la entrada y a 3.500 metros de altura en la Base Crestones, se encuentra ubicado el Refugio “*Centro Ambientalista El Páramo*”, administrado por el MINAE (recuadro 5). En este albergue los visitantes se pueden hospedar 4 noches máximo, y deben pagar US\$10 por noche. La capacidad de carga<sup>1</sup> del refugio es de 60 personas por día. Actualmente debido a problemas de infraestructura (mal funcionamiento de los drenajes) y a trabajos de mantenimiento (arreglos en los techos, etc.) este número se ha reducido a 30 personas.

En el refugio, se rentan implementos para dormir, abrigos, cocinas de gas, cobijas y se venden algunos alimentos. Estos servicios están a cargo de la Asociación de Amigos del Parque Nacional Chirripó, cuyos miembros son funcionarios del SINAC, habitantes de la localidad y amigos de todo el país (recuadro 6). Los objetivos de la Asociación son los de obtener fondos para invertir en el parque en infraestructura, limpieza y mantenimiento de senderos, atender al visitante y promover el reciclaje de la basura.

#### **Recuadro 5**

##### **Centro ambientalista El Páramo - Base Crestones**

**Ubicación:** 14 km de la entrada principal al PNCH y a 3.500 m de altura.

##### **Características:**

- Capacidad: 60 personas por día.
- Habitaciones con 2 camarotes con lockers.
- 8 baños colectivos con duchas, servicios y lavatorios.
- Área para preparar los alimentos para 60 personas.
- Luz a través de paneles solares.
- Teléfono celular público.
- Costo por noche: US\$10/persona. Máximo: 4 noches (SINAC, 2003).

Fuente: ACLA-PA.

---

<sup>1</sup> Esto significa la cantidad total de personas para las que hay los requerimientos básicos (camas, zonas donde preparar los alimentos, etc.), dentro del albergue. Además este albergue fue construido con la visión de que la cantidad de personas que se hospedan en él, no vulneren los ecosistemas aledaños.

**Recuadro 6****Asociación de Amigos del Chirripó**

- Integrada por 31 afiliados: funcionarios del SINAC, habitantes de la localidad y asociados de todo el país.
- Actividad: rentan implementos a los turistas (sacos de dormir, cocinas de gas, abrigos) en el Centro Ambientalista El Páramo.
- Destino de los fondos: invertir en el PNCH (infraestructura, senderos, contratación de dos guardaparques).

Fuente: Trabajo de campo.

De acuerdo con la información personalmente obtenida, en el año 2002 la Asociación generó 9 millones de colones por concepto de alquileres y ventas a los visitantes en el parque y por las cuotas de los afiliados.

El tercer día, el turista visita los lugares cercanos y pernocta nuevamente en el albergue, para descender al cuarto día. Seguramente almuerza en el pueblo e inicia su retorno a San José o a otros lugares turísticos.

**Perfiles de la visitación y el gasto promedio**

Con base en el trabajo de campo, entrevistando un total de 41 turistas (nacionales y extranjeros), se obtuvo la siguiente información sobre el perfil del turista promedio en términos de su estadía y gasto. En general, los turistas que llegan al PNCH permanecen un día y una noche en San Gerardo, dos días y dos noches en el cerro y cuando descienden emprenden de inmediato su regreso a San José o a otros destinos turísticos. En promedio la permanencia de las personas entrevistadas en la zona, incluyendo el día que duermen en San Gerardo, es de cuatro días (cuadro 1).

El gasto promedio diario ronda los 29 mil colones o 72 dólares (cuadro 1). Esto incluye:

- i) los gastos en el cerro: por la admisión, la dormida en el albergue y el alquiler de implementos;
- ii) la contratación de porteadores y arrieros o guías, en el caso que los haya;
- iii) los gastos en San Gerardo: los costos del hospedaje, la alimentación y otros;
- iv) los gastos en San Isidro para alimentación y transporte hasta San Gerardo;
- v) los gastos del transporte desde San José hasta San Isidro.

Como se muestra en el cuadro 1, en términos relativos la mayor proporción del gasto se destina a la estadía en el cerro (casi el 50%), el 28% en San Gerardo y el 13% y 12% se reparten en San Isidro y San José, respectivamente. Los gastos en el tiquete aéreo, en agencias de viajes o en cadenas hoteleras extranjeras (transnacionales) fuera del país no se incorporaron en el costo, ya que esta remuneración se queda fuera del país y no se contabiliza dentro de los aportes de los PNRB de la economía nacional.

**Cuadro 1. Gasto promedio del turista\* en el PNCH, 2002**

Categorías de gasto		Gasto promedio	Porcentaje relativo	Porcentajes sumados por escala
Gasto en el albergue	Admisión	4.341,0	15	15
	Dormida	7.182,0	25	
	Alquiler de utensilios	919,5	3	
	Arrieros y porteadores	750,0	3	
Gasto en San Gerardo	Hospedaje	3.620,3	13	13
	Alimentación	3.400,0	12	
	Otros gastos	749,0	3	
Gasto en San Isidro	Alimentación	3.379,5	12	12
	Transporte	400,0	1	
Gasto en San José	Alimentación	2.262,0	8	8
	Transporte	755,0	3	
Otras provincias	Costo	1.140,0	4	4
Total		28.898,3	100	100

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de las encuestas aplicadas en el trabajo de campo.

\* Incluye extranjeros y nacionales.

Diferenciando los perfiles anteriores entre un turista nacional y un extranjero (cuadro 2), las entrevistas realizadas llegaron a los resultados resumidos en el cuadro 2. El 80% de los entrevistados son extranjeros que en la visita del PNCH gastan en promedio 2,7 días o el 9% de su tiempo de estadía en Costa Rica. Durante estos días, los extranjeros tienen un gasto promedio de \$66 por persona (a diferencia del promedio total de \$72, véase el cuadro 1), sin incluir en éste el costo del tiquete, al quedarse este rubro del gasto total en el país de origen extranjero. Un 45% de los turistas extranjeros llega a través de una agencia o *tour* operador, tomando

un medio de transporte ofrecido por dicha empresa turística. El restante 55% de los visitantes internacionales viene por cuenta propia, ocupando mayormente el bus público.

Los nacionales que representan sólo una quinta parte del total de los visitantes (por lo menos en el período de la encuesta aplicada) se quedan más tiempo (4,7 días) en el PNCH y vienen en su totalidad a San Gerardo por cuenta propia, usando el 54% de ellos un bus público y el restante su propio vehículo.

**Cuadro 2. Características generales de los turistas que visitan el PNCH**

	Porcentaje de entrevistados	Tiempo promedio en el PNCH	Organización del viaje		Medio de transporte	
			Por cuenta propia	Agencia o <i>tour</i> operador	Bus público	Otros
Turistas extranjeros	80%	2,7 días	55%	45%	55%	45%
Turistas nacionales	20%	4,7 días	100%	0%	67%	33%
En total	100%	3,7 días	66%	34%	54%	46%

Fuente: Elaboración propia.

En términos del promedio total resulta que el 66% de los turistas entrevistados organiza su viaje por cuenta propia. El 54% utiliza un bus público y el 46% otro medio. Con respecto a lo último (46%), se tiene el siguiente detalle: el 34% viaja con un bus de turismo, el 7% con vehículo propio y el 5% con vehículo rentado.

Es evidente que los gastos en transporte y organización logística del viaje no se quedan en San Gerardo u otras comunidades de la zona de influencia directa, sino se quedan mayormente en el ámbito nacional (es decir, en San José) o en el ámbito regional, mayormente en San Isidro de El General. Un rubro muy importante en esta categoría es el ingreso recibido por las agencias de viajes nacionales, ubicadas en San José y en otras zonas del país (en particular en San Isidro), que venden paquetes ecoturísticos con el PNCH. Con base en los datos obtenidos en la encuesta y de los *tour* operadores entrevistados se llegó a un cálculo aproximado de 30,8 millones de colones de ingreso anual por concepto de ingresos por la venta de estos paquetes<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Para este cálculo se recurre al precio promedio final de \$400 con que los operadores y agencias venden los paquetes, además a la información obtenida que el PNCH representa el 9% del itinerario del turista y que el 34% de los entrevistados utiliza estos paquetes.

Con base en el gasto en alquiler de *rent-a cars* (casi todos ubicados en San José), se pueden calcular los ingresos generados por los visitantes del parque a dichas empresas en San José. Teniendo en cuenta que en el 2002 el parque fue visitado por 6.324 personas, que el precio promedio de rentar un carro fue de \$40 por día y que en promedio los visitantes extranjeros lo emplean 2,7 días para su visita al parque, los ingresos por concepto de *rent-a car* que se quedaron en San José fueron de aproximadamente 13,6 millones. Este es uno de los aportes más relevantes a la economía nacional que se pueden atribuir a visitas –mayormente por extranjeros– del PNRB (véase el cuadro 9 en la sección final del presente capítulo).

Para obtener los ingresos generados a las gasolineras, por los visitantes nacionales que emplean vehículo propio (7% de los visitantes) para llegar al parque, se estimó que cada visitante gasta 5.000 colones, para un total de 2,2 millones de colones. Igualmente al caso de las agencias de *rent-a car* se puede asumir que casi todas las gasolineras favorecidas están ubicadas en su mayoría en San José, teniendo así este gasto una incidencia nacional.

### **Gastos incurridos en hoteles, cabinas y restaurantes**

En la comunidad de San Gerardo de Rivas se encuentran ubicados siete establecimientos relacionados con hospedajes, seis de ellos dirigidos exclusivamente a visitantes del parque que realizan el ascenso al cerro. Solamente dos albergues han diversificado su demanda y ofrecen, además, servicios para visitantes que disfrutan de las caminatas por la montaña (*hiking*), *tours* para la observación de aves, aguas termales y otras actividades de recreación turística. Además de los anteriores, un albergue en Rivas brinda servicios de hospedaje y también organiza para sus clientes paquetes turísticos relacionados con el parque Chirripó. Sin embargo, sus ganancias por este concepto representan no más del 7% de sus ingresos totales.

Una característica común en todos los establecimientos turísticos es que combinan la actividad de hospedaje con las de restaurante y (en algunos casos) de bar. De esta manera, los establecimientos brindan servicios completos para sus visitantes, los cuales en su gran mayoría solamente se hospedan una noche<sup>3</sup>. En general, las personas cenan en los lugares donde se alojan; sin embargo, también es común que realicen recorridos en la comunidad el día que arriban a la zona, utilizando entonces también el

---

<sup>3</sup> Esto se debe a que las personas que suben al cerro solamente necesitan quedarse en la zona la noche anterior a su ascenso.

servicio de restaurante de otro de los establecimientos. La mayoría de los alimentos y bebidas para estos establecimientos se compran en San Isidro de El General, en Pérez Zeledón. La provisión de algunas frutas y verduras la realizan productores de la zona, dando impulso así a algunos efectos de encadenamiento hacia atrás.

Los precios por cama por noche en la zona son muy similares en todos los albergues. Éstos rondan entre 2.000 a 3.000 colones por persona por noche. Según los datos obtenidos en el trabajo de campo, la tasa de ocupación promedio en temporada baja es de 25% y en temporada alta es de 74% (recuadro 7). Es importante resaltar que sólo algunos de los propietarios y administradores de los hoteles y cabinas manejan datos de las tasas de ocupación en las diferentes temporadas. Algunos de ellos manifestaron no tener un flujo fijo de turistas por temporada alta o baja.

### **Recuadro 7**

#### **Cabinas y hoteles**

**Número:** 7; la mayoría cuenta con restaurante.

**Precio por cama por noche:** entre 2.000 y 3.000 colones.

#### **Tasa de ocupación promedio:**

- Temporada Baja: 25%.
- Temporada Alta: 74%.

**Inversión total realizada:** 66 millones de colones.

**Empleo total:** 39 personas.

- Familiar: 27 personas.
- Externos: 12 personas.

#### **Ingresos anuales netos:**

- Cálculados con base en las encuestas: 28 millones de colones.
- Aproximados con base en otros datos adicionales: 50 millones de colones.

#### **Organizaciones sociales:**

Asociación de Microempresarios.

Fuente: Entrevistas a dueños de cabinas y hoteles.

La inversión en remodelación (nuevas construcciones, nuevo mobiliario, etc.), que han realizado hasta la fecha estos establecimientos para la atención de los turistas, se estima en alrededor de 66 millones de colones.

La mayoría del empleo generado se concentra en la misma familia dueña del establecimiento. Los establecimientos son atendidos por los propios dueños, generalmente esposos, con la ayuda de hijos/as y cuñados/as. En algunas ocasiones contratan, de manera intermitente, a personas de la comunidad para realizar actividades de limpieza y similares. Se calcula que en los seis establecimientos consultados, trabajan 27 personas, familiares de los propietarios. De manera más indirecta cerca de 12 personas de la zona obtienen beneficios de empleo y remuneración relacionados con esta actividad (recuadro 7).

En la investigación se pretendía obtener datos aproximados de los costos en que incurrían los diferentes establecimientos para obtener un ingreso neto. Durante el trabajo de campo se encontraron las siguientes dificultades para obtener este dato: i) los propietarios no tienen desagregados los gastos por rubros (hospedaje, restaurante y bares) y ii) como son negocios familiares, no se contabilizan los gastos de mantenimiento, limpieza y contratación de mano de obra, ni en conjunto, ni por separado.

**Recuadro 8****Cabinas y hoteles en San Gerardo**

**¿Hace cuánto funcionan los locales?:** en promedio 10 años.

**¿Cuántos son dueños del establecimiento?:** el 86% de los entrevistados.

**¿A quiénes les ofrecen sus productos?:**

- Sólo a turistas: 43%.
- A turistas y a la comunidad: 29%.
- Hoteles y restaurantes de la comunidad: 29%.

**¿De dónde proviene la mercancía (alimentos, bebidas):**

- Sólo de San Isidro: 71%.
- San Isidro, San Gerardo y San José: 83%.

**Procedencia de la mano de obra:**

San Gerardo: 100%.

**Origen de sus clientes:**

- Mayoritariamente nacionales: 14% (75% de sus clientes).
- Mayoritariamente extranjeros: 57% (73% de sus clientes).
- Ambos: 29% (80% de sus clientes).

**Porcentaje de los clientes que visita el parque:** en promedio un 90%.

Fuente: Trabajo de campo.

Por lo anterior se calcularon los ingresos brutos anuales por cada uno de los establecimientos. Es importante mencionar que la mayoría de los propietarios manifestó no saber a ciencia cierta cuánto obtenían anualmente. Con base en las entrevistas se calculó que en total el PNCH genera alrededor de 30 millones de colones anuales por concepto de hospedaje que brindan a aproximadamente 3.500 turistas de acuerdo con las estimaciones de los mismos hoteleros. Sin embargo, según los registros del MINAE en el año 2002 ascendieron al cerro 6.324 personas, de las cuales 5.692 se hospedaron en cabinas y hoteles de la zona. Teniendo en cuenta lo anterior, se estima que un monto más aproximado de ingreso por servicio de hospedaje es de alrededor de 50 millones de colones (al respecto véase cuadro 7 en la sección final).

Por último, la coordinación y organización entre los siete negocios-hospedajes es prácticamente inexistente. Varios de ellos estuvieron organizados a través de la Cámara de Turismo de la Zona Sur (con sede en San Isidro). Dentro de este marco organizativo, se formó la Asociación de Microempresarios de San Gerardo. Entre sus objetivos tenía el de uniformar las tarifas cobradas a los turistas, de manera que no hubiese competencia desleal y todos los dueños pudieran beneficiarse de precios más elevados. Del mismo modo se pretendía realizar labores conjuntas de gestión y organización del gremio relacionadas con publicidad, entre otras. Por diversos acontecimientos, entre ellos, el irrespeto a los acuerdos sobre precios mínimos de alojamiento y la falta de respuesta de la Cámara de Turismo regional en cuanto a publicidad (según lo expresado por los entrevistados), no se logró el adecuado funcionamiento de esta organización. En la actualidad son pocos los que se muestran interesados en continuar pagando las cuotas a la Cámara y asistiendo a las reuniones mensuales que organiza ésta.

### Otros aspectos del turismo local

De las entrevistas realizadas a los siete hoteles y cabinas de San Gerardo, se obtuvo la siguiente información (véase también el recuadro 8). Los locales se abrieron al público en promedio hace 10 años y el 86% de los dueños nacieron en San Gerardo o en comunidades cercanas como Chimirol, Cedral y Herradura. Antes los dueños se dedicaban en especial al cultivo de café, además a hortalizas. Sin abandonar completamente el uso de la tierra para estos cultivos, una parte se utilizó para la construcción de los locales por motivo del creciente turismo. La construcción la realizaron pobladores locales y en el 100% de los casos la mano de obra que en la actualidad labora en ellos, es también de la zona.

Con respecto a los datos suministrados por los hoteles y cabinas sobre los huéspedes, se obtuvo la siguiente información. Para un 14% de los entrevistados sus clientes son mayoritariamente nacionales, para un 57% son sobre todo extranjeros y al 29% los visitan tanto nacionales como extranjeros. Éstos llegan por diversos medios de transporte: carro particular, bus y taxi (véase más arriba).

Un 71% de los entrevistados compra su mercadería en San Isidro y el restante 29% la adquiere tanto en San Isidro, como en San Gerardo y San José. Al 75% de los entrevistados le llevan la mercadería los camiones repartidores y el 25% la transporta en carros particulares (recuadro 8).

La publicidad de los hoteles y cabinas se realiza por uno o varios medios de comunicación (cuadro 3). La gran mayoría de los entrevistados (71%) emplea la Internet para promocionarse. Estos mismos entrevistados y otros (43% en total) emplean también la Cámara de Turismo para este fin. Otros medios publicitarios empleados son las tarjetas de presentación (14%), las guías turísticas (14%) y la guía telefónica (14%).

**Cuadro 3. Resumen de aspectos relacionados con la publicidad y la relación con otras empresas**

Respuesta	Realiza publicidad con el PNCH	Qué tipo	Locales que hacen uso	Relación con otras empresas turísticas	Cuáles	Locales que hacen uso
No	14%	Ninguna		14%	Ninguna	
Sí	86%	Internet	71%	86%	Cámara de Turismo	43%
		Cámara de Turismo	43%		<i>Tour</i> operadores	29%
		Tarjetas de presentación	14%		Agencias de viajes	14%
		Guías turísticas	14%		CIPROTOUR	14%
		Guía telefónica	14%		Microempresarios	14%

Fuente: Elaboración propia.

Los establecimientos de hospedaje entrevistados se relacionan con una o varias empresas turísticas. El 86% de los entrevistados pertenece a alguna asociación, comité o cámara: el 43% pertenece a la Cámara de Turismo, el 29% ha establecido relaciones con *tour* operadores, el 14% tiene relación con agencias de viajes con las que organizan la visita de los turistas, el 14% pertenece a la Cámara de Microempresarios y el 14% está asociado a CIPROTOUR. Solamente el 14% no tiene ninguna relación con empresas turísticas.

Según los encuestados, en promedio, el porcentaje de su clientes que visita sólo el PNCH es de 80%, los que visitan exclusivamente otras atracciones de la zona es de 10%, y los que realizan ambas opciones de visitación es de 9%. El 40% opina que la tasa de ocupación de los últimos años se ha mantenido, mientras para otro 40% ha disminuido, debido al aumento de la competencia y las restricciones de cupo, como principales razones

señaladas. Para un 20% de los entrevistados el desarrollo turístico indicado por mayor ocupación ha mejorado. Con base en este hecho, el 43% está pensando ampliar la capacidad, mientras que el 57% no. Como ya se mencionó anteriormente, el servicio de hospedaje se combina con restaurante y en promedio el 75% de los clientes utiliza el servicio de restaurante del mismo hotel donde se hospeda al menos una vez al día.

En cuanto a la opinión sobre la gestión del MINAE (cuadro 4), el 66% de los entrevistados menciona que no está de acuerdo con las decisiones que toma la institución en el PNCH e insiste que debería haber mayor y mejor comunicación. Parte importante de este descontento tiene que ver con el hecho de que el parque se cierre durante un mes (mayo) para labores de mantenimiento. Según los empresarios turísticos, no se les consulta qué opinan de ello o qué opciones se podrían plantear para que los hoteles y cabinas no tengan pérdidas económicas a causa de este cierre temporal. Otro aspecto importante de tener en cuenta es que algunos de los hoteleros manifiestan que sus ingresos por alquiler de implementos para permanecer en el albergue han disminuido por el alquiler de implementos que realiza la Asociación de Amigos del Parque Nacional Chirripó en el albergue. El 17% de los entrevistados piensa que la labor del MINAE es muy importante por la protección de los recursos naturales del parque.

Para el 83% de los entrevistados la existencia del parque le brinda la mayor ventaja de obtener ingresos por la atracción de turistas, siendo esta una opción favorable ante los bajos precios del café y otros problemas con la agricultura local. Para un 33%, el PNCH le aporta beneficios en la protección del agua principalmente. En este contexto, se señala el potencial de suministro de agua a otras zonas y su uso para la generación hidroeléctrica (al respecto véase la sección 3). Finalmente, se mencionan otros beneficios como los aspectos científico, educativo y ambiental.

**Cuadro 4. Opinión de los entrevistados sobre la gestión del MINAE y mejoras para aumentar el turismo al PNCH**

Opinión sobre la gestión del MINAE	% de las respuestas	Mejoras para aumentar turismo al parque
Importante labor en protección y cuidado de la naturaleza	17%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización de microempresarios</li> <li>• Mejorar los problemas de cupo en el albergue</li> <li>• No cerrar el parque un mes completo</li> <li>• Incentivar turismo regional</li> <li>• Senderos e infraestructura del albergue</li> </ul>
No está de acuerdo con decisiones y falta comunicación	66%	
Necesita mejorar	17%	

Fuente: Entrevistas de empresarios turísticos.

### Impacto sobre actividades conexas

En el marco del análisis de *cluster* que guía los estudios de caso, las actividades conexas se identificaron como aquéllas que suministran los insumos básicos (abastecedores, mueblerías, etc.) y apoyan el desarrollo (*tours* operadores, agencias de viajes, líneas aéreas) de la actividad turística centrada en hoteles y cabinas. En San Gerardo se pueden distinguir siete actividades conexas que realizan parte de sus ventas directamente a los turistas del PNCH o a los establecimientos turísticos señalados (recuadro 9). Estas actividades son: (1) verdulería local, (2) abastecedores locales, (3) pesca de truchas, (4) aguas termales, (5) porteadores, arrieros y guías, (6) servicios de cocineras y el alquiler de implementos para pernoctar en el albergue, y (7) la carrera al Chirripó. Las tres últimas actividades dependen 100% de la existencia del parque para realizarlas.

### Aspectos generales de las actividades conexas

Antes del auge del turismo, los pobladores de San Gerardo entrevistados se dedicaban a la agricultura y ganadería y al trabajo en el hogar (amas de casa). El 43% de éstos ofrece en la actualidad sus productos directamente a los turistas, entre ellos los porteadores y arrieros, los guías y las cocineras. El resto se lo ofrece indirectamente al turismo por medio de los hoteles y restaurantes de la comunidad y para el consumo familiar de las mismas personas de la comunidad.

Para el 67% de los entrevistados la mayoría de sus clientes son nacionales, representando ellos en promedio el 80% de sus consumidores. Por otro

lado, los que tienen en su mayoría extranjeros (90%) entre sus clientes, ya suman a un 33% del total de las personas involucradas en actividades conexas. En promedio el 71% de sus clientes visitan el PNCH (recuadro 9).

El 67% de los entrevistados combina el turismo con la actividad agrícola principalmente y la lechera en algunos casos. Esa misma proporción de entrevistados pertenece a alguna asociación o grupo local. En este contexto, para el 50% es más importante el parque para su negocio que la comunidad, para un 17% ambos se complementan y para el restante 17% sólo la comunidad cuenta. En promedio el 71% de las ventas se realizan a visitantes del parque, por lo tanto, el 100% está a favor de incrementar este tipo de turismo.

En cuanto a la opinión sobre la gestión del MINAE y el beneficio de la conservación del PNCH, las respuestas fueron las siguientes: el 100% de los entrevistados considera el papel del MINAE como muy bueno, el 50% opina que la existencia del parque y su protección les brindan las ventajas de obtener ingresos trabajando con los turistas. Para un 25% el PNCH le aporta beneficios a la comunidad por la abundancia de agua y por un posible aumento en el valor de la tierra (para mayor detalle véanse más adelante las secciones 3 y 5). Y para otro 25% cuentan otros beneficios como amistades y similares. Cabe aclararse que estos resultados recogen las opiniones de los entrevistados sobre los beneficios atribuidos al PNCH y a la labor del MINAE en éste, mientras el cuadro 4 representó las apreciaciones de los empresarios turísticos sobre el papel del MINAE como gestor institucional para el desarrollo socioeconómico en el ámbito local y regional desde la perspectiva de la comunidad de San Gerardo y alrededores.

Con respecto al origen de los insumos necesarios para realizar la actividad conexas, el 43% de los entrevistados compra su mercancía en el mismo San Gerardo, el 29% en San Isidro y el 14% en ambos lugares. Lo anterior indica un alto grado de vinculaciones con las actividades agrícolas, entre otras, en el ámbito local y regional (recuadro 9). Así, solamente para un 14% sus compras de alimentos, etc., se efectúan en otras provincias como San José y Cartago. El efecto positivo sobre el desarrollo local se confirma también con respecto a la procedencia de la mano de obra empleada en actividades conexas: ésta proviene completamente de San Gerardo. Por otro lado, los muebles, enseres y demás implementos son de San Isidro (75%) y de San José (25%).

**Recuadro 9****Actividades conexas en San Gerardo**

Tipo de actividad: verdulería, abastecedores, pesca de trucha, aguas termales, porteadores, arrieros, guías, cocineras, alquiler de implementos (Asociación de Amigos del Parque Nacional Chirripó), carrera al Chirripó.

**¿A quién le ofrecen sus productos?:**

- Sólo a turistas: 43%.
- A turistas y a la comunidad: 29%.
- Hoteles y restaurantes de la comunidad: 29%.

**Origen de sus clientes:**

- Mayoritariamente nacionales: 67% (80% de sus clientes).
- Mayoritariamente extranjeros: 37% (80% de sus clientes).

**Porcentaje de los clientes que visita el parque:** en promedio un 71%.

**¿Cuántos están a favor de un incremento en el turismo al parque?:** 100%.

**Opinión sobre la gestión del MINAE:** 100% buena.

**Mejoras para aumentar el turismo al parque:**

- Mejorar carretera: 50%.
- Mejorar el refugio: 33%.
- Fomentar otros atractivos de la zona: 17%.

**¿De dónde proviene la mercancía (alimentos, bebidas)?:**

- San Gerardo: 43%.
- San Isidro: 29%.
- Otras provincias (San José y Cartago): 14%.

**¿Dónde compraron los enseres y muebles?:**

- San Isidro: 75%.
- San José: 25%.

**Procedencia de la mano de obra:**

San Gerardo: 100%.

**Inversión total realizada:** 66 millones de colones.

**Ingresos anuales netos:** aproximadamente 34 millones de colones.

En este contexto, es importante mencionar que existe una operadora turística en San Isidro de El General que mantiene una estrecha relación con la comunidad, realizando aportes para las labores de rotulación, senderización y otras. Del mismo modo coordina alojamientos, alimentación y transporte de turistas directamente con hoteleros, restaurantes, guías, portadores, arrieros y cocineras de la zona. Este impulso al desarrollo local efectuado por un actor externo genera un mayor valor agregado en la zona con respecto a otras operadoras turísticas, quienes planean y realizan sus operaciones desde el área metropolitana, sin integrarse mucho logística y productivamente con actividades conexas locales.

En el trabajo de campo se estimó que en su totalidad las actividades conexas generaron ingresos por ventas de cerca de 34 millones de colones a los visitantes del PNCH durante el 2002 (véase el cuadro 7 en la sección final).

### Porteadores, arrieros y guías

En la parte introductoria de este capítulo ya se realizó una descripción general de estos trabajadores que están involucrados en las actividades más características de la zona: apoyo y guía local del turista en su ascenso al cerro. En el siguiente cuadro se realiza un mayor desglose de las características (carga, costo, número de subidas) de estas actividades y sus ingresos anuales que dependen mucho de la temporada del turismo de montaña.

**Cuadro 5. Ingresos anuales de un porteador, arriero, guía, San Gerardo, 2002**

ACTIVIDAD	Carga promedio	Precio (colones) por viaje	Número de personas que la realizan	Temporada baja		Temporada alta		TOTAL	
				Subidas	Ingreso	Subidas	Ingreso	Subidas anuales	Ingresos anuales
Porteador	14 kilos	7.000	16	24	168.000	60	420.000	84	588.000
Arriero	35 kilos	7.500	16	0	0	40	300.000	40	300.000
Guías	4 personas	13.965	8	6	83.790	10	139.650	16	223.440
Totales			40	30	251.790	110	859.650	140	1.111.440

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas personales.

Como se aprecia en el cuadro 5, en promedio cada porteador recibe aproximadamente 588.000 colones de ingreso al año, cada arriero 300.000 colones al año y cada guía 223.440. Por lo anterior, la mayoría de ellos complementa sus ingresos con la agricultura y la cocina (preparación y

venta de alimentación para los turistas que suben el cerro). En total, esta actividad generó un ingreso de 1.111.440 en el 2002, quedándose en la zona como aporte al desarrollo local.

### **La Carrera al Chirripó**

Gracias a la existencia del parque, se ha logrado consolidar la “Carrera al Chirripó” que le genera grandes beneficios a la comunidad. Este evento se realiza anualmente y atrae a cientos de personas de todo el país a San Gerardo, generando ingresos importantes para la comunidad. Así por ejemplo, en el año 2003 el SINAC se benefició, al tener una entrada de alrededor de 4 millones de colones por concepto de inscripciones en esta carrera. También los vecinos de San Gerardo se han visto beneficiados por la venta de alrededor de 2 millones de colones en comidas preparadas por la comunidad, esto independientemente de lo que se recibe en locales privados.

Los ingresos generados por concepto de comidas son invertidos por la comunidad para reparar y construir la infraestructura comunitaria de San Gerardo (arreglos en el salón comunal, la iglesia y la delegación de policía). Además previo al día del evento y durante ese día hay una gran unión de la comunidad.

### **Avistamiento de aves**

La actividad de observación de aves es realizada por los visitantes conocedores y aficionados en esta materia. Esta actividad se puede realizar en el sendero de ascenso al Chirripó o en los bosques primarios protegidos por fincas privadas aledañas al parque que brindan esta oportunidad. El costo aproximado de un *tour* de este tipo es de 14.000 colones, constituyendo una buena fuente actual y un futuro potencial para ingresos locales aparte de los generados por el turismo y actividades conexas con relación directa al ascenso al cerro.

## **3. Aportes generados por el agua que nace en el PNCH**

La producción de agua en la zona es otro de los beneficios que brinda el PNCH, tanto en el ámbito local como en el regional. El parque tiene influencia directa sobre al menos cinco cuencas hidrográficas. En su vertiente pacífica da origen al río Chirripó Pacífico y toda una serie de riachuelos y manantiales que suministran agua a las comunidades aledañas al parque.

En el ámbito local, el agua proveniente de las montañas aledañas abastece a la comunidad de San Gerardo, que la emplea en sus actividades cotidianas. En San Gerardo existe el Comité de Acueducto Rural que le brinda agua a 59 afiliados de las 75 familias del caserío. El resto de familias que no se benefician del Acueducto Rural está ubicado arriba de donde inicia el acueducto y capta entonces el agua directamente de las nacientes, a través de pozos o tomas privadas. El monto que pagan las familias que se proveen del acueducto es de 700 colones mensuales para el consumo doméstico y 1.500 colones por mes para el consumo comercial (información obtenida a través de las entrevistas aplicadas al representante del Comité de Acueducto Rural).

### Recuadro 10

#### Aportes generados por la disponibilidad del agua en el ámbito local (año 2000)

**San Gerardo:** Comité de Acueducto Rural. Les brinda agua a 59 familias.

**Pago mensual familiar:** 700 colones.

**Pago mensual comercial:** 1.500 colones.

**Ingresos totales (2002):** 640.000 colones.

#### Comunidades aledañas:

- Captación de agua por acueducto administrado comunalmente: Chimirol, Canaan y San Jerónimo (418 familias en total, 1.672 personas), emplean el agua proveniente del parque.
- Captación de agua por nacientes y pozos: Herradura, La Chuma, La Piedra, Cedral y Zapotal (145 familias en total, 580 personas).

Fuente: Información directa (entrevistas).

El Comité de Acueducto Rural de la comunidad de San Gerardo es concesionado por el AyA. Mientras que la institución estatal aporta las tuberías y el soporte técnico, la comunidad aporta la mano de obra y la administración del acueducto. En el año 2002, los ingresos totales que se percibieron por la administración del acueducto ascendieron a aproximadamente 640.000 colones. Es importante señalar que la toma de agua se encuentra a escasos metros de los límites del parque.

Además, otras comunidades aledañas al PNCH como Chimirol, Canaan y San Jerónimo emplean el agua proveniente de los ríos y nacientes que vienen del parque o que se encuentran en sus alrededores. Algunas de estas comunidades están organizadas en Acueductos Comunales que piden al AyA una concesión para tomar y administrar el agua. Otras comunidades como Herradura, La Chuma, La Piedra, Cedral y Zapotal captan el agua directamente de las nacientes o de pozos.

### Aporte a través del Pago de Servicios Ambientales (PSA)

En el área de amortiguamiento o en áreas cercanas al PNCH, existen 10 fincas a las que se les reconoce PSA. Estas fincas comprenden un total de 484 ha. A los propietarios de estas fincas se les pagó en el 2002 una suma cercana a 7 millones de colones (ver el cuadro 6). Este pago tiene un doble efecto: (1) genera ingreso a los finqueros, y (2) contribuye a la conservación de la vegetación forestal en estas fincas.

**Cuadro 6. Hectáreas que reciben PSA en las inmediaciones del PNCH**

Finca	# de ha	Ingresos por PSA, monto total en millones de colones (2002)
Finca 1	108	1.568.521
Finca 2	56	815.939
Finca 3	23	342.747
Finca 4	25	396.000
Finca 5	23	342.747
Finca 6	50	763.062
Finca 7	49	690.153
Finca 8	50	730.627
Finca 9	80	1.056.000
Finca 10	20	264.000
TOTAL	484	6.969.796

Fuente: Elaboración propia con base en expedientes del MINAE de Pérez Zeledón.

### Aportes a través del pago de tierras adeudadas y la apreciación de su valor

Según datos suministrado por la sede del MINAE en Pérez Zeledón, desde 1985 y hasta 1992, se expropió tierra a propietarios locales, con fines de establecer, expandir y mantener la extensión del PNCH. Por este concepto se ha pagado un

monto total de 1,8 millones de colones a los dueños de tierra expropiada. Estos pagos se realizaron con fondos de la Fundación de Parques Nacionales.

De acuerdo con la información recopilada, hace 15 años el valor de las propiedades era muy bajo, rondando los 69 colones el m<sup>2</sup> en ese momento. En los últimos años el valor de las propiedades se ha visto incrementado fuertemente, debido a la incursión de extranjeros en la zona que han llegado a pagar alrededor de 7.500 colones por m<sup>2</sup>. Cerca de 15 extranjeros, entre ellos franceses y norteamericanos, han comprado en la zona.

Sin duda es muy difícil cuantificar cuánto de este aumento es debido a la existencia del PNCH. Hablando con pobladores locales, resultó bastante evidente que se tiende a especular con el valor de la tierra, debido principalmente a la existencia del parque y su potencial turístico para el futuro. Así, por ejemplo, una propiedad valorada en 37 millones de colones pudo ser vendida a un extranjero por 250 millones de colones. De los extranjeros que han comprado en San Gerardo, algunos viajan sólo en verano a su propiedad y otros se quedan a vivir en el lugar, insertándose en la comunidad.

### **Recuadro 11**

#### **Aportes económicos del PNCH al desarrollo local (2002)**

**Total:** 62 millones de colones, 156 mil dólares

#### **¿Cuáles actividades y actores participaron y en cuánto?**

- Empleo en hoteles, cabinas, restaurantes y actividades relacionadas (20%).
- Porteadores y arrieros (19%).
- Hoteles, cabinas y restaurantes en San Gerardo (19%).
- Asociación de Amigos del PNCH (14%).
- Carrera al Chirripó (10%).
- Ingreso por PSA (5%).
- Actividades relacionadas (4%).
- Guías (3%).
- Cocineras (1%).
- Comité de Acueducto Rural (1%).

Fuente: Elaboración propia con base en la encuesta aplicada en la localidad de San Gerardo y alrededores.

### Otras actividades económicas desarrolladas por las comunidades

Además de las actividades desarrolladas en torno del *cluster* turístico anteriormente analizado, las comunidades de Canaan, San Jerónimo, Chimirol, La Piedra, Zapotal, Herradura, Los Ángeles, Santa Elena, Santa Cruz, Montecarlo, Cuerici, junto con San Gerardo, trabajan en otras actividades mayormente agrícolas (véanse los mapas 1 y 2). Las principales de éstas son el cultivo del café, que es vendido por intermedio de cooperativas en San Isidro; la cría de ganado para carne y leche, cuyos productos también se comercializan en San Isidro; la siembra de hortalizas como el tomate, frijol, maíz; y la cría de truchas. Además, una familia ofrece en San Gerardo la oportunidad de disfrutar de aguas termales en piscinas. Es importante mencionar que en algunas de estas comunidades, la escasez de fuentes de trabajo ha hecho que parte de sus pobladores emigren a los Estados Unidos en busca de fuentes de ingreso y envíen remesas a sus familias desde allá.

### Resumen de los ingresos generados en el ámbito local por el PNCH en favor de la comunidad

Con base en los datos anteriormente presentados, se estructuró el recuadro 12, donde se resumen los aportes socioeconómicos (en cuanto valuables en términos monetarios) del PNCH en el ámbito local. En el trabajo de campo realizado en la zona se comprobó que las comunidades que reciben una mayor influencia directa del parque son San Gerardo y Herradura.

Según los datos obtenidos a través de las entrevistas, el total de ingreso generado por los turistas que visitan el PNCH, en el ámbito local, fue de alrededor de 60 millones de colones en el año 2002 (véase también el cuadro 7). Este ingreso se distribuyó entre los siguientes grupos de actores sociales:

- (i) aproximadamente 45 empleados de los hoteles, cabinas, restaurantes y de actividades relacionadas como pulperías, venta de trucha, aguas termales, entre otras. Estos empleados, en la mayoría de los casos (34 personas), trabajan por horas o son miembros de las mismas familias propietarias de los negocios;
- (ii) los porteadores y arrieros que conforman normalmente una asociación de 30 personas, de las cuales sólo 16 están activos en el momento de la encuesta realizada;
- (iii) los dueños de los hoteles, cabinas y restaurantes que brindan servicios de hospedaje y alimentación a los visitantes, sobre todo el día y la noche antes de su ascenso al Chirripó;

- (iv) la Asociación de Amigos del Parque Nacional Chirripó, conformada por 31 asociados, que vende y alquila artículos (sacos de dormir, cocinas, comida etc.) en el albergue de Base Crestones;
- (v) la Carrera al Chirripó, que se realiza cada año y en la que participa activamente la comunidad. Los fondos generados por esta actividad son distribuidos en San Gerardo para suplir las necesidades imperantes;
- (vi) las actividades relacionadas o actividades conexas, como el abastecedor, un local de venta de truchas, una verdulería y un local de aguas termales, que dependen total o parcialmente de la existencia del parque;
- (vii) los ocho guías que reciben a los turistas a la entrada del parque y realizan el ascenso con ellos explicándoles aspectos relacionados con la fauna y flora del parque. En su mayoría son contactados por alguna agencia de viajes o recomendados en San Gerardo a los turistas;
- (viii) las cocineras que reciben grupos de turistas en sus casas y les preparan el desayuno o el almuerzo o suben al albergue en Base Crestones para cocinar a los turistas durante varios días;
- (ix) el Comité de Acueducto Rural, que se encarga de recolectar el dinero y darle mantenimiento al acueducto.

### **Los aportes del PNCH al desarrollo regional: ¿cómo y en cuánto se han beneficiado las comunidades de Pérez Zeledón?**

Con base en las entrevistas realizadas en el MINAE, la Municipalidad, la Cámara de Turismo, una agencia de viajes clave, algunos establecimientos turístico-comerciales, etc., en San Isidro de El General, se puede concluir que los aportes generados por el PNCH en el ámbito regional se suscriben a la región de Pérez Zeledón. Los principales impactos atribuibles al parque que se identificaron como favorables al desarrollo regional fueron dos:

- (1) los ingresos generados por la afluencia de turistas (a favor de una agencia de viajes, una empresa de buses, los negocios que suministran insumos, los establecimientos que atienden turistas en San Gerardo y la Municipalidad) y
- (2) la disponibilidad de agua para algunas comunidades de Pérez Zeledón.

**Recuadro 12****Aportes del turismo que visita el PNCH a la región de Pérez Zeledón (2002)**

- Establecimientos turísticos en San Isidro: hoteles y restaurantes que se benefician de la existencia del PNCH a través de visitantes de paso.
- Agencia de viajes: ofrece el PNCH dentro de sus paquetes turísticos. Atiende 200 turistas. Costo promedio del paquete: US\$390.
- Establecimientos en San Isidro donde los locales de San Gerardo compran sus mercancías: bebidas, alimentos, enseres, muebles.
- Empresa de buses: transporta 2.200 personas en temporada alta y 1.000 en temporada baja al parque. Costo del pasaje: 500 colones.
- Municipalidad de San Isidro: ingresos por pago de patentes de los establecimientos ubicados en San Gerardo.

Fuente: Entrevistas aplicadas en San Isidro.

**Aportes generados por el turismo**

Los ingresos generados por la afluencia de turistas al PNCH no son tan evidentes en San Isidro de El General como en San Gerardo. Lo anterior es así porque la mayoría de turistas van directamente al parque y realizan pocas actividades en San Isidro de El General. Sin embargo, se identificaron algunas de estas actividades y los correspondientes ingresos en relación con el turismo con destino final al PNCH.

En San Isidro de El General se encuentra ubicada una agencia de viajes que promociona activamente el PNCH por medio de su página WEB, con mayor orientación al turismo proveniente del exterior. Esta agencia ofrece paquetes turísticos *“todo incluido”*, lo que significa que el turista no debe preocuparse por la alimentación, hospedaje, transporte y otros servicios logísticos (guías, etc.). Una empresa de este tipo, que atiende 200 turistas extranjeros al año, con un precio promedio por paquete de US\$390 por concepto del turismo de subida al Chirripó, recibe ingresos aproximados de US\$78.000 al año, representando esta suma cerca de un 7% de sus ingresos totales. Esta agencia apoya a los guardaparques en labores como la elaboración y colocación de señales y letreros dentro del parque. Además ha establecido relaciones directas de tipo informal con un centro de hospedaje específico en San Gerardo, utilizando éste de manera regular para sus clientes. También, colabora con la Asociación de Arrieros y Porteadores de San Gerardo, a quienes acude

para el acarreo del equipaje de los turistas, todos estos servicios están incluidos en el paquete que vende al turista. Lo anterior equivale a un emergente encadenamiento de vínculos entre el ámbito local y regional del turismo de naturaleza con destino final al PNCH.

Los establecimientos turísticos localizados en San Gerardo adquieren la mercadería en San Isidro para atender a los turistas. Para el 2002, el valor estimado de las compras de alimentos y bebidas, así como de otros enseres o implementos de los hoteles y cabinas, restaurantes, pulperías, el local de pesca de truchas y demás negocios que brindan servicios a los visitantes en San Gerardo, ascendió a un total de 22,8 millones de colones. Lo anterior equivale a un considerable efecto de vinculación del turismo local en San Gerardo con el comercio en San Isidro, siendo este último una parte del conglomerado de desarrollo inducido por la conservación (visitación) del PNCH.

Existe una empresa de buses que realiza dos recorridos diarios de San Isidro a San Gerardo. El costo del pasaje es de 500 colones. Se calculó que en la época de temporada alta, este servicio es brindado a aproximadamente 2.200 visitantes del PNCH, mientras en la temporada baja lo utilizan cerca de 1.000 personas con destino final al cerro. Con los datos anteriores, se pudo estimar que los ingresos obtenidos por esta empresa fueron alrededor de 1,65 millones de colones en el año 2002.

Según datos obtenidos en la Municipalidad de San Isidro de El General, los establecimientos localizados en San Gerardo pagan por concepto de patentes alrededor de 320.000 colones al año (US\$780). De acuerdo con la información dada por los propietarios de los comercios en el trabajo de campo (entrevistas formales e informales), el monto que pagaron a la Municipalidad durante el 2002 fue de 562.380 colones. La diferencia en el dato puede explicarse por el hecho de que los propietarios incluyeron las patentes de licores y de derechos de autor, cuando tienen música en sus negocios.

### **Disponibilidad de agua para las comunidades en la región de Pérez Zeledón**

Como se mencionó anteriormente, los ríos que nacen en el PNCH y sus afluentes proveen de agua a varias comunidades de Pérez Zeledón con un impacto favorable en la región. Entre estas comunidades, las más cercanas al parque son: San Pedro, Cajón, General, Rivas y Pejibaye. Todas éstas suman una población de 26.166 personas que se benefician del agua principalmente para el consumo humano y también para el riego de cultivos

agrícolas (café y la siembra de hortalizas como el tomate) en temporada seca, cuando más se requiere.

Algunas comunidades han construido acueductos rurales para aprovechar el agua proveniente del PNCH. Sólo en el distrito de Rivas se beneficia una población de 4.576 habitantes de los caseríos como Los Ángeles, Santa Elena, Montecarlo, Santa Cruz, Cedral, entre otros. En total, es decir, en el cantón de Pérez Zeledón, se benefician de este servicio cerca de 60.000 personas más.

### Resumen de los aportes del PNCH al desarrollo regional

En el recuadro 13 (para mayor detalle véase el cuadro 8), se sistematizan los ingresos monetarios anteriormente indicados que genera el PNCH en el ámbito regional.

La suma total de estos aportes regionales del Chirripó asciende a aproximadamente 69 millones de colones o 173 mil dólares.

#### Recuadro 13

#### Aporte total y actividades beneficiadas por el PNCH en el ámbito regional (2002)

Total: 69 millones de colones, 173 mil dólares

- Agencia de viajes en Pérez Zeledón, (45%).
- Ingresos por concepto de salarios para los funcionarios del MINAE en Pérez Zeledón (33%).
- Venta de bienes y servicios relacionados con el turismo (16%).
- Ingresos obtenidos por la empresa de buses públicos en San Isidro (2%).
- Pago por patentes y permisos a la Municipalidad de San Isidro (0,5%).
- Suministro de agua a 26.166 personas del cantón de Pérez Zeledón proveniente del PNCH.

Se puede observar en el recuadro-resumen 13 que los aportes al desarrollo regional gracias a la existencia del parque en el cantón de Pérez Zeledón son:

- Ingresos a favor de una agencia turística en San Isidro que vende paquetes turísticos a visitantes del cerro.
- Empleo y salarios ofrecidos por el MINAE –sede regional Pérez Zeledón– a funcionarios y guardaparques relacionados con el PNCH, generando ingresos regionales.

- Utilidades a favor de los dueños de supermercados, mueblerías y otros establecimientos que venden mercadería a los hoteles, restaurantes y otros negocios en San Gerardo.
- Ingresos para una empresa de buses en San Isidro que brinda servicio de transporte a visitantes nacionales y extranjeros del parque.
- Pagos al AyA por el suministro de agua potable a algunas comunidades del cantón, para lo cual se emplea agua proveniente del parque.
- Ingresos recibidos por las patentes otorgadas por la Municipalidad de San Isidro a los establecimientos turísticos y comerciales que forman parte del *cluster* regional impulsado por la visitación del PNCH.

## **Los aportes del PNCH al desarrollo nacional: ¿cómo y en cuánto se han beneficiado la economía y sociedad costarricenses?**

### **1. Aportes por la existencia misma del PNCH: biodiversidad, ocio y vivencia espiritual**

La riqueza biológica (diversidad de zonas de vida y de hábitat), gracias a la existencia del PNCH y su conservación, es muy importante para el país. Junto con el Parque Internacional La Amistad, ambos parques conforman una zona protegida que se extiende a lo largo de toda la Cordillera de Talamanca, resguardando una de las áreas de mayor diversidad biológica de Costa Rica. En su área existen cuatro zonas de vida, desde el *bosque muy húmedo Montano Bajo (bmb-MB)*, pasando por el *bosque pluvial Montano Bajo (bp-MB)* hasta el *bosque pluvial Montano (bp-M)* y el *páramo pluvial Sub Alpino (pp-SA)*. Este último es la única manifestación de este tipo de zona de vida en el país (SINAC, 1999b).

La belleza paisajística y espiritual propia del PNCH (los crestones, las lagunas, los valles y morenas de origen glacial), su biodiversidad, el aire puro de montaña, son aportes invaluable en términos monetarios (ingresos generados). Sin embargo, constituyen la contribución original clave del parque que permite atraer gran cantidad de los visitantes de otros lugares y países que quieren disfrutar de estos beneficios proveídos por la naturaleza en relación con los servicios ambientales mencionados.

### **2. Aportes generados por concepto de entradas para la conservación y manejo de áreas protegidas**

Como ya se ha mencionado, el MINAE, mediante el SINAC, debe velar por la protección y conservación de las Áreas Silvestres Protegidas (ASP)

en el ámbito nacional. Para lo anterior, anualmente se destinan rubros presupuestarios a las oficinas regionales y centrales que se encargan de realizar esta tarea. Una parte importante de estos gastos son financiados por los derechos de entrada a las ASP, entre éstas el PNCH.

A este parque llegaron en el año 2002, 6.324 turistas provenientes de diferentes partes del mundo, especialmente los Estados Unidos y Canadá. Estos turistas generaron al SINAC, por concepto de entradas, un monto cercano a los 50 millones de colones en ese año.

### 3. Aportes generados por el agua proveniente del PNCH

Al estar ubicado en la mayor formación montañosa del país y en una de las zonas de mayor precipitación de Costa Rica, el PNCH es un verdadero emporio para la captación e infiltración de agua. La precipitación promedio anual (PPA) es de 3.500 mm.

Los dos ríos más importantes que nacen en el PNCH son: el río Chirripó Pacífico y el río Chirripó Atlántico. El primero está conformado por la confluencia de los ríos Terbi, Talari y Blanco en el valle del General, cambia más abajo su nombre por el de río General y finalmente desemboca en el Pacífico como río Grande de Térraba. El segundo conforma el río Matina que desemboca en el Atlántico.

La zona de influencia de estos dos ríos abarca cinco cuencas hidrográficas de gran relevancia para el país: las cuencas de los ríos Pacuare, Matina, Sixaola, Reventazón y Parismina que corren hacia la vertiente atlántica y el río Grande de Térraba que corre hacia el Pacífico. Este último además es la cuenca hidrográfica más caudalosa de Costa Rica. En todas las cuencas mencionadas existe potencial de aprovechamiento diverso que va desde el turismo de aventura (*rafting*), pasando por el uso para el consumo humano, hasta la generación hidroeléctrica con mayor relevancia en cuanto al uso productivo del agua proveniente del Chirripó (MINAC-SINAC, 1999a).

#### Generación hidroeléctrica

Sin duda alguna, el río Grande de Térraba es esencial para el futuro de la generación hidroeléctrica en Costa Rica. Desde hace varios años el ICE analiza la factibilidad económica, social y ambiental de realizar el megaproyecto hidroeléctrico denominado Boruca en la cuenca del río Grande de Térraba. La capacidad de generación de Boruca será la más grande de

todos los proyectos hidroeléctricos, cuya estimación oscila entre los 832 y los 942 MW (ICE, 2002).

#### Recuadro 14

##### Aportes del PNCH a la economía nacional (2002)

**Total:** 111 millones de colones 270 mil dólares

##### Distribuidos en:

- Ingresos por concepto de entradas al parque y derecho de hospedaje en el Centro Ambientalista El Páramo y por acampar en el Sendero del Urán (46%).
- Ingresos generados a *tour* operadores y agencias de viajes (28%).
- Ingresos obtenidos por los *rent-a cars* (12%).
- Ingresos obtenidos por las empresas de buses en San José y en otras provincias que llevan turistas al parque (9%).
- Ingresos generados al ICE por el pago de electricidad en aquellos negocios ubicados en San Gerardo (3,5%).
- Ingresos generados por compra de combustible (2,2%).

#### Resumen de los ingresos generados en el ámbito nacional por el PNCH

En el recuadro 14 (véase también el cuadro 9 en la sección final), se sintetizan todos aquellos ingresos nacionales, que son atribuibles a la visitación y conservación generados por el PNCH. Por orden de importancia, los respectivos aportes socioeconómicos se desglosan en:

- (a) Ingresos generados por las entradas al parque (50%). En este monto se incluye lo que pagan los turistas por pernoctar en el Centro Ambientalista El Páramo, en Base Crestones, y el monto que se percibe por el derecho de acampar en el Sendero del Urán. Estos ingresos son percibidos por el MINAE a través del Fondo Nacional de Parques.
- (b) Ingresos generados a los *tour* operadores y las agencias de viajes (21,14%). Este dato se obtuvo con base en las estimaciones de Inman *et al.* (1998) y las entrevistas realizadas a los turistas en el PNCH durante el trabajo de campo.
- (c) Ingresos generados a las empresas de buses con sede en San José que llevan los turistas a San Isidro con destino final al Chirripó (10%). La tarifa desde San José hasta San Isidro es de 2.600 colones por persona.

Este dato se obtuvo con base en la encuesta a los turistas y en las entrevistas a algunas de las empresas de buses.

- (d) Ingresos obtenidos por los *rent-a car*, (13,35%). Este dato se obtuvo con base en la información de los turistas que llegaron a San Gerardo con vehículo alquilado.
- (e) Ingresos obtenidos por el ICE por el pago de electricidad (3,50%). Este componente se extrajo de las entrevistas realizadas a las cabinas y los establecimientos ubicados en San Gerardo.
- (f) Ingresos generados por la compra del combustible (2,2%). Este dato se calculó con base en la información obtenida que el 7% de los turistas que visitó el PNCH en el año 2002, empleando carro propio y del que tuvieron un costo promedio por vehículo de 5.000 colones.

#### 4. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)

Con el objetivo primordial de identificar todos los aspectos positivos (fortalezas y oportunidades) que deben reforzarse y potenciarse y aquellos aspectos negativos (debilidades y amenazas) que se deben mitigar o eliminar para mantener y mejorar los valiosos aportes cualitativos y cuantitativos que brinda el PNCH al país, se realizó un análisis FODA. Las fuentes de información para éste han sido la revisión bibliográfica, el trabajo de campo (diversas entrevistas en San Gerardo, San Isidro y San José) y la consulta a expertos, realizados en el transcurso de la investigación.

##### Fortalezas

- El Cerro Chirripó, el Cerro Ventisqueros, la Sabana de los Leones, el Valle de las Morenas, el Valle de los Lagos y el Valle de los Conejos, todos ubicados en la parte superior del parque, tienen un gran valor (de aventura, recreación, belleza escénica, etc.) para los turistas y es por esta razón que lo visitan.
- La zona del PNCH se caracteriza por una abundancia de recursos naturales, bienes y servicios ambientales, bosques, ríos, fauna, aire puro, y cuenta con ecosistemas únicos en Centroamérica.
- El PNCH, en conjunto con el Parque Internacional La Amistad, han sido declarados sitios de Patrimonio de la Humanidad y Reserva de la Biosfera.
- Este parque se ubica cerca de centros urbanos importantes como San Isidro de El General (a 15 km) y de la capital, San José (131 km), facilitando así un acceso relativamente cómodo.

- La comunidad de San Gerardo cuenta con los servicios básicos que requieren los turistas para realizar su visita al parque. Además, la comunidad comprende la importancia que tiene para ellos el PNCH.
- La comunidad de San Gerardo se distingue por haber recibido la identificación de bandera azul del Ministerio de Salud, la cual certifica el manejo de las aguas residuales en la zona y refleja una preocupación comunal por los recursos naturales.

### **Oportunidades**

- Ya existe un potencial turístico importante relacionado con el turismo de aventura y naturaleza con destino al cerro Chirripó que conviene ser aprovechado aún más por la comunidad de San Gerardo y el MINAE, para lo cual se debe mejorar la infraestructura, capacitación y mercadeo.
- La belleza escénica de la zona dominada por las montañas que forman parte del parque ofrece un ambiente propicio para el desarrollo de actividades relacionadas con el turismo recreativo y de aventura, que no tienen por qué limitarse al ascenso a la cima del Chirripó. El área posee un gran potencial adicional en este sentido, que no ha sido bien desarrollado en la zona y en lo que los pobladores locales podrían trabajar.
- El aprovechamiento del recurso hídrico en diversas actividades productivas, pecuarias y turísticas se perfila como una fuente futura de ingresos para la comunidad.
- La conservación del bosque y los recursos puede ser en el futuro una fuente importante de mayores ingresos relacionados con el PSA (por la protección del bosque y de fuentes de recarga acuífera) y con la generación hidroeléctrica.

### **Debilidades**

- En algunas épocas del año, la carretera de acceso desde San Isidro se deteriora, sobre todo cuando llueve mucho. Por lo anterior, el viaje a San Gerardo debe realizarse en vehículos de doble tracción y el transporte público sólo llega dos veces al día, debido entre otras causas al deterioro de los vehículos destinados para este fin.
- La zona se promociona casi exclusivamente por la existencia del PNCH, pero allí hay otras bellezas turísticas como las cataratas que también deberían ser promocionadas, sobre todo para proporcionar ingresos a la comunidad cuando el parque se cierre en el mes de mayo para su mantenimiento.

- El parque cuenta con poca promoción para realizar actividades científicas y educativas.
- Pese a la abundancia de los recursos hídricos provenientes del PNCH, hay poco conocimiento y escasa apreciación del valor del agua.

### Amenazas

- Los problemas de infraestructura del albergue en Base Crestones han venido limitando cada vez más el número de turistas que pueden hospedarse y, por ende, el número de turistas que visitan el parque. Lo anterior ha influido negativamente en los ingresos de los empresarios de turismo y de los trabajadores involucrados en las actividades conexas (porteadores, etc.) en San Gerardo.
- El MINAE debe cerrar el parque en el mes de mayo para realizar trabajos de mantenimiento en los senderos y en el albergue, provocando un gran descontento en los pobladores de San Gerardo, ya que se paraliza la actividad relacionada con el turismo hacia el parque.
- Existe una gran presión para abrir nuevas rutas de acceso desde otras comunidades, lo que constituye una amenaza a la capacidad de carga ecosistémica del PNCH.
- Aunque el objetivo principal de la Asociación de Amigos del Parque Nacional Chirripó es el de conseguir recursos financieros para mejorar los servicios del parque, algunos de los habitantes de la comunidad de San Gerardo están disconformes con las actividades que desarrolla esta asociación. Las ventas que realiza dicha asociación son vistas como un negocio brillante en manos de los mismos administradores del parque y el MINAE y que le quitan mercado a los comerciantes de la comunidad que podrían alquilar o vender lo que ellos ofrecen arriba.

## 5. Síntesis y conclusiones

Como se ha mencionado en este estudio de caso en el ámbito local, regional y nacional, el PNCH brinda importantes aportes tanto al país, como a las comunidades aledañas a él. En las secciones anteriores se realizaron aproximaciones tanto cualitativas como cuantitativas (monetarias) a los principales componentes del *cluster* de actividades formado en torno al parque.

Entre los *aportes cualitativos* más importantes del PNCH, se destacan la vivencia espiritual, recreo y ocio que representa la belleza escénica brindada por la cima y el ascenso. También conviene señalar la protección de la biodiversidad y las fuentes de agua como los servicios ambientales más relevantes en la

zona, así como el valor de patrimonio natural que le dan los turistas y las comunidades aledañas al parque. Además, la provisión de agua representa uno de los principales aportes del parque al desarrollo local, regional y nacional. Es claro que el agua sólo parcialmente se pudo valorar en forma de diversos ingresos generados en el presente, pero sin duda será de importancia vital para ser aprovechada en el futuro para fines de consumo humano (incluyendo el turístico), de uso en actividades productivas (sobre todo agrícolas) y, en particular, de generación hidroeléctrica.

En cuanto a los *aportes cuantitativos* aproximados en términos del ingreso monetario (con base en la información secundaria y primaria encontrada en este estudio), se calculó que el PNCH generó aproximadamente 243 millones de colones en el año 2002. Este aporte total ha tenido distinta incidencia en los ámbitos sociográficos considerados, a saber: local, regional y nacional.

De acuerdo con lo expuesto en la sección 3 y lo sistematizado en el cuadro-resumen 7, en el *ámbito local* las comunidades involucradas, sobre todo la de San Gerardo, se han visto beneficiadas en el 2002 por un ingreso total de aproximadamente 62,5 millones de colones (156,6 mil dólares), gracias a la existencia, conservación y visitación del Chirripó. La principal actividad del *cluster* local en torno al creciente turismo relacionado con el PNCH ha sido la de los establecimientos turísticos ya existentes (siete hoteles y cabinas mayormente con servicio de restaurante). Éstos generaron cerca de US\$0.000 de ingresos propios (utilidades) para sus propietarios, en su mayoría familias, así como aproximadamente US\$25.400 de salarios para los trabajadores empleados en estos hoteles y restaurantes (cuadro 7).

También los ingresos generados –US\$29.253– a favor de los porteadores y arrieros significan un beneficio relevante para el desarrollo comunal atribuible al PNCH. Esto significa un complemento monetario importante, dado el decaimiento de la actividad agrícola en la zona, principalmente relacionado con las caídas en los precios del café. Lo mismo es válido además para las cocineras y los miembros de la Asociación de Amigos del PNCH, cuyas ventas por concepto de alimentación y utensilios a los usuarios del albergue ascendieron a cerca de US\$23,5 mil o 9,4 millones de colones.

Es importante mencionar que en su gran mayoría los otros ingresos contabilizados en el cuadro 7 son inferiores a los realmente atribuibles al PNCH, debido a problemas de información siempre carente o remuneración poco adecuada. Esto último parece ser válido en particular para el pago de servicios ambientales (cuyo valor social es mucho mayor que el monetario aquí considerado) y para el abastecimiento de agua potable en la localidad.

Cuadro 7. Sistematización de los aportes locales del PNCH

ALCANCE- ESCALA DEL APORTE	ACTIVIDADES Y BENEFICIARIOS		APORTE ESTIMADO		OBSERVACIONES	% DEL APORTE
	Tipo de actividad	Tipo de beneficiario	Ingresos			
			Colones	US\$		
LOCAL	Hotels, restaurantes y cabinas en San Gerardo	Familias propietarias de 8 hoteles	11.847.969	29.694	Representan los ingresos menos los gastos y tienen registrados 3.500 turistas en el año 2002	19
	Salarios y empleo en hoteles, cabinas y restaurantes	Trabajadores de los hoteles y restaurantes, gastos en sueldos y salarios	10.130.000	25.388	Empleo de 24 personas familiares y de 11 extrafamiliares que se genera en San Gerardo	16
	<b>ACTIVIDADES CONEXAS</b>					
	Pulpería, aguas termales, pesca de truchas, verdulería	6 familias de la zona	2.238.400	5.610		4
	Salarios de la pulpería, aguas termales, pesca de truchas y verdulería	Trabajadores de 5 de las actividades conexas, gastos en sueldos y salarios	2.304.000	5.774	Empleo de 10 personas familiares	4
	Porteadores y arrieros	16 personas activas de las comunidades de Herradura y San Gerardo	11.672.000	29.253	Del total de 30 que conforman la Asociación de Arrieros, Porteadores y Guías, en el periodo de estudio sólo 16 activos	19
		8 personas de las comunidades Guías de Herradura y San Gerardo asociadas	1.787.520	4.480		3
	Cocineras que suben al cerro	3 cocineras de San Gerardo	378.000	947	Servicios que se brindan	1
	Avistamiento de aves	Dañeros de bosques primarios aledaños	1.500.000	3.759	100 turista al año	2
	Carrera al Chirripó	Familias de San Gerardo	6.000.000	15.038	De acuerdo con los datos de la Asociación de Desarrollo	10
	Renta de implementos a los turistas en el albergue y otras actividades	Asociación de Amigos del Parque Nacional Chirripó (AAPNCH)	9.000.000	22.556	Conformada por 20 vecinos y un total de 31 afiliados de todo el país	14
	Pago de tierras expropiadas	Propietarios de 311 hectáreas de tierras dentro del PNCH	1.849.340	4.635	Representan los ingresos por los pagos recibidos del 85 al 92	3
	Pago de Servicios Ambientales	10 fincas de propietarios de bosques en el área de amortiguamiento. 484 hectáreas	3.123.000	7.827	Incluye los PSA recibidos en el 2002	5
Comité de Acueducto Rural	59 vecinos afiliados	639.600	1.603	El acueducto se ubica a pocos kilómetros del límite del PNCH	1	
<b>Total local</b>		<b>62.469.829</b>	<b>156.566</b>		<b>100,00</b>	

En lo referente al papel del PNCH como “*polo de desarrollo*” que en el año 2002 ha conducido a un ingreso total de 69,2 millones de colones (US\$173.323) en el *ámbito regional*, el cuadro 8 demuestra claramente los ganadores regionales fuera de San Gerardo y alrededores. Las actividades más importantes en este sentido han sido las del turismo y conservación vinculadas al PNCH. Éstas fueron responsables para: (1) la generación de US\$78.000 a favor de una agencia de viajes muy ligada al eco turismo montañoso y para (2) la remuneración de US\$58.000 a favor de funcionarios y guardaparques empleados por el MINAE, todo esto concentrado en San Isidro de El General.

Además, un aporte del turismo de naturaleza con destino al cerro se concretó en las compras de bienes y servicios relacionados por 10,9 millones de colones o 27,4 miles de dólares a favor de establecimientos comerciales y otros en San Isidro. No obstante su escasa magnitud en términos monetarios, las

vinculaciones sistematizadas en el cuadro 8 indican que un conglomerado regional (y no sólo local) de actividades impulsadas por el PNCH parece ser una tendencia de desarrollo promisorio, aunque no con la misma fuerza ya innegable como en el ámbito local-comunitario de San Gerardo.

**Cuadro 8. Sistematización de los aportes regionales del PNCH**

ALCANCE- ESCALA DEL APORTE	ACTIVIDADES Y BENEFICIARIOS		APORTE ESTIMADO		OBSERVACIONES	% DEL APORTE
	Tipo de actividad	Tipo de beneficiario	Ingresos			
			Colones	US\$		
REGIONAL	Agencia de viajes en San Isidro	1 sola que vende paquetes a turistas en promedio de US\$400 al Chirripó	31.122.000	78.000	200 turistas al año	45,0
	Generación de empleo y salarios por parte del departamento subregional Pérez Zeledón del MINAE-SINAC	9 personas de la zona entre funcionarios de oficina y guardaparques	23.132.172	57.975	Del rubro en salarios	33,4
	Ventas de bienes y servicios relacionados con el turismo	Otros establecimientos de San Isidro	10.931.600	27.397	Gastos en alimentos y bebidas de los hoteles, restaurantes y otras actividades de San Gerardo	15,8
	Ingresos percibidos por la oficina subregional del MINAE Pérez Zeledón	Servicios no personales y materiales y suministros	2.000.000	5.013	Oficina de Pérez Zeledón	2,9
	Transporte en bus público	Empresa de buses de San Isidro	1.650.000	4.135	Cálculo con base en entrevistas a propietarios de empresas de buses	2,4
	Pagos por patentes y permisos de los hoteles y restaurantes de San Gerardo	Municipalidad de Pérez Zeledón	320.000	780	Falta por incluir ingresos por impuestos territoriales	0,5
<b>Total regional</b>			<b>69.155.772</b>	<b>173.323</b>		<b>100,0</b>

Pareciera que lo últimamente afirmado también es válido, en cierto sentido, para los aportes brindados por el PNCH *en el ámbito nacional*. De acuerdo con el cuadro 9, el ingreso generado por actividades de visitación del parque y gastos conexos a ésta en el 2002 ha tenido su mayor incidencia en San José o en el Valle Central. El aporte de alcance nacional sumó más de US\$279.000, beneficiándose de esto en primer lugar el MINAE por concepto del cobro de entradas al parque (US\$124.154).

Cuadro 9. Sistematización de los aportes nacionales del PNCH

ALCANCE- ESCALA DEL APORTE	ACTIVIDADES Y BENEFICIARIOS		APORTE ESTIMADO		OBSERVACIONES	% DEL APORTE
	Tipo de actividad	Tipo de beneficiario	Ingresos			
			Colones	US\$		
NACIONAL	Ingreso por entradas al Parque e ingresos por concepto de hospedaje en Base Crestones. Fondo Nacional de Parques	MINAE para realizar su gestión en otros parques	50.903.262	124.154	6.324 turistas en el año 2002.	46
	Tour operadores y agencias de viajes	Empresas en San José cuyas ventas se quedan en Costa Rica por vender PNCH	30.884.898	77.406	Del precio promedio de venta del paquete de \$400, según nuestro cálculo PNCH representa 9% del itinerario del turista y que el 34% de los turistas lo utilizan.	28
	Transporte por <i>rent-a car</i>	Empresas en San José	13.625.690	34.150	El 5% de los visitantes entrevistados utiliza <i>rent-a car</i> , cuyo costo es de 40\$ por día	12
	Transporte en bus público	Empresas de otras provincias	7.209.360	18.069	De los entrevistados 40% utiliza transporte público desde San José y 50% desde otras provincias. El primero gasta en promedio 1.175 colones y el segundo 2.280 colones.	6
	Transporte en bus público	Empresas de San José	2.972.280	7.449		3
	Pago por el servicio de electricidad	ICE	3.576.000	8.962	El pago que realizan los hoteles, restaurantes y otras actividades de San Gerardo racionadas con el turismo en PNCH.	3
	Compra de gasolina para transporte por auto propio o familiar	En San José	2.213.400	5.547	El 7% de los entrevistados utilizó auto propio	2
Total Nacional			111.384.891	279.160		100

También se favorecieron los *tour* operadores y agencias de viaje (US\$77,5 miles) y las empresas *rent-a cars* (US\$34,1 miles) con sede en San José, por un lado, y por otro, con ingresos no tan significativos, las empresas de buses en San José y otras provincias (fuera de Pérez Zeledón), los operadores de gasolineras en San José y el ICE-sede central, gracias al pago por el servicio de electricidad de parte de empresas turísticas en San Gerardo.

A pesar que este monto de ingreso generado en el ámbito nacional (con mayor incidencia en la capital) es muy inferior al inducido por el más “potente” Parque Nacional Volcán Poás e incluso por el Parque Nacional Cahuita, el significado económico de la conservación y visitación del PNCH para la economía nacional ya es bastante relevante. Dicho aporte habría sido mucho mayor en el presente y aún más en el futuro, si se hubieran considerado y contabilizado adecuadamente los aportes nacionales que el PNCH brinda en términos de servicios ambientales. Lo anterior es cierto en particular para el valor social de la ya señalada riqueza de agua, cuyos distintos usos productivos y reproductivos son y serán de enorme relevancia nacional en la actualidad y el futuro de Costa Rica.

En cuanto al futuro del desarrollo local y regional, se debe superar el obstáculo de que en la actualidad la actividad turística se ve restringida por la capacidad del albergue en el cerro. Además las características propias del parque no lo hacen accesible a cualquier tipo de personas (prácticamente para personas con buena condición física y que les agrada caminar). Por lo anterior, y debido a que el parque tiene una capacidad de albergar turistas que debe respetarse, es recomendable desarrollar otros atractivos que permitan complementar los ingresos de los pobladores no sólo de San Gerardo sino de las otras comunidades.

De esta manera, la dinámica ecoturística en la zona, así como sus actividades conexas, representan un gran potencial para ser incrementadas, diversificadas y descentralizadas en el futuro. Por supuesto, esto depende de la capacidad pública, comunitaria y emprendedora de generar opciones ecológicamente sostenibles al turista, además de su promoción proactiva y la generación de infraestructura en la zona rural de San Gerardo y comunidades cercanas.

# Aplicación de un análisis de los múltiples criterios en el distrito La Guácima para una gestión integral de su recurso hídrico. Costa Rica

*Rocío Hartley Ballester\**

---

\* Cuenta con una maestría en Política Económica con énfasis en Economía Ecológica del Centro Internacional de Política Económica (CINPE). Bachiller y licenciada en Economía con énfasis en Desarrollo Económico y Cambio Estructural de la Universidad Nacional de Costa Rica. Pasantía para estudiar Modelos Macroeconómicos en la Universidad de Brabant, Holanda.  
Cuenta con trabajos de investigación en los temas de café en Costa Rica y productos de exportación de Costa Rica; ponencias en elementos diagnósticos de la calidad atmosférica en Costa Rica y bases para la valoración de la calidad ambiental, competitividad y apertura comercial.  
Profesora docente invitada en la Universidad Nacional de Costa Rica y la Universidad de Costa Rica. Publicaciones para la *Revista Energía* del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE).



## Introducción

El estilo de desarrollo que ha seguido el país está caracterizado por el uso intenso de los recursos naturales, convirtiéndolos en su motor de crecimiento. Progresivamente se han implantado actividades, incompatibles con la capacidad de uso de los mismos, provocando un deterioro y destrucción gradual, en general, de los recursos, pero en particular del hídrico.

La escasez de este recurso y su reciente contaminación evidencia una falta de planificación y exige una ordenación integrada de los recursos hídricos, pero en particular en la subcuenca del río Virilla.

Con el aumento de la población y de las actividades económicas, alrededor del río Virilla, se está llegando con rapidez a una situación en la cual el agua escasea y el desarrollo económico-social de la Gran Área Metropolitana se ve amenazado, considerando que la subcuenca cubre gran parte de ésta.

Las consecuencias de esta falta de manejo (en el Virilla) se evidencian en su parte baja, causando graves daños a los pobladores de esta zona y amenazando su futuro desarrollo, en particular para el distrito de La Guácima de Alajuela. Esta ausencia exige hoy una planificación y una ordenación integral del recurso hídrico en la zona, que considere el carácter multisectorial del aprovechamiento del recurso, que integre, tanto el contexto del desarrollo socioeconómico de La Guácima, como las posibilidades de uso del recurso.

La multiplicidad de usos de este recurso lleva a que cada actividad productiva no pueda actuar aisladamente; no deberían tomarse decisiones (en cuanto al uso del recurso hídrico) sin considerar las afectaciones que provocan sobre las otras actividades y sobre la calidad del mismo. No se debe perder de vista que cada actividad de la sociedad necesita una cantidad y calidad de agua diferente, y que cada vez que una actividad usa el recurso puede provocar que ya no sea eficiente para otros usos de la sociedad (Segunda Ley de la Termodinámica), lo que implica una cuestión no sólo económica sino ética, en cuanto al acceso y uso del recurso hídrico.

Es preciso contar con tecnologías innovadoras, mejoradas para aprovechar plenamente los recursos hídricos limitados y protegerlos contra la contaminación, con el fin de mantener un suministro suficiente de agua de buena calidad para toda la población del país y preservar, al mismo tiempo, las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas, adaptando las actividades humanas a los límites de la capacidad de la naturaleza.

## Marco teórico-metodológico

Una apropiada gestión del recurso hídrico en La Guácima requiere del análisis de las características de esta comunidad (económicas, sociales y culturales), así como también intentar explicitar los conflictos e intereses de los diferentes actores que conviven en el distrito, lo que brinda una problemática compleja y diversa, que se puede abordar desde el Análisis de Múltiples Criterios (AMC). Éste proporciona una metodología que brinda la posibilidad de construir y formular propuestas para lograr un manejo integral del recurso hídrico en la zona, donde prevalezca el logro de la ecoeficiencia en su uso.

En la actualidad, la planificación y gestión del agua no se puede afrontar desde una perspectiva simplista, como una cuestión de ofertas y demandas expresadas en términos cuantitativos. La complejidad es inherente al agua, debido a las diferentes dimensiones y escalas que ésta presenta, así como las distintas perspectivas de los actores involucrados en el distrito de La Guácima. El agua es una condición necesaria para el sostenimiento de la estructura socioeconómica de cualquier sociedad, lo que obliga a considerar dentro de una adecuada gestión del agua, aspectos hidrológicos y socioeconómicos, así como los conflictos y los intereses de una gran variedad de actores, que coexisten en una sociedad y, a su vez, condicionan el uso del recurso hídrico.

El enfoque que se utilice para afrontar cuestiones relacionadas con este recurso debe introducir métodos relacionados con el diálogo y la negociación dirigidos a promover la resolución de conflictos por el uso del agua (Munda, 1995b). Estas reflexiones justifican el uso de la metodología de AMC. El AMC está estrechamente relacionado con la ciencia posnormal, que impulsa, desde una nueva perspectiva epistemológica, una nueva práctica social, una investigación participativa “para la gente con la gente” (Funtowicz y Ravetz, 1991).

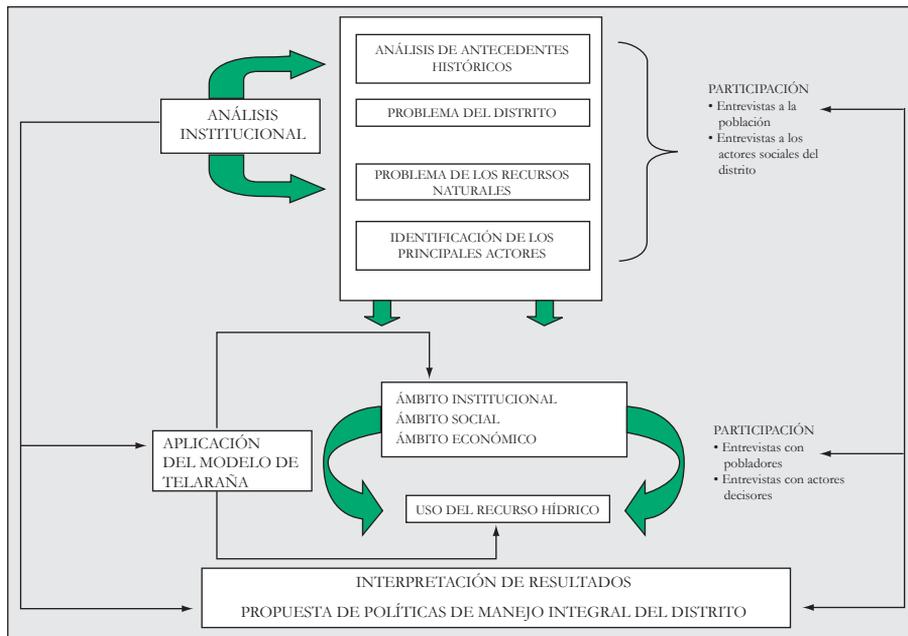
Esta metodología es idónea para identificar e incluso diseñar los contextos sociales en los que se toman o se promueven decisiones sobre el uso de los recursos naturales. Permite generar y analizar diferentes cursos de acción sobre la base de diversos criterios de evaluación (económicos, sociales y ambientales) que sean relevantes para los distintos grupos de interés afectados por la competencia en el uso del recurso hídrico en La Guácima.

Realizar el AMC requiere de una serie de etapas y pasos que se resumen en el Diagrama 1. Éstos estructuran su metodología, que ayuda a descubrir relaciones

e identificar los más importantes *trade-offs* entre los diferentes actores de la zona, aspecto de especial relevancia en la negociación e implementación de políticas para el manejo integral del recurso hídrico en el distrito.

Con el objeto de identificar las relaciones complejas y multifacéticas, en el interior del distrito, entre la economía y el ambiente, y entre sus habitantes, que son escasamente identificables y predecibles en términos numéricos, se estructuran una serie de dimensiones que intentan integrar las características de la comunidad, que subyacen en las interacciones entre las esferas político-institucionales, económicas, sociales, ambientales y espaciales, que conforman la dimensionalidad del recurso agua en el distrito, que incorpora la aplicación del modelo de telaraña, como instrumento de análisis del AMC, como se observa en el Diagrama 1.

**Diagrama 1. Metodología de análisis de múltiples criterios para el caso del distrito La Guácima**

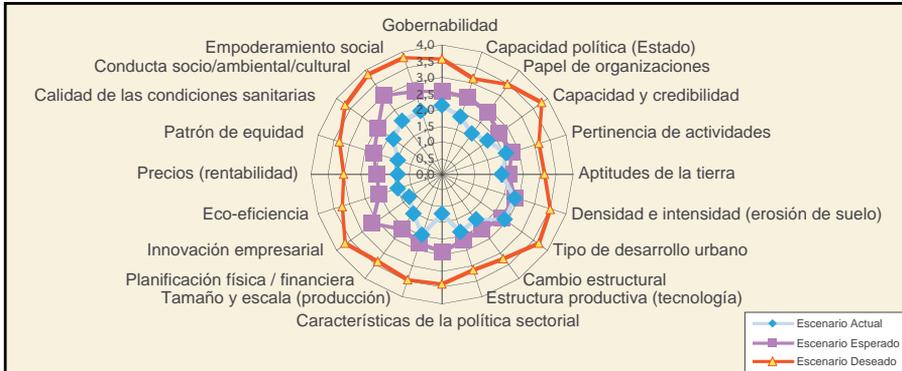


Fuente: Elaboración propia con base en Martín (*et al.*, 2000).

Este modelo expresa gráficamente esas relaciones en términos de escenarios: actual, esperado y deseado, con base en una racionalidad de procedimiento o formación sucesiva de juicios de valor, por parte de los actores

involucrados en la comunidad de La Guácima, que se visualizan en cada eje correspondiente al aspecto concreto consultado (cada variable que conforma cada dimensión), por medio de rangos ordinales que van desde la calificación más baja hasta la calificación más alta (Diagrama 2).

**Diagrama 2. Telaraña total del distrito La Guácima**



Fuente: Elaboración propia con base en la tabulación del cuestionario.

El AMC, con el uso del modelo de telaraña, permite identificar, clasificar y analizar distintos escenarios por medio de criterios explícitamente formulados por el investigador y evaluados por las personas consultadas a través de las posiciones ordinales en los ejes de la telaraña.

Para realizar el modelo de telaraña se diseñó un cuestionario para recabar la opinión de las personas expertas e informadas en los problemas del distrito en función del uso del recurso hídrico. El cuestionario abarca cinco apartados que se denominan dimensiones. Estas dimensiones se construyeron con base en el Análisis Institucional. Toda la información de este análisis se sistematiza en dimensiones, que representan los rasgos más sobresalientes del distrito, que conforman la telaraña del Diagrama 2.

El modelo de telaraña, de esta forma, trata de hacer evidente la plausibilidad y operatividad de cambios de índole político-institucional, territorial, macro y microeconómico, social y cultural, que se requieren para mejorar la situación del recurso hídrico en el distrito de La Guácima.

### Características del distrito

El área que cubre el distrito de La Guácima corresponde tanto a la parte baja de la subcuenca del río Virilla, como a la parte baja de los ríos Segundo y

Ciruelas, dos de los afluentes más importantes de la subcuenca para la generación eléctrica. Y son a su vez los límites administrativos del distrito).

La Guácima colinda con el cauce del río Virilla al sur, al este con el río Segundo, al oeste con Turrúcares y lo atraviesa el río Ciruelas, al norte con San Antonio del Tejar y de por medio el río Ciruelas y con San Rafael de Ojo Agua, de por medio el río Segundo. Está a 8 kilómetros del centro de Alajuela, cuenta con una excelente carretera, la temperatura promedio es de 24 grados, su área es de 28 km<sup>2</sup>.

El distrito es rico en dendritas hídricas, entre las que se destacan las quebradas Salitral, Doña Ana, los Machos y Mercedes. Gracias a su ubicación geográfica, está bañado por los cauces de tres ríos, el Virilla, el Ciruelas y el Segundo. Estas características propiciaron el desarrollo de actividades agrícolas y la construcción de plantas hidroeléctricas en la zona, convirtiéndose ambas actividades productivas en las principales de La Guácima.

A lo largo de los años, estas características propiciaron un crecimiento constante de la población, una serie de emigraciones y cambios productivos, que resultaron en un mayor empleo del agua para la producción de todo tipo de bienes y para consumo doméstico. Pero también, por la carencia de un manejo adecuado del recurso, se generaron dos problemas: en las partes altas del distrito existe un gran desperdicio del recurso que causa un grave faltante de agua en las partes bajas, por lo tanto, se da un problema de distribución del recurso hídrico y una contaminación considerable de éste. Además, la falta de información con respecto al comportamiento del mercado, sus posibilidades y garantías para la comercialización de sus productos, así como la falta de financiamiento crean una estructura productiva muy inestable y vulnerable, en la cual la mayoría de sus productores son muy débiles y sensibles al mínimo cambio.

El distrito ha heredado un aparato institucional, principalmente de servicios agropecuarios, obsoleto, con incapacidad de atender a una población de más de 300 productores pequeños y medianos, con necesidades crecientes. Asimismo, los sectores salud y de educación, junto a los de energía, agua, caminos y vivienda, han evidenciado su desgaste, lentitud e inoperancia en la atención de demandas de las comunidades que conforman La Guácima.

Todas estas condiciones, junto con la construcción de nueve represas, cinco de aprovechamiento hidroeléctrico y dos para canales de riego a lo largo de los ríos Ciruelas y Segundo y dos en el río Virilla, han causado

una grave alteración del ciclo hidrológico del lugar; y se propician grandes conflictos por el uso del recurso hídrico entre los pobladores.

Dos de estas represas pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), que se encargan de desviar y trasladar parte de los cauces de los ríos Segundo, Ciruelas y Virilla, constantemente hacia Turrúcares, al embalse que alimenta la Planta Hidroeléctrica de Ventanas Garita del ICE, amenazando la disponibilidad de agua para las diferentes actividades en el interior de La Guácima y su potencial uso. Esta situación agudiza los problemas de distribución de agua en la zona.

Las características de La Guácima se pueden resumir, a grandes rasgos, de la siguiente forma:

- Las principales actividades de la zona son: la agroindustria, la agricultura, el comercio y la producción hidroeléctrica (existen dos plantas hidroeléctricas).
- El distrito aporta el 60% del total de producción del cantón central de Alajuela.
- Se presenta una gran competencia por el recurso hídrico entre las actividades agropecuarias de la zona y las empresas hidroeléctricas.
- En términos socioeconómicos el distrito presenta grandes debilidades en generación de empleo, bajo nivel educativo y un bajo ingreso de su población.
- El aprovechamiento de sus aguas, dadas las condiciones de contaminación que presentan éstas (ver Cuadro 1), es muy limitado, no recomendado para consumo humano, recreación o riego.

**Cuadro 1. Indicadores de contaminación**

Ríos	Caudal	Población DBO-HB (Kg/l/día)	Oxígeno Disuelto (mg/l)	Fósforo (mg/l)	Amonio (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Coliformes Fecales (NMP/100ml)
Ciruclas	960	16.896	5,7		17		75.000.000
	1.530	17.870	6	0,88	0,4	2,7	7500.000
	1.065	54.528	4,30	0,78	8,6	1,9	910.000
	874	18.179	6,30	0,89	1,02	3,1	9.300.000
Segundo	1.076	110.182	0	-	15	-	15.000.000
	2.013	86.962	3,3	2	2,7	-	4.300.000
	1.698	54.336	1,7	0,74	3,4	-	910.000
	1.729	114.252	1	1,05	2,8	-	4.300.000

Fuente: Elaboración propia con base en información de AyA (1998) y Reynolds (1997).

La Guácima, además presenta otra característica particular, una combinación urbano-rural, donde se contraponen un desarrollo urbanístico creciente de residenciales de lujo (Hacienda los Reyes), con un aumento considerable de precarios, así como también cultivos de subsistencia (granos básicos) con grandes agroindustrias de exportación (productoras de hehechos y la Cooperativa Victoria).

Con base en el Análisis Institucional, así como a través de un proceso de retroalimentación en la generación de las diferentes opciones (modelo de telaraña y formulación de propuestas de solución), se han identificado los principales actores del distrito (ver Cuadro 2), los cuales se clasifican por orden de importancia en la toma de decisiones sobre el manejo y uso del recurso hídrico, se agregan, además, sus intereses y conflictos por el uso de éste. Asimismo, se ha podido observar, que los actores a tener en cuenta en el caso de estudio no son sólo los agentes directamente relacionados con la comunidad de La Guácima, sino que también se deben incluir grupos de interés ubicados fuera del distrito, como es el caso del ICE.

**Cuadro 2. Principales actores del distrito La Guácima**

Actores involucrados	Uso del recurso hídrico	Intereses	Conflictos
1. CNLF	Producción eléctrica.	Concesión en exclusividad para explotar las agua del Río Segundo y Ciruelas en el distrito.	Mantiene un fuerte enfrentamiento por el recurso hídrico con los productores de la zona.
2. ICE	Producción eléctrica	Aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de la parte baja de la subcuenca Río Virilla. Máximo aprovechamiento del Complejo Arenal.	No tiene ninguna presencia en la comunidad, ha tomado decisiones unilateralmente afectando seriamente La Guácima
3. Asociación de Usuarios del Agua	Irrigación	Mejorar las condiciones del canal de riego, disminuyendo sus niveles de contaminación. Mejorar el sistema de riego actual.	Compiten con la CNFL por el uso de las aguas del Río Segundo.
4. Agricultores	Riego	Mantener sus niveles de producción o mejorarlos con el mismo o mas caudal de agua.	Su sistema de cultivo es altamente dependiente de pesticidas, contaminando el recurso hídrico.
5. Avicultores y Porcicultores	Limpieza de granjas y porquerizas.	Disponibilidad de agua cerca de sus corrales.	Han convertido los ríos, las quebradas y los canales de riego en sus vertederos de desechos.
6. Hacienda los Reyes	Recreación: irrigación de sus zonas verdes.	Ampliación de la Ciudad Hacienda los Reyes, que la zona se convierta en un residencial de lujo y exclusivo.	Extrae y utiliza una cantidad considerable de agua para su condominio y contribuye con la contaminación del recurso hídrico con aguas hervidas.
7. Municipalidad de Alajuela		Dentro de sus planes de ordenamiento territorial, se contempla el convertir a La Guácima en una zona residencial únicamente y transformar a Turrubares en un centro industrial.	A brindado permisos de construcción de residenciales, sin ninguna verificación de cumplimiento de normas ambientales y sanitarias, lo mismo con la industria.
8. Juntas de desarrollo o Asociaciones de desarrollo		Preocupación por el mantenimiento y regeneración del recurso hídrico y el desarrollo socioeconómico del Distrito.	Presentan debilidades de organización, sin planes, ni metas concretas hacia el recurso hídrico.

Fuente: Elaboración propia con base al análisis institucional del distrito.

## Propuestas de solución

En la actualidad los científicos se enfrentan a problemas introducidos a través de políticas, en los cuales es común que los hechos sean inciertos, los valores estén en conflicto, los intereses sean altos y las decisiones urgentes (Funtowicz y Ravetz, 1991). El marco epistemológico de la ciencia posnormal permite usar dos aspectos cruciales de la ciencia en el campo de la política: incertidumbre y conflicto de valores. Cualquier problema de decisión social se caracteriza por conflictos entre valores e intereses que compiten en diferentes grupos y comunidades que los representan.

Utilizando el modelo de telaraña se identifican y formulan las principales políticas y acciones que son capaces y factibles para alcanzar una gestión integral del recurso hídrico en la comunidad. Los escenarios (actual, esperado y deseado) se dibujaron con el promedio de las respuestas (cuestionario) de cada variable y se unen mediante trazos continuos en toda la extensión de las dimensiones analizadas, creando el Diagrama 2. Las áreas críticas, según las brechas entre las calificaciones de cada escenario, se centran en las esferas microempresarial y socioinstitucional.

Estos resultados resaltan la poca importancia que se le prestó y se le presta al distrito por parte de las instituciones del Estado, como consecuencia de la política económica actual del gobierno. A esta situación, se han sumado trascendentes cambios en el escenario internacional, que en conjunto, condicionan un nuevo contexto socioeconómico para el país. Las reformas macroeconómicas y las nuevas políticas comerciales modifican la rentabilidad relativa entre las distintas actividades productivas, lo cual a su vez afecta su capacidad de invertir en nuevas tecnologías. La liberalización del comercio plantea la necesidad de desarrollar productos con ventajas competitivas, tanto para mercados tradicionales, como no tradicionales, lo que requiere de tecnologías modernas y más rentables.

La comunidad insiste en que rearticular el marco político-institucional es un objetivo de alta prioridad, para lograr un mejor desempeño en las dimensiones y variables más rezagadas. Las deficiencias, debilidades e inconsistencias del marco institucional del país, son el principal obstáculo para impulsar una gestión integral del recurso hídrico en el distrito.

En opinión de la comunidad, en todas las variables de las distintas dimensiones el escenario deseado está por encima de la situación actual y del escenario esperado, como se observa en el Diagrama 2, lo que significa que las instituciones y la sociedad del distrito tienen márgenes relativamente

amplios para realizar los ajustes necesarios, reestructurar las diversas políticas y acciones hacia el logro de una gestión integral del recurso hídrico en la zona. Pero estas reformas se sustentan más en las presiones internacionales, producto de la globalización, que enfrentará la sociedad costarricense, que por el resultado de cambios en las políticas estatales, recalcan los actores de la zona.

Los cambios productivos que exigen los nuevos lineamientos comerciales internacionales presionarán a los productores del distrito y a las políticas comerciales del país a adecuarse a esos nuevos lineamientos o abandonar el mercado.

El escenario deseado es aquél que combina una sólida estabilidad macroeconómica, con una estructura productiva de mercados medianamente regulados, integrados interinstitucional e intrainstitucionalmente, junto con un compromiso real de la comunidad. Este compromiso debe ir de la mano de una permanente organización comunal y productiva, que coordine con las instituciones del Estado, y que éstas también estén coordinadas entre sí. Con esta mayor organización se podría acceder a financiamiento, para invertir en nueva tecnología y en nuevas actividades en La Guácima. Y, a la vez, estimulen la innovación en el logro de una producción ecoeficiente.

Resaltan, en sus recomendaciones para las áreas críticas, que el tema del progreso técnico demanda una estrecha vinculación con otras instituciones de la sociedad, en especial, el Estado y los sectores académicos y científicos. Las políticas, en materia de ciencia y tecnología, deben propiciar un círculo virtuoso entre los sectores productivos, las instancias estatales y los sectores académicos y científicos en pro del desarrollo científico-tecnológico, teniendo en cuenta el marco general expuesto en el modelo, lo mismo que estrictos criterios de equidad y justicia social para evitar que el desarrollo se concentre en minúsculos sectores de la sociedad.

En efecto hay un margen para propiciar un desarrollo científico-tecnológico endógeno, pero depende de las políticas y las alianzas sociales que se establezcan, tanto en el interior de la sociedad de La Guácima, como del país en general. Todas las consideraciones anteriores deben ser el eje central de cualquier plan de manejo integral de la zona.

Considerando el tipo de relación entre el agua y la población del distrito, la participación de la comunidad ha sido esencial para que los individuos entiendan la situación específica de su hábitat, y crear un sentido de pertenencia de los diversos actores de la comunidad, reforzando su capacidad

de acción, que asegure el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico. Generalmente, no se aprecia la medida en que el aprovechamiento de los recursos hídricos contribuye a la productividad económica y al bienestar social, aunque todas las actividades sociales y económicas descansan en grado sumo sobre el suministro y la calidad del agua potable.

La metodología del AMC, al estar estrechamente relacionada con la ciencia posnormal y al impulsar una nueva práctica social “desde la gente, con la gente y para la gente”, ayuda a la comunidad a expresar cuáles son sus intereses, sus necesidades y sus conflictos y, junto con una serie de instituciones, construyen acciones concretas, que proporcionan una evolución de lineamientos e instrumentos de política desde abajo hacia arriba, contribuyendo al encadenamiento gradual para la formulación de políticas tanto locales como nacionales.

Las medidas y acciones propuestas que se pueden reformular en políticas, para lograr un manejo integral del recurso hídrico en la zona, se resumen en:

1. La comunidad y las organizaciones locales necesitan recibir información y educación necesarias para mejorar su conocimiento y capacidad para administrar el recurso hídrico.
2. Los derechos y las responsabilidades correspondientes a las partes alta y baja de los ríos deberán reconocer y concretarse en un manejo integral de cuencas hidrográficas.
3. Un ordenamiento territorial que involucre un manejo y protección de los recursos naturales, con el fin de obtener una producción sustentable (ecoeficiencia), junto con una labor de educación, extensión y mecanismos de coordinación institucional y comunal.
4. Establecer programas integrados que permitan la aproximación a una solución de problemas tan complejos, como son: la salud humana, la producción, la conservación, la protección del ambiente, la prevención y atenuación de desastres naturales. En los que se busque incrementar la eficiencia en el uso del recurso agua, para fomentar el desarrollo y asegurar la existencia humana.
5. Lograr un proceso dinámico y proactivo, en el cual la comunidad debe tener una participación directa y permanente.
6. Una adecuada programación de las medidas de política, partiendo de una transformación coherente del marco político institucional, en el cual sea real la participación de las comunidades en la toma de decisiones y, por lo tanto, el fortalecimiento de los gobiernos locales.

7. La política ambiental del país debe ser clara, precisa y concisa, y no una abundante sumatoria de medidas.

Se diseñó también una síntesis de propuesta de gestión del recurso hídrico para el distrito de La Guácima. Este es un resultado de las discusiones que se realizaron en los talleres para identificar y priorizar las diversas opciones de gestión del recurso. Estas discusiones sintetizaron las preferencias o intereses de cada actor y descubrieron, a la vez, las posibilidades de formar coaliciones entre los agentes involucrados, para facilitar la negociación y el consenso sobre cómo tiene que manejarse la compleja relación entre el agua y la población de La Guácima, con el objetivo de lograr una gestión integral del recurso hídrico en la zona.

En el Diagrama 1 se muestra la priorización que los actores proponen para iniciar un plan de gestión del uso del agua en el distrito. Siguiendo el Diagrama 2 la propuesta plantea: los actores coinciden en que el plan de gestión del recurso hídrico debe comenzar con la gestión informativa y formativa, creando talleres de capacitación que mejoren el conocimiento de la comunidad sobre diversos temas (políticos, ambientales y económicos) y mejoren también su nivel educativo. Esto con el fin de dotarla de herramientas indispensables para la toma de decisiones en conjunto. Este proceso de reeducación estimulará un cambio de actitud de las personas hacia el uso del recurso, para posteriormente llevar a cabo con éxito el plan integrando a todos los usuarios de éste.

El logro de esta gestión requiere de talleres participativos de divulgación sobre las condiciones actuales del recurso hídrico en la zona, charlas informativas sobre la normativa hídrica y su aplicación, un sistema de información adecuado y oportuno, promoción de la aplicación de normas de calidad y eficiencia en las empresas (ISOS), que ayude a la formación de comités de control y uso del recurso hídrico en el distrito. Además, sería el espacio ideal para la estructuración y coordinación de las diferentes alianzas estratégicas propuestas en el estudio.

Una vez que la comunidad cuente con esta información y formación, se pretende que las organizaciones existentes en el distrito sean legitimadas de manera que se cuente con líderes capacitados para negociar y proponer al gobierno local mejoras en el uso del recurso. Al mismo tiempo, esto contribuye a una mejor y mayor organización de los productores, para que puedan en conjunto acceder a recursos económicos que hasta ahora

no están a su alcance individualmente y, además, contribuye al acceso de éstos a nuevos mercados.

El siguiente paso en el plan de gestión del recurso hídrico es la capacitación tecnológica (ecoeficiencia) que contribuya a ampliar las opciones que hasta ahora se tienen para hacer un mejor uso del agua. En este sentido se busca que el sector productivo presente en La Guácima, utilice nuevas técnicas e instrumentos que sean más eficientes en el uso del agua en los diversos procesos. Se espera que las mejoras tecnológicas permitan aumentar el valor agregado de los bienes y servicios producidos en el distrito y contar posteriormente, con los recursos financieros necesarios para invertir en la protección del agua.

Con estas condiciones dadas, las alianzas que en este estudio se han propuesto y los cambios de comportamiento hacia el recurso hídrico, se buscan modificaciones en los sistemas de riego, tales que permitan un uso más eficiente del agua y que cubra a una mayor cantidad de personas. Así, se pueden hacer inversiones en purificación del agua y uso de agua de pozo.

Estos procesos de aprendizaje, formación, inversión y organización forman parte integral del plan de gestión del recurso hídrico, pero a la vez constituyen condiciones necesarias para que se elabore y ejecute. Se propician así espacios permanentes de discusión para que el plan sea participativo y evaluado. Es necesario que este plan se coordine con el plan de ordenamiento territorial, que en este momento se elabora en la Municipalidad de Alajuela.

Todos estos procesos conducirían al distrito hacia la concreción de una gestión integral de su recurso hídrico, el cual debe ser dinámico y estar inmerso en la relación entre el agua y la comunidad de La Guácima.

## Conclusiones

Las opiniones de los participantes contribuyeron a la identificación del conjunto de políticas necesarias para reformar, reformular y diseñar leyes y un posible plan de manejo integral del recurso hídrico, que conduzca a un desarrollo sustentable del distrito.

Se ha podido alcanzar un consenso sobre la importancia que se debe atribuir a la multitud de criterios económicos, sociales y ecológicos derivados de la implementación de las diversas propuestas, con el fin de recoger los valores de todos los agentes implicados y de la población local, así como

promover la discusión y el intercambio de opiniones y puntos de vista entre éstos, al concretar un plan de solución, en el cual cada actor prioriza sus necesidades realizando su propia evaluación, teniendo en cuenta un conjunto más amplio de criterios que únicamente el propio.

El objetivo de este análisis no ha sido emitir una descripción precisa del comportamiento de cada institución o agente, sino sistematizar sus afinidades para las actuaciones y así entender las relaciones que se podrían establecer entre las partes involucradas, para concretar las alternativas escogidas. Con ello se ha obtenido una solución de compromiso.

Se resalta un contraste entre el reconocimiento que el país ha tenido en materia ambiental por sus esfuerzos en protección ambiental y de desarrollo sostenible, y la puesta en práctica de estas medidas que reconoce la comunidad, ya que han sido de un pobre desempeño, porque no se ha logrado que los productores puedan acceder a nuevas tecnologías, que mejoren sus niveles productivos y que puedan ser innovadores, limitando su información para determinar el mejor uso alternativo del recurso hídrico en la zona.

Estos resultados implican evaluar las consecuencias socioambientales de las políticas del pasado y el presente y, dar preferencia a aquellos instrumentos de política que proveen beneficios ambientales y que, a la vez, proveen alternativas de producción que conducen a un mejor nivel de bienestar. Las decisiones hacia un verdadero desarrollo sostenible deben establecerse con un mejor análisis de la situación de la producción y el consumo, integrando todos los aspectos involucrados entre las partes; es decir, entendiendo los efectos directos e indirectos que se puedan provocar por la influencia de factores exógenos y endógenos al sistema de producción, que siempre envuelven aspectos subjetivos de índole personal.

La metodología del AMC puede considerarse novedosa por la aplicación de diferentes métodos de investigación social (análisis institucional, entrevistas, talleres de consulta y encuestas), que se usan para obtener la información requerida directamente de la comunidad. A la vez estos resultados son trasladados a la comunidad para ser utilizados como *input* en procesos reales de deliberación y toma de decisiones, esto es, “desde la gente, con la gente y para la gente”.

El diseño metodológico ha permitido identificar, por un lado, los diferentes actores involucrados, describiendo, al mismo tiempo, los problemas de gestión del recurso hídrico en La Guácima. Y por otro, delimitar los conflictos

sociales y mostrar diferentes posibilidades para su solución a través de compromisos, cooperación y diálogo entre las partes, dando oportunidad a que emergieran soluciones.

Se ha desarrollado una evaluación integral de la problemática de La Guácima, incorporando criterios consensuados, que brindan una priorización u ordenación final de alternativas, en la cual cada actor individualmente y como parte de una institución jerarquiza sus necesidades, realizando su propia evaluación y considerando, además de sus criterios, los valores de todos los agentes implicados.

El AMC y la evaluación de las alternativas basadas en éste no pueden resolver todos los conflictos presentes en el distrito, pero contribuyen al brindar una idea de la naturaleza de tales conflictos, al proporcionar información sistemática, en cuanto a opciones para lograr acuerdos políticos, en caso de que existan preferencias divergentes en los actores de una comunidad, haciendo transparentes las tensiones (*trade-offs*) en el interior de una compleja situación para los encargados de tomar las decisiones, como es el caso de La Guácima.

## Referencias bibliográficas

- Abt Associates Inc. 1998. *Plan de Manejo Integral para el Río Tárcoles*. BID.
- Acueductos y Alcantarillados (AyA). 1998. *Archivos del Laboratorio Nacional de Aguas*.
- Aguilera, F. y Alcántara, V. 1994. *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Barcelona: Icaria-Fuhem.
- Benavides, C. 1998. *Participación Comunitaria para el Mejoramiento de la Calidad de Vida, en las Vueltas Guácima, Alajuela*. Memoria Proyecto de Graduación presentada para optar por el grado de Licenciatura en Educación Ambiental.
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz. *Perfil: Plan de Mejoramiento de la Parte Alta de la Cuenca del Río Virilla (PLAMA-VIRILLA)*. San José, Costa Rica.
- \_\_\_\_\_. 2001. *Plan de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca del Río Virilla. Diagnóstico General: Parte Baja de la Cuenca del Río Virilla* (Segundo Avance de Investigación).
- Convenio Universidad para la Paz (UPAZ) y la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL). 1999. *Plan de Mejoramiento Ambiental de la Parte Baja de la Cuenca del Río Virilla*. Noviembre, San José, Costa Rica.
- Corral Quintana, S., Funtowicz, S. y Munda, G. 2000. *Planificación y gestión hídrica. Un ejemplo de Evaluación Multicriterial Participativa*. Documento de Trabajo. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).
- Daly, H. 1984. "Alternative Strategies for Integrating Economic and Ecology". In: A. M. Jansoon (ed.). *Integration of Economics and Ecology. An Outlook for the Eighties. Proceedings from the Wallenberg Symposia*. Stockholm: University of Stockholm Press.
- Fernández, L. F. y otros. 2000. *Sostenibilidad y desarrollo regional/rural*. Heredia, Costa Rica: EUNA. UNIR Costa Rica.
- Funtowicz, S. O., Munda, G. and Paruccini, M. 1990. "The Aggregation of Environmental Data Using Multicriteria Methods". In: *Environmetrics*, Vol. 1(4), pp. 353-368.

- \_\_\_\_\_ y Ravetz, J. R. 1991. "A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues". En: R. Costanza (ed.). *Ecological Economics*. New York, Columbia, pp. 137-152.
- Fürst, E. 1992. "Liberalización Comercial y Promoción de Exportaciones en Costa Rica (1985-1990). Limitaciones y Desafíos de la Política de Ajuste Estructural Reciente". *Serie Política Económica* N° 1. Maestría en Política Económica. Universidad Nacional. Costa Rica, junio.
- \_\_\_\_\_ (editor). 2002. *Costa Rica: cambio estructural en la economía y el ambiente, evaluación de múltiples criterios*. Heredia, Costa Rica. EFUNA.
- Georgescu-Rodén. 1994. "Qué puede enseñar a los economistas la termodinámica y la biología". En: Aguilera y Alcántara. *De la economía ambiental a la economía ecológica*.
- Hall, C. 1984. *Costa Rica: una interpretación geográfica con perspectiva histórica*. San José, Costa Rica: Editorial Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). 2001. *Revista Patrimonio y Futuro* N° 15. Oficina de Patrimonio Histórico y Tecnológico Gerencial ICELEC. Museo Histórico Tecnológico del Grupo ICE.
- Kapp, K. W. 1978. "El carácter de sistema abierto de la economía y sus implicaciones". K. Dopfer (ed.), *op. cit.*, pp. 126-146.
- Martín, N. y otros. 2000. *¿Baiquera, NO? DLA-FANIS. Evaluación Ambiental Integrada de Propuestas de Actuaciones de Desarrollo Socioeconómico y Ambiental en el Entorno del Parque Nacional de Aigüestortes y Estany de Sant Maurici (España)*. Reporte de investigación no publicado. Centro de Estudios Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.
- Martínez, A. y Roca, J. 2000. *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Fondo de Cultura Económica. México.
- Mejía, B. y otros. 2000. *Estado de Contaminación en la Cuenca 24, Virilla-Tárcoles*. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. San José.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1996. *Informe Nacional sobre Situación y Perspectiva de la Institucionalidad Público-Privada en la Agricultura*. Borrador de Discusión. Junio.

- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). 2001. "Índice de Desarrollo Social". *Serie de Estudios Especiales* N° 3.
- Mora, J. A. 1994. "Costa Rica: Políticas Agrícolas y Apertura Económica en los Años Noventas". *Serie Política Económica* N° 14. Maestría en Política Económica. Universidad Nacional. Costa Rica. Julio.
- Morales, C. E. y otros. 1999. *Gestión tecnológica y desarrollo rural*. Heredia, Costa Rica: EUNA. UNIR Costa Rica.
- Munda, G. 1995a. "Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment. Theory and Applications": In: *Ecological Economics* (Physica-Verlag, Heidelberg).
- \_\_\_\_\_. 1995b. "Qualitative Multicriteria Methods for Fuzzy Evaluation Problems". In: *European Journal of Operational Research* N° 82, pp. 79-97.
- \_\_\_\_\_, Nijkamp, P. and Rietveld, P. 1994. "Qualitative Multicriteria Evaluation for Environmental Management". In: *Ecological Economics*, pp. 97-112.
- Nijkamp, P., Rietveld, P. and H. Voogd. 1990. "Multi-Criteria Evaluation". In: *Physical Planning*, Amsterdam: North Holland.
- Norgaard, R. 1984. "Coevolutionary Development Potential". In: *Land Economics*, Vol. 60, N° 2, May, pp. 160-173.
- Obregón L., R. 1981. *De nuestra historia patria hechos militares y políticos*. Segunda edición. Alajuela, Costa Rica: Museo Histórico Cultural Juan Santamaría.
- Pearce, D. y Turner, R. 1995. *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Segunda edición. Madrid, España: Ediciones Celeste.
- Perrings, C. 1996. "Ecological Resilience in the Sustainability of Economics Development". In: Facheux/Pearce/Props (eds.), *op. cit.*, pp. 231-252.
- Picado S., F. (Alarmvogel). 1966. *Apuntes para la historia de la ciudad de Alajuela*. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Porras V., J. P. 2000. *Evaluación Hidrológica de Cuencas Urbanas. Caso de la Cuenca del Virilla, Costa Rica*. Proyectos del CIEDES. Universidad de Costa Rica (UCR).

- Programa de Manejo de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. 1998. Informe Final (ATN/JF-5622), Costa Rica.
- Proops, J. 1999. "Integration and Communication between Environmental Economics and Other Disciplines". In: Bergh, Jeroen (ed.).
- Proyecto Recuperación de la Cuenca del Río Segundo. 2000. Informe Final del Proyecto "Participación de las Comunidades de Barva y San Rafael en la Rehabilitación de la Parte Alta de la Cuenca del Río Segundo". Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Abril.
- Reynolds, J. 1997. *Evaluación de los Recursos Hídricos en Costa Rica: Disponibilidad y Utilización*. Centro Científico Tropical, San José - Centro Internacional en Política Económica para el Desarrollo Sostenible, Universidad Nacional, Heredia.
- Rodríguez, H. 1996. "Cálculo de la Recarga Promedio a los Acuíferos de Costa Rica usando Hidrogramas de Ríos". En: J. Reynolds, *op. cit.*, 1997.
- \_\_\_\_\_, Rosales, M. y otros. 1999. *Políticas agrícolas y cambio institucional para el desarrollo regional y rural*. Heredia, Costa Rica: EUNA. UNIR Costa Rica.
- Sánchez M., V. 2002. *El Papel de los Actores Sociales en la Gestión de una Microcuenca. El Caso de la Quebrada Salitral*. Universidad Nacional. Sin publicar.
- SENARA/BGS. 1987. *Continuación de las Investigaciones Hidrogeológicas en el Norte y Este del Valle Central, Costa Rica. Informe Final 1984-87*. Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento / British Geological Survey. San José.
- Solano M., J. E. 2001. *Evaluación del los Recursos Hídricos Subterráneos y el Agua Potable y el Saneamiento en la Subcuenca del Río Virilla: Elementos para una Innovación Sistémica Sostenible*. Tesis de Grado de Magíster. Posgrado en Política Económica para Centro América y el Caribe con Énfasis en Economía Ecológica y Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional.
- Van Hauwermeiren, S. 1999. *Manual de economía ecológica*. Capítulo N° 5. Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala – ILDIS – IEP- ÍTEM.
- Weller, J. 1993. "La Política Agraria en Costa Rica: Experiencias y Perspectivas". *Serie Política Económica* N° 9. Maestría en Política Económica. Universidad Nacional. Costa Rica. Setiembre.

# **Valoración ordinal económico-ecológica de escenarios de manejo de los recursos hídricos y naturales en las subcuencas del río Segundo y el río Ciruelas, cantón de Santa Bárbara, Heredia, Costa Rica**

*Marino Marozzi Rojas\**

---

\* Doctorando en Economía, con especialidad en Economía Financiera, Universidad de Alicante, Valencia, España; Maestría en Política Económica con especialidad en Economía Ecológica y Desarrollo Sostenible de la Universidad Nacional de Heredia (UNA) y Licenciado en Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica.

Profesor en temas de economía y ambiente de la UNA. Coordinador e investigador del Proyecto Economía y Gestión Ambiental en el Campo Agrícola e Industrial de la Escuela de Economía de la UNA.

Consultor en economía ambiental de la UICN, Centro Científico Tropical y el Centro Internacional en Política Económica de Desarrollo Sostenible de la UNA. Miembro de la Comisión Nacional de Minería.

Cuenta con publicaciones en temas como Deuda Ecológica, Valoración Económico-ecológica, Política Ambiental, Sostenibilidad, entre otros.



## Introducción

El presente trabajo es un análisis de la contaminación y gestión de los acuíferos de las subcuencas del río Ciruelas y el río Segundo, en particular del territorio de la Municipalidad de Santa Bárbara de Heredia.

Se aplicará la metodología de Análisis Múltiple Criterio (AMC), según el enfoque de la ciencia posnormal (CPN). El AMC evaluará las políticas alternativas actuales de degradación, correctivas y preventivas en planificación y gestión de acuíferos, con base en múltiples dimensiones (ecológica, económica y social), criterios e indicadores numéricos, ordinal, lingüísticos, etc., de acuerdo con la teoría de la lógica fuzzy.

Esta opción metodológica se debe a la complejidad (incertidumbre), dinámica (cambio y perturbación), múltiples escalas en espacio y tiempo y estructura y función del ecosistema acuífero, vinculada a otros sistemas socioeconómicos también complejos y dinámicos.

Se requiere una evaluación integrada, participativa y transparente, involucrada –comunidades, productores, funcionarios técnicos y expertos–, para una planificación territorial de ecosistemas y sistemas socioeconómicos interdependientes y una gestión ecológica sustentable, social, equitativa y económica prudente de los acuíferos, con base en percepciones y valuaciones de preferencias, aceptación y toma de decisiones sociales.

Con la información cogenerada, se aplica el software NAIADE<sup>1</sup> y el método telaraña, para priorizar y ordenar alternativas y formar coaliciones de grupos sociales con intereses afines o en conflicto, según la matriz de equidad y la matriz de impacto. Lo anterior con el fin de obtener POLÍTICAS de ecoeficiencia del recurso hídrico de las microcuencas objeto de estudio y el caso particular de la Municipalidad de Santa Bárbara de Heredia.

## Marco teórico

### Ciencia posnormal

La ciencia posnormal opera en un sistema de complejidad emergente con incertidumbre epistemológica (en cuanto al conocimiento y la determinación), es un caso sujeto a una perspectiva distinta a los enfoques con-

---

1 Novel approach to imprecise assessment and decision environment, Version 2.0 1997, Universidad ISPRA, Italia.

vencionales, ya que representan realidades, tendencias y retos a distintas escalas de espacio y tiempo (presenta hechos y eventos indeterminados, poco predecibles, con conflictos de intereses y la necesidad urgente de decisiones colectivas negociadas).

Entre los rasgos de la ciencia posnormal están:

- Presencia de alternativas y criterios que conllevan distintas informaciones imprecisas, inciertas, incomparables, inconmensurables, impredecibles, y altamente influidas por intereses sociales conflictivos (pero sin haberlos hecho éstos transparentes a favor de una negociación en condiciones de equidad).
- Racionalidad de procedimiento (la que da importancia al proceso, no al resultado) en lugar de la racionalidad sustantiva (pegada a un resultado normalmente monocriterial).
- Los analistas y analizados forman parte del mismo problema y se enfrentan a éste como portadores de intereses legítimos en el sentido de ser ciudadanos dispuestos a un diálogo-consulta: “con y para la gente”<sup>2</sup>.

Como bien sabemos, el manejo ambiental es, básicamente, un análisis de conflictos, caracterizado por juicios de valor técnicos, socioeconómicos, ambientales y políticos. Por lo tanto, dentro de un proceso de planeamiento ambiental es muy difícil llegar a soluciones claras y concretas. Esto implica que ese multifacético proceso de planeamiento se caracterizará siempre por la búsqueda de soluciones negociadas aceptadas (Solano, 2002).

## **Evaluación Ambiental Integrada**

La Evaluación Ambiental Integrada (EAI) provee un marco conceptual y analítico para sintetizar distintas dimensiones del mismo problema y facilitar su resolución; interconectando el dominio ecológico con las facetas económicas, sociales y político-institucionales del mismo problema ambiental (aquí del agua). La EAI apunta hacia perspectivas de una resolución bajo la lógica de un procedimiento gradual, a partir del enfrentamiento simultáneo de las múltiples dimensiones e intereses señalados, además parte del hecho de que los criterios correspondientes a distintos objetivos no son conmensurables, es decir, no pueden reducirse a un solo valor numérico. Son rangos, son difusos (fuzzy).

---

2 Edgar Fürst W. *Curso Taller de capacitación. Ciencia Posnormal, Evaluación Ambiental Integrada y Análisis Multicriterio*. Funda UNA, noviembre 2001.

## Análisis Múltiple Criterio

En cuanto al Análisis Múltiple Criterio (AMC), se entiende como el examen y la evaluación de un tema de una manera multidimensional, utilizando un conjunto de diversos indicadores, los cuales pueden emitir señales contradictorias de la sostenibilidad ecológica y económica de un país<sup>3</sup>. En términos generales, un modelo de criterios múltiples presenta los siguientes aspectos:

1. No hay una solución que optimice todos los criterios al mismo tiempo; en consecuencia, quienes toman las decisiones deben buscar soluciones de compromiso.
2. Las relaciones de preferencia e indiferencia no bastan en este enfoque, dado que cuando una acción resulta mejor que otra para ciertos criterios, suele ser peor para otros; de modo que numerosas parejas de acciones son incomparables con respecto a una relación de dominación.

El AMC tiene como principal ventaja que puede considerar una gran cantidad de datos, relaciones y objetivos (con frecuencia en conflicto) que por lo general están presentes en un problema de decisión específica del mundo real, de modo que ese problema de decisión concreto puede analizarse desde múltiples perspectivas<sup>4</sup>. La principal desventaja es que una acción A puede ser más adecuada que una acción B, conforme a cierto criterio y peor según otro. Resulta muy difícil una axiomatización completa de una teoría de decisión de criterios múltiples.

Idealmente, la información que se posea debe ser precisa, cierta, exhaustiva e inequívoca, pero existe incertidumbre en cuanto a la veracidad de esta información, y en la práctica hay que utilizar con frecuencia información carente de tales condiciones, por lo que hay que enfrentar la incertidumbre de índole estocástica o indistinta<sup>5</sup> (fuzzy).

En este caso de estudio se ha escogido la aplicación de dos técnicas: el método NAIADE y la valoración telaraña. El primero se escogió basándose en que ha sido desarrollado en varios estudios para la EAI, el cual es uno de los principales enfoques de esta investigación.

---

3 F. Falconi. *Caso de Análisis macroeconómico de la economía ecuatoriana*.

4 G. Munda. *La Evaluación de Criterios Múltiples en el marco de la economía ecológica*.

5 Incertidumbre estocástica: cuando es imposible establecer con exactitud el estado futuro del problema al que se está enfrentando.

## El método NAIADE

Es un software diseñado para el AMC por Munda (1995) y significa “Enfoque Novedoso de Evaluación y Decisión sobre Ambientes Imprecisos”, es una técnica operativa-cuantitativa-cualitativa (basada en matemática difusa) para la evaluación integrada de los valores (numéricos, ordinales, lingüísticos, preferencial-verbal) que serán identificados y sistematizados a lo largo de la investigación científica en la matriz criterio-alternativa.

El NAIADE tiene la capacidad de *comparar (parcialmente) y ordenar* valores de distinto origen (*criterios ecológicos, económicos, etc.*) y expresión (*discreta-numérica hasta difusa-lingüística*), manteniendo una visión socioecológica al respetar las múltiples percepciones y calificaciones de las *distintas personas y grupos consultados* para activamente pronunciarse sobre la mejor alternativa desde diversos criterios.

El NAIADE proporciona la siguiente información:

- Clasifica las alternativas de acuerdo con un conjunto de criterios de evaluación (ejemplo, soluciones y compromiso).
- Proporciona indicios sobre la distancia de las posiciones de los diferentes grupos de interés (ejemplo, posibilidades de convergencia de intereses o formación de coaliciones).
- Sitúa las alternativas de acuerdo con los impactos o preferencias de los actores.

Este software permite dos tipos de evaluaciones. La primera está basada en la calificación de valores asignados al criterio de cada alternativa y se lleva a cabo utilizando una *matriz de impacto* (alternativas vs. criterios). La segunda analiza el conflicto entre los diferentes intereses de los grupos y la posible formación de coaliciones de acuerdo con las alternativas propuestas (*matriz de equidad*: evaluación lingüística de alternativas para cada grupo).

### Matriz de impacto

El punto de inicio es la creación de una matriz de alternativas/criterios. Primero hay que colocar los valores asociados a cada criterio de acuerdo con cada alternativa. Se puede asignar un valor en forma de un número puro (un número preciso expresado en una unidad corriente), o dar una cantidad definida afectada por diferentes niveles y tipos de incertidumbre. En el caso de incertidumbre fuzzy, debe definirse la función asociada al número fuzzy. En el caso de incertidumbre estocástica hay que escoger la función de densidad de probabilidad. Por

último, es posible dar una evaluación cualitativa expresada por variables lingüísticas predefinidas, tales como: buena, moderada, muy mala, entre otras. Las variables lingüísticas son tratadas como fuzzy.

El NAIADE permite el uso de todo este tipo de información consistente para cada alternativa/criterio, no es posible asignar diferentes tipos al mismo criterio para distintas alternativas (todas las alternativas deberán ser evaluadas por el mismo criterio y los tipos de criterio deben ser idénticos para todas las alternativas).

### **Análisis de equidad**

Inicia con la creación de una matriz de equidad, la cual da una indicación lingüística de los grupos de interés juzgando por cada alternativa. La distancia semántica es también utilizada en el caso de calcular índices similares entre los grupos de interés. Se lleva a cabo por la complementación de la *matriz de equidad* para la cual se calcula una *matriz similar*. Por medio de una reducción matemática de algoritmo, es posible construir un dendograma de coaliciones, las cuales muestran una posible formación de coalición y el nivel de conflicto entre los grupos de interés.

### **La valoración telaraña**

Una versión específica del AMC es el llamado modelo telaraña (MT). Éste se caracteriza por la visualización operativa de las calificaciones emitidas de parte de las personas consultadas en los ejes de una figura gráfica que integra, en un conjunto (en forma parecida de una telaraña) las distintas evaluaciones ordinales referentes a los criterios de todas las variables que entraron en el modelo como portadores de las características centrales de las dimensiones captadas por todos los escenarios del modelo.

El AMC en la forma del MT es un método para identificar, clasificar y analizar distintos escenarios por medio de criterios explícitamente formulados y evaluados a través de las posiciones ordinales en los ejes de la telaraña. Tiene la ventaja de que los criterios de evaluación individual no tienen que ser medidos por unidad cuantitativa sino pueden ser cualitativos y ordenados de acuerdo con el juicio de las personas consultadas.

El MT es metodológicamente idóneo para capturar en una primera fase exploratoria de evaluación integrada, las múltiples facetas mayormente cualitativas de la gestión de recurso hídrico en cuencas en Costa Rica. El MT es una versión reducida del AMC.

Comparte con el AMC (enfoque Munda) la propiedad “comparabilidad débil”, es decir, parte de una conflictividad de intereses/objetivos irreducible a un solo valor común para constituir el criterio de decisión único, permitiendo entonces evaluaciones no numéricas y no monetarias (expresiones lingüísticas).

Se diferencia del AMC en dos aspectos:

1. Admisión explícita de la conmensurabilidad débil de las medidas ordinales comunes para todos los criterios de evaluación.
2. Mayor predominancia del analista-científico, el cual predetermina las variables para considerar la expresión de criterio y los escenarios.

Las aplicaciones del modelo telaraña son las siguientes:

- Ámbito económico.
- Ámbito social.
- Ámbito ecológico.

Los escenarios a construir a través del procedimiento del MT pueden ser de distinto enfoque, carácter y tipo:

- Enfoque Americano (selección de una estrategia contextualizada de “least regret”) versus enfoque francés (construcción de una imagen comprensiva del futuro de índole visionaria, incluyendo la trayectoria del presente hasta allá, sin pretender con ello exactitud y realismo completos). El enfoque francés es el que más se usa aquí.
- Escenario de cuestión única (ejemplo, impacto tecnológico) versus enfoque de paquete compuesto (incluyendo el contexto de preferencias y expectativas, expresadas por opiniones de las personas consultadas, con respecto a la conducta del sistema bajo evaluación).
- Escenario orientado al potencial de distintas opciones referentes a una cuestión unidimensional.
- Escenarios descriptivos (basados en conocimiento factual y expectativas pegadas a la tendencia de pasado y presente) versus escenarios normativos (construidos como situaciones deseadas a partir de juicios y normas subjetivas, pero informados, por parte de los investigadores o de las personas consultadas, expertos o gentes corrientes con distinto compromiso de interés social). Los escenarios normativos son los que usamos porque nosotros hacemos descripciones.
- Escenarios de proyección (*forecasting*), caracterizados por una imagen conservadora del futuro, apegados de forma mayoritariamente cuantitativa, descriptiva

y lineal, a la tendencia actual, versus escenario de retrospección (*backcasting*), a su vez caracterizado por una construcción de futuro en tres pasos:

- a) Generar una imagen cualitativa deseable sin tomar en cuenta, de forma estricta, las tendencias actuales, sino con un rasgo de fin abierto.
- b) Construir el sendero (política) idóneo para alcanzar la imagen con base en la identificación de medidas políticas, llevadas del año de referencia actual hasta el año de referencia futura.
- c) Validación de los escenarios del presente y del futuro.

El MT es un instrumento de evaluación integral para analizar y comparar los distintos escenarios por medio de criterios explícitos<sup>6</sup>.

## Diagnóstico

El presente diagnóstico representa la etapa inicial de este proceso, al integrar un cierto número de variables que afectan el recurso hídrico y, por ende, la situación ambiental de las subcuencas del río Ciruelas y el río Segundo. Tiene por objetivo caracterizar y cuantificar los principales problemas que afectan negativamente a las subcuencas, para definir las áreas críticas que requieren atención prioritaria. Además, debe servir de base para la elaboración de alternativas de solución, como parte de la siguiente fase de ejecución del AMC.

## Recursos hídricos en Costa Rica

La naturaleza físico-geográfica de Costa Rica hace que el país esté dividido en un sinnúmero de cuencas, subcuencas y microcuencas hidrográficas. El deterioro de las cuencas hidrográficas y la erosión de los suelos hacen visualizar una situación difícil de abastecimiento de las necesidades alimenticias, dotación de agua de la población y las actividades económicas crecientes, ya que hay una correlación existente entre la cuenca hidrográfica y las actividades que la gente desarrolla en ella, presentándose así un conflicto por el uso del recurso, debido a que dos o más usuarios requieren del agua para solventar sus necesidades específicas, mientras que el recurso se encuentra en cantidades insuficientes y en algunos casos contaminado, para satisfacer sus demandas. Por lo tanto, el área de recarga acuífera es la parte de terreno donde la gente interviene en la cuenca, deforestando,

---

<sup>6</sup> E. Fürst. *El análisis del ajuste estructural en Costa Rica*.

quemando, laboreando el suelo, realizando sus actividades pecuarias, agrícolas, industriales, de agroindustria, caminos, entre otras.

En los últimos años el crecimiento demográfico, la industrialización, el proceso de urbanización y el desarrollo agropecuario intensivo han ido creciendo rápidamente y con ello la demanda de servicios hídricos, provocando una presión sobre los recursos naturales. Las dificultades en la aplicación de una política de ordenamiento y aprovechamiento racional del agua se evidencian también ante el aumento de los problemas de degradación del recurso hídrico, como son las siguientes:

- La disposición de desechos sólidos, industriales y de aguas negras sin tratamiento en los ríos, como es el caso de la destrucción de la cuenca del río Grande de Tárcoles, a la cual pertenecen las subcuencas del río Segundo y el río Ciruelas, que afecta también la riqueza pesquera, natural y escénica del Golfo de Nicoya.
- La sedimentación de los embalses y modificación en la intensidad de los caudales provocados por la deforestación.
- La disminución del volumen y contaminación de los acuíferos, así como la salinización de aguas y contaminación de las aguas subterráneas en las ciudades costeras.
- La estacionalidad de las lluvias que provoca escasez de agua en ciertas áreas del país y se agrava por problemas como el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS).

Una de las mayores debilidades del país es el tratamiento y disposición de aguas residuales, especialmente en la época de verano, cuando los ríos pierden la capacidad de dilución y se evidencia aún más la contaminación proveniente de los colectores de aguas negras de las ciudades y de los procesos industriales. Corresponde al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) dirigir y establecer acciones de planeamiento, financiamiento y administración de estas actividades.

La política nacional, en el campo de los recursos hídricos, es dirigida a la planificación del uso del agua para el desarrollo nacional, fundamentalmente por medio del establecimiento de un Plan Nacional de Ordenamiento del Recurso Hídrico y el fortalecimiento de la Dirección Nacional de Aguas, en el MINAE. Otros frentes de acción lo constituyen el Plan de Ordenamiento para el Uso Racional de las Aguas Marinas y Protección de Ecosistemas Marinos, así como los esfuerzos que deben ser emprendidos en el área de valoración económica del recurso, para incorporar los costos

ambientales de producción del agua y la internalización de los efectos de degradación producidos por el uso.

### **Aspectos geofísicos y naturales**

La elevada renta diferencial natural de estos acuíferos (1,52 km<sup>3</sup>/año y 51% del consumo nacional) es el resultado de un ciclo hidrológico abundante, producto de una precipitación promedio de 2.500 mm/año. El clima en la región presenta grandes diferencias, debido a variaciones de altitud que van desde 0 hasta 2.900 msnm. La temperatura promedio anual asciende desde el nivel del mar, con un promedio de 27,5° C, hasta los macizos del Poás y Barva, donde alcanza valores de 15° C, con una importante zona intermedia de 20 a 25° C, donde vive la mayor parte de la población. La humedad relativa promedio anual varía de 70 a 90%.

La geología de las cuencas es muy variada, con materiales volcánico-sedimentarios e intrusivos, producto de procesos geológicos. Su estructura geomorfológica está conformada por una vasta depresión que abarca todo el Valle Central Occidental donde se encuentran las subcuencas de los ríos Virilla y el Grande. En esta área se evidencia la existencia de fuentes termominerales, así como de vulcanismo. Los suelos en esta región son derivados de cenizas volcánicas, siendo estos tipos de suelo de gran fertilidad.

Las aguas superficiales presentan altos niveles de contaminación, debido a las aguas residuales de los vertidos domésticos, industriales y agroindustriales; a las actividades agrícolas y pecuarias; a la escorrentía urbana; y a la descomposición de desechos sólidos en botaderos clandestinos o su disposición directa en las aguas superficiales.

### **Subcuenca del río Segundo**

La subcuenca del río Segundo tiene un área de 71 km<sup>2</sup>, de los cuales el 92% pertenece a la provincia de Heredia, específicamente a los cantones de San Rafael, Barva, Santa Bárbara, Flores y Belén. El 8% restante corresponde a la provincia de Alajuela, abarcando los distritos de La Guácima, San Rafael de Ojo de Agua y río Segundo.

En la zona más alta de la subcuenca (2.800-1.400 msnm) se ubican los bosques y pastizales. Los suelos son principalmente de origen volcánico, oscuros y profundos, con buenos contenidos de materia orgánica y bajo contenido de bases. Descendiendo, siempre en esta parte superior, el uso

del suelo es muy variado: café, hortalizas, flores, forestales, granjas avícolas y porcinos.

En la sección media de la subcuenca (1.400-1.000 msnm) predominan los andisoles, profundos y fértiles, cultivados de café, y en un segundo plano hortalizas y pastos. Esta zona está siendo sometida a una creciente urbanización de sus tierras.

La sección inferior de la subcuenca (600-100 m) presenta tres tipos de suelos: latosoles, litosoles y grumosoles, los cuales son utilizados en la producción hortícola, actividades industriales y urbanismo.

El río Segundo hace su recorrido sobre una serie de materiales volcánicos tales como lavas, tobas y piroclastos, los cuales poseen ciertas características geológicas que hacen de la subcuenca una importante área de recarga acuífera. El sector inferior reúne condiciones geológicas que permiten la concentración y explotación actual de pozos; de ahí la importancia de realizar un uso y manejo adecuados del suelo<sup>7</sup>.

### Subcuenca río Ciruelas

Esta subcuenca se ubica entre las coordenadas geográficas 9° 51' 20" y 10° 08' 06" latitud norte, y 84° 06' 05" y 84° 18' 42" longitud oeste, así como entre las coordenadas planas 211-236-502-526 de las hojas topográficas Abra, Barva y Río Grande, escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional, segunda edición 1979.

El río Ciruelas nace en las inmediaciones del cono del volcán Barva a una elevación de 2.800 msnm, al norte de la ciudad de Heredia, sigue una orientación noreste-sureste y vierte sus aguas en el cauce del río Virilla a una elevación de 460 msnm, recorriendo aproximadamente 40,5 kilómetros.

La subcuenca tiene un área aproximada de 85,6 km<sup>2</sup> y un perímetro de 72,5 kilómetros. Los afluentes principales son quebrada Honda, río Pacayas, río Guararí, río Cachazas y quebrada Barros.

Geológicamente, los materiales que constituyen el área son de naturaleza volcánica (tobas, lavas y piroclastos). El material de basamento proviene de los períodos eruptivos de los volcanes Poás y Barva.

---

7 Hernández y Barrantes. "Agricultura Ecológica en la Cuenca del río Segundo". *Revista Imágenes*. N° 4, UNA, 1995.

El clima de la subcuenca del río Ciruelas se caracteriza como tropical húmedo alternado. Presenta una estación seca y otra lluviosa. El mes de abril es de transición del período seco al lluvioso, mientras que noviembre es a la inversa. La época seca se extiende a lo largo de cinco meses (desde diciembre hasta abril).

La época húmeda presenta una precipitación promedio anual en el ámbito de los 1.800 a 2.800 mm, distribuida a lo largo de siete meses (de mayo a noviembre) con valores máximos en junio, julio, agosto, setiembre y octubre. Hay una brecha o disminución relativa de la precipitación conocida como veranillo, que se da generalmente en los meses de julio y agosto (Instituto Geográfico Nacional, 1981: 20-23).

Predominan los vientos del este y del noreste, los cuales soplan con más fuerza durante la estación seca, muy rara vez su velocidad sobrepasa los 20 km/h, siendo poco frecuentes las ráfagas y los tornados en esta área. El viento que sopla más fuertemente se da en los meses de diciembre, enero, febrero y abril, este es el viento que provoca la ausencia de precipitaciones y consecuente definición de las estaciones<sup>8</sup>.

El uso que se le da al suelo de la cuenca es variado, la siguiente tabla nos muestra algunos de los usos del suelo a inicios de los noventa.

La tendencia del uso dominante de la cuenca del río Ciruelas a inicios de los años noventa ha sido la agricultura, principalmente de café y caña de azúcar, y la urbanización, unido a otros usos asociados como lo son el bosque natural, plantación ornamental, entre otros. La tendencia del uso de la cuenca se encamina hacia la actividad urbana, donde algunos sembradíos de café ya han sido desplazados, lo cual es preocupante, ya que podría aumentar el grado de contaminación generado por el crecimiento urbano.

En la actualidad el crecimiento urbano se ha generado en forma de residenciales de lujo, de precarios, además de un aumento de la producción avícola, plantaciones ornamentales, sembradíos de tomate, chile y construcciones de énfasis turístico que compiten por el uso del agua.

En cuanto a la contaminación de ambas subcuencas se refiere, una de las principales fuentes es por la descarga de aguas negras y residuos de

---

8 Hernández, Rodríguez y Villalobos. "Estudio geográfico de la contaminación de las aguas del río Ciruelas, Heredia-Alajuela. Costa Rica". *Revista Geográfica de Centroamérica*. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA. Heredia, C.R., 1991. Editorial UNA.

plaguicidas que van a dar a la correntada del río, generando un grado de polución muy alto. Este deterioro es explicable, además por las actividades industriales y de otros tipos que son minoritarias si las comparamos con los usos domésticos del suelo, que se desarrollan en las márgenes del río. La falta de conciencia de los pobladores sobre la contaminación generada se nota porque en algunos casos no se conforman con la descarga de aguas negras, sino que depositan basura que es lanzada al cauce en bolsas plásticas, lo que puede ilustrarnos la concepción que tienen algunos de estos sectores poblacionales sobre la importancia de la conservación de una cuenca hidrográfica. Sin embargo, no todo es tan malo, ya que existen algunas pocas personas que son conscientes de esta situación y han ido tratando de desarrollar acciones encaminadas a la conservación, por ejemplo, algunas fincas que se encuentran cerca del cauce preservan la flora originaria del lugar y como recompensa o costo de oportunidad de esto reciben un incentivo por parte de los organismos encargados para proteger las cuencas.

### **Recursos naturales**

La calidad bacteriológica de la mayoría de los cuerpos receptores en las cuencas es mala. Se encuentran concentraciones de coliformes fecales por encima de 107 (NMP/100 ml). Estos niveles de contaminación son excesivos si consideramos que las normas internacionales para coliformes fecales son de 200 NMP/100 ml y 1.000 NMP/100 ml. Los niveles de oxígeno disuelto son también muy bajos, por debajo de 4,0 mg/l, que se considera como mínimo nivel para proteger la vida acuática.

La contaminación de los sistemas de abastecimiento de agua potable ha crecido en los últimos años. En particular, se han reportado pozos con mala calidad bacteriológica del agua, cuya suma de caudales equivale a un 15% del total de suministro de agua potable. Un 20% del suministro de agua proveniente de manantiales y ríos también presenta mala calidad bacteriológica. Adicionalmente, cerca del 5% de las fuentes no cumple con las normas de potabilidad para parámetros físico-químicos. En resumen, casi un 40% de las fuentes de agua no cumple con las normas de potabilidad, debido a la contaminación urbana.

Los acuíferos de la margen izquierda del río Virilla están contaminados al menos con cloruros por encima de la norma de potabilidad (500 ppm). Y los acuíferos de la margen derecha superficiales contienen nitratos cancerígenos del nitrógeno del café y lixiviados de tanques sépticos, cercanos

a la norma establecida (5 a 6 mg/L) y se han encontrado muestras de pesticidas del mismo café y otros cultivos. Sus niveles freáticos han caído por deforestación, compactación del suelo por la ganadería e impermeabilización del suelo por infraestructura urbana e industrial, con una tasa de recarga natural menor que la tasa de extracción por sobreexplotación. Los acuíferos se han degradado con nitratos y pesticidas, esto podría ser irreversible en lo ecológico y social (salud), con repercusiones en la presente y futuras generaciones.

La región tiene un complejo deterioro ambiental como: deforestación masiva, reducción significativa de la biodiversidad, erosión de suelos, deterioro de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas. Las cuencas presentan casi una cuarta parte de su territorio en distintas formas de sobreuso (ganadería) de la tierra, que causan degradación de este recurso. Los suelos se han agotado también por la agricultura y plantaciones.

### **Estado socioeconómico**

La población de estas cuencas es de 266.921 habitantes, aproximadamente 6,67% respecto del total nacional. A julio de 2002, alrededor de un 69,62% de la población de la región era urbana y de este porcentaje, el 52% eran mujeres. La población rural (30%) estaba compuesta por 50% de mujeres y 50% de hombres.

La región tiene una combinación de urbano-rural, donde se contraponen un desarrollo urbanístico creciente de residenciales de lujo, con un aumento considerable de precarios. El complejo metabolismo urbano-industrial-comercial aumenta flujos de entrada de materiales y energía con explotación intensa de recursos como el agua y salida de residuos con su contaminación. Este proceso depende e impacta el entorno territorial con diferente amplitud: en lo inmediato difunde lo urbano; hacia la periferia, ocupa el espacio con vertederos, usos agrícolas, segundas residencias y usos recreativos; hacia zonas muy distantes, convierte ríos en embalses y canales y hay cambio global atmosférico, que afecta el estado del clima, agua y suelo (sus usos).

La mayoría de los habitantes se ubican en el rango de 20 a 29, y de 1 a 10 años, representando cada uno un 18%, respectivamente. Otro porcentaje importante (16%) es el rango de jóvenes maduros de 30 a 39 años. La zona mantiene una población económicamente activa muy elevada y además es

un indicador de su potencial crecimiento tanto en términos demográficos como socioeconómicos.

La fuerza de trabajo de la región es de 207.098 personas, que representan alrededor de un 7,3% del total nacional. Esto resulta en una tasa de ocupación del 49%, ligeramente superior a la tasa nacional del 45,1%. El 51% de la población económicamente activa (PEA) restante se distribuye en un 23% y son amas de casa, un 17% son estudiantes y sólo un 2% se encuentra sin empleo, que representa la población económicamente inactiva.

Existe una desvinculación entre la enseñanza media y el mercado laboral, especialmente en campos como la creación de empleos técnicos calificados (Mora, 2000). El desempleo es un problema relativo en la zona, pero se considera una situación estable, el 14% de la PEA que trabaja tiene una ocupación no calificada.

El sector comercial ha ganado importancia en la zona, aproximadamente un 7% de la población son dueños de establecimientos comerciales. Asimismo, un 17% se ocupa en actividades de profesionales medios y técnicos, y otra parte se dedica a actividades profesionales y científicas. Otra fuente de empleo son las actividades agropecuarias.

El 37% de la población se dedica a la industria manufacturera, seguida del sector servicios (comercio y reparación) con un 29% y un 20% desarrolla otros servicios (transporte, comunicación y construcción). Una gran parte de las industrias son agroindustriales. Por otra parte, la actividad turística ha ganado terreno en la zona, con la construcción de hoteles, restaurantes y arrendamientos, pero esta actividad ha causado deforestación.

La mayoría de su población vive bien, por sobre la línea de pobreza, y tiene acceso a una amplia gama de servicios (agua potable, electricidad, centros de salud y de educación). Más del 30% tiene un ingreso entre menos de ¢30.000 y ¢70.000 y sólo un 10% de las familias superan los ¢250.000. Un 21% se ubica entre los ¢80.000 y ¢100.000. Pero un 38% se concentra en el rango de ¢100.000 y ¢250.000. Además, el 70,7% de la población tiene casa propia, el 70% mantiene una vivienda en buen estado, el 95% tiene acueducto, el 94% tiene alcantarillas y tanques sépticos.

### **Estructura productiva actual**

El patrón de producción nacional se basa en las actividades productivas generadas por los sectores agropecuario, industrial y servicios, cuya base

de producción son generalmente los recursos naturales, al igual que sucede con el sector energético que genera electricidad con base en el recurso agua; asimismo, el valor agregado por las actividades manufactureras es de más de la mitad en ramas como el procesamiento de alimentos y los productos de madera que utilizan los recursos naturales como materias primas.

El uso inadecuado de los recursos naturales está determinado, en gran parte, por el poco valor que los usuarios les dan, en razón de los precios subsidiados a los cuales se adquieren para ser utilizados en los procesos de producción de bienes y servicios. Lo anterior, porque el sistema de precios actual no logra determinar, con eficiencia, el precio de este tipo de recursos, generando valores subestimados que no guardan relación con su escasez.

La producción comercial de los agricultores de las microcuencas excede al cultivo de subsistencia, algunos combinan su actividad siendo trabajadores agrícolas en fincas más grandes, en la época lluviosa. El productor combina la agricultura con la ganadería, ésta proporciona subsistencia y una fuente periódica de ingresos.

Con un nivel tecnológico altamente intensivo en el uso de agroquímicos y funguicidas los campesinos producen cultivos de exportación (caña de azúcar, café y plantas ornamentales) y alimentos para el mercado interno, como son la cebolla y otras hortalizas, así como leche. El pequeño campesino depende de las fincas grandes para el procesamiento de muchas de sus cosechas. Los productores carecen del capital para instalar plantas agroindustriales, por lo que tienen que vender su producción a éstas o a intermediarios, quienes proveen pagos adelantados sobre sus cosechas (Cooperativa Victoria).

En los últimos años ha aumentado la actividad porcina y avícola. La actividad avícola pasa por un momento de auge en el lugar, en la última década, ha sido impulsada por la corporación PIPASA y Pollos Tío Pepe. Los productores avícolas se quejan de que se están convirtiendo en empleados de la corporación, ésta les brinda los insumos, lo cual implica que los productores no puedan vender su producción a otros ni ajustar sus precios. Los avicultores han mejorado sus condiciones económicas, pero no mejoran su manejo de desechos, para evitar la contaminación que producen. La mayoría de productores porcinos son productores domésticos de subsistencia, ellos tampoco cuentan con la tecnología necesaria para el manejo de sus desechos.

Las barreras más notables enfrentadas por los productores en la zona, para mejorar sus condiciones productivas, son la falta de asistencia técnica y particularmente financiamiento. Otra barrera que enfrentan es su temor de organizarse en cooperativas o asociaciones, que les permitan maniobrar en el mercado y limitan sus posibilidades de participar en programas de reconversión productiva y otros del MAG y de PIMA-CENADA, para obtener financiamiento.

Esta región genera el 55% de la producción de la Gran Área Metropolitana (GAM), produce el 5% de la caña de azúcar de exportación de la Cooperativa Azúcar Victoria y recientemente se ha desarrollado el cultivo de piña y helechos para exportación, en especial en San Rafael y Barva. Sigue en importancia el ganado lechero, pero esta actividad en la zona se ha reducido en un 50% en los últimos 30 años, ya que las pequeñas lecherías han sido absorbidas por las más grandes. La producción forestal es también una actividad económicamente importante.

Los cultivos hortícolas más relevantes son la cebolla y el tomate, este último es calificado como uno de los cultivos en Costa Rica con mayor uso de pesticidas. Aparte de esto, todavía existen pequeños productores de granos básicos, tanto el maíz como los frijoles se cultivan en especial para autoconsumo y se estima que el 74% de los agricultores que los producen lo hacen como estrategia de seguridad alimentaria. Su producción se basa en la fertilidad natural de los suelos y la aplicación de agroquímicos es limitada. Estos cultivos usualmente se practican a suelo desnudo y con muy pocas medidas de control de erosión.

Por otra parte, existe concentración productiva en la ganadería y el chile, este último cubre un área de 30 hectáreas, pero se concentran en tan sólo cinco agricultores. Tiene un uso intensivo de herbicidas y pesticidas, que a criterio de la oficina del MAG, es una de las principales causas de contaminación de las aguas superficiales de la zona.

En relación con el sector servicios e industrial, la zona ha experimentado un acelerado crecimiento de éstos. Grandes industrias que antes se ubicaban en San José se han trasladado a las regiones centrales de los cantones de las microcuencas, como la Kimberly Clark, ventas de autos, Kraft Foods, y se perfila como la actividad productiva más importante de la zona.

Los productores que contaminan se presentan en el siguiente cuadro:

Cafetaleros	El café contamina con nitrógeno y pesticidas y su industrialización contamina los ríos con mieles y brosa.
Industriales	La mayoría de industrias no tratan sus aguas residuales, algunas de ellas producen sustancias tóxicas (químicos y metales pesados).
Plantas de exportación	Contaminan el agua con pesticidas.
Otros agricultores	Contaminan con uso intensivo de agroquímicos.
Ganaderos	La ganadería compacta el suelo reduciendo la infiltración.
Madereros	Los aserraderos estimulan la tala ilegal aun en las áreas protegidas, con lo que se reduce la infiltración y recarga.
Campesinos pobres	Contribuyen a la tala del bosque con el término de la frontera agrícola desde 1970.
Industria y urbanización	Su infraestructura impermeabiliza impidiendo infiltración y recarga.
Industrias que usan agua	Sobreexplotan los acuíferos porque su materia prima primordial es el agua fresca o en proceso de uso intensivo.
Agricultores	Usan métodos de riego intensivo.
Urbanizadoras	Uso intensivo y desperdicio de agua.

### El cantón de Santa Bárbara

En nuestro caso la investigación se centra en una región determinada que es el cantón de Santa Bárbara, en donde se estudiará el estado del recurso hídrico, más específicamente un análisis de la contaminación y gestión de las microcuencas del río Ciruelas y el río Segundo. Por lo tanto, se pretende exponer una serie de aspectos generales básicos sobre la región.

Santa Bárbara es el cuarto cantón de la provincia de Heredia, se localiza a 7 kilómetros hacia el noroeste de la ciudad de Heredia, a 5 kilómetros de la ciudad de Alajuela y a 15 kilómetros de la capital, sus productos principales son el café, la caña de azúcar y las hortalizas. Se compone de los siguientes distritos: Santa Bárbara, San Pedro, San Juan, Jesús, Santo Domingo y Purabá.

En su origen fue poblada por indígenas huetares, quienes habitaron en el valle de Barva, región que fue un asentamiento español, situado entre el río Virilla y el monte del Aguacate. En estas tierras se fueron estableciendo algunos españoles que con la ayuda forzada de los indígenas formaron sus haciendas de ganado, fincas de labrar, con sus trapiches y cultivos especiales de maíz, frijoles, legumbres, trigo, tabaco, algodón, caña de azúcar, zarzaparrilla y algunas plantas medicinales, sin olvidar la cría de gallinas, de cerdos y de vacas.

En lo referente a la electrificación, en el año 1896 fueron instalados ocho faroles en los alrededores de la plaza pública. Y fue hasta dieciocho años después que a través de la señora Piedades viuda de Mendiola, quien solicitara a la Municipalidad instalar una compañía de luz eléctrica aprovechando las aguas del río Porrosatí, se brindó luz eléctrica a los pueblos de San Juan y del centro. En la actualidad el cantón cuenta con un servicio de altísima calidad brindado por la Compañía Nacional de Fuerza y Luz.

Este cantón se extiende desde las inmediaciones de Vara Blanca por el norte, hasta su límite sur con el cantón de San Joaquín de Flores; a una altura de 1.140 metros en donde se encuentra su cabecera, pero varía según se asciende o desciende hacia las distintas poblaciones del cantón. Su extensión es de 53,21 km<sup>2</sup> y tiene una población de 30.717 habitantes. Limita al norte con el cantón de Sarapiquí, al sur con San Joaquín de Flores, al este con Barva y al oeste limita en su totalidad con la provincia de Alajuela.

Geológicamente, el cantón de Santa Bárbara se encuentra en la Depresión Tectónica Central, formada principalmente por materiales de origen volcánico, originados por la actividad del macizo Poás-Barva, que consiste en coladas de andesitas y basalto andesita, así como rocas ignimbritas y cenizas. Su formación geológica se originó en el cuaternario.

Posee un relieve muy quebrado, el cantón se extiende desde las estribaciones del macizo del Barva en el norte, a una elevación de 2.400 msnm, hasta el distrito de San Juan a una altura de 1.000 metros. Su relieve se caracteriza por valles intermontanos con relieve plano e inclinado, en parte suavemente ondulado y abrupto en las faldas de la cordillera.

Sus suelos se clasifican en litosoles y andosoles. Existen dos zonas de vida vegetal: a) bosque húmedo y muy húmedo premontano en la zona norte, y b) bosque húmedo y muy húmedo montano bajo. Por lo tanto, existen cuatro zonas definidas, en cuanto al uso de la tierra se refiere: la primera: de pendientes bajas, temperaturas altas, dedicada al cultivo del café; la segunda: de pendientes medias, temperatura media, con cultivos varios: maíz, frijoles, cítricos, caña de azúcar, café, hortalizas y frutas; la tercera: de pendientes fuertes, temperatura baja, con pastizales, gran deforestación, dedicada a la avicultura y ganadería en pequeña escala; la cuarta: de pendientes muy fuertes, temperatura muy baja, utilizada como reserva forestal.

Los suelos de Santa Bárbara son muy fértiles por estar muy bien irrigados; su proximidad a las montañas la dota de gran cantidad de ríos, riachuelos,

quebradas que nacen en sus faldas. Entre los ríos más destacados se encuentran los siguientes: río Desengaño, río Tambor, quebrada Los Conejos, yurro Hondo, yurro Seco, río Los Ahogados, río Guararí, río Pacayas, río Ciruelas, río Potrerillos, río Zanjón o Porrosatí, quebrada La Claudia y río Segundo.

El clima no es del todo uniforme, debido a la posición geográfica y a las características del relieve que llevan a variaciones climáticas. La parte sur del cantón presenta un clima subtropical parecido al del resto de la Depresión Tectónica Central, sin exceso de frío ni calor. Hacia el norte el clima varía, ya que por ser una zona de mayor altura ofrece un clima más frío. En general, el clima de Santa Bárbara se puede definir como el de una zona de transición entre el clima lluvioso de altura, que se localiza al norte del cantón, y el clima seco de altura, que se localiza al sur. Además, Santa Bárbara cuenta con una temperatura que oscila entre 15° C y 27° C, una temperatura media de 21° C y una precipitación promedio de 2.300 mm<sup>3</sup> anuales.

Este cantón forma parte de la GAM y es de interés, ya que un 17% de éste está constituido en la reserva forestal de la Cordillera Volcánica Central.

Sus principales actividades económicas son de índole agropecuaria, servicios, comercio e industria. Pero principalmente la actividad económica gira en torno a la agricultura, y el producto más importante es el café, seguido por cultivos de tomate y chile. Además son fundamentales la lechería y la ganadería, en su mayoría **en la parte norte del cantón en el lugar llamado Los Cartagos.**

## Construcción de escenarios

Como se ha venido mostrando a través del documento se pretende analizar el recurso hídrico, con el interés de determinar la contaminación y gestión de los acuíferos de las microcuencas del río Ciruelas y el río Segundo, particularmente en la región de Santa Bárbara de Heredia, mediante la evaluación multicriterio, a través de los métodos NAIADE y telaraña. Para la utilización de estas herramientas es necesaria la elaboración de una serie de elementos básicos, entre los cuales están la construcción de escenarios, criterios de evaluación y actores que analizarán dichos escenarios y criterios, y sobre la opinión de estos actores se procederá a plantear posibles coaliciones de grupos y alternativas de solución al problema planteado.

## Escenarios o alternativas

Escenarios: éstos nos sirven para determinar cómo se visualizará una acción en un momento determinado, éstos son:

- a) Actual.
- b) Esperado (mediano plazo).
- c) Deseado (largo plazo).

## Dimensiones

Dimensiones: son las distintas áreas en las cuales va a ser analizada la problemática existente, cada una de ellas está compuesta por una serie de indicadores. Las dimensiones para el trabajo son las siguientes:

- a) Económica.
- b) Ambiental.
- c) Social.

## Criterios

Criterios: son diferentes indicadores que nos ayudarán a enfocar de qué forma los actores ven el problema del recurso hídrico en nuestro caso.

### **Económica:**

1. Solvencia económica del cantón para manejar el servicio hídrico.
2. Mercado laboral: si las opciones de empleo responden a las necesidades de la región.
3. Rentabilidad de las actividades productivas: muestra la relación entre los ingresos y los costos de las diferentes actividades productivas desarrolladas en la zona.

### **Ambiental:**

1. Uso del suelo: el suelo constituye uno de los recursos más importantes de la zona, destinado para el uso de actividades productivas del lugar.
2. Calidad del agua (grado de contaminación): el agua es uno de los recursos más importantes de cualquier sociedad, por lo tanto, su calidad medida en función de su grado de contaminación es vital para la población.
3. Regulación de zonas de protección: áreas destinadas a la protección y conservación de los recursos naturales.

### **Social:**

1. Función de la Municipalidad (credibilidad) principalmente respecto al agua.
2. Función de las asociaciones comunales especialmente en materia de agua.
3. Educación ambiental: la educación constituye un punto de partida para atacar la problemática ambiental de la zona, incentivando la protección de los recursos naturales.

Para la calificación simplificada se utilizarán los siguientes parámetros:

- 1 = malo.
- 2 = regular.
- 3 = bueno.
- 4 = muy bueno.

### **Actores**

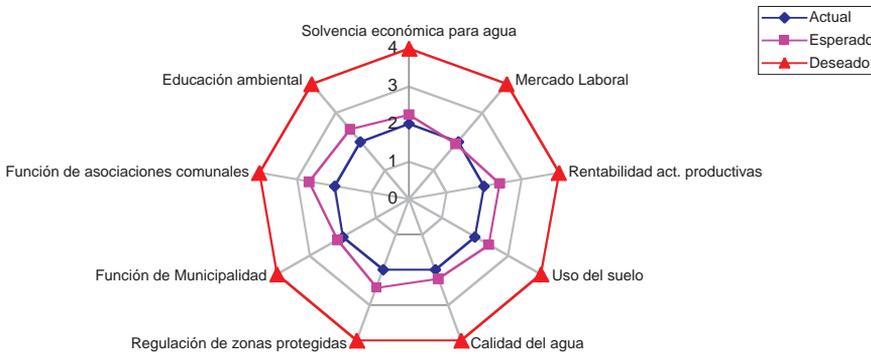
Actores involucrados:

- Los usuarios individuales (hogares, empresas, productores)
  1. Agricultor (café).
  2. Agricultor (tomate).
  3. Empresario.
  4. Vecino.
- Las entidades públicas
  1. Escuela pública de Santa Bárbara.
  2. Municipalidad de Santa Bárbara.
  3. Agencia del Ministerio de Agricultura y Ganadería (Centro Agrícola Cantonal de Santa Bárbara).
  4. EBAIS.
- Las organizaciones de base comunitaria
  1. Cruz Roja.
  2. Asociación de Desarrollo.
  3. Asociación Comunal.
  4. Iglesia Católica.

## Aplicación del modelo telaraña

### Evaluación del manejo de los recursos hídricos y naturales en la subcuenca del río Segundo y el río Ciruelas, Santa Bárbara

Matriz de impacto



El anterior gráfico de telaraña nos permite una visión integral del manejo del recurso hídrico, más específicamente las subcuencas del río Segundo y el río Ciruelas, evaluando las brechas en la situación actual y el escenario esperado, con respecto al escenario deseado.

Según este diagrama las posiciones o valores ordinales más cercanos al vértice denotan la situación del peor desempeño y la más lejana al vértice el mejor desempeño. Se fijaron cuatro posiciones (malo, regular, bueno y muy bueno) correspondientes a los respectivos criterios (que son nueve). En lo referente a los escenarios que son el actual, deseado y esperado, se dibujan con el promedio de la respuesta de cada criterio.

En lo que concierne al escenario actual, como se aprecia en el diagrama, las variables o criterios evaluados se encuentran distribuidos de una forma igual (tanto en la dimensión económica, ambiental y social), posesionándose en el lugar 2 (regular).

De la misma manera las tres dimensiones del escenario deseado se encuentran en una misma posición, ésta corresponde a los criterios que presentaron mejor desempeño, ya que éstos se encuentran más alejados del vértice (lugar 4, muy bueno).

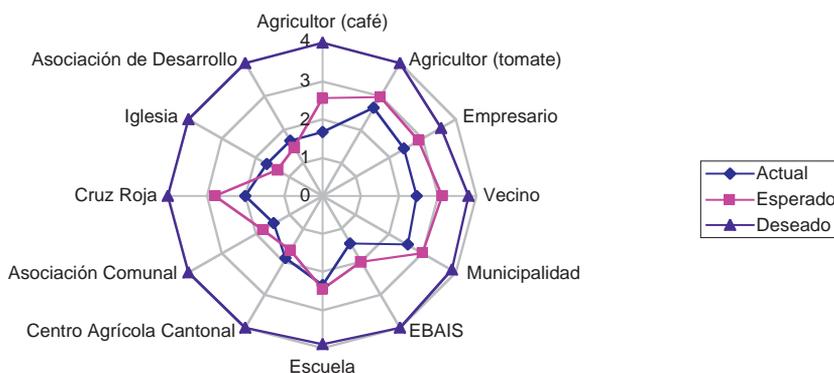
En el escenario esperado los criterios de las tres dimensiones varían en cuanto a su desempeño, la mayoría se encuentra en medio del escenario

actual y deseado. Asimismo, las variables que obtuvieron una mejor posición fueron las denominadas función de las asociaciones comunales y la regulación de las zonas protegidas con una posición de 3, al contrario, las que tuvieron un pobre desempeño fueron las variables de función de la Municipalidad, uso del suelo, rentabilidad de las actividades productivas y la educación ambiental.

El diagrama nos muestra que la situación deseada por todos los actores se encuentra muy alejada de la situación actual que perciben los pobladores entrevistados del cantón de Santa Bárbara de Heredia. La mayoría de los actores desean el desempeño óptimo (posición 4) en cada uno de los criterios de las dimensiones económica, social y ambiental.

Por otro lado, la distancia que existe entre la situación actual y la que esperan las personas entrevistadas está menos alejada en comparación con la distancia existente entre el escenario actual y el deseado. Lo anterior demuestra que los actores entrevistados piensan que la situación a mediano plazo será muy similar a la que viven actualmente, por lo tanto, no esperan ninguna mejora o cambio significativo en el desempeño de las variables ya mencionadas. Cabe recalcar que en el criterio del mercado laboral el escenario actual y el esperado coinciden en la posición 2, es decir, que las personas del cantón que fueron entrevistadas creen que no se realizan cambios en la situación actual y se mantienen las mismas condiciones, las oportunidades de empleo no se modificarán en el mediano plazo.

### Matriz de equidad



Esta matriz relaciona los actores o las personas entrevistadas con las diversas alternativas a evaluar, esto para poder tomar una decisión de las variables analizadas. La mayoría de los actores están de acuerdo con el

escenario deseado, a excepción del empresario y vecino que difieren de los demás. En lo que concierne a la opinión que se tiene del escenario actual y el esperado, los actores ven estas situaciones muy parecidas o cercanas y especialmente esto se refleja en la Iglesia Católica y la Asociación de Desarrollo.

### Aplicación NAIADE

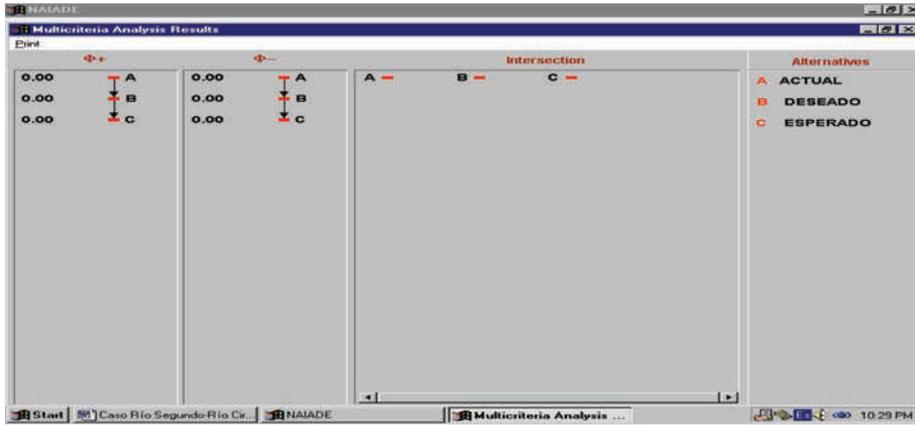
Seguidamente se mostrarán las salidas del software NAIADE que confirman y validan el análisis ya realizado en forma general e inicial con el modelo telaraña.

Matriz de impacto<sup>9</sup>

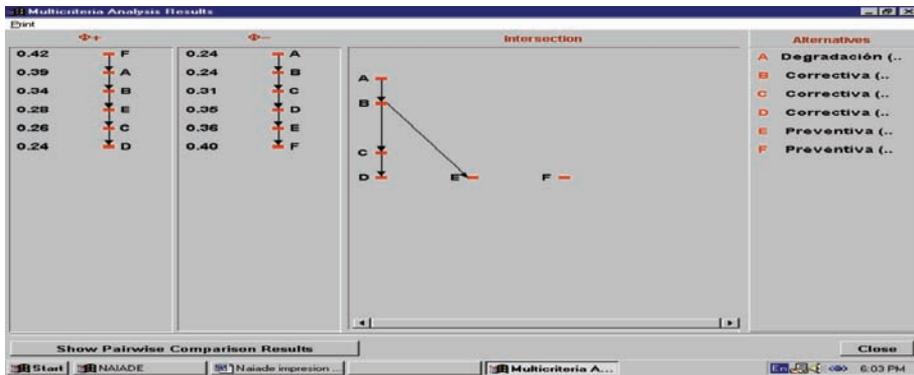
Criteria	ACTUAL	DESEADO	ESPERADO
Solvencia Económica	More or Less Good	More or Less Good	Very Good
Mercado Laboral	More or Less Good	More or Less Good	Very Good
Rentabilidad de Actividades	More or Less Good	More or Less Good	Very Good
Uso del suelo	More or Less Good	More or Less Good	Very Good
Calidad del agua	More or Less Good	More or Less Good	Very Good
Regulación zonas protegidas	More or Less Good	Good	Very Good
Función municipal	More or Less Good	More or Less Good	Very Good
Función asociaciones comunitarias	More or Less Good	Good	Very Good
Educación ambiental	More or Less Good	More or Less Good	Very Good

9 El escenario ACTUAL es un estado de DEGRADACIÓN ACUMULADA. El escenario ESPERADO tiene tres niveles de CORRECCIÓN y el escenario DESEADO tiene dos niveles de PREVENCIÓN.

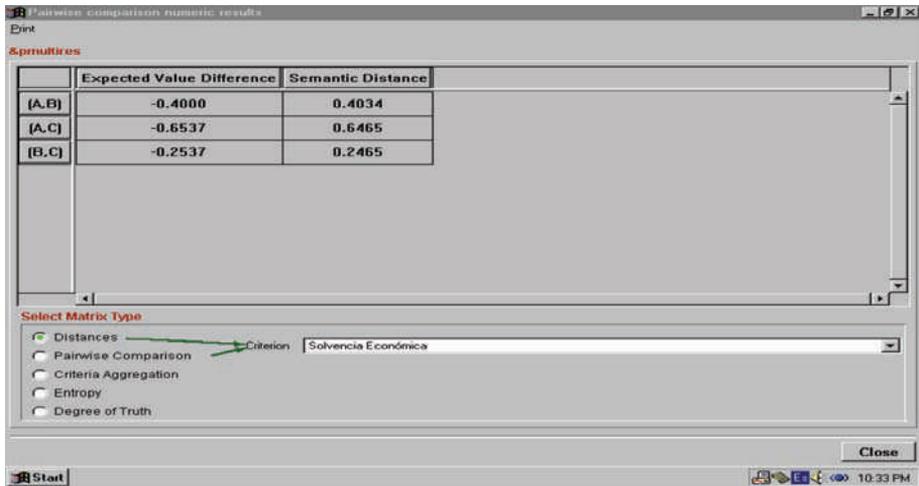
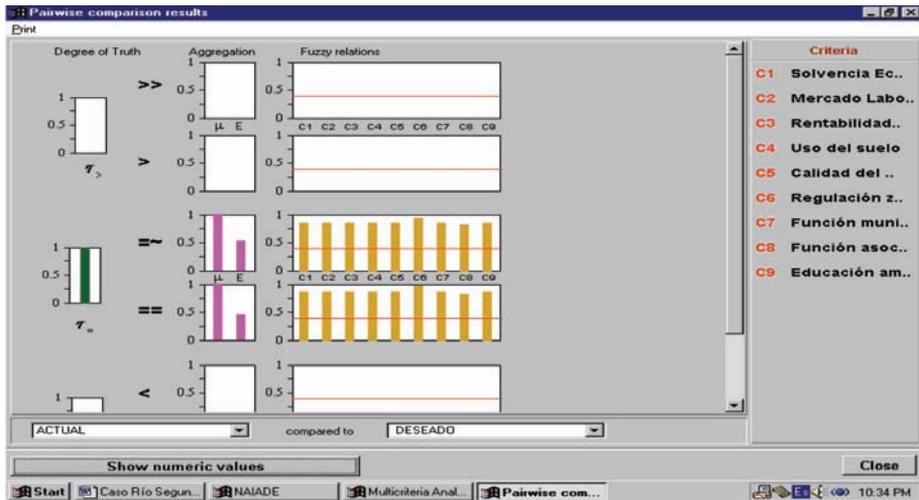
Presentación ordinal de los escenarios y su calificación



Ejemplo complejo de otro escenario en la misma microcuencia es presentado en forma ordinal con sus valores probabilísticos



### Comparación de los criterios y su grado de sostenibilidad

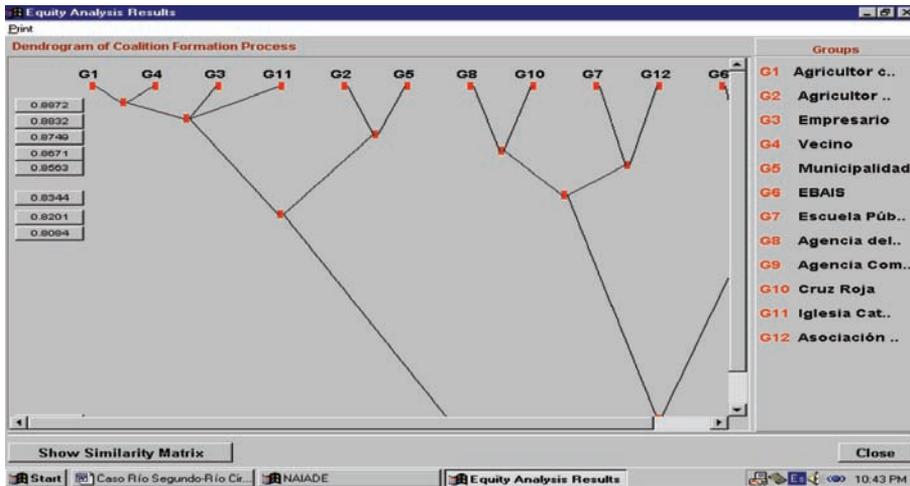


Matriz de equidad: muestra valoración de escenarios por actor

The screenshot shows the NAIAD software interface. The title bar reads 'NAIAD'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'Columns', 'Rows', 'Analysis', and 'Show'. The 'Case Study' field is set to 'caso Río Segundo- Río Cruelles (Sta Bárbara)'. The main window displays a table with 'Groups' on the y-axis and 'Alternatives' (ACTUAL, DESEADO, ESPERADO) on the x-axis. The table contains 14 rows of actors and their evaluations for the three scenarios. To the right of the table is a 'Tools' panel with buttons for 'Calculate', 'Impact', and 'Both'. A 'Close' button is located at the bottom right of the window.

Groups	ACTUAL	DESEADO	ESPERADO
Agricultor café	More or Less Good	Good	Very Good
Agricultor tomate	Good	Good	Very Good
Empresario	More or Less Good	Good	Very Good
Vecino	More or Less Good	Good	Very Good
Municipalidad	Good	Good	Very Good
EBAIS	Bad	More or Less Bad	Very Good
Escuela Pública	More or Less Good	More or Less Bad	Very Good
Agencia del MAG	More or Less Good	More or Less Bad	Very Good
Agencia Comunal	Bad	More or Less Bad	Very Good
Cruz Roja	More or Less Good	Bad	Very Good
Iglesia Católica	More or Less Good	Good	Very Good
Asociación desarrollo	More or Less Good	Bad	Very Good

### Dendrograma de coaliciones de actores sociales con su valor probabilístico, para cada alternativa y para los pares, para logro de objetivos



	Agricultor café	Agricultor tomate	Empresario	Vecino	Municipalidad	EBAIS	Escuela Pú
Agricultor café	1.0000	0.7945	0.8800	0.8872	0.7945	0.5859	0.6385
Agricultor tom	0.7945	1.0000	0.8201	0.7972	0.8749	0.5507	0.6477
Empresario	0.8808	0.8201	1.0000	0.8808	0.8171	0.5854	0.6447
Vecino	0.8872	0.7972	0.8808	1.0000	0.7945	0.5859	0.6385
Municipalidad	0.7945	0.8749	0.8171	0.7945	1.0000	0.5507	0.6477
EBAIS	0.5859	0.5507	0.5854	0.5859	0.5507	1.0000	0.6544
Escuela Pública	0.6385	0.6477	0.6447	0.6385	0.6477	0.6544	1.0000
Agencia del MA	0.6537	0.6355	0.6529	0.6537	0.6355	0.6716	0.8049
Agencia Comun	0.5766	0.5570	0.5804	0.5766	0.5570	0.8084	0.6692
Cruz Roja	0.6231	0.6139	0.6234	0.6231	0.6139	0.6694	0.8254
Iglesia Católica	0.8808	0.8201	0.8832	0.8808	0.8201	0.5847	0.6440

### Conclusiones y recomendaciones

El cantón de Santa Bárbara debe hacerse responsable, buscando la integración de toda la comunidad para establecer los mecanismos y las acciones institucionales, que permitan enfrentar los retos existentes para llegar a una adecuada gestión del recurso hídrico como son: la coordinación institucional para el ordenamiento territorial (Plan Regulador), fortalecer los

programas de manejo de microcuencas, aplicar el marco regulatorio, el monitoreo y control para asegurar el cumplimiento de las normas en el tratamiento de aguas residuales, desarrollar programas de ahorro domiciliar e institucional y avanzar en la internalización de costos ambientales por el uso del recurso hídrico, asimismo debe procurar aumentar la educación ambiental para ir creando conciencia en la población de la importancia y escasez del recurso hídrico.

La toma de conciencia de que existe una subvaloración de los recursos naturales y que se carece de un sistema de contabilidad que registre y permita monitorear la disponibilidad y consumo de los recursos naturales, así como internalizar los costos en que se incurre al disponer de estos recursos para ser utilizados en el consumo humano y en los procesos productivos, es fundamental para la sostenibilidad y la satisfacción de las necesidades derivadas de la población.

Algunas de las personas entrevistadas sugieren las siguientes recomendaciones para solucionar los problemas existentes en cuanto a la gestión del recurso hídrico en el cantón de Santa Bárbara:

- Renovar los acueductos y crear un alcantarillado para las aguas residuales.
- Crear un Plan de Desarrollo.
- Diseñar políticas de planificación en el corto y mediano plazos.
- Proteger las zonas en las cuales se localizan las nacientes de agua.
- Actualizar las leyes existentes en relación con el recurso hídrico y del suelo.
- Desarrollar proyectos articulados integralmente en donde participen la comunidad y organizaciones e instituciones interesadas (acciones interinstitucionales e intersectoriales).
- Implementar tratamientos de aguas negras y otras.
- Despolitizar las acciones y funciones de la Municipalidad.
- Desarrollar actividades productivas adaptadas a las diferentes zonas del cantón siempre y cuando se respete el medio ambiente.
- Asistencia técnica y económica para la Municipalidad.
- Crear incentivos o cobros ambientales.
- Concientización ambiental, respaldada por la implementación de la educación ambiental.
- Colocar medidores y fijar tarifas racionales.
- Reforestar.
- Crear fondos para la compra de terrenos que se sitúan en las márgenes del río y las nacientes.

Todo lo anterior es una pequeña muestra de las cosas que se pueden realizar para mejorar la gestión del recurso hídrico y proteger así las subcuencas del río Segundo y el río Ciruelas, sin embargo, una parte muy importante para llevar a cabo esto, que es la concientización de la importancia que tiene el agua para el ser humano, no está **arraigada en el pensamiento de los pobladores** del cantón de Santa Bárbara, por lo que sólo la ausencia de dicho recurso podría hacer ver su necesidad fundamental para el bienestar social.

## Referencias bibliográficas

- Fürst, E. *El análisis del ajuste estructural en Costa Rica*.
- Fürst W. Edgar. 2001. *Curso Taller de capacitación. Ciencia Posnormal, Evaluación Ambiental Integrada y Análisis Multicriterio*. Funda UNA, noviembre.
- Hernández, Rodríguez y Villalobos. 1991. “Estudio geográfico de la contaminación de las aguas del río Ciruelas, Heredia-Alajuela. Costa Rica”. *Revista Geográfica de Centroamérica*. Escuela de Ciencias Geográficas, UNA. Heredia, Costa Rica: Editorial UNA.
- Hernández y Barrantes. 1995. “Agricultura Ecológica en la Cuenca del río Segundo”. *Revista Imágenes*. N° 4. UNA.
- Marozzi, M. 1997. “Resignificando el concepto de sostenibilidad”. *Revista Economía y Sociedad*. N° 3, V1. Heredia, Costa Rica: ESEUNA.
- Marozzi, M. 1998. *Contribución crítica al estudio de la economía campesina*. Mimeo, Universidad de Vigo, España.
- Marozzi, M. 1999. “De las políticas ambientales a las políticas ecológicas”. *Revista Economía y Sociedad*. Número especial. Heredia, Costa Rica: ESEUNA.
- Marozzi, M. 1999. *Comercio Internacional: Una visión alternativa desde el Sur*. Universidad de Alicante, Valencia, España. Tesis Doctoral.
- Marozzi, M. 2001. “La deuda ecológica”. *Revista Mensual sobre Actualidad Ambiental*. N° 97, V1. Heredia, Costa Rica.
- Matarazo y Munda. 1998. *FUZZY sets and systems*. Ed. Elsevier, october.
- Méndez, Gubert. 1997. *Gestión de cuencas en Costa Rica. Políticas institucionales sobre cuencas hidrográficas*. San José, Costa Rica, noviembre.
- Munda, G. *La evaluación de criterios múltiples en el marco de la economía ecológica*.
- Rodríguez Morales, Alejandro. 1998. *El recurso hídrico y las cuencas hidrográficas*. Heredia, Costa Rica: EFUNA.

# **ECONOMÍA AMBIENTAL**



## **Estimación de la voluntad de pago de clientes de la la JASEC para financiar el manejo ambiental de las subcuencas del sistema hidroeléctrico Birrís. Costa Rica**

*Francisco Alþízar Rodríguez\**

*Marco Otárola Guerrero\*\**

---

\* Doctor en Economía Ambiental de la Universidad de Gotemburgo, Suecia. Especialista en el diseño y aplicación de instrumentos y políticas económicas para el manejo del medio ambiente, incluyendo la valoración de bienes y servicios ambientales. Director del Programa de Capacitación en Economía Ambiental para América Latina y el Caribe (LACEEP por sus siglas en inglés; ver [www.laceep.org](http://www.laceep.org)) y del Programa de Investigación en Ambiente y Desarrollo para Centroamérica (EfD por sus siglas en inglés; ver [www.efdinitiative.org](http://www.efdinitiative.org)). Profesor investigador y líder del grupo de Gobernanza y Socioeconomía de Bienes y Servicios Ambientales (G-SEBSA) del CATIE. Ha sido consultor para el Banco Mundial, el BID, WWF, UICN, PNUD y The Nature Conservancy, entre otros.

\*\* Máster en Socioeconomía Ambiental con énfasis en Administración y Gerencia Ambiental del CATIE; Bachiller en Ciencias Forestales y Licenciado en Ciencias Forestales con énfasis en Desarrollo Forestal de la Universidad Nacional de Costa Rica. Cuenta con experiencia en evaluación de bienes y servicios ambientales en ecosistemas naturales y antropogénicos, políticas ambientales y mecanismos de mercado para la conservación del ambiente. Director Ejecutivo de la Gestión Ambiental en Recursos Tropicales (GEATROPICO S.A.). También consultor para ASOTEMPISQUE, la JASEC, FEMICA, FONAFIFO. Ha impartido cursos en la Universidad Nacional de Costa Rica, en la UNED, además ha sido colaborador en proyectos para el PNUD, ASUNFORT, MAROCI, UICN/HORMA.



## Resumen

La Junta Administradora del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), encargada de dotar de electricidad a 65.000 clientes de la provincia de Cartago, necesita un mecanismo para financiar acciones que mitiguen los problemas ambientales en las subcuencas cuyos ríos tributarios son utilizados para generar la electricidad. Los problemas ambientales se relacionan mayormente con la sedimentación de cauces y embalses debido al mal manejo de los suelos y la pérdida de cobertura forestal. Se desarrolló un estudio de Valoración Contingente (VC) con el fin de conocer la Voluntad de Pago (VP) promedio de los abonados de la JASEC para financiar el manejo ambiental de estas subcuencas. La estimación de la VP servirá de referencia para la posterior implementación de un ajuste tarifario ambiental.

La población del estudio fue el total de abonados de la JASEC (64.939 clientes en mayo del 2003), que se dividieron según la categorización de clientes por sector de consumo de la JASEC, en: a) Domiciliar; b) Comercial e industria pequeña (consumos menores a 3.000 kwh/mes); c) Industrial grande (consumo mayor a 3.000 kwh/mes). Cada subpoblación fue a su vez dividida en estratos de consumo para asignar la muestra. El estudio fue realizado por medio de entrevistas telefónicas. El tamaño y diseño de la muestra seleccionada resultó de un balance entre los costos, los requerimientos estadísticos y la representatividad geográfica. Se realizaron un total de 413 entrevistas efectivas. En el experimento se planteó el escenario hipotético de acciones de manejo ambiental en la cuenca, solicitando la declaración de la voluntad a pagar un monto específico para que este proyecto se lleve a cabo. Se utilizó un vector de montos de cinco valores, con incrementos que corresponden a: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 y 2,5 ¢/kwh consumido.

El número de muestras logradas en el experimento llevó a utilizar métodos de análisis **paramétrico** para la muestra de clientes residenciales y métodos **no paramétricos** para las tres subpoblaciones. La VP promedio se calculó para la muestra y la población mediante ajuste de la variable consumo en kwh, encontrándose poca diferencia entre ambos valores con el uso del método paramétrico (clientes residenciales). La VP promedio para clientes **residenciales** con este método fue de 2,27 ¢/kwh. Con el **enfoque no paramétrico** se obtuvieron los siguientes valores (área bajo la curva de las tres funciones de supervivencia): ¢2,06 por kwh para clientes **residenciales**, ¢2,12 por kwh para clientes **comerciales** y de industria pequeña y ¢0,98 por kwh para clientes **industriales grandes**.

## **Introducción**

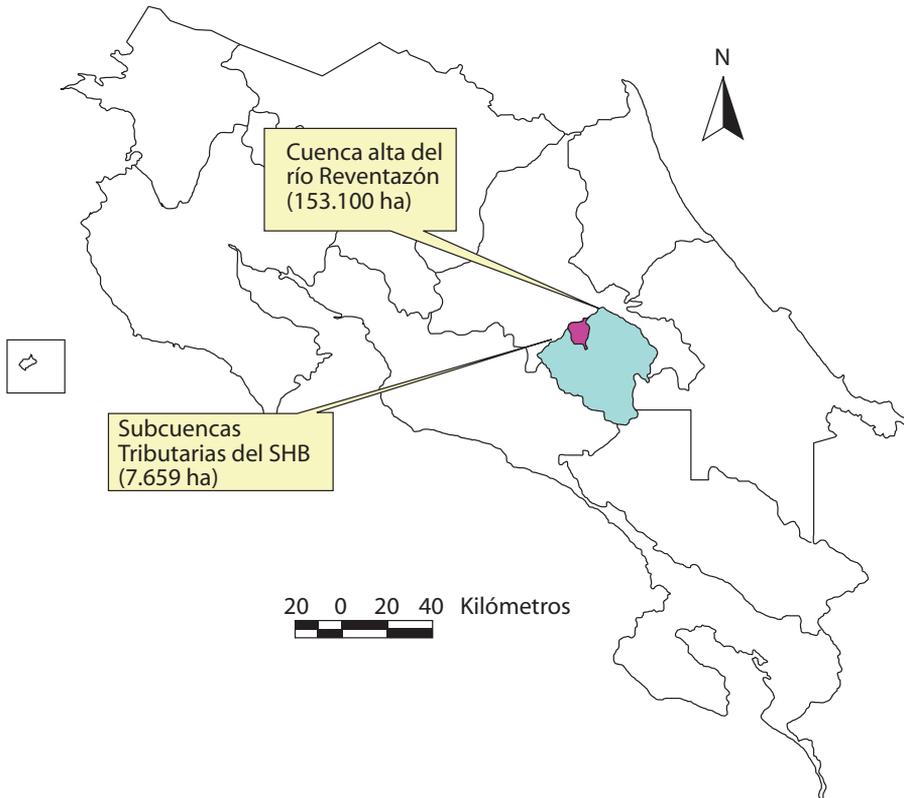
### **Antecedentes**

El presente documento corresponde a los resultados parciales de un trabajo de consultoría que elabora el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), para la Junta Administradora del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC), desde mayo del 2003. La consultoría consta de una serie de estudios complementarios orientados a identificar y resolver la problemática socioambiental que existe en las subcuencas tributarias del Sistema Hidroeléctrico Birrís (SHB), lugar donde la JASEC genera la electricidad para suplir la demanda de electricidad de sus abonados. Para los fines del presente taller, se extrajo el estudio de valoración económica ambiental, ya que consideramos que su diseño y aplicación pueden ser de utilidad para orientar el abordaje de los estudios del Programa Alianzas en sus áreas geográficas de interés.

### **Justificación del estudio**

La JASEC brinda el servicio de dotar a la provincia de Cartago un sistema eléctrico eficiente y confiable, contribuyendo así con su desarrollo. A partir de 1987, la JASEC impulsó el Proyecto de Ampliación del SHB, en Pacayas de Cartago (Mapa 1), con el propósito de brindar un mejor servicio al ampliar y mejorar su sistema de generación hidroeléctrica, generando en la actualidad 110 kwh como promedio anual. Sin embargo, debido a problemas en el uso del suelo por parte de los distintos usuarios de este recurso en las subcuencas tributarias del SHB, a la pérdida de cobertura forestal y vegetal en las subcuencas de los ríos que abastecen las plantas hidroeléctricas de la JASEC (particularmente el río Birrís) y a la sedimentación provocada por los procesos erosivos en la zona, la JASEC se ha visto obligada a ejecutar acciones para intervenir, controlar y mitigar los procesos de deterioro de estas subcuencas. Es por esta razón que la JASEC, avalada en la legislación costarricense, solicita el diseño e implementación de una tarifa ambientalmente ajustada, de tal manera que genere los recursos para el desarrollo de un plan de acción que sirva para contribuir con el manejo de las zonas de su interés, las cuales son subcuencas de la cuenca alta del Río Reventazón.

**Mapa 1. Ubicación de las subcuencas tributarias del SHB dentro de la cuenca alta del Río Reventazón y dentro del territorio nacional**



El estudio tarifario empieza con la elaboración de un diagnóstico biofísico y socioeconómico de las subcuencas de donde se sirven los sistemas de producción hidroeléctrica. Esto permite establecer una línea base sobre la condición de las subcuencas, identificar sus principales problemas ambientales y establecer los lineamientos para su resolución. Seguidamente, el estudio continúa estimando la oferta y demanda de los servicios ambientales derivados del manejo de las subcuencas tributarias del SHB. La oferta de servicios ambientales se deriva de las acciones de los productores y dueños de la tierra en estas subcuencas, orientadas a detener y revertir los procesos de deterioro ambiental de las cuencas. Estas acciones se plantean en un Plan de Acción para el Manejo de las Subcuencas del SHB y se orientan a brindar servicios ambientales para la conservación de suelos y aguas. Este Plan de Acción detalla las acciones a realizarse por un período

de 10 años y presupuesta los fondos de inversión y costos de los pagos de servicio ambiental.

La estimación de la demanda de los consumidores del servicio eléctrico por los beneficios derivados de la implementación del Plan de Acción se realiza a través de un estudio de Voluntad de Pago (VP) de los clientes de la JASEC por las acciones para la mejora ambiental y reducción del riesgo de las cuencas que abastecen el SHB. El resultado del estudio es la estimación de los beneficios sociales de la ejecución del Plan de Acción para los abonados de la JASEC. Los resultados del Plan de Acción y el estudio de VP son utilizados para calcular la tarifa ambiental y estimar el beneficio neto de la implementación de la tarifa.

El presente documento resume los resultados del estudio de la demanda de servicios ambientales en las subcuencas de interés, abordados a través de la aplicación de la metodología de Valoración Contingente (VC) a los abonados de la JASEC.

### **Estudio de oferta de servicios ambientales (Plan de inversiones del ajuste tarifario)**

El diagnóstico integral y participativo elaborado por el CATIE para la JASEC reveló los principales problemas de las subcuencas (en síntesis):

- Alta erosión y sedimentación en sistemas productivos.
- Deforestación y mal manejo de nacientes y riberas.
- Mal estado de caminos y desagües potencia erosión.
- Contaminación del agua por diversas fuentes.
- Falta de conciencia y educación ambiental.
- Limitada capacidad de instituciones locales para administrar y regular sobre el ambiente.
- Ausencia de estructura de apoyo en planificación, ejecución y monitoreo del agua y los recursos naturales.

Se diseñó un Plan de Acción para el manejo integral de las subcuencas tributarias del SHB, orientado a mitigar los problemas identificados, mediante la mejora de la calidad, continuidad y disponibilidad del recurso hídrico para la producción hidroeléctrica, y mejorando a la vez la calidad de vida de los pobladores de la zona de influencia (alrededor de 20.000 pobladores) por medio del fomento de estrategias de vida sostenibles.

La JASEC invertirá los recursos generados por el ajuste tarifario para la ejecución del Plan de Acción para el manejo de las subcuencas tributarias del SHB, dentro del marco del Artículo 28 de la Ley 8023 (Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Alta del Río Reventazón).

El Plan de Acción está constituido por cinco programas que responden con sus proyectos y actividades a la resolución de los problemas identificados en las zonas prioritarias de las subcuencas. En resumen, se fomentan nuevas alternativas de producción sostenible que mejoren los sistemas de producción actuales, la protección de los cursos naturales de agua y las nacientes de las aguas, para asegurar la calidad, continuidad y cantidad de agua para consumo humano, las actividades agroindustriales y agropecuarias y asegurar a la JASEC un caudal constante para generar electricidad.

En el Tabla I se presenta la calendarización anual del presupuesto del Plan de Acción, desglosada por programas y proyectos. El rubro correspondiente a la gestión de la UMBIRIS está dentro del Programa 5. El costo estimado del Plan asciende a 312.953 US\$ (promedio anual; el tipo de cambio utilizado es de 410 colones por dólar).

Tabla I. Calendarización anual del presupuesto del Plan de Acción período 2004-2013 (monto en US\$, 410 ¢/US\$)												
	Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
<b>PROGRAMA 1</b>	Coordinación	6.852	6.852	6.852	6.852	6.852	6.852	6.852	6.852	6.852	6.852	68.520
	Proyecto 1	17.127	15.427	15.427	15.427	8.927	8.927	6.648	5.037	5.037	5.037	103.022
	Proyecto 2	62.67.5	17.67.5	17.67.5	17.67.5	892.5	892.5	892.5	892.5	892.5	892.5	16.925
	Proyecto 3	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	7.728	77.280
	Proyecto 4	34.805	28.305	28.305	28.305	28.305	28.305	28.305	28.305	28.305	28.305	289.550
Subtotal		72.780	60.080	60.080	60.080	52.705	52.705	50.426	48.814	48.814	48.814	555.297
<b>PROGRAMA 2</b>	Coordinación	40.695	40.695	40.695	40.695	40.695	40.695	40.695	40.695	40.695	40.695	406.951
	Proyecto 1	1.620	1.620	1.620	1.620	1.620	1.620	1.620	1.620	1.620	0	14.580
	Proyecto 2	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	4.080	3.840	3.600	0	36.000
	Proyecto 3	0	2.275	4.543	5.679	7.951	7.951	0	0	0	0	28.399
	Proyecto 4	19.740	19.740	19.740	14.804	14.804	14.804	14.804	14.804	14.804	7.402	148.044
	Proyecto 5	5.420	5.420	5.420	5.420	5.420	5.420	5.420	5.420	5.420	0	43.360
Subtotal		71.555	95.964	98.232	94.432	96.704	104.082	96.131	95.891	53.317	48.097	854.405
<b>PROGRAMA 3</b>	Subtotal		71.085	86.379	95.639	95.639	81.544	77.684	79.448	111.205	114.836	898.328
	Actividad 1	20.000	2.500	2.500	2.500	20.000	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	60.000
<b>PROGRAMA 4</b>	Actividad 2	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	5.500	55.000
	Actividad 3	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	8.400	84.000
	Actividad 4	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	100.000
	Actividad 5	4.500	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	22.500
	Actividad 6	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	5.000
	Actividad 7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	10.000
	Subtotal		49.900	29.900	29.900	29.900	47.400	29.900	29.900	29.900	29.900	29.900
<b>PROGRAMA 5</b>	Subtotal		64.700	45.700	45.700	46.950	49.700	46.950	45.700	46.950	45.700	485.000
	<b>TOTAL</b>		<b>330.020</b>	<b>318.023</b>	<b>330.241</b>	<b>325.751</b>	<b>317.931</b>	<b>301.091</b>	<b>299.753</b>	<b>290.186</b>	<b>287.347</b>	<b>3.129.531</b>

## Marco conceptual del ajuste tarifario ambiental

El agua es la materia prima esencial en la generación de energía hidroeléctrica. Hasta hoy, sin embargo, la JASEC y otras empresas hidroeléctricas hacen uso gratuito de este recurso natural. Este proceso se debe revertir si deseamos lograr un uso racional y sostenible de los recursos naturales. Desde esta perspectiva, el deseo de la JASEC de solicitar tarifas que compensen todos los costos de producción, incluyendo los costos de “comprar” un servicio de agua estable y duradero, está bien fundamentado en los conceptos económicos de la teoría del bienestar social. Con base en esta teoría, la JASEC está solicitando un incremento de la tarifa que le permita “pagar por el uso” del agua, lo que implicaría la internalización de una externalidad positiva, lo cual nos acerca como sociedad a un uso eficiente de los recursos. La eficiencia se logra porque, por un lado, los demandantes del servicio de electricidad pagarían el verdadero costo social de la electricidad, tomando en cuenta todos los insumos requeridos para producirla y, por otro lado, la oferta del recurso hídrico para la generación de electricidad recibiría los fondos necesarios con el fin de asegurar un flujo estable y duradero del servicio.

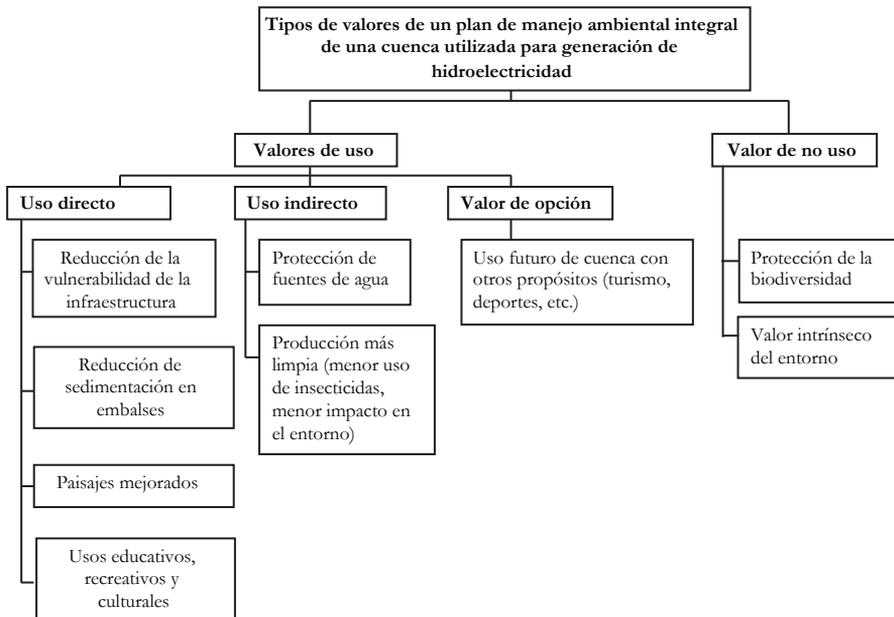
Como todo proyecto de carácter social, la determinación de un ajuste tarifario, ligado a un plan de manejo de las cuencas que abastecen de agua a las plantas generadoras de electricidad de la JASEC, requiere un análisis cuidadoso tanto de los beneficios que se generan con el plan de manejo, como de los costos asociados a éste. Esto porque existe la necesidad de establecer si los beneficios sociales del plan son mayores o iguales a los costos de su implementación, condición que es deseable para el diseño de proyectos sociales que contribuyan verdaderamente a mejorar las condiciones de vida de la población. Todo proyecto de carácter social debe procurar maximizar los beneficios netos derivados de él, con miras a lograr el mayor incremento posible en el bienestar de la población afectada.

La maximización de los beneficios netos del proyecto de plan de manejo ambiental ligado a un ajuste tarifario requiere básicamente de tres esfuerzos interconectados. En primera instancia es necesario diseñar un plan cuidadoso de inversiones en las cuencas de interés, que cumpla con el objetivo de garantizar la disponibilidad y cantidad de agua necesaria para la generación de energía eléctrica. Este plan o programa de manejo ambiental de la cuenca debe ser preferiblemente de carácter modular, de manera que pueda ser ajustado de acuerdo con la demanda existente por parte de los beneficiarios (ver mención en acápite anterior).

Segundo, es necesario demostrar que existe una demanda por los beneficios que brindaría el manejo de la cuenca en el futuro. Dado que los costos del Plan de Acción del SHB van a ser cargados a los clientes de la JASEC a través de un ajuste en las tarifas eléctricas, vamos a tipificar a los clientes como los principales demandantes del programa. Dicho de otro modo, es necesario evaluar si los clientes de la JASEC están dispuestos a pagar un incremento en las tarifas, con el supuesto de que dicho incremento se va a utilizar bajo los criterios que imponga el Plan de Acción.

Desde el punto de vista económico, los beneficios derivados de un plan de manejo de una cuenca utilizada para generación de energía eléctrica se pueden dividir en valores de uso y valores de no uso (ver Freeman (1999) para más detalle). La Figura 1 muestra los distintos beneficios o fuentes de valor asociados a un plan de manejo de una cuenca desde la perspectiva de los clientes de la JASEC.

**Figura 1. Tipos de valores de un plan de manejo ambiental integral**



Entre los beneficios de uso directo se encuentran primeramente la reducción de la vulnerabilidad ambiental de la infraestructura y la reducción de sedimentos en embalses, que contribuye a un flujo de agua más estable y seguro y en el futuro, a un servicio de electricidad más barato y estable.

Actualmente, la JASEC produce sólo un 30% de la electricidad que suministra a sus clientes y cobra tarifas menores a las del ICE por el 100% de la energía vendida, en gran medida gracias a los bajos costos de la generación de electricidad en el SHB. El Plan de Acción Ambiental de las subcuencas del SHB busca asegurar que esas tarifas continúen siendo menores en el futuro, beneficiando directamente a los clientes de la JASEC. Aunado a lo anterior, los clientes de la JASEC disfrutarían de paisajes mejorados en la zona y de usos recreativos y culturales, relacionados con técnicas de producción más limpia.

Los beneficios de uso indirecto son aquellos que se derivan por medio de otras prácticas de consumo o de producción que no requieren del uso directo del bien en cuestión y, por lo tanto, no están directamente relacionadas con el plan de manejo de agua para generación de energía hidroeléctrica. En este caso, los clientes de la JASEC se beneficiarían con la protección de fuentes de agua y la disponibilidad de productos obtenidos con prácticas agrícolas más limpias, que se lograrían gracias a los esfuerzos especificados en el Plan de Acción.

Quizás una de las fuentes de bienestar más importantes es el valor de opción, entendiéndose como el beneficio derivado hoy de dejar abierta la posibilidad de explotar las cuencas manejadas en el futuro. Una gran parte de los procesos de degradación ambiental de las cuencas resulta en pérdidas irreversibles para la sociedad. A manera de ejemplo, el suelo que se pierde por el proceso de erosión relacionado con prácticas agrícolas y ganaderas no sostenibles no puede ser recuperado en el futuro o sólo puede recuperarse parcialmente y a muy alto costo. El valor de opción es, por ende, el valor derivado de mantener las opciones abiertas para explotar la cuenca en el futuro en otras actividades que se tornarían imposibles ante potenciales cambios negativos en las condiciones ambientales.

Adicional a los valores derivados del uso presente o futuro de las cuencas manejadas, debemos considerar que la población también puede tener la satisfacción del hecho de que están siendo protegidas y bien manejadas, independientemente del uso que se haga de éstas. Esto se puede deber a que los agentes económicos asignan un valor intrínseco a la protección del medio ambiente y la biodiversidad. Otra razón de peso para valorar el plan de manejo es el deseo de heredar un entorno natural bien manejado y ambientalmente balanceado para las futuras generaciones, lo que se conoce como valor de herencia.

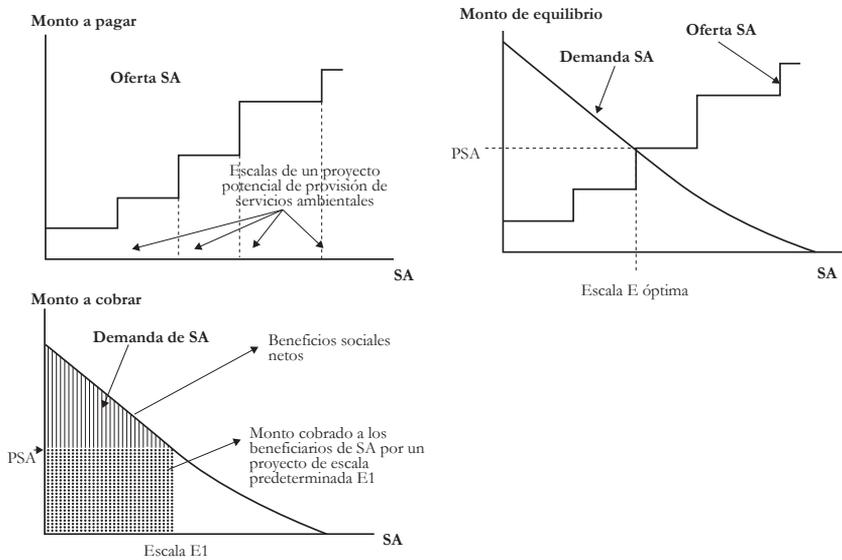
Con el objetivo de medir los beneficios descritos anteriormente se llevó a cabo un ejercicio de valoración económica del Plan de Acción para las subcuencas del SHB. Se utilizó el método de VC para cuantificar la voluntad de pagar de los clientes de la JASEC por la aplicación del Plan de Acción. Para garantizar la congruencia entre el estudio de valoración y los objetivos de esta consultoría, se diseñó un ejercicio para cuantificar el incremento de la tarifa eléctrica que los clientes de la JASEC estarían dispuestos a aceptar, en el entendido de que el incremento en cuestión se utilizará para financiar un Plan de Acción Ambiental del SHB. Este método fue seleccionado por ser particularmente útil en el presente contexto, pues permite valorar bienes y servicios que no existen en la actualidad por medio de la construcción de mercados hipotéticos o contingentes (Freeman, 1999; Dixon *et al.*, 1999; Azqueta, 1994; Mitchel y Carlsson, 1989).

La descripción anterior parte de que los principales beneficiarios del Plan de Acción son aquellos llamados a pagar, es decir, los clientes de la JASEC. Obviamente existen otros beneficiarios del Plan de Acción. Por ejemplo, los agricultores podrían beneficiarse de la promoción de prácticas agrícolas o ganaderas más sostenibles y amigables con el ambiente. En algunos casos estas prácticas no sólo están asociadas a mayores precios en mercados de productos ecoamigables, sino que también pueden conllevar una reducción de costos gracias a la sustitución de insumos o una mayor explotación de la variedad de recursos disponibles en la finca. Así por ejemplo, la introducción de pastos mejorados, ganadería semiestabulada y biodigestores, han conllevado un marcado incremento en la calidad de vida de algunos productores en el área de influencia de la Unidad de Manejo de la Cuenca del Río Reventazón. Sin embargo, en el contexto del presente proyecto, estos beneficiarios no constituyen el grupo meta del proyecto y, por ende, deberían considerarse como efectos secundarios benévolos del programa en cuestión. Cabe anotar que estas consideraciones en ninguna medida restan importancia a este tipo de beneficios. Por el contrario, el éxito y sostenibilidad de un programa de manejo ambiental de una zona determinada depende en gran medida de que los agentes locales perciban que la intervención es beneficiosa para sus intereses. Si el programa de manejo ambiental del SHB logra generar un incremento en el bienestar de los actores locales, habrá logrado dar un paso importante hacia el éxito del programa a corto plazo, pero sobre todo hacia la permanencia de las actividades de manejo ambiental más allá del período de planificación del programa.

El tercer y último elemento ligado al diseño de un ajuste tarifario bien justificado en un plan de manejo ambiental y un análisis de la demanda de

los beneficios logrados con este plan se refiere al establecimiento de una escala del proyecto y un monto a pagar determinado. La Figura 2 sirve de guía para esta tercera fase del diseño.

**Figura 2. Equilibrio de un mercado local construido de servicios ambientales (SA)**



El Plan de Acción Ambiental determina una serie de acciones y costos asociados a éstas, todas ellas conducentes a generar servicios ambientales. Distintas escalas del proyecto generarán diferentes niveles de servicios ambientales y estarán asociadas a costos incrementales conforme aumenta la provisión de dichos servicios. El gráfico superior izquierdo de la Figura 2 muestra esta relación directa entre costos de las acciones y provisión de servicios ambientales, según distintas escalas del proyecto. Este gráfico constituye la curva de oferta de servicios ambientales del proyecto.

Por otro lado, el gráfico inferior izquierdo de la Figura 2 muestra la cantidad demandada de servicios ambientales a distintos precios. Esta demanda se obtiene del ejercicio de valoración. Más concretamente, el agregado de la voluntad de pago máxima de los clientes de la JASEC constituye una medida del área debajo de la curva de demanda de mercado y a la izquierda de la escala propuesta como referencia (E1) en el escenario contingente utilizado en el ejercicio de valoración (área marcada con rayas y puntos).

Esta área constituye una medida monetaria del bienestar total derivado por los clientes de la JASEC por la implementación del plan de manejo ambiental. Si a esta medida del bienestar total le restamos el pago que los clientes tendrían que realizar por concepto de incrementos en la tarifa de electricidad (área con puntos), obtendríamos el excedente del consumidor neto, que es una medida del bienestar social neto disfrutado por los beneficiados por el proyecto. El objetivo de cualquier proyecto de desarrollo es maximizar el bienestar social neto de los afectados (área en rayas).

Finalmente, el gráfico de la derecha de la Figura 2 muestra el equilibrio entre la demanda de servicios ambientales por parte de los clientes de la JASEC y la oferta de servicios ambientales relacionada con un proyecto o plan de manejo ambiental que se puede implementar en distintas escalas. La cantidad de recursos disponibles (área punteada) determinará la escala del proyecto.

### **Estudio de VP**

El análisis de los beneficios derivados del manejo ambiental de las subcuencas del SHB se llevó a cabo por medio del diseño y aplicación de un estudio de VC. La VC es una herramienta estadística que permite medir la voluntad de pago de los usuarios por cambios en la provisión de un bien o servicio. Este método fue seleccionado por su idoneidad para evaluar mercados de bienes o servicios que no existen aún, pues la VP se da en un contexto hipotético. El método de VC se basa en la aplicación de encuestas a los posibles afectados por el proyecto, que en el caso presente, son los clientes de la JASEC. Los resultados de las encuestas son analizados empleando técnicas estadísticas y econométricas que permiten calcular la VP promedio de la población.

En el presente caso, el resultado esperado del estudio de VC es el monto adicional en la tarifa eléctrica ( $\text{¢/kwh}$ ) que los clientes de la JASEC estarían dispuestos a pagar en promedio (es decir, su voluntad de pago máxima promedio) por la implementación del Plan de Acción para manejar las subcuencas del SHB.

La voluntad de pago mensual promedio se agrega para calcular la recaudación promedio máxima de la JASEC por incrementos en tarifas. Debido a que el diseño del estudio económico se basa en la declaración de las preferencias de los usuarios del servicio eléctrico de la JASEC, este agregado representa una medida de los beneficios sociales totales del Plan de Acción para el Manejo de las Subcuencas, lo que permite garantizar que los beneficios sean mayores o iguales a los costos del Plan de Acción propuesto.

## Desarrollo metodológico

El estudio de VC se desarrolló en cuatro etapas consecutivas:

- Definición de la población de interés y el diseño de muestreo.
- Construcción y trabajo de grupos focales para el diseño de la encuesta.
- Diseño y aplicación de entrevistas telefónicas a una muestra representativa de clientes de la JASEC.
- Análisis de resultados a través de métodos estadísticos y aplicación de modelos econométricos.

La población de interés para el estudio la constituyeron el total de abonados de la JASEC (que en mayo del 2003 sumaban 64.939 clientes). La JASEC agrupa a sus abonados según sectores, que se diferencian por la tipología del cliente y por su nivel de consumo y, por lo tanto, por la tarifa asignada para el cobro del servicio eléctrico. El diseño del estudio partió de la categorización de clientes por sector de consumo de la JASEC y consideró la aplicación del método de VC a clientes en tres categorías de consumo:

- *Domiciliar*: el servicio para casas de habitación o apartamentos que sirven exclusivamente de alojamiento.
- *Comercial e industria pequeña*: aplican dos tipos de tarifas de acuerdo con el tipo de empresa y su consumo de electricidad, y siempre para clientes con consumos menores a 3.000 kwh por mes.
- *Industrial grande*: para el contexto de este estudio, son aquellos clientes que consumen más de 3.000 kwh por mes, y no pertenecen a la categoría TMT.

Quedaron por fuera del estudio una minoría de clientes catalogados por la JASEC como preferenciales (asilos, iglesias, escuelas), temporales y de tipo TMT. Estos últimos suman 12 clientes que trabajan con un sistema preferencial de tarifas a cambio de horarios nocturnos, entre otros aspectos. Dado su tamaño se catalogaron como clientes que merecen atención personalizada por parte de la gerencia de la JASEC.

El total de la población de clientes de la JASEC se caracterizó utilizando la base de información que posee la compañía y aplicando estadística descriptiva a la variable *consumo mensual de energía*, con el fin de conocer la estructura de la demanda de energía. Los resultados de la caracterización llevaron a proponer una estratificación dentro de cada grupo o sector de clientes, según su consumo promedio de energía.

## Diseño de muestreo

El estudio de VP fue realizado por medio de entrevistas telefónicas, para cumplir las exigencias de tiempo y presupuesto que ofrecía. Sin embargo, la existencia de un registro telefónico de apenas el 12% de los abonados de la JASEC obligó a realizar un análisis cuidadoso de la muestra que garantizara su representatividad a pesar de provenir de ese 12% de la población total.

Dentro de esta subpoblación de clientes, se seleccionaron estratos de consumo en cada sector (residencial, comercial e industrial), a los cuales se les asignó diferentes pesos en la muestra, según el número de clientes que componen el estrato. De forma similar, la subpoblación de clientes con teléfono reportado fue dividida en estratos de consumo en los tres grupos de clientes.

La caracterización estadística de la población total con y sin teléfono en los estratos definidos para los tres grupos de clientes mostró que estas dos subpoblaciones se distribuyen de manera casi uniforme, debido a que la existencia o ausencia de un registro telefónico en particular no está sujeta a un patrón sistemático en particular y más bien obedece a ineficiencias aleatorias en el levantado de los datos. Esto permitió hacer un muestreo aleatorio dentro de cada categoría hasta cumplir con el número de individuos a entrevistar. Los estratos definidos por criterios estadísticos y analíticos, para cada grupo de clientes, se muestran en el Tabla II.

**Tabla II. Descripción de estratos de consumo en grupos de clientes de la JASEC**

Grupo de clientes	Estratificación
Residenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrato 1: clientes con consumo menor a 200 kwh/mes</li> <li>• Estrato 2: clientes con consumo entre 200 y 320 kwh/mes</li> <li>• Estrato 3: clientes con consumo mayor a 320 kwh/mes</li> </ul>
Comerciales e industriales pequeños	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrato 1: clientes con consumo menor a 500 kwh/mes (excluidos los consumos menores a 20 kwh/mes)</li> <li>• Estrato 2: clientes con consumo entre 500 y 3.000 kwh/mes</li> </ul>
Industriales grandes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrato 1: clientes con consumo entre 3.000 y 6.000 kwh/mes</li> <li>• Estrato 2: clientes con consumo mayor a 6.000 kwh/mes</li> </ul>

El tamaño y diseño de la muestra seleccionada resultó de un balance entre los costos y los requerimientos estadísticos. El muestreo aleatorio brindó, además, representatividad geográfica de acuerdo con la distribución de los clientes de la JASEC en su zona de cobertura de servicios. Se realizaron un total de 413 entrevistas efectivas.

Para el caso del grupo de clientes residenciales de la JASEC, el análisis estadístico de las bases de datos mostró que los promedios de consumo de la subpoblación con teléfono (241 kwh) son ligeramente inferiores aunque estadísticamente no distintos al consumo de la población total (286 kwh). Sin embargo, para corregir los posibles sesgos se aplicó un método estadístico de corrección sencillo, que consiste en ajustar las estimaciones muestrales utilizando promedios poblacionales. La corrección parte de la ecuación que estima la voluntad de pago promedio (VPP) con base en las respuestas dicotómicas de los entrevistados a la pregunta sobre su VP y en función de la información socioeconómica del entrevistado. Tenemos entonces que:

$$VPP_{muestra} = \frac{\alpha + \beta_{cons} \cdot \overline{cons}_m + \beta_{otros} \cdot \overline{otros}_m}{\beta_{monto}}$$

donde  $\beta_{cons}$ ,  $\beta_{otros}$ ,  $\beta_{monto}$  son los coeficientes estimados por métodos logísticos multinomiales. Para realizar la corrección por el sesgo introducido por la disponibilidad parcial de datos sobre números de teléfono de los abonados, se sustituyeron en la ecuación anterior los promedios muestrales de consumo y otros ( $\overline{cons}_m$ ,  $\overline{otros}_m$ ) por los promedios poblacionales. Es decir, la estimación insesgada está dada por:

$$VPP_{población} = \frac{\alpha + \beta_{cons} \cdot \overline{cons}_{pob} + \beta_{otros} \cdot \overline{otros}_{pob}}{\beta_{Bid}}$$

### Diseño del experimento (cuestionario)

El diseño del experimento se basó en entrevistas preliminares y grupos focales. Las entrevistas para los tres tipos de clientes de la JASEC fueron estructuradas de la misma forma, con diferencias de contenido en algunas secciones específicas. La estructura incluía:

- Una sección de control para definir la idoneidad de la aplicación de la entrevista.
- Una sección de presentación.
- Una sección introductoria (Parte A) y de corroboración de información.
- El experimento propiamente dicho (Parte B).
- Una sección final con preguntas socioeconómicas (Parte C), para establecer relaciones que expliquen la voluntad de pago declarada.

El experimento de VC (ver Figura 3) inicia con una pregunta para evaluar la disposición a contribuir en el Plan de Acción para el Manejo de las Subcuencas del SHB y, en caso de no participar, evaluaba las razones para no hacerlo. Esto se conoce como “pregunta de participación” y sirve para diferenciar respuestas “protesta” (eliminadas del análisis) de otro tipo de respuesta.

En la parte central del experimento se planteó el escenario hipotético de acciones de manejo ambiental en la cuenca, solicitando a los abonados la declaración de su voluntad a pagar un monto específico para que este proyecto se lleve a cabo.

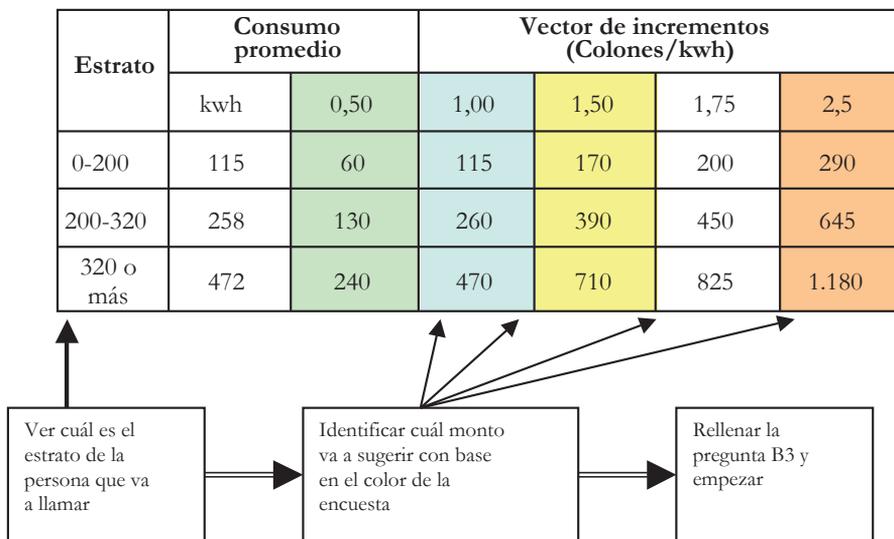
**Figura 3. Ejemplo de la encuesta de VC**

Parte B	
B1. Suponga que la JASEC tiene la opción de realizar un Plan de Manejo Ambiental de las cuencas de los ríos Birrís y Turrialba, que incluye reforestación, promoción de agricultura conservacionista y otras prácticas ambientales, ¿desearía usted que la JASEC realizara este proyecto aunque su familia tuviera que pagar 10 colones adicionales por mes en el recibo de electricidad?	
<input type="checkbox"/> Sí (pasar a B3) <input type="checkbox"/> No (pasar a B2)	
B2. ¿Cuál es la razón para decir <b>No</b> en la pregunta anterior? <b>NO LEER OPCIONES.</b>	
MARCAR LA OPCIÓN QUE MÁS SE ACERQUE	<input type="checkbox"/> No sé si el manejo ambiental de la cuenca traiga beneficios
	<input type="checkbox"/> No sé que es el manejo ambiental de la cuenca
	<input type="checkbox"/> Creo que la inversión en infraestructura es suficiente para lograr un buen servicio de electricidad en el futuro
	<input type="checkbox"/> Creo que el manejo ambiental de la cuenca es responsabilidad de los dueños de la tierra
	<input type="checkbox"/> No creo que el dinero adicional sea usado en manejo de la cuenca
<input type="checkbox"/> Otros _____	
B3. En la actualidad, la JASEC invierte lo recaudado por tarifas para costear sus operaciones y para mantener la infraestructura. la JASEC genera la electricidad en las cuencas de los ríos Birrís y Turrialba. Un factor importante para un buen servicio de electricidad en el futuro es un Plan de Manejo Ambiental de las cuencas de estos ríos. Este plan se puede llevar a cabo solamente si la JASEC cuenta con recursos adicionales suficientes.	
Un Plan de Manejo Ambiental de las cuencas le traería a usted beneficios directos debido a un servicio de electricidad más seguro, y en el futuro, posiblemente con incrementos menores en la tarifa. Además usted contribuiría a cuidar el medio ambiente de la zona.	
Asuma ahora que usted tiene la posibilidad de votar a favor o en contra del Plan de Manejo Ambiental, y éste sería ejecutado solamente si suficientes familias votan a favor.	
¿Votaría usted a favor del Plan de Manejo Ambiental, si esto le costara a su familia, y a otras con un consumo de electricidad similar a la suya, ___710___ colones adicionales por mes en su cuenta de electricidad, sabiendo que los fondos se manejarían en un fideicomiso exclusivamente para este fin?	
<b>Recuerde que su familia no podrá utilizar este dinero para otros propósitos.</b>	
<input type="checkbox"/> Sí ¿Está seguro? Recuerde que este aumento puede volverse realidad en el futuro.	
<input type="checkbox"/> No	
B4. ¿Cuánto estaría usted dispuesto a pagar como máximo de aumento mensual en su tarifa eléctrica por el Plan de Manejo Ambiental _____	

El conjunto o vector de montos de pago específicos (Bids) que fueron usados en las entrevistas se utilizan en el experimento para estimar diferentes puntos de la curva que refleja la VP. Es decir, se desea conocer cómo varía la VP conforme se aumenta el monto a pagar, esperando que un aumento del monto a pagar se refleje en una menor disposición a responder afirmativamente al monto sugerido como incremento en la tarifa mensual. Se utilizó un vector de montos de cinco valores, con incrementos que corresponden a: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 y 2,5 ¢/kwh consumido.

Debido a que el posible incremento tarifario se aplicaría en términos de unidad de energía consumida por el cliente (en ¢/kwh consumido), el alza afectaría a los abonados según su nivel de consumo. Esta situación se controló a través de la estratificación de la muestra por niveles de consumo; en la entrevista se resolvió utilizar incrementos en ¢/mes, calculados a partir de los incrementos en ¢/kwh y utilizando los precios promedio para cada estrato muestreado, tal y como se señala en la Figura 4.

**Figura 4. Montos a sugerir en la pregunta B3**



Las entrevistas fueron aplicadas entre el 18 de agosto y el 10 de septiembre del 2003. Éstas fueron dirigidas al miembro de la familia o negocio encargado de pagar el recibo telefónico y con poder de decisión de aceptar o rechazar una propuesta de aumento de tarifa.

## Resultados

Se utilizaron dos métodos para analizar los resultados del estudio de VC. El primero fue el **método paramétrico**, que calcula la voluntad de pago promedio utilizando una regresión logística de tipo dicotómico, donde la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de si estaría dispuesto a pagar un monto X por un determinado Plan de Manejo depende del monto sugerido, de otras características socioeconómicas del entrevistado y de un término de error que se asume se distribuye logísticamente con media 0. Una vez calculada esa probabilidad, se estima la voluntad de pago promedio con resultados estadísticos bien establecidos (Hanemann, 1999). Este método requiere un tamaño de muestra grande y, por ende, sólo se aplicó a la encuesta residencial.

El segundo método fue el **no paramétrico**, que no asume ninguna distribución para el término de error. Este método parte de construir la función de supervivencia de la respuesta afirmativa, ante incrementos en el monto sugerido; luego se toma el promedio de la voluntad de pago como el área debajo de la curva de supervivencia (Kriström, 1990; Haab y McConnell, 2002).

Utilizando el **método paramétrico de estimación de la voluntad de pago de clientes residenciales**, encontramos que la probabilidad de una respuesta afirmativa a la aceptación del incremento sugerido se puede modelar de la siguiente manera:

$$\text{Pr } ob(si) = f(\text{int}, (\text{col} / \text{kWh}), \text{consumokwh}, \text{propiedad} - \text{casa}, \text{educación}, \text{dummy})$$

donde: int = intercepto; consumokwh = consumo mensual en kwh; propiedad-casa = régimen de propiedad de la casa; educación = nivel de estudios y dummy = dummy para el entrevistador.

El análisis produjo valores y signos para los coeficientes del modelo que se interpretan de manera razonable con las expectativas de los investigadores. Por ejemplo, se encontró que la probabilidad de responder afirmativamente a la pregunta de voluntad de pago decrece conforme aumenta el incremento en la tarifa medido en ¢/kwh ( $B_{(\text{col}/\text{kwh})} = -0,918$ , significativo al 1%), al igual que con el incremento del consumo mensual. Por otro lado, se encontró una mayor voluntad de pago en clientes con mayor ingreso y más alto nivel de educación.

La voluntad de pago promedio se calculó para la muestra y la población mediante ajuste de la variable consumo en kwh, encontrándose poca diferencia entre ambos valores bajo el método paramétrico. La voluntad de pago promedio para clientes **residenciales** es de 2,27 ¢/kwh.

Por otro lado, la utilización del **enfoque no paramétrico** para estimar la voluntad de pago promedio en los tres grupos de clientes arrojó los siguientes valores (área bajo la curva de las tres funciones de supervivencia): ¢2,06 por kwh para clientes **residenciales**, ¢2,12 por kwh para clientes **comerciales** y de industria pequeña y ¢0,98 por kwh para clientes **industriales grandes**. Se debe recalcar que el bajo número de entrevistas logradas para el sector industrial de consumo mayor a 3.000 kwh/mes le brinda poca fortaleza al análisis realizado (no paramétrico). Sin embargo, su desarrollo puede brindar aproximaciones y descubrir tendencias y patrones relacionados con la voluntad de pago de este sector de consumo.

El Tabla III muestra la voluntad de pago para cada tipo de cliente de la JASEC, el consumo total de cada tipo<sup>1</sup> y la consiguiente estimación de los beneficios totales de un programa de manejo ambiental de las subcuencas de los ríos Birrís y Turrialba.

**Tabla III. Voluntad de pago promedio y monto mensual/anual de ingreso por la tarifa ambiental**

	Voluntad a pagar ¢/kwh	Consumo total de kwh/mes por tipo de cliente (06/03)	Monto mensual de ingreso por tarifa ambiental ¢	Monto anual de ingreso por tarifa ambiental ¢
Residencial (paramétrico)	2,27	16.567.389	37.607.973	451.295.676
Residencial (no paramétrico)	2,06	16.567.389	34.128.821	409.545.856
Comercial (no paramétrico)	2,12	2.606.181	5.525.103	66.301.244
Industrial (no paramétrico)	0,95	8.521.074	8.095.020	97.714.024
TOTAL (no paramétrico)			47.748.944 (EUA\$118.256)*	575.987.328 (EUA\$1.419.072)

\* Tipo de cambio de referencia a 11 de septiembre del 2003, es decir, 405.89\$/colón.

1 La estimación de la elasticidad de demanda de electricidad ante cambios en los precios queda fuera del alcance del presente estudio. Un aumento en el precio de la electricidad se espera que esté ligado a una disminución en la cantidad consumida de electricidad. Sin embargo, dado que la electricidad es un bien de primera necesidad, se espera que ese efecto no sea grande, es decir, se espera que la demanda de electricidad sea relativamente inelástica con respecto al precio. Otro aspecto que queda fuera del alcance de este estudio es la proyección futura de la cantidad de electricidad vendida por la JASEC. Nuestro análisis es, por ende, estático y muestra la recaudación que lograría la tarifa ambiental si la cantidad transada de electricidad se mantiene en el mismo nivel que hoy.

Asimismo, las funciones de supervivencia fueron usadas para estimar el monto para el cual el 75% de los entrevistados respondería afirmativamente al incremento tarifario. Este monto puede ser utilizado como la medida más conservadora respecto a la voluntad a pagar de la población. La Tabla IV muestra los beneficios totales del proyecto si se utiliza la estimación más conservadora, es decir, para la cual un 75% de la población aceptaría pagar.

**Tabla IV. Voluntad de pago (medida conservadora) y monto mensual/anual de ingreso por la tarifa ambiental**

	Voluntad a pagar ¢/kwh	Consumo total de kwh/mes por tipo de cliente (06/03)	Monto mensual de ingreso por tarifa ambiental ¢	Monto anual de ingreso por tarifa ambiental ¢
Residencial	0,8	16.567.389	13.253.911	159.046.934
Comercial	0,95	2.606.181	2.475.872	29.710.463
Industrial	0,5	8.521.074	4.262.537	51.150.444
TOTAL			¢19.992.320 (EUA\$49.255)	¢239.907.841 (EUA\$591.066)

## Consideraciones finales

El objetivo del estudio de valoración económica fue estimar la voluntad de pago máxima por un Plan de Acción para el manejo de las subcuencas tributarias del SHB, para los tres tipos de clientes más importantes de la JASEC: clientes residenciales, clientes de industrias pequeñas y comercios (<3.000 kwh) y clientes industriales grandes. La agregación de esta voluntad de pago constituye una medida de los beneficios sociales que brindaría este proyecto y constituye, por ende, un límite máximo para el costo del Plan de Acción. Al respecto, es importante aclarar dos aspectos relevantes para el uso adecuado de las estimaciones de este estudio.

El primer aspecto tiene que ver con la agregación de los resultados. El estudio calcula la voluntad de pago de los distintos clientes de la JASEC en términos de incrementos en el costo del kwh. El beneficio total agregado se calcula multiplicando esa voluntad de pago por el número de kwh consumidos al mes por cada tipo de cliente de la JASEC. Sin embargo, el SHB genera sólo el 30% aproximadamente de la energía que vende la JASEC a sus clientes. El resto de la energía es comprada al ICE. A pesar de lo anterior, es un error argumentar

que los beneficios de un manejo ambiental de las cuencas de los ríos Birrís y Turrialba, donde se genera ese 30%, deberían calcularse utilizando solamente el 30% de la totalidad de electricidad vendida por la JASEC. La pregunta de VC planteada a los entrevistados es muy clara al referirse a cuánto estarían dispuestos a pagar por un manejo ambiental de las cuencas de los ríos Birrís y Turrialba. Dado lo anterior, la voluntad de pago estimada en este estudio está relacionada únicamente con un plan de manejo ambiental del SHB y con propósitos de agregación se debe incluir la totalidad de kwh suplidos por la JASEC a sus clientes residenciales e industriales, pues ellos consideraron la totalidad de su tarifa actual en el momento de aprobar o desaprobar el incremento tarifario planteado en este estudio. Más aún, no es válido argumentar que los clientes de la JASEC tendrían la misma voluntad de pago por otras cuencas, pues su relación con éstas puede ser distinta que con el SHB.

El segundo aspecto tiene que ver con el uso de la información estimada en este estudio. Como se menciona arriba, las estimaciones indican la voluntad de pago máxima de los distintos tipos de clientes de la JASEC y esto permite calcular un aproximado de los beneficios totales que se lograrían con un Plan de Acción para el manejo de las subcuencas tributarias del SHB. Sin embargo, de ninguna manera puede tomarse esa estimación de los beneficios totales como el dinero total del cual la JASEC puede disponer para manejar las cuencas indicadas. Si este fuera el caso, los beneficios sociales netos (beneficios sociales menos costos sociales) serían iguales a cero y la población no estaría mejor ni peor. Dado que lo que se busca es maximizar los beneficios netos, el plan de manejo ambiental debe diseñarse de manera que sea lo menos costoso posible y aún así logre sus objetivos.

## Referencias bibliográficas

- Azqueta, D. 1994. *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill.
- Dixon, J. A.; Scura, L. F.; Carpenter, R.; Sherman, P. 1999. *Análisis económico de impactos ambientales*. Edición Latinoamericana. CATIE. Costa Rica.
- Freeman, A. 1999. *The Measurement of Environmental and Resources Values, Theory and Methods*. Resources for the Future.
- Haab, T. C.; McConnell, K. 2002. *Valuing Environmental and Natural Resources: The Econometrics of Non-Market Valuation*. Edwar Elgar.
- Hanemann, M. 1999. "Welfare analysis with discrete choice modelling"; in Herriges, J. A. y Kling, C., editors. *Valuing Recreation and the Environment*. Edwar Elgar.
- Mitchel, R.; Carlsson, R. 1989. *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington D.C., RFF.

**Valoración económico-ecológica de la  
Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo”:  
estudio de alternativas para la implementación  
de pagos por servicios ambientales de la  
Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo”. Nicaragua**

*Rosario Ambrogi Román\**

*Ileana Silva R.\*\**

---

\* Cuenta con una Maestría en Política Económica para Centroamérica y el Caribe, con una especialidad en Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica de la Universidad Nacional de Heredia en Costa Rica, además de su Licenciatura en Economía de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Actualmente es Consultora de Políticas para la Sostenibilidad de IPS, ha sido consultora en proyectos para el BID-INTUR-CANTUR, así como Directora del Centro de Investigaciones Económicas y Tecnológicas (CINET).

Tiene diversas publicaciones en análisis de políticas monetarias, reforma agraria, así como en temas de la actividad ganadera y su impacto en la deforestación en Nicaragua, sistemas de producción en el trópico húmedo de Nicaragua, artículos en revistas como “Dinámicas del Sector Forestal”, entre otros más. Ha sido consultora de instituciones como GEA CONSULTORES, MARENA, DANIDA, AMIGOS DE LA TIERRA, MAGFOR, PROSESUR, RECURSA, BANCO MUNDIAL, ARAUCARIA, GTZ.

\*\* Egresada del Programa de Maestría en Política Económica y Desarrollo Sostenible de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, Licenciada en Administración de Empresas de la Universidad Centroamericana.

Ha realizado consultorías en instituciones como FUSADES- MOPAFMA, Asociación Casa Ave Maria, Centro Humbolt, Programa de Atención Integral a la Niñez Nicaragüense, UNAN – Managua, Fundación para la Promoción de la Medicina Natural.

Tienes varias publicaciones tales como: Del trabajo no remunerado al trabajo productivo, Informalidad urbana y genero en el mercado de trabajo nicaragüense, Manual para la capacitación de la administración de recursos humanos para cooperativas de servicios múltiples.



## Introducción

En el presente documento se sintetizan los principales aspectos considerados en la realización de la investigación en la Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo”. En esta oportunidad y por tratarse de un resumen ejecutivo, se exponen brevemente los resultados en cuanto a la caracterización de la reserva natural, tanto desde el punto de vista físico como desde el punto de vista socioeconómico, así como las principales conclusiones respecto del método de valoración económica de disposición de pago, de demanda del recurso hídrico.

El área protegida “Chocoyero-El Brujo” fue creada por Decreto Ejecutivo N° 35-93, del 25 de junio de 1993. Posee una extensión de 130 ha. Se ubica a 10,3 km del poblado de Ticuantepe, departamento de Managua y a 21 km de Managua. El nombre de Chocoyero obedece a la población de chocoyos o loros verdes que anidan en agujeros en el paredón de toba volcánica por donde se precipita la cascada.

El terreno del área protegida es propiedad de la Cooperativa Agrícola Juan Ramón Rodríguez. Desde 1996 el área está siendo administrada por el Centro de Acción y Apoyo al Desarrollo Rural (CENADE), con el apoyo de la Alcaldía de Ticuantepe. El CENADE es una ONG que promueve el desarrollo socioeconómico y la protección ambiental del municipio. El interés original del área fue conservar la cobertura boscosa que estaba siendo deteriorada y afectaba la conservación de la fuente de agua que abastece a la comunidad donde habitan los miembros de la cooperativa y otras comunidades del municipio de Ticuantepe.

Debido a que el área protegida está ubicada en la parte media de la microcuenca, el manejo de su parte alta es indispensable para el mantenimiento de los recursos y conservación de los potenciales del área protegida.

Debe indicarse que el área protegida representa una zona con características muy particulares y de gran importancia en cuanto al abastecimiento del recurso hídrico, también por las especificaciones tanto de la vegetación como de la fauna presentes, por lo que deben dirigirse importantes esfuerzos investigativos que acompañen los esfuerzos administrativos hasta ahora asumidos, en relación con el comanejo conjunto, de forma que puedan conservarse los recursos y se mantengan vivos los objetivos del desarrollo en ambientes saludables, para las generaciones presentes y futuras.

## Objetivos

### Objetivo general

Valorar económicamente las alternativas factibles para la implementación de mecanismos de pagos por servicios ambientales, en la Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo”.

### Objetivos específicos

1. Realizar un análisis situacional que permita identificar la situación actual de la reserva natural, asimismo que permita caracterizar la zona desde el punto de vista socioeconómico y ambiental.
2. Determinar la oferta y demanda de bienes y servicios ambientales que puedan representar alternativas factibles para la implementación del mecanismo de pago por servicios ambientales.
3. Identificar cuál sería el espacio institucional, que vinculado directamente a la implementación del mecanismo de pago, pueda representar una alternativa confiable en cuanto al manejo del recurso y pueda facilitar una acertada apropiación de beneficios para los propietarios de la reserva natural en particular.
4. Contribuir al fortalecimiento de la capacidad investigativa de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), en la temática de servicios ambientales, de forma que se pueda fortalecer la construcción metodológica y la práctica de conservación de los recursos naturales en el contexto de mecanismos de pago por servicios ambientales.

## Caracterización de la reserva natural

### Caracterización física

La Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo” comprende una extensión aproximada de 130 ha, en las que se encuentran dos saltos de agua y una estrecha cañada que se abre en posición barlovento, en la parte media de la subcuenca III de la cuenca sur del Lago de Managua.

La microcuenca donde se ubica la reserva natural inicia en el parteaguas del sector de El Crucero-Las Nubes y drena hacia el valle de Ticuantepe. La precipitación se infiltra de manera rápida en el trayecto donde no corre el agua superficial, brotando ésta repentinamente en la reserva en forma de dos cascadas de más de 20 m de altura, espectáculo que constituye uno de los mayores

atractivos del área. El agua superficial de las cascadas abastece a cinco comunidades en la región, asentadas en la zona de amortiguamiento, en la parte baja (agrícola); el agua restante, al igual que el agua de otras microcuencas, se infiltra y contribuye al acuífero subterráneo del valle de Ticuantepe, el que aporta la cuarta parte del agua que consume la ciudad de Managua diariamente.

En el área existen colonias andantes de chocoyos (*Aratinga strenua*), especie amenazada de extinción y cuyo rango de distribución está en un área de endemismo mundial y también se constituye en una zona de resguardo para muchas especies de mamíferos menores. Asimismo en el área protegida se encuentran las fuentes de agua superficial de la que depende la supervivencia de estas y otras especies de fauna silvestre.

Además de lo anterior, el área protege un remanente representativo del bosque semideciduo y las especies que la integran. Este tipo de vegetación es escaso y alterado en Nicaragua. Algunas especies vegetales son únicas en el área o son muy raras en otras regiones del país.

La Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo” posee un enorme potencial para la educación ambiental no sólo por contener en ella elementos naturales suficientes en un área pequeña que ilustran un sinnúmero de procesos naturales, sino también porque es visitada de forma masiva y continua por niños y jóvenes, estudiantes en su mayoría, quienes encuentran en ella un verdadero laboratorio natural de educación ambiental, en el que pueden observar y aprender acerca de la naturaleza del país. Adicionalmente cuenta con condiciones ideales para la investigación científica, en especial en los campos de fauna silvestre e hidrología.

A continuación y de forma bastante general se presentan las generalidades de cada uno de los recursos que se corresponden con la caracterización física de la reserva.

## Geología

La formación de Las Sierras de Managua es el apilamiento alzado de un gran espesor de estratos donde se alternan cenizas, arenas, lapillis, flujos de lava y tobas poco compactadas, correspondientes al vulcanismo cuaternario. Se trata de una agregación superpuesta de materiales arrojados por los antiguos volcanes que antes existían en lo que hoy es la Depresión Nicaragüense o Graben Lacustre. La falla que delimita al Graben por el sur provocó el levantamiento de los estratos hasta su punto culminante en Las Nubes, a 850 m sobre el valle y el Lago de Managua (FUNDENIC, 2000).

## Suelos

A partir de cenizas, lapillis y tobas volcánicas se originaron suelos francoarenosos de muy buena fertilidad, con una pendiente general de 30 a 90° y fácilmente erosionables, con un potencial de erosión media mayor de 1.500 ton/km<sup>2</sup>/año; la cobertura boscosa en las laderas y fondo de las cañadas ayuda a evitar su completa erosión.

Es importante indicar que si bien los suelos no tienen usos agropecuarios, para fines de manejo deben tomarse en cuenta sus características para la planificación de senderos y caminos dentro del área, dado que la visita turística masiva puede representar impactos negativos en el suelo, aumentando su nivel de compactación, disminuyendo la infiltración y provocando erosión, cuyos efectos ya se hacen visibles en algunas partes de los senderos actuales.

En la parte alta de la microcuenca, los suelos igualmente frágiles y muy inclinados requieren de una permanente cobertura boscosa para evitar la erosión y la afectación en las áreas bajas.

## Geomorfología

El núcleo del área protegida se corresponde con una pequeña y estrecha cañada, limitada por farallones casi verticales o por laderas sumamente escarpadas en la mayor parte de su perímetro, con excepción del lado sureste, que es el acceso desde la comunidad Los Ríos. Este acceso es un camino que va por el fondo de una cañada, con una pendiente suave, hasta llegar al extremo que termina abruptamente frente a los farallones rocosos donde anidan las bandadas de chocoyos que dan su nombre al área.

La intersección de la falla de Las Sierras con la transversal de Las Nubes hace a esta zona susceptible a los fenómenos sísmicos. En recientes años se ha incrementado la sismicidad en el valle de Ticuantepe, situado al pie de Las Sierras de Managua, lo que unido a las características del material parental y las pendientes hace que existan riesgos de derrumbes, causados tanto por movimientos sísmicos como por eventuales altas precipitaciones pluviales en ciertos años.

## Condiciones climáticas

El área protegida comienza en su parte más alta a partir de los 500 msnm en la Zona de Vida del Bosque Húmedo Subtropical, estimándose una

temperatura promedio entre los 21 y 24° C y una precipitación media de entre los 1.250 y 1.700 mm/año, valores que no incluyen el aporte hídrico por condensación de nubosidad constante en la parte alta de Las Sierras.

### Recurso hídrico

La hidrología en el área protegida se limita al nacimiento de dos fuentes de agua, breve recorrido de un arroyo (Chocoyero) de unos 150 m y dos saltos de aproximadamente 20 m de altura.

Chocoyero se origina en la quebrada El Chale, proveniente de las haciendas La Prusia y El Chalet. Las aguas son trasladadas hacia una parte de la comunidad El Edén para el consumo humano. Después del salto el agua recorre apenas unos 200 m, en la época lluviosa.

El Brujo, se origina en la quebrada El Cairo, que nace en las zonas más altas, no se visualiza una corriente superficial definida. En la actualidad el agua de El Brujo se transporta totalmente para abastecer a las comunidades cercanas.

El agua de ambas cascadas recorre sólo un pequeño trecho (20-30 m), infiltrándose rápidamente, para alimentar el manto acuífero que abastece al valle de Ticuantepe y en parte el consumo diario de agua de la ciudad de Managua.

### Recursos biológicos

La flora y fauna, en el área protegida y la zona de amortiguamiento, conforman un tejido de vida de gran importancia y con muchos elementos a conservar.

Efectivamente, el área cuenta con un amplio espacio de bosque secundario denso, con remanentes de bosques primarios de Las Sierras de Managua, posee una extensión de 500 km<sup>2</sup> y debe ser considerado el pulmón de la ecorregión del Pacífico de Nicaragua<sup>1</sup>.

La biodiversidad vegetal hasta ahora observada en el refugio asciende a 138 especies de 109 géneros y 66 familias, siendo las familias Fabaceae, Meliceae, Mimosaceae, Moraceae y Urticaceae las más numerosas y los géneros más numerosos son *Ficus*, *Trichilia* e *Ipomea*.

Los bosques, dentro y fuera del área protegida, han sido alterados en un pasado por la extracción selectiva de ciertas especies para madera y leña,

---

1 Según Walsh, 1999.

pero debido a la protección que han experimentado en los últimos ocho años se han venido conservando las especies con las que aún se cuenta. Se destacan Guayabo, Tempisque, Níspero, Chilamate, Roble, entre otros.

La riqueza de la fauna silvestre presente en el ecosistema registra una aproximación de unas 23 especies, de ellas unas 10 son de murciélagos; los monos también son mamíferos relevantes en el área.

La especie más abundante y llamativa del refugio es el chocoyo, que le da el nombre al lugar y que se encuentra en grandes concentraciones durante todo el año, en los farallones de la cascada Chocoyero.

## **Caracterización socioeconómica**

La parte alta de la microcuenca es compartida entre los municipios de La Concepción, Ticuantepe y El Crucero. Su manejo es indispensable para la existencia del área protegida, no obstante, la mayor parte de los beneficiados son habitantes de las comunidades del municipio de Ticuantepe.

Presentamos de forma general las principales características de la población en el municipio de Ticuantepe.

### **Distribución territorial**

#### **Urbana**

- Barrio Medardo Andino
- Barrio Juan Ramón Padilla
- Barrio 4 de Mayo
- Reparto Miraverde
- Reparto Nuevo Horizonte
- Reparto Santa Rosa

#### **Comunidades rurales**

- Comunidad La Borgoña
- Comunidad Benjamín Zeledón
- Comunidad San José
- Comunidad Las Carpas
- Comunidad Humberto Ruiz
- Comunidad Los Ríos
- Comunidad Pablo Calero
- Comunidad Andina

- Comunidad Dírita
- Comunidad Denis Larios
- Comunidad Manuel Landez
- Comunidad Eduardo Contreras
- Comunidad Gaspar García Laviana
- Comunidad La Francia
- Comunidad Valentín Larios
- Comunidad Leonel Reynosa

### Población

Hombres	Mujeres	Total
12.034 (49,37%)	12.343 (50,63%)	24.377 (100%)

Como puede observarse, la población del municipio de Ticuantepe es joven, ya que los menores de 15 años representan el 43% del total. El grupo de edades de 0-4 años representa el 15% del total y los del grupo de 5 a 14 años representan el 28% del total.

### Distribución de la población por grupo etáreo

Edades	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
00 años	824	404	420
01-04 años	2.832	1.474	1.358
05-09 años	3.586	1.750	1.836
10-14 años	3.354	1.697	1.657
15-19 años	2.566	1.257	1.309
20-24 años	2.294	1.120	1.174
25-29 años	1.867	867	1.000
30-34 años	1.636	779	857
35-39 años	1.431	651	780
40-44 años	990	495	495
45-49 años	717	355	362
50-54 años	553	277	276
55-59 años	449	252	197
60-64 años	402	188	214
65-69 años	322	162	160
70-74 años	193	105	88

### Distribución de la población por grupo etáreo

Edades	Ambos sexos	Hombres	Mujeres
75-79 años	154	91	63
80-84 años	115	64	51
85 y más años	92	46	46
<b>TOTAL</b>	<b>24.377</b>	<b>12.034</b>	<b>12.343</b>

Las cifras y los cálculos se basan en los datos preliminares y proyecciones de INEC. (Primer trimestre del año 2000).

### PEA por sexo y actividad ocupacional

La Población Económicamente Activa (PEA) del municipio es aproximadamente de 9.507 personas, es decir, el 39% del total de la población del municipio.

Las principales actividades económicas en que se distribuye la PEA son: la agricultura (58,6%), donde el pago aproximado del día de trabajo oscila entre C\$30 a C\$35, la artesanía (0,8%), la industria (12,6%), los servicios (16,7%), el comercio (10,7%) y la ganadería (0,6%).

En el sector urbano, el mayor peso porcentual de participación de la PEA es en la actividad industrial con un 20,8% y en servicios con un 47,7%. Se destaca también la actividad comercial en el área rural (comercializan lo que producen) con el 12% de la PEA.

La distribución de la PEA por categoría ocupacional en el municipio de Ticuantepe indica que el grupo que mayor porcentaje refleja el trabajo por cuenta propia se localiza en el área rural. Le siguen en orden los desocupados, los trabajadores temporales, los trabajadores cooperados y los trabajadores asalariados.

## Actividades económicas

### Sector agrícola

La principal actividad económica del municipio es la agrícola, principalmente en el área rural, su producción abastece en primer lugar las ciudades de Managua y Masaya.

Estadísticas del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y del Centro de Acción y Apoyo al Desarrollo Rural (CENADE), señalan que

Ticuantepé cuenta con un aproximado de 7.314 manzanas sembradas, distribuidas de la siguiente manera:

### Sector agrícola

Rubro	Época primera postrera-planificada			Postrera-planificada			
	Área sembrada	Pérdida	Sub total	Área sembrada	Pérdida	Sub total	Gran total
Frijol	400 mz	210	190	660 mz	-	660	850 mz
Maíz	320 mz	215	105	80 mz	-	80	185 mz
Arroz	25 mz	-	25	-	-	-	25 mz
Piña	1.700 mz	-	1.700	200 mz	-	200	1.900 mz
Plátano	380 mz	-	380	90 mz	-	90	470 mz
Café	304 mz	-	304	-	-	-	304 mz
Pitahaya	150 mz	-	150	-	-	-	150 mz

Ticuantepé cuenta con 260 productores con y sin títulos de propiedad, otros alquilan la tierra para la siembra y 364 se encuentran aglutinados en 19 cooperativas agrícolas con presencia en el municipio. De cada cinco productores uno alquila tierra.

### Características de los productores agrícolas de Ticuantepé

El siguiente cuadro muestra que los productores que poseen de 0,5 mz a 5 mz de tierra destinada a la agricultura, en su mayoría son productores individuales que no están asociados en su posesión; de los cuales el 85% de los productores individuales son varones y el otro 10% son productoras individuales mujeres que poseen la propiedad titulada o no de las tierras agrícolas.

### Condición jurídica de los productores de Ticuantepe

Tamaño de empresas agropecuarias	Total de producto	Condición jurídica del productor				
		Indiv.	Coop.	Familiar.	Empres.	Admón. Pública
Ticuantepe	790	788	-	-	-	2
0,5 mz a menos	123	122	-	-	-	1
0,51 mz a 1,0 mz	144	144	-	-	-	-
1,1 mz a 2,5 mz	236	236	-	-	-	-
2,51 mz a 5 mz	287	286	-	-	-	1

Elaboración propia con base en datos de Cenagro

En contraste con ello, la mayoría de estos productores poseen sus viviendas en las tierras destinadas a las tareas laborales.

De estos productores individuales un 27,5% ha realizado estudios superiores mayores a 4 años, el 52% sólo ha realizado estudios primarios, de los cuales sólo un tercio de ellos ha logrado terminarlos y el restante 5% no continuó con sus estudios secundarios y el 15,5% no asistió o no se encuentra registrado en una escuela del municipio.

### Número de miembros del hogar que trabajan en las EA's

Tamaño de EA's*	Total de Producto	Miembros del hogar que trabajan en las EA's				
		1	2 a 3	4 a 5	6 a 9	10 a más
Ticuantepe	788	323	350	90	23	2
0,5 mz a menos	122	52	58	10	2	-
0,51 mz a 1,0 mz	144	68	63	10	3	-
1,1 mz a 2,5 mz	236	103	106	22	5	-
2,51 mz a 5,0 mz	286	100	123	48	13	2

\* EA's: Empresas Agropecuarias.

Mediante este cuadro se observa el comportamiento más común del productor en cuanto a mano de obra se refiere; generalmente esta cantidad de manzanas son explotadas por la mano de obra familiar, donde es más común ver entre 2 y 3 miembros de familia, padre e hijos (varones), que estén trabajando la tierra.

Entre los insumos que utilizan los productores de Ticuantepe se encuentran:

- Semilla certificada y/o mejorada.
- Semilla criolla.
- Fertilizante natural.
- Abono orgánico.
- Insecticidas.
- Fungicidas.
- Urea.
- Triple 15.
- Malation.
- Espeque.
- Sistema de riego natural.

### **Sector pecuario**

La producción de ganado en el municipio no es significativa, cuenta con 150 cabezas que son utilizadas para la producción de carne y leche para el consumo local.

### **Sectores industrial y comercial**

La presencia de industrias en el municipio es de poca incidencia. Apenas se registran las siguientes:

- 2 empresas de pintura.
- 1 industria de candelas.
- 1 industria de alimentos.
- 1 imprenta.
- 1 banco de semen bovino.

La industria tiene poca incidencia, debido a que la mano de obra de la mayoría de los centros existentes no proviene del municipio, posiblemente porque requieren de mano de obra calificada, que no existe en el territorio. El porcentaje de empleados en la rama industrial no corresponde a las industrias del municipio, sino a centros industriales localizados en su mayoría en Managua.

Además, se localizan los siguientes establecimientos reportados como contribuyentes: comercio, servicios, entre otros.

- 107 pulperías
- 5 farmacias

- 1 venta de licor
- 4 taller de carpintería
- 6 salas de billar
- 3 taller de vulcanización
- 4 venta de verdura
- 1 sala de belleza
- 3 bloqueras
- 5 miniferreterías
- 2 barberías
- 1 vivero
- 1 funeraria
- 1 cafetín
- 3 talleres de mecánica

## **Conclusiones generales preliminares y síntesis de resultados**

En esta investigación se aplicaron 300 encuestas bajo la metodología de valoración contingente, a una muestra de dos sectores de interés para el estudio: el sector domiciliar y el sector turismo, para verificar si existe reconocimiento social de los servicios ambientales que presta la biodiversidad, en este caso representada por la Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo” y captar la disposición de pago por este servicio.

Del sector residencial como demandante mayoritario y fundamental del servicio ambiental hídrico se tomó una muestra de 150 encuestas distribuidas en dos zonas residenciales de Managua que son abastecidas de agua potable de las fuentes de agua que nacen en la reserva, por lo tanto, la muestra se fragmentó en 100 encuestas en hogares de la Colonia Centroamérica, caracterizada como zona de ingreso medio (entre 300 y 800 dólares mensuales) y 50 en el Residencial Las Colinas, sector de altos ingresos (más de 1.000 dólares mensuales).

Las encuestas revelaron que existe disposición a pagar por el valor del recurso y garantizar de esta forma su abastecimiento en el corto y el largo plazo, cuyos resultados podemos observar en el siguiente cuadro.

**Montos promedios de disposición de pago del sector residencial**

Zona residencial de estudio	% Que están dispuestos a pagar	Dap (Córdobas) promedio	Monto (c\$) mínimo dap	Monto (c\$) máximo dap
Colonia Centroamérica	60%	30 C\$ x m <sup>3</sup> mensual	15 C\$ x m <sup>3</sup> mensual	50 C\$ x m <sup>3</sup> mensual
Residencial Las Colinas	70%	40 C\$ x m <sup>3</sup> mensual	20 C\$ x m <sup>3</sup> mensual	60 C\$ x m <sup>3</sup> mensual

Es de relevancia destacar que los entrevistados, sobre todo los de ingresos medios (Colonia Centroamérica), manifestaron que el salario apenas les ajusta para cubrir las necesidades básicas, pero estarían dispuestos a aportar una cantidad de dinero para el mantenimiento y conservación de las fuentes de agua que nacen en la Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo”, de donde están conscientes se abastecen del agua que consumen, siempre y cuando se garantice la transparencia en el uso de estos fondos.

Según datos recabados, el consumo promedio en ambos sectores resultó de 21,5 metros cúbicos por medidor en una familia con un promedio de seis miembros, pagando un promedio aproximado de 128,63 córdobas por familia.

Del sector turismo como principal demandante del Servicio Ambiental de Belleza Escénica se tomó una muestra de 150 encuestas a turistas extranjeros, 75 fueron entrevistados en las zonas aledañas a la reserva (Ticuan-tepe, Chocoyero, La Concepción, etc.) y 75 en Managua. Las principales nacionalidades de los encuestados en rango de importancia eran: estadounidenses, hondureños, costarricenses, españoles, entre otros.

El ingreso promedio resultó de aproximadamente 1.600 dólares mensuales.

Entre los principales motivos de la visita al país estaban: negocios, visita a familiares, goce y disfrute de los recursos turísticos que ofrece el país, tales como lagos, ríos, sol y playa, montañas, monumentos históricos y riqueza natural.

El 90% de los encuestados estuvo dispuesto a aportar la cantidad de 10 dólares en promedio en cada visita, para el mantenimiento de las riquezas naturales como fuente de atractivos turísticos.

En relación con el conocimiento del sitio solamente el 50% conocía la reserva por publicidad turística y amigos, en el caso del otro 50% que no

la conocían, cuando se les describieron los atractivos que ofrece la reserva natural, todos se manifestaron interesados en visitarla.

Los que han visitado el lugar manifestaron que el principal atractivo que encontraron fue la riqueza de flora y fauna (especialmente chocoyos) que habitan en el sitio. Además resaltaron que visitar la reserva les produce bienestar, por la tranquilidad y la paz que se respira en la zona.

Por lo tanto, podemos concluir que existe disposición de pago por parte de los sectores residencial y turístico para aportar una cantidad de dinero que alimente un posible programa de pago por servicios ambientales que esté orientado al mantenimiento y conservación de la Reserva Natural “Chocoyero-El Brujo” y sus alrededores.

Nos queda pendiente realizar un análisis de disposición a aceptar un pago por parte de los productores que viven en la zona de amortiguamiento, que constituye el destino de los flujos de pagos por servicios ambientales destinados a mejorar y mantener la oferta del recurso natural, comprometiéndolos, de esta forma, a mantener el bosque en sus propiedades para garantizar los Servicios Ambientales Hídrico y de Belleza Escénica que se ofrecen en la reserva.

Estos estudios arrojarían cifras de referencias, que junto con las que ya obtuvimos, serán puntos de partida en una posible negociación de los agentes involucrados para la implementación de un programa de pagos por servicios ambientales.

Managua, 16 de julio del 2004

## **Valoración económica del servicio ambiental hídrico: caso de aplicación de la cuenca del río Tempisque\*. Costa Rica**

*Gerardo Barrantes\*\**

---

\* La aplicación al caso de la cuenca del río Tempisque se basa en el estudio “Evaluación del servicio ambiental hídrico en la cuenca del río Tempisque y su aplicación al ajuste de tarifas”. Preparado para ASOTEMPISQUE y financiado por el Fondo Canje Deuda Costa Rica Canadá, PPD/PNUD y CR-USA. Elaborado por el Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). Autores Gerardo Barrantes y Mauricio Vega (2002).

\*\* Fundador y Director General de la fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). E-mail: gerardo@ips.or.cr. Tel. (506) 261-0086 www.ips.or.cr



## Resumen

La cuenca del río Tempisque es una de las principales cuencas en la región Chorotega de Costa Rica. La problemática del recurso hídrico tiene distintas manifestaciones, siendo las más importantes la escasez del agua y la sobreexplotación a la que se han sometido sus fuentes: superficiales y subterráneas. A lo anterior hay que añadir la falta de control de las explotaciones y la ausencia de costos ambientales en las tarifas que actualmente se pagan por el agua.

El estudio al que hace referencia el presente resumen abordó el mecanismo de servicio ambiental hídrico para iniciar un proceso de ajuste ambiental en las tarifas y eliminar, de esta manera, el subsidio ambiental que ha existido hasta ahora. Además, se pretende generar los recursos financieros para promover la conservación y restauración de bosques en la cuenca, con el fin de favorecer la conservación del recurso hídrico. Por otro lado, se espera generar ingresos para avanzar hacia una gestión óptima del agua en la región, y con ello, hacia un manejo integral del recurso.

## Introducción

Un desafío social fundamental es conciliar los objetivos de desarrollo con los de conservación, procurando mantener el equilibrio ecológico, actualmente debilitado y frágil. Esto es fundamental para el mantenimiento de las funciones de los ecosistemas, de modo que se mantenga o mejore el flujo de bienes y servicios ambientales<sup>1</sup> de la población, en particular el flujo del servicio ambiental hídrico. Este esfuerzo, además de mejorar en calidad y cantidad las oportunidades de desarrollo, minimiza el riesgo inminente al que se ha sometido todo el aparato productivo, debido a la escasez creciente de recursos naturales y específicamente del agua. La sostenibilidad de la producción de servicios ambientales dependerá de la conservación de las existencias de activos naturales en cantidad y calidad.

Un caso particular de interés es la cuenca del río Tempisque en Guanacaste, Costa Rica, donde se han identificado serios problemas de deterioro del recurso hídrico, con evidencias importantes de contaminación de aguas y agotamiento de acuíferos, al punto de que ya se empiezan a limitar los permisos para la explotación de aguas. Esto último, y bajo el modelo

---

1 Los bienes y servicios ambientales se refieren a los flujos que los ecosistemas brindan para beneficio de la población en sus distintos usos.

de crecimiento económico actual, parece indicar que las posibilidades de desarrollo de la cuenca se han alcanzado o rebasado, lo que genera una alarmante preocupación, dados los niveles crecientes de población y de desarrollo de actividades productivas y, por lo tanto, de mayores necesidades de agua.

Una de las principales causas de esta problemática es que las tarifas de agua consideran sólo el costo financiero de brindar el servicio de abastecimiento, sin incluir los costos ambientales en que se debe incurrir para disponer de agua en calidad y cantidad socialmente aceptables. Esta debilidad tarifaria ha provocado el desperdicio de agua, el agotamiento de acuíferos y la degradación de grandes cuerpos de aguas superficiales, lo que ha puesto en alto riesgo tanto la inversión económica instalada como el bienestar de la población en general.

## **Datos generales de la cuenca del río Tempisque**

La cuenca del río Tempisque se encuentra en el Pacífico norte de Costa Rica, a unos 150 kilómetros al noreste de San José. La cuenca posee dos grandes bloques, uno del río Bebedero que drena el Tempisque hacia la desembocadura y el otro bloque de varios ríos como el Liberia, Ahogados y Tempisquito. En general, estos ríos se originan en las estribaciones de la cordillera de Guanacaste, que posee una elevación máxima de 1.900 m. La cuenca tiene un área de 5.437,5 km<sup>2</sup>, lo que corresponde al 10,6% del área de Costa Rica y una forma redondeada, con una anchura máxima de este a oeste de 105 km y de norte a sur una distancia máxima de 93 km.

En cuanto al uso de la tierra se destaca la notable disminución y fragmentación de los bosques, independientemente si son primarios o secundarios. La principal actividad económica que compite con el bosque por el uso del suelo en la cuenca es el pasto. El área de bosque representa un 38,7%, mientras que el pasto un 42,5%. La cuenca tiene conflicto de uso en un 23% del área (127.454 ha), lo que significa que hay actividades en suelos que por sus condiciones no pueden soportar sin degradarse, debido a limitaciones por pendiente, erosión y profundidad.

Dado que la región se encuentra en la vertiente pacífica de Costa Rica, climáticamente se caracteriza por una estación seca prolongada de hasta seis meses (desde diciembre hasta mayo). En la estación lluviosa se presentan importantes disminuciones de la precipitación a mediados del año. Cerca del 45% de la precipitación total se registra en los meses de setiembre y

octubre. La temperatura media anual para toda la superficie de la cuenca del Tempisque es de 26,78° C, y el rango de variación va de los 19,55° C en el sector de Monteverde, a los 29,05° C en el sector de Cañas y una elevación media de 220 msnm.

La precipitación media es de 1.738,97 mm/año (9.455,62 mill. m<sup>3</sup>/año de agua), con una desviación estándar de 425,15 mm, un mínimo de 518,51 y un máximo de 5.280,3 mm anuales. La evapotranspiración real media es de 1.116,44 mm/año, con un mínimo de 554,22 mm y un máximo de 1.482,95 mm, lo que equivale al 64,2% de la precipitación media en la cuenca. El balance hídrico implica que la escorrentía total (superficial e infiltración) es de 622,58 mm/año, que resulta de la diferencia entre la precipitación media y la evapotranspiración real. El potencial de recarga acuífera es de 144,2 mm/año, lo que representa el 8,3% de la precipitación promedio total.

De acuerdo con la información del Departamento de Aguas del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), del Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA) y de Acueductos y Alcantarillados (AyA), la demanda social total es de 4.782,96 millones de metros cúbicos, de los cuales el 98,37% representa agua superficial. Los 77,66 millones de metros cúbicos anuales demandados en agua subterránea corresponden a 111 pozos (8,35%), de los 1.330 que están registrados en el SENARA. En estas circunstancias, la estimación del consumo de agua subterránea se considera una subestimación, que debe ser atendida en un proceso de mejoramiento en los controles y monitoreo de concesiones por parte del Departamento de Aguas. A la anterior preocupación, hay que añadir que existe una cantidad importante de pozos que no están ni siquiera registrados en el SENARA, por lo que la subestimación se hace más acentuada.

La situación actual de la cuenca del río Tempisque, sin considerar la preocupación anterior, presenta un excedente total estimado en 303,06 mill. m<sup>3</sup>/año, explicado fundamentalmente por la subestimación en la demanda de agua subterránea. Tal y como está en el Cuadro 1, hay una demanda social de agua superficial que excede la oferta disponible en 377,51 mill. m<sup>3</sup>/año, lo que hace pensar que se está sobreutilizando este recurso; es decir, las reservas de agua se están consumiendo, dado que el consumo supera el flujo anual hídrico por precipitación natural.

**Cuadro 1. Presupuesto hídrico para la cuenca del río Tempisque**

	<b>Volumen mill. m<sup>3</sup>/año</b>
<b>Oferta</b>	
Total*	10.994,4
Disponibile	5.086,02
Agua superficial total	4.327,79
Natural	2.771,22
Importada DRAT	1.556,56
Recarga esperada	758,24
<b>Demanda</b>	
Total	10.994,4
Evapotranspiración	5.908,40
Actividades humanas	4.782,96
Agua superficial	4.705,30
Agua subterránea	77,66
<b>Excedente disponible</b>	<b>303,06</b>
Agua superficial	- 377,51
Agua subterránea	680,57

\* Comprende la precipitación y el aporte que se da desde la represa del Arenal.

## **Valoración económico-ecológica del servicio ambiental hídrico**

El servicio ambiental hídrico es uno de los principales mecanismos que se están proponiendo para el ajuste correcto de tarifas y cánones por el aprovechamiento de agua, con el fin de fomentar el uso racional y las posibilidades de conservación de este recurso. La evaluación económico-ecológica de este servicio proporciona los montos monetarios para iniciar el proceso de ajuste de las tarifas de agua, de modo que se utilice el mecanismo de precios en la búsqueda de la optimización del recurso hídrico en sus distintos usos sociales. La idea es que los demandantes reconozcan a los oferentes un pago por los beneficios que les genera disponer del servicio ambiental hídrico que ofrecen los ecosistemas de los cuales los segundos administran o son propietarios. Se parte del hecho que estos últimos asumen un costo financiero y de oportunidad al conservar ecosistemas naturales.

La valoración económico-ecológica del servicio ambiental hídrico responde a la necesidad de mantener ecosistemas de valor hídrico para la provisión del recurso en cantidad y calidad. En relación con el recurso hídrico, hay tres componentes por valorar desde el punto de vista económico: la productividad hídrica del bosque, la recuperación de áreas deforestadas y el agua como insumo de la producción. Una vez valorados, estos aspectos pueden incorporarse a los sistemas tarifarios para ajustar ambientalmente las tarifas actuales. La evaluación económica del recurso hídrico supone estimar la oferta y la demanda de agua (presupuesto hídrico) como condición para la valoración económica. Esta información es clave para la fijación de los sistemas tarifarios relacionados con el aprovechamiento del agua. Además, los datos obtenidos sirven para evaluar las posibilidades de desarrollo y formular medidas orientadas a la conservación y uso sostenible del recurso.

### **Valor de la productividad hídrica del bosque (valor de captación)**

Para la valoración del agua como servicio ambiental ofrecido por los bosques debe tenerse en cuenta el valor de la productividad de los bosques en función de la captación (valor de uso directo) de agua, además de otros servicios ambientales (captación de CO<sub>2</sub>, belleza escénica, biodiversidad, entre otros). El aumento de la cobertura boscosa implica un costo de oportunidad por la renuncia a los ingresos potenciales que generaría una actividad económica en esas tierras. Esto implica la compensación a los dueños de las tierras, con un monto igual o superior a su costo de oportunidad, para que dediquen sus tierras a la protección y conservación de cuencas. Esta compensación debe darse como transferencia de recursos financieros provenientes de los bienes y servicios que se derivan de ella; por ejemplo, de los sistemas de abastecimiento de agua y de los usuarios del agua, así como de los otros servicios del bosque que podrían explotarse (además de los recursos hídricos), tales como la captura de carbono, la belleza escénica, etc.

Dicha transferencia se justifica porque la conservación, protección y recuperación de bosques es una actividad que genera externalidades positivas para las actividades económicas y humanas, un flujo continuo y permanente de servicios ambientales. Asimismo, los costos de operación de los sistemas productivos podrían disminuir con el tiempo, al tener que gastar menos en mantenimiento de los sistemas y al no tener que desplazarse hacia otras áreas más alejadas para proveerse del servicio ambiental que ha sido deteriorado en las cercanías.

La productividad del bosque en el caso del servicio ambiental hídrico está determinada por la cantidad de agua captada anualmente, y su valor económico estará asociado con la actividad económica que compite con el bosque. Si se ve la productividad del bosque en términos económicos, entonces, el no usar el suelo para otras actividades se valora por la cantidad de agua captada por los bosques, es decir, el costo de oportunidad de la ganadería y otros usos.

Sólo se justifica la transformación del uso del suelo, bajo la concepción de la economía de los recursos naturales, de bosque natural a otros usos, si los ingresos anuales por los otros usos superan los ingresos anuales por servicios ambientales generados por el bosque. En este sentido, una hectárea de bosque se protegerá cuando el valor de sus servicios ambientales se equipare con el costo de oportunidad de los demás usos del suelo. Así, la recuperación de suelos con bosques y la conservación de los bosques existentes se fundamentará, en parte, en su importancia económica por los servicios ambientales que ofrecen.

Por lo anterior, el costo de oportunidad es útil para valorar económicamente el componente de captación hídrica del bosque y de otros servicios ambientales de importancia económica reconocida. Esta valoración obedece a la necesidad de tener un indicador económico de la productividad del bosque que debe ser compensada por la sociedad, para que el dueño de la tierra considere el bosque como una actividad económica tan rentable como la que se deja de realizar y se convierta, de esta manera, en un productor de servicios ambientales reconocidos y pagados por la sociedad (Castro y Barrantes, 1998).

Para estimar el valor de captación como un componente que determina la productividad hídrica del bosque, se necesitan:

- El volumen anual de agua captada y fijada por los bosques en las zonas de recarga de la cuenca.
- El cálculo del costo de oportunidad del uso de la tierra en esas zonas.
- La ponderación de la importancia del bosque en términos de su productividad hídrica, al compararla con los otros servicios de la biodiversidad.

Además, es necesario considerar el efecto positivo que tiene el bosque sobre la calidad del agua de escorrentía superficial. La ecuación 1 permite estimar el valor de captación del bosque:

$$VC = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i B_i Ab_i}{Oc_i} \quad (\text{ec. 1})$$

Donde:

VC= valor de captación hídrica del bosque (€/m<sup>3</sup>) (cantidad + calidad).

B<sub>i</sub>= costo de oportunidad de cualquier actividad económica que compite con el bosque por el uso del suelo en la cuenca i (€/ha/año).

Ab<sub>i</sub>= área bajo bosque en la cuenca i (ha).

Oc<sub>i</sub>= volumen de agua captada en la cuenca i (m<sup>3</sup>/año).

α<sub>i</sub>= importancia del bosque en la cuenca i en función de la cantidad y calidad del recurso hídrico 0 ≤ α ≤ 1.

En la cuenca del río Tempisque, para el año 2000, se estimaron 210.226,8 ha de bosque. La siguiente cobertura en importancia es la de pasto para la actividad ganadera, lo que indica que esta actividad está compitiendo con la disponibilidad de bosque. La superficie boscosa deberá ser compensada por el costo de oportunidad, que significa el no usarla en ganadería y, por lo tanto, esta compensación es la que garantizaría la posibilidad de que se mantenga el uso del suelo bajo bosque. Esta es la superficie que será considerada en la estimación del valor de captación hídrica, dado que los esfuerzos de conservación estarán orientados a mantener esta disponibilidad de bosque.

La estimación del costo de oportunidad se basó en los beneficios netos de la actividad ganadera. Con base en el estudio de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (2002), el costo de la ganadería se estimó en €181.810/ha/año, donde se considera el período de engorde de 12 meses para un animal de 450 kg. Por otro lado, el precio estimado varía de €370/kg a €500/kg. Considerando el precio de €500/kg se determina que el ingreso esperado es de €225.000/ha/año, lo que genera un beneficio de €43.190/ha/año. Se usará este valor como costo de oportunidad en el cálculo del valor de captación hídrica del bosque. A este costo habría que añadir el costo respectivo por la administración y atención del bosque, cuyo monto considerado es de €13.617/ha/año, con base en los gastos para el quinto año en programas de reforestación según el estudio de CATIE (1996).

Dado que el costo de oportunidad debe ser cubierto por los distintos usuarios de los servicios que brindan los ecosistemas boscosos, es necesario conocer la importancia que tiene este recurso para la conservación del agua. De acuerdo con el estudio de Barrantes y Vega (2002), la importancia hídrica del bosque es de un 44,02%. El restante 55,98% se distribuye en los demás servicios ambientales por los cuales resulta importante conservar el bosque. Si se ajusta la estimación de la importancia a los servicios ambientales que se establecen en la legislación (fijación de gases, protección hídrica y de la biodiversidad y belleza escénica), la proporción anterior se distribuye en un 49,22% para la conservación hídrica y un 50,78% para los otros tres servicios ambientales en conjunto.

Considerando la importancia hídrica del bosque en un 49,22%, la proporción del costo de oportunidad que debe ser compensado por los usuarios del agua a los propietarios de tierra involucrados en la protección de bosques equivale a €27.960,4/ha/año. De esta manera, tomando la cobertura boscosa y la oferta hídrica disponible en la cuenca, se determina un valor de captación de €1,67/m<sup>3</sup>.

### **Valor de restauración de bosques**

La restauración de bosques en cuencas degradadas es un mecanismo que ayuda a la conservación de las aguas superficiales y subterráneas y evita la erosión de los suelos (Ramakrisna, 1997). Estos beneficios llevan implícito un costo que ha de considerarse dentro de la estructura de valoración económico-ecológica para el uso del agua, con el fin de proporcionar recursos financieros para el desarrollo de actividades orientadas a la protección, recuperación y conservación de las partes altas de las cuencas (Castro y Barrantes, 1998).

Los costos incurridos en la restauración de bosques se determinan por los gastos en salarios, cargas sociales de personal destinado a la protección, gastos en combustibles, transportes, infraestructura, otros gastos de operación e incentivos utilizados para la protección ambiental y otros desembolsos necesarios para el sostenimiento del capital natural existente en laderas. De acuerdo con las características del bosque natural, el costo de restablecimiento debería ser equivalente al de recuperar el ecosistema para dejarlo en condiciones similares a las que éste mantenía antes de ser intervenido (United Nations, 1993). Esos costos no están estrictamente en función del recurso hídrico, por lo que habrá que asignar una ponderación del total de esos costos que se asocian con la protección del recurso hídrico, lo cual requiere:

- El cálculo del número de hectáreas que deben ser recuperadas.
- El cálculo de los costos de restauración, considerando una situación similar a la del bosque natural antes de ser degradado.
- La ponderación de la importancia del bosque en términos de su productividad hídrica.
- El volumen hídrico captado en la cuenca.

Por lo tanto, en términos operacionales se puede plantear que los recursos necesarios para el establecimiento de las medidas de recuperación, protección, conservación y mantenimiento de cuencas, están dados por la ecuación 2:

$$VP = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{\delta_{ij} C_{ij} Ar_i}{Oc_i} \quad (\text{ec. 2})$$

Donde:

VP= costo de restauración de bosques en cuencas hidrográficas (€/m<sup>3</sup>).

C<sub>ij</sub>= costos para la actividad j destinada a la restauración del bosque en la cuenca i (€/ha/año).

Ar<sub>i</sub>= área a restaurar en la cuenca i (ha).

δ<sub>ij</sub>= fracción del costo j destinado a la restauración del bosque en función del recurso hídrico en la cuenca i (%).

En la cuenca del río Tempisque hay 127.457 ha en conflicto de uso del suelo, de acuerdo con su capacidad de uso. Con este criterio, esta es la superficie a recuperar de manera prioritaria, con el fin de mejorar el régimen hídrico en la cuenca y, con ello, la disponibilidad de agua. El valor de restauración de la cuenca del río Tempisque está asociado con los costos de desarrollar las distintas actividades requeridas para lograrlo. Estos costos comprenden todos los gastos anuales que deben realizarse en salarios, reforestación, gastos administrativos, gastos de mantenimiento en infraestructura y equipo y otros gastos asociados.

Asumiendo un período de cinco años para llegar a tener un sistema de restauración relativamente consolidado, el costo total es de €262.191,82/ha/año para el Pacífico seco (CATIE, 1996). De estos costos totales, el 48,28% se invierte el primer año de operación del sistema, a partir del cual se reduce hasta llegar a un monto relativamente fijo para los años del cuarto en adelante, ya que se asocian con costos de mantenimiento solamente.

Tomando en cuenta la capacidad hídrica en la cuenca, la importancia hídrica del bosque es de 49,22% y la superficie en conflicto de uso del suelo, así como los costos de restauración promedio para el primer año equivalentes a €126.580/ha y la rentabilidad de la actividad ganadera estimada en €43.190/ha/año, se obtiene un valor de restauración de €3,02/m<sup>3</sup>. Dicho valor debe mostrar un comportamiento de disminución en los siguientes años, debido a una disminución en los costos de reforestación. Después de los cinco años, el costo tiende a mantenerse constante, relacionándose, fundamentalmente, con los costos de mantenimiento de las áreas reforestadas. Por lo tanto, a partir del quinto año, se debe mantener un valor de restauración constante en el modelo tarifario por un período previamente definido, a partir del cual se inicie el pago del valor de captación en sustitución del de restauración.

### **Valor del agua como insumo de la producción**

Para algunas actividades económicas, el agua es un insumo importante en los procesos de producción; por ejemplo, para la industria de bebidas el recurso hídrico es el insumo más importante en la producción. En el sector de la hidroenergía, el agua es el principal insumo que se utiliza para generar electricidad. Otros sectores importantes en la utilización del agua como insumo son el agropecuario cuando usa riego, el piscícola, el industrial cuando utiliza agua en los procesos y el turismo, con las piscinas y los juegos acuáticos. Esa importancia económica del recurso agua es un indicador que refleja la necesidad de asignar un precio que responda al valor de escasez del recurso.

La valoración económica del agua como insumo de la producción implica la utilización de diferentes técnicas, debido a la variedad de usos de este recurso. Ante esa diversidad de usos para el agua, la valoración económica puede hacerse bajo los enfoques de ahorro en costos (producción hidroeléctrica), cambio en productividad (sistemas de riego agrícola) y excedente del consumidor (sectores doméstico e industrial). Esa mezcla de enfoques de valoración proporciona un valor económico diferenciado para el agua, cuando ésta es usada como insumo de la producción.

### **Valor del agua en la generación de energía hidroeléctrica**

Con respecto al enfoque del ahorro en costos, su aplicación permite cuantificar el monto que el país se ahorra con hidroelectricidad en comparación con cualquier otra alternativa de generación eléctrica, incluyendo la importación de energía, en el abastecimiento de la demanda nacional de

electricidad. Este ahorro corresponde al valor económico que se le puede asignar al agua en el sector hidroeléctrico, cuando ésta es considerada como insumo de la producción. Para aplicar el ahorro en costo debido a la utilización del agua en la generación de electricidad, es necesario contar con los precios de todas las demás opciones que puede usar el país para suplir la demanda nacional de electricidad, incluyendo la hidroeléctrica. De esta manera, se compara la mejor alternativa con la de hidroelectricidad y la diferencia proporciona el valor de la mejor opción económica (Castro y Barrantes, 1998).

Con los distintos precios para el abastecimiento de la demanda nacional de electricidad se puede estimar el ahorro que le significa al país, la utilización del agua en la producción de electricidad. El cálculo se basa en la siguiente fórmula:

$$P_{\text{aho}}^{\text{kw}} = P^* - P^h$$

Donde:

$P_{\text{aho}}^{\text{kw}}$  = ahorro por kilovatio generado (¢/kw).

$P^h$  = precio del kilovatio generado con hidroelectricidad (¢/kw).

$P^*$  = precio de la siguiente mejor alternativa seleccionada (¢/kw).

La diferencia entre estos dos costos representaría el ahorro que significa para el país el abastecimiento de la demanda de electricidad con una planta hidroeléctrica. Conociendo la cantidad de kilovatios por metro cúbico que se genera y el monto ahorrado por cada kilovatio, el valor de un metro cúbico de agua sería:

$$PE_{\text{ag}} = P_{\text{aho}}^{\text{kw}} * q^{\text{kw}}$$

Donde:

$PE_{\text{ag}}$  = precio del agua en el sector de electricidad (¢/kw).

$q^{\text{kw}}$  = cantidad de kilovatios por metro cúbico (kw/m<sup>3</sup>).

El valor del agua en hidroenergía está basado en los costos que se ahorra el país por no producir con otras fuentes, como la térmica o la geotérmica. Para el cálculo correspondiente se consideró el costo de producción (¢/kwh) bajo distintas fuentes de producción de energía del ICE para el año 2000 (hidroenergía, térmica, geotérmica, eólica, importada). Según los

datos, la producción de hidroenergía es la más barata, con un costo de ¢15/kwh, seguida por la geotérmica con ¢20/kwh. La energía térmica, que es la siguiente alternativa de mayor uso, no la siguiente más barata, tiene un costo de ¢40,36/kwh. La producción media de hidroenergía es de 0,53 kwh/m<sup>3</sup>. Con base en lo anterior, y considerando la geotérmica como la siguiente mejor alternativa, se estimó que el valor del agua es de ¢2,67/m<sup>3</sup>. Mientras que si se considera la producción de energía térmica, la estimación del valor del agua sería de ¢13,56/m<sup>3</sup>. Para efectos de posibles ajustes en tarifas y cánones, el valor considerado es el de ¢2,67/m<sup>3</sup>.

### Valor del agua en la producción agrícola

La aplicación del enfoque de cambio en productividad está asociada a que hay un reconocimiento de que el riego incrementa la productividad agrícola y este cambio en la producción puede ser usado para calcular el valor del agua. Este cambio en la producción, multiplicado por el precio del producto agrícola (mercado), aproxima el valor del agua usada en agricultura. En ese sentido, aunque la productividad agrícola está en función de una serie de condiciones climáticas y agroecológicas, el agua es necesaria para que se realice el balance hídrico dentro de una planta y el intercambio de nutrientes como parte del proceso de fotosíntesis (Núñez, 1981; Lovenstein *et al.*, 1993).

La agricultura usa el agua en el riego de los cultivos y es de las actividades que mayor consumo tiene del recurso. En condiciones normales, más del 80% del agua disponible se dedica a la agricultura (Middleton, 1995). El riego incrementa la productividad agrícola y este cambio en la producción puede ser usado para calcular el valor del agua. Este cambio en la producción, multiplicado por el precio del producto agrícola (mercado), aproxima el valor del agua usada en agricultura.

Al existir información sobre el efecto del riego en la productividad de los cultivos que lo utilizan, se puede estimar el valor del cambio en la productividad por el uso del agua. Por ejemplo, si el cultivo *k* experimenta un cambio en la producción cuando está bajo riego, entonces, el valor del agua sería:

$$P_k^{ag} = (p_k - c_k) * q_k$$

Además,

$$q_k = (Q_{riego}^k - Q_{secano}^k) / V_i$$

Donde:

$P_k^{ag}$  = costo del agua en agricultura para el cultivo k ( $\text{¢}/\text{m}^3$ ).

$p_k$  = precio del producto k ( $\text{¢}/\text{kg}$ ).

$c_k$  = costo de producción bajo riego ( $\text{¢}/\text{kg}$ ).

$q_k$  = cambio en producción del cultivo k bajo riego ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

$Q_{riego}^k$  = cantidad de producción del cultivo k bajo riego ( $\text{kg}/\text{ha}$ ).

$Q_{secano}^k$  = cantidad de producción del cultivo k sin riego ( $\text{kg}/\text{ha}$ ).

$V_i$  = volumen de agua usado en riego del cultivo i ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ).

Si la información es para n cultivos, se puede calcular el valor del agua como un promedio ponderado ( $P^{ag}$ ) de los n cultivos analizados. Es decir:

$$P^{ag} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i^{ag} Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

En la cuenca del río Tempisque gran parte de la actividad agropecuaria se da bajo riego, debido a la escasez de agua y de una regularidad en las precipitaciones. Para estimar el valor del agua se consideró la información disponible en el distrito de riego Arenal-Tempisque, para un conjunto de actividades agrícolas, y en los resultados del estudio desarrollado por Castro y Barrantes (1998). El valor correspondiente asociado al uso del agua en el sector agropecuario es de  $\text{¢}2,89/\text{m}^3$ .

### Valor del agua en los sectores residencial, turístico e industrial

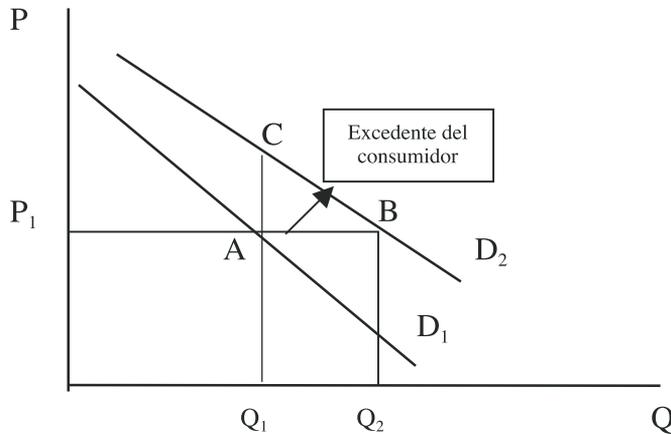
Para el caso del agua utilizada por la industria de bebidas en la venta directa de agua embotellada, su valor de mercado es un componente importante dado por el valor del agua como insumo. En ese sentido, se justifica que aquellos sectores (agroindustrial, turístico, hidroeléctrico y comercial) que utilizan el agua como insumo de la producción, paguen el componente del valor del agua como insumo.

De cualquier manera, la aproximación del valor económico del agua se basa en los beneficios sociales que se derivan cuando hay un cambio en la oferta total del recurso, debido fundamentalmente a un incremento en la

demanda, ya sea por el crecimiento poblacional o por el desarrollo económico. La aplicación del enfoque de excedente del consumidor, considerando el análisis de demanda de agua, reporta un valor económico asociado con incrementos en la oferta de agua y dichos incrementos corresponden a variaciones netas de utilidad para la población (Ferreiro, 1994). Para la aplicación de este enfoque, es necesario conocer la elasticidad del precio de la demanda, con el fin de obtener la disponibilidad de pago del consumidor del recurso hídrico en los sectores doméstico e industrial.

El valor del agua en los tres últimos sectores puede estimarse usando el análisis de demanda (excedente del consumidor), donde se incluyen variables como precio (tarifa), volumen consumido y elasticidad<sup>2</sup>. Cuando algún factor determinante de la demanda (por ejemplo, el crecimiento poblacional) hace que ésta se desplace de  $D_1$  a  $D_2$  y, considerando constante el precio  $p_1$  inicial, el valor neto o excedente de la población por el incremento en la oferta de agua será el área  $ABC = BCQ_1Q_2 - ABQ_1Q_2$  (Gráfico 1). Ese excedente  $ABC$  representa la valoración social neta del incremento de la oferta de  $Q_1$  a  $Q_2$ . Esta cantidad neta corresponde al valor del agua en el origen, antes de ser captada, transportada, potabilizada y distribuida.

**Gráfico 1. Curvas de demanda para el análisis del valor económico del agua**



Fuente: Adaptado de Azqueta y Ferreiro, 1994.

<sup>2</sup> Elasticidad se refiere a la respuesta del consumidor ante cambios en los precios. La elasticidad puede obtenerse usando datos sobre precio y consumo, o bien, adoptando un parámetro estimado para otra población con características similares.

Para estimar el valor del agua usando la disponibilidad de pago del consumidor es necesario estimar curvas de demanda, pero la limitada información sobre precios y cantidades no permite una aplicación econométrica para la estimación de tales curvas. Esto se debe a que en el abastecimiento de agua no existe una gran variedad de pares precio-cantidad observable, ya que el precio es fijado por la empresa y aceptado por los consumidores y no cambia a menos que lo hagan los otros factores determinantes de la oferta y la demanda. Sin embargo, se puede aproximar una curva de demanda tomando un par inicial precio-cantidad y suponiendo una elasticidad precio constante para la demanda. De la curva de demanda puede suponerse una función Cobb-Douglas que puede expresarse mediante la ecuación:

$$Q = kP^\varepsilon$$

Donde:

$Q$  = volumen de agua ( $m^3$ /mes).

$P$  = tarifa financiera actual por el servicio de abastecimiento del agua ( $\$/m^3$ ).

$k$  = factor de proporcionalidad.

$\varepsilon$  = elasticidad precio de la demanda.

En el caso de tener información sobre un par de puntos ( $Q_1, P_1$ ) y sobre la elasticidad  $\varepsilon$ , se calcula  $k_1$  para la curva de demanda del período 1 ( $D_1$ ):

$$k_1 = Q_1 P_1^{-\varepsilon}$$

Así como se obtiene  $D_1$  se obtienen también las curvas de demanda de otros períodos, postulando un desplazamiento de dichas curvas conforme a una tasa de crecimiento  $r$  (en función del crecimiento poblacional y/o de la renta), tal que  $k_t = k_1(1+r)^{t-1}$ , donde  $t$  representa los períodos futuros.

Habiendo estimado  $D_1$  y  $D_2$  para dos períodos cualesquiera y suponiendo que el aumento en la oferta esté acompañado de un incremento en el precio (porque el coste medio del abastecimiento adicional sea superior al abastecimiento inicial), el valor neto del agua (VA), del excedente social atribuible al incremento en el consumo de agua aplicable a cada sector (doméstico, industrial y turístico), vendría dado por:

$$VA = \frac{P_1(Q_2^{\frac{1}{\varepsilon}+1} - Q_1^{\frac{1}{\varepsilon}+1})}{Q_1^{\frac{1}{\varepsilon}}(\frac{1}{\varepsilon} + 1)} - P_2(Q_2 - Q_1)$$

Donde,  $P_2(Q_2 - Q_1)$  representa el costo social del abastecimiento adicional de agua.

#### • Valor del agua en el sector doméstico

En el sector doméstico, por lo general, el agua es para consumo humano y para los quehaceres básicos de la familia. Sin embargo, en cierto nivel de demanda el agua es usada por las familias para otros fines, como piscinas, riego de jardines, lavado de carros, etc. Es por eso que resulta justificable la asignación de un precio para el agua como insumo de la producción en el sector doméstico después de cierto nivel de consumo.

Para la estimación del valor del agua en el sector doméstico, se consideró la demanda, la tarifa y un nivel de elasticidad<sup>3</sup> precio de la demanda de -0,25. Además, se consideró una tasa de crecimiento de un 2,9% para el sector doméstico en la región Chorotega. La estimación se realizó como un promedio ponderado que considera la zona rural y la urbana y equivale a ¢3,57/m<sup>3</sup>.

#### • Valor del agua en el sector industria

En cuanto a la industria, el agua es usada para la producción de otros bienes y servicios que tienen un precio en el mercado. Para la estimación del valor del agua en estos sectores se consideraron la demanda y la tarifa existentes en AyA, la elasticidad precio-demanda de -0,30% y una tasa de crecimiento de estos sectores de 3,5%. La estimación se realizó como promedio ponderado que incluye la zona rural y la urbana, obteniéndose ¢13,67/m<sup>3</sup>. Este valor sirve de referencia para el ajuste de tarifas y cánones, tanto en industrias como en comercios, hoteles, sodas, etc.

---

3 La elasticidad fue tomada de informes de AyA sobre estudios de demanda en varias partes del país. La demanda de agua es inelástica con respecto al precio; es decir, por cada 1% de cambio en el precio, la demanda se reduce 0,30%.

### Valor del agua como un promedio ponderado de los valores obtenidos parcialmente como insumo de la producción

Una vez estimado el valor del agua para los diferentes usos, se puede obtener un promedio ponderado, con el fin de generar un único valor para el agua, donde se requieren los volúmenes de agua utilizados en cada uno de los sectores involucrados. De ese modo, el valor promedio para el agua está dado por la ecuación:

$$VPa = \frac{\sum_{i=1}^n P_i Q_i^d}{\sum_{i=1}^n Q_i^d}$$

Donde:

VPa = valor promedio del agua como insumo de la producción (¢/m<sup>3</sup>).

P<sub>i</sub> = valor del agua como insumo en el sector i (¢/m<sup>3</sup>).

Q<sub>i</sub><sup>d</sup> = volumen de agua demandado en el sector i (m<sup>3</sup>/año).

Los valores estimados por sector se presentan en el Cuadro 2 y son la base para un ajuste en el valor del agua en las tarifas y cánones por aprovechamiento de agua. Considerando el volumen diferenciado por sector, se estimó un costo promedio ponderado, cuyo resultado es de ¢3,31/m<sup>3</sup>. A pesar del valor promedio ponderado, se propone, como ajuste en tarifas y cánones, un valor diferenciado, cuya base sean las estimaciones hechas en cada sector.

**Cuadro 2. Valor de uso del agua como insumo de la producción para la cuenca del río Tempisque**

Sector	Demanda mill. m <sup>3</sup> /año	Precio ¢/m <sup>3</sup>
Doméstico	17,10	3,57
Industrial	185,17	13,67
Agropecuario	4.370,94	2,89
Hidroenergía	191,74	2,67
Total	4.764,94	3,31

## Importancia económica total para el servicio ambiental hídrico en la cuenca del río Tempisque

Con los valores estimados para el servicio ambiental hídrico y la demanda social de agua en la cuenca del río Tempisque para el año 2002, se estima un valor económico total equivalente a €39.990,53 millones por año para sustentar las actividades relacionadas con la administración del recurso hídrico (Cuadro 3). De este valor económico se puede destinar una proporción para el desarrollo social y para la conservación de los recursos hídricos desarrollando actividades en el corto, mediano y largo plazos en los planos económico, social y ambiental.

**Cuadro 3. Importancia económica del servicio ambiental hídrico en la cuenca del río Tempisque (millones de colones/año), 2002**

Sector	Demanda	Valor de captación	Valor de restauración	Valor del agua	Ahorro-inversión	Total
Doméstico	17,10	28,47	51,59		4,00	84,07
Industrial	185,17	308,38	558,75	2.530,38	169,88	3.567,38
Agropecuario	4.370,94	7.279,44	13.189,64	12.644,73	1.655,69	34.769,50
Hidroenergía	191,74	319,33	578,59	512,54	70,52	1.480,98
Otros	18,02	30,01	54,38		4,22	88,61
Total	4.782,96	7.965,63	14.432,94	15.687,65	1.904,31	39.990,53

Nota: En el sector industrial está incluido el turismo, que hasta ahora no contempla una categoría específica para serpararlo.

Lo más interesante de estos componentes es que se pueden convertir en una fuente permanente, continua y creciente, lo que posibilita adquirir compromisos de largo plazo, respondiendo apropiadamente a un condicionante que establece la conservación del bosque: la disponibilidad financiera para apoyar actividades de largo plazo. Es por eso que la conveniencia y relevancia de la tarifa hídrica ambientalmente ajustada es un compromiso inevitable para garantizar la conservación de los recursos hídricos y de los ecosistemas, así como también garantizar una mayor seguridad de que el desarrollo económico y social no se vea estrujado por la disminución del recurso hídrico en cantidad y calidad.

## Referencias bibliográficas

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón. 2002. *Estudio del Proyecto de desarrollo rural de la cuenca media del río Tempisque. Informe de Progreso*. Pacific Consultants International Naigai Engineering Co. Ltd.
- Barrantes, G. y M. Vega. 2002. *Evaluación del servicio ambiental hídrico en la cuenca del río Tempisque y su aplicación al ajuste de tarifas*. Preparado para ASOTEMPISQUE. Financiado por el Fondo Canje Deuda Costa Rica Canadá, el Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del PNUD y la Fundación CR-USA.
- Bowers. 1997. *Sustainability and Environmental Economics: An Alternative Text*. Addison Wesley Longman Limited.
- Castro, E. y G. Barrantes. 1998. *Valoración económico-ecológica del recurso hídrico en la cuenca Arenal: El agua un flujo permanente de ingreso*. Heredia, Costa Rica.
- CATIE. 1996. *Costos de establecimiento y manejo de plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica.
- Schosinsky, G. y M. Losilla. 2000. "Modelo analítico para determinar la infiltración con base en la lluvia mensual". En *Revista Geológica de América Central*. Escuela Centroamericana de Geología. Número 23, diciembre, 2000. Universidad de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

## Valoración contingente de las mejoras en la calidad del agua en Costa Rica\*

David N. Barton\*\*

Instituto Noruego de Investigación de Aguas (NIVA)

Basado en la publicación *Ecological Economics* (42: 147-164, 2002)

---

\* Agradecimiento: Quisiera dar las gracias a la Stale Navrud, Universidad Agrícola de Noruega y a los tres revisores anónimos por sus valiosos comentarios y sugerencias. Esta investigación se realizó mientras estuve en el Instituto de Economía y Ciencias Sociales, Universidad Agrícola de Noruega, con apoyo del Centro de Estudios del Medio Ambiente y Recursos (SMR), Universidad de Bergen, y del Consejo Noruego de Investigación.

\*\* Doctor en Economía de los Recursos Naturales de la Universidad Agrícola de Noruega, con Maestría en Política Económica con énfasis en Economía Ecológica de la Universidad Nacional de Costa Rica, además de una maestría de la Escuela de Noruega de Economía y Administración de Empresas.

Cuenta con una amplia experiencia de más de 10 años en la aplicación de economía ambiental y de los recursos naturales en problemas de manejo en áreas de conservación, recursos hídricos y costeros en Costa Rica. De igual forma tiene experiencia en el estudio económico de recursos naturales en la región de Centroamérica.

Actualmente trabaja en el Instituto Noruego para la Investigación de Aguas (NIVA), como economista ambiental.

Ha publicado en prestigiosas revistas como *The economics*.

Correspondencia con el autor: david.barton@niva.no



## Resumen

Se realizaron en las ciudades de Jacó y Puntarenas, en la costa pacífica de Costa Rica, estudios idénticos de valoración contingente (CV, en inglés) de la disposición media a pagar (WTP, en inglés) por mejoras en la calidad del agua costera. Se sometieron a prueba varias hipótesis comunes respecto a la confiabilidad del traspaso de los beneficios para la transferencia de estimaciones de WTP entre las dos comunidades, así como entre los distritos de Puntarenas. Este estudio no encuentra fundamento para afirmar que la confiabilidad de la transferencia de beneficios aumenta con la cercanía entre el lugar del estudio, donde se calculan las estimaciones de la disposición a pagar y las estimaciones en el lugar objeto de la política y al que se trasladan. En este estudio concreto se rechaza la afirmación de que la transferencia de la WTP ajustada por la función del beneficio funciona mejor que las transferencias de la WTP no ajustada o ajustada sólo por el ingreso. Los resultados también muestran que son necesarias características socioeconómicas censales de los sitios en estudio, aunque no son suficientes para explicar las diferencias en la WTP específicas de cada lugar. Se analizan los trueques en el diseño de estudios válidos y confiables de transferencia de beneficios con resultados susceptibles de generalizaciones.

*Palabras claves:* valoración ambiental, CV, transferencia de beneficios, validez, confiabilidad, calidad del agua costera, Costa Rica.

## 1. Introducción

Una revisión de la *Investigación de Recursos Hídricos* acerca del tema, realizada en 1992, situó decididamente en la agenda someter a prueba la confiabilidad de la transferencia de beneficios (Vol. 28, n° 3). La transferencia de beneficios conlleva la aplicación de estimaciones primarias de valoración, no basadas en el mercado, a un marco secundario para el cual no fue diseñado de manera expresa el estudio original (Brookshire and Neill, 1992). Estimaciones hechas en el “sitio del estudio” original se aplican a un “sitio donde se emplea cierta política” (“sitio de la política”) en un tiempo y/o lugar diferentes, porque el tiempo y los recursos financieros son demasiado limitados como para realizar un estudio primario (Desvousges *et al.*, 1992).

Las transferencias de beneficios se dividen en tres clases, que incluyen: (i) transferencia de valores fijos o estimaciones de valor medio estimado, (ii) modelos de indicadores de estimación de valor o transferencia de funciones de los beneficios, e (iii) métodos de juicio de expertos (Brookshire

and Neill, 1992; Bergstrom and De Civita, 1999; Bergland *et al.*, 1999). En este estudio comparamos la confiabilidad de estimaciones de transferencia de la disposición media a pagar (WTP) y las funciones para estimar la WTP (a partir de ahora a estas últimas se las llamará transferencia de funciones de los beneficios). Los tests de los poderes de predicción, o confiabilidad, de la transferencia de beneficios se han dividido en “tests de validez convergente” entre al menos dos sitios con estudios de valoración primaria y “tests superficiales de valor” basados en metaanálisis de estudios de valoración múltiple (Boyle and Bergstrom, 1992; Bergstrom and De Civita, 1999). Los resultados empíricos que se analizan en este estudio se refieren a lo primero, incluyendo tests de estimaciones de la similitud de la WTP media y de estimaciones de coeficientes de función de los beneficios entre los sitios de estudio y de política de diferente proximidad en Costa Rica.

Los estudios que someten a prueba la confiabilidad de la transferencia de beneficios se están volviendo más comunes. Brouwer (2000), en fecha reciente, analizó siete estudios de valoración ambiental que habían sometido a prueba la confiabilidad del valor ambiental o transferencia de beneficios. Cuatro de estos estudios eran de valoración contingente. Los errores absolutos, en el caso de transferencia de valores no ajustados por unidad, llegaron hasta un 56% (lo típico es 20-40%), en tanto que los errores basados en la transferencia de la función de los beneficios ascendieron hasta 228% (Bergland *et al.*, 1995; Downing and Ozuna, 1996; Kirchoff *et al.*, 1997; Brouwer and Spaninks, 1999). Varios autores han defendido la utilización de funciones más complejas de transferencia en vez de la simple transferencia de valores en escala, con el fin de disminuir los errores de la transferencia de beneficios (Pearce *et al.*, 1994; Desvousges *et al.*, 1998; Bergstrom and De Civita, 1999). Bergstrom and De Civita (1999) analizan seis estudios que han realizado tests de validez convergente de coeficientes de la función de los beneficios y llegan a la conclusión de que, en conjunto, las transferencias de ecuaciones son más factibles y defendibles que las transferencias por unidad. Oglethorpe *et al.* (2000) recientemente utilizaron 14 estudios de la WTP realizados en el Reino Unido (RU) para la conservación de diferentes características paisajísticas para construir un modelo Excel/Visual Basic para la transferencia de beneficios en las regiones del RU.

En el estudio que más se asemeja al nuestro, VandenBerg *et al.* (1995) sometieron a prueba la confiabilidad de transferir estimaciones de valoración contingente de la WTP en cuanto a calidad de aguas subterráneas en 12 ciudades y tres estados en los EE. UU. El estudio rechazó el 42% de los tests de equivalencia de la WTP media y el 36% de los tests de equivalencia

de coeficientes de la función de los beneficios para las 66 comparaciones por pares que se llevaron a cabo, con lo cual sólo se consiguió un apoyo limitado para la transferencia de la función de los beneficios.

También han surgido dudas en cuanto a otros métodos de valoración. En un estudio de transferencia de modelos aleatorios de utilidad para el recreo, Parsons and Kealy (1994) observaron que la simple media no ajustada puede servir mejor que la transferencia de función, y comentaron que “las transferencias cerradas no tienen por qué coincidir con modelos precisos de comportamiento”. En el documento se defiende que los estudios de transferencia de la función de los beneficios son todavía demasiado escasos como para llegar a conclusiones precisas y generalizables. La “transferibilidad” de los resultados de la transferencia de beneficios también depende de una evaluación de las fuentes potenciales de error de medición y de la validez subyacente de los estudios de valoración primaria (Bergstrom and De Civita, 1999).

La finalidad de este estudio es poner a prueba hipótesis comunes de la validez convergente de la transferencia de beneficios y analizar trueques en el diseño de los estudios de la valoración contingente subyacente en un contexto de país en desarrollo. La Sección 2 describe el contexto de políticas del estudio de transferencia de beneficios en Costa Rica. La Sección 3 presenta la metodología, incluyendo las hipótesis de transferencia de beneficios que se someterán a prueba, la definición del escenario de la valoración contingente y de la estimación de la WTP. La Sección 4 propone los resultados referentes a las características de la muestra en los dos sitios de estudio, las verificaciones de validez tales como la significancia de los modelos de regresión y el test de alcance, y presenta los errores de la transferencia de beneficios y los resultados de la regresión que pueden explicarlos. La Sección 5 analiza los trueques entre la validez y la confiabilidad observadas en el estudio, la aceptabilidad de los errores de transferencia, interpreta los resultados de pruebas de hipótesis de la transferencia de la función de los beneficios en comparación con la transferencia de la media no ajustada de la WTP y analiza la transferibilidad a otros contextos de las conclusiones referentes a la confiabilidad. La Sección 6 concluye con algunas recomendaciones para estudios futuros.

## 2. Contexto del estudio

Este estudio examina la confiabilidad de transferir estimaciones de la WTP por mejoras en la calidad de agua costera entre y dentro de dos áreas

urbanas de la costa del Pacífico de Costa Rica, en el contexto de un análisis de costo-beneficio de opciones de tratamiento centralizado de aguas residuales. Los estudios de valoración contingente se llevaron a cabo en diciembre de 1997 en la comunidad costera de Jacó y en noviembre de 1998 en la ciudad portuaria de Puntarenas, a una distancia entre sí de unos 80 km a lo largo de la costa del Pacífico. Jacó es una pequeña ciudad de unos 3.000 habitantes (840 hogares) dedicada sobre todo al turismo de sol y playa, ubicada en una zona predominantemente rural. Puntarenas es el segundo puerto más importante de Costa Rica, con una población de unos 65.500 habitantes (14.770 hogares). Para el estudio de la transferencia de beneficios de la ciudad de Puntarenas, se escogieron tres distritos de la ciudad: Puntarenas Centro, Chacarita y Barranca.

Puntarenas Centro, situado en una península, fue hasta hace unos 20 años un lugar atractivo para el turismo nacional, pero el deterioro de la calidad del agua indujo a los visitantes a buscar otras playas más hacia el sur, como Jacó. Esta ciudad en la actualidad se enfrenta con problemas propios de contaminación de aguas subterráneas y de superficie. En Puntarenas la calidad del agua de la playa ha mejorado recientemente gracias a la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en 1992 por la compañía nacional de Acueductos y Alcantarillados (AyA)<sup>1</sup>, que abastece a unos 6.000 hogares en el distrito de Barranca. Desde entonces, la rápida urbanización ha conducido a la saturación de la capacidad disponible de la planta de tratamiento de aguas residuales de Barranca, en tanto que el resto de la ciudad carece de tratamiento secundario (distritos de Chacarita y Centro). En Jacó y Puntarenas las formas más comunes de eliminación son los tanques sépticos y los vertidos directos. Los elevados niveles hidrostáticos en estos terrenos costeros, con suelos saturados, conducen a menudo a inundaciones de tanques sépticos en muchos barrios durante la estación lluviosa y al empeoramiento de las condiciones sanitarias. En Jacó, la Municipalidad es la que tiene a su cargo el abastecimiento de agua potable y de regular la higiene pública, en tanto que en Puntarenas, AyA provee agua potable y maneja la planta de tratamiento de aguas residuales.

Los funcionarios de AyA se interesaron en la evaluación de la validez y robustez de la valoración contingente de las mejoras en la calidad del agua *in situ* y la esperada confiabilidad de la transferencia de beneficios, en caso de utilizarla en otros lugares, para un análisis ampliado de costo-beneficio del tratamiento de aguas residuales. Como las opciones de higiene pública

---

1 Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

y las condiciones de la calidad del agua diferían entre Jacó y Puntarenas, y dentro de Puntarenas misma, se esperó que los experimentos de transferencia entre ciudades y dentro de la ciudad pudieran poner de manifiesto qué características de los lugares tenían importancia para la confiabilidad de la transferencia.

### 3. Metodología

#### Hipótesis sobre transferencia

Sometemos a prueba cuatro hipótesis comunes de transferencias de los beneficios (Brookshire, 1992; Bergland *et al.*, 1999). La hipótesis<sub>1,1</sub> afirma que la WTP media ajustada en los dos sitios es idéntica, lo cual implica que las características de los sitios son idénticas y/o no afectan la WTP (Cuadro 1). La hipótesis<sub>1,2</sub> afirma que la WTP en los sitios de políticas y de estudio es idéntica una vez, que se ajusta según las diferencias reales en ingresos entre los sitios, un procedimiento de transferencia “rápido y toscó” que se utiliza a menudo. La hipótesis de transferencia de la función de los beneficios, H<sub>2</sub>, afirma que el valor generado con los coeficientes de la función de regresión de la WTP en el sitio del estudio ( $\beta$ ), y las características del sitio de políticas (contenidas en la matriz X de datos), son idénticos a los valores que se obtendrían de un estudio primario en el sitio de políticas. Las hipótesis H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub> se someten a prueba utilizando un test-t, en el que la WTP se distribuyó de manera normal. En los casos en que la WTP no se distribuyó de manera normal, utilizamos una prueba sencilla no paramétrica de si las estimaciones transferidas ajustadas y no ajustadas de disposición a pagar se toman sólo del intervalo 95% de confianza de la WTP en el sitio del estudio ( $b \cdot w^{p/p} \xi w^{s/s} \cdot w^{p/s} \xi w^{s/s}$ ). El coeficiente “b” denota un simple factor de ajuste de ingreso para la verdadera disposición-a-pagar (w), en tanto que el sobrescrito “s” denota que el sitio de estudio es la fuente de la estimación secundaria que ha de transferirse y el sobrescrito “p” el sitio o “blanco” de políticas al que se le aplica la transferencia. La hipótesis H<sub>3</sub> afirma que los coeficientes de las funciones de los beneficios en los dos sitios se toman de la misma población subyacente, lo cual proporciona un medio para someter a prueba qué variables del modelo captan las diferencias subyacentes en cuanto a preferencia entre los dos sitios. Para la hipótesis H<sub>3</sub> se utilizó el test de razón de probabilidad (Greene, 1993)<sup>2</sup>.

2 También se ha utilizado el test de puntuación del parámetro,  $\beta^s = \beta^p$ , bajo el supuesto de que uno de los coeficientes del sitio de estudio representa los ‘verdaderos’ valores de la WTP (Bergland *et al.*, 1999; Brouwer *et al.*, 1997). Para el fin de nuestro análisis no fue necesario un test más estricto de puntuación, porque el test de probabilidad logarítmica ya había rechazado la H<sub>3</sub>.

**Cuadro 1. Hipótesis sobre transferencia de valores**

<p><math>H_{1,1}</math> <b>Transferencia no ajustada</b> Las transferencias de los beneficios son robustas respecto a diferencias en las características del sitio X.</p>	$w^{s/s} = b \cdot w^{p/p}, b = 1$
<p><math>H_{1,2}</math> <b>Transferencia simple ajustada</b> Los valores generados en el sitio de estudio son idénticos a los del sitio de la política después del ajuste por cambios en los precios al consumidor y en las diferencias promedio en ingreso.</p>	$w^{s/s} = b \cdot w^{p/p}, b = \text{razón del ingreso promedio de hogares entre sitios ajustada por IPC}$
<p><math>H_2</math> <b>Transferencia ajustada de la función de valoración</b> Los valores generados con los coeficientes de las características del sitio del estudio y del sitio de la política, son idénticos a los valores que se obtendrían de un estudio primario en el sitio de la política.</p>	$w^{s/s} = b \cdot w^{p/p}, b = f^s(\beta, X^p)$
<p><math>H_3</math> <b>Coefficientes de la pendiente de la función de los beneficios</b> Las funciones de valoración estimadas en el sitio de la política y en el sitio del estudio provienen de la misma población.</p>	$\beta = \beta^p = \beta^s$

Nota: El segundo índice sobrescrito indica el origen de los coeficientes estimados  $\beta$ , en tanto que el segundo indica el origen de las características del sitio o de la población contenidas en la matriz de datos X. El sitio del estudio (s sobrescrito) es la fuente de la estimación secundaria que debe transferirse, en tanto que el sitio de la política (p sobrescrito) es el “blanco” al que se le aplica transferencia. Índice de Precios al Consumidor (IPC) (Banco Central de Costa Rica).

### Estimación de la WTP

Utilizamos un método de escogencia dicotómica de doble límite (DB-DC, en inglés) para la valoración contingente, con el fin de observar y estimar la WTP en caso de que mejorara la calidad del agua. En un modelo de respuesta ante escogencia dicotómica se les pregunta a los participantes si estarían dispuestos a pagar una cantidad concreta (“sí-no”) para apoyar una política de mejora de la calidad del agua. La probabilidad (Pr) de que una persona diga “sí” a una cantidad dada se puede expresar como una diferencia entre funciones de utilidad indirecta:

$$\Pr \{ \text{respuesta} = \text{“sí”} \} = \Pr \{ v(p, y-A, s; q^1) + \epsilon_1 \geq v(p, y, s; q^0) + \epsilon_0 \} \quad (1)$$

donde  $v(\cdot)$  es la función de utilidad indirecta derivada del problema de maximización de la utilidad del consumidor;  $q^j$  es un atributo de la calidad del agua en el que el índice  $j$  indica diferentes estados del mundo y

el índice  $j$ , la masa de agua en cuestión; los precios de bienes de mercado,  $p$ ; el ingreso de la persona,  $y$ ; el monto hipotético que se ofrece o el costo propuesto de la política para el hogar de la persona,  $A$ ; un conjunto de características individuales,  $s$ ; y un término estocástico,  $\varepsilon$ . El término estocástico se debe a las características de las preferencias de la persona que son físicamente no observables, lo cual da pie a la nomenclatura “modelo de utilidad al azar”. En nuestro caso de la WTP por la mejora en la calidad del agua, observamos la variación que compensa la medida de bienestar económico (C) definida como:

$$\Pr \{ \text{respuesta} = \text{“sí”} \} = \Pr \{ C(q^1, q^0, p, y, s, \eta) \geq A \} \quad (2)$$

donde  $C(\cdot)$  es una variable al azar con  $\eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$ .

Para crear un modelo de la WTP debemos presuponer la función de distribución  $f\eta(\cdot)$  para  $\eta$ , cuyos coeficientes pueden entonces estimarse utilizando datos de la valoración contingente. En el modelo con doble límite, a la primera pregunta le sigue una segunda pregunta sí-no. La disposición a pagar no observada de los participantes ( $w$ ) se puede identificar como perteneciente a intervalos limitados por las propuestas a las que respondieron ‘sí’ y ‘no’. Se estiman los coeficientes del modelo utilizando técnicas de probabilidad máxima (Greene, 1993). Las funciones de probabilidad logarítmica para el modelo DC-DB se definen así:

$$\ln L = \sum I_0 \ln F(0) + I_m \ln [F(A_1) - F(0)] + I_{ni} \ln [F(A) - F(A_i)] \\ + I_{yn} \ln [F(A_n) - F(A)] + I_{yy} \ln [1 - F(A_n)] \quad (3)$$

En este caso  $I$  es una función de indicador que asume el valor de uno cuando las respuestas entran en una categoría relevante ( $y = \text{“sí”}$ ,  $n = \text{“no”}$ ,  $0 = \text{cero verdadero}$ ) y, si no, cero, mientras que  $F$  es la función de densidad acumulativa escogida. En este estudio se seleccionaron los supuestos distributivos logarítmicos normales y normales truncados para estimar la WTP, definidos como:

$$\text{Logarítmico normal: } E[w] = e^{\mu + 1/2\sigma^2} \quad (4)$$

$$\text{normal truncado: } E[w] = \mu + \sigma \varphi(-\mu/\sigma) \quad (5)$$

$$1 - \Phi(-\mu/\sigma)$$

donde  $E[\varepsilon]$  = disposición esperada a pagar;  $\mu$  = parámetro de la ubicación;  $\sigma$  = parámetro de la escala;  $\varphi$  = estándar normal p.d.f.;  $\Phi$  = estándar normal c.d.f.

De acuerdo con las recomendaciones del panel de la NOAA (Arrow *et al.*, 1993), se utilizaron preguntas de seguimiento para identificar a quienes se negaron a responder a las preguntas sí-no. En este estudio a estas respuestas las llamaremos ‘ceros’ y se subdividen en ‘verdaderos ceros’, ‘protestas’ y respuestas ‘no sé’, cada una de las cuales se identifica por medio de preguntas separadas de seguimiento<sup>3</sup>. La distribución logarítmica normal no incluye las respuestas ‘verdadero cero’ a la WTP, lo cual sesga la  $E(w)$  hacia arriba en relación con la distribución normal truncada, que las toma en cuenta como masa de probabilidad en cero o por debajo de cero. Se sometió a prueba la sensibilidad de la WTP a estos tratamientos de la WTP cero. Como la WTP es una función no lineal de sus coeficientes, utilizamos la técnica de remuestreo independiente para simular la distribución y la variancia de la WTP (Bergland *et al.*, 1990; Efron and Tibshirani, 1986). Se pueden encontrar en Hanemann and Kanninen (1996) más detalles en cuanto a los supuestos en el modelo de valoración contingente con escogencia dicotómica.

Se ha debatido si el método de escogencia dicotómica disminuye el sesgo estratégico, como alegan, entre otros, Mitchell and Carson (1989). Aunque el formato de doble límite incrementa la eficiencia al permitir tamaños más pequeños de muestra que en el caso de modelos de un solo límite, también ha sido objeto de críticas por introducir sesgo, debido a incentivar respuestas y a efectos de aprendizaje (Alberini *et al.*, 1997; León and Vázquez Polo, 1998; McLeod and Bergland, 1999). A pesar de estas dificultades, en nuestro experimento de transferencia de beneficios, nos interesa primordialmente tratar en forma idéntica las muestras en los sitios de estudio y de política. Aunque se den dichos sesgos, deberían ser iguales en ambos sitios.

## Escenario y ejecución del estudio

A partir de datos sobre la calidad del agua y de recomendaciones de salud pública, se clasificó la calidad del agua marina, fluvial y de estuarios y subterránea en tres niveles diferentes de calidad que se presentaron a los participantes en forma oral y con símbolos codificados por color (Cuadro 2). Las categorías representan una escala de calidad del agua en la que cada nivel se puede identificar con una particular concentración de coliformes fecales.

---

3 Los verdaderos ceros son personas que respondieron, “las mejoras en la calidad del agua no tienen valor para nuestro hogar”, “no tenemos dinero para pagar debido a nuestro ingreso y otros gastos”. Las respuestas de protesta incluyen respuestas como, “las mejoras tienen valor para nuestro hogar, pero nos negamos a pagar porque no es responsabilidad nuestra”, o “nos negamos a pagar porque el dinero se desviaría para otros fines”. Los “no sé” no alegan razones de por qué no quisieron responder a la pregunta sobre la WTP.

**Cuadro 2. Descripción del recurso hídrico múltiple de la calidad del agua costera**

Niveles de clasificación utilizados en las tarjetas con información	Recurso de agua costera		
	Agua de mar (A-C)	Agua fluvial y de estuarios (1-3)	Agua de pozos y subterránea (I-III)
Clase A / 1 / I A	A. Apta para nadar todo el año	1. Apta para contacto humano todo el año	I. Agua potable de pozos; sin contaminación fecal en el agua subterránea
Clase B / 2 / II	B. Apta para nadar en la estación seca; no apta el resto del año	2. Apta para contacto humano en la estación seca; no apta el resto del año	II. Agua potable en pozos; riesgo de contaminación por aguas fecales en agua subterránea circundante
Clase C / 3 / III	C. No apta para nadar todo el año	3. No apta para contacto humano todo el año	III. Agua de pozo no potable; contaminación fecal en aguas subterráneas

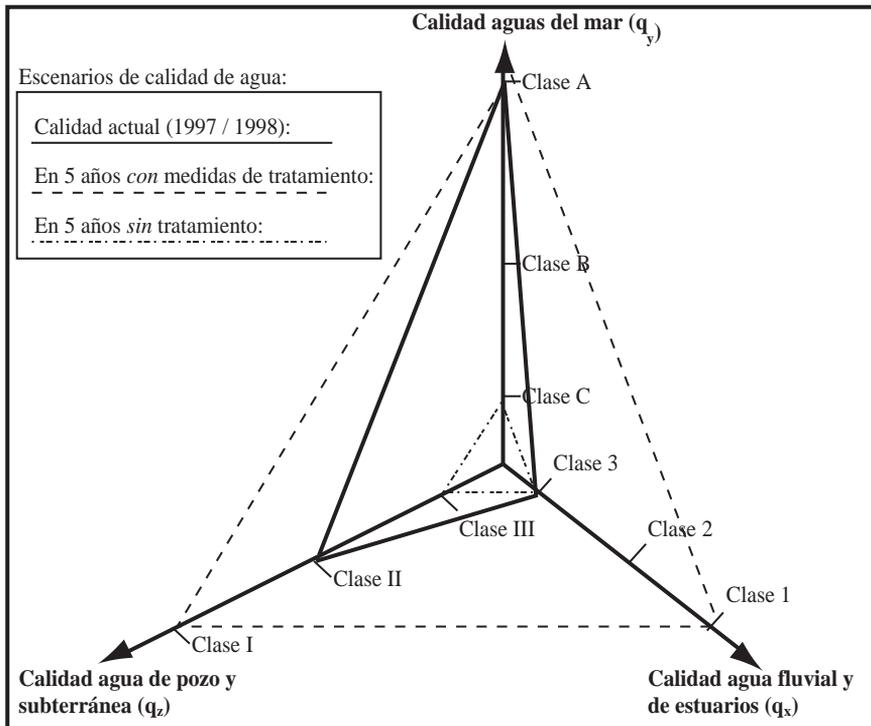
Nota: La clasificación de calidad estacional se basa en el promedio geométrico de recuentos mensuales de coliformes. Estándares recomendados de coliformes según el Programa Ecológico Bandera Azul de AyA y Mora *et al.* (1998).

Con mapas que incluían las principales masas de agua en las comunidades y alrededor de ellas se describieron escenarios actuales y potenciales de calidad de agua por medio de los mismos símbolos y códigos en colores. En el Gráfico 1<sup>4</sup> se sintetiza la información incluida en los diferentes mapas. Después de unas preguntas iniciales para verificar el conocimiento de problemas ambientales generales y de la calidad del agua propia de cada lugar, se les presentó a los participantes un primer mapa que representaba los niveles actuales de calidad del agua, que era algo diferente entre Jacó y Puntarenas (representada por líneas ligeramente ondulantes, Gráfico 1). A los participantes en Jacó se les mostró que el agua marina estaba clasificada en la actualidad como de calidad clase A, la calidad del agua fluvial como clase 3 y el agua subterránea como clase II. A los participantes en Puntarenas se les describió el agua marina como de clase B, el agua fluvial

4 El Gráfico 1 no les fue presentado a los participantes. Los mapas y tarjetas en colores que se mostraron a los participantes se pueden conseguir con el autor, si se solicitan.

como de clase 2 y el agua subterránea como de clase II. A los participantes en ambos lugares se les mostró un segundo mapa que representaba el escenario 'todo sigue igual' *sin* tratamiento, donde la calidad del agua se deteriora hasta llegar a la categoría más baja en todos los recursos hídricos dentro de cinco años (triángulo interno con cuadrícula gruesa). Por último, a ambos grupos se les presentó un tercer mapa que representaba la calidad del agua en cinco años *con* medidas de tratamiento. Se les dijo que, debido a la ampliación del alcantarillado para conectar *todos* los hogares a una *nueva* planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad para acomodar el crecimiento previsto de población, mejoraría la calidad del agua hasta alcanzar el mejor nivel de clasificación para todos los recursos en cinco años (triángulo exterior de cuadrícula gruesa).

**Gráfico 1. Síntesis de los escenarios de calidad original y futura del agua según sitios de estudio**



El Gráfico 1 sintetiza la diferencia en las mejoras en cinco años respecto al escenario de partida entre los dos lugares, Jacó y Puntarenas. Quisimos, por lo tanto, realizar una prueba de si la WTP respondía a la amplitud de

las mejoras descritas en los escenarios de ‘con y sin medidas’, conocida también como prueba de efectos de alcance (Arrow *et al.*, 1993). Si se encontraban efectos de alcance habría fundamento para creer que las diferencias en la calidad del agua en el momento de partida entre los dos sitios era responsable en parte por generar errores de transferencia.

La muestra de Puntarenas se dividió al azar en dos, y a una submuestra se le presentó un escenario para la ‘mejora completa’ de todas las masas de agua (triángulo exterior cuadrículado); y a una segunda submuestra sólo una ‘mejora parcial’ en la que la calidad del agua fluvial y de estuarios (qx) permanece en la clase estacionaria 2, en tanto que las otras dos masas de agua mejoran como antes hasta alcanzar sus niveles más elevados. Este escenario de ‘mejora parcial’ ilustró las consecuencias de ineficiencias en el tratamiento de aguas residuales en la planta proyectada. Demostrar los efectos del alcance implica rechazar la hipótesis  $H_0: w_{total} = w_{parcial}$ . En ambos casos, también se pidió a los participantes que clasificaran los tres mapas o escenarios de mejor a peor para determinar si habían entendido el sistema verbal de clasificación y los símbolos visuales.

También se les pidió a los participantes que respondieran si votarían ‘a favor’ o ‘en contra’ de la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales que proporcionaría las mejoras descritas. A los que votaron ‘a favor’ se les preguntó si estarían dispuestos a pagar una tarifa mensual por alcantarillado a la Municipalidad que tendría a su cargo la financiación, construcción y operación del sistema de alcantarillado. Luego se hizo una segunda pregunta de la WTP como se describe en el modelo de doble límite (Apéndice 1).

Análisis en grupos focales con hogares antes de la encuesta, pusieron de manifiesto que la población de las municipalidades y de AyA, en diferentes grados, tienen poco personal, carecen de recursos técnicos y financieros adecuados y son ineficientes. Las preguntas de seguimiento, por lo tanto, incluyeron preferencias en cuanto a la ejecución institucional del proyecto propuesto de tratamiento de aguas residuales.

Las encuestas se aplicaron a una muestra estratificada al azar en dos fases, en la que la probabilidad de que los hogares fueran escogidos era proporcional al tamaño relativo de la población en los tres distritos de Puntarenas. En la muestra de Jacó la frecuencia fue más elevada que en Puntarenas, con el fin de lograr un tamaño comparable de la submuestra a pesar de

tener una población menor. Se identificó como escogido para responder a cualquier miembro del hogar que fuera responsable de los gastos.

## 4. Resultados

En los informes publicados de estudios de transferencia de beneficios no se incluyen a menudo las características del lugar ni la sensibilidad de los resultados de la WTP a la estimación y los supuestos del tratamiento de datos, aunque aquí se incluyen para que resulte más fácil, para quienes trabajan en el terreno, evaluar la relevancia de los resultados para otros contextos de transferencia de beneficios.

### Características de los lugares

La cantidad de hogares que no quisieron participar en la encuesta (muestra de quienes no respondieron) fue un poco mayor en Puntarenas que en Jacó (Cuadro 3). Las respuestas identificadas como verdaderos ceros estuvieron presentes en la misma proporción en ambas muestras. En relación con los datos censales disponibles, las estadísticas descriptivas en el Cuadro 4 indican que las muestras en general fueron representativas.

**Cuadro 3. Tamaños de muestra y tasa de respuesta**

	Jacó		Puntarenas			
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Marco de la muestra de la población	840		14.770			
Tamaño de la muestra (hogares)	380 (100%)		1.049 (100%)			
- no respuesta de la muestra	83 (21%)		273 (26%)			
Escenario de la calidad del agua	Mejora completa		Mejora completa		Mejora parcial	
= respuesta en la muestra	297	100	398	100	378	100
- declaraciones de protesta	13	4	6	2	3	1
- incompleto / no sé	3	1	16	4	13	3
= respuestas válidas de DaP	281	95	376	94	362	96
- cero DaP	18	6	25	6	22	6
= respuestas positivas (DaP>0)	263	89	351	88	340	90

Nota: Cuando los porcentajes no suman 100%, se debe al redondeo.

Cuadro 4. Estadísticas descriptivas

Variables	Comparación rural-urbano		Comparación de distritos de la ciudad en la Gran Puntarenas		
	Media (error estándar)		Media (error estándar)		
SOCIODEMOGRÁFICAS	Toda		Centro	Chacarita	Barranca
	Jacó	Puntarenas			
Sexo (porcentaje femenino)	0,55 (0,03)	0,69 (0,02)	0,68 (0,04)	0,64 (0,03)	0,74 (0,02)
Edad (años)	40,1 (0,80)	42,27 (0,56)	48,88 (1,52)	39,59 (0,98)	41,13 (0,74)
Tamaño de la familia (miembros)	4,74 (0,13)	4,19 (0,06)	4,29 (0,18)	4,03 (0,10)	4,26 (0,09)
Niños <15 años en la familia (n°)	1,57 (0,08)	1,39 (0,05)	1,07 (0,12)	1,39 (0,08)	1,46 (0,07)
Educación (años)	7,44 (0,26)	7,40 (0,14)	8,97 (0,36)	7,37 (0,25)	6,85 (0,19)
Sólo escuela elemental (parte que dijo sí)	0,35 (0,03)	0,39 (0,02)	0,42 (0,04)	0,40 (0,03)	0,39 (0,03)
Título universitario (parte que dijo sí)	0,12 (0,02)	0,10 (0,01)	0,19 (0,03)	0,11 (0,02)	0,06 (0,01)
Desempleados (parte que dijo sí)	0,09 (0,02)	0,04 (0,01)	0,01 (0,01)	0,04 (0,01)	0,06 (0,01)
Ingreso mensual declarado hh (colones nov. 98)	103.898 (5895)	89.925 (2824)	99.823 (7470)	91.600 (5175)	87.181 (3728)
Ingreso declarado hh/miembro por debajo de la línea de pobreza (parte que dijo sí)	0,27 (0,03)	0,22 (0,01)	0,17 (0,03)	0,21 (0,03)	0,24 (0,02)
Título de propiedad (parte que dijo sí)	n,r,	0,53 (0,02)	0,68 (0,04)	0,61 (0,03)	0,43 (0,03)
USO DEL RECURSO					
Se recrea en la playa (parte que dijo sí)	0,83 (0,02)	0,47 (0,02)	0,38 (0,04)	0,48 (0,03)	0,50 (0,03)
Uso frecuente de la playa en el año anterior (n° de visitas)	46,5 (5,25)	12,1 (1,54)	36,05 (7,88)	7,73 (1,87)	6,38 (0,82)
Deportes acuáticos en la playa (parte que dijo sí)	0,62 (0,03)	0,35 (0,02)	0,16 (0,03)	0,37 (0,03)	0,39 (0,02)

**Cuadro 4. Estadísticas descriptivas** (continuación)

Variables	Comparación rural-urbano		Comparación de distritos de la ciudad en la Gran Puntarenas		
	Media (error estándar)		Media (error estándar)		
SOCIODEMOGRÁFICAS	Toda Puntarenas		Centro	Chacarita	Barranca
	Jacó	Puntarenas			
Miembro de la familia enfermo por agua contaminada (parte que dijo sí)	0,16 (0,02)	0,21 (0,01)	0,20 (0,04)	0,20 (0,03)	0,22 (0,02)
El hogar tiene tanque séptico (parte que dijo sí)	0,96 (0,01)	0,38 (0,02)	0,47 (0,04)	0,70 (0,03)	0,16 (0,02)
Hogar conectado a la alcantarilla (parte que dijo sí)	0 (0)	0,36 (0,02)	0,12 (0,03)	0,04 (0,01)	0,64 (0,02)
La familia bebe agua de grifo (parte que dijo sí)	0,85 (0,02)	0,98 (0,01)	0,98 (0,01)	0,98 (0,01)	0,97 (0,01)
La familia hierve o clorina el agua para beber (parte que dijo sí)	0,44 (0,03)	0,13 (0,01)	0,16 (0,03)	0,12 (0,02)	0,12 (0,02)

Sobre la base de diferencias *a priori* entre las muestras de Jacó y Puntarenas (Cuadro 4), formulamos la hipótesis de que las transferencias de los beneficios serían particularmente sensibles a cualesquiera coeficientes significativos para las variables sexo, ingreso, uso de la playa, práctica de deportes acuáticos en el sitio, falta de conexión a alcantarillado y tratamiento de agua potable. Observando las diferencias de la ciudad de la Gran Puntarenas, se esperaba que las variables explicativas importantes para el error en transferencia fueran sexo, edad, educación, desempleo, ingreso, nivel de uso de la playa y opciones en saneamiento. Esta información se utilizó para especificar modelos de la WTP para la prueba de hipótesis.

### Robustez de la WTP

El Cuadro 5 examina la sensibilidad de la WTP a los supuestos en cuanto a distribución; a si utilizamos las respuestas de un solo límite o de doble; y a cómo tratamos las respuestas cero en el modelo. Para fines ilustrativos, calculamos la WTP para dos distribuciones que trataron las respuestas cero de forma muy diferente. En un modelo conservador podríamos tratar *todas* las no respuestas ante las preguntas sobre la WTP como que no valoraban las mejoras en la calidad del agua. A pesar de su escaso ajuste estadístico en este caso concreto, un modelo normal truncado explicará estas respuestas como una masa de probabilidad en cero. La distribución

logarítmica normal no da cabida a respuestas cero, pero fue la mejor de las distribuciones evaluadas en cuanto a predecir una WTP positiva. Utilizando ambos tratamientos de los “ceros” que se aplican comúnmente en estudios de CV, encontramos que las estimaciones menos conservadoras de la WTP son un 65% (Jacó) y un 193% (Puntarenas) más altas que las estimaciones más conservadoras, respectivamente.

**Cuadro 5. Robustez-sensibilidad de la disposición a pagar mensualmente respecto al tratamiento de datos y supuestos en cuanto a la distribución**

Método de valoración	WRP estimada			
	Muestra de Jacó		Muestra completa de Puntarenas	
(formato bid - distribución - tratamiento de datos)	Media	Mediana	Media	Mediana
DC-DB - truncada normal - todos los ceros incluidos*	3.085	2.598	2.347	1.966
DC-DB - truncada normal - sólo verdaderos ceros incluidos	3.080	2.764	2.382	2.096
DC-DB - truncada normal - sin ceros	3.089	2.963	2.404	2.268
DC-DB - lognormal - sin ceros	3.168	2.557	2.467	1.918
DC-SB - lognormal - sin ceros	4.789	3.247	6.617	3.093

Nota: Todas las cifras de la WTP en colones de noviembre de 1998; 1USD = 267,85 colones.

\* “Todos los ceros” definidos como todos los “no sé”, respuestas de protesta y respuestas verdaderos ceros.

DB = doble límite, SB = un límite.

Para todos los siguientes tests de transferencia de beneficios trabajamos con el modo logarítmico normal, *con exclusión* de todas las respuestas verdaderamente cero. El porcentaje de verdaderos es el mismo en ambas muestras y no debería sesgar nuestras conclusiones sobre transferencia de beneficios. Además, no encontramos que los ceros tuvieran una correlación significativa con ninguna de las variables incluidas en el modelo ‘completo’.

**Cuadro 6. Modelos completos utilizados para transferencias rural-urbanas e intraurbanas de los beneficios**

Variables	Muestras rural-urbanas					
	Acumuladas		Jacó		Gran Puntarenas	
	Parámetro ASE		Parámetro ASE		Parámetro ASE	
Intersección	7,922*** 0,185		7,330*** 0,272		7,875*** 0,264	
<b>SOCIODEMOGRÁFICAS</b>						
Sexo <sup>d</sup> (1=mujer)	-0,124**	0,055	-0,043	0,093	0,170 **	0,066
Edad	-0,005***	0,001	0,004	0,003	-0,008 ***	0,002
Educación	0,017**	0,007	0,019 *	0,011	0,017 *	0,008
Tamaño de la familia	0,009	0,013	0,014	0,021	0,002	0,017
Participantes sin trabajo <sup>d</sup>	-0,103	0,114	-0,160	0,167	0,047	0,147
Ingreso familiar mensual <sup>+</sup>	9,608E-7***	3,51E-7	1,364E-6**	5,828E-7	8,325E-7*	4,279E-7
<b>SANEAMIENTO, USO, ACTITUDES AMBIENTALES</b>						
Tratan agua potable <sup>d</sup>	0,137**	0,066	0,382 ***	0,095	0,014 0,	088
Beben agua del grifo <sup>d</sup>	-0,236**	0,115	-0,378 ***	0,141	0,129	0,186
Usan la playa <sup>d</sup>	0,092*	0,055	0,269 **	0,121	0,053	0,061
Contaminación del agua es un problema <sup>d</sup>	0,030	0,063	-0,342 ***	0,117	0,153 **	0,073
Ubicación (1=Puntarenas) <sup>d</sup>	-0,162**	0,065				
Escala	0,672	0,021	0,583	0,037	0,681	0,024
N	954		263		691	
Probabilidad log. (restringida)	-1059,53		-237,59		-802,49	
Rho cuadrada ajustada	0,042		0,096		0,032	
Variables	Muestras urbanas Gran Puntarenas					
	Acumuladas		Barranca		Chacarita y Centro	
	Parámetro ASE		Parámetro ASE		Parámetro ASE	
Intersección	7,658*** 0,181		7,270 *** 0,250		8,304 *** 0,265	
<b>SOCIODEMOGRÁFICAS</b>						
Sexo <sup>c</sup> (1=mujer)	-0,158**	0,066	-0,068	0,092	-0,217 **	0,093
Edad	-0,008***	0,002	-0,007 **	0,003	-0,011 ***	0,003
Educación	0,012	0,009	0,027 **	0,011	-0,008	0,013
Tamaño de la familia	0,005	0,017	0,046 **	0,022	-0,046 *	0,026
Participantes sin trabajo	0,021	0,145	0,071	0,162	-0,118	0,297
Ingreso mensual de la familia <sup>‡</sup>	8,214E-7*	4,263E-7	1,004E-6 *	5,627E-7	1,108E-6 *	6,448E-7
<b>SANEAMIENTO, USO, CONOCIMIENTO</b>						
Título de propiedad <sup>d</sup>	0,077	0,060	-0,037	0,078	0,287***	0,092
Uso de la playa <sup>d</sup>	0,077	0,061	-0,064	0,081	0,190 **	0,089
La planta de AyA es la mayor contaminadora <sup>d</sup>	-0,340	0,229	-0,707**	0,315	0,013	0,354
Prefiere implementación no de AyA <sup>d</sup>	0,049	0,061	0,207***	0,080	-0,122	0,093
Versión completa de la encuesta del alcance <sup>d</sup>	-0,012	0,058	-0,005	0,076	-0,016	0,087
Ubicación (1= Chac. y Centro) <sup>d</sup>	0,181***	0,061				
Escala	0,675	0,024	0,642	0,031	0,675	0,036
N	689		362		327	
Probabilidad log. (restringida)	-795,70		-416,01		-363,45	
Rho cuadrada ajustada	0,038		0,049		0,050	

Notas: Parámetro significativo a \* 1%, \*\* 5% y \*\*\* 10%, respectivamente. <sup>d</sup>Variable ficticia. + Un modelo con log de ingreso da elasticidades de ingreso de 0,121 (Jacó) y 0,167 (Puntarenas). ‡ Un modelo con log de ingreso da elasticidades de ingreso de 0,139 (Barranca) y 0,125 (Chacarita y Centro). Todas las estimaciones truncadas en tres lugares decimales. Modelo lognormal. Respuestas no cero de WTP. Dos observaciones eliminadas debido a la ausencia de la variable de ubicación (modelos intraurbanos). ASE = error estándar asintótico. La rho cuadrada ajustada es igual a uno menos la razón de la probabilidad log no restringida respecto a la probabilidad log restringida.

### Confiabilidad de la transferencia de beneficios

Los resultados de todos los tests de hipótesis entre Jacó y Puntarenas se resumen en el Cuadro 7. Los resultados de los mismos enfoques en cuanto a transferencias entre los distritos de la Gran Puntarenas se sintetizan en el Cuadro 8. Rechazamos las  $H_{1,1}$  y  $H_{1,2}$  en cuanto a la igualdad estadística de la WTP media en todos los casos, excepto en la transferencia de Puntarenas a Jacó con un simple ajuste por ingreso (Cuadro 7). Se rechaza la hipótesis  $H_2$  sobre la transferencia de la WTP ajustada por la función de los beneficios en tres de las cuatro transferencias. En general, se rechazan las transferencias con errores de transferencia en el ámbito 11-26%.

**Cuadro 7. Tests rural-urbanos de transferencia de beneficios y errores de transferencia**

Modelo	Factor del error de transferencia en el sitio de la política		
	Jacó	Gran Puntarenas	Error promedio absoluto de transferencia
Sin covariables	-22,5% $H_{1,1}$ rechazada	29,0% $H_{1,1}$ rechazada	25,8%
Ajustado por ingreso	-10,4% $H_{1,2}$ no rechazada	11,7% $H_{1,2}$ rechazada	11,1%
Covariables socio-demográficas	-20,7% $H_2$ rechazada $H_3$ no rechazada	28,1% $H_2$ rechazada $H_3$ no rechazada	24,4%
Covariables modelo total	-20,3% $H_2$ rechazada $H_3$ rechazada	-1,6% $H_2$ no rechazada $H_3$ rechazada	11,0%

Nota: Error de transferencia % =  $100 * (w^{p/s} - w^{s/s}) / w^{s/s}$ .

El test de la razón de probabilidad de la similitud de las estimaciones de parámetros del modelo completo en los dos sitios rechaza la  $H_3$  en un nivel de confianza del 95% ( $q = -2(-1.059,53+237,59+802,49) = 38,9$ ,  $\Pr(c^2 > 19,68) = 0,05$ , d.f. = 11). A pesar de este error muy bajo de transferencia alcanzado en la Gran Puntarenas como sitio de la política, encontramos que las funciones específicas de los beneficios del lugar no se sacan del mismo modelo acumulado. El test de razón de probabilidad rechaza nuestra hipótesis de transferencia  $H_3$ , con errores de transferencia tan bajos como 20-30% (error de -1,6% en un caso). Debe tomarse nota de la reducción en el error de transferencia cuando se usa el método de simple ajuste en la razón de ingreso sometido a prueba en la  $H_{1,2}$ . Esto

es simple coincidencia y ofrece escasa orientación a quienes trabajan en el terreno, ya que el método de simple ajuste por ingreso presupone una elasticidad del ingreso de 1, mucho más elevada que los valores que de hecho observamos (0,12 a 0,17, nota del Cuadro 6).

### Explicaciones del error de transferencia

¿Podemos afirmar algún aspecto en general acerca de qué variables explicativas inducen al error de transferencia? El parámetro ‘ubicación’ en el modelo acumulado indica que la WTP en Puntarenas es significativamente menor que en Jacó, debido a las diferencias entre los lugares que siguen sin explicarse con variables en el modelo total (Cuadro 6). En un test de razón de probabilidad de un modelo rural-urbano más restringido con sólo variables demográficas, la  $H_3$  no se rechazó, en tanto que la ‘ubicación’ ficticia sugirió todavía con mayor fuerza que había diferencias significativas no explicadas entre los sitios<sup>5</sup>.

Las variables explicativas significativas son diferentes de un sitio a otro, y las variables sociodemográficas explican sobre todo la WTP en Puntarenas, en tanto que en Jacó es el saneamiento, el uso de recursos y las actitudes ambientales las que explican mucha de la variación en la WTP. Las actitudes ambientales son abiertamente diferentes; los hogares que piensan que la contaminación del agua es un problema comunitario pagarían menos por agua de mejor calidad en Jacó, en tanto que pagarían más en Puntarenas, que apenas están a una hora de distancia en vehículo. Rechazar la  $H_3$  en el ‘modelo total’, pero no en el ‘modelo sociodemográfico’, confirma que son las *características adicionales de los sitios* las que explican, por lo menos en parte, las diferencias entre la WTP específica de un sitio y la transferida.

Un resultado curioso en el Cuadro 7 es el escaso error de transferencia de la función de los beneficios con Puntarenas como sitio de la política (-1,6%), en tanto que se presentan errores mucho mayores de transferencia cuando Jacó es el sitio de la política, lo cual conduce a rechazar la  $H_2$ . El efecto conjunto de los signos sobre los coeficientes ( $\beta$ ), los signos de las diferencias en variables explicativas ( $\Delta X$ ) y la WTP entre sitios ( $w$ ), explican por lo menos en parte, esta asimetría en los errores en la transferencia de la función de los beneficios. El coeficiente en la variable ‘la contaminación del agua es un problema’ es significativo y de signo opuesto en los dos sitios. La WTP es

---

5 Los resultados del modelo sociodemográfico no se repiten en este documento, pero se pueden conseguir con el autor si se solicitan. La importancia de las variables socioeconómicas se observa en el ‘modelo total’.

más alta en Jacó que en Puntarenas, en tanto que el porcentaje de los que responden que piensan que la contaminación del agua es un problema comunitario es más alto en Puntarenas (22%) que en Jacó (16%).

Esto conduce a una convergencia cuando la transferencia utiliza coeficientes de Jacó y características del sitio en Puntarenas (Puntarenas es el lugar para la política), en tanto que conduce a errores mayores de transferencia en la dirección opuesta. Esta variable de actitud sólo se incluye en el 'modelo total'. Se observa una asimetría similar en la variable sexo, aunque ésta es común a los modelos tanto 'socioeconómico' como 'total'. Un examen más minucioso indica que los otros coeficientes significativos conducen a convergencia.

Resulta notorio que la variable referente a actitud en cuanto a contaminación del agua como problema comunitario se incluye en el modelo *ad hoc*, o sea, definido específicamente para un sitio y no basado en teoría económica. Hablando en rigor, esto también es así en el caso de variables sociodemográficas, como el sexo.

Pasando al resto de nuestro contexto de transferencia, el Cuadro 8 muestra que, contrariamente a lo que esperábamos, los errores absolutos de transferencia no han disminuido con la proximidad geográfica en relación con el experimento de transferencia rural-urbana. Como en el experimento previo, la información adicional específica de los sitios en la transferencia de beneficios no disminuye de manera notable el error de transferencia, descartando así el argumento de Desvousges *et al.* (1992) a favor de funciones más complejas de los beneficios. Una vez más, el simple método de ajuste por ingreso 'supera' los métodos más sofisticados, aunque se basa en una intuición exagerada acerca de la elasticidad del ingreso.

**Cuadro 8. Prueba de transferencia intra-urbana y errores de transferencia**

Modelo	Factor del error de transferencia en el sitio de la política		
	Chacarita y Centro	Baranca	Error promedio absoluto de transferencia
Sin covariados	-22.8% H <sub>1,1</sub> rechazado	29.5% H <sub>1,1</sub> rechazado	26.2%
Ajustado por ingreso	-16.3% H <sub>1,2</sub> rechazado	19.5% H <sub>1,2</sub> rechazado	17.9%
Covariados socio-económicos	-20.9% H <sub>2</sub> rechazado H <sub>3</sub> no rechazado	29.1% H <sub>2</sub> rechazado H <sub>3</sub> no rechazado	25.0%
Covariados de modelo completo	-22.6% H <sub>2</sub> rechazado H <sub>3</sub> rechazado	28.4% H <sub>2</sub> rechazado H <sub>3</sub> rechazado	25.5%

Nota: Error de transferencia  $\% = 100 * (w^{p|s} - w^{s|s}) / w^{s|s}$

Al comparar los Cuadros 7 y 8, también resulta notorio que el test de razón de probabilidad una vez más no rechaza la H<sub>3</sub> en el caso del modelo sociodemográfico, mientras que sí lo hace de manera clara para el modelo completo ( $q = -2(-795,70 + 416,01 + 363,45) = 32,48$ ,  $\Pr(c2 > 21,03) = 0,05$ , d.f. = 12). Al parecer, poblaciones que parecen tener preferencias subyacentes similares en función de características sociodemográficas resultan ser bastante diferentes cuando se tienen en cuenta el saneamiento y las prácticas de recreo, actitudes ambientales e institucionales. Disponer de información sobre condiciones socioeconómicas en los diversos sitios, observadas en, por ejemplo, datos censales, puede ser una condición necesaria pero no suficiente para la transferencia exitosa de los beneficios.

Utilizamos el mismo razonamiento al evaluar las transferencias de los beneficios entre los distritos de la Gran Puntarenas (ver en el Cuadro 6 los modelos intraurbanos completos). A primera vista, esperaríamos que estos sitios fueran más “similares” que en el caso de la comparación Puntarenas-Jacó, conduciendo a errores menores de transferencia.

Existe una diferencia significativa no explicada entre las dos submuestras, como se ilustra con la variable ficticia ‘ubicación’. También vemos que la WTP la explican distintas variables de los diferentes distritos de Puntarenas. Problemas muy locales pueden desempeñar un papel significativo para determinar la WTP. Como se mencionó, en Barranca la mayoría de los hogares están conectados a una planta de tratamiento de

aguas residuales que con frecuencia funciona a más del 100% de su capacidad diseñada. Los coeficientes de los modelos intraurbanos muestran que los hogares que piensan que la planta de tratamiento de AyA es de hecho el mayor contaminador en Puntarenas están dispuestos a pagar significativamente menos por la política propuesta (Cuadro 6). El 6% de los hogares que respondió así vivían sobre todo en Barranca y parecían experimentar externalidades locales significativas debidas a la planta misma de tratamiento de aguas residuales. En términos más generales, preguntas de seguimiento indicaron que el 63% de la población de Barranca prefería una institución diferente a la operadora actual de la planta de aguas residuales, el instituto nacional AyA. Estos hogares estaban dispuestos a pagar significativamente más que los que preferían a AyA. Es digno de mención que la política propuesta en el escenario CV tiene sus propios costos de transacción bajo la forma de externalidades muy localizadas y una desconfianza institucionalizada de la población.

### Aspectos de validez

Los tests de probabilidad logarítmica de regresiones en el Cuadro 6 confirman que los modelos generales explican de manera significativa la variación en la WTP, en tanto que el ingreso es positivo y significativo en el nivel del 10%. La rho cuadrada ajustada explica más la variación en la muestra de Jacó que en la de Puntarenas. El poder explicativo relativamente bajo de las regresiones ayuda en cierto modo a explicar por qué la transferencia de la función de los beneficios no disminuye el error de transferencia donde las funciones de los beneficios son similares (modelo de covariables sociodemográficas).

En cuanto a las directrices de “carga de la prueba” de la NOAA (Arrow *et al.*, 1993), el modelo intraurbano acumulado muestra que la variable ficticia para sensibilidad ante el alcance no es significativa (Cuadro 6). No pudimos observar que los participantes en Puntarenas fueran sensibles a las diferencias en la calidad del agua fluvial y de estuarios entre los escenarios de mejora ‘parcial’ y ‘total’. Podemos, pues, rechazar con mayor confianza la hipótesis de que las diferencias específicas de los sitios en cuanto a la calidad fluvial y de estuarios básica inducen a errores de transferencia entre Puntarenas y Jacó<sup>6</sup>.

---

6 Un test más completo de alcance hubiera verificado la sensibilidad a diferencias en la calidad del agua marina y del agua subterránea en ambos sitios. Esto hubiera requerido una muestra en cuatro partes en cada sitio, lo cual estuvo fuera del alcance de los recursos disponibles para este estudio.

Algunas explicaciones comunes en cuanto a la ausencia de efectos en el alcance son: bienes ambientales mal definidos<sup>7</sup>, tamaños demasiado pequeños de muestras y la expresión de valores ideológicos en vez de económicos (Carson, 1997; Carson *et al.*, 1999). Si bien no observamos efectos de alcance, el 94,5% de la muestra acumulada en Puntarenas clasificó como se esperaba los escenarios de calidad de agua, lo cual indicó que el bien se había definido en forma adecuada. Con varias variables explicativas significativas al 1% en todos los modelos, los tamaños de las muestras fueron lo suficientemente grandes para explicar la variación relacionada con el uso en la WTP. Ciertos valores ideológicos también pueden haber desempeñado un papel, ya que observamos preferencias significativas en cuanto a qué institución debería ejecutar la política de tratamiento de aguas residuales. Dada la proporción relativamente pequeña de hogares que disfrutan de la playa en Puntarenas (y esperando una cantidad no observada todavía menor que utiliza ríos y estuarios), concluimos que el alcance de la mejora de la calidad del agua fluvial y de estuarios puede no haber sido lo suficientemente significativo como para poder observarlo dado el tamaño de nuestra muestra. Si bien quienes trabajan en el terreno en transferencia de beneficios pueden tener la tranquilidad de que las diferencias detalladas en la calidad del agua afectan la confiabilidad de transferir la WTP media, la insensibilidad del alcance debilita en algún modo la validez interna de la valoración contingente.

## Discusión

### Aceptabilidad de los errores de transferencia

La predicción de la disposición a pagar utilizando diversos métodos de transferencia entre la pequeña ciudad de Jacó y la ciudad de Puntarenas converge dentro de +/-30% de las estimaciones en los sitios. Estos errores son pequeños si se comparan con una sensibilidad de la WTP de hasta un 65-193% respecto al tratamiento de datos y supuestos estadísticos. Quienes toman decisiones que pueden aprobar la validez interna de los estudios de valoración contingente bajo estas condiciones, es probable que encuentren bastante aceptable el nivel de error de transferencia en este estudio.

Todos los modelos que se aplican son hasta cierto punto erróneos, y lo que está en discusión en un contexto de políticas es la aceptabilidad del

---

7 Incluyendo sesgos parte-todo, simbólico, métrico y probabilidad de provisión (Carson, 1997).

error de transferencia en cada aplicación, llamada también ‘test de importancia’ (Desvousges *et al.*, 1998; Kirchhoff, 1998). Este estudio ha demostrado que los tests estadísticos comunes de transferibilidad de coeficientes del modelo y de la WTP predicha se pueden considerar como rigurosos desde el punto de vista de quienes toman decisiones. Se rechazan las transferencias con errores tan bajos como de 1,6%. Uno sospecharía que esto parecería demasiado riguroso para quienes trabajan en el terreno interesados en determinar el alcance o incluso en un análisis de costo-beneficios de proyectos de saneamiento. Sin embargo, en análisis de costo-beneficio, no hay ninguna norma práctica en cuanto a “niveles aceptables” de error de transferencia. En el mejor de los casos, la aceptabilidad depende de la aversión al riesgo por parte de quienes toman decisiones, de la relativa incertidumbre de los costos de las políticas y de la disminución de la incertidumbre en cuanto a beneficios de las políticas en relación con el costo del estudio, por realizar estudios primarios en lugar de transferencia de beneficios (Deck and Chestnut, 1992). La mayor parte de esta información se puede recopilar sobre una base experimental, pero resultará demasiado larga y costosa para una formulación práctica de políticas (Barton, 1999).

### **Confiabilidad de modelos que valoran la clase de tendencia**

Los criterios para juzgar la validez interna de la valoración contingente se aclararon de manera significativa con el panel de la NOAA (Arrow *et al.*, 1993). Sin embargo, las revisiones por parte de pares tienden a aceptar que un signo significativo y esperado en unas cuantas variables comunes, como ingreso y precios de sustitución, constituye una verificación suficiente en cuanto a la validez elaborada del método de valoración contingente. Como en los modelos de CV rara vez se les da importancia a los valores absolutos de los parámetros (excepto quizá en el modelo de elasticidad de ingreso), no se espera que los modelos predigan más que “tendencias” en la WTP. Signos inesperados y la falta de significancia de cualquier variable que no se base en la teoría económica, rara vez agrega o sustrae de la validez interna de un estudio de CV. Sin embargo, con el incremento del debate sobre transferencia de beneficios, se ha alentado a quienes trabajan en el terreno en valoración a que utilicen estos modelos de clase de “tendencia” para realizar predicciones cuantitativas. A la luz de este hecho, planteamos que no debería cifrarse demasiada esperanza en el poder de predicción de la transferencia de la función de los beneficios a partir de valoraciones contingentes tal como se reportan en las publicaciones. A pesar de que la magnitud de los errores de transferencia en

este estudio es pequeña, lo cual es alentador, la naturaleza controlada del experimento significa que los errores de transferencia en aplicaciones no académicas probablemente serían mayores.

### **Validez de la CV frente a confiabilidad de la transferencia**

Creemos que este estudio se adecúa a la mayor parte de los criterios sobre mejores prácticas del panel de la NOAA (Arrow *et al.*, 1993). Hemos presentado verificaciones detalladas de la validez, confiabilidad y robustez de las estimaciones de la WTP llevadas a cabo como base para las transferencias de los beneficios. Sin embargo, suele ser verdad que un estudio realizado en forma deficiente, con una imprecisa definición del escenario de la valoración, gran error de medición y/o tamaño pequeño de la muestra, incrementa la variancia de la WTP y de las estimaciones de parámetros. Esto hace que resulte más probable que no se rechace la hipótesis de igualdad estadística de las estimaciones del estudio y del sitio de las políticas ( $H_3$ ), aunque puedan ser importantes los errores de transferencia. En sí mismos, por lo tanto, los tests comunes de hipótesis sobre la igualdad de parámetros en la función de los beneficios no constituyen una buena verificación de la confiabilidad de la transferencia.

Existe otro trueque validez-confiabilidad en la especificación del escenario para la valoración contingente. Diseñar escenarios significativos implica controlar características específicas del sitio, como diferencias institucionales, lo cual puede, en última instancia, incrementar el error de transferencia. En el otro extremo, incrementar la confiabilidad de la transferencia de beneficios mediante la búsqueda de una comparación 'limpia' o experimental de sitios e instrumentos de la encuesta casi idénticos, minimiza el error de transferencia, pero resulta menos válida externamente que una transferencia 'tosca' más realista que implique sitios más disímiles. Una forma de avanzar es usar modelos escogidos, lo cual brinda más flexibilidad en el control de la variación en cuanto a características del sitio (ver, por ejemplo, Morrisson *et al.*, 1998).

### **Función de los beneficios frente a transferencia no ajustada de la WTP**

Los resultados de este estudio no concuerdan con la idea de que transferencias más complejas de funciones son mejores que las transferencias de valores simples en escala (Desvousges *et al.*, 1998). Las transferencias de traslados incondicionales o simples ajustados según ingreso se desempeñan igualmente bien, o mejor, que las transferencias más sofisticadas (y

más intensivas en cuanto a tiempo/datos) de funciones de los beneficios. Aunque no podemos rechazar la hipótesis de que los coeficientes socio-demográficos de los sitios de estudio y de políticas se toman de la misma población, esta clase de transferencia de la función de los beneficios no reduce de manera notoria los errores de transferencia en comparación con la transferencia no condicionada de la WTP media “bruta”. Agregar variables explicativas significativas, como prácticas de saneamiento, contribuye poco a disminuir errores, en la mayoría de los casos. En la excepción, alentadora, donde los errores de transferencia casi se eliminan (‘modelo completo’ en cuanto a transferencia de la función de los beneficios de Jacó a Puntarenas), las variables significativas no suelen basarse en la teoría económica y son significativas en sólo uno de los sitios.

Wilson (1998) ha argüido que los esfuerzos de los economistas por predecir el comportamiento humano muestran “una aceptación de la psicología popular en incluso los modelos más ingeniosos”. Resulta quizá duro, pero nuevos contextos de valoración a menudo obligan a quienes trabajan en el terreno en CV a depender del sentido común y de especificación propia de una situación (*ad hoc*) de las funciones de los beneficios. Reflejando un tema que Brouwer (2000) planteó, la teoría económica ofrece escasa orientación en cuanto a qué variables explican de manera consistente la WTP individual en cuanto a mejoras de la calidad ambiental. Con poca teoría o metaanálisis que guíe en la especificación de modelos, se podría argüir que resulta igualmente probable que un modelo que controla múltiples características específicas de un sitio incrementará el error de transferencia o lo disminuirá (en comparación con la transferencia de un valor medio ‘bruto’). En el evento probable de que los sitios de estudio y de políticas sean diferentes, cada inclusión *ad hoc* de una variable específica de un sitio en el modelo del lugar de estudio puede de igual modo conducir tanto a divergencia como a convergencia de la WTP transferida en comparación con los valores del sitio de la política. Formulamos la hipótesis de que cuanto mayor sea la función de transferencia de beneficios tanto más probable es que los ajustes por múltiples diferencias específicas de los sitios se anulen unos a otros. Se han observado estos efectos ‘compensatorios’ al transferir modelos RUM de elección de recreación (Parsons and Kealy, 1994). Hasta tanto no se disponga de mejores teorías de formación del valor ambiental para que orienten la especificación de modelos, *más* variables explicativas pueden a veces significar *menos* confiabilidad de transferencia.

Esto puede resultar con el tiempo en una grave limitación para el empleo de metaanálisis para construir funciones de los beneficios con el fin de predecir

la WTP en múltiples sitios (ver, por ejemplo, Desvousges *et al.*, 1998). Imaginemos un test de transferibilidad de transferencia de beneficios en algún momento en un futuro no muy distante: se realiza un metaanálisis acerca de una gran masa de experimentos de transferencia de la función de los beneficios, que incluye una cantidad todavía mayor de diferentes variables explicativas. Debido a la diversidad de las características del sitio de estudio y al método *ad hoc* para especificar modelos de CV a la fecha, un proceso casi al azar habrá definido las variables incluidas en el metaanálisis. Nuestra hipótesis es que la regresión respecto a la media debida a esta selección al azar de efectos ‘compensatorios’ mostrará que las transferencias de la función de los beneficios no superaron de manera significativa la transferencia de estimaciones simples no ajustadas de la WTP.

### **Transferibilidad de los experimentos de transferencia de beneficios**

Las comparaciones realizadas aquí muestran que el tamaño de los errores de transferencia no está correlacionado con la distancia geográfica dentro de la que se lleva a cabo la transferencia, contrariamente a la intuición popular. Sin embargo, por alentadores que puedan parecer estos resultados, hay razones para cuestionar la “transferibilidad” de los resultados de la transferencia de beneficios bajo condiciones experimentales. En el mundo “real” de estudios de factibilidad del proyecto, cuando menos se puede afirmar que son muy raros los escenarios muy similares para valoración, nuestros tests de similitud de modelos muestran que factores muy localizados, específicos de un sitio, tienen un efecto significativo en la WTP de las personas. Distritos contiguos de una ciudad pueden tener una WTP media tan dispar por la calidad del agua como la de áreas urbanas y rurales a una distancia de 80 kilómetros. Esto puede deberse a diferencias en prácticas de saneamiento y recreo, a actitudes ambientales, a instituciones específicas de un sitio o a prácticas culturales. En este caso tenemos sólo dos sitios, por lo cual, sin grados de libertad, no podemos someter a prueba causas múltiples de “cambios de intersección” del modelo que afectan la WTP media entre sitios. Sin embargo, en los casos en que las características específicas de los sitios eran significativamente diferentes y explicaban de manera significativa la variación en la WTP en todos los sitios, hemos hecho algunas conjeturas bien fundamentadas.

Sea cual fuera el método de valoración, en la práctica, la transferencia de la función de los beneficios está limitada, debido a los datos censales socio-demográficos disponibles, a no ser que se realice una nueva encuesta en el sitio de la política. Esto puede constituir un problema especial en países con

censo poco frecuentes, elevado crecimiento de población y rápido cambio socioeconómico. Este estudio muestra que coeficientes sociodemográficos similares de regresión y amplias similitudes en las características de la población no son suficientes para justificar transferencias sobre una base estadística. El saneamiento, el uso y los factores institucionales son explicaciones importantes de la variación de la WTP dentro y entre sitios.

Un último aspecto en cuanto a hasta qué punto se pueden generalizar nuestros hallazgos, las estimaciones más conservadoras de la WTP en los sitios en este estudio se encuentran entre el 2,5% y el 3,2% del ingreso declarado. Esta es una razón el doble más elevada que la que se encuentra en la mayor parte de los estudios comparables de CV realizados en Filipinas y Asia (Choe *et al.*, 1996; Whittington *et al.*, 1992). Si bien el método de simple ajuste por ingreso disminuyó el error de la transferencia de beneficios, no podemos esperar que las elasticidades del ingreso de la WTP observadas *dentro* de los sitios se apliquen *entre* los sitios. Además, el ingreso no indujo los errores de transferencia en este experimento de transferencia dentro de un país. Aunque los errores de transferencia de beneficios fueron bastante bajos en nuestro contexto del Pacífico de Costa Rica, seríamos mucho más escépticos respecto a transferencias a áreas más alejadas, por ejemplo, a áreas con niveles muy diferentes de ingreso.

## Conclusiones

Este estudio trata de comprobar la confiabilidad de transferir estimaciones de la WTP para evitar la contaminación hídrica entre dos ciudades en la costa del Pacífico de Costa Rica, en el contexto de un análisis de costo-beneficio de opciones de tratamiento centralizado de aguas residuales. Encontramos que tests de hipótesis de transferencia de beneficios que se aplican comúnmente, se rechazaron en la mayoría de los casos, aunque los errores de transferencia son tan bajos como de un 20-30% de la WTP media. Para este estudio concreto, la transferencia de la función de los beneficios no es más confiable que la transferencia de la media no ajustada y de la media simple ajustada de la WTP. Encontramos que las variables relacionadas con saneamiento, uso y actitud ambiental pueden inducir errores de transferencia en los contextos de transferencia, mayores que las más fácilmente disponibles características socioeconómicas de los hogares. Los resultados ponen de relieve la importancia de incluir dichas variables en la definición de “similitud de sitios” antes de llevar a cabo una transferencia de beneficios. El estudio muestra que la transferencia experimental de los beneficios implica

evaluar trueques entre asegurar la validez interna de la valoración contingente en cada sitio y observar la confiabilidad de la transferencia de beneficios en los sitios. Encontramos que diseñar un experimento de transferencia de beneficios lo más ideal posible, disminuye la transferibilidad de resultados en cuanto a la confiabilidad para otros contextos de políticas.

Si bien quienes trabajan en el ámbito de los beneficios con poca información sobre las políticas deberían escuchar el consejo de Desvousges *et al.* (1992) de encontrar sitios *similares*, el investigador de transferencia de beneficios debería buscar sitios que sean *diferentes*, aunque tratando de controlar las diferencias. Crear modelos escogidos promete más flexibilidad que la CV en cuanto a controlar diferencias de sitios múltiples (Morrisson *et al.*, 1998). Otra forma de incrementar la confiabilidad de la transferencia puede ser refinar los datos de la preferencia formulada con la ayuda de la preferencia manifestada en los datos específicos del sitio (Haener *et al.*, 2001). Sea cual fuere el método de valoración, para que la transferencia de la función de los beneficios pase de ser una herramienta experimental a estandarizarse, se necesitarán en el futuro metaanálisis para descubrir características socioeconómicas y experimentales fácilmente disponibles que predigan de manera consistente la WTP en contextos múltiples. La transferibilidad de los resultados de la transferencia de la función de los beneficios se verá limitada siempre que sigamos utilizando sobre todo variables explicativas *ad hoc* y normalmente no disponibles.

## Referencias bibliográficas

- Alberini, A., Kanninen, B. and Carson, R. T. 1997. "Modeling response incentive effects in dichotomous choice contingent valuation data". *Land Economics*, 73(4): 309-24.
- Arrow, K. J., Solow, R., Leamer, E., Portney, P., Radner, R. and Schuman, H. 1993. "Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation". *Federal Register*, 58: 4601-4614.
- Atherton, T. J. and Ben-Akiva, M. E. 1976. "Transferability and updating of disaggregate travel demand models". *Transportation Research Record* (610): 12-18.
- Barton, D. N. 1999. *The Quick, the Cheap and the Dirty. Benefit Transfer Approaches to the Non-Market Valuation of Coastal Water Quality in Costa Rica*. Doctor Scientiarum Dissertation 1999:03, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of Norway.
- Bergland, O., Magnussen, K. and Navrud, S. 1999. "Benefit transfer: testing for accuracy and Reliability". In *Comparative Environmental Economic Assessment: Meta Analysis and Benefit transfer*. R. J. G. M. Florax, P. Nijkamp and K. Willis, eds., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Bergland, O., Romstad, E., Kim, S. W. and McLeod, D. 1990. *The Use of Bootstrapping in Contingent Valuation Studies*. Department of Agriculture and Resource Economics, Oregon State University.
- Bergstrom, J. C. and De Civita, P. 1999. "Status of Benefits Transfer in the United States and Canada: A Review". *Can. J. Agr. Econ.*, 47: 79-97.
- Boyle, K. J. and Bergstrom, J. C. 1992. "Benefit transfer studies. Myths, pragmatism, and idealism". *Water Resources Research*, 28(3): 657-663.
- Brookshire, D. S. 1992. *Issues regarding benefit transfer*. Paper presented at the 1992 Association of Environmental Resource Economists Workshop, Snowbird, Utah, 3-5 June.
- Brookshire, D. S. and Neill, H. R. 1992. "Benefit transfers: conceptual and empirical issues". *Water Resources Research*, 28(3): 651-655.
- Brouwer, R. 2000. "Environmental value transfer: state of the art and future prospects". *Ecological Economics*, 32: 137-152.

- Brouwer, R., Langford, I. H., Bateman, I. J., Crowards, T. C. and Turner, R. K. 1997. *A Metaanalysis of Wetland Contingent Valuation Studies*. Working Paper GEC 97-20, CSERGE, London.
- Brouwer, R. and Spaninks, F. 1997. *The Validity of Transferring Environmental Benefits: Further Empirical Testing*. Working Paper GEC 97-07, CSERGE, London.
- Brucato, P. F., Murdoch, J. C. and Thayer, M. A. 1990. "Urban air quality improvements: A comparison of aggregate health and welfare benefits to hedonic price differentials". *Journal of Environmental Management*, 38: 79-123.
- Carson, R. T. 1997. "Contingent valuation and tests of insensitivity to scope", in *Determining the Value of Non-marketed Goods: Economic, Psychological, and Policy relevant Aspects of Contingent Valuation Methods*. Kopp, R., Pommerhene, W., Schwartz, N. eds., Kluwer.
- Carson, R. T., Groves, T. and Machina, M. J. 1999. *Incentive and Informational Properties of Preference Questions*. Plenary Address. European Association of Resource and Environmental Economists, Oslo, Norway, June 1999.
- Choe, K. A., Whittington, D. and Lauria, D. T. 1996. "The economic benefits of surface water quality improvements in developing countries: a case study of Davao, Philippines". *Land Economics*, 72(4): 519-537.
- Deck, L. B. and Chestnut, L. G. 1992. *Benefit transfer: How good is good enough?* Paper presented at the 1992 Association of Environmental Resource Economists Workshop, Snowbird, Utah, 3-5 June.
- Desvousges, W. H., Naughton, M. C. and Parsons, G. R. 1992. "Benefit transfer: conceptual problems in estimating water quality benefits using existing studies". *Water Resources Research*, 28(3): 675-683.
- Desvousges, W. H., Johnson, F. R. and Banzhaf, H. S. 1998. *Environmental Policy Analysis with Limited Information. Principles and Applications of the Transfer Method*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- DGEC. 1992. *Encuesta de hogares de propósitos múltiples del Gran Puntarenas*. Dirección General de Estadística y Censos, Costa Rica.
- Downing, M. and Ozuna, T. J. 1996. "Testing the reliability of the benefit function transfer approach". *Journal of Environmental Economics and Management*, 30(3): 316-22.

- Efron, B. and Tibshirani, L. 1986. "Bootstrap methods for standard errors, confidence intervals, and other measures of statistical accuracy". *Statistical Science*, 1(1): 54-77.
- Greene, W. H. 1993. *Econometric Analysis*. Prentice Hall International Editions, New Jersey.
- Haener, M. K., Boxall, P. C. and Adamowicz, W. L. 2001. "Modeling recreation site choice: do hypothetical choices reflect actual behaviour?" *Amer. J. Agr. Econ.* 83(3) (August 2001): 629-642.
- Hanemann, W. M. and Kanninen, B. 1996. *The Statistical Analysis of Discrete Response CV Data*. Working Paper 798, Department of Agricultural and Resource Economics, Division of Agriculture and Natural Resources, University of California at Berkeley, Berkeley.
- Kirchoff, S., Colby B. G. and LaFrance, J. T. 1997. "Evaluating the performance of benefit transfer: an empirical inquiry". *Journal of Environmental Economics and Management*, 33: 75-93.
- Kriström, B. and Riera, P. 1996. "Is the income elasticity of environmental improvements less than one?" *Environmental and Resource Economics*, 7: 45-55.
- León, J. and Vázquez Polo, F. J. 1998. *A Bayesian Approach to Double Bounded Contingent Valuation (Modelización del aprendizaje en valoración contingente)*. Discussion paper, Department of Applied Economics, University of Las Palmas de Gran Canaria, Spain.
- McLeod, D. M. and Bergland, O. 1999. "Willingness-to-pay estimates using the double-bounded dichotomous-choice contingent valuation format: a test for validity and precision in a Bayesian framework". *Land Economics*, 75(1): 115-125.
- Mitchell, R. C. and Carson, R. T. 1989. *Using Surveys to Value Public Goods. The Contingent Valuation Method, Resources for the Future*, Washington D.C., USA.
- Mora, D., Rojas, J. C., Sequeira, M., Mata, A. y Coto, M. 1989. "Criterios bacteriológicos y calidad sanitaria de las aguas de las playas de Costa Rica. Período 1986-1988". *Tecnología en Marcha*, 9(3).
- Morrison, M. Bennett, J., Blamey, R. and Louviere, J. 1998. *Choice Modelling and Tests of Benefit Transfer*. Paper Presented at the World Congress of Environmental and Resource Economists, Venice, Italy, June 25-27, 1998.

- Oglethorpe, D., Hanley, N., Hussain, S. and Sanderson, R. 2000. "Modelling the transfer of the socioeconomic benefits of environmental management". *Environmental Modelling & Software*, 15 (2000): 343-356.
- Parsons, G. R. and Kealy, M. J. 1994. "Benefits transfer in a random utility model of recreation". *Water Resources Research*, 30(8): 2477-2484.
- Pearce, D. W., Whittington, D. and Georgiou, S. 1994. *Project and Policy Appraisal: Integrating Economics and Environment*. OECD, Paris.
- Smith, V. K. and Huang, J. 1995. "Can markets value air quality? A meta-analysis of hedonic property value models". *Journal of Political Economy*, 103(1): 209-27.
- VandenBerg, T. P., Poe, G. L. and Powell, J. R. 1995. *Assessing the Accuracy of Benefits Transfers: Evidence from a Multi-site Contingent Valuation Study of Groundwater Quality*. WP95-01, Ithaca, NY: Cornell University, Department of Agriculture, Resource and Managerial Economics.
- Whittington, D., Lauria, D. T., Wright, A. M., Choe, K., Hughes, J. A. and Swarna, V. 1992. *Household Demand for Improved Sanitation Services: A Case Study of Kumasi, Ghana*. Water and Sanitation Report 3, UNDP-World Bank Water and Sanitation Program.
- Wilson, E. O. 1998. *Consilience. The Unity of Knowledge*. Little, Brown and Company. London. Pp. 374.

**Apéndice 1**  
**Ejemplo de encuesta de disponibilidad a pagar**

**VERSION TOTAL**  **MONTO INICIAL:**

**PUNTARENAS ENCUESTA PRINCIPAL** ESPACIO

PARA USO

**CONFIDENCIAL** DE LA OFICINA:

**IDENTIFICACION - A LLENAR CUANDO SE REALIZA LA ENCUESTA**

Encuestador ID no: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Barrio/Manzana no. \_\_\_/\_\_\_ Encuesta no.: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ OBS# \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Hora que empezó: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Hora que terminó: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**A. PREGUNTAS DE SELECCION DE RESPONDENTE**

- A1.** LA CASA ESTA HABITADA POR 6 MESES O MAS ? SI \_\_\_  
**A2.** EL RESPONDENTE ES MAYOR A 18 AÑOS? SI \_\_\_

Buenos días/tardes. Cómo está? Me llamo (muestra identificación). Soy estudiante de la Universidad Nacional y estoy colaborando con un estudio sobre diferentes **aspectos de la calidad de vida en Puntarenas** (SI PREGUNTA MAS RESPONDA: sobre el ambiente y de algunos servicios públicos). Con todo respeto le solicito unos minutos para llenar este cuestionario. (Este es mi carné de identificación).

- A3.** Ud. es **jefe del hogar o participa en la mantención económica** de éste hogar?  
 \_\_\_SI=> CONTINÚA CON LA ENTREVISTA  
 \_\_\_NO=> HAGA CITA PARA ENTREVISTAR "JEFE DEL HOGAR": \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ (hora/día)

Sus respuestas serán **absolutamente confidenciales** y su nombre no aparecerá en ninguna parte (**anónimo**). Estamos entrevistando pocos hogares y su participación en la entrevista es muy importante. Podríamos sentarnos? No hay respuestas correctas o incorrectas. Simplemente piense bien en cada pregunta antes de dar su mejor respuesta.

**B. PREGUNTAS DE PRECALENTAMIENTO Y OPINION GENERAL**

Hablemos de la ciudad de Puntarenas, incluyendo a Barranca.

- B1.** Desde hace cuantos años vive Ud. en Puntarenas? \_\_\_\_\_ años  
**B2.** Cuáles son los **tres problemas más grandes** que enfrenta la comunidad de Puntarenas actualmente? Mencíelos por favor del más importante al menos importante.

NO SUGIERA RESPUESTA. ESPERE Y ANOTA SECUENCIA CON 1..2..3

___01. <b>Contaminación</b> de los ríos, esteros o del mar	___2. Pobre calidad de / acceso a <b>agua potable</b>	___3. Pobre recolección de <b>basura</b>
___4. <b>Contaminación</b> del aire	___5. Falta de <b>empleo</b>	___6. Malas <b>carreteras</b>
___7. Falta de servicios de <b>atención médica</b>	___8. Falta de <b>vivienda</b> adecuada	___9. Alcoholismo, drogadicción, prostitución
___10. <b>Dengue</b> u otras enfermedades contagiosas	___11. No hay ninguno	___12. Otro (especifique):

Ahora, hablemos de las condiciones para el turismo y los visitantes en Puntarenas ....

B3. Si estos problemas se mantienen en Puntarenas durante los próximos 5 años Ud. cree que el turismo/visitación a Puntarenas va a ...

___1=aumentar	___2=mantenerse como hoy en día	___3=disminuir	___99=NS/NR
---------------	---------------------------------	----------------	-------------

Hablemos de la importancia del turismo en Puntarenas para su hogar....

B4. Directa- o indirectamente, su situación laboral depende o no depende de la llegada de visitantes ? \_\_\_1. SI DEPENDE \_\_\_0. NO DEPENDE => PASE A C.

B5. En qué porcentaje cree que el ingreso total de su hogar depende **directa- o indirectamente** del turismo en general? (una aproximación sería suficiente)  
En porcentaje: \_\_\_\_\_(0-100%) \_\_\_\_\_99=NS/NR

**C. PREGUNTAS SOBRE USO DE PLAYAS**

Hablemos ahora del uso que Ud. y miembros de su familia dan a las playas de Puntarenas y Doña Ana, así como los ríos y esteros del área durante los últimos doce meses (diciembre 97 hasta hoy). (QUALQUIER ACTIVIDAD RECREATIVA U OCUPACIONAL)

nombre de lugar:	Cuántos <b>veces</b> fueron a ( <i>nombre de lugar</i> ) <b>entre :</b>					
	<b>diciembre 97 y marzo 98?</b>			<b>abril 98 y hoy?</b>		
	en total	por mes	semanal	en total	por mes	semanal
C1. Playa de Puntarenas o Doña Ana	___/___	___/___	___/___	___/___	___/___	___/___
C2. Río Barranca	___/___	___/___	___/___	___/___	___/___	___/___
C3. Estero de Puntarenas	___/___	___/___	___/___	___/___	___/___	___/___

**TARJETA 1**

C4. De la siguiente lista señale **las tres actividades** que Ud. disfruta más durante un día en la playa:

- 01 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11=otros (especifique)\_\_\_\_\_

<b>D. PREGUNTAS SOBRE PERCEPCIONES Y CONOCIMIENTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y SANITARIAS DEL AGUA</b>
--

Ahora, hablemos de problemas de salud...

- D1 Conoce los riesgos para la salud por **nadar en, o ingerir** agua contaminada?  
 1=SI  0=NO

Le voy a leer un texto breve sobre este tema....

Cuando se descarga aguas negras sin tratar en áreas costeras, nadar en aguas del mar y ríos puede ser riesgoso para la salud. Las aguas dulces y saladas contaminadas por materia fecal pueden causar una variedad de trastornos, entre ellos <b>dolores estomacales, diarrea, tos, resfríos, infecciones, alergias, y posiblemente enfermedades más serias.</b>
--

- D2 Según su conocimiento, **Ud. o algún miembro de su familia** ha sufrido algún trastorno o enfermedad producto de contacto con aguas contaminadas?

0=Ningún trastorno o enfermedad  
 1=Sí en el área de Puntarenas.  
 2=Sí en otra playa/río del país

- D3 Conoce casos de **visitantes** a Puntarenas que han sufrido algún trastorno producto de contacto con aguas del mar o de ríos contaminados?  
 1=SI  0=NO

Ahora, le voy a mostrar una manera en que podemos clasificar la calidad de las aguas del mar frente a la playa, de los ríos, esteros y de las aguas subterráneas. Observemos y leamos la información.

#### MAR - TARJETA CLASIFICACION DE AGUAS

- D4 En su opinión, cuál clase de **calidad** en la hoja describe mejor la situación **de las aguas del mar** frente a Puntarenas/Doña Ana **durante este último año?**

<input type="checkbox"/> 1=Clase A	<input type="checkbox"/> 2=Clase B	<input type="checkbox"/> 3=Clase C	<input type="checkbox"/> 99=NS/NR
------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

#### RIOS Y ESTEROS - TARJETA CLASIFICACION DE AGUAS

- D5 En su opinión, cuál clase de **calidad** en la hoja describe mejor la situación **de las aguas del Río Barranca** durante este último año?

<input type="checkbox"/> 1=Clase 1	<input type="checkbox"/> 2=Clase 2	<input type="checkbox"/> 3=Clase 3	<input type="checkbox"/> 99=NS/NR
------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

D6 En su opinión, cuál clase de **calidad** en la hoja describe mejor la situación **de las aguas del Estero de Puntarenas durante este último año?**

___1=Clase 1	___2=Clase 2	___3=Clase 3	___99=NS/NR
--------------	--------------	--------------	-------------

**SUBTERRANEA/POZO - TARJETA CLASIFICACION DE AGUAS**

D7 En su opinión, cuál clase de **calidad** en la hoja describe mejor la **situación de el agua subterránea o de pozo** en el lugar donde estamos ubicados **durante este último año?**  
(acuerdse que no se refiere a agua de cañería en ésta pregunta)

___1=Clase I	___2=Clase II	___3=Clase III	___99=NS/NR
--------------	---------------	----------------	-------------

D8 En su opinión quiénes provocan más la **contaminación de aguas** en Puntarenas actualmente? Me puede mencionar **tres sectores que más contaminan ?**  
ESPERE. ANOTA SECUENCIA DE RESPUESTA CON 1..2..3.

SI MENCIONA UN NOMBRE DE EMPRESA PREGUNTA QUE ACTIVIDAD

___01. Hogares / habitantes	___2. Planta de tratamiento el Roble	___3. Hoteles y restaurantes	___4. Chancheras, gallineras, ganado	___5. Hospital
___6. Industrias químicas	___7. Ingenios o beneficios de café	___8. Diesel y aceite de barcos	___09. Plaguicidas de laagricultura	___10. Plantas empacadoras

\_\_\_11. Otro (Especifique).....

\_\_\_99=NS/NR

**E. ESCENARIO Y VALORACION**

Ahora, le voy a dar una información sobre la zona de Puntarenas incluyendo a Barranca...

Estudios realizados en esta zona indican que **la contaminación fecal** es producto de la descarga de aguas negras al suelo, al río Barranca, al Estero o directamente al mar **sin un tratamiento adecuado**. En Puntarenas las aguas subterráneas están tan cerca a la superficie que el acantarrillado sanitario y los tanques sépticos pueden desbordarse cuando hay fuertes lluvias o mareas. La saturación del suelo **facilita el paso del contaminante fecal por las aguas subterráneas a los ríos, el Estero y al mar**. Ahora, la contaminación de las aguas subterráneas puede afectar al agua de pozo privado, pero generalmente no la de cañería porque es tratada para que sea potable antes de llegar a su casa.

E1. Este hogar ha experimentado **problemas con aguas negras** después de lluvias fuertes o mareas altas? \_\_\_1=SI \_\_\_0=NO

E2. Dónde caen las aguas negras de **éste hogar**? ESPERE RESPUESTA.

___1. Al tanque séptico	___2. A la cloaca / Alcantarillado sanitario	___3. Al caño frente a la casa / Alcantarillado pluvial	___4. Zanja abierta o al suelo (letrina)
___5. Al Estero	___6. Al río, o una quebrada	___7. Otro (especifique) .....	___99 NS/NR

El sector oeste de Puntarenas (el Centro) descarga sus aguas negras sin tratamiento a cloacas que van directamente al Estero. En el sector este de Puntarenas (incluyendo Barranca) hace varios años se construyó la **planta de tratamiento El Roble** que recoge aguas negras de una tercera parte de las casas de la ciudad. La planta limpia las aguas negras antes de lanzarlas al Estero de Puntarenas. Sin embargo, el **crecimiento de la ciudad** ha sido tal que hoy en día **la planta no puede recibir más aguas negras** sin que la calidad de las aguas que se echan al Estero se deteriore. Por eso el sistema de tratamiento que tiene Puntarenas actualmente no podrá proteger la calidad de los diferentes cuerpos de agua en el futuro.

MAPA 1

Ahora, en este mapa Ud. puede observar la clasificación de la calidad de los cuerpos de agua en **Puntarenas** según estudios de 1997...

- La calidad de las aguas del mar se clasifican éste año **como aptas para la natación durante todo el año** o sea Clase A (**en casi toda la playa**).
- La del **Estero** se clasifica como **no apta para contacto humano durante todo el año** o sea Clase 3 y del **Río Baranca** como **no apta durante la época lluviosa** o sea Clase 2 .
- El agua de pozo es **potable**, pero hay posibilidad de contaminación por materia fecal en aguas subterráneas alrededor, o sea Clase II.

E3. En **comparación** con lo que sabía antes de esta entrevista, la **contaminación** por aguas negras en Puntarenas que acaba de ver es...*(lea alternativas)*...de lo que creía?

___1. menos	___2. parecida	___3. más
-------------	----------------	-----------

REPITA LA PREGUNTA PERO LEYENDO ALTERNATIVAS AL REVES

Ahora, con el **crecimiento futuro** de Puntarenas la cantidad de contaminación fecal aumentaría y la calidad de los diferentes cuerpos de agua se podría ver deteriorada. Seguidamente le voy a mostrar una **posible** situación en Puntarenas a un plazo de **cinco años si no se toma ninguna medida**.

**MAPA 2 Y COMPARA CON MAPA 1**

En esta situación futura...

- La calidad de aguas del mar se vería **deteriorada** a ser **no aptas** para la natación durante **todo el año** (clase C).
- Las aguas de los ríos y esteros seguirían siendo **no aptas** para contacto humano (Clase 3).
- El agua de pozo privado ya **no es potable** debido a contaminación fecal de las aguas subterráneas (Clase III)

E4. Después de haber visto los dos mapas, Ud. **está o no está de acuerdo** con que se puede dar ésta situación a cinco años **si no se toman medidas?**

\_\_\_ 1=SI  
\_\_\_ 0=NO => E5. Con qué aspectos la información presentada no está de acuerdo ?  
\_\_\_ 99=NS/NR  
(especifique).....  
.....

Ahora, hablemos de posibles soluciones al problema de la contaminación fecal en Puntarenas....

En Puntarenas una extensión y mejora del **sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento** sustituiría al sistema actual de letrinas, tanques sépticos y alcantarillado parcial. Con este nuevo sistema las aguas negras de **todos los hogares de Puntarenas** serán llevadas por tuberías a un lugar de **tratamiento** alejado de la comunidad. Después del tratamiento las aguas pueden ser devueltas limpias a los ríos, el Estero o al mar.

Al llevar y tratar efectivamente las aguas negras de los hogares de Puntarenas, el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento tendría varios **beneficios** que se ilustran en el siguiente mapa:

**MAPA 3 - SITUACION CON MEDIDAS - COMPARA CON MAPA 2**

- 1) **mantendría** la calidad de las **aguas del mar** para que sean **aptas para la natación todo el año**
- 2) **mejoraría** la calidad de las aguas de los **ríos y esteros** para que sean **aptas para contacto humano todo el año.**
- 3) **mejoraría** la calidad de las aguas **subterráneas** para que el **agua de pozo sea potable sin riesgo de contaminación**

Ahora, veamos los mapas 1, 2 y 3 y hagamos una comparación entre ellos. **Comparemos** la condición del mar, del Río Barranca, el Estero y las aguas subterráneas usando los símbolos y colores que vimos anteriormente (SENALE TARJETAS ).

E6. En su opinión, cuál de estos mapas representa la situación con la **mejor** calidad de todos los diferentes cuerpos de agua (qué situación preferiría **más** si pudiera escoger)? => Cuál de los mapas representa la **peor** calidad de todos los cuerpos de agua (qué situación preferiría **menos** si pudiera escoger)? Haga la comparación antes de responder.

___ Mejor calidad/ más preferido	___ INTERMEDIO	___ Peor calidad/ menos preferido	___ 99=NS/NR
-------------------------------------	----------------	--------------------------------------	--------------

PONGA NUMERO DEL MAPA EN CASILLA

E7. Cuál de los beneficios del sistema de alcantarillado es **el más importante** para Ud. ?

LEA 1-4 SOLAMENTE, MARQUE 5 SOLAMENTE SI INSISTE

___ 1. <b>mar</b> frente a la playa apto para la natación	___ 2. <b>Río Barranca</b> apto para contacto humano	___ 3. <b>Estero</b> de Puntarenas apto para contacto humano
___ 4. <b>agua subterránea</b> /de pozo potable (no se refiere al agua de cañería )	___ 5. <b>Todos</b> son igualmente importantes	___ 99= NS/NR

Para realizar el nuevo sistema se encargaría a la **Municipalidad de Puntarenas** como institución responsable . El dinero necesario para **construir** el sistema de alcantarillado se podría conseguir **fuera** de la comunidad. Sin embargo, para **operar y mantener** el sistema la **Municipalidad** necesitaría un **aporte mensual** por parte de los pobladores y las otras fuentes de aguas servidas. Después de haber visto los mapas con las mejoras en calidad de aguas que podría aportar el nuevo sistema .....

E8. Si hubiera una votación en Puntarenas **en favor** o **en contra** de que cada hogar **pague una tarifa mensual de alcantarillado** para ampliar y mejorar el sistema actual y obtener éstas mejoras en la calidad de las aguas, cómo votaría Ud. ?

\_\_\_ 1= **en contra** de una tarifa mensual de alcantarillado => PASE POR FILTRO

E12

\_\_\_ 2= **a favor** de una tarifa mensual de alcantarillado

\_\_\_ 99= NS/NR

=> PASE POR FILTRO

A E12

FILTRO : SI RESPONDIÓ "A FAVOR" A PREGUNTA E8 => LEA LO SIGUIENTE Y SIGUE CON PREGUNTA E9 ABAJO.

Ahora, en las siguientes preguntas tenga presente que Ud. ya paga para otros servicios públicos. Recuerde también que si paga una tarifa mensual de alcantarillado **debe reducir el presupuesto de su hogar cada mes por el mismo monto.**

CIRCULO SOBRE MONTOS INDICADOS POR HOJA DE CONTROL

E9. Si el costo por hogar para realizar el sistema y obtener las mejoras en la calidad de las aguas en Puntarenas fuera de     **colones por mes**, su hogar estaría dispuesto a pagar la tarifa de alcantarillado?

Recuerde que estamos comparando las mejoras entre la situación en cinco años si no se toma ninguna medida (Mapa 2) y la situación si se hace el sistema alcantarillado (Mapa 3).

SI NECESARIO REPITA TODA LA PREGUNTA

=SI => PASE A E10  
=NO  
=NS/NR => PASE A E11

FILTRO : SI RESPONDIO "SI" EN PREGUNTA E9

E10. No se sabe con certeza los costos de operar y mantener el sistema de alcantarillado. Ahora, si el costo por cada hogar para realizar el sistema y los beneficios en calidad de las aguas fuera de     **colones por mes**, su hogar estaría dispuesto a pagar la tarifa de alcantarillado?

=SI  
=NO  
=NS/NR => PASE A PREGUNTA F1

FILTRO : SI RESPONDIO "NO" O "NS/NR" EN PREGUNTA E9

E11. No se sabe con certeza los costos de operar y mantener el sistema de alcantarillado. Ahora, si el costo por cada hogar para realizar el sistema y los beneficios en calidad de las aguas fuera de     **colones por mes**, su hogar estaría dispuesto a pagar la tarifa de alcantarillado?

=SI => PASE A PREGUNTA F1  
=NO  
=NS/NR => PASE POR FILTRO A PREGUNTA E12

FILTRO: SI RESPONDIO "EN CONTRA" o "NS/NR" EN PREGUNTA E8  
o "NO" o "NS/NR" EN PREGUNTA E11

LEA LO SIGUIENTE Y HAGA PREGUNTAS E12 - E15 EN PAGINA 8

Ahora, le voy a leer unas opiniones que algunos entrevistados nos han dado acerca de pagar para mejoras en la calidad de aguas. Para cada frase que le voy a leer dígame por favor si está **"de acuerdo"** o **"en desacuerdo"** con lo que han dicho estas personas.

E12. "Obtener las mejoras en la calidad de aguas dulces y marinas **no tiene ningún valor para nuestro hogar.**"

1. de acuerdo     0. en desacuerdo     99. NS/NR

E13. "Tomando en cuenta nuestro ingreso y todos los gastos que tenemos que hacer, **no tenemos las condiciones para pagar** las mejoras en la calidad de las aguas."

1. de acuerdo     0. en desacuerdo     99. NS/NR

E14. "Obtener las mejoras en la calidad de las aguas tiene valor para nuestro hogar, pero no aceptaríamos medidas que cobren al hogar, porque considero que **no es nuestra responsabilidad** pagar para esto."

1. de acuerdo     0. en desacuerdo     99. NS/NR

E15. "Obtener las mejoras en la calidad de las aguas vale algo para nuestro hogar, pero no aceptaríamos pagar porque **el dinero se desviaría** a otros fines que el propio tratamiento de aguas".

1. de acuerdo     0. en desacuerdo     99. NS/NR

**F. PREGUNTAS SOBRE PERCEPCIONES DE INSTITUCIONES**

Ahora, hablemos de quién sería mejor para brindar el servicio de alcantarillado en Puntarenas...

F1. Voy a mencionar las instituciones, incluyendo la **Municipalidad**, que podrían

hacerse cargo del sistema de alcantarillado. Cuál de ellas sería para Ud. **la mejor**, o tal vez tiene otra sugerencia?

\*\*\*\*\*ROTAR (PONGA UN X EN LA CAJA DONDE EMPIEZA A LEER - AVANZA UNA CAJITA POR CADA ENTREVISTA):

<input type="checkbox"/>	1= la municipalidad	=> PASE A PREGUNTA F3
<input type="checkbox"/>	2= una asociación <b>comunal y local</b> (de acueducto y alcantarillado)	
<input type="checkbox"/>	3= el AyA (Acueductos y alcantarillados)	
<input type="checkbox"/>	4= una empresa privada	
<input type="checkbox"/>	5= otra (especifique).....	
X	99= NS/NR	=> PASE A PREGUNTA G1

F2. Porqué prefiere a (*institución preferida*) y no a la Municipalidad?

Le voy a leer unas posibles razones. Tal vez tiene otra sugerencia?

La (*institución preferida*) puede lograr.... LEA ALTERNATIVAS 1-3.

___1. los mismos resultados en calidad de agua a un <b>costo más bajo</b>	___2. <b>mejores resultados</b> en calidad de agua con el mismo costo	___3. <b>tanto mejores resultados</b> en calidad de aguas <b>como</b> hacerlo a un <b>costo más bajo</b>
___4. Otra razón (especifique).....		

Ahora, algunas personas quieren cambiar su respuesta sobre la tarifa mensual de alcantarillado cuando han tenido la oportunidad de pensar en las ventajas y desventajas que tiene la Municipalidad (en comparación con *su institución preferida*).

F3. Cuál es el **monto más alto** que está dispuesto a pagar por mes en **tarifa de alcantarillado** a (*institución preferida*) para que se den **las mejoras** en la calidad de aguas ? (el monto más alto que pagaría sin que Ud. sienta que está gastando demasiado en relación con lo que éstas mejoras realmente valen para su hogar).

Colones por mes  \_\_\_99=NS/NR

**G. PREGUNTAS SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AGUA**

Ahora le voy a hablar del agua en su hogar....

G1. Cuáles fuentes de agua potable usan en éste hogar? Cuál es el más importante? LEA ALTERNATIVAS. MARCA MAS IMPORTANTE CON (\*)=> G1.1

___1. Agua del tubo	___2. Pozo	___3. Agua en botella	___4. Otros. Especifique.....
---------------------	------------	-----------------------	-------------------------------

G2. Qué tratamiento dan al agua de consumo antes de tomarla? LEA ALTERNATIVAS

___1. Hervir	___2. Filtrar/reposar	___3. Clorar	___4. No se hace nada
--------------	-----------------------	--------------	-----------------------

G3. Cuánto pagan por el servicio de agua potable? \_\_\_\_\_ colones **por mes** (0= no se paga) \_\_\_99=NS/NR

G4. Con el abastecimiento de agua potable que tiene ahora su hogar está ?  
 \_\_\_1. satisfecho \_\_\_2.no satisfecho (Especifique).....  
 \_\_\_99. NS/NR .....

Ahora voy a hablar de las condiciones sanitarias de su hogar....

G5 Con qué frecuencia limpian el tanque séptico? Cada  meses / años  
 \_\_\_99999=NS/NR NO TIENE="-" , NUNCA="0" => PASE A G7

TIEMPO ENTRE LA ULTIMA VEZ Y LA PROXIMA VEZ QUE PIENSAN LIMPIARLO

G6 Aproximadamente, cuánto paga por el servicio de limpieza?  
 \_\_\_\_\_ colonos por limpieza \_\_\_99=NS/NR

G7. Con el sistema sanitario que tiene su hogar ahora está ?.....  
 \_\_\_1. satisfecho \_\_\_2. no satisfecho (Especifique).....  
 \_\_\_99. NS/NR  
 .....

**H. PREGUNTAS SOCIOECONOMICAS**

Antes de terminar la encuesta quisiera hacerle algunas preguntas sobre los miembros de este hogar.

H1 ANOTA SEXO DEL ENCUESTADO..... \_\_\_0=Masculino \_\_\_1=Feminino

H2 De qué nacionalidad es Ud? \_\_\_1=C.R. \_\_\_0=otro  
 (especifique).....

H3. Cuántos años tiene Ud.? \_\_\_\_\_(años)

H4.Cuál es el último grado y año de educación que Ud. ha aprobado ?

Primaria -----	Secundaria-----	Universidad-----	...o más
NR			
00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 ...	___		
99			

H5 Incluyendo a Ud. cuantas personas viven en su hogar? \_\_\_\_\_ (número)

H6 Cuántos personas menores a 15 viven en éste hogar y cuales son sus edades? (<15)

ANOTA EDADES. NINGUNO MENOR A 15 = "-" (<5)

--	--	--	--	--	--	--

**TARJETA 2**

**H7** Voy a mostrarle una serie de descripciones de su posible estado de empleo. Por favor dígame cuál representa **mejor** su situación actual?

___01	___2	___3	___4	___5	___6	___7	___8	___9	___10	___99.
NS/NR										
___11=Otro (especifique):.....										

**H8** Uds. tienen escritura o título para ésta casa y del terreno ?

___1. Si, son propietarios	___2. No, alquilada	___3. No, prestada
___4. No, ocupada / precario	___5. Propietario sin título	___6. Otro (Especifique)

En la siguiente pregunta acuerdese que esta encuesta es confidencial y anónimo...

**H9** Cuántas personas de éste hogar tienen algún tipo de ingreso ? \_\_\_\_\_ personas

**H10** Cuál fue el ingreso efectivamente percibido **en el último período de pago de todo el hogar** (semana / quincena / mes ) ? Incluye sueldos, salarios, pensiones, alquileres, intereses, rentas, y utilidades de cualquier negocio. Es decir **el ingreso total disponible para el hogar** después de rebajas/impuestos.

Ingreso colones \_\_\_\_\_ por 

semana / quincena / mes
-------------------------

\_\_\_99=NS/NR => PASE A PREGUNTA H11 Y USE **TARJETA 3**

**H11** Si no conoce el ingreso exacto tal vez me podría dar algo más aproximado. Por favor, indique la categoría general que corresponde al ingreso del hogar por mes.

Categoría:	01	02	03	04	05	06	07	08	09	NR/NS
										99

Aqui terminamos! Tiene algun comentario o pregunta que desea hacernos?

- 1.....
- 2.....
- .....

**Muchisimas gracias por su valiosa participación en este estudio.**

**DESPIDESE CORTESMENTE**

**I. PARA EL ENTREVISTADOR**

I1. Cuántas veces fueron interrumpidos por otros adultos durante la entrevista?  
 \_\_\_0. Nunca \_\_\_1. Menos de cinco veces \_\_\_2. Más de cinco veces

I2. El encuestado consultó otros miembros del hogar para responder a la pregunta sobre ingreso mensual? \_\_\_1. Si \_\_\_0. No

I3. El encuestado consultó otros miembros del hogar para responder a las preguntas sobre disponibilidad de pago? \_\_\_1. Si \_\_\_0. No

I4. Cuán interesado en la encuesta estuvo el encuestado durante la entrevista?  
 \_\_\_1. Muy interesado | \_\_\_2. Algo interesado | \_\_\_3. Algo desinteresado | \_\_\_4. No interesado

I5. Cuánto disfruto Ud. de hacer ésta entrevista?  
 \_\_\_1. Mucho | \_\_\_2. Algo | \_\_\_3. Poco | \_\_\_4. Muy poco

Hora que terminó \_\_\_\_\_

Apéndice 2 - Tarjetas presentando clasificación de calidad de agua al entrevistado (7 tarjetas)

**AGUAS DEL MAR EN LA PLAYA  
CLASIFICACION DE LA CALIDAD  
BACTERIOLOGICA**

---

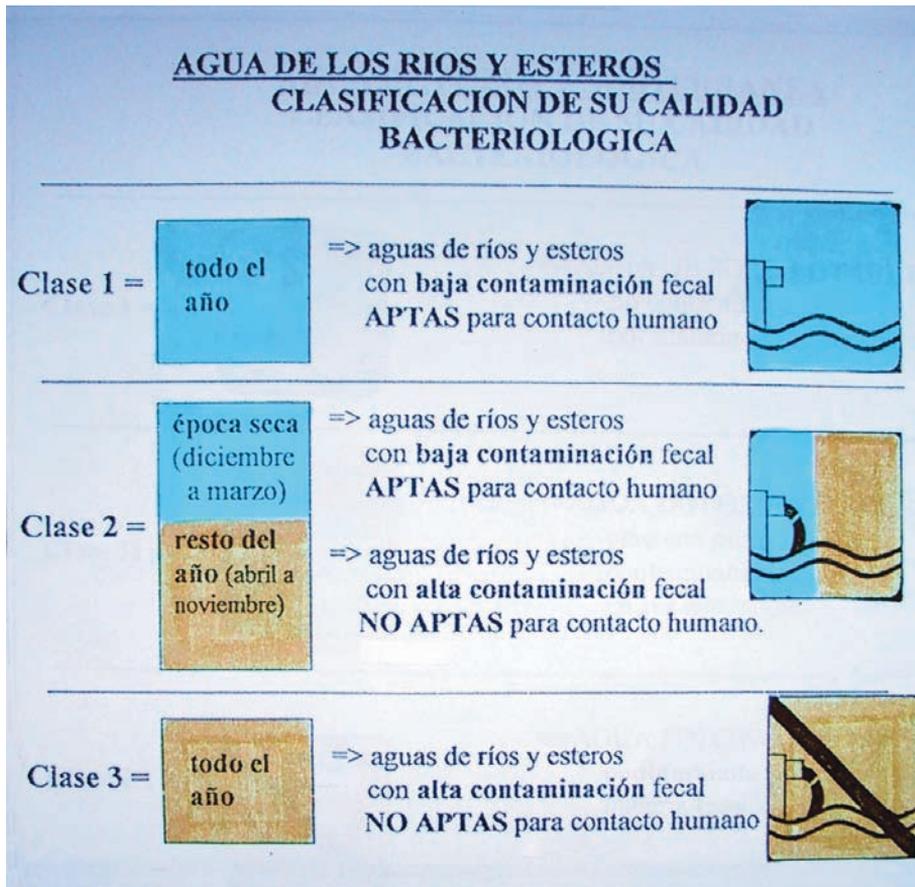
**Clase A =** todo el año => aguas del mar **APTAS** para la natación. 

---

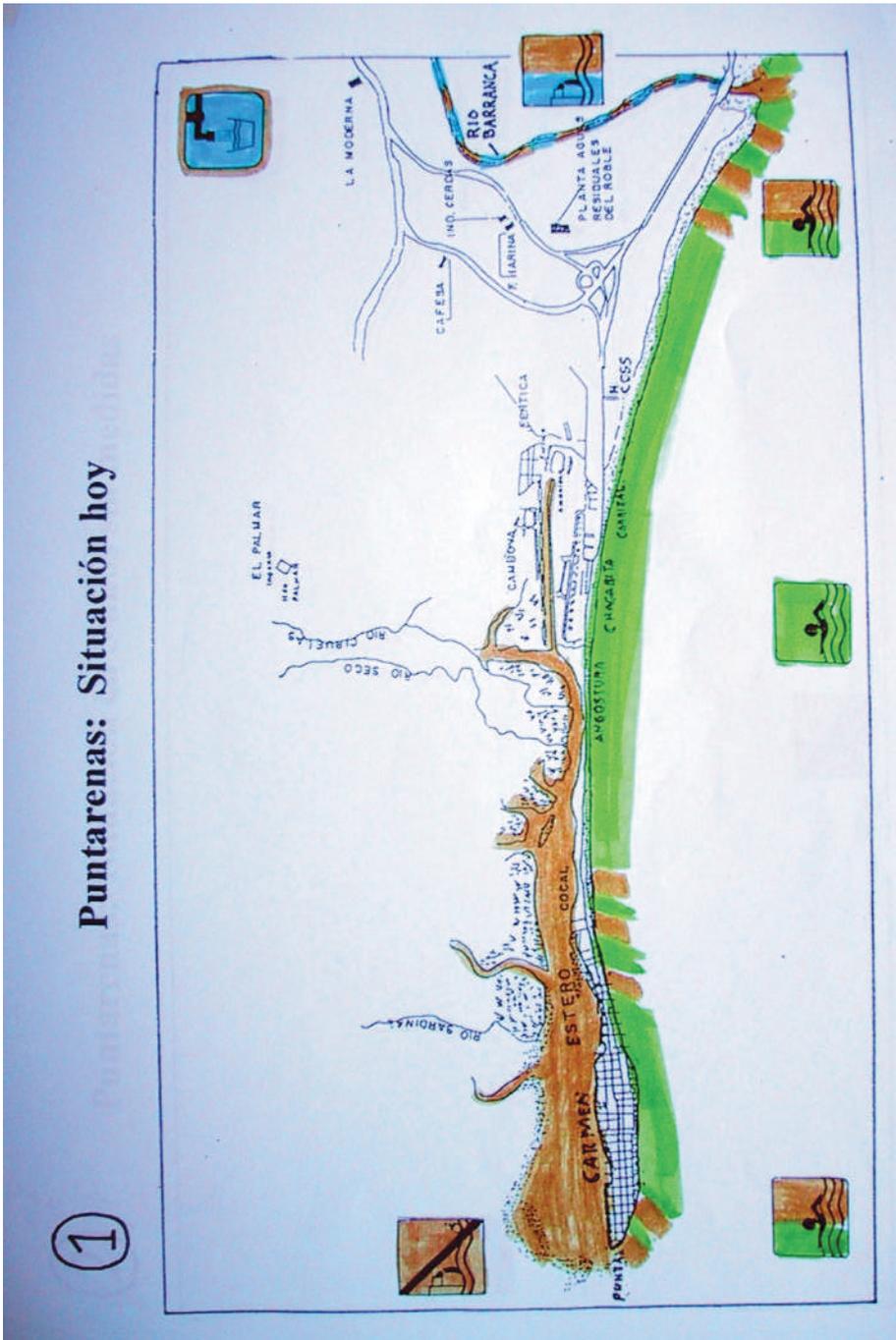
**Clase B =** época seca  
(diciembre a marzo) => aguas del mar **APTAS** para la natación.   
resto del año (abril a noviembre) => aguas del mar **NO APTAS** para la natación.

---

**Clase C =** todo el año => aguas del mar **NO APTAS** para la natación. 









③ Puntarenas: Situación en 5 años con sistema de alcantarillado y tratamiento





# **Valoración económica de los Bienes y Servicios Ambientales (BSA) de las Regiones Autónomas del Atlántico (RAA) y la cuantificación de su aporte a la economía nacional. Nicaragua**

*Radoslav Dimitrov Barzev\**

---

\* Doctor de la Universidad de Erasmus, de Róterdam, Holanda; Máster en Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente de la Universidad de Concepción, Chile; Licenciado en Economía de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Presidente de los Servicios Internacionales en Economía y Medio Ambiente (SIEM); Asesor Regional en Economía Ambiental del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM). Se ha desempeñado también como consultor en economía ambiental para el PANIF y en el proyecto para el Banco Mundial Protierra, ambas instancias del Ministerio de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente de Nicaragua. Ha sido profesor investigador en el programa de postgrados de UNI. Entre sus publicaciones se encuentran artículos para el SINAP, PROARCA, COMAP, PNUD, MARENA, entre otros organismos.



## Introducción

La valoración económica de los Bienes y Servicios Ambientales (BSA), o los Recursos Naturales en general, implica la generación de criterios económicos ambientales para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de estos recursos. Además del tradicional análisis cualitativo se ha introducido el concepto de análisis cuantitativo, donde los beneficios y daños del aprovechamiento de estos recursos se expresan en términos monetarios.

Considerando esto, se puede mencionar que una tarea importante de nuestra sociedad es identificar y valorar los BSA en las diferentes regiones del país para determinar, por un lado, sus beneficios actuales y potenciales para la sociedad y, por otro lado, los costos ambientales resultantes de los impactos, producto del uso de estos recursos.

La importancia de descubrir los beneficios y cuantificarlos en términos monetarios radica en el hecho de demostrar que los ecosistemas, con un manejo apropiado, pueden generar suficientes recursos financieros para que se conviertan en autosostenibles. Mientras tanto, la determinación de los costos ambientales permite identificar los impactos negativos como consecuencia del mal manejo, y que se traducen en costos para toda la sociedad, violando la sostenibilidad de los ecosistemas (dentro y fuera de las áreas protegidas).

A la vez, es importante resaltar que los BSA, no se encuentran aislados de las actividades económicas humanas. Por un lado, la naturaleza, el medio ambiente o simplemente los ecosistemas, proveen materias primas para los procesos productivos humanos; por otro lado, sirven de sumidero para los desechos de estos procesos productivos. El uso de materias primas (bienes y servicios) genera externalidades positivas (impactos positivos) o “beneficios económicos”, la generación de desechos genera externalidades negativas (impactos negativos) o deseconomías a las que llamamos “costos ambientales”.

En realidad, los BSA están mucho más inmersos en las actividades económicas del hombre, de lo que se sospecha. Justamente, los distintos BSA contribuyen al desarrollo de actividades productivas en los diversos sectores de la economía nacional: sector industrial, sector agrícola y sector servicios.

Entre los principales bienes que aportan a la economía nacional identificamos: agua como bien de consumo directo y como insumo en diversas actividades productivas; pesca o fauna marina en general; recursos maderables; plantas medicinales; recursos no maderables para la artesanía; etc.

Entre los principales servicios que aportan a la economía nacional identificamos: la función de captación de agua de los diferentes ecosistemas; la capacidad del ecosistema de prevenir desastres naturales (inundaciones, derrumbes, etc.); la capacidad de regulación de gases de las plantas (fijación de carbono); la belleza escénica de los diferentes ecosistemas que generan la actividad turística; la riqueza biológica que origina la investigación científica y el descubrimiento de nuevo material genético que sirve para diferentes industrias (por ejemplo, industria farmacéutica), etc. Estos bienes y servicios afectan positivamente todos los sectores de la economía de manera transversal.

Sin embargo, también se identifican algunos efectos negativos, que generan deseconomías para diversos sectores de la sociedad: sobreexplotación de los bosques y deforestación que provocan la pérdida de la capacidad reproductiva y la degradación de las aguas y los suelos; incendios forestales que provocan daños materiales más pérdida de materias primas; contaminación del agua que sirve como insumo para diferentes actividades; pérdida de suelo y productividad –avance de la frontera agrícola–, etc.

Por lo tanto, en el proceso de la toma de decisiones sobre el desarrollo de diferentes actividades económicas es necesario considerar tanto los beneficios como los costos ambientales.

El propósito de este estudio es dar las herramientas metodológicas para valorar los principales BSA y demostrar sus aportes a la economía local y nacional. El análisis está basado en datos secundarios e intenta cuantificar en términos monetarios los BSA con precios de mercado, también aquéllos que no tienen un precio de mercado claramente establecido. Se pretende analizar su vinculación directa e indirecta con las actividades económicas del área de estudio. Algunos BSA son productos directos de consumo y se pueden cuantificar con relativa facilidad, ya que para ellos existen mercados formales. Otros, sin embargo, son insumos en diferentes actividades productivas (forman parte de la función de producción de otros productos finales) y muchas veces no tienen precio de mercado, o sea, son extraídos de manera gratuita y se consideran sin valor de mercado. Pero la escasez real de estos BSA y las presiones de uso que están sufriendo en la actualidad obligan el desarrollo de un proceso de valoración económica, para determinar su importancia dentro de la economía local, regional o nacional y el reconocimiento de la necesidad de invertir en su conservación y uso sostenible.

En fin, una vez cuantificados los flujos físicos y económicos de dichos BSA (usando datos estadísticos existentes y/o estimaciones a través de metodologías de valoración especializadas), se tratará de integrar dichos valores dentro del cálculo del Producto Interno Bruto (PIB) regional y/o nacional.

## Objetivos del estudio

### Objetivo general

Determinar por sector de la economía regional qué BSA contribuyen de manera directa o indirecta al PIB.

### Objetivos específicos

- Identificar los BSA cuyo aporte al PIB está contabilizado a través de las diferentes actividades económicas, en un período específico.
- Valorar económicamente los BSA que son materias primas para las actividades económicas, pero cuyo aporte no está contabilizado en el PIB.
- Estimar algunas potencialidades de BSA que podrían incrementar el aporte al PIB en el futuro.
- Estimar la pérdida económica por la ineficiencia en el aprovechamiento de algunos BSA, para proponer un enfoque metodológico de análisis de eficiencia de las alternativas productivas.

## Delimitación del estudio

El presente es un *estudio técnico, metodológico y didáctico*, en el cual se identifican apenas algunos indicadores físicos que miden el flujo de algunos recursos naturales (bienes y servicios ambientales), que a través de varias metodologías de valoración económica son cuantificados en términos monetarios.

La valoración económica se limita únicamente a los BSA que cuentan con información secundaria disponible; los que no tienen información serán propuestos para futuras valoraciones, debido a que requieren de la aplicación de metodologías especializadas, tiempo para la aplicación y recursos financieros adicionales.

Los principales beneficios de un estudio de esta naturaleza son determinar el aporte de los BSA al PIB y analizar la viabilidad de seguir invirtiendo en las actividades económicas específicas vinculadas con el uso de los BSA seleccionados. También, se generan criterios económico-ambientales que

apoyan a los tomadores de decisiones en la generación de políticas para el uso y manejo sostenible de los recursos naturales.

El “aporte económico” (o el valor adicional para el PIB) de los BSA se define como la utilidad marginal<sup>1</sup> del recurso natural analizado. O sea, la utilidad marginal es igual a los ingresos marginales por el uso de los BSA en la actividad económica específica, menos los costos marginales de extracción y conservación de dichos recursos.

Dichos aportes están basados en los flujos de beneficios anuales para cada bien o servicio ambiental.

El aporte puede verse afectado por: 1) el uso insostenible de los BSA; 2) la deficiencia en la recaudación; 3) la no contabilización en el PIB de los BSA que no tienen precios de mercado y; 4) los impactos ambientales negativos sobre la función de reproducción de los BSA.

En una matriz final se puede analizar la distribución de los beneficios por uso de los BSA identificados por el sector de la economía. Esta matriz sería el mapa económico de los BSA. Esto implica que los diferentes BSA propuestos en este estudio serán valorados para el mismo período y expresados en unidades monetarias, generando así indicadores comparables, que se pueden expresar en un flujo anual.

El propósito de generar este flujo es para poder comparar los indicadores de una misma área de estudio en diferentes períodos, o bien, comparar los indicadores de diferentes áreas en un período específico.

Para garantizar la obtención de datos significativos y el involucramiento de los actores locales en el proceso de seguimiento, la metodología presentada en este documento debe ser sencilla y didáctica.

## **El valor económico total de los Bienes y Servicios Ambientales (BSA)**

La valoración económica es importante para demostrar que:

- Los recursos naturales tienen un alto valor económico, aunque estos valores muchas veces no están reflejados en los procesos de mercado.

---

1 El término utilidad marginal significa el beneficio por el uso de una unidad adicional del recurso natural; la utilidad total (beneficios netos) es el producto de la utilidad marginal multiplicada por el número de unidades del recurso utilizadas; el ingreso marginal es la ganancia por el uso y aprovechamiento de una unidad adicional y; el costo marginal es aquél por extraer y/o manejar una unidad adicional del recurso.

- A pesar del alto valor que tienen los BSA, los ecosistemas todavía se ven amenazados.
- Es importante encontrar formas de capturar todo el valor económico que tienen los BSA para garantizar, de alguna manera, su conservación.

La forma de medir el valor económico de los BSA es calculando los beneficios directos y/o indirectos de los diferentes usos, o bien, medir los cambios en la calidad ambiental en los flujos naturales de estos recursos (impactos positivos o negativos producto de las actividades económicas humanas). Estas mediciones de cambios en la calidad de los recursos, como se mencionó antes, se pueden medir en el nivel genético, de especies o en el nivel ecosistémico.

Independientemente del nivel al cual le estamos midiendo los cambios en la calidad ambiental, los recursos biológicos generan flujos temporales al proveer bienes y funciones ecosistémicos y dinámicas en el tiempo. A estos bienes y funciones se les puede llamar Servicios Ambientales (SA).

Se observa que el valor económico de los BSA puede ser de uso y de no uso: el valor económico total = valor de uso directo + valor de uso indirecto + valor de opción + valor de existencia.

El desglose del valor se hace con el propósito de identificar el método más apropiado para el cálculo del valor en términos monetarios. Los BSA que tienen valor de uso directo e indirecto tienen precios de mercado bien definidos y, por lo tanto, es más fácil determinar los costos y beneficios relacionados con su uso y explotación. Mientras que los BSA que no tienen precios de mercado necesitan la aplicación de técnicas de valoración subjetiva (precios de mercados sustitutos y/o hipotéticos) para poder expresar su valor en términos monetarios.

Todo esto es necesario, porque únicamente a través de la creación de indicadores económicos ambientales, que son la expresión monetaria de los flujos de los BSA, es posible tomar decisiones sobre el manejo y administración sostenible de los ecosistemas.

## Los bienes y servicios ambientales seleccionados

Para facilitar el análisis, los BSA de un ecosistema específico pueden ser separados en dos diferentes categorías. Los servicios ambientales son las funciones ecosistémicas que benefician al hombre y los bienes ambientales

son las materias primas que utiliza el ser humano en las distintas actividades productivas.

Para ambas categorías se utilizan las mismas metodologías de valoración económica, porque la teoría económica empleada para el análisis de dichos BSA los considera como bienes públicos, o sea, bienes y servicios sin expresión monetaria en el mercado. Los impactos ambientales, considerados como externalidades en la teoría económica, también se valoran de la misma manera.

Por ejemplo, en la Tabla 1 se presentan algunos BSA provenientes de un ecosistema forestal.

**Tabla 1. Algunos BSA: diferencia conceptual**

<b>Bienes ambientales – productos tangibles de la naturaleza (materias primas)</b>	<b>Servicios ambientales - funciones del ecosistema que benefician al hombre</b>
Madera Plantas medicinales Manglares Pesca (mariscos) Productos no maderables Animales – cacería Mimbre Plantas ornamentales Semillas forestales Plantas y frutas comestibles Leña y carbón Bejuco y troncos Biocidas naturales Material biológico Artesanías	Belleza escénica Fijación de carbono Investigación Captación hídrica Protección de suelos Energía Diversidad genética (banco de genes) Banco de producción de oxígeno

Fuente: Elaboración propia.

Los BSA listados anteriormente pueden estar o no en cualquier otro tipo de ecosistema. Por otro lado, independientemente del ecosistema en que se encuentran, sólo algunos BSA tienen datos estadísticos disponibles que permiten una valoración económica inmediata. Por esta razón en un estudio de valoración económica no se pueden incluir todos los BSA identificados, solamente los que tienen datos disponibles para un período determinado.

En este estudio en particular, los criterios de selección de los BSA son los siguientes:

- Los BSA para los que existen datos disponibles (datos biofísicos, costos e ingresos) en un período determinado.
- Los BSA vinculados con algunas actividades económicas regionales concretas.
- Se conocen los ecosistemas de donde provienen dichos BSA.

Considerando estos criterios, en la Tabla 2 se presentan los principales BSA seleccionados para este estudio.

**Tabla 2. Principales BSA valorados económicamente en este estudio**

Actividad económica	Ecosistema	Bienes y/o servicios ambientales
Extracción de Langosta	Costero -marino	- Langosta.
Manejo forestal	Bosque	- Especies maderables. - Leña. - Carbón. - Fijación de carbono (CO <sub>2</sub> ). - Agua para uso doméstico.
Agropecuaria	Áreas de cultivo	- Cultivos tradicionales. - Ganadería.
Turismo	Bosque costero-marino	- Belleza escénica: oferta y demanda turística basadas en los sitios naturales, históricos, culturales e infraestructura.
Minería	Subterránea	- Extracción de minerales.

Fuente: Elaboración propia.

Aparte del cálculo de los flujos anuales de los aportes económicos de los BSA preseleccionados, en este documento se propone analizar la eficiencia del uso de algunos de estos recursos, para determinar cómo esto afecta el flujo de beneficios en sí.

Concretamente, en la Tabla 3 se propone un análisis de eficiencia de la actividad extractiva de langosta, cuando se emplean diferentes artes de extracción (embarcaciones con nasas y embarcaciones con buzos).

Solamente se ha seleccionado este recurso porque dicho análisis requiere información más detallada. Se deben conocer a fondo al menos estos dos aspectos:

- A) El comportamiento de la biomasa sin la intervención del ser humano: biomasa potencial, capacidad de carga del ecosistema, tasa de crecimiento natural de la especie, tasa de mortalidad natural, etc.
- B) Las particularidades de cada alternativa de extracción: los requerimientos técnicos de cada arte de extracción, los costos vinculados, el tiempo de duración de la faena, los rendimientos para cada alternativa, los ingresos potenciales, etc.

**Tabla 3. Análisis de uso óptimo de algunos BSA valorados**

Actividad económica	Ecosistema	Aspectos adicionales de análisis
Extracción de Langosta	Costero –marino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida económica por ineficiencia de las artes de extracción.</li> <li>- Equilibrio bioeconómico de la biomasa de las especies más relevantes.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Para el resto de los BSA identificados en este estudio no se dispone de datos tan específicos, ya que uno de los supuestos principales del trabajo es que se utilizarán únicamente datos secundarios.

Sin embargo, también hay que considerar que lo más relevante es desarrollar el procedimiento metodológico del análisis de eficiencia y aplicarlo solamente a los BSA con datos disponibles.

Como una fase de seguimiento se pueden proponer acciones concretas de recopilación de información y análisis de los demás BSA.

Aún trabajando con datos secundarios, es importante identificar las fuentes de información y enfoque de cuantificación de los BSA (Tabla 4).

**Tabla 4. Fuentes y enfoques de la información**

BSA	Enfoque de cuantificación	Fuentes de información	Unidad de medición	Valor económico
Langosta	Especies comerciales	Plantas procesadoras, ADPESCA	ton/año lbs/año	Precio de mercado \$/ton
Especies maderables	Especies comerciales	Planes de manejo, valor de la madera, cobertura vegetal, INAFOR	p.t./año m <sup>3</sup> /año	Precios de mercado \$/p.t., \$/m <sup>3</sup>
Especies no maderables	Vincular las especies seleccionadas con actividades económicas, ej.: leña, carbón, etc.	Exportaciones	lbs/año	Precio de mercado; precio del insumo en la producción
Fijación de carbono	Incremento de la productividad del bosque; nuevas plantaciones	Proyectos piloto existentes	ton <sup>3</sup> /año	Precios negociados con los implementadores de los proyectos piloto
Agua uso doméstico	Demanda por familia	Compañía de agua, proyectos agua potable	m <sup>3</sup> /año/ familia	Precio mercado, costo proyecto agua potable
Cultivos tradicionales	Valor de los cultivos producidos	Gremios, MAGFOR, ONG, proyectos	qq/ha	Precios de mercado Utilidad/ha
Ganadería	Valor de la producción de carne y leche	Ganaderos, MAGFOR, ONG, proyectos	kg/ha lt/ha	Precios de mercado Utilidad/ha
Belleza escénica	Oferta actual y potencial turístico	ONG, INTUR, negocios locales	# paquetes, # destinos, # facilidades, capacidad instalada, turistas/año	Costos de la oferta vs potencial ingresos por visitación (la demanda).
Minerales	Productos extraídos	Mercado nacional e internacional	ton/año	Precios de mercado

Fuente: Elaboración propia.

## Metodología de la valoración económica de los BSA

A continuación se presentan los conceptos y las fórmulas básicas utilizadas en la cuantificación (cálculo) del aporte económico de cada bien o servicio ambiental seleccionado en este estudio.

Estas fórmulas se alimentan con información secundaria generada previamente por diferentes estudios técnicos y/o de valoración económica.

Es importante recordar que todos los BSA que se han seleccionado deben tener datos biofísicos observables y cuantitativos, aunque algunos no tengan precios de mercado establecidos.

De hecho, no todos los BSA tienen un precio de mercado observable, por lo que se ha tenido que recurrir al uso de técnicas de valoración económica para poder estimar su precio de mercado y, de esta manera, poder cuantificar su valor económico.

### Agua para diferentes usos

$$U_a = \sum (P_a^i - C_a^i) * Q^i$$

Donde:

$U_a$  = beneficios/utilidad total por el aprovechamiento del agua según uso “i” (\$/año).

$P_a$  = precio del agua según uso “i” (\$/m<sup>3</sup>).

$C_a$  = costos del agua: producción y conservación de áreas de recarga (\$/m<sup>3</sup>).

$Q^i$  = demanda de agua para el uso “i” (m<sup>3</sup>/año).

Tabla 5. Enfoques de valoración económica del agua para diferentes usos

Sector	Demanda por segmento de mercado	Enfoque de cuantificar económicamente el valor del agua	Aportes a la economía regional/nacional
Doméstico <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /año	Comparar la Disponibilidad a Pagar (DAP) de los consumidores por tener acceso adicional a agua en mayor cantidad o de mejor calidad, con los costos de producción y los costos de mantenimiento de las áreas de recarga.	Demstrar que la DAP de los consumidores es mayor que los costos de conservación de las áreas de recarga, y que esto garantizaría el no agotamiento recurso hídrico en el futuro.
Agrícola	m <sup>3</sup> /año	Mayor productividad del cultivo por cuando existe un sistema de riego.	Determinar la utilidad marginal adicional por el incremento de la productividad del cultivo cuando está bajo un sistema de riego y demostrar que dicha utilidad adicional es mayor que los costos de conservación de las áreas de recarga.
Hidroenergía	m <sup>3</sup> /año	Establecer la diferencia de los costos de producción de energía eléctrica con agua y con petróleo.	Determinar la utilidad marginal de producir un kw/h al comprobar que los costos de producción de 1 kw/h con agua son más bajos que los costos de producción con petróleo.
<b>TOTAL</b>			

Fuente: Elaboración propia.

### Productos maderables

$$U_m = \Sigma(P_m^i - C_m^i) * Q^i$$

Donde:

$U_m$  = beneficios/utilidad por aprovechamiento de madera (\$/año).

$P_m^i$  = precio de la madera de la especie "i" (\$/m<sup>3</sup>).

$C_m^i$  = costos de la madera (de producción y del plan de manejo), de la especie "i" (\$/m<sup>3</sup>).

$Q^i$  = volumen de la madera comercializada de la especie "i" (m<sup>3</sup>/año), según planes de manejo.

2 El uso doméstico del agua es el único que se valora económicamente en este trabajo. No hay suficientes datos disponibles para los otros usos.

### Productos no maderables: leña, carbón

$$U_{nm} = \Sigma(P_{nm}^i - C_{nm}^i) * Q^i$$

Donde:

$U_{nm}$  = beneficios/utilidad por consumo de subproducto no maderables “i” (\$/año).

$P_{nm}^i$  = precio promedio por no maderables según usuario “i” (\$/m<sup>3</sup>).

$C_{nm}^i$  = costo de extracción/producción de no maderables (si no hay precio de mercado se puede utilizar el costo de oportunidad del tiempo de recolecta de los no maderables, etc.) (\$/m<sup>3</sup>).

$Q^i$  = volumen de no maderables utilizados por los diferentes consumidores (m<sup>3</sup>).

**Tabla 6. Valoración económica de productos no maderables**

Producto	Cantidad total (m <sup>3</sup> )	Beneficios económicos (\$/m <sup>3</sup> )
Leña		
Carbón		
TOTAL		

Fuente: Elaboración propia.

### Productos agrícolas y de ganadería

$$U_{ag} = \Sigma(P_{ag}^i - C_{ag}^i) * Ha^i$$

Donde:

$U_{ag}$  = beneficios por aprovechamiento de productos agrícolas y de ganadería de tipo “i” (\$/ha/año).

$P_{ag}^i$  = precio del producto agrícola o de ganadería “i” (\$/ha).

$C_{ag}^i$  = costo del producto agrícola o de ganadería “i” (\$/ha).

$Ha^i$  = área producida del producto agrícola o de ganadería “i” (ha/año).

### Langosta

$$U_L = \Sigma(P_L - C_L^i) * Q^i$$

Donde:

$U_L$  = beneficios por aprovechamiento de langosta extraída con el arte de pesca “i” (\$/año).

$P_L$  = precio de la langosta (\$/lb).

$C_L^i$  = costo de extracción de la langosta según arte de pesca “i” (\$/lb).

$Q^i$  = cantidad extraída de langosta con el arte de pesca “i” (lb/año).

### Extracción de minerales

$$U_{\min} = \Sigma(P_{\min}^i - C_{\min}^i) * Q^i$$

Donde:

$U_{\min}$  = beneficios por aprovechamiento de minerales tipo “i” (\$/año).

$P_{\min}^i$  = precio del producto “i” (\$/ton).

$C_{\min}^i$  = costo de extracción del producto “i” (\$/ton).

$Q^i$  = cantidad extraída de mineral tipo “i” (ton/año).

### Fijación de carbono

Para la fijación de carbono primero hay que calcular el costo de remover una tonelada métrica, ya sea dentro de proyectos forestales o dentro de proyectos de tecnologías alternativas y de reducción de emisiones por sustitución de combustibles fósiles.

$$CT = C_{mb} * O_{mb}^{fc} * N_{mb}^{fc} + \Sigma C_{re} * E_{re}^{fc} R$$

Donde:

CT = costo total de fijación de carbono.

$C_{mb}$  = costo por fijación en proyectos de manejo de bosque (\$/año).

$C_{re}$  = costo por fijación en proyectos tecnológicos de reducción de emisiones (\$/año).

$O_{mb}^{fc}$  = cantidad de carbono fijada (ton/ha/año).

$E_{re}^{fc}$  = cantidad de emisiones evitadas (ton/año).

$N_{mb}^{fc}$  = número de ha reconocidas para fijación de carbono.

R = unidades de energía alternativa utilizada.

mb = bosque bajo manejo para fijación de carbono.

re = tipo de proyecto de reducción de emisiones: la tecnología utilizada.

Después, se calculan los beneficios potenciales de dichas acciones de fijación de carbono o reducción de emisiones de gases invernaderos.

$$U = \Sigma(P - C_{mb}) * O_{mb}^{fc} N_{mb}^{fc} - \Sigma(P - C_{re}) * E_{re}^{fc} R$$

Donde:

U = beneficios/utilidad por la fijación de carbono (\$/ha/año).

P = precio por tonelada según mercados existentes: proyectos piloto de fijación de carbono (\$/ton).

En este estudio el énfasis está en los proyectos de fijación de carbono a través de manejo de áreas de bosques latifoliados. Por lo tanto, solamente se considera la primera parte de la expresión matemática:  $\Sigma(P - C_{mb}) * O_{mb}^{fc} N_{mb}^{fc}$

### Belleza escénica – potencial turístico

El aporte económico de la belleza escénica a la economía nacional se refleja en la actividad turística. La belleza escénica es el factor que motiva el desarrollo de actividades turísticas de todo tipo. Lo que se paga por la actividad turística es la sumatoria de los costos operativos más los costos de conservación (ambientales).

Los beneficios o la utilidad para los sectores que desarrollan la actividad turística están en función de dos elementos básicos:

- 1) La cantidad de turistas.
- 2) La calidad de la oferta turística.

Al mismo tiempo la calidad de la oferta turística depende de la inversión ambiental para el mantenimiento de los BSA en el tiempo: el pago por servicios ambientales.

$$U = f(Q_{turistas}, O_{calidad})$$

Donde:

$U$  = beneficios/utilidad por desarrollar actividades turísticas con base en la belleza escénica de los ecosistemas (\$/año).

$Q_{\text{turistas}}$  = cantidad de turistas.

$O_{\text{calidad}}$  = calidad de la oferta turística.

En fin, los beneficios del aprovechamiento de la belleza escénica se pueden expresar así:

$$U = \sum(P_t^E - C_t) * Q_t^E + \sum(P_t^N - C_t) * Q_t^N$$

Donde:

$U$  = beneficios/utilidad de las actividades turísticas (\$/año).

$P_t^E$  = precio pagado por turistas extranjeros (\$/personas/año).

$P_t^N$  = precio pagado por turistas nacionales (\$/personas/año).

$Q_t^E$  = cantidad de turistas extranjeros (personas/año).

$Q_t^N$  = cantidad de turistas nacionales (personas/año).

## El aporte de los BSA por sector de la economía

Para analizar el aporte de los BSA a la economía regional y/o nacional, primero se deben cuantificar los indicadores económico-ambientales (según las fórmulas arriba mencionadas).

En general se seleccionan los BSA para los cuales hay mayor información disponible y principalmente aquéllos que tienen una clara vinculación con las diferentes actividades económicas existentes en la región.

Por otro lado, los BSA afectan la economía nacional de manera transversal, o sea, generan impactos en los diferentes sectores de la economía. En este trabajo se consideran tres principales sectores de la economía para las Regiones Autónomas del Atlántico (RAA):

Sector Primario: agricultura, ganadería y pesca.

Sector Secundario: forestal y minería.

Sector Terciario: servicios.

Los aportes de los diferentes BSA seleccionados se distribuyen de la siguiente manera (Tabla 7).

**Tabla 7. Aporte de los BSA a la economía nacional**

Bienes y servicios ambientales	Sector de la economía		
	Agrícola y pesquera	Forestal y minería	Servicios
Extracción de langosta	X		
Agua potable			X
Madera sostenible		X	
Leña para el área urbana			X
Leña para el área rural		X	
Carbón		X	
Fijación de carbono (CO <sub>2</sub> )			X
Agricultura y ganadería	X		
Turismo Nacional			X
Turismo Internacional			X
Minería – producción de Oro		X	
TOTAL POR SECTORES			

Fuente: Elaboración propia.

## **Análisis de resultado: los flujos de beneficios económicos de los diferentes BSA seleccionados**

Como se menciona en la parte metodológica, los resultados que se presentan a continuación son flujos de beneficios económicos que los diferentes BSA generan, para el período de un año.

Es importante recordar dos aspectos:

- 1) Algunos BSA son contabilizados por la economía y otros no lo son.
- 2) Algunos beneficios son actuales y otros son potenciales.

Cuando se trata de beneficios potenciales, no significa que estos BSA no generan beneficios en este momento. Al contrario, algunos BSA tienen alto valor (por ejemplo, ecosistémico), pero la sociedad no sabe aprovecharlos y, por lo tanto, les asigna un valor económico muy bajo o nulo. Los beneficios potenciales son los que no son aprovechados por la sociedad y se desperdician.

En este estudio se han identificado nueve BSA principales, de los cuales solamente tres están contabilizados en el PIB y de manera parcial:

- Extracción de langosta (sin incluir la piratería).
- Agua para uso doméstico (principalmente cuando hay distribución por tubería en áreas urbanas).
- Actividad forestal (algunas concesiones apenas están contabilizadas mientras que la actividad ilegal no lo está; además, el cálculo de la extracción forestal para toda la región está basado en el potencial y no en el aprovechamiento actual).
- Minería (ciertas concesiones).
- Leña y carbón (parcialmente contabilizados, en especial para las áreas urbanas más representativas).
- La actividad agrícola y ganadera (sobre las áreas oficialmente declaradas, según tipo de cultivo).

En todo caso, ninguno de los BSA está contabilizado desde la perspectiva de utilidad, más bien están contabilizados algunos ingresos que generan ciertos recursos naturales.

Desde la perspectiva de cuáles BSA generan beneficios actuales y cuáles potenciales se observa lo siguiente:

- Una parte de la extracción maderera es actual y otra es potencial.
- Lo mismo pasa con el agua, el carbón y la leña.
- La fijación de carbono y el turismo son actividades muy subdesarrolladas, por lo que los beneficios calculados son potenciales.

Finalmente, los flujos para todos los BSA se han estimado y extrapolado desde la perspectiva regional para el período de un año, permitiendo así realizar análisis comparativos.

### **Extracción de langosta**

El primer bien ambiental considerado en este documento es la langosta, una actividad económica tradicional y desarrollada en las RAA.

En la Tabla 8 se observan las diferentes modalidades de extracción, las cantidades extraídas y la utilidad marginal. Este bien ambiental genera un aporte directo al sector primario de más de 13 millones de dólares.

**Tabla 8. Beneficios por extracción de langosta**

<b>Flota Industrial</b>	<b>1.352.000</b>	<b>lbs/año</b>
Barcos de nasas	52	
Extracción nasas	597.000	lbs/año
Barcos de buzos	19	
Extracción buzos	755.000	lbs/año
Flota artesanal	1.101.932	lbs/año
Nasas	447.205	lbs/año
Buzos	654.727	lbs/año
Total extracción nasas	1.044.205	lbs
Total extracción buzos	1.409.727	lbs
<b>EXTRACCIÓN TOTAL</b>	<b>2.453.932</b>	
Precio mercado	12,37	\$/lb
Costo extracción nasas	8,52	\$/lb
Costo extracción buzos	5,44	\$/lb
Utilidad marginal nasas	3,85	\$/lb
Utilidad marginal buzos	6,93	\$/lb
<b>UTILIDAD TOTAL NASAS</b>	<b>4.020.189,25</b>	<b>\$/año</b>
<b>UTILIDAD TOTAL BUZOS</b>	<b>9.769.408,11</b>	<b>\$/año</b>
<b>UTILIDAD TOTAL/AÑO</b>	<b>13.789.597,36</b>	<b>\$/año</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **Valoración económica del agua para uso doméstico**

En cambio, este bien es más difícil de cuantificar. Resulta que el agua tiene diferentes usos y para este estudio apenas se ha aproximado el valor económico del agua para uso doméstico.

Aún así, es difícil estimar el valor económico, porque existen diferentes comunidades (urbanas y rurales) y, además, consumen agua de distintas fuentes. Sin embargo, se puede estimar una media de consumo para el total de habitantes de áreas rurales y para el de las áreas urbanas.

Para la gente del área urbana se estima una media de consumo y para la del área rural otra, debido principalmente a la disponibilidad de diferentes fuentes de agua, infraestructura, aspectos culturales, etc.

**Tabla 9. Valoración económica del agua para uso doméstico**

Población RAA		500.000	Habitantes
Población urbana	55%	275.000	
Población rural	45%	225.000	
Personas por familia – área urbana		5	
Personas por familia – área rural		6,5	
Familias urbanas		55.000	
Familias rurales		34.615	
Número de familias		89.615	Familias
Consumo familia urbana		25,00	m <sup>3</sup>
Consumo familia rural		9,00	m <sup>3</sup>
Precio de agua		0,30	\$/m <sup>3</sup>
Programa conservación agua		3.000.000,00	\$/10.845 ha
Costo conservación áreas recarga		0,15	
Utilidad marginal		0,15	

Número familias en RAA	Consumo anual por familia en m <sup>3</sup>	Consumo anual total en m <sup>3</sup>	Ingreso total	Utilidad total
55.000	300,00	16.500.000,00		
34.615	108,00	3.738.461,54		
TOTALES		20.238.461,54	6.071.538,46	3.071.538,46

Fuente: Elaboración propia.

Con base en un análisis comparativo de los costos de un programa de conservación para las diferentes áreas de recarga con los precios de mercado del agua, se ha estimado la utilidad marginal por cada metro cúbico de agua consumida. El aporte de este recurso a la economía, de manera directa (aunque no necesariamente contabilizado), es de alrededor de 3 millones de dólares.

## Valoración económica del potencial de extracción de madera

Este análisis está basado en los bosques latifoliados. De los bosques existentes en las RAA se excluyeron las hectáreas dentro de áreas protegidas, para dejar solamente las áreas aprovechables (Tabla 10).

**Tabla 10. Bosques latifoliados en reservas naturales**

Reserva	Ha
Cerro Saslaya	15.000
Cerro Cola Blanca	22.000
Cerro Bana Cruz	10.130
Bosawas	730.000
Indio Maíz	263.980
Cerro Silva	339.400
Punta Gorda	54.900
Total	1.435.410

Fuente: Elaboración propia.

Aún excluyendo dichas áreas, existen más de 2 millones de ha de bosques aprovechables (Tabla 11).

**Tabla 11. Bosque latifoliado aprovechable**

### Bosque latifoliado de RAA

	Ha
Bosque latifoliado abierto RAAN	481.114,00
Bosque latifoliado cerrado RAAN	1.443.023,00
Bosque latifoliado abierto RAAS	679.455,00
Bosque latifoliado cerrado RAAS	921.781,00
Bosque latifoliado total	3.525.373,00
Bosque bajo protección – áreas protegidas	1.435.410,00
Bosque aprovechable	2.089.963,00

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, si se aprovechan bajo un plan de manejo, se sugiere que no se intervenga al menos el 30% de estos bosques, con el fin de garantizar su regeneración.

Bosque maduro a intervenir (total especies comerciales)	1.462.974,10	70% determinado por plan de manejo (30% para la protección de cuencas abastecedoras de agua y sitios reproductivos flora y fauna)	
Volumen aprovechable según crecimiento natural del bosque	20.00	m <sup>3</sup> /ha	
Ciclo de Corte	30.00	años	
Posibilidad silvícola en m <sup>3</sup>	975.316,07	m <sup>3</sup> /año	PS=Vol*Área Bosque/ciclo corte
Posibilidad silvícola en p.t.	175.556.892,00	p.t./año	1 m <sup>3</sup> =180 p.t.
Volumen en m <sup>3</sup> Total	29.259.482,00	m <sup>3</sup>	
Volumen en p.t. Total	5.266.706.760,00	p.t	

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que existe una posibilidad anual de aprovechamiento de 975 mil metros cúbicos, o bien, 175 millones de pies tablares (p.t.).

Considerando los costos de extracción, en los cuales se incluyen también los costos de conservación, y comparándolos con los precios de mercado, se estima la utilidad marginal por pie tablar (\$1,45/p.t.) (Tabla 12).

**Tabla 12. Valoración económica del potencial de extracción de madera**

Costos de explotación de la madera según planes de manejo	
Actividad/rubro	US\$/pie tablar
Sierras (depreciación)	0,300
Combustible y lubricantes	0,600
Mantenimiento	0,400
Transporte bosque – mercado local	0,350
Transporte RAA – Managua	0,400
Plan de manejo	0,500
Total costos	2,55

Utilidad extracción de madera	p.t.	Und. monetaria
Ingreso (precio venta p.t.)	4,00	US\$
Costo*	2,55	US\$
Utilidad bruta	1,45	US\$

	p.t. Aprovechables	Utilidad marginal \$/p.t.	Utilidad total
Volumen anual Aprovechable	175.556.892,00	1,45	254.557.493,40

Fuente: Elaboración propia.

En fin, la utilidad total podría ascender a 254 millones de dólares, si se le da un aprovechamiento sostenible a toda el área contemplada.

### Valoración económica de los productos no maderables

Entre los productos no maderables se consideraron la leña y el carbón. En la Tabla 13 se analiza el valor económico de la leña para las áreas urbanas. Dicho valor se calcula con base en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) consumidos y el margen de utilidad que obtienen los finqueros dueños de bosques y los comerciantes que distribuyen la leña. El valor de este bien ambiental asciende a más de 3 millones de dólares.

**Tabla 13. Valoración económica de leña para áreas urbanas**

Familias urbanas	275.000	
Familias que usan leña	82.500	30%
Consumo por familia/día	50	kg/mes/familia
Consumo por familia/año	600	kg/familia/año
Consumo total/año	2.475.000.000	total kg/año
Consumo en Tm	2.475.000	Tm/año
Utilidad marginal	1,5	\$/Tm
Utilidad total	3.712.500	\$/año

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la leña para consumo rural, se utilizó un enfoque diferente para la valoración económica. Se calculó la cantidad consumida en rajas (unidad

de medición establecida para el consumo de leña, según el tamaño de la raja puede tener diferente peso, de 1 a 3 kg). Para la valoración económica, se utilizó el método de cuantificación del valor monetario del tiempo invertido en recolecta más los costos de transporte. El enfoque es diferente porque el mercado en el área rural se comporta de distinta manera.

En todo caso, el aporte a la economía es de 1,7 millones de dólares.

**Tabla 14. Valoración económica de leña para áreas rurales**

Familias rurales	34.615	
Familias que usan leña	15.577	45%
Consumo por familia/día	4	rajas/día
Consumo por familia/año	1.460	rajas/año
Tiempo de recolecta por familia/mes	24	horas/mes
Tiempo de recolecta por familia/año	288	horas/año
Jornales de 8 horas invertidos en el año	36	jornales/año
Costo oportunidad del jornal	3,2	\$/jornal de 8 horas
Costo oportunidad al año	115,2	\$/familia/año
Valor de la leña para las familias que la usan	1.794.461,5	\$/año

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del carbón, se hace igualmente una estimación del consumo urbano. Resulta que en las áreas rurales no usan carbón porque es más rentable para los comerciantes vender el producto en las ciudades. Entonces, con base en los precios de mercado de la parte urbana y los costos de producción y transporte se calculan la utilidad marginal y la utilidad anual total.

De todos modos, se observa que tanto para la leña como para el carbón, existe una reducida cantidad de consumidores: 20 y 10%, respectivamente.

**Tabla 15. Valoración económica del consumo de carbón**

Familias rurales		
Familias urbanas	27.500	10%
Consumo por familia/bolsas	1	bolsa/día
Consumo por familia sacos	0,05	saco/día
Consumo por mes	1,43	sacos/mes
Consumo por año por familia	17,14	sacos/año
Precio de carbón en área urbana	5	\$/saco
Precio de carbón en área rural	2,26	\$/saco
Sobrepeso en la ciudad	2,74	\$/saco
Costo producción	3,2	\$/jornal
Jornales al mes	2	jornales/mes
Costo producción al mes	7,4	\$/mes
Producción al mes	10	sacos/mes
Costo/saco (producción y transporte)	1,74	\$/saco
Utilidad marginal en área urbana	3,26	\$/saco
Utilidad marginal en área rural	0,52	\$/saco
Utilidad total	1.536.857,143	\$/año

Fuente: Elaboración propia.

### Capacidad de fijación de carbono (CO<sub>2</sub>)

En este caso, igualmente se consideraron los bosques latifoliados, pero en su totalidad.

Para el cálculo de la capacidad de fijación de carbono de estos bosques, no se considera el volumen de biomasa existente en las hectáreas con este uso de suelo, sino el volumen de crecimiento natural.

Con base en este volumen se hace una estimación de la cantidad de carbono que se puede retener en los bosques anualmente (Tabla 16).

**Tabla 16. Capacidad de fijación de carbono (CO<sub>2</sub>)**

Bosque latifoliado abierto RAAN		481.114,00
Bosque latifoliado cerrado RAAN		1.443.023,00
Bosque latifoliado abierto RAAS		679.455,00
Bosque latifoliado cerrado RAAS		921.781,00
Bosque latifoliado total		3.525.373,00

Área total bosque	At	3.525.373,00	ha
Biomasa promedio	Bl	244	ton/ha
Carbono en biomasa	Rc	0,5	% de la biomasa
Incremento medio anual	IMA	4,8	m <sup>3</sup> /ha/año
Densidad de madera	Dm	1	t/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

El valor económico está dado por la cantidad de carbono que se puede fijar y la utilidad marginal. Más difícil es establecer la utilidad marginal, ya que todavía no existen mercados formales de fijación de carbono.

Sin embargo, se toman de referencia los costos de establecer un proyecto piloto de esta naturaleza y cuál es el monto o precio que pagarían algunos organismos internacionales (o bancos de segundo piso) para financiar dichos proyectos piloto. El precio de referencia en este caso es de 3 dólares por tonelada métrica.

**Tabla 17. Valoración económica del CO<sub>2</sub> fijado**

Fijación de carbono	Cf	8.460.895,20	Ton
---------------------	----	--------------	-----

Carbono retenido por bosque latifoliado	Unidad de medición ton/año	Precio carbono (\$/ton)	Beneficios económicos Millones us\$
Fijación de carbono	8.460.895,20	3,00	25.382.685,60

Fuente: Elaboración propia.

Este servicio ambiental definitivamente es potencial, ya que no existen proyectos piloto de esta naturaleza. Pero de igual manera, el flujo del servicio ambiental es real y puede convertirse en beneficios económicos en el momento que se implemente un proyecto similar.

### Valoración económica de la producción agrícola

El objetivo de incluir estos bienes ambientales es con el fin de reflexionar que en la categoría de los BSA pueden incluirse los bienes de biodiversidad de todo tipo, hasta éstos para los cuales el hombre ya tiene establecidos procesos productivos claros y mercados formales.

Lo diferente en el análisis es el hecho de haber incluido solamente los flujos de utilidades marginales por cada rubro. O sea, sólo nos interesa contabilizar los BSA que en realidad son rentables y no están subsidiados.

**Tabla 18. Valoración económica de la producción agrícola**

	Superficie mz	Utilidad marginal \$/mz	Utilidad total
Frijol	25.987,00	99,00	2.572.713,00
Arroz	27.368,00	581,40	15.911.755,20
Yuca	11.635,00	717,00	8.342.295,00
Plátanos	8.192,00	890,40	7.294.156,80
Cacao	1.178,00	502,00	591.356,00
Piña	416	1.425,00	592.800,00
Cítricos	1.541	336,00	517.776,00
Cacao	1.126	50,00	56.300,00
Ganadería	289.328	130,00	37.612.640,00
Total	366.771,00		73.491.792,00

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 18 se han considerado varios rubros que podrían generar hasta 73,49 millones de dólares al año, que representan 366 mil manzanas.

### Valoración económica del potencial turístico

La cuantificación de este servicio ambiental, la belleza escénica, está basada en datos reales. En el año 2002 se realizaron varias encuestas para determinar: 1) el costo de viaje real de cada turista que visita la costa atlántica

y; 2) su disposición a pagar por unos paquetes turísticos que realmente incrementarían su satisfacción durante la estadía, reduciendo, además, algunos costos operativos. O sea, se propone mejorar la organización de las actividades turísticas y mejorar también la eficiencia de todos los involucrados en la atención de los turistas.

Las encuestas fueron dirigidas a nacionales y extranjeros, debido a que pertenecen a diferentes segmentos de mercado. La diferencia entre la Disponibilidad a Pagar (DAP) y el costo de los paquetes es la utilidad marginal.

Se estima que con una visitación promedio de 50 mil extranjeros y 50 mil nacionales al año se pueden generar hasta 9,5 millones de dólares.

**Tabla 19. Valoración económica del potencial turístico**

Visitantes extranjeros	50.000	turistas/año
Visitantes nacionales	50.000	turistas/año
DAP nacionales	477	\$/viaje
DAP extranjeros	563	\$/viaje
Costo del viaje	467	\$/viaje
Costo paquetes	375	\$/viaje
Utilidad marginal extranjeros	188	\$/turista
Utilidad marginal nacionales	102	\$/turista
Utilidad total extranjeros	\$9.400.000	\$/año/extranjeros
Utilidad total nacionales	\$5.100.000	\$/año/nacionales

Fuente: Elaboración propia.

### **Valoración económica de la extracción minera: producción de oro**

La principal actividad extractiva es la de los recursos metálicos. Estos depósitos se reflejan en los numerosos distritos mineros descubiertos (nueve), las varias áreas consideradas como futuros prospectos (seis) y la intensa actividad de la pequeña minería distribuida en una amplia área en toda la región.

De estos distritos, en cinco de ellos existen reservas explotables y en cuatro, las intensas actividades de exploración (geológicas, geoquímicas,

geofísicas y obras mineras, etc.), conducidas en varias décadas, dio como resultado el descubrimiento de áreas de gran potencial minero.

Los prospectos mineros fueron investigados entre 1980-2000, los resultados de la geoquímica con la geología de la región han indicado recursos de alta mineralización. Varios de ellos han sido trabajados en el pasado.

Entre los distritos con reservas conocidas se encuentran los del triángulo minero del NE de Nicaragua, incluye los distritos de Bonanza, Siuna y Rosita; estos distritos han sido explotados discontinuamente durante centenares de años y a través de varias compañías.

Los minerales más explotados son el oro y la plata, pero durante un período de la actividad de explotación en Bonanza y Rosita se explotaron cobre, plomo, zinc y caliza.

En la actualidad aunque la actividad minera ha disminuido considerablemente en estos distritos, sus estructuras mineras cuentan con grandes reservas de estos minerales. Algunas de estas reservas de oro están presentadas en la Tabla 20 y conforman un potencial económico enorme.

**Tabla 20. Valoración económica de la extracción de oro**

Distrito de Bonanza	Reserva	480.738,00	onz/oro
Distrito de Rosita	Reserva	697.680,00	onz/oro
Distrito de Siuna	Reserva	328.300,00	onz/oro
Distrito de Topacio	Reserva	260.000,00	onz/oro
Total potencial		1.766.718,00	onz/oro
Producción anual	5% del total	88.335,90	onz/año/oro
Utilidad marginal		240,00	\$/onz
Beneficios económicos		21.200.616,00	\$/año

Fuente: Estudio Sectorial de Minería.

### **Aportes de los BSA a la economía nacional por sectores**

Una vez cuantificados los flujos de beneficios económicos de los principales BSA se pueden visualizar sus aportes a la economía nacional, durante el período específico de un año (Tabla 21).

Como previamente se había explicado, en este trabajo se asumieron tres sectores para la economía regional:

- El primero abarca la actividad agrícola, ganadera y pesquera.
- El segundo abarca las actividades más industrializadas: la minería y el manejo forestal.
- El tercero es el de servicios.

**Tabla 21. Aporte de los BSA a la economía por los diferentes sectores**

Bienes y servicios ambientales	Sectores de la economía		
	Agrícola y pesquera	Forestal y minería	Servicios
Extracción de langosta	13.789.597,36		
Agua potable			3.071.538
Madera sostenible		254.557.493	
Leña para el área urbana			3.712.500
Leña para el área rural		1.794.462	
Carbón		1.536.857	
Fijación de carbono (CO <sub>2</sub> )			25.382.685,60
Agricultura y ganadería	73.491.792		
Belleza escénica y turismo - turistas nacionales			5.100.000
Belleza escénica y turismo - turistas extranjeros			9.400.000
Producción de oro		21.200.616	
<b>TOTAL POR SECTOR DE LA ECONOMÍA</b>	<b>\$73.491.792</b>	<b>\$257.888.812</b>	<b>\$46.666.724</b>
<b>TOTAL PARA LA ECONOMÍA POR AÑO</b>			<b>\$378.047.328</b>

Fuente: Elaboración propia.

Es importante recordar que uno de los supuestos básicos de este trabajo es que se estarán cuantificando los flujos de beneficios económicos, o sea, las utilidades por el aprovechamiento de cada bien o servicio ambiental. En este sentido, los beneficios netos anuales ascienden a los 378 millones de dólares. Es importante recordar este detalle, porque en un análisis tradicional, los flujos se hubieran proyectado con base únicamente en los ingresos. En este caso, los beneficios netos proyectados en la Tabla 21

conformarían más o menos un 30% de los ingresos totales. Sin embargo, el objetivo de esta investigación es cuantificar los aportes *reales* de los BSA, o sea, valorar económicamente sólo los BSA que generan una utilidad a la región y al país.

Los 378 millones de dólares justamente son esta utilidad que afecta de forma positiva a la sociedad nicaragüense.

Para expandir el análisis, se puede observar en la Tabla 22 el aporte de los BSA valorados en este estudio por sector de la economía. Existe un mayor aporte de los BSA al sector más industrializado, que es el sector forestal y de minería con un 68%; después sigue el aporte al sector primario con un 19% y, finalmente, el aporte al sector terciario es del 12%.

**Tabla 22. Peso del aporte de los BSA por sector de la economía**

Agrícola y pesquera	Forestal y minero	Servicios
19%	68%	12%

Fuente: Elaboración propia.

La distribución de los aportes no necesariamente es una regla, sin embargo, es bastante lógica porque para el sector secundario se incluyó todo el potencial de la producción de madera (de latifoliados), de carbón, de leña y de oro. Mientras que para el sector primario, por ejemplo, en la producción pesquera sólo se ha incluido la extracción de langosta y en la agricultura se incluyen algunos de los cultivos principales. En el sector servicios, el aporte del agua está limitado al uso doméstico y el potencial turístico está limitado arbitrariamente a una visitación anual de 100 mil turistas (que en la realidad y con un desarrollo turístico apropiado esta cifra puede ser muy superior, así como la utilidad marginal estimada por cada turista).

Sin embargo, es importante enfatizar más en el procedimiento metodológico y la interpretación de los resultados, que en los valores en sí.

Otro análisis interesante se puede hacer comparando los aportes de cada bien y servicio ambiental en particular, independientemente del sector de la economía que beneficia. Este análisis se puede observar en la Tabla 23.

**Tabla 23. Peso del aporte de cada bien o servicio ambiental estudiado**

Bienes y servicios ambientales	Beneficios según bsa
Extracción de langosta	3,65%
Agua potable	0,81%
Madera sostenible	67,33%
Leña para el área urbana	0,98%
Leña para el área rural	0,47%
Carbón	0,41%
Fijación de carbono (CO <sub>2</sub> )	6,71%
Agricultura y Ganadería	19,44%
Belleza escénica y turismo - turistas nacionales	1,35%
Belleza escénica y turismo - turistas extranjeros	2,49%
Minería	5,61%

Fuente: Elaboración propia.

En este enfoque de análisis individual, se observa que la madera sostenible es la más significativa, con un 67,33%. Sin embargo, se puede argumentar que la agricultura y ganadería son más relevantes, porque a pesar de que su aporte es de 19,44% es un aporte actual, mientras que el aporte de la madera es potencial.

De cualquier manera, si se asume que todos los aportes son reales, aunque algunos no están percibidos debido a la ineficiencia y falta de organización suficiente, se puede mencionar que el mayor potencial está en el sector forestal, la agricultura, la minería y la extracción de recursos pesqueros.

Esto no significa que el agua es menos importante, ya que es el soporte de toda vida, además es un insumo para casi todas las actividades humanas productivas. Simplemente en este análisis está cuantificado apenas uno de sus usos, y por importante que sea su aporte expresado en unidades económicas, asciende a 0,81%.

Lo mismo sucede con la leña y el carbón, que son bienes ambientales importantes para las economías locales, sin embargo, en comparación con el valor económico de los otros BSA cuantificados en este cuadro, su aporte es mínimo. Pero hay que insistir, que a pesar de ser mínimo no se deben subestimar, porque a una escala local pueden ser mucho más relevantes.

Además, no hay que olvidar que todos los flujos proyectados en este cuadro son utilidades, por lo tanto, son relevantes de una u otra manera.

## **Análisis de eficiencia de la explotación de langosta con diferentes artes de extracción**

Para enfocar un poco el último objetivo de este estudio, que tiene relación con pérdidas económicas por ineficiencia en el uso de los BSA, se ha seleccionado un recurso en particular (la langosta) para llevar a cabo un análisis de eficiencia cuando la actividad extractiva se realiza con diferentes artes de extracción.

Este nivel de análisis requiere mayor detalle, y realmente no se contaba con esta información detallada para los otros bienes y servicios identificados en este estudio. Para lograr un análisis similar para todos los BSA habría que generar datos primarios a través de estudios específicos, ya que la naturaleza de cada bien o servicio es muy diferente una de otra; las características biofísicas, tanto las artes de explotación como su estructura de costos e ingresos, son muy diferentes unas de otras también.

Sin embargo, es sumamente importante analizar el nivel de eficiencia de aprovechamiento al menos de un bien o servicio ambiental, para establecer el procedimiento metodológico que podría aplicarse en futuras oportunidades.

Y un último supuesto que se ha asumido en este trabajo es que la pérdida por ineficiencia es la única que se considerará en el análisis. O sea, no se ha cuantificado la pérdida a la economía por piratería y actividades ilegales, ni por deficiencia en los sistemas de recaudaciones municipales, etc. En el caso de las actividades ilegales, éstas no están precisamente cuantificadas para todos los BSA que tenemos identificados en este estudio; y para las ineficiencias en los sistemas de recaudación de los municipios se requerirá otro estudio para poder cuantificar estas pérdidas.

Así que el análisis en este trabajo se limita únicamente a la pérdida por utilizar artes extractivos menos eficientes que otros artes alternativos; se analiza la eficiencia biológica y económica de dos artes extractivos en particular: 1) embarcaciones con nasas y; 2) embarcaciones con buzos.

## **Análisis económico de la extracción de langosta con buzos y con nasas**

Los dos artes mencionados son técnicas de extracción completamente diferentes y requieren distintos niveles de esfuerzo, duración de la faena,

costos vinculados con el esfuerzo, etc. Esto implica que en última instancia las dos técnicas de extracción tienen diferente eficiencia bioeconómica.

Para el análisis meramente económico se utiliza la metodología descrita en la Tabla 24.

**Tabla 24. Análisis económico de la extracción de langosta con nasas**

Descripción		Costos unitarios	Total \$
Costos por faena			846,25
	Alimentación	50	
	Combustible	750	
	Hielo	40	
	Agua	6,25	
Salarios			
	\$/lb	2,25	337,5
Depreciación por faena			93,28
	Panga y motor	93	
	Aperos de pesca	0,28	
TOTAL GASTOS			1.277
COSTO Mrg			8,51
Precio mercado			12,37
Utilidad marginal			3,86
Utilidad total			578,47

Faena	8	días
Nasas	200	nasas
Extracción por faena	150	lbs/faena
Rendimiento	0,75	lbs/nasa
Capacidad de captura por nasa por día	0,094	lbs/nasa/día
Captura total por día	18,75	lbs/día

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que cuando se utilizan barcos con nasas se considera una faena de 8 días, donde cada barco tiene unas 200 nasas y se extraen aproximadamente

150 lbs por faena. Los costos totales ascienden a \$1.277. En términos unitarios el costo por extraer una libra de langosta es de \$8,5 y se vende en el mercado a un promedio de \$12,37, generando una utilidad marginal de \$3,86.

En el caso de extracción de langosta con buzos la situación cambia radicalmente. (Tabla 25).

**Tabla 25. Análisis económico de la extracción de langosta con buzos**

Descripción		Costos unitarios	Total \$
Costos por faena			8.781,25
	Alimentación	3.750	
	Combustible	4.375	
	Hielo	625	
	Agua	31,25	
Salarios			
	\$/lb	3,5	16.380
Depreciación por faena			312,5
	Depreciación	312,5	
TOTAL GASTOS			25.473,75
COSTO Mrg			5,44
Precio mercado			12,37
Utilidad marginal			6,93
Utilidad total			32.417,85

Faena	12	días
Buzos	26	buzos
Extracción por faena	4.680	lbs/faena
Rendimiento	180	lbs/buzos
Capacidad de captura del buzo por día	15	lbs/buzo/día
Captura total del día	390	lbs/día

Fuente: Elaboración propia.

A diferencia de la extracción con nasas, esta técnica es más intensiva en mano de obra, se contratan 26 buzos para una faena de 12 días. A pesar del

mayor riesgo para los buzos, éstos extraen 15 lbs diarias por cada uno. En el período de trabajo este tipo de embarcaciones extraen hasta 4.680 lbs. Los costos por supuesto son más altos, ascendiendo a \$25.473,75. Sin embargo, el costo unitario es más bajo, apenas \$5,44 por cada libra extraída. Esto permite una mayor utilidad marginal, de \$6,93 por libra.

En fin, en términos económicos la actividad de extracción de langosta con buzos es más rentable. La utilidad total de esta alternativa es de 32 mil dólares, versus los 578 dólares de ganancia que genera la actividad extractiva con nasas.

### **Análisis del equilibrio bioeconómico para el caso de la extracción de langosta con nasas**

Para fines de eficiencia de cada arte de extracción, hay que analizar el equilibrio entre los costos y los ingresos, pero incluyendo la parte biológica. Para ello se desarrolla el siguiente procedimiento:

- Se asume, con base en otros estudios técnicos, que anualmente existen disponibles 9 millones de libras de biomasa.
- Se considera una tasa de crecimiento de la biomasa del 15% anual.
- Se asume que la función de crecimiento de la biomasa es logística.
- La extracción está en función del esfuerzo de toda la flota disponible y la cantidad de faenas que realiza al año. (Ejemplo, si existen 10 barcos que realizan 8 faenas en el año, el cálculo se basa en 80 barcos anualmente).
- Los precios considerados son los de mercado y los costos son los cálculos que se hicieron en este estudio para determinar el costo marginal y la utilidad marginal.

Lo más importante de este enfoque es obtener un escenario homogéneo para las dos técnicas de extracción y determinar cuál es más eficiente en términos tanto económicos como biológicos. Es obvio que algunos datos son bastante estimados, ya que se trata de un recurso que se encuentra en su medio natural (el océano). Tales estimaciones son: el volumen de biomasa potencial, la tasa de crecimiento y la forma de la función de crecimiento de la biomasa. Los otros datos (cantidad de barcos, número de faenas, capacidad de captura por cada arte, etc.) son variables más fáciles de cuantificar, porque pertenecen a la actividad extractiva en sí.

En la Tabla 26 se proyecta la función de crecimiento según los datos previamente establecidos.

**Tabla 26. Cálculo del equilibrio biológico con extracción de langosta con de nasas**

x	K	r	1 barco	E	q	F(x) = rx(1-x/k)
0	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	0
1.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	133.333,3333
2.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	233.333,3333
3.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	300.000
4.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	333.333,3333
5.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	333.333,3333
6.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	300.000
7.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	233.333,3333
8.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	133.333,3333
9.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	0
10.000.000	9.000.000	0,15	150	1.560	1,667E-05	-166.666,6667

QEx	F(x) = rx(1-x/k)-qEx	Xi = k(1-qE/r)	Y = qKE(1-qE/r)
0	0	4.500.000	193.440
26.000	107.333,3333	4.500.000	193.440
52.000	181.333,3333	4.500.000	193.440
78.000	222.000	4.500.000	193.440
104.000	229.333,3333	4.500.000	193.440
130.000	203.333,3333	4.500.000	193.440
156.000	144.000	4.500.000	193.440
182.000	51.333,33333	4.500.000	193.440
208.000	-74.666,66667	4.500.000	193.440
234.000	-234000	4.500.000	193.440
260.000	-426.666,6667	4.500.000	193.440

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

$x$  = *stock* del recurso en cada período.

$k$  = biomasa total, capacidad de carga del ecosistema.

$r$  = tasa de crecimiento del recurso.

1 barco = capacidad de extracción de un barco por faena.

$E$  = esfuerzo agregado: total de barcos por todas las faenas en el año.

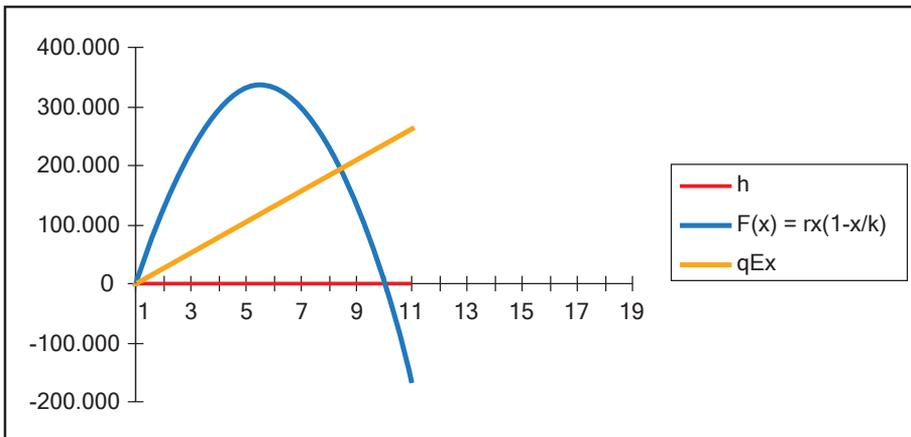
$q$  = coeficiente de extracción: la relación cantidad extraída por barco respecto a la biomasa total (1 barco/ $K$ ).

$F(x)$  = función de crecimiento de la biomasa.

$Y$  = rendimiento: cantidad extraída.

Estos cálculos se pueden visualizar en el Gráfico 1, donde la curva logística que va creciendo al inicio y después decrece es la función de crecimiento de la biomasa. Cuando alcance su punto máximo empieza a decrecer por razones naturales. Cuando se lleva a cabo una actividad extractiva, ésta se refleja en la recta ascendente, es el esfuerzo humano extractivo. Si la curva de extracción está detrás del punto óptimo de la biomasa (como es el caso presente) significa que el recurso está subexplotado. O sea, el esfuerzo (la tasa de extracción) es menor que la tasa de crecimiento.

**Gráfico 1. Equilibrio biológico de la actividad extractiva de langosta con nasas**



En la Tabla 27 se observan los datos que permiten ejecutar el modelo.

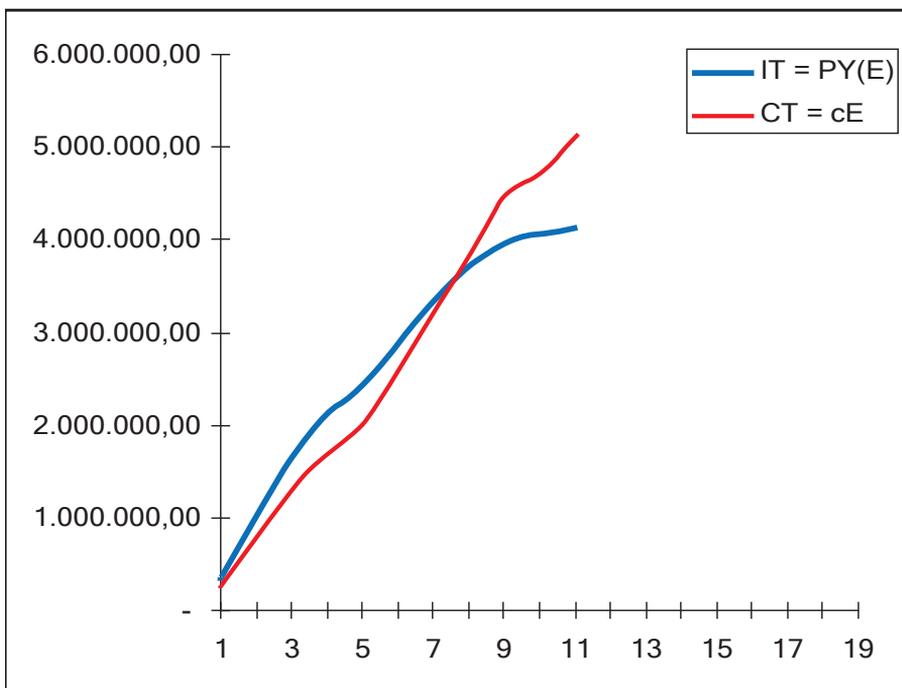
**Tabla 27. Insumos para el modelo basados en la realidad de la actividad extractiva con nasas**

K	9.000.000
R	0,15
Capacidad de extracción de un barco de 200 nasas	150
E i – esfuerzo	1.560
Faenas al año	30
Barcos	52
Precios/libra	12,37
Costos/barco	1.277,07

Fuente: Elaboración propia.

Al mismo tiempo, en el Gráfico 2 se puede observar el bioequilibrio. Es cuando al equilibrio biológico se le agregan los elementos económicos: costos e ingresos.

**Gráfico 2. Bioequilibrio de la extracción con nasas**



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que cuando se incluye la parte económica se tiende a extraer el recurso antes. O sea, las líneas se cruzan antes de alcanzar el punto máximo de crecimiento de la biomasa.

Esto significa que por razones de mercado, o consideraciones de costos, se está extrayendo el recurso antes de que alcance su estado maduro. (En este ejemplo se ha considerado, según la cantidad de barcos, 52, un máximo de faenas al año, 30, el equivalente a 1.560 barcos/año).

Los datos de este gráfico están en la Tabla 28.

**Tabla 28. Datos para el equilibrio bioeconómico**

<b>E i</b>	<b>Y</b>	<b>P/libra</b>	<b>IT = PY(E)</b>	<b>c/barco</b>	<b>CT = cE</b>
200	29.333,33	12,37	362.853,33	1.277,07	255.414
600	84.000,00	12,37	1.039.080,00	1.277,07	766.242
1.000	133.333,33	12,37	1.649.333,33	1.277,07	1.277.070
1.350	172.125,00	12,37	2.129.186,25	1.277,07	1.724.044,5
1.560	193.440,00	12,37	2.392.852,80	1.277,07	1.992.229,2
2.000	233.333,33	12,37	2.886.333,33	1.277,07	2.554.140
2.500	270.833,33	12,37	3.350.208,33	1.277,07	3.192.675
3.000	300.000,00	12,37	3.711.000,00	1.277,07	3.831.210
3.500	320.833,33	12,37	3.968.708,33	1.277,07	4.469.745
3.700	326.833,33	12,37	4.042.928,33	1.277,07	4.725.159
4.000	333.333,33	12,37	4.123.333,33	1.277,07	5.108.280

BN = IT-CT	$X_1 = k(1-qEi/r)$	Cmg = C/lb	Utilmg
107.439,33	8.800.000	8,7	3,7
272.838,00	8.400.000	9,1	3,2
372.263,33	8.000.000	9,6	2,8
405.141,75	7.650.000	10,0	2,4
400.623,60	7.440.000	10,3	2,1
332.193,33	7.000.000	10,9	1,4
157.533,33	6.500.000	11,8	0,6
(120.210,00)	6.000.000	12,8	-0,4
(501.036,67)	5.500.000	13,9	-1,6
(682.230,67)	5.300.000	14,5	-2,1
(984.946,67)	5.000.000	15,3	-3,0

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

E = esfuerzo (cantidad de barcos por faenas en el año).

Y = rendimiento.

P = precio de mercado por libra.

IT = ingresos totales.

c/barco = costo por cada barco.

CT = costo total.

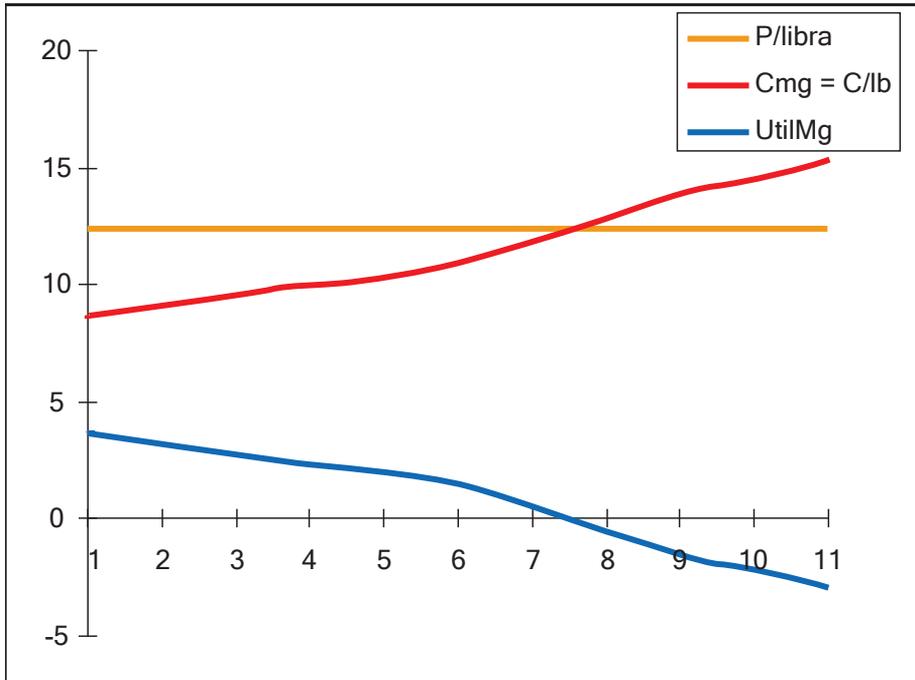
BN = beneficios netos.

$X_1$  = el estado del *stock* según el esfuerzo.

Cmg = costo marginal o costo por libra.

Utilmg = es la utilidad marginal.

Una última reflexión sobre el caso de la extracción con nasas se hace a partir del Gráfico 3.

**Gráfico 3. Análisis del costo, ingreso y utilidad marginal**

Fuente: Elaboración propia.

Se observa, que durante un tiempo y a cierto nivel de extracción, el costo marginal está por debajo del ingreso marginal (el precio de mercado), sin embargo, las dos curvas se acercan debido al agotamiento del recurso y al incremento del costo marginal cuando hay menor disponibilidad de langosta y mayor esfuerzo para extraerla.

En la curva de abajo se observa el comportamiento de la utilidad marginal. Ésta es decreciente y se vuelve cero cuando las curvas del ingreso marginal y costo marginal se cruzan. O sea, a partir de este momento ya la actividad no es rentable. Cada unidad adicional extraída ocasiona pérdida a la empresa.

### **Análisis bioeconómico. El caso de extracción de langosta con buzos**

En este caso se hace un análisis utilizando los mismos indicadores biofísicos y criterios que se usaron con la actividad anterior. Lo único que varía es el nivel de esfuerzo, que en realidad es más intensivo que el de la actividad de extracción con nasas (Tabla 29).

**Tabla 29. Cálculo del equilibrio biológico con extracción de langosta con buzos**

X	K	r	1 barco	E	q	$F(x) = rx(1-x/k)$
0	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	0
1.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	133.333,3333
2.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	233.333,3333
3.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	300.000
4.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	333.333,3333
5.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	333.333,3333
6.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	300.000
7.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	233.333,3333
8.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	133.333,3333
9.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	0
10.000.000	9.000.000	0,15	4.680	190	0,00052	-166.666,6667

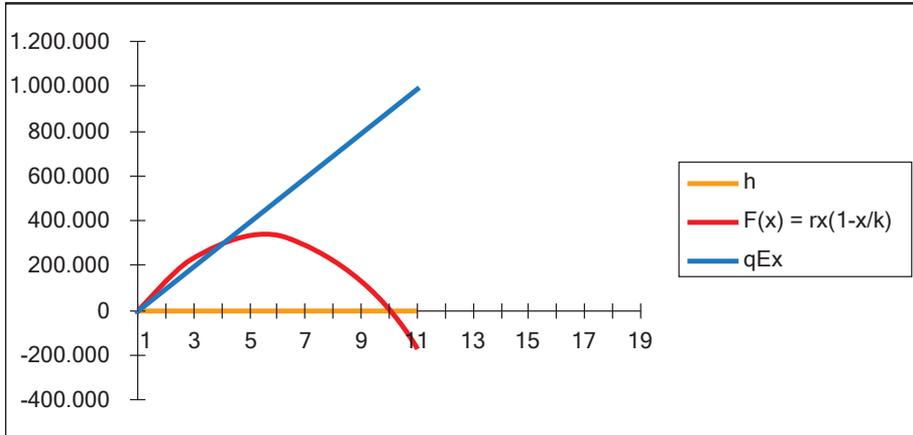
$qEx$	$F(x) = rx(1-x/k) - qEx$	$X_i = k(1-qE/r)$	$Y = qKE(1-qE/r)$
0	0	4.500.000	303.513,6
98.800	34.533,33333	4.500.000	303.513,6
197.600	35.733,33333	4.500.000	303.513,6
296.400	3.600	4.500.000	303.513,6
395.200	-61.866,66667	4.500.000	303.513,6
494.000	-160.666,6667	4.500.000	303.513,6
592.800	-292.800	4.500.000	303.513,6
691.600	-458.266,6667	4.500.000	303.513,6
790.400	-657.066,6667	4.500.000	303.513,6
889.200	-889.200	4.500.000	303.513,6
988.000	-1.154.666,667	4.500.000	303.513,6

Fuente: Elaboración propia.

Los datos de esta tabla generan el Gráfico 4, donde se puede observar el equilibrio biológico de esta actividad extractiva.

Se confirma que esta actividad es más intensiva y hay una sobreexplotación del recurso, es decir, las líneas se cruzan antes de que la biomasa del recurso alcance su punto máximo de crecimiento.

**Gráfico 4. Equilibrio biológico de la extracción de langosta con buzos**

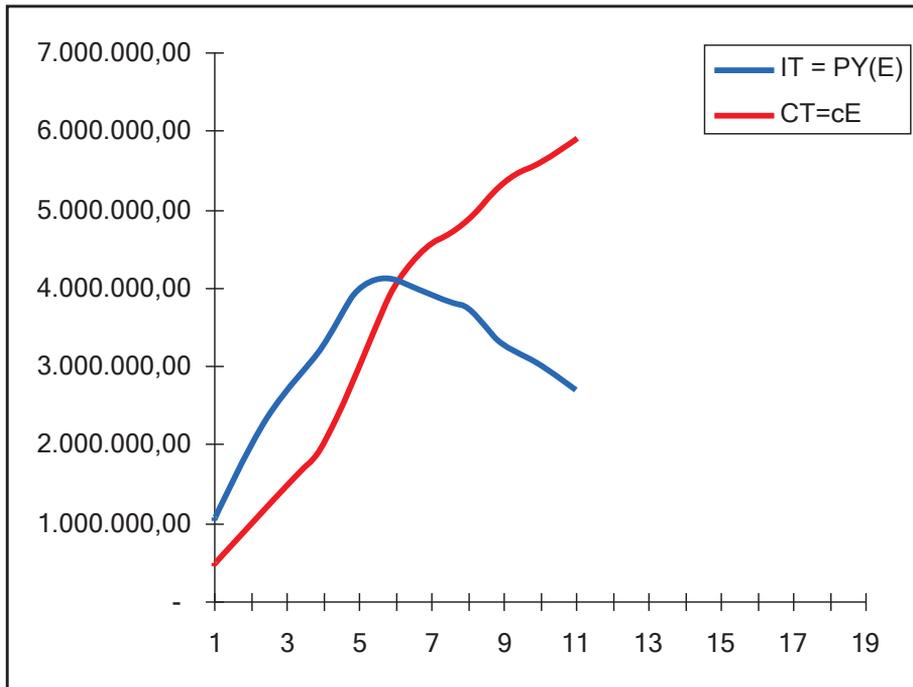


Fuente: Elaboración propia.

En términos del análisis bioeconómico se observa la siguiente situación en el Gráfico 5.

Desde la perspectiva económica existe un equilibrio, ya que las dos líneas se cruzan más o menos en el punto óptimo. Esto significa que cuando se analizan los costos e ingresos de esta actividad en particular, se presenta una mayor utilidad marginal que la otra y se reduce el margen de subutilización del recurso.

Gráfico 5. Bioequilibrio de la extracción con buzos



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 30 están los datos económicos de la actividad de extracción con buzos.

**Tabla 30. Cálculo del equilibrio bioeconómico con extracción de langosta con buzos**

E i	Y	P/libra	IT = PY(E)	c/barco	CT = cE
20	87.110,40	12,37	1.077.555,65	25.473,75	509.475
40	161.241,60	12,37	1.994.558,59	25.473,75	1.018.950
60	222.393,60	12,37	2.751.008,83	25.473,75	1.528.425
80	270.566,40	12,37	3.346.906,37	25.473,75	2.037.900
120	327.974,40	12,37	4.057.043,33	25.473,75	3.056.850
161	332.644,05	12,37	4.114.806,85	25.473,75	4.114.806
180	316.742,40	12,37	3.918.103,49	25.473,75	4.585.275
190	303.513,60	12,37	3.754.463,23	25.473,75	4.840.012,5
210	267.321,60	12,37	3.306.768,19	25.473,75	5.349.487,5
220	244.358,40	12,37	3.022.713,41	25.473,75	5.604.225
230	218.150,40	12,37	2.698.520,45	25.473,75	5.858.962,5

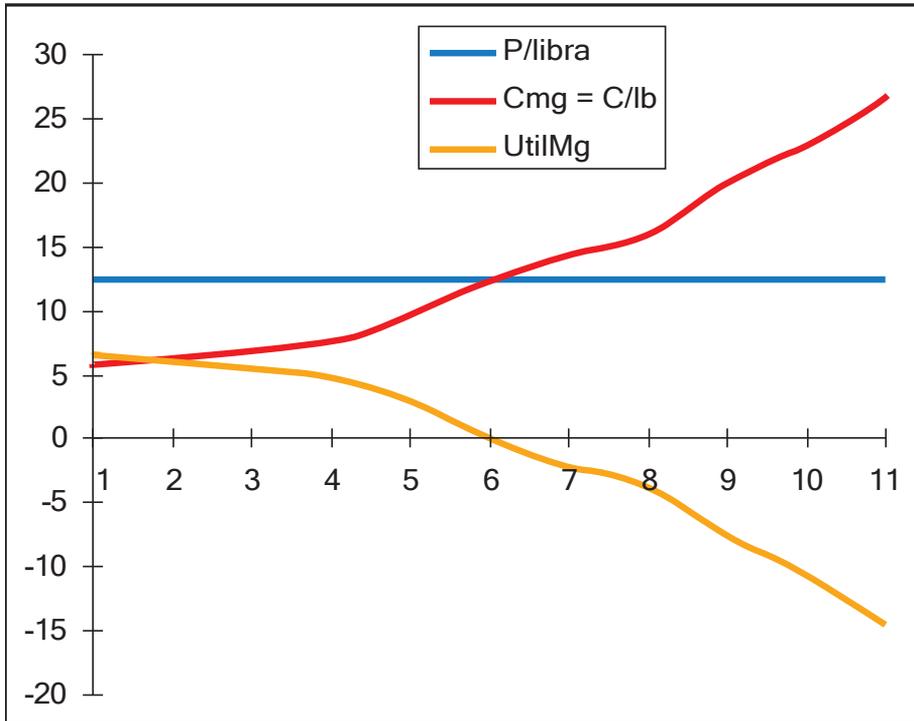
BN = IT-CT	X1 = k(1-qEi/r)	Cmg = C/lb	UtilMg
568.080,65	8.376.000	5,8	6,5
975.608,59	7.752.000	6,3	6,1
1.222.583,83	7.128.000	6,9	5,5
1.309.00,37	6.504.000	7,5	4,8
1.000.193,33	5.256.000	9,3	3,0
0,05	3.960.224.844	12,4	0,0
(667.171,51)	3.384.000	14,5	-2,1
(1.085.549,27)	3.072.000	15,9	-3,6
(2.042.719,31)	2.448.000	20,0	-7,6
(2.581.511,59)	2.136.000	22,9	-10,6
(3.160.442,05)	1.824.000	26,9	-14,5

Fuente: Elaboración propia.

Se percibe que la actividad con buzos es más rentable, pero también es más intensiva y el momento de generar pérdidas es más cercano que el de la actividad con nasas. Esto significa que la presión sobre el recurso lo vuelve escaso, los costos de extracción suben y minimizan la utilidad,

volviendo poco rentable la actividad en sí. Este hecho obligaría a las embarcaciones menos eficientes a salir del negocio (Gráfico 6).

**Gráfico 6. Análisis del costo, ingreso y utilidad marginal**



Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, la rentabilidad vinculada con el uso de los recursos naturales no se tiene que medir solamente con la utilidad percibida en un período, sino también se tienen que considerar la capacidad de carga del ecosistema, la capacidad de regeneración del recurso y el momento óptimo de cosecha para no perjudicar su función de producción natural.

Obviamente en ambientes controlados (por ejemplo, fincas, plantaciones, granjas camaroneras, etc.) es más fácil predecir el comportamiento de los recursos naturales; mientras que en condiciones naturales como es el caso de la langosta, dichos recursos podrían tener un comportamiento impredecible por algún factor desconocido.

En fin, lo más relevante de este análisis es que se pueda convencer a los tomadores de decisiones que el vínculo entre lo biológico y lo económico genera criterios suficientes como para mejorar el aprovechamiento de los recursos renovables y permite visualizar los precios sombra, o sea, los verdaderos costos y beneficios que asume la sociedad, que a veces no se pueden observar a simple vista.

### **Comparación de las dos actividades extractivas**

Analizando las dos actividades se puede concluir que cuando hay una subexplotación, hay abundancia de recurso, entonces entran más barcos en el negocio, hasta que el recurso se reduzca y los costos suben al punto de volver insostenible la actividad (el caso de la actividad de extracción con nasas).

En el segundo caso, hay una sobreexplotación desde el inicio, es una actividad más organizada, más intensiva y desde el punto de vista biológico menos sostenible. Aparentemente por ser más bajos los costos de producción tiene cierta viabilidad a corto plazo. Pero a largo plazo la sobreexplotación del recurso reducirá el *stock* disponible y los costos de extracción se incrementan, la utilidad marginal disminuye también y pierde su ventaja ante la actividad extractiva con nasas.

Una vez que los ingresos y costos marginales se igualen se contraerá la actividad extractiva con buzos, obligando a varias embarcaciones a retirarse del negocio.

Entonces, a corto plazo la actividad extractiva con buzos es más rentable pero más degradante desde el punto de vista ambiental. Mientras que la actividad extractiva con nasas es menos rentable pero no sobreexplota el recurso. Sin embargo, la actividad extractiva con nasas tampoco es eficiente, porque deja que se pierda de manera natural una parte del recurso aprovechable.

### **Conclusiones**

El presente estudio es un documento didáctico que propone una metodología de valoración económica integral de los BSA de un área específica.

Lo novedoso de esta metodología es el enfoque integral, donde se tratan de cuantificar los flujos de beneficios económicos que generan diferentes BSA, de un área geográfica específica.

Cuanto más grande es el área geográfica, menor será el nivel de detalle, ya que algunos indicadores se generan en sitios puntuales y después se van extrapolando en el área total.

Los aportes económicos en este estudio representan las utilidades que genera cada bien o servicio ambiental, y los flujos de estos valores están proyectados para el período de un año.

Para calcular dichas utilidades se recurrió a análisis costo-beneficios. Para el cálculo de los costos generalmente se utilizan los que se manejan en el mercado local o nacional, sin embargo, para el cálculo de los ingresos a veces se usan precios de mercado y en otras se recurre a técnicas de valoración económica más sofisticadas.

Los principales BSA identificados y cuantificados en este estudio son los siguientes: el recurso marino langosta; el agua para uso doméstico; la leña para áreas rurales y urbanas; la producción de carbón; la explotación de madera; la fijación de carbono; los productos agrícolas; el potencial turístico basado en la belleza escénica y atractivos culturales de las RAA y; el potencial de extracción de oro.

La extracción de madera, la agricultura y la extracción de langosta parecen ser las más significativas en términos económicos. Es una conclusión lógica, ya que estos bienes ambientales son las materias primas en otras actividades económicas y hay mercados formales claramente establecidos para ellos. Dichos bienes ambientales en algunas ocasiones están contabilizados en el PIB nacional (cuando los flujos son actuales) y en otras no lo están (cuando los flujos son potenciales).

Por potenciales no quiere decir que no están brindando beneficios en este momento, al contrario, dichos BSA generan siempre beneficios, pero la sociedad no ha sido capaz de reconocerlos y captarlos. Por lo tanto, debido a la ineficiencia administrativa nuestra sociedad no logra percibir un valioso aporte de la naturaleza en términos económicos.

Independientemente del tipo de BSA (actuales o potenciales), también se hace en este estudio un análisis del aporte de todos estos BSA por sectores de la economía: el sector primario sería el agrícola y pesquero, el sector secundario sería el forestal y minero y el sector terciario sería el de servicios.

Esta división es meramente teórica y se puede reacomodar en cualquier momento, sin perjudicar los cálculos ni los valores que representan los aportes de los BSA a la economía.

El sector secundario aparece como el más significativo en términos económicos, por un lado, porque los flujos para los aportes de los BSA a este sector están basados en sus potencialidades y, por otro lado, porque los flujos de los aportes de los BSA de los otros sectores están parcialmente valorados (por ejemplo, el agua está valorada solamente para el uso doméstico, etc.).

Una vez que se visualiza este mapa de los aportes de los BSA a la economía nacional, se hace un segundo análisis, pero únicamente para un bien ambiental, en particular, que es la langosta.

Este segundo nivel de análisis es de mayor profundidad y prácticamente pretende comparar la eficiencia económica de las diferentes artes de extracción de la langosta, o sea, las alternativas productivas. Esta misma metodología se puede aplicar para cualquier bien o servicio, pero obligatoriamente requiere mayor nivel de información, en especial información financiera.

Se observa, por ejemplo que existe una diferencia entre el equilibrio biológico del recurso y el equilibrio económico. El equilibrio biológico depende principalmente de los factores naturales de crecimiento de la biomasa; mientras que el equilibrio económico depende de los factores productivos y del mercado.

La metodología presentada en este documento justamente busca este bio-equilibrio que puede garantizar óptimos beneficios para los seres humanos y, a la vez, sostenibilidad biológica del ecosistema que genera los BSA.

Si las condiciones de mercado obligan una extracción temprana existe una sobreexplotación; y en caso contrario, si las condiciones de mercado retrasan la extracción de la materia prima existe una subexplotación. Los dos estados son ineficientes, aunque el primero puede tener impactos más negativos y permanentes, porque perjudica la regeneración del recurso.

En este estudio, la extracción de langosta con buzos es más intensiva que la con nasas y ejerce mayor presión sobre el recurso. A corto y mediano plazo se da una sobreexplotación que escasea el recurso y hace poco rentable la actividad, porque se incrementan los costos. Dichos costos en un inicio son más bajos comparados con los costos de la actividad extractiva con nasas. Sin embargo, en el mediano plazo los costos incrementarían y podrían forzar a varios barcos a salirse del negocio.

La extracción con nasas parece que subutiliza el recurso, porque el esfuerzo es menor que la tasa de regeneración del recurso. Esto permite la entrada

de nuevos empresarios o la competencia de artes alternativas como los buzos. Los costos de extracción en un inicio son más altos que los costos de los buzos por la ineficiencia de las nasas como arte de extracción: con una nasa se logra capturar 0,94 lbs/día, mientras que un buzo captura hasta 15 lbs/día. Además, los barcos de buzos pueden llevar hasta 26 de ellos por una faena más larga (de 12 días versus las faenas de 8 días que llevan a cabo los pescadores con nasas).

Esta ineficiencia o subexplotación implica la pérdida natural del recurso aprovechable.

En fin, ambas artes presentan cierta ineficiencia desde el punto de vista biológico, pero definitivamente la subexplotación tiene menores consecuencias para la recuperación del recurso. De hecho, la subexplotación sólo perjudica la rentabilidad económica y no afecta negativamente el estado biológico de la biomasa.

## Recomendaciones

Se recomienda que este tipo de cuantificaciones de los beneficios económicos provenientes del aprovechamiento de los BSA se haga de manera periódica. Es necesario darles seguimiento a los mismos indicadores; pero también es importante identificar y valorar económicamente nuevos indicadores para expandir el análisis.

Por otro lado, se recomienda fuertemente desarrollar con mayor detalle el análisis de segundo nivel, que implica determinar la eficiencia de las diferentes alternativas productivas vinculadas con los distintos BSA (en este estudio apenas se abordó el tema de la langosta y sus dos principales alternativas de extracción).

En particular, este análisis se puede llevar a cabo con relativa facilidad para el sector forestal, para la agricultura y las diferentes técnicas productivas, para el sector turismo y los diferentes paquetes turísticos, etc.

Lo más importante es mantener una metodología relativamente simple, que se pueda alimentar con información secundaria (ya que la generación de información primaria consume bastantes recursos financieros y de tiempo) y que sea homogénea y estandarizada. O sea, con relativa facilidad se debe ajustar mínimamente para poder aplicarse a diferentes áreas del país y a distintos BSA para poder generar una base de datos sólida, tanto de datos de series de tiempo, como de datos de corte transversal.

Todos estos indicadores, generados a partir de esta base de datos, deben ser comparables porque: se generaron con la misma metodología, están proyectados para el mismo período y representan los aportes de los BSA a través de las utilidades marginales.

## Referencias bibliográficas

- Azqueta, Freeman, Johansson, Ferreiro, García. 1990. *Evaluación económica de los costes y beneficios de la mejora ambiental*. Imprenta A. Pinelo.
- Azqueta, Diego. 1994. *Valoración económica de la calidad ambiental*.
- Azqueta, Diego y Field, Barry. 1996. *Economía y medio ambiente*. McGraw-Hill.
- Barzev, Radoslav. 2001. *Aporte de los Bienes y Servicios Ambientales a la Economía de Nicaragua – Estudio Específico de la Estrategia Nacional de Biodiversidad*. PNUD.
- Barzev, Radoslav. 2001. *Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impactos Ambientales*. CBM.
- Barzev, Radoslav. 2001. *Valoración Económica de los Principales Bienes y Servicios Ambientales en la Reserva de la Biosfera de Río Plátano – Honduras (Proyecto Río Plátano, GTZ, CBM)*.
- Barzev, Radoslav. 2003. *Guía Metodológica de Evaluación Económica de Prácticas Productivas Sostenibles, Corredor Biológico Mesoamericano*.
- Barzev, Radoslav. 2004. *Guía Metodológica de Valoración Económica de los Servicios Hídricos a nivel de Cuenca – Basado en Estudio de Caso de Río Humuya, Honduras, para Aportar con Insumos Técnicos al Ajuste de los Cánones de Agua*. CBM, PROSIGA, SERNA.
- Blanco, Myriam, Bendaña, Guillermo y Guevara, Ramón. 2004. *Estudio Sectorial de Economía Rural y Sistemas Productivos de la Costa Atlántica de Nicaragua*. CBA, Carl Bro.
- Cerda, Arcadio. 1993. *Manual de Economía Ambiental y de Recursos Naturales*. Universidad de Concepción, Chile.
- Chain, Sapag Nassir y Chain, Sapag Reinaldo. 1998. *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill.

- Chiang, Apha C. 1997. *Métodos fundamentales de economía matemática*. McGraw-Hill.
- Clark, Colin. 1990. *Mathematical Bioeconomics*.
- Filomeno, Serafín. 2000. *Alternativas viables para solucionar el problema de demanda de leña en la región Las Segovias*, PROLEÑA – ADESO “Las Segovias”.
- Lundberg, Bo, Moreno, Francisco, Hodgson, Glen. 2004. *Estudio del Sector Minero*. CBA, Carl Bro.
- Nicholson, Walter. 1997. *Teoría microeconómica, principios básicos y aplicación*, McGraw-Hill.
- Pearce, David y Turner, Ferry. 1995. *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Celeste Ediciones.
- Ryan, Joseph. 2004. *Estudio Sectorial de Pesca de la Costa Atlántica de Nicaragua*. CBA, Carl Bro.
- Tietenberg, Tom. 1998. *Environmental Economics and Policy*. Addison-Wesley.
- Thorslund, Ole, 2004. *Estudio del Sector Forestal de la Región Autónoma del Atlántico Norte y la Región Autónoma del Atlántico Sur de Nicaragua*. CBA, Carl Bro.

**Valoración económica del humedal Barrancones,  
municipio de Pasaquina, departamento de La Unión,  
EL SALVADOR\***

*Ana Cecilia Carranza\*\**

---

\* Esta investigación fue apoyada por el Proyecto Regional de Conservación de los Ecosistemas Costeros del Golfo de Fonseca –PROGOLFO– y por técnicos de las siguientes instituciones: Destacamento Militar #3, Policía Nacional Civil División Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Alcaldía Municipal de Pasaquina, estudiantes de la Universidad de El Salvador y Asociación de Desarrollo Comunal de El Tamarindo de La Unión.

\*\* Licenciada en Economía de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas de El Salvador, con una maestría en Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente de la Universidad de Los Andes y de la Universidad de Maryland (USA) y un postgrado de Técnicas Estadísticas en Apoyo a la Investigación de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas de El Salvador.

Investigadora principal en valoración económica del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

Profesora destacada de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. Ha sido consultora asociada al Grupo ECOMILLENNIUM y consultora independiente para la TEXACO con varias publicaciones regionales. Economista Ambiental y de los Recursos Naturales. División de Economía Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, ccarranza@marn.gob.sv



## Resumen

La Metodología de Valoración Contingente fue utilizada para estimar el valor económico total de los recursos del humedal de Barrancones en la Bahía de La Unión. La caracterización socioeconómica de los habitantes del área de influencia contribuyó a perfilar los usos directos e indirectos de los principales recursos presentes en el humedal; además se utilizó el aporte en trabajo como forma de pago por mejoras en el bien ambiental, aunque al final lo más importante fue el aporte en dinero.

## Introducción

Es necesario comenzar por definir dos conceptos básicos para esta investigación como lo son humedal y valoración económica; en primer lugar, la Convención de Ramsar (en Bravo Chacón, 1997) aplica un criterio amplísimo a la definición de humedal:

*Extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros.*

Los humedales se constituyen en uno de los ecosistemas más productivos de la tierra y pueden agruparse en: *componentes* (agua, suelo, plantas y animales), *funciones* (inclusión del ciclo de nutrientes, intercambio de aguas superficiales y subterráneas y entre la superficie y la atmósfera) y *propiedades* (como la biodiversidad).

La valoración económica se define como el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por los recursos naturales, independientemente si existen o no precios de mercado que contribuyan a hacerlo. En este contexto, los beneficios de los humedales mencionados con anterioridad pueden clasificarse en valores de uso (directo, indirecto y de opción) y no uso (de existencia), de esta manera se abarcan todas las posibles formas de beneficios que se obtienen de un ecosistema como éste (Barbier *et al.*, 1997). De esta manera en un humedal se pueden encontrar: *valores de uso directos* como la pesca, agricultura, leña, entre otros; de *uso indirecto* como retención de nutrientes, protección a crecidas e inundaciones, tormentas; de *opción* como la posibilidad de usarlos en el futuro y de *no uso* como patrimonio y valores de legado. La valoración económica se realiza a través de diversas metodologías, según el tipo de bien o servicio que se

esté valorando, lo cual permite que los resultados se conviertan en una herramienta de planificación en la toma de decisiones.

## Objetivos

### General

Generar información valiosa por medio de la valoración económica, sobre los recursos existentes en el humedal Barrancones en la Bahía de La Unión, que se convierta en una herramienta de planificación para que los tomadores de decisiones orienten los esfuerzos hacia el desarrollo económico sostenible de la zona.

### Específicos

- Establecer las principales funciones del humedal.
- Valorar los principales bienes y servicios del humedal.

## Marco teórico

En general muchos de los recursos naturales son explotados comercialmente, entre ellos se encuentran la pesca y la producción forestal, pero hay otros atributos provenientes del medio ambiente que difícilmente pueden ser evaluados como la calidad del aire y los flujos de servicios (Freeman, 1993).

Dado que no existe un indicador (precio) en el mercado que permita transar el valor que estos recursos tienen, en muchos casos se hace un uso inadecuado de ellos, es así como surgen las externalidades, bienes públicos y recursos comunes (Azqueta, 1994), y las formas de aproximar el valor de los bienes y servicios ambientales pueden variar. En principio tienen un *valor de uso* en sí mismos, el cual puede ser por *uso directo* como son las actividades comerciales (subsistencia de pobladores locales) y no comerciales (mercados nacionales e internacionales). Adicionalmente poseen un *uso indirecto* relacionado con las funciones que cumple el bien ambiental, las cuales generan sustento o protección a las actividades económicas. Por otro lado, se encuentra el *valor de no uso*, entre los que se distingue el *valor de opción*, es decir, el precio que un individuo estaría dispuesto a pagar por preservar algún bien para un uso futuro. Mientras que el *valor de existencia* refleja la utilidad de un individuo por preservar algún bien que aunque no lo está usando, no quiere que falte en el futuro, ya sea que haga o no uso de él. Y también se encuentra el *valor de*

*legado* que refleja la utilidad del deseo de preservar un determinado bien para su disfrute por las generaciones futuras.

Por lo tanto, valorar económicamente los bienes y servicios ambientales significaría obtener una medición monetaria por los cambios en el bienestar que una persona o grupo de personas experimenta a causa de una mejora o daño en esos bienes y servicios ambientales. El valor económico que se establezca se convertiría en información útil para los agentes tomadores de decisiones en términos de política de manejo de los recursos ambientales.

### **Metodologías de valoración**

En el marco de la economía del bienestar existen dos formas de aproximar el valor de un bien o servicio ambiental. Por un lado, se encuentran las Metodologías Indirectas, que tratan de aproximar el valor del bien por medio de mercados relacionados de los que puede obtenerse el precio de los bienes (Costos de Viaje, Precios Hedónicos, Costos Evitados, Producción de Hogares). Por otro lado, están las Metodologías de Valoración Directas, las cuales simulan un escenario hipotético y solicitan una respuesta frente a un cambio, en este grupo de metodologías se encuentra la Valoración Contingente.

La naturaleza de los ecosistemas de los humedales es compleja, por lo cual medir individualmente cada una de sus funciones requeriría de enorme esfuerzo y es probable que no lleguen a cuantificarse los otros usos. Esta es la ventaja que presenta la Metodología de Valoración Contingente respecto a otras metodologías, por lo que fue seleccionada para realizar la presente investigación.

### **Valoración Contingente**

Utiliza encuestas para deducir preferencias de las personas por dichos bienes, estimando su disposición a pagar por una determinada mejora del recurso ambiental, lo cual permite obtener estimaciones *ex-ante* confiables de cambios de bienestar. Esta forma de medición permite una amplitud de aplicaciones, desde mercadeo hasta valoración de bienes ambientales, pasando por la determinación de daños en bienes colectivos, ello constituye la principal ventaja de la Metodología de Valoración Contingente, aunque simultáneamente la elaboración del ejercicio enfrenta una notable complejidad (Riera, 1994).

La metodología obtiene la información por medio de la pregunta directa, que es posible hacerla de varias formas (Azqueta, 1994): entrevistas personales, entrevistas telefónicas, encuestas por correo y experimentos en

laboratorio. En todas estas formas de abordar al entrevistado se realiza la pregunta sobre su disponibilidad a pagar bajo diferentes formatos, es decir, hay cierta flexibilidad para mejorar la captura de información por medio de la forma de preguntar. Entre los formatos hasta ahora desarrollados se encuentran: abierto, subasta, múltiple, binario e iterativo. A su vez, los formatos pueden estar limitados por el medio en que se realiza la recolección de la información.

Para la presente investigación se utilizaron dos formatos:

- a) *formato binario o referéndum*, donde se pregunta al entrevistado si está dispuesto a pagar por un cambio en el bien ambiental, un monto preestablecido, a lo cual contesta sí o no;
- b) *subasta*, al entrevistado se le plantea la pregunta si está dispuesto a pagar una determinada cantidad de dinero por un cambio en el bien ambiental, si la respuesta es positiva indica que la disponibilidad a pagar es igual o mayor que la suma especificada, por lo tanto, se incrementa la suma y se vuelve a preguntar hasta obtener una respuesta negativa. En este proceso se estaría generando la máxima disposición a pagar por el cambio en el bien ambiental.

El formato referéndum, si bien presenta ventajas, muestra un problema reiterativo de predicción de disponibilidad a pagar que toma valores negativos (McConnell, 1995, citado por Bullón, 1996). Éste surge en parte debido a la función de utilidad lineal y el supuesto de error aditivo, entonces, un método de tratamiento alternativo es especificar una función no lineal y un término de error multiplicativo. Otra solución es usar métodos no paramétricos como los sugeridos por Barreiro Hurlé *et al.* (1997), ya que usan mínimas suposiciones acerca de las preferencias y la distribución de los elementos aleatorios.

## Modelo Econométrico

Retomando la base que sustenta la Metodología de Valoración Contingente, desde una perspectiva económica en el sentido que la respuesta de los entrevistados constituye una maximización de su utilidad, Hanemann and Kanninen (1996) plantean dos elementos importantes que configuran los fundamentos económicos que soportan el modelo:

1. La función de utilidad de los individuos está definida para los dos tipos de bienes: de mercado y no mercado, que se encuentran configurados por cantidades, precios y otros atributos que encuentran en ellos.

2. El otro componente de la función de utilidad indirecta es el elemento estocástico o determinístico, que representa la aleatoriedad y constituye el Modelo de *Maximización de la Utilidad Aleatoria (RUM)*. Se asume que los individuos conocen sus preferencias con certidumbre, pero no toman en consideración el elemento estocástico, el cual contiene algunos aspectos que no son observables para el investigador y son tratados como ‘aleatorios’.

El formato referéndum<sup>1</sup> produce respuestas de parte de los entrevistados de forma SÍ/NO como una medida monetaria, para lo cual es necesario emplear algunos modelos teóricos de utilidad por medio de elección. Este escenario de elección es mucho más cercano al real: existe un conjunto de bienes y precios disponibles para todos los individuos, de la escogencia de ambos grupos se configura la canasta de bienes que satisface el nivel de utilidad sujeto a la restricción presupuestaria. A continuación se desarrolla el modelo básico utilizado.

Sean:

$U$ : función de utilidad del individuo (no observable).

$M$ : ingreso monetario.

$X$ : matriz de variables socioeconómicas.

$V$ : función de utilidad determinística (observable).

$T$ : precio por el cambio ambiental.

$q$ : estatus del bien ambiental.

$\varepsilon$ : error aleatorio (no observable).

Dado un estado inicial del bien ambiental  $q$  denotado por  $q^0$ , al individuo se le plantea un cambio en la calidad del bien ambiental, pasando de  $q^0$  a  $q^1$  a un costo de  $T$  por año:

$\text{Si } T > 0$

$$U(M - T, q^1, X) - U(M, q^0, X) \geq 0 \quad (1)$$

<sup>1</sup> Adaptado de Freeman (1993) y Hanemann and Kanninen (1996).

Para el investigador  $U(\mathbf{x})$  no es observable pero  $V(\mathbf{x})$  sí lo es y contiene los mismos componentes de  $U$  que si son observables, y un elemento de error que es aleatorio o estocástico  $\varepsilon$ . Entonces:

$$U(M, q, X) = V(M, q, X) + \varepsilon(q)$$

Y la probabilidad de obtener una respuesta positiva (decir SÍ) de parte del entrevistado frente a un cambio en el bien ambiental, está dada por:

$$Prob(S) = Prob [V(M-T, q', X) + \varepsilon_1 > V(M, q^0, X) + \varepsilon_0]$$

y no de otra forma.

$\varepsilon_1$  es aleatorio y recoge los elementos no observables de la función de utilidad del individuo, además es una variable aleatoria independiente e idénticamente distribuida con una Función de Distribución Extrema Tipo I (Hanemann and Kanninen 1996), entonces, la probabilidad puede ser expresada:

$$Prob(S) = (1 + e^{\Delta V})^{-1} \quad (2)$$

Donde  $\Delta V = V^1 - V^0$ . En el caso que la respuesta del entrevistado sea negativa al cambio ambiental (decir NO), la probabilidad se expresa:

$$Prob(N) = (1 + e^{\Delta V})^{-1} \quad (3)$$

Entonces, la disponibilidad a pagar (DAP) por el cambio ambiental  $q^1$  es aquella que el individuo acepta por el cambio, a costa de disminuir su nivel de ingreso. En otras palabras, esta función expresa el cambio en el nivel de utilidad ocasionado por la disminución del ingreso disponible compensado por el aumento en el bienestar al mejorar el bien ambiental. Esta función es conocida como Variación Compensada y es una forma de medir el bienestar:

$$U(M-DAP, q^1, X) = U(M, q^0, X)$$

y

$$V(M-DAP, q^1, X) + \varepsilon_1 - \varepsilon_0 = V(M, q^0, X)$$

Esta última se encuentra en términos de la función de utilidad observable y es una variable aleatoria debido al error estocástico incluido, adicionalmente es una función acumulativa de densidad (c.d.f.)<sup>2</sup> denotada como

---

2 Para mayor detalle consultar Greene, capítulo 19 (1997).

$F(T)$ . El valor esperado de la variable  $DAP$  se fundamenta en c.d.f. como se escribe a continuación:

$$E(DAP) = \int_0^{\infty} [1 - F(T)] dT \quad (4)$$

Las respuestas que se obtienen en principio son positivas o negativas, por lo tanto la variable dependiente podrá tomar valores de 1 ó 0, es decir, es una variable cualitativa<sup>3</sup> que representa probabilidades. La ecuación (5) matricialmente representa estas respuestas, siendo  $Y_i$  la variable dependiente y el término de la derecha es el equivalente a la utilidad determinística<sup>4</sup>:

$$\begin{array}{l}
 Y_i = X_i \beta + \varepsilon_i \\
 \text{Si } \quad Y_i = 1 \\
 \quad \quad Y_i = 0
 \end{array}
 \quad \Longrightarrow \quad
 \begin{array}{l}
 i: 1, 2, \dots, N \\
 \left. \begin{array}{l} 1 - X_i \beta \\ - X_i \beta \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{valores que toma} \\ \text{la variable aleatoria} \end{array}
 \end{array}
 \quad (5)$$

Además:

$$E(\varepsilon_i) = 0 \quad \text{probabilidad } \varepsilon_i \left\{ \begin{array}{l} - X_i \beta \\ 1 - X_i \beta \end{array} \right.$$

Esta es la generalidad de los modelos, pero en realidad lo observable es la variable  $Y_i^*$ , llamada variable latente, la cual tiene la siguiente representación:

$$Y_i^* = X_i \beta + \varepsilon_i \quad (6)$$

Y toma los valores:

$$\begin{array}{ll}
 Y = 1 & \text{si } Y_i^* > 0 \\
 Y = 0 & \text{en otro caso}
 \end{array}
 \quad (7)$$

Relacionando (6) y (7) se obtiene en términos probabilísticos:

$$\begin{aligned}
 \text{Prob}(Y = 1) &= \text{Prob}(\varepsilon_i > -X_i \beta) \\
 &= 1 - F(-X_i \beta)
 \end{aligned}
 \quad (8)$$

Donde  $F(x)$  es la función de distribución acumulativa para  $\varepsilon$ . El valor observado es la realización de un proceso binomial y el tratamiento adecuado para obtener los coeficientes de regresión se dará por medio de la maximización de la función de verosimilitud:

3 Adaptación de Maddala (1983) y Greene (1997).

4 Un desarrollo más específico puede encontrarse en Ardila (1993).

$$L = \prod_{Y_i=0} F(-X\beta) \prod_{Y_i=1} (1 - F(-X\beta)) \quad (9)$$

La función de distribución que se asume para el comportamiento de  $\varepsilon$  determina el tratamiento econométrico, si se asume un comportamiento de la variable aleatoria como una distribución logística, entonces, la función será:

$$1 - F(-X\beta) = \frac{\exp(X\beta)}{1 + \exp(X\beta)} \quad (10)$$

Mientras que si adopta una distribución normal, asume  $\varepsilon_i$  es  $N(0, \sigma^2)$ , resulta el modelo probit:

$$F(-X_i\beta) = \int_{-\infty}^{-X_i\beta/\sigma} (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp(-t^2/2) dt \quad (11)$$

Retomando (1) y (2), tenemos que si  $T > 0$ ,

$$V(M-T, q^1, X) + \varepsilon_i > V(M, q^0, X) + \varepsilon_0$$

$$V(M-T, q^1, X) - V(M, q^0, X) > \varepsilon_0 - \varepsilon_i$$

$$\Delta V = V(M-T, q^1, X) - V(M, q^0, X)$$

$$\eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_i$$

$$Prob(S) = Prob(\Delta V > \eta)$$

Volviendo a la expresión (5), el término  $X\beta$  es una generalización matricial que recoge el conjunto de variables socioeconómicas y sus respectivos coeficientes, incluyendo el término independiente como se muestra a continuación:

$$Y_i = \alpha + X_i\beta$$

Entonces, la variación en la utilidad del individuo expresada en coeficientes observados es:

$$\Delta V = \alpha - \beta T \quad (12)$$

De aquí es posible observar que a mayor  $T$ , se obtendrá menor  $\Delta V$ , o sea, que la probabilidad de decir sí será menor. Se tiene que:

$\alpha$ : cambio de utilidad por el cambio ambiental.

$\beta$ : utilidad marginal del ingreso (constante).

Si:  $\Delta V = 0$  el individuo sería indiferente al cambio ambiental

$$\Delta V = \alpha - \beta T = 0$$

$$\alpha = \beta T$$

$T^* = \alpha/\beta$  siendo  $T^*$  el nivel de pago que es indiferente al individuo frente al cambio ambiental.

Estos coeficientes nos determinarán la DAP final según las medidas de tendencia central que se utilizan y las formas funcionales adoptadas para modelos discretos.

## Caso de aplicación

En principio, de la investigación de valoración económica, se realizaron actividades orientadas a conocer el sitio y sus características físicas, posteriormente se hicieron talleres con personal técnico de instituciones en la zona para intercambiar opiniones sobre las funciones identificadas y luego este personal se convirtió en el apoyo de campo para coleccionar la información.

## Ubicación geográfica del humedal

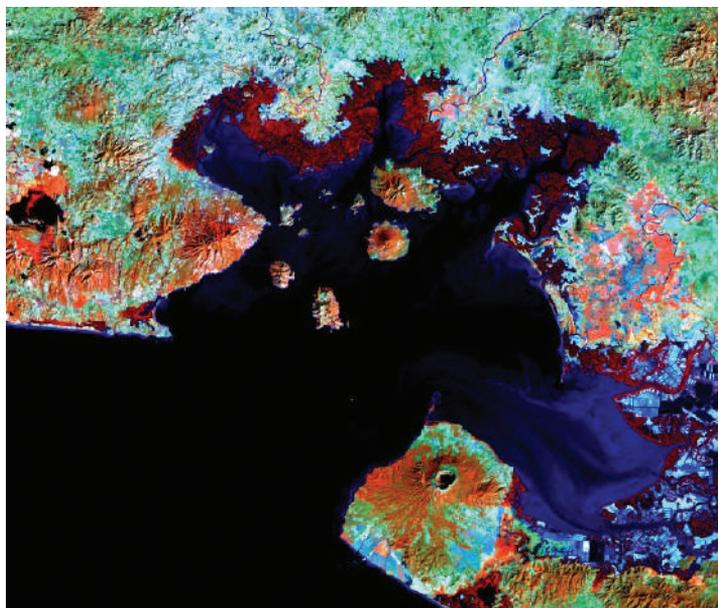
Barrancones (Imágenes 1 y 2) se localiza en las márgenes del río Goascorán, jurisdicción del municipio de Pasaquina, cantón Piedras Blancas, caserío Barrancones. Colinda al norte con el cantón Piedras Blancas, al sur con la Bahía de La Unión, al oriente con el río Goascorán y Honduras y al poniente con el manglar y las salineras (ver Imagen 3).

**Imagen 1. Golfo de Fonseca**



Fuente: SIA, MARN.

**Imagen 2. Ubicación de Barrancones**



Fuente: SIA, MARN.

**Imagen 3. Ubicación geográfica**

Fuente: SIA, MARN.

### Actividad económica predominante

Una de las principales actividades económicas de los habitantes es la pesca, la cual se desarrolla durante todo el año, mientras que existen otras actividades como las salineras y camaroneras y mínimamente la ganadería de forma complementaria. Las salineras funcionan sólo en los meses de verano y la obtención de sal es a través de evaporación por la acción solar. Las camaroneras son tecnificadas y se cultiva sobre todo el camarón jumbo, esta actividad se desarrolla durante la temporada de lluvia.

### Servicios básicos

La comunidad no posee servicio de agua potable. El agua para todos los usos proviene de las riberas del río Goascorán, la cual es purificada con cloro para el consumo humano. No existe servicio de alcantarillado, sin embargo, la mayoría de los pobladores poseen letrinas aboneras. En el caserío existe un 90% de cobertura de energía eléctrica y hay capacidad para cubrir el 100%. Los centros escolares son: el Centro Escolar de Barrancones que atiende de 1° a 6° grados y el Centro Escolar de Candelaria de 1° a 9° grados. Los servicios de salud son prestados a través de una promotora de salud

del caserío de Candelaria, la Unidad de Salud más cercana es la del caserío Piedras Blancas. No existe servicio de telefonía fijo, únicamente hay acceso a través de la red celular. No hay servicio de recolección de desechos sólidos, en su mayoría los queman a cielo abierto o los entierran.

### **Efectos estacionales**

La temporada de lluvia tiene un efecto adverso sobre la calidad de vida de los pobladores de Barrancones. La zona se inunda completamente al desbordarse el río Goascorán, el acceso al caserío prácticamente se cierra y la única vía de acceso es por medio de lanchas movilizadas en el humedal hasta salir a la Bahía.

### **Características del humedal**

El humedal situado en Barrancones se clasifica como un sistema estuarino (Bravo y Windevoxhel, 1997), el cual se define como aquel que incluye hábitats de aguas profundas y tierras adyacentes con influencia de mareas, a menudo semiencerradas por tierra, parcialmente obstruida o esporádicamente accesible al océano, donde el agua oceánica es diluida por agua dulce que corre desde tierra adentro. Existe la presencia de vegetación hidrófila, en su mayoría mangle, botoncillo (*Conocarpus erecta*), madresal (*Avicennia germinans*) y otras especies típicas de estos ecosistemas. Se estima que existe un 70% de cobertura vegetal constituida por mangle. Las principales especies animales extraídas del humedal son: robalo (*Centropomus spp*), pargo (*Lutjanus spp*), bagre (*Bagre spp*), chacalín y a veces camarón de agua dulce. Se ha identificado por lo menos una especie que está desapareciendo del humedal Barrancones, que es el cangrejo o canecho (puncho).

### **Servicios del humedal**

A continuación se identifican los usos existentes en el humedal Barrancones, se diferencian los usos directos, indirectos y de no uso. El Cuadro 1 muestra los resultados de las mesas de trabajo del *II Taller de Capacitación de Valoración Económica*, desarrollado conjuntamente con técnicos de instituciones que trabajan en el departamento de La Unión, que se contrastaron con las opiniones de técnicos del MARN.

**Cuadro 1. Identificación de diferentes usos existentes en el humedal Barrancones**

Valores económicos/funciones	directos	indirectos	de no uso
Pesca	* x		
Marino-costeros	* x		
Salineras	* x		
Leña	* x		
Transporte acuático	* x priv.	x ind.	
Abastecimiento de agua	*	x	
Recreación/turismo			x
Explotación/flora y fauna silvestres	* x		
Control/crecidas		* x	
Control/inundaciones		* x	
Protección/tormentas		* x	
Estabilización de línea de costa		* x	
Recarga de acuíferos		x	
Mantenimiento de la calidad de agua		x	
Estabilización de microclima		* x	
Retención/nutrientes/sedimentos		* x	
Biodiversidad	x	x	*
Singularidad/patrimonio cultural		x	
Transporte terrestre	x		

Nota: Adaptado de Barbier (1997).

Leyenda: \*: Identificado previamente (visita de campo de MARN).

x: Identificado por las mesas de trabajo del *Taller de Capacitación en Valoración Económica*, realizado en La Unión (julio de 2001).

## Método de investigación

A la Metodología de Valoración Contingente se le añadieron elementos de las Metodologías de Investigación Social, con la finalidad de enriquecer los resultados, es decir, trascender del plano económico al social sin perder de vista los objetivos planteados para la presente investigación. Con esta mentalidad, se realizaron una serie de actividades que buscaban un acercamiento de los investigadores con el entorno del sitio objetivo, involucrando actores claves en este proceso, entre estas actividades están:

*Gira inicial de reconocimiento.* Esta gira proporcionó información muy importante sobre el uso de los recursos en el humedal, proximidad y densidad poblacional, vías de acceso, servicios con los que cuenta la comunidad, entre otros.

*II Taller de Capacitación de Valoración Económica.* Se desarrolló un taller que tuvo como finalidad proporcionar bases conceptuales sobre Metodologías de Valoración Económica, además de dar a conocer la investigación sobre Valoración Económica de los Humedales del Golfo de Fonseca y obtener la opinión técnica de los asistentes (personal técnico de instituciones en la zona) sobre los usos actuales y potenciales de los humedales de la zona.

*Delimitación del sitio de estudio.* El humedal Barrancones está situado en el Golfo de Fonseca, formado por la desembocadura del río Goascorán, es jurisdicción del cantón Piedras Blancas, municipio de Pasaquina, departamento de La Unión.

*Revisión de los instrumentos de investigación.* Se contó con la colaboración de técnicos de diferentes disciplinas, con el fin de validar los formatos de encuesta diseñados para la población del humedal Barrancones conjuntamente con personal técnico del MARN de la Oficina de La Unión.

*Grupos focales.* Se utilizó para la validación del instrumento la técnica de grupos focales, con el fin de familiarizar a los participantes con las temáticas ambientales y al mismo tiempo recoger información sobre montos de dinero de referencia.

*Levantamiento de encuestas.* Se realizó una reunión de capacitación con el equipo de colaboradores de campo, donde se les explicó la composición de la encuesta y la forma idónea para desarrollar la entrevista con las personas.

## Determinación del tamaño muestral

Se tomó como referencia el último censo disponible (V Censo de Población y IV de Vivienda, Tomo XIV) correspondiente al departamento de La Unión y fue confrontado con datos de la Alcaldía de Pasaquina, que se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Datos poblacionales**

Cantón	Nº de familias
San Felipe	300
Piedras Blancas	550
Total	850

Con esta información se llegó a un tamaño muestral de 159, con un 95% de confianza. Barrancones es el caserío más próximo al humedal, por lo

que el sistema de muestreo se hizo prácticamente censando a los habitantes que se encuentran en los márgenes más cercanos, dispersando las observaciones a medida que se alejaba del humedal.

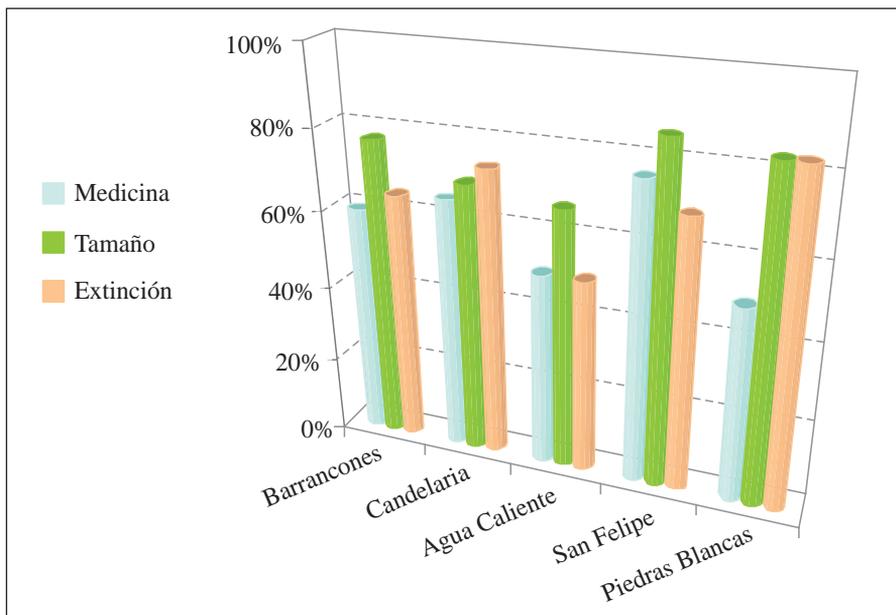
## Análisis de resultados

El análisis se dividió en estadístico y econométrico. El primero refleja las características sociales y económicas más relevantes de la población estudiada, así como recoge algunas percepciones sobre los recursos del humedal; en el segundo se establecen relaciones de dependencia entre variables que influyen en la probabilidad de aceptar o rechazar cambios en el bien ambiental, medida a través de la disponibilidad a colaborar.

**Cuadro 3. Recursos del humedal más importantes**

Recurso	Hombres	Mujeres	Total	%
Mangle	49	32	81	50,0%
Cangrejo	8	9	17	10,5%
Peces	17	14	31	19,1%
Agua	13	13	26	16,0%
Transporte	3	4	7	4,3%
Total	90	72	162	100%

Se seleccionaron cinco recursos como categorías que se consideraron representativas en el humedal y de fácil identificación por parte de los entrevistados, quienes los clasificaron desde el más importante en orden descendente. En el Cuadro 3 se muestran los resultados, tomando en cuenta únicamente la primera elección. Hay una marcada preferencia por el mangle, el cual obtuvo el 50% de frecuencias, le sigue en orden la categoría que representa los recursos pesqueros con 19,1% y el agua para consumo de los hogares en tercer lugar con un 16%. La categoría cangrejo representa la fauna propia del humedal como casco de burro, curiles, etc. La categoría transporte representa el uso del humedal como medio de transporte.

**Gráfico 1. Conocimientos sobre el humedal**

En el Gráfico 1 se visualiza el conocimiento que tienen los entrevistados acerca de las plantas medicinales existentes en el humedal (medicina), obtuvo un 64,8% en promedio; la disminución de la fauna propia del humedal (tamaño) fue de un 77,2%; y sobre la extinción de especies animales o vegetales del humedal el promedio fue de un 68,5%.

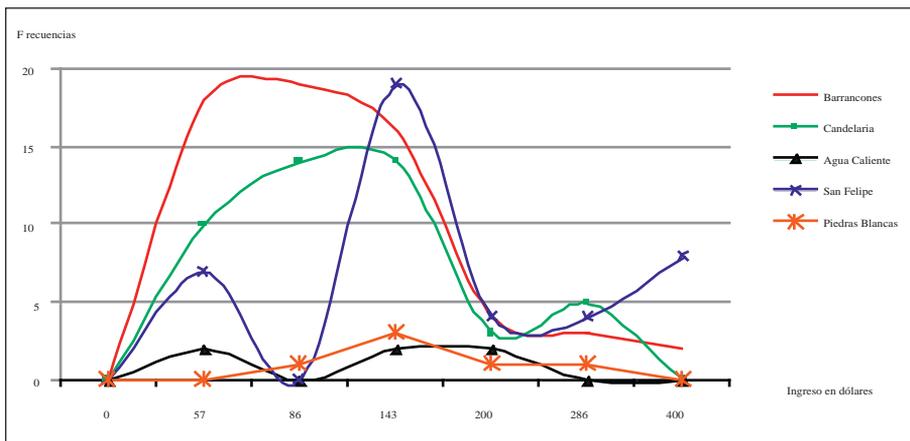
En términos generales, los entrevistados asignaron una gran importancia al humedal y sus recursos. Este aspecto adquiere una considerable relevancia, sobre todo cuando posteriormente se contrasta con las preguntas sobre disponibilidad a pagar o a colaborar en términos de mejorar las condiciones en que se encuentran los recursos del humedal.

Un aspecto importante es mostrar la relación de dependencia entre los habitantes y sus respectivas actividades económicas y los recursos provenientes del humedal. En el Cuadro 4 se encuentran los caseríos del área de influencia, ordenados del sitio más cercano al más alejado del humedal (ordenamiento de columnas, de izquierda a derecha), donde se muestra la principal actividad económica.

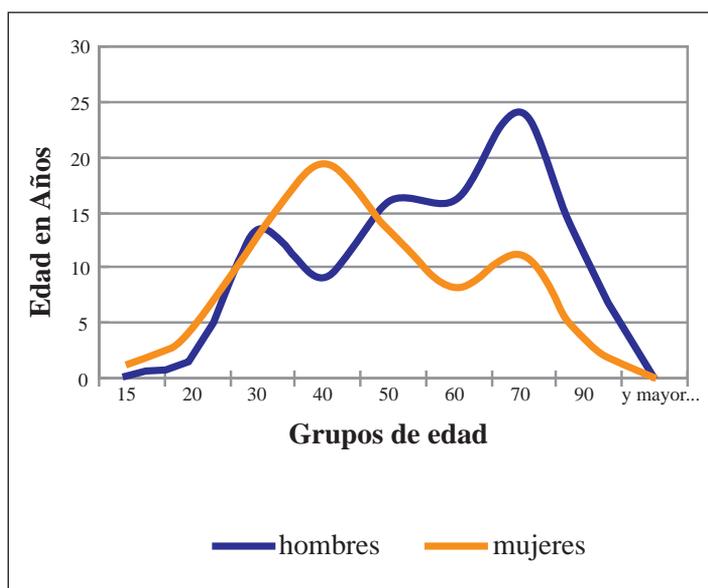
**Cuadro 4. Actividad económica principal según caserío**

Actividad económica	Barrancones	Candelaria	Agua Caliente	San Felipe	Piedras Blancas	Total
Pesca	28	1	1	2	-	32
Salinera	4	4	-	1	-	9
Comercio de pesca	3	1	-	-	-	4
Agricultura	12	25	3	27	2	69
Otra	15	15	2	12	4	48
Total	62	46	6	42	6	162

El caserío Barrancones es el sitio inmediato al humedal, las estadísticas muestran una clara dependencia de la pesca como la principal actividad económica de los habitantes, y es visible la disminución a medida que se aleja del humedal.

**Gráfico 2. Ingreso mensual familiar**

Respecto al ingreso familiar, las frecuencias se concentraron considerablemente por debajo de los \$200 (Gráfico 2) y acumula el 77,2% de las observaciones desde los \$57 a los \$143. Este agrupamiento ocasionado por la concentración de datos denota que la muestra no está distribuida normalmente, lo cual tiene consecuencias en términos econométricos que más adelante se abordarán. Una característica de las familias del sector oriental del país es tener parientes en el extranjero (en su mayoría en Estados Unidos), quienes envían ayuda económica (remesas) para aliviar la situación de los hogares, el 39,5% de familias las reciben mensualmente, y si bien no constituye mayoría en términos cualitativos es una ayuda considerable a los hogares receptores.

**Gráfico 3. Distribución por edad y sexo**

Del total de entrevistados, 90 de ellos (55,6%) son hombres y complementariamente 72 mujeres (44,4%). Las edades promedio se situaron en 52,7 años para los hombres y 43,2 para las mujeres. En el Gráfico 3 se muestra la distribución de frecuencias de las edades de los entrevistados agrupadas por sexo y según rangos de edades. Los datos muestran diferencias distribucionales para cada una de las series, visualizándose mayor juventud en la población femenina.

**Cuadro 5. Nivel educativo de los entrevistados**

Nivel educativo	Hombres	Mujeres	Total	%
Ninguno	50	35	85	52,5%
Primaria	31	34	65	40,1%
Bachillerato	4	3	7	4,3%
Técnico	2	-	2	1,2%
Otro	2	-	2	1,2%
Universidad	1	-	1	0,6%
Total	90	72	162	100%

El Cuadro 5 muestra la distribución entre las categorías de educación. El 52,2% de los entrevistados no sabe leer ni escribir, tampoco ha tenido acceso a escolaridad. De esta categoría el 55,5% corresponde al sexo masculino y el 48,6% al femenino. En segundo lugar están aquellas personas que han cursado la *primaria* (1° a 6° grados) con un total de 40,1% de casos, siendo el 34,4% para hombres y el 47,2% para mujeres.

El abastecimiento de agua de pozo es la única forma de acceder al líquido en el caserío de Agua Caliente y la predominante en San Felipe con el 85,7%, además es la segunda fuente de abastecimiento en Barrancones (16,1%), Candelaria (23,9%), aunque en estos últimos el agua extraída en muchos casos presenta salinidad, y en el caserío Piedras Blancas el 33,3%. En este último hay una diferencia considerable con el resto de caseríos y es el único caso donde existe abastecimiento por cantareras (50%), entre todos los investigados.

En cuanto al uso de algunos bienes extraídos del humedal, se tiene el empleo de leña (87,1%), aunque también se utiliza gas propano (11,3%). Los entrevistados en la muestra correspondiente a Candelaria y Agua Caliente coincidieron en la utilización de leña únicamente. Los caseríos de San Felipe y Piedras Blancas combinaron la utilización de leña y gas propano, siendo para San Felipe un mayor peso relativo en el uso de leña (83,3%) frente a Piedras Blancas (66,7%).

## Resultados econométricos

A partir del marco teórico que sustenta la Metodología de Valoración Contingente y tomando en cuenta la información generada en las encuestas, se estimó un conjunto de modelos, en algunos casos no fue posible obtener resultados consolidados, debido a algunas limitantes que más adelante se abordarán. De acuerdo con la información colectada en las encuestas, básicamente se tienen tres tipos de variables dependientes que trataban de medirse:

- a) las relacionadas con el manglar,
- b) las relaciones con especies propias de esteros y humedales,
- c) una aproximación al humedal como totalidad.

Estos tipos de variables dieron origen a un conjunto de información estrechamente vinculada con la Metodología de Valoración Contingente, que para esta investigación adoptó dos formatos: referéndum y subasta, que a su vez originaron dos variantes:

1. Aportes en dinero.
2. Aportes en trabajo.

Adicionalmente se tienen las ‘no respuestas’, es decir, la negativa a colaborar en cualquier forma. Estas respuestas también deben ser tomadas en cuenta en la muestra utilizada para la investigación, ya que constituyen una representación de la actitud de un segmento de la sociedad. La forma econométrica de manejar estas respuestas es censurar la variable dependiente, para lo cual la correcta especificación es el modelo Tobit<sup>5</sup>, sin embargo, sigue siendo vigente el marco teórico de modelización econométrica desarrollada previamente (ecuaciones de la 1 a 12).

Como se mencionó con anterioridad, la Metodología de Valoración Contingente puede adoptar diferentes formatos y para esta investigación, en particular, se utilizaron dos etapas para obtener las respuestas:

- I) Se preguntaba por la disposición a ayudar con respuestas *sí* ( $Y=1$ )/*no* ( $Y=0$ ). Si la respuesta es positiva el proceso continúa con la interrogante sobre el tipo de ayuda (en dinero o trabajo), determinando la cantidad inicial en el primer caso en colones por mes y en el segundo en número de días de trabajo al mes, dedicados para actividades de conservación.
- II) Una vez definida la cantidad inicial de dinero o trabajo, sigue la subasta hasta obtener una respuesta negativa, de esta forma se obtiene la máxima disposición a ayudar en términos monetarios o en días de trabajo por mes.

De la combinación de todos los tipos de respuesta dados por los entrevistados se derivan los modelos econométricos que se presentan a continuación. El listado de variables utilizadas en los modelos del 1 al 10 se detalla en el Cuadro 6.

---

5 Ver ampliación en Barreiro Hurlé *et al.*, 1997.

**Cuadro 6. Variables utilizadas**

Variable	Tipo	Definición
MGDIN	Dependiente Binaria	Disposición a colaborar económicamente para conservar el manglar. Toma el valor de 1 si está dispuesto a colaborar y 0 en otro caso.
SPCTRAB	Dependiente Binaria	Disposición a colaborar económicamente para conservar plantas y animales del humedal. Toma el valor de 1 si está dispuesto a colaborar y 0 en otro caso.
TOTDIN	Dependiente Binaria	Disposición a colaborar económicamente para un programa de conservación y recuperación del humedal. Toma el valor de 1 si está dispuesto a colaborar y 0 en otro caso.
DAPMG	Independiente	Disposición a pagar para conservar el manglar. Representa el monto de pago mensual por grupo familiar en colones.
YFAM1	Independiente Binaria	Ingreso mensual del grupo familiar. Toma el valor de 1 si los ingresos son menores a los €1.250,00 y 0 en otro caso.
REMESA	Independiente Binaria	Remesas provenientes del exterior. Toma el valor de 1 si el grupo familiar recibe con regularidad remesa y 0 en otro caso.
EDAD	Independiente	Edad de la persona entrevistada en años.
NPERS1	Independiente Binaria	Número de personas que componen el grupo familiar. Toma el valor de 1 si el grupo está conformado de 1 a 3 personas y 0 en otro caso.
PHSPC	Independiente	Precio hipotético en colones, equivalente al número de días al mes que el entrevistado está dispuesto a trabajar en la conservación de plantas y animales del humedal por el jornal diario.
CASERÍO	Independiente Categoría	Caserío en el que reside el entrevistado. Toma los valores de 1: Barrancones, 2: Candelaria, 3: Agua Caliente, 4: San Felipe y 5: Piedras Blancas.
SALINA	Independiente Binaria	La actividad económica principal es la salinera. Toma el valor de 1 si lo es y 0 en otro caso.
YFAM	Independiente	Ingreso mensual del grupo familiar en colones.
DAPTOT	Independiente	Disposición a pagar para conservar el manglar. Representa el monto de pago mensual por grupo familiar en colones.

A continuación se presentan los resultados econométricos según el tipo de respuesta, el número que aparece en la parte superior de la celda representa el coeficiente de la variable, el de la parte inferior en paréntesis es el valor  $\alpha$  correspondiente. Los resultados econométricos se obtuvieron con LIMDEP.

## A. Conservación del manglar

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de los modelos cuya variable dependiente es la disposición a colaborar en *conservación del manglar en dinero* (MGDIN). Entre los modelos con efecto ingreso (1, 2 y 3), el que muestra mejores resultados es el 2, y mejores resultados individuales o valor  $\chi^2$  simultáneamente arrojó la mayor cifra de DAP. De los modelos sin efecto ingreso (4 y 5), el modelo con mejores resultados fue el 5 según coeficiente de verosimilitud.

**Cuadro 7. Modelos Tobit para la conservación del manglar**

Variable dependiente	MGDIN				
Variable independiente	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Constante	-1,4578 (-4,71)	-1,4460 (-4,607)	-1,4007 (-4,58)	-1,2318 (-4,53)	-1,1883 (-4,34)
DAPMG	0,0306 (9,44)	0,0309 (9,38)	0,0309 (9,41)	0,0307 (9,34)	0,0311 (9,261)
YFAM1	0,3070 (1,74)	0,3357 (1,88)	0,2576 (1,47)	-	-
REMESA	0,2204 (1,58)	0,2527 (1,80)	-	-	-
EDAD	0,0089 (2,22)	0,0094 (2,30)	0,0100 (2,49)	0,0106 (2,61)	0,1146 (2,75)
NPERS1	0,2520 (1,81)	-	0,2808 (2,00)	0,2973 (2,10)	-
Log likelihood	-83,5871	-85,2279	-84,8471	-85,9791	-88,2042
DAP	\$2,32	\$2,32	\$2,32	\$2,33	\$2,32

Nota:  $z_{15\%} = 1,44$ ,  $z_{10\%} = 1,64$ ,  $z_{5\%} = 1,96$ .

Los signos de los coeficientes coinciden con los esperados. Los signos positivos establecen una relación en el mismo sentido con la MGDIN, entonces, a medida que aumenta la disponibilidad a pagar o precio hipotético en colonnes mensuales (DAPMG) y la edad, existirá mayor probabilidad que aumente la disposición a colaborar en la conservación del manglar con dinero. En el caso de las variables dicotómicas como el ingreso (YFAM1), se interpreta que en niveles bajos existe mayor probabilidad de colaborar, por otro lado, la presencia de remesas favorece la disposición de colaboración, al igual que si el grupo familiar es pequeño (NPERS1). La DAP se mantiene estable.

## B. Conservación de especies de flora y fauna propias de humedales

Según la información generada a partir de las encuestas, otro tipo de variables son las relacionadas con la *conservación de especies de flora y fauna* características de humedales. Se experimentaron otros modelos basados en la colaboración en forma de dinero, pero no fueron significativos, por lo que únicamente se muestran los que están asociados a colaborar con trabajo (SPCTRAB).

El Cuadro 8 muestra los resultados de colaboración *en trabajo*. Los modelos 6 y 7 toman en cuenta el efecto ingreso, aunque desde diferentes modalidades, en el modelo 6 se toma en cuenta el ingreso familiar solamente para niveles por debajo de \$143 (YFAM1); mientras que el modelo 7 toma todos los rangos de ingreso (YFAM), esto tiene implicaciones directas sobre la interpretación. La razón para tener modelos con perspectivas diferentes para la misma variable es que el coeficiente independiente (constante) no mostraba ser significativo, por lo tanto, a pesar de que el modelo 6 ofrece mejor coeficiente de verosimilitud, el modelo 7 es más significativo globalmente. Los signos obtenidos coinciden con los esperados, se sigue confirmando que en niveles bajos de ingreso familiar existe mayor probabilidad de colaborar en la conservación de especies, mientras que si el tamaño del grupo familiar (NPERS1) es pequeño (1 a 3 personas) se reducen las probabilidades de colaborar bajo la forma de trabajo.

**Cuadro 8. Modelos Tobit para la conservación de especies**

Variable dependiente	SPCTRAB		
	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
Variable independiente			
Constante	-0,8854 (-0,57)	0,3376 (2,11)	0,3441 (2,21)
PHSPC	0,0024 (6,19)	0,0023 (6,07)	0,0023 (5,82)
YFAM1	0,2791 (1,73)	-	-
CASERIO	-	-	-0,0995 (-1,86)
NPERS1	-0,4448 (-2,96)	-0,4514 (-2,99)	-0,3922 (-2,62)
SALINA	-0,5667 (-1,88)	-0,5785 (-1,91)	-0,5490 (-1,84)
YFAM	-	-0,0002 (-1,73)	-
Log likelihood	-137,3104	-137,2874	-137,0833
DAP	\$ 2,29	\$ 2,24	\$ 1,99

Nota:  $\tilde{\alpha}_{15\%} = 1.44$ ,  $\tilde{\alpha}_{10\%} = 1.64$ ,  $\tilde{\alpha}_{5\%} = 1.96$ .

### C. Programa de conservación total para el humedal

El otro tipo de variable generada a partir de la información de las encuestas es la relacionada con un eventual *programa de conservación total para el humedal*. Los únicos modelos significativos se muestran en el Cuadro 9 cuya variable dependiente manifiesta la disposición a colaborar en el programa de conservación total en forma de *dinero*; en ninguno de ellos fue posible establecer el ingreso como una variable explicatoria.

El modelo 9 presenta un cambio de signo de la variable CASERÍO comparado con modelos anteriores donde fue considerada. Las implicaciones de este cambio de signo son importantes, pues a medida que el caserío se encuentra más alejado del humedal aumenta la probabilidad de decisión de colaborar con el programa de conservación. Por otro lado, la variable EDAD resulta ser significativa en un 10% y el signo positivo indica que a medida que aumenta la edad de las personas existe mayor posibilidad que colaboren con el programa de conservación total. La DAP para los modelos 9 y 10 resultó por encima del nivel en que se ubicaron los demás modelos, lo cual

puede ser un indicio acerca de la percepción de los entrevistados, en el sentido que distinguen que un programa de conservación total incluye acciones más complejas que las encaminadas hacia un solo servicio ambiental.

**Cuadro 9. Modelos Tobit para programa de conservación total**

Variable dependiente	TOTDIN	
	Modelo 9	Modelo 10
Variable independiente		
Constante	-25,7608 (-4,80)	-21,9257 (-4,52)
DAPTOT	0,2887 (4,73)	0,3023 (4,85)
CASERÍO	1,9985 (2,04)	-
EDAD	0,1466 (1,91)	0,1613 (2,09)
Log likelihood	-226,6315	-228,7401
DAP	\$ 5,58	\$ 5,33

Nota:  $\tilde{\alpha}_{45\%} = 1.44$ ,  $\tilde{\alpha}_{40\%} = 1.64$ ,  $\tilde{\alpha}_{5\%} = 1.96$ .

### Las Respuestas negativas

Si bien es importante analizar los resultados econométricos por la disposición a pagar por mejoras en la calidad ambiental de los bienes y servicios del humedal, también debe reconocerse que hay un segmento de la población que no está dispuesta a colaborar de ninguna forma (dinero o trabajo). Las personas que contestaron NO a la pregunta sobre colaboración en forma de dinero o días de trabajo al mes para mejorar el manglar constituyeron el 15% de la muestra entrevistada; mientras que las respuestas negativas obtenidas en la pregunta por colaboración para la conservación de especies propias del humedal fueron el 19%; y las respuestas negativas correspondientes a la pregunta por colaboración para un programa de conservación total fueron el 18%.

Es primordial destacar un elemento de tipo transversal como el comportamiento de la variable ingreso frente a las demás variables. La distribución de las frecuencias mostró el agrupamiento u “homogeneidad” de los datos de ingreso familiar. Este hecho tiene implicaciones en el peso explicativo en los modelos, ya que el efecto de las variables explicatorias puede ser

arrastrado por el peso de una sola variable como el ingreso. Esto trató de ser aislado por medio del uso de variables cualitativas que segmentaron el bloque que concentraba las observaciones con mayores frecuencias.

Aparte de la significancia individual de las variables independientes (como el valor  $z$ ), existen medidas de *bondad de ajuste*, en las cuales se evalúa la capacidad explicativa que tiene el modelo en su conjunto, independientemente del tipo de datos que se tenga (series de tiempo, corte transversal o datos de panel). Entre las pruebas disponibles para variables dependientes cualitativas, como las de la presente investigación, está el coeficiente  $R^2$  de McFadden, el cual es una herramienta útil, se podrían construir otras pruebas (Greene, 1995), pero no es posible completar los parámetros necesarios, dado que requieren que se corran modelos truncados para la misma muestra, lo cual no es posible para la base de datos disponible en esta investigación por la escasa variabilidad. Es por eso que las recomendaciones de los expertos en el área de econometría cualitativa<sup>6</sup> se enfocan en centrar el análisis en significancias individuales cuando es posible y recurrir a la comparación de signos esperados con los resultantes.

## Disposición a pagar total

Para estimar la DAP total se selecciona el modelo que ha mostrado mejores parámetros, consistencia con el marco teórico y valor más conservador, luego se estima para la población total y en forma anual. A continuación se presentan los modelos seleccionados.

### A. Conservación del manglar

Se seleccionó el modelo 3, que expresa la DAP por conservación de mangle con forma de pago en dinero, el modelo con sus coeficientes es:

$$\text{Prob}(Si) = -1,4007 + 0,0309 \text{ DAPMG} + 0,2576 \text{ YFAM1} + 0,0100 \text{ EDAD} + 0,2808 \text{ NPERST}$$

La DAP correspondiente fue de \$2,32 (ver Cuadro 7) por grupo familiar, tomando en cuenta el tamaño de la población, la DAP total sería de \$1.968 por mes y el monto anual de \$23.617.

---

<sup>6</sup> Agradecimiento especial al Dr. Carlos Carcach. Curso *Revisión del Modelo de Regresión Lineal y Tratamiento Econométrico de Variables Cualitativas*, UCA, abril de 2.002.

## B. Conservación de especies

El modelo 7 representa la conservación de especies bajo la forma de aportes en trabajo:

$$\text{Prob}(Si) = 0,3376 + 0,0023 \text{ PHSPC} - 0,4514 \text{ NPERS1} - 0,5785 \text{ SALINA} - 0,0002 \text{ YFAM}$$

La DAP correspondiente es \$2,24 (ver Cuadro 8) por grupo familiar, la DAP total ascendería a \$1.907 por mes y anualmente a \$22.883.

## C. Programa de conservación total

El modelo 5 fue seleccionado para explicar el comportamiento de las personas y las variables que determinan su aporte en dinero para el programa de conservación total:

$$\text{Prob}(Si) = -21,9257 + 0,3023 \text{ DAPTOT} + 0,1613 \text{ EDAD}$$

La DAP correspondiente fue de \$5,33 (ver Cuadro 9) por familia, la DAP total sería de \$4.533 por mes y el monto anual de \$54.392.

Un punto relevante en esta investigación es el hecho que introduce como variable dependiente la colaboración para la conservación de recursos expresada en aportes de dinero y/o días de trabajo por mes, esta última como una variable proxy de aporte en dinero, lo cual abre la posibilidad a una mayor aceptación a colaborar. En el análisis estadístico se evidenció que el nivel promedio de ingresos de la población estudiada es bajo, por lo cual es de esperar que la disponibilidad a pagar por cambios ambientales favorables no sea muy alta, a pesar de la dependencia de los recursos del humedal. En este contexto, considerar que las personas aporten trabajo amplía las posibilidades de participación.

El hecho que estas disponibilidades a colaborar en días de trabajo por mes no hayan resultado en modelos econométricos concluyentes o en otro caso las DAP fueron negativas, no les resta crédito como opciones para explicar los comportamientos de los individuos entrevistados, por el contrario pone en el tapete la discusión de la modelización paramétrica frente a las alternativas que pueden plantear los modelos no paramétricos (Barreiro *et al.*, 1997). Esta discusión se deja para futuras ampliaciones a la presente investigación.

Una conclusión importante resulta de la comparación entre las DAP por el programa de conservación total y las otras DAP obtenidas por conservación

de mangle y especies. Si se comparan los valores encontrados para estas dos últimas aún sumadas, resultan en un valor inferior al del programa total. Esto es de relevancia desde la perspectiva de medición del bienestar, ya que se deduce que los entrevistados distinguieron entre los tres tipos de medidas y el tercero no es la suma de los primeros dos. Este problema de dimensionamiento del bien ambiental en la pregunta contingente es lo que se conoce como el *scope* y ha sido ampliamente discutido y desarrollado (Carson *et al.*, 1996).

## Conclusiones y recomendaciones

La valoración económica posibilita generar información sobre el valor económico que los recursos naturales representan para la sociedad. Este es el caso de la presente investigación, cuyo objetivo se enfocó hacia la aproximación del valor económico que producen los bienes y servicios del humedal Barrancones en la Bahía de La Unión, para la población usuaria del ecosistema. Para lograr esta aproximación se eligió la Metodología de Valoración Contingente muy utilizada, sobre todo porque permite medir valores de no uso que difícilmente se captarían con otras metodologías.

Los resultados evaluados en tres escenarios (conservación del manglar, conservación de especies y conservación total) fueron consistentes para los diferentes bienes y servicios evaluados, sobre todo para las aportaciones en dinero, aunque no todas las variables que se deseaban resultaron significativas para todos los modelos. En particular, a partir de la información previa se esperaba que la opción de aportar en días de trabajo proporcionara montos mayores que los de aportes de dinero, sin embargo, los primeros escasamente lograron significancia para un solo modelo econométrico, y es el relativo a la conservación de especies, sin resultados para el resto. Lo anterior plantea un reto, en el sentido de continuar trabajando este tipo de modelos.

La DAP resultante debe interpretarse en su contexto, los montos en dinero han sido calculados para un determinado grupo objetivo, en las dimensiones de tiempo y espacio, por lo cual predicciones más allá de los valores monetarios obtenidos no tienen ninguna validez, además, es necesario aclarar que los valores monetarios de ninguna manera implican pago por parte del grupo objetivo. Por otro lado, el valor económico que tiene el humedal para la población usuaria refleja la importancia que le asigna, es claro que comprenden el vínculo existente entre los recursos y sus medios de vida. A pesar de tener bajos ingresos, la disponibilidad a pagar constituye un porcentaje que no es despreciable respecto a sus ingresos familiares.

Un aspecto sumamente relevante para la toma de decisiones en la gestión ambiental lo constituye el hecho que más de la mitad de los entrevistados están dispuestos a aportar mensualmente en efectivo. Si bien el recaudo sería insuficiente para implementar algún programa de conservación, sí pone de manifiesto la disponibilidad de colaborar por mejorar las condiciones del ecosistema. En síntesis, se traduce como un signo de apropiación y concienciación sobre el estado de los recursos naturales.

Las cifras obtenidas de este estudio de valoración económica se restringen a la población aledaña, escapando de los alcances de esta investigación aquellos usuarios directos del humedal que no residen en la zona, como es el caso de las camaroneras y otros extractores de productos del manglar; asimismo, deja por fuera a todos aquellos usuarios indirectos que se benefician de los servicios ambientales que genera el humedal.

Si bien la Metodología de Valoración Contingente presenta muchas bondades, también tiene debilidades asociadas al método de extracción de información, sobre todo cuando se indagan aspectos económicos de los hogares, ya que los individuos adoptan comportamientos estratégicos, por lo cual los resultados deben ser tomados con cierta cautela. Precisamente, este riesgo llevó a tomar en cuenta elementos cualitativos propios de metodologías de investigación social, que permiten un mayor acercamiento a las formas de vida de los grupos sociales cualitativa y cuantitativamente, proporcionando información de mayor calidad que conlleva al diseño más adecuado de los instrumentos de investigación.

## Referencias bibliográficas

- Ardila, S. 1993. *Guía para la Utilización del Método de Valoración Contingente en la Evaluación de Proyectos*. Departamento de Análisis de Proyectos, División de Protección Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Azqueta, D. 1994. *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. McGraw-Hill. Madrid, España.
- Barbier, E. B., Acreman, M. C. y Knowler, D. 1997. *Valoración Económica de los Humedales - Guía para Decisores y Planificadores*. Oficina de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.
- Barreiro Hurlé, J., del Saz Salazar, S. y Pérez y Pérez, L. 1997. *Modelización no Paramétrica de Preguntas Dicotómicas en Valoración Contingente*.

- Bravo Chacón, J. y Windevoxhel Lora, N. J. 1997. *Manual para la identificación y Clasificación de Humedales en Costa Rica*. UICN/ORMA, MINAE y Embajada de los Países Bajos. San José, Costa Rica.
- Bullón, V. 1996. *Valoración Económica del Humedal La Florida por Servicios de Recreación, una Aplicación de los Métodos Costo de Viaje y Valoración Contingente*. Universidad de Los Andes, Colombia.
- Carson, R. *et al.* 1996. *Was the NOAA Panel Correct about Contingent Valuation?*. Resources for the Future, Discussion Paper N° 96-20.
- Censos Nacionales V de Población y IV de Vivienda 1992*, Tomo XIV, La Unión. Dirección General de Estadística y Censos, Ministerio de Economía, El Salvador.
- Freeman III, M. 1993. *The Measurement of Environmental and Resource Values, Theory and Methods*. Resources for the Future. Washington, D.C.
- Greene, W. H. 1995. *LIMDEP 7.0: User's Manual*. Econometric Software Inc. New York.
- Greene, W. H. (1997). *Econometric Analysis*. Third Edition. Prentice Hall, United States.
- Hanemann, W. M. and Kanninen, B. 1996. *The Statistical Analysis of Discrete-Response CV Data*. Working Paper N° 798, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California at Berkeley.
- Riera, P. 1994. *Manual de Valoración Contingente*. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid.

**Pago por servicios ambientales (PSA) en cuencas  
cafetaleras: valorando económica y ecológicamente la  
dinámica e integralidad de los agroecosistemas.  
Costa Rica**

*Edmundo Castro\**

---

\* Candidato a Doctor de la Universidad de La Salle en Sostenibilidad Ecosistémica Integral; Ingeniero Agrónomo con una Maestría en Economía Agrícola y de Recursos Naturales con Énfasis en Preparación y Evaluación de Proyectos con Internalización del Valor Económico de los Recursos Naturales.

Investigador independiente de CRESSE; también se ha desempeñado como coordinador investigador de proyectos en Coopeagri-C.R. y como profesor e investigador para proyectos de la UNA, MINAE, Universidad de Gothemburg, Suecia, WAU.

Cuenta con propuestas e investigaciones en varios modelos económicos e institucionales para el pago de servicios ambientales en Tegucigalpa, Honduras y Costa Rica; planes de desarrollo para el CICAFOC, PROFELIS, entre otros.

Profesor destacado del Instituto Agropecuario Costarricense, de la Universidad Nacional de Costa Rica, del INBIO, de la Universidad EARTH.

Publicaciones en temas de Cuencas Hidrográficas y Degradación del Golfo de Nicoya, Políticas Agrarias, adicionalmente publicaciones varias para el CINPE/UNA, ANDA, MAG.



*Las tecnologías agroecológicas integradas orgánicas en el cultivo del café se asocian con beneficios ambientales y sociales en cuencas cafetaleras, por lo que pueden optar por el pago de los servicios ambientales. El pago por los servicios ambientales representa para el productor el valor de uso indirecto del suelo en sistemas de producción integradas y para la sociedad un mayor nivel de bienestar.*

## **Crisis actual del café y la opción del pago por servicios ambientales (PSA)**

A pesar de que los análisis convencionales de la situación mundial del café indican como problema principal la sobreoferta del grano, la realidad es que la situación responde a una crisis estructural de los mismos “modelos” tecnológicos, económicos y de mercadeo que han prevalecido durante las tres décadas anteriores en relación con la producción y comercialización del café (IICA-GTZ, 1992; Naciones Unidas, 2002).

La producción de café se ha orientado al uso de tecnologías petroquímicas de altos insumos, que inducen a los sistemas agrícolas a niveles marcados de dependencia y deterioro de su capacidad productiva, reduciendo paulatinamente su riqueza natural, contaminando el entorno social y disminuyendo el margen de ganancias netas.

La estructura de mercado que ha predominado para el caso del café se puede considerar de tipo neocolonial (CRESEE, 2002), concentrada en pocas transnacionales que controlan el 60% del mercado estadounidense y el 40% del mercado mundial<sup>1</sup> (Naciones Unidas, 2002). Se reporta que para el año 2000 la producción mundial de café llegó a 11.000 millones de libras de café tostado, lo que representó un comercio de US\$55.000 millones, de los cuales sólo US\$8.000 millones correspondieron a países productores (Naciones Unidas, 2002).

La crisis del café que actualmente enfrenta la región cafetalera latinoamericana se asocia con la sobreoferta y los precios bajos en el mercado internacional, lo que en consecuencia se manifiesta con pobreza y emigración (World Bank, 2003). Es probable que de mantenerse el escenario actual de precios, se desencadenen efectos migratorios acompañados con formas de uso del suelo con actividades económicas de usos alternativos,

---

<sup>1</sup> Transnacionales que dominan el comercio internacional del café: Procter and Gamble, Philip Morris, Sara Lee y Nestlé.

que podrían inducir a depreciación de agroecosistemas de ladera, según la tecnología empleada (World Bank, 2003; Scherr *et al.*, 1997).

La reducción de la dependencia de insumos externos es parte de la intencionalidad tecnológica que se describirá posteriormente (IICA-GTZ, 1992; Capra, 1998; Mejía, 1996), así como el aprovechamiento de las ventajas comparativas y competitivas de las cuencas cafetaleras del trópico para generar los mecanismos naturales de control biológico, autofertilización, reciclado de nutrientes, reducción de GEI, formación de materia orgánica, retención de humedad, prevención de desastres, mantenimiento de la oferta y calidad hídrica, entre otros beneficios socioambientales (Costanza *et al.*, 1998; PASOLAC, 2001; PRISMA, 2003), que justifican el proceso de cambio de la tecnología convencional (TC) a TAIIO.

Con el propósito de formular una propuesta de “modelo” tecnológico, económico e institucional para el cultivo en cuencas cafetaleras, fortalecido financieramente por medio del PSA, se desarrollará un esfuerzo consultivo y participativo con representantes de diversas instituciones cafetaleras, gremios de productores, políticos y técnicos, lo que permitirá recopilar información y conocer la percepción de las personas para establecer un sistema de PSA, incentivando el cultivo de café con TAIIO que responda a los intereses regionales de equidad social y ambiental.

El reto institucional del PSA en cuencas cafetaleras se fundamenta en la captura de ingresos desde los beneficiarios de los SA en las cuencas, para efectuar la inversión en la misma protección del recurso, ejerciendo un pago monetario o no monetario (en especie) como compensación por los beneficios integrales que ofrece la TAIIO en la oferta de SA. En algunos casos, sólo mantener las existencias de activos cafetaleros es suficiente; en otros casos, el reto podría ser la recuperación de áreas degradadas o se podría hacer un énfasis particular en la protección y mantenimiento de alguna área específica de las cuencas, de acuerdo con los planes de ordenamiento territorial y la capacidad de uso del suelo.

## Objetivo

Elaborar una propuesta de carácter tecnológico y económico que conduzca a la estabilidad ecológica, económica y social de los agroecosistemas cafetaleros de los países latinoamericanos productores, mediante el reconocimiento económico de los beneficios integrales de los SA provenientes del cultivo en las cuencas hidrográficas, respetando los principios de equidad social y ambiental.

## Metodología

La propuesta que aquí se presenta ha sido generada utilizando cuatro mecanismos de generación de información, los cuales son:

- Información secundaria.
- Reuniones consultivas con técnicos y productores.
- Visitas de comprobación en campo.
- Encuesta dirigida a representantes de instituciones del café y ministerios de agricultura de países involucrados.

### Información secundaria

Se realizó mediante la lectura y utilización de documentos desarrollados en la región en torno a las experiencias de investigación del PSA. Por otro lado, se utilizó literatura, información científica de revistas agroforestales y ambientales, así como información bajada de Internet, en relación con el comportamiento de los SA ante varias tipologías de bosques, cultivos agrícolas y, en especial, para el cultivo del café.

### Reuniones consultivas con técnicos y productores

Se desarrollaron 11 reuniones consultivas con técnicos, investigadores y promotores del PSA en Honduras, aplicando una guía que permitiera comparar criterios.

### Visitas de comprobación de campo

Se efectuaron giras de campo a diferentes zonas de Honduras para la identificación de tipologías de café, realizando comparaciones con tecnologías conocidas de altos insumos en Costa Rica. En las visitas de campo se pudo comprobar la situación actual de la crisis visualizando el estado de salud de los cafetales y la tecnología actual predominante.

La conversación con productores y las caminatas en los cafetales permitieron comprobar los beneficios de la sombra, en relación con la salud del cafetal, al compararlos con plantaciones al sol.

La información generada se describe a lo largo de esta propuesta, la cual toma muy en cuenta el criterio de los productores al considerarlos como los principales tomadores de decisiones, ya que la TAIIO parte del análisis del involucramiento del productor para su misma efectividad.

## Servicios ambientales del café agroecológico

Cuando el cultivo del café se mezcla con otros árboles y especies vegetales produce residuos, que constituyen la fuente principal de materia orgánica endógena, mejorando no sólo la productividad del cultivo, sino también el ambiente del entorno (Gómez, 1996).

Con base en lo anterior, un agroecosistema sanamente tecnificado, donde se simulen los ciclos biogeoquímicos de un bosque y se permita el enriquecimiento o mantenimiento de la estabilidad en el suelo, así como en la biomasa orgánica del cultivo (Gómez, 1996), se comportará como proveedor de SA.

## El café agroecológico y las cuencas

La importancia del cultivo del café en las laderas de cuencas hidrográficas por los beneficios integrales (sociales, ambientales y económicos) ha sido reconocida por Scherr *et al.* (1997). No obstante, la presencia del cultivo no garantiza la sostenibilidad de las laderas si no se acompaña de tecnologías y de instrumentos de política agraria tendientes a promover la equidad social y el ordenamiento territorial, sobre todo en áreas de recarga hídrica deseadas por la sociedad en beneficio de la calidad ambiental.

La presencia de bosques favorece la retención de aguas, ya que el sistema radicular permite mayor y mejor infiltración, evitando la presencia de picos de agua en épocas de lluvia y sequías prolongadas en época seca (Ander, 1991). En el Cuadro 1 se presenta el escenario de infiltración de tres tipos de cobertura: boscosa, pastos y sin cobertura vegetal (suelo “desnudo”), donde el bosque tiene mayor velocidad de infiltración promedio (68,92%) y, por ende, infiltra mayor volumen de agua al compararlo con suelos cubiertos por pasto (24,75%) y suelos sin cobertura (6,33%).

**Cuadro 1. Infiltración de agua en terrenos con diferentes coberturas**

Tiempo en minutos	Cobertura boscosa		Cobertura pasto		Suelo sin cobertura vegetal	
	cm <sup>3</sup>	%	cm <sup>3</sup>	%	cm <sup>3</sup>	%
5	60,00	69,52	21,00	24,33	5,30	6,14
10	119,00	67,70	45,80	26,05	11,00	6,26
30	360,00	68,90	127,00	24,31	35,50	6,79
60	715,00	69,55	250,00	24,32	63,00	6,13
Promedio		68,92		24,75		6,33

Fuente: Heuveldop *et al.*, 1986, en Suárez de Castro, 1980.

Considerando lo anterior se evidencia la necesidad de incentivar la caficultura hacia formas tecnológicas que tiendan a la arborización de los sistemas para potenciar la retención de agua y prevenir la erosión de suelos, entre otros SA.

## El modelo tecnológico

### La crítica a la tecnología convencional (TC) o de altos insumos

Los “modelos tecnológicos” para la producción de café en los países de Latinoamérica se han concentrado mayormente en la utilización de prácticas artificiales que han permitido la artificialización energética para maximizar la producción de las plantas seleccionadas genéticamente para aumentar los rendimientos. El material genético empleado ha sido el resultado de esfuerzos costosos, donde se han concentrado científicos para probar las mejores combinaciones entre las plantas (densidades, dosis de fertilizantes, herbicidas eficaces, control químico de plagas y enfermedades, entre otras) (IICA/GTZ, 1992; Mejías, 1996; Altieri, 1997; Castro y Ruben, 1998).

Si vemos la depreciación integral del sistema en términos de tiempo, se podría calcular una depreciación (agotamiento y degradación) equivalente al 4%/año; adicionalmente, al comprobar que menos del 30% del material energético aplicado como fertilizante ejerce la función deseada y que el 70% se lixivia y se volatiliza en el agua y en la atmósfera, respectivamente, entonces, por cada unidad de producto generado –además del costo de obtenerlo– también se están generando costos a la sociedad y al ambiente, los que se pueden percibir en la reducción de la calidad del agua, en la pobreza y en la pérdida progresiva de vitalidad de los sistemas productivos.

El aumento en la producción también incrementa los costos, tanto financieros como también sociales y ambientales, por causa de los efectos de las externalidades negativas de las prácticas tecnológicas. En las últimas décadas, los sistemas agrícolas cafetaleros que se han mantenido artificialmente tecnificados con “alta tecnología” son los que en la actualidad presentan la mayor crisis energética. Los grandes y medianos productores de café han optado por dejar abandonado su cultivo, o bien, con el mínimo mantenimiento, con la esperanza de que la situación mundial del café cambie.

## La artificialización energética y la estabilidad del sistema

La estabilidad de un sistema productivo puede lograrse de manera artificial o natural. La estabilidad artificial se ha visualizado predominantemente en el comportamiento químico del suelo. Un sistema artificializado de manera sintética se somete a un proceso de pérdida de productividad integral que lo hace cada vez más dependiente de la utilización de insumos agroquímicos.

Ese comportamiento se percibe en el Diagrama 1 en la línea descendente  $(fc)^2$ . La diferencia entre  $fc$  e  $Y$ , representada por  $B$ , es la pérdida de productividad del sistema en el tiempo; en otras palabras, representa la depreciación por agotamiento y degradación, no sólo en las propiedades físico-químicas del suelo, sino también en sus componentes biológicos, su diversidad y dinamismo natural.

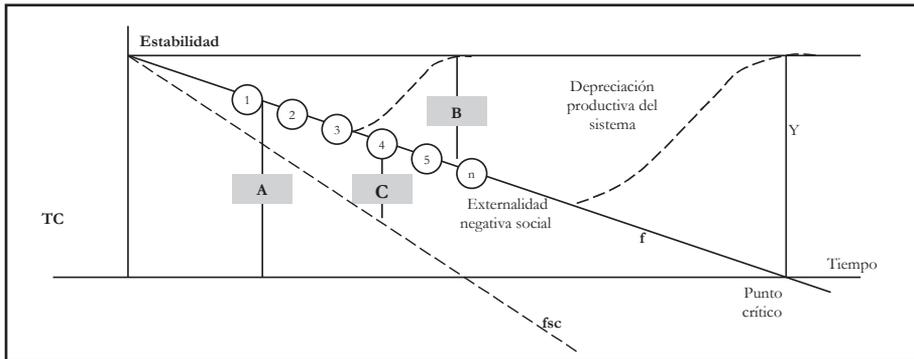
Marginalmente hablando y siguiendo la línea  $fc$  se percibe que por cada unidad producida en el tiempo, se va generando a la vez un desgaste en el sistema considerado como el “costo social ambiental” ( $B$ ), el cual se va acumulando y creciendo año con año hasta llegar al punto crítico, que es donde generalmente se presentan las cárcavas en las laderas o la contaminación completa del sistema, con pérdidas irrecuperables.

La parte inferior a la línea  $fc$ , representada con la línea vertical  $A$ , muestra los beneficios privados del productor, los cuales van cayendo con el tiempo a causa de la pérdida de la riqueza natural del sistema, haciendo cada día a éste más dependiente de insumos externos, dependencia que se mide por las intervenciones en la mecanización de suelos, necesidad de herbicidas, fertilizantes y fungicidas, entre otros.

---

2 Costo de oportunidad financiera de la agricultura convencional.

Diagrama 1. Depreciación de los sistemas agrícolas ante la TC



Notas:

- 1 Representa el deterioro en la estructura y textura del suelo.
- 2 Representa las alteraciones químicas, asociadas con las aplicaciones de agroquímicos.
- 3 Representa la pérdida de biodiversidad y de microorganismos, asociados con las aplicaciones de herbicidas, nematicidas e insecticidas, entre otros.
- 4 Representa la compactación del suelo y, por ende, el desplazamiento de oxígeno y su impermeabilidad.
- 5 Representa la pérdida de materia orgánica y de nutrientes.
- n Representa la repetición de lo anterior en cada período productivo.

La caída en la productividad del sistema tiende a mantenerse mediante la aplicación de fuentes energéticas artificiales de origen petroquímico, que generan las consecuencias mencionadas en los puntos 1, 2, 3, 4, 5 y n. De manera que el productor para mantener la línea de estabilidad productiva deberá aumentar año con año la aplicación de productos sintéticos, deteriorando cada vez más la capacidad natural del sistema. En este sentido, cuanto más se deteriora la capacidad natural del sistema, mayor es la cantidad de agroquímicos requeridos y, por lo tanto, los costos también aumentan.

Dichos insumos, además de afectar negativamente la productividad natural del sistema, generan una serie de externalidades negativas que afectan a la sociedad, como por ejemplo, la contaminación de las aguas, la eliminación de la misma biodiversidad, las reducciones en la capacidad de retención hídrica y los efectos en la salud por los agroquímicos que se infiltran en el mismo producto agrícola que sale del sistema hacia el mercado. Ese efecto está representado en la línea ( $fsc$ )<sup>3</sup> y corresponde a la medida vertical de la línea C. Si a la línea  $fc$  se le internaliza el efecto de la externalidad negativa

3 Costo de oportunidad social de la agricultura convencional.

C, se estaría reduciendo la distancia de la línea A, que corresponde al balance neto social del sistema.

### **La propuesta tecnológica TAIIO para el PSA en cafetales**

El manejo del suelo se fundamenta en la mínima labranza para mantener su estructura, aportando materiales orgánicos propios de la finca o de la misma broza extraída del cafetal con la producción anterior; se evita, hasta donde sea posible, el uso de fertilizantes químicos para dar paso a la reproducción de la biodiversidad microbiana en el sistema, para que digiera los materiales orgánicos y los transforme en suelo y liberar, de esta manera, los nutrientes que el cultivo va a necesitar. No permite la utilización de herbicidas, da paso a la regeneración de cobertura en el suelo con la presencia de plantas que mantengan entre los 10 y 15 cm de altura, favore el reciclado de nutrientes, mejora la permeabilidad del suelo, previene la erosión del suelo y mejora la retención de humedad, entre otros.

En el cultivo del café y en los árboles de sombra se recomienda la renovación de tejidos todos los años posteriores a la cosecha, utilizando el sistema de poda selectiva en el café y manejando la entrada de luz solar en la poda de la sombra. Esto permitirá la renovación del cultivo, ya que el café se produce en el tejido nuevo e incentiva la producción al permitir la entrada de rayos solares.

### **Distribución horizontal**

Los cafetales que ingresen a la TAIIO deben –hasta donde sea posible– mantener una distribución planificada horizontal (Diagrama 2) entre los árboles maderables, la sombra permanente, las musáceas y frutales y el cultivo como tal. Los maderables se prefiere distribuirlos en áreas de 6 x 12 metros entre árbol, iniciando desde la primera hilera; no obstante, donde se plante un árbol, éste estaría reemplazando una planta de café.

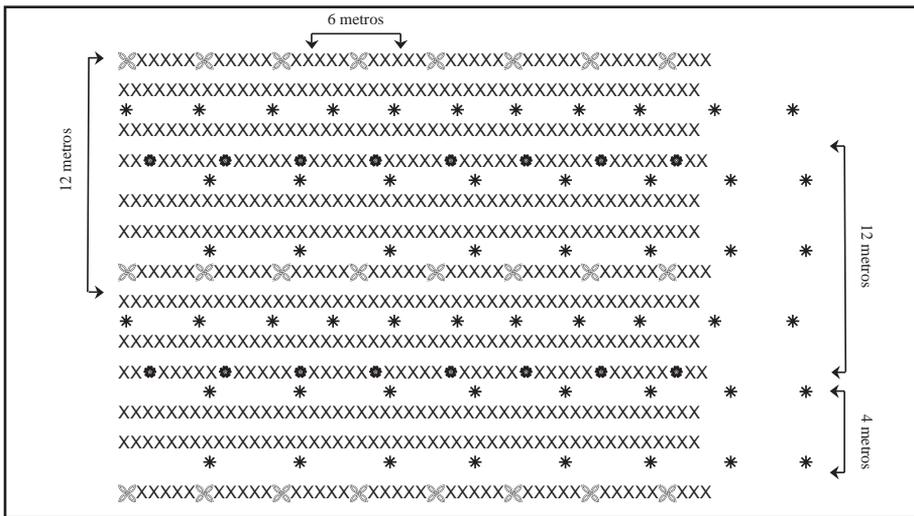
Para el caso de los árboles de sombra (ingas, poró, otros) se desea una distribución de 12 x 6 metros, de manera que cada árbol también reemplaza una planta de café. Conforme van creciendo los árboles maderables y la sombra, se debe ir realizando el manejo de tejidos en forma de podas, para mantener cerca de un porcentaje deseado de 60% de sombra.

En el caso de las musáceas, se prefiere establecerlas a una distancia de 4 x 4 metros, en áreas de renovación completa, las cuales irán desapareciendo conforme va creciendo la sombra. Para los maderables y la sombra permanente se recomienda establecerlos en las calles del café, sustituyendo la planta del cultivo por el árbol. No obstante, para el caso de las musáceas

como sombra temporal es recomendable ubicarlas en la entrecalle. En el siguiente diagrama se muestra la distribución en campo recomendada para el cultivo en áreas de cafetal que decidan reemplazarse por completo.

Es importante que las musáceas y otros frutales se mantengan inclusive en cafetales maduros, sólo que en densidades que oscilen entre 10 y 20 plantas por hectárea, para permitir niveles de seguridad alimentaria y alimentación para la biodiversidad. Para pequeños productores se acepta la presencia de raíces y tubérculos dentro de la misma plantación de café, en aquellos espacios que se mantenga entrada de luz, lo cual representa un apoyo importante en términos de seguridad alimentaria y, a su vez, reduce la dependencia externa.

**Diagrama 2. Distribución horizontal en campo recomendada para el cultivo agroecológico integrado orgánico en áreas que requieren reactivación completa**



Nota: *Reactivación de áreas cafetaleras que han sido abandonadas*

- X Árbol maderable y frutal (140/ha).
- \* Musácea (625/ha) (entrecalle).
- Árbol de sombra: ingas / poró (eritrinas), otros (140/ha).
- X Café de 5.000-5.500 pltas/ha.

*Asistencia técnica en plantaciones establecidas*

- X Árbol maderable y frutal (140/ha).
- \* Musácea (10-20/ha) (entrecalle).
- Árbol de sombra: ingas / poró (eritrinas), otros (140/ha).
- X Café de 5.000-5.500 pltas/ha.

Nota: Para el caso de cafetales establecidos se elimina el componente de musáceas, dejando entre 1 y 20 plantas/ha y el restante queda igual.

### Distribución vertical

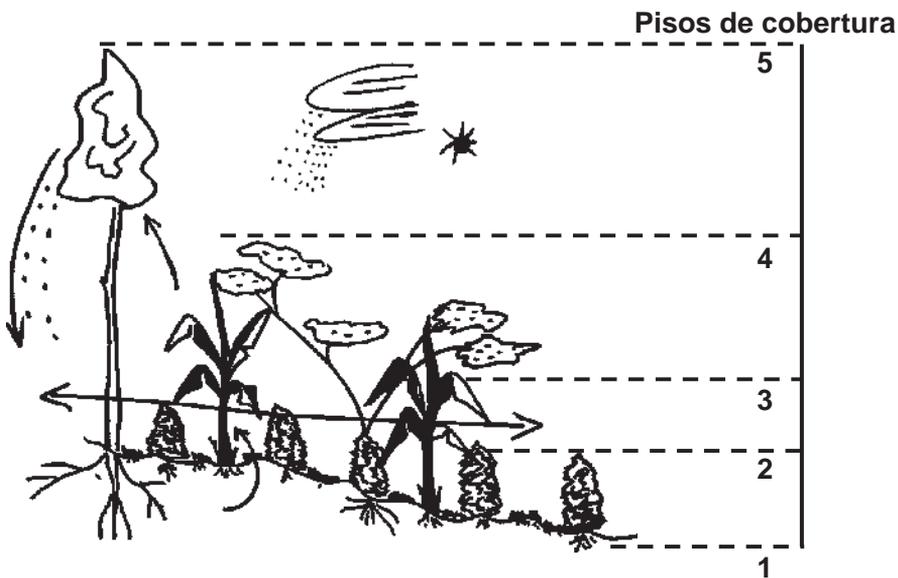
Verticalmente es necesario que el sistema mantenga un óptimo de cinco pisos. El primer piso está representado por la cobertura al suelo de plantas de porte bajo (10-15 cm de altura), mantenidas con una o dos chapias por año. Estas plantas, consideradas erróneamente malezas en los sistemas convencionales, permiten la extracción de oligoelementos, entre otros beneficios ecológicos.

El segundo piso está representado por el cultivo (1-2 metros de altura), el cual a través de las podas deberá permitir la ventilación del cafetal. El tercer piso está representado por las musáceas y otros frutales de porte bajo, sumamente importantes en áreas de renovación completa, debido a su rapidez en términos de tiempo para aportar la sombra.

El cuarto piso está representado por la sombra permanente (inga, poró, otros) que permita la incorporación de nitrógeno al suelo y, finalmente, los maderables que representan el quinto y último piso, tratando de mantener limpio el fuste, es decir, ejerciendo podas de ramas, para evitar la bifurcación de los árboles, dando preferencia a los fustes rectos y las ramas sobre el cuarto piso.

Esquemáticamente la distribución vertical se muestra en el Dibujo 1.

Dibujo 1. Presencia de cobertura en la TAI0



Un sistema arborizado e integrado permitirá la continua presencia de ciclos biogeoquímicos y el flujo horizontal de biodiversidad, lo que permitirá mantener la salud y estabilidad del agroecosistema.

### Tecnologías predominantes en el cultivo del café

Las tecnologías predominantes en el cultivo del café se pueden clasificar por “estabilidad ecológica” en grados I<sup>4</sup>, II<sup>5</sup>, III<sup>6</sup> y IV<sup>7</sup>, utilizando como variables de peso la presencia de sombra y la diversidad del sistema (Cuadro 3).

Por otro lado, en lo que respecta a tecnologías se encuentran cuatro categorías definidas como A, B, C y D, que parten desde el uso de altas tecnologías sintéticas, donde se artificializa el agroecosistema en un 100% con la utilización de petroquímicos, hasta la alta tecnología biológica, donde la intervención energética del hombre se fundamenta en el máximo aprovechamiento de la energía solar y la presencia de biodiversidad en el sistema, potenciando, de este modo, la generación de flujos ecológicos para su aprovechamiento social y económico en forma de SA (Cuadro 3).

Cada categoría tecnológica presenta, a su vez, cuatro atributos definidos en 1, 2, 3 y 4, que contienen variables agronómicas y sociales, de manera que las categorías tecnológicas y, en especial las de tipo biológico, muestren un sistema de manejo del cafetal, donde se evidencia la formación de materia orgánica y microorganismos, se potencie el control biológico y se dé preferencia a las zonas de recarga hídrica en las cuencas hidrográficas, respetando la capacidad de uso del suelo y los planes reguladores.

Las columnas A y B representadas con el I A, I B, II A, II B, III A, III B, IV A y IV B, son penalizadas por el predominio de tecnologías sintéticas sobre las naturales y, por ende, incapaces de generar beneficios netos positivos en términos de flujos de SA, de manera que cafetales considerados dentro de esos cuadrantes no merecen compensaciones en términos de PSA.

---

4 Se refiere a un cafetal que se encuentra en un rango entre los 0-25% de estabilidad ecológica, teniendo como marco de referencia una plantación agroecológica integrada orgánica madura, sin dependencia de insumos externos, según criterio agronómico.

5 Se refiere a un cafetal que se encuentra en un rango entre los 25-50% de estabilidad ecológica en relación con el criterio 1.

6 Se refiere a un cafetal que se encuentra en un rango entre los 50-75% de estabilidad ecológica en relación con el criterio 1.

7 Se refiere a un cafetal que se encuentra en un rango entre los 75-100% de estabilidad ecológica en relación con el criterio 1 y que, por lo tanto, se considera el escenario óptimo que maximiza el PSA.

Al comparar los cuadrantes de la matriz se puede mencionar que el cuadrante I A es el menos estable ecológicamente, ya que depende de las mayores tecnologías sintéticas, mientras que el cuadrante IV D representa la situación ideal de mayor estabilidad y biodiversidad con TAIO, donde se maximizan según criterio técnico los PSA.

Los datos que se muestran en la mitad derecha del Cuadro 2 representan los valores relativos de las TAIO y la estabilidad de los cafetales desde el punto de vista ecológico, por lo tanto, los cafetales que merecen PSA son los que generan un balance positivo a la sociedad en términos de SA que poseen valores relativos entre 1,25 y 9,0.

El cuadrante I C es el que se encuentra iniciando el proceso de estabilidad, ya que presenta estabilidad ecológica I y posee una tecnología C, donde predomina lo biológico sobre lo sintético. El cuadrante IV D es el que maximiza la oferta neta de SA, porque posee la máxima estabilidad ecológica y la mejor integralidad de sistemas agrícolas, por lo que representa el escenario máximo.

Los valores relativos se han calculado según la importancia de los cuatro atributos que caracterizan cada tecnología. Se ha asignado un valor no monetario de 0-100%, desagregado en los cuatro componentes correspondiendo al 25%, de manera individual. Esta es la razón por la que los valores van disminuyendo conforme se reduce la estabilidad entre B y C, la categoría entre D y A y los atributos socioagronómicos entre 4 y 1.

Según la matriz del Cuadro 2 los mayores valores de PSA se deben otorgar a los cuadrantes IV D y III D, seguidos por los II D y I D. Dentro de cada cuadrante también es posible diferenciar los cuatro atributos, de manera que en cada cuadrante hay cuatro subcuadrantes que sirven para ubicar en detalle los cafetales, de acuerdo con su estado actual y su evolución tecnológica.

Cuadro 2. Matriz de valores relativos biofísicos para sistemas de producción de café calificados para el PSA, según tecnologías agroecológicas integradas orgánicas y estabilidad de sistemas

(-) ESTABILIDAD (+)

(-) (+) TECNOLOGÍAS AGROECOLÓGICAS INTEGRADAS ORGÁNICAS (+)

Categorías Grados	A				B				C				D			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I	I: A				I: B				I: C				I: D			
	1,2				1,5				1,7				5,5			
	5				0				5				0			
	5,7				2,0				5,5				6,0			
II	II: A				II: B				II: C				II: D			
	2,2				2,5				2,7				6,2			
	5				0				5				0			
	6,7				3,0				6,5				7,0			
III	III: A				III: B				III: C				III: D			
	3,2				3,5				3,7				7,2			
	5				0				5				0			
	8,0				4,0				7,5				7,7			
IV	IV: A				IV: B				IV: C				IV: D			
	4,2				4,5				4,7				8,2			
	5				0				5				0			
	9,0				5,0				8,5				8,7			

Grados de estabilidad ecológica	Categorías	Atributos socioagronómicos
I = Monocultivo café (sin sombra)	A = Alta tecnología sintética	1 = Evidente sistema de manejo (tejidos, sombra, chapias)
II = Café + un tipo de sombra (hasta 20% sombra)	B = Predomina tecnología sintética sobre biológica (75–25%, respectivamente)	2 = Formación de materia orgánica y microorganismos
III = Café + sombra + maderables (hasta 40% sombra)	C = Predomina tecnología biológica sobre sintética (75–25%, respectivamente)	3 = Control biológico
IV = Café + sombra + maderables + otros (frutales) (hasta 60% sombra)	D = Alta tecnología biológica	4 = Ubicación en las zonas de recarga hídrica, respetando ordenamiento territorial y capacidad de uso

En la transición de la TC a la TAI0 es normal que el sistema aún contenga los efectos de las distorsiones ecológicas provocadas en las décadas pasadas, por lo que se evidenciará la presencia de enfermedades y plagas, las que se deberán manejar con prácticas culturales y de control biológico introducido, hasta que el mismo sistema genere los mecanismos naturales de autocontrol y autoorganización. Debe tenerse presente que la acción humana en el manejo de la energía solar, la ventilación y aireación del sistema, así como su nutrición, son fundamentales para acelerar el metabolismo de las plantas y, por ende, su producción.

## El sistema económico en la TAI0

El sistema económico para el sistema TAI0 en cafetales se fundamenta en la generación de beneficios dirigidos directamente al productor e indirectamente a la sociedad y a los usuarios de los SA en las cuencas cafetaleras. El modelo de producción se relaciona con las variables económicas que le generarán ingresos al productor por usos directos e indirectos en el corto, mediano y largo plazo.

Entre los usos directos se menciona primeramente y, en especial para el caso de pequeños y medianos productores de café, el ahorro que el sistema le genera en términos de alimentación básica de consumo semanal como aporte a la seguridad alimentaria. Este aporte se valora por el ahorro en términos económicos en caso de tener que comprar el producto externamente, a la vez va a ser considerado contablemente como la cuenta de corto plazo. La segunda forma de uso directo se muestra en el sistema con la variable de ingreso anual representada con la venta de café, ya sea

en cereza o grano oro, con la venta de leña y otros derivados del sistema, como es el caso de las frutas.

El uso indirecto del cafetal ingresa al sistema como la variable representada por los valores del conjunto de SA del sistema que serán compensados, ya sea en forma monetaria o en especie, dependiendo de las condiciones propias de cada país o región. Este monto estará representado por los beneficios a la sociedad y al ambiente que el sistema alternativo ofrece, en términos de eliminación de externalidades negativas como consecuencia de la estabilidad ecológica, así como por los ingresos financieros que deja de percibir el productor que se incorpora al sistema alternativo cuando se compara con la producción del sistema convencional.

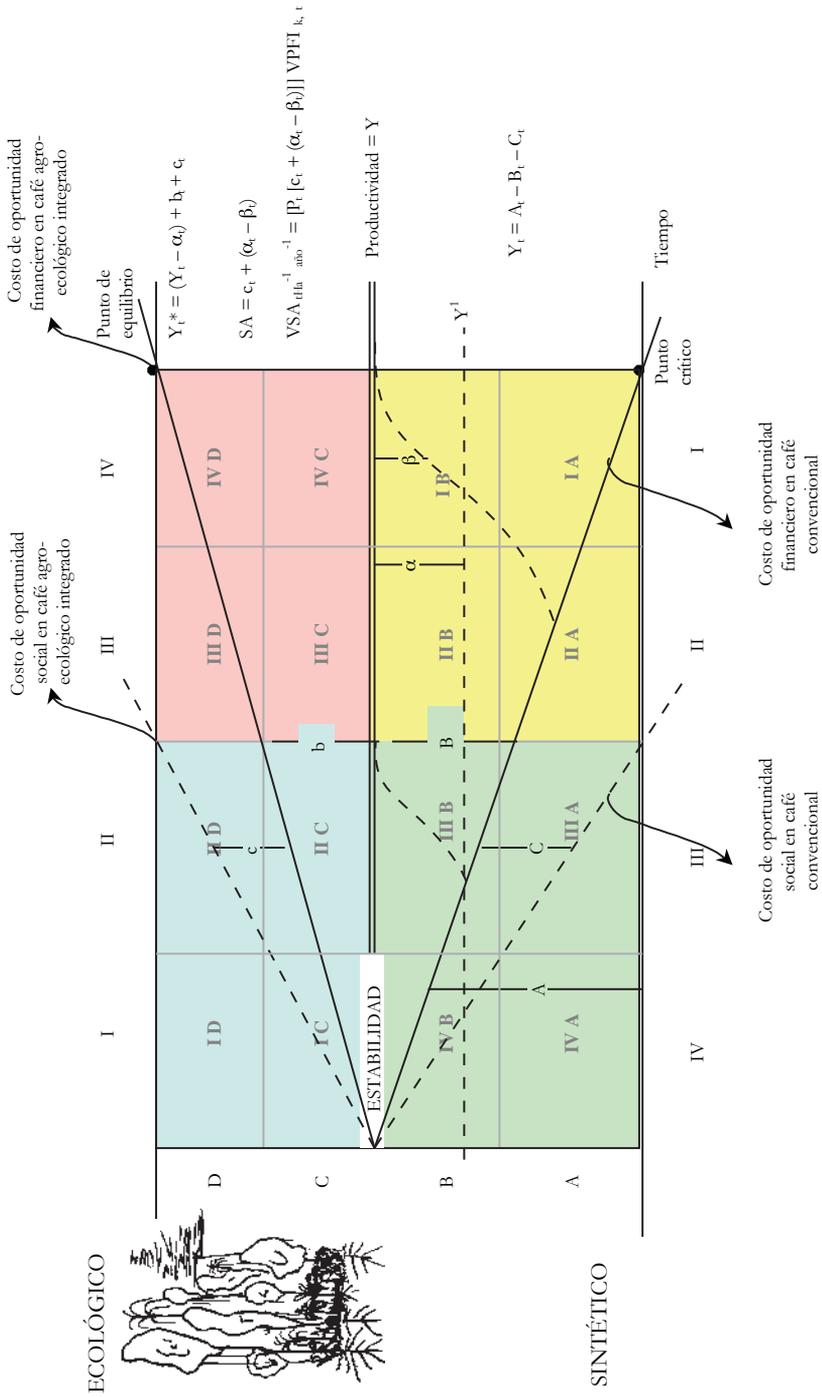
### **El beneficio social de la TAIO**

Los cuadrantes superiores correspondientes a la estabilidad ecológica D y C en el tiempo muestran la apreciación integral del sistema, lo que económicamente representa su plusvalía ambiental y su riqueza natural, lo cual aumenta las interacciones, reduciendo de forma paulatina los costos de producción año con año.

Para el caso de este valor se ha partido de los valores relativos tecnológicos para generar los coeficientes económicos, los cuales son efectos multiplicadores que permiten distribuir el VET de los SA para cada tipología de cafetal por hectárea por año.

En el Diagrama 3 se muestra el modelo económico completo para la comparación de las TC y las TAIO, las tendencias de cada una distribuidas en cuadrantes. Los cuadrantes superiores se asocian con los SA y los inferiores con externalidades negativas.

Diagrama 3. Estabilidad económica de los sistemas cafetaleros desde los puntos de vista sintético y ecológico, que muestran la depreciación y apreciación en el tiempo



**Cuadro 3. Matriz de coeficientes económicos para sistemas de producción de café calificados para el PSA, según tecnologías agroecológicas integradas orgánicas y estabilidad de sistemas**

Categorías Grados	TECNOLOGÍAS AGROECOLÓGICAS INTEGRADAS ORGÁNICAS (+)															
	A				B				C				D			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I	I: A				I: B				I: C				I: D			
									0,1 0,1 0,1 0,2				0,5 0,6 0,6 0,66			
									3 6 9 2				8 1 3 3			
II	II: A				II: B				II: C				II: D			
									0,2 0,2 0,3 0,3				0,6 0,7 0,7 0,77			
									5 7 0 3				9 2 5 5			
III	III: A				III: B				III: C				III: D			
									0,3 0,3 0,4 0,4				0,8 0,8 0,8 0,88			
									6 8 1 4				0 3 6 6			
IV	IV: A				IV: B				IV: C				IV: D			
									0,4 0,5 0,5 0,5				0,9 0,9 0,9 1,0			
									7 0 2 5				1 4 7 7			

Nota: La generación de coeficientes se realizó tomando los datos del Cuadro 1, utilizando el sistema más estable y con la máxima TAIQ, considerado como "sistema ideal" a partir del cual comparativamente se generaron estos valores, es decir,  $8,75/9,0 = 0,97$  y, así sucesivamente.

Grados de estabilidad ecológica	Categorías	Atributos socioagronómicos
I = Monocultivo café (sin sombra)	A = Alta tecnología sintética	1 = Evidente sistema de manejo (tejidos, sombra, chapías)
II = Café + un tipo de sombra (hasta 20% sombra)	B = Predomina tecnología sintética sobre biológica	2 = Formación de materia orgánica y microorganismos
III = Café + sombra + maderables (hasta 40% sombra)	C = Predomina tecnología biológica sobre sintética	3 = Control biológico
IV = Café + sombra + maderables + otros (frutales) (hasta 60% sombra)	D = Alta tecnología biológica	4 = Ubicación en las zonas de recarga hídrica, según ordenamiento territorial y capacidad de uso del suelo

### Valoración económica y ecológica de los SA en cafetales con TAI0

Si el objetivo de la sostenibilidad del sistema se concentra en la búsqueda de su estabilidad ecológica, el valor que se debe obtener debe fundamentarse en la contribución para alcanzarlo. De manera que los esfuerzos ecológicos y económicos del productor para cambiar de una TC a una TAI0 serán compensados financieramente por el ingreso neto por hectárea por año y, socialmente, por los beneficios ambientales del sistema alternativo a la sociedad.

Además, al representar un cambio de tipo tecnológico manteniendo la misma actividad productiva, se suman los costos sociales de las externalidades que produce el sistema convencional y que con el sistema alternativo se estarían evitando (Costanza *et al.*, 1998; Turner *et al.*, 1998, en *Ecological Economics*, Vol. 25, N° 1; Gittinger, 1984), es decir, el beneficio es doble, primero porque regresa la estabilidad ecológica al sistema, lo que beneficia financieramente al productor, y segundo porque al cambiar de tecnología no continúa el escenario anterior de generación de externalidades negativas, compensando a la sociedad con beneficios económicos por la oferta de los SA.

El productor en algunas ocasiones ve inicialmente sacrificado un porcentaje del ingreso bruto, no obstante, en términos de ingresos netos es probable que el sacrificio sea menor o positivo cuando se comparan financieramente sistemas convencionales de monocultivo con dependencia externa con sistemas arborizados sin dependencia externa, efecto que según la opinión de los productores agroecológicos se evidencia en el precio final de un quintal de café oro agroecológico orgánico.

Se mencionan datos superiores que fluctúan entre US\$100 y US\$140/quintal de café oro producido en sistema agroecológico orgánico, comparado

con US\$60 para cafés convencionales en el año 2002. En otras palabras, el cambio de convencional a agroecológico orgánico podría perfectamente permitirse con reducciones hasta de un 50% en los rendimientos, con ingresos netos superiores por la disminución en los insumos. No obstante, se debe tener claro que el nicho de mercado para café orgánico es muy limitado y podría ser una inversión no compensada por quienes dominan el mercado mundial, los cuales han demostrado que les interesan los cafés baratos.

La mayor calidad del café en condiciones de sombra y de salud ecológica se compensa con mejores precios en el mercado. A pesar de que el mercado de productos orgánicos y ecológicos muestra una tendencia creciente mundial cercana a un 20% en los Estados Unidos, éste representa un nicho pequeño, equivalente al 0,5% del mercado mundial del café (Panayotou, 2001).

La comparación económica altamente tecnificada (convencional) con un cafetal agroecológico orgánico radica en la medición del costo de oportunidad social neto, lo cual representa la estabilidad ecológica del sistema y la internalización de los beneficios sociales y ambientales de éste.

Por tratarse de formas de uso del suelo donde no hay reemplazo de la actividad, sino interés de política económica por sustituir tecnologías contaminantes por tecnologías sanas, el costo de oportunidad del manejo del agroecosistema representa el punto de partida del análisis. No obstante, como se muestra en el Diagrama 3, la línea descendiente del costo de oportunidad financiero del sistema convencional representa el punto de partida que una vez internalizado el valor de las externalidades, permite el cálculo del costo de oportunidad social, el cual es negativo para el caso convencional y positivo para el manejo agroecológico integrado orgánico.

Sin embargo, en el cálculo del valor de los SA sólo se debe tomar en cuenta el valor económico del aporte en términos de beneficios del sistema agroecológico a la sociedad y el monto equivalente a la reducción en la producción del sistema al compararlo con el convencional, lo cual representa el sacrificio del productor en términos de rendimientos.

Para el cálculo de los beneficios sociales del sistema agroecológico se ha utilizado el método del costo de reemplazo, partiendo del supuesto de que el costo del daño social en el período  $t$  es equivalente a la inversión ambiental requerida por el sistema en búsqueda de la estabilidad ecológica, con lo que se le regresará a la sociedad el bienestar que pierde si mantiene el sistema convencional y para el cálculo del valor del sacrificio de un sistema al otro con reducciones en la producción se ha utilizado el método de precio de mercado por lo que deja de percibir el productor en términos de ingresos netos en el período  $t$  (Naciones Unidas, 1994).

**Cuadro 4. Escenario comparativo de PSA entre un sistema de producción convencional de café y un sistema agroecológico integrado orgánico<sup>8</sup> (ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)**

Indicador	Sistema convencional (10 años) Categoría II A		Sistema agroecológico integrado orgánico Categoría III D	
	Criterio	Estimación	Criterio	Estimación
Rendimiento (fan/ha)		30		20
Precio al productor (US\$/qq)		60		60
Costos (US\$/ha/año)		1440		960
Ingresos (US\$/ha/año)		1800		1.200
Ingresos netos (US\$/ha/año)		360		240
	Depreciación ecológica del agroecosistema en el año 10 (US\$), utilizando un 4% de depreciación anual, según criterios técnicos: $(VPFI_{t,n,r}) = 1 / (1 + r)^t / (1 + 0,04)^t$ <b>= 0,96</b>	-14	Apreciación ecológica del agroecosistema en el año 10 (US\$), utilizando un 10% de capitalización ecológica, según criterios técnicos $(VFFI) = (1 + r)^t = 1,10$	24

8 Se ha utilizado información de estudios económicos del IHICAFE, las Naciones Unidas (2002); ICAFE; COOPEAGRI, Costa Rica; información obtenida en conversaciones consultivas con productores y técnicos hondureños (2003).

**Cuadro 4. Escenario comparativo de PSA entre un sistema de producción convencional de café y un sistema agroecológico integrado orgánico (ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) (continuación)**

Indicador	Sistema convencional (10 años) Categoría II A		Sistema agroecológico integrado orgánico Categoría III D	
	Criterio	Estimación	Criterio	Estimación
	Costo de la externalidad generada a la sociedad en el año 10, utilizando el método de costo de reemplazo para calcular el costo de la estabilización ecológica del sistema, según criterio técnico	-163	Valor estimado por los beneficios sociales de las externalidades positivas al equilibrar el sistema ecológicamente al año 10, utilizando como método de valoración el costo de reemplazo, descontado a la tasa de descuento social ( $r = 12\%$ ) Inversión inicial ( $r = 12\%$ ), <b>VPFI = 0.32</b> <input type="checkbox"/> Fertilización inicial orgánica: US\$280 <input type="checkbox"/> Arborización: US\$200 <input type="checkbox"/> Hoyado: US\$50 Subtotal = US\$510	163
	Costos de mantenimiento del sistema productivo en el año 10 no efectuados al compararlo con el sistema agroecológico integrado	-85	Monto equivalente al costo de mantenimiento durante el año 10 para café agroecológico integrado orgánico	85
			Monto equivalente a la reducción neta en la producción en este sistema comparado con el convencional (10 qq/ha/año) $US\$12 * 10 = US\$120$	120
Costo de oportunidad social		-98		632

El cálculo estimado en el Cuadro 4 evidencia para el sistema agroecológico integrado un costo de oportunidad social positivo de US\$632/ha, sin incluir el ahorro por seguridad alimentaria ni los aportes de la madera en el largo plazo, pero enfatizando en el valor del flujo de los SA, con el fin de definir el valor económico por hectárea anual que debe efectuarse a los propietarios con cafés agroecológicos integrados, según las ocho categorías descritas en el Cuadro 4.

Un valor de los SA integrales de US\$283/ha ha sido estimado por los beneficios sociales del sistema agroecológico integrado al comparar con el valor económico de las externalidades negativas del sistema convencional más el monto equivalente a la reducción en la productividad del sistema. Ese monto (US\$283) representa el pago anual a efectuar a un productor propietario de 1 ha en un cafetal ideal, no obstante, al encontrarse ocho categorías tecnológicas que podrían ser incentivadas por los beneficios netos en término de los SA a la sociedad, el valor máximo se multiplica por los coeficientes económicos correspondientes a las categorías con sus atributos y así generar los valores de los SA, según cada tecnología y estabilidad ecológica de los sistemas como se describen en el Cuadro 5.

Por la vulnerabilidad de las cuencas hidrográficas y la presencia de desastres en la región, este servicio se identifica como el tercero en importancia y, por último pero no menos importante, la biodiversidad presente en los ecosistemas con todos sus beneficios asociados. Utilizando el valor no monetario de la percepción social para traducirlo en términos monetarios, se utiliza el valor integral calculado para los SA en su conjunto, sectorizándolos como se presenta en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Valores monetarios para los servicios ambientales integrales y sectoriales en plantaciones de café por estabilidad ecológica y tecnologías agroecológicas integradas orgánicas (US\$/ha/año)**

Sistemas productivos de café calificados para el PSA	Valores relativos de estabilidad ecológica	Coeficientes para el PSA	Valor integral del servicio ambiental (ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) US\$283	Percepción social de la importancia sectorial de los SA			Biodiversidad: <input type="checkbox"/> Form. de suelos <input type="checkbox"/> Control biol. <input type="checkbox"/> Polinización <input type="checkbox"/> Ref. de especies <input type="checkbox"/> Recic. de nutrientes <input type="checkbox"/> Belleza escénica
				Oferta y calidad de agua	Regulación de gases de efecto invernadero	Prevención de desastres	
<b>IV D</b>	9,00	1,00	283	45 – 50%	25 – 30%	15 – 20%	15%
	8,75	0,97	275	127	71	42	42
	8,50	0,94	266	124	69	41	55
	8,25	0,91	258	120	67	40	53
<b>III D</b>	8,00	0,88	249	116	64	39	39
	7,75	0,86	243	112	62	37	50
	7,50	0,83	235	110	61	37	49
	7,25	0,80	226	106	59	35	47
<b>II D</b>	7,00	0,77	218	102	57	34	34
	6,75	0,75	212	98	54	33	44
	6,50	0,72	204	96	53	32	42
	6,25	0,69	195	92	51	31	41
<b>I D</b>	6,00	0,66	187	88	49	29	29
	5,75	0,63	178	84	47	28	37
	5,50	0,61	173	80	45	27	36
	5,25	0,58	164	78	43	26	35
			74	41	25	33	25

**Cuadro 5. Valores monetarios para los servicios ambientales integrales y sectoriales en plantaciones de café por estabilidad ecológica y tecnologías agroecológicas integradas orgánicas (US\$/ha/año) (continuación)**

Sistemas productivos de café calificados para el PSA	Valores relativos de estabilidad ecológica	Coeficientes para el PSA	Valor integral del servicio ambiental (ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) US\$283	Percepción social de la importancia sectorial de los SA			Biodiversidad:					
				Oferta y calidad de agua	Regulación de gases de efecto invernadero	Prevención de desastres		<input type="checkbox"/> Form. de suelos <input type="checkbox"/> Control biol. <input type="checkbox"/> Polinización <input type="checkbox"/> Ref. de especies <input type="checkbox"/> Recic. de nutrientes <input type="checkbox"/> Belleza escénica				
<b>IV C</b>	5,00	0,55	156	70	78	39	47	23	31	23	15 – 20%	15%
	4,75	0,52	147	66	74	37	44	22	29	22		
	4,50	0,50	142	64	71	35	42	21	28	21		
	4,25	0,47	133	60	67	33	40	20	27	20		
<b>III C</b>	4,00	0,44	125	56	62	31	37	19	25	19		
	3,75	0,41	116	52	58	29	35	17	23	17		
	3,50	0,38	108	48	54	27	32	16	22	16		
	3,25	0,36	102	46	51	25	31	15	20	15		
<b>II C</b>	3,00	0,33	93	42	47	23	28	14	19	14		
	2,75	0,30	85	38	42	21	25	13	17	13		
	2,50	0,27	76	34	38	19	23	11	15	11		
	2,25	0,25	71	32	35	18	21	11	14	11		
<b>I C</b>	2,00	0,22	62	28	31	16	19	9	12	9		
	1,75	0,19	54	24	27	13	16	8	11	8		
	1,50	0,16	45	20	23	11	14	7	9	7		
	1,25	0,13	37	17	18	9	11	6	7	6		

## Referencias bibliográficas

- Altieri, M. 1997. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. CLADES/ACAO, La Habana, Cuba.
- Amézquita, E. 1996. *Efecto de la labranza en las propiedades físicas de los suelos*. El Dorado, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Asociación Nacional del Café (ANACAFE). 2002. *El Cafetal. La revista del caficultor*. Edición Especial.
- Asociación Nacional del Café (ANACAFE). 2002. *Memoria de Labores*.
- Ávila *et al.* 2001. "Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales en Costa Rica". *Agroforestería en Las Américas*. Vol. 8, N° 30.
- Bowers, 1997. *Sustainability and Environmental Economics: An Alternative Text*. Addison Wesley Longman Limited.
- Burbano, H. 1996. *Potencialidades y limitaciones de los materiales orgánicos aplicados al suelo*. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- Capra, F. 1998. *El punto crucial: ciencia, sociedad y cultura naciente*. Editorial Estaciones, Argentina.
- Carlsson and Jiménez. 2003. *Paying for Environmental Services: A Choice Experiment of Water in Turrialba, Costa Rica*.
- Chomitz *et al.* 1998. *Financing Environmental Services: The Costarrican Experience and its Implications*.
- Colman and Young. 1989. *Principles of Agricultural Economics. Markets and Prices in Less Developed Countries*. Cambridge University Press.
- Consejo Nacional del Café. 2002. *Análisis, Competitividad de la Cadena Agroindustrial del Café en Honduras*. Resultados, Tomo II.
- Cooperativa Agrícola de Productores Orgánicos de Copán Limitada (COAPROCL). 2003. *Sistematización de la Experiencia de la Cooperativa Agrícola de Productores Orgánicos*. Honduras.
- Costanza *et al.* 1998. "Ecological economics". *The Journal of the International Society for Ecological Economics*. Vol. 25, N° 1.

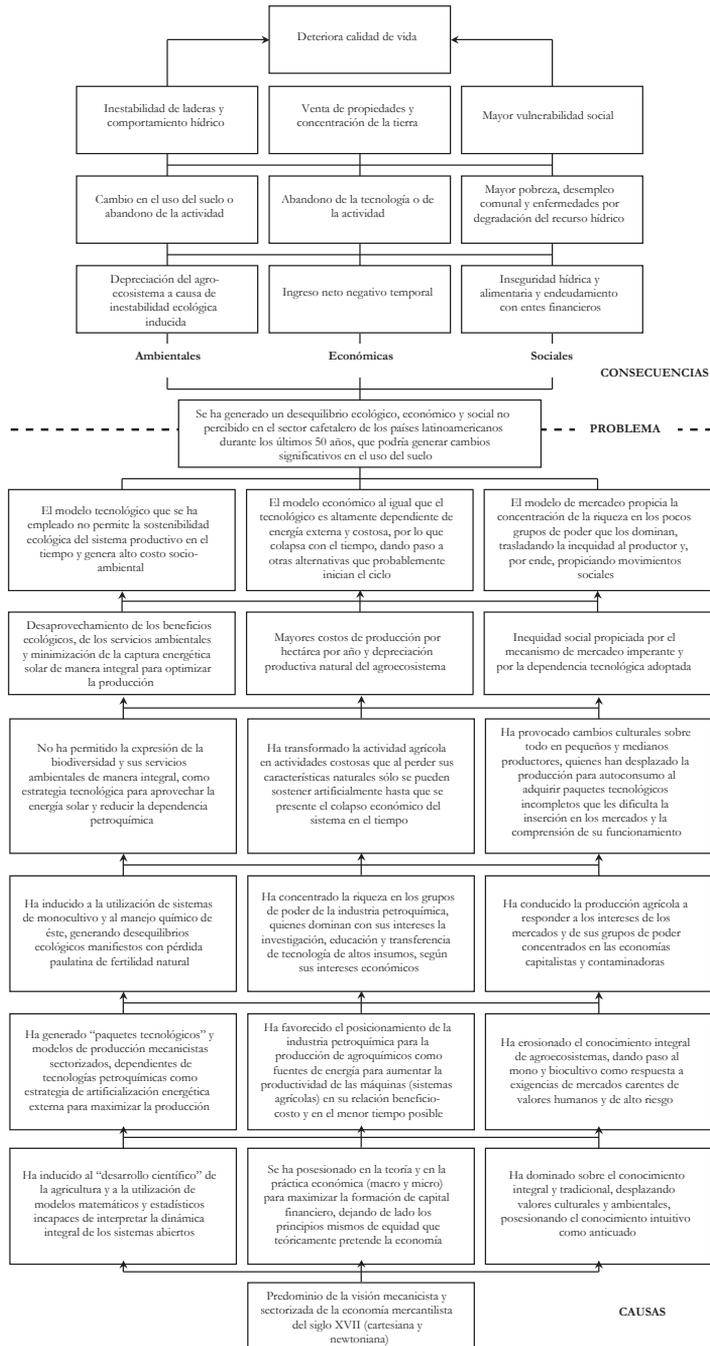
- CREESE. 2000. *Valor Económico del Servicio Ambiental Hídrico a la Salida del Bosque: Análisis de Oferta*. Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH). Heredia, Costa Rica.
- Cruz, W. and J. Wardford. 1997. *The Greening of Economic Policy Reform*, World Bank. USA.
- Dixon *et al.* 1986. *Economic Analysis of the Environmental Impacts of Development Projects*. By the Asian Development Bank. London.
- Echavarría, M. (s.f.). *Agua: valoración del servicio ambiental que prestan las áreas protegidas*.
- Ecological Economics. 1998. *The Journal of the International Society for Ecological Economics*. Vol. 25, N° 1.
- Ellis, F. 1992. *Agricultural Policies in Developing Countries*. Cambridge University Press.
- FENERCA. 2001. *Reducción de emisiones de carbono: una guía para empresas de energía renovable*.
- Foro Regional. 2000. *Pago por servicios ambientales con énfasis en agricultura sostenible de laderas*. 27 al 29 de octubre. El Salvador.
- García, A. y F. Ramos. 1996. *Procedimientos biomecánicos para la recuperación de suelos de ladera*. Cali, Colombia.
- Gittinger. 1984. *Economic Analysis of Agricultural Projects*. Second edition. EDI. Series in Economic Development. Washington, D.C., USA.
- Gómez *et al.* 1997. "Contribución de las plantaciones forestales a las cuentas nacionales". *Revista Forestal Centroamericana*. N° 18.
- Gómez. 1996. *Hacia una caficultura sostenida*. Universidad Nacional, Palmira, Valle del Cauca. Colombia.
- GWP - Global Water Partnership. *Situation of the Water Resources in the Central American Isthmus Countries*.
- Ibrahim. 2001. *Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales*. CATIE, Costa Rica.
- IICA/GTZ. 1992. *Tecnología y Sostenibilidad de la Agricultura en América Latina: Desarrollo de un Marco Conceptual*. San José, Costa Rica.

- IPCC. 2001. *Cambio climático: Informe de síntesis*. Resumen para responsables de políticas. Evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Tercer informe de evaluación.
- Leiva, J. 1997. *Estudio Regional de los Sistemas Agroforestales con Café: Definición de Políticas y Mecanismos de Promoción*. IICA/PROMECAFE, Guatemala.
- Leonard, J. 1986. *Recursos Naturales y Desarrollo Económico en América Central. Un Perfil Ambiental Regional (IIED) EARTHSCAN*. Washington, D.C.
- Martínez, M. 2003. "Participación local e incidencia municipal en los servicios ambientales en Jesús de Otoro. Intibucá". *Revista Laderas*. Año 6, N° 17.
- Mejía, M. 1996. *Agricultura sostenible: alternativa a la agricultura de la revolución verde*. Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Merrett, S. 1997. *Introduction to the Economics of Water Resources: An International Perspective*. USL Press Limited, Great Britain.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1997. *Visión para el año 2001 del Sector Forestal en El Salvador*. Dirección General de Recursos Naturales. El Salvador.
- Munasinghe, M. and J. McNeely. 1994. *Protected Areas Economics and Policy: Linking Conservation and Sustainable Development*. Washington, D.C., USA.
- Naciones Unidas. 1993. *Contabilidad Económica y Ambiental Integrada. Manual de Contabilidad Nacional*. Nueva York.
- Naciones Unidas. 1994. *Contabilidad Ambiental y Económica Integrada*. Departamento de Información Económica y Social y Análisis de Políticas. Serie F, No. 61. Nueva York.
- Naciones Unidas. 2002. *Centro América: El Impacto de la Caída de los Precios del Café*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL. México.
- Nivia, E. 1996. *Peligro del uso indiscriminado de plaguicidas en la degradación del suelo*. Palmira, Colombia.
- Odum, E. 1986. *Fundamentos de ecología*. Editorial Interamericana. México, D.F.
- Panayotou. 1994. *Ecología, medio ambiente y desarrollo: debate crecimiento vrs conservación*. Primera edición. Editorial Ediciones Gernika, México.

- Panayotou, T. 2001. *Environment for Growth in Central America: Environmental Management for Sustainability and Competitiveness*. Cambridge University. Distributed by Harvard University. Press, USA.
- Pearce and Turner. 1995. *Economía de los recursos naturales y medio ambiente*. Celeste Ediciones, Madrid, España.
- Pérez *et al.* 2002. *Pagos por Servicios Ambientales: Conceptos, Principios y su Realización a Nivel Municipal*. PASOLAC, CBM.
- Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC). 1999. *Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua, Nicaragua, El Salvador, Honduras*. Diciembre.
- Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), 2001. *Memoria Pago por Servicios Ambientales, Experiencias Replicables en América Central*, II Foro Regional. Montelimar, Nicaragua.
- Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC). 2002. *Pagos por Servicios Ambientales: Conceptos, Principios y su Realización a Nivel Municipal*. Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) y Proyecto de Desarrollo Rural de Chinandega y León (PRO-CHILEON). Managua, Nicaragua.
- Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC). 2003. *Revista Centroamericana*. N° 6 y N° 17, julio. Honduras.
- Reiche, C. 1997. *Taller sobre el Uso de Plaguicidas en América Central (Memoria)*, Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. 17-19 setiembre 1997.
- Reynolds, J. 1995. *Las aguas subterráneas en Costa Rica: un recurso en peligro*. Editorial Fundación UNA, Heredia, Costa Rica.
- Richters, E. 1995. *Manejo del Uso de la Tierra en América Central: Hacia el Aprovechamiento Sostenible del Recurso Tierra*. IICA, San José, Costa Rica.
- Rosa *et al.* 1999. *El agro salvadoreño y su potencial como productor de servicios ambientales*. Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente (PRISMA). El Salvador.
- Scherr *et al.* 1997. *Investigación sobre Políticas para el Desarrollo Sostenible en las Laderas Mesoamericanas*, IFPRI, IICA-Holanda/LADERAS C.A., CIMMYT, Zamorano. Primera edición. EDICPSA, El Salvador.

- SEED. 1999. *Estructura Tarifaria Hídrica Ambientalmente Ajustada: Internalización del Valor de Variables Ambientales*. Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH). Heredia, Costa Rica.
- Suárez *et al.* 2002. *Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café*. Nicaragua. En proceso de edición.
- Suárez, D. *et al.* (s.f.). *Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental, almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café Yassica Sur*, Nicaragua.
- Tonneijck, F. (s.f.) *Carbon Fixation in the Soil. Model Concept and Field Study*. University of Amsterdam. Quito, Ecuador.
- Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) (s.f.). *Visión del Agua y la Naturaleza. Estrategia Mundial para la Conservación y Manejo Sostenible de Recursos Hídricos en el Siglo XXI*.
- Van Hofwegen and F. Jaspers, (s.f.). *Marco analítico para el MIRH*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Varangis *et al.* 2003. *Dealing with the Coffee Crisis in Central America*. Policy Research Working Paper 2993. The World Bank, Development Research Group Rural Development.
- Wardford, J. 1997. *Marginal Opportunity Cost Pricing for Municipal Water Supply*. Discussion Paper. Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA).
- World Bank. 2003. *Dealing with the Coffee Crisis in Central America. Impacts and Strategies*. Policy Research Working Paper. Washington, D.C., USA.
- [www.esd.worldbank.org](http://www.esd.worldbank.org). "Payment for Environmental Services".
- Zeledón, R. 1999. *Código Ambiental*. Segunda edición. Editorial Porvenir, Fondo Jurídico, Costa Rica.

### Anexo 1. Árbol del problema



## Modelo cuantitativo para el manejo del agua en la cuenca del Canal de Panamá

*Jaime Echeverría\**

---

\* Máster en Ciencias, en Economía, en Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad de Massachusetts en Amherst, USA.

Consultor en Economía Ambiental para diversos entes regionales incluyendo el Comité Regional de Recursos Hidráulicos del Istmo Centroamericano, Corredor Biológico Mesoamericano, la Alianza Mundial del Agua (QWP), los gobiernos de Honduras, El Salvador, Costa Rica y Panamá, BID. En la actualidad asesor del Ministro de Ambiente y Energía.

Ha sido economista *senior* en recursos naturales de World Resources Institute. Fue Director del Programa de Economía Ambiental del CCT.

Ha publicado artículos y reportes en revistas como *Science*, *Conservation Biology*, *Desarrollo y Medio Ambiente*, *Ecological Economics* y *Land Economics*.



**Elaborado con la colaboración de la Fundación McArthur, Fundación Summit, el Gobierno de los Países Bajos, el Gobierno de Alemania**

## **Resumen**

La importancia económica del Canal de Panamá, y su dependencia del recurso agua, hace que el estudio de los aspectos hidrológicos de la cuenca del Canal sea de gran trascendencia. El Proyecto Flujos Críticos en Panamá ha realizado una serie de análisis tendientes a evaluar diferentes opciones para el manejo de los recursos naturales de la cuenca. Utilizando modelos cuantitativos, en este documento se efectúan varias estimaciones relacionadas con posibles disminuciones en la escorrentía y aumento en la demanda para consumo de la población. Los resultados muestran que el aumento de la población y las posibles disminuciones en la cantidad de agua que entra a los lagos donde se almacena tendrán un impacto económico importante. También se señalan las posibilidades de sustitución entre la generación de electricidad y los tránsitos de barcos.

Las simulaciones realizadas son de carácter ilustrativo, hechas con el fin de demostrar la utilidad de modelos de optimización en el contexto del manejo de una cuenca hidrográfica. Es necesario, sin embargo, afinar los resultados para contar con análisis más precisos que puedan dar origen a decisiones concretas. En este sentido es urgente que los actores nacionales se apropien del modelo y hagan uso de éste en el futuro.

## **1. Introducción**

### **Antecedentes**

La conservación de ecosistemas es vista con frecuencia como un costo para la sociedad y no como una inversión que mantiene el modo de vida de la población y de la naturaleza. Por ejemplo, los bosques naturales y los humedales filtran y purifican el agua y absorben la lluvia para luego liberarla de forma gradual. Cuando estos ecosistemas son degradados, por lo general es necesario realizar inversiones costosas en plantas de tratamiento, diques y estructuras para el control de inundaciones que sustituyan los servicios de los ecosistemas perdidos. Las poblaciones con menos ingresos son las más vulnerables a esta pérdida, debido a que viven en las partes bajas de las cuencas, en áreas propensas a ser inundadas y, además, no cuentan con los recursos necesarios para desarrollar nuevas fuentes de agua potable. Si

se realizan inversiones en la conservación de ecosistemas se pueden prevenir gastos importantes que serían necesarios para sustituir los servicios perdidos. Un enfoque de ecosistemas busca lograr objetivos de manejo de agua mediante la conservación del bosque y humedales, creando zonas de amortiguamiento alrededor de los ríos y cauces, eliminando la agricultura y la construcción de carreteras en pendientes muy inclinadas y evitando el uso de químicos en áreas sensibles. Conferencias internacionales, como por ejemplo, el Segundo Foro Mundial del Agua, recomiendan cada vez más la integración de los ecosistemas naturales en las actividades de administración del agua. Desgraciadamente hay pocos lineamientos prácticos disponibles para los administradores y quienes elaboran las políticas.

La premisa fundamental del Proyecto Flujos Críticos es que las políticas están desconectadas, desde el punto de vista económico, de los ecosistemas que brindan servicios ambientales. Investigadores han identificado el manejo integrado de ecosistemas como un enfoque prometedor para mantener la integridad ecológica y, al mismo tiempo, obtener bienes y servicios para beneficio de la población (Freeman, 1997; Grumbine, 1997; Kahn, 1995).

Los ecosistemas suplen a la sociedad con una gran cantidad de servicios ambientales, desde purificación del agua y mantenimiento de la fertilidad del suelo, hasta polinización de cultivos, almacenamiento de carbono y hábitat para la vida silvestre (Daily, 1997). Estos servicios han sido ampliamente documentados por ecólogos y economistas que han hecho esfuerzos para asignarles un valor económico. Por ejemplo, Echeverría *et al.* (1995) estiman el valor de algunos de estos servicios de la Reserva Biológica Bosque Nuboso Monteverde en US\$20 millones aproximadamente, mientras que Costanza *et al.* (1998) estiman el valor de los servicios ambientales, en el ámbito mundial, en US\$33 trillones<sup>1</sup>.

Aún así los ecosistemas continúan subvalorados y las políticas existentes no reconocen su importancia en generar procesos y funciones que benefician directamente a la sociedad. Por el contrario, las políticas, por lo general, favorecen la extracción de productos de los ecosistemas e ignoran el daño que estas actividades pueden causar a la productividad biológica futura y al bienestar humano. La deforestación en muchos países tropicales es favorecida por una serie de leyes, políticas de impuestos y tenencia de la tierra que promueven actividades agrícolas marginales en detrimento de la conservación y uso sostenible de los bosques naturales (Repetto and Gillis,

---

1 10<sup>12</sup>.

1988; Johnson and Cabarle, 1993). Además, los mercados en general no reconocen el valor de los bienes y servicios del ecosistema. El precio del agua, por ejemplo, usualmente refleja sólo los costos de distribución, no su verdadero valor para la sociedad (Johnson, Revenga y Echeverría, 2001). Esto en parte se debe a que muchos de los inventarios y flujos ambientales tienen características de bienes públicos y, en consecuencia, tienden a ser sobreexplotados.

Entre los obstáculos que existen para que los tomadores de decisiones y los políticos le brinden más atención al valor de los ecosistemas están:

- La falta de conocimiento acerca de las relaciones entre los componentes del sistema socioeconómico y el sistema natural. Asignar valores numéricos a estas relaciones es particularmente difícil y en muchos casos la incertidumbre es grande.
- La falta de herramientas para predecir el efecto de las políticas sobre el ambiente y la importancia de este último en la economía.
- Las metas económicas de corto plazo tienen prioridad porque sus efectos, en términos monetarios, son fáciles de entender y están cerca en el tiempo. Por ejemplo, es más fácil calcular los ingresos provenientes de dragar un humedal y dedicarlos a la producción agrícola que estimar el valor de los servicios perdidos en términos de almacenamiento y filtración de agua.

### Objetivos del proyecto

Es posible encontrar en la literatura económica y ecológica referencias acerca del potencial que tiene un enfoque de ecosistemas para garantizar el abastecimiento de agua, prolongar la vida de las inversiones en infraestructura y también aumentar los ingresos disponibles para la conservación y manejo de la tierra approaches (Daily, 1997; Aylward and Echeverría, 1998). La meta del Proyecto Flujos Críticos es generar un mayor entendimiento acerca de la forma correcta de aplicar este enfoque en el manejo del agua. Pretende ofrecer a investigadores, administradores, tomadores de decisiones, grupos conservacionistas y grupos locales información práctica y útil para evaluar, diseñar e implementar enfoques de ecosistemas en el manejo del agua. Existen tres objetivos principales:

- Desarrollar una metodología interdisciplinaria para evaluar los costos y beneficios ambientales y económicos de un enfoque de ecosistemas para el manejo de los recursos hídricos.
- Aumentar la capacidad de investigadores y agencias relacionadas con la administración del agua para evaluar e integrar enfoques de ecosistemas

para el manejo de las cuencas del Canal de Panamá, el río Perfume en Vietnam y el río Ewaso Ng'iro en Kenia.

- Brindar a los administradores de recursos hídricos, analistas de políticas, investigadores y grupos conservacionistas acceso a información, conocimiento y experiencias que les permitan evaluar, diseñar e implementar un enfoque de ecosistemas para el manejo del agua.

Para lograr estos objetivos el proyecto se divide en dos componentes principales. El primer componente documenta como esfuerzos pioneros han manejado los retos institucionales y otros asuntos relacionados con la implementación de enfoques de ecosistemas. Estos asuntos incluyen participación, cooperación entre agencias gubernamentales, desarrollo de capacidades humanas, reformas políticas e institucionales y monitoreo de progreso y efectividad. Estos once estudios de caso ya han sido terminados.

El segundo componente incluye el desarrollo de modelos en Panamá, Kenia y Vietnam que identifican los costos y los beneficios de estrategias de uso de la tierra que tienen como objetivos proveer agua limpia de forma confiable y, al mismo tiempo, conservar la diversidad biológica y otros servicios de los ecosistemas. Estos modelos permiten comparar diversos enfoques. El estudio de caso panameño está prácticamente terminado, mientras que la implementación de los otros dos depende de obtener financiamiento.

Toda la información generada será incorporada en una herramienta para el apoyo de las decisiones basada en la *web*. Incluirá información acerca de las diferentes experiencias obtenidas, así como un modelo básico, reflejo del desarrollado para la cuenca del Canal, que los usuarios podrán utilizar para establecer la factibilidad de sus proyectos.

El desarrollo de esta herramienta es continuo, el producto final es un proceso del cual es necesario que se apropien los actores locales. Estos actores son quienes tienen más que ganar (o perder) con el manejo correcto (o incorrecto) de los recursos naturales de la cuenca. Este proceso se ha iniciado en colaboración con la Autoridad del Canal de Panamá (ACP), la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) y organizaciones como la Universidad de Santa María la Antigua, el Instituto de Investigaciones Tropicales Smithsonian, ANCON y CATHALAC. La plataforma desarrollada permite examinar las interacciones entre los beneficios de los ecosistemas naturales (ciclo del agua, almacenamiento de carbono y beneficios de la diversidad biológica) y el sistema económico. Brindará a los administradores de la cuenca y los beneficiarios la capacidad analítica de explorar diferentes opciones de política. Éstas pueden variar desde la determinación de tarifas

de agua hasta la implementación de programas de conservación de hábitat y reforestación en las partes altas de la cuenca. El modelo puede ayudar a determinar la forma más efectiva de lograr objetivos ambientales y económicos (como por ejemplo, metas en cuanto a la cantidad o calidad del agua o la maximización del bienestar social).

### Caso Panamá

La importancia económica del Canal de Panamá, y su dependencia del recurso agua, hace que el estudio de los aspectos hidrológicos de la cuenca del Canal sea de gran trascendencia. Recientemente, con la aprobación de la Ley 21 y la transferencia del Canal a Panamá, se inicia una discusión muy importante relacionada con el futuro de la cuenca. Esta ley hace una propuesta de cambio de uso del suelo que se observa en el Cuadro 1. Es posible notar transformaciones que no sólo implican un costo de transacción sino grandes cambios en términos de la rentabilidad del uso de la tierra y posiblemente los flujos hidrológicos. Vale la pena destacar que la ganadería, que en la actualidad ocupa casi un 40% del área y es extensiva, será eliminada y sustituida por ganadería intensiva, pero solamente en un 2% del área. Por otra parte, el área forestal y agroforestal, que es menos del 1% del territorio de la cuenca, llegaría a cubrir una cuarta parte de éste.

**Cuadro 1. Propuesta en cuanto a cambio del uso del suelo de la Ley 21**

% Uso actual (1995)		% Uso propuesto para el 2020	
Canal de Panamá y lagos	12%	Canal de Panamá y lagos	15%
Áreas silvestres protegidas	34%	Áreas silvestres protegidas	40%
Agricultura de subsistencia	0,5%	Agricultura sostenible	8%
Ganadería extensiva	39%	Ganadería intensiva	2%
Forestal y agroforestal	0,5%	Forestal y agroforestal	23%
Urbanización e infraestructura	6%	Urbanización e infraestructura	12%
Bases militares de EE. UU.	8%	Bases militares de EE. UU.	0%

Fuente: ARI.

Esta situación es interesante y se presta para realizar distintos análisis. Una herramienta integrada para la toma de decisiones puede ser muy útil para conocer los diferentes impactos globales y locales de la implementación de esta ley. Por ejemplo, determinar los sacrificios económicos que conlleva un cambio de la tierra de un uso a otro y su efecto sobre los otros

elementos del sistema. Además, estudiar el impacto de distintos sistemas de manejo de las actividades productivas.

El objetivo final del Proyecto Flujos Críticos en Panamá es producir una herramienta que ayude a los tomadores de decisiones a cuantificar el impacto. La utilización de GAMS (sistema de modelación algebraico generalizado) permite que el modelo sea adaptado con mucha facilidad para responder nuevas preguntas o utilizar diferentes juegos de datos. En este sentido es necesario mencionar que la opinión experta es una fuente importante para mejorar y aumentar la información disponible.

### **Estructura del documento**

En este documento se presentan antecedentes del proyecto, así como del análisis cuantitativo para el manejo de cuencas hidrográficas. Además, se presenta una versión sencilla del modelo, que no incluye el uso de la tierra, que ayuda a comprender las interrelaciones de los distintos componentes del sistema.

En la Sección 2 se presentan los antecedentes del análisis numérico y su aplicación al tema del manejo de cuencas hidrográficas. Comprende una breve introducción al tema de escorrentía y cambio de uso de la tierra. En la Sección 3 se describe el modelo utilizado, incluyendo la función objetivo, restricciones, datos y beneficios adicionales que no están siendo considerados por ahora. La Sección 4 reporta los resultados obtenidos, mientras que en la Sección 5 se presentan las limitaciones del análisis. Finalmente se encuentran las conclusiones.

## **2. Análisis cuantitativo para el manejo de cuencas hidrográficas**

En el contexto de la administración y manejo de cuencas hidrográficas, la utilización de herramientas cuantitativas puede ser de gran utilidad. Tanto en la planificación a una escala general, de paisaje, como a un nivel de detalle mucho mayor, como por ejemplo, la irrigación de parcelas, el uso de sistemas de información geográfica, fotografías de satélite, modelos para el pronóstico del tiempo y sistemas de optimización, permiten tomar mejores decisiones. Avances en la capacidad de procesamiento en las computadoras personales e interfases más amigables han permitido que científicos e investigadores de diversas disciplinas se aventuren en un territorio que antes estaba reservado para especialistas en computación.

## Antecedentes

Una de las primeras herramientas de este tipo han sido los sistemas de información geográfica (SIG). Estos sistemas han sido utilizados tanto para realizar cálculos complejos, por ejemplo, calcular niveles de erosión y sedimentación, como para mostrar gráficamente tendencias, conclusiones o recomendaciones de políticas.

### Modelos cuantitativos

El uso de modelos cuantitativos puede ayudar a anticipar los efectos de las diferentes opciones de política e identificar aquéllas que son más beneficiosas o que presentan mayor estabilidad ante la incertidumbre. Como Carpenter *et al.* (1999) lo manifiestan, “modelos de computadora pueden ser utilizados como caricaturas de la realidad que encienden la imaginación, enfocan la discusión, clarifican la comunicación y contribuyen al entendimiento colectivo de problemas y sus soluciones potenciales”.

La mayoría de los esfuerzos existentes en cuencas hidrográficas tratan acerca de la dinámica hidrológica y la contaminación. Algunos ejemplos incluyen ANSWERS (simulación de respuesta ambiental de cuenca hidrográfica a fuentes no puntuales), SWIM (modelo integrado de agua y suelo) y WASP (programa de simulación para análisis de calidad del agua). Un área muy prolífica de investigación es la asignación del agua entre agricultura y generación hidroeléctrica (Gisser *et al.*, 1979; Houston and Whittlesey, 1986; McCarl and Parandvash, 1988).

Pocos esfuerzos, sin embargo, integran la dinámica biológica y física con la conducta económica. Uno de éstos es presentado por Costanza *et al.* (1998), quienes desarrollaron el modelo de paisaje del Patuxent (PLM), basado en procesos, que tiene el objetivo de evaluar metas para indicadores de la calidad del ecosistema. Otro fue desarrollado por Aylward and Echeverría (1998) y utiliza información hidrológica y económica para explorar los efectos de distintos incentivos sobre la producción de hidroelectricidad y rentabilidad de la ganadería. Fulcher *et al.* (1997) desarrollaron un modelo para evaluar las consecuencias ambientales y económicas de usos alternativos de la tierra usando diversas técnicas.

## Escorrentía y cambio de uso de la tierra

Para el manejo de ecosistemas es imprescindible conocer el efecto de los cambios en el uso de la tierra sobre la distribución temporal y espacial de

los flujos de agua. Sin embargo, este tema es uno de los más controversiales en hidrología (Bruijnzeel, 1990; Calder, 1998; Aylward, 2000). Debido a la complejidad de interacciones que ocurren en la cuenca hidrográfica, los efectos que tiene el bosque sobre el ciclo hidrológico son difíciles de discernir. Más aún, por lo general, no es posible encontrar registros que sean de largo plazo y que incluyan tanto información de flujos como de uso de la tierra. Hay factores como la geología, la estructura del suelo, la pendiente y la morfología que también intervienen y que cuesta separar.

Cambios en el uso de la tierra provocan transformaciones en los flujos aguas abajo, sin embargo, la evidencia en cuanto a la dirección y la magnitud de los impactos es ambigua. En el caso de la cuenca del Canal de Panamá, la opinión de algunos expertos es que la lluvia es el factor que determina la escorrentía y que probablemente el uso de la tierra tenga un efecto pequeño sobre ésta. Estudios anteriores han tratado de aclarar esta situación (reportes de Intercarib, 1996 y Heckadon *et al.*, 1999), pero no de forma definitiva.

Un impacto sobre el que hay mayor consenso es el causado por la erosión y la sedimentación. Reducciones de la cubierta forestal exponen el suelo a los elementos y, por lo tanto, se produce mayor erosión y sedimentación (Bruijnzeel, 1990).

Es posible pensar que el bosque natural “produce” menos agua anualmente (debido a mayor evapotranspiración), pero que durante la época seca produce más (debido a mayor infiltración). Este “efecto de esponja”, como se le ha llamado, sin embargo, depende del balance entre el cambio en evapotranspiración e infiltración del bosque en comparación con el pasto. En el caso de Panamá no hemos obtenido información que respalde el “efecto de esponja” del bosque.

Idealmente quisiéramos contar con una matriz  $\mathbf{Y}$ , que nos indique cuánta agua “genera” por mes cada uno de los tipos de uso de la tierra, por unidad de área  $\mathbf{a}$  dada la cantidad de lluvia. El resultado sería entonces el vector  $\mathbf{f}$ , que indica el total de agua producida en la cuenca en cada mes por todos los usos de la tierra.

$$[a_1 \ a_2 \ \dots \ a_n]x \begin{bmatrix} y_{1,1} & \dots & y_{1,12} \\ y_{2,1} & \dots & y_{2,12} \\ \dots & \dots & \dots \\ y_{n,1} & \dots & y_{n,12} \end{bmatrix} = [f_1 \ f_2 \ \dots \ f_{12}]$$

Contando con suficientes datos sería posible estimar esta relación de forma empírica, donde  $\mathbf{a}$  y  $\mathbf{f}$  son conocidos y  $\mathbf{Y}$  se estimaría por medio de análisis de regresión. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, es difícil encontrar juegos completos de datos que permitan establecer dicha relación. Investigadores alrededor del mundo se encuentran realizando estudios en este tema. En el Anexo 2 se incluyen algunos ejemplos.

### 3. Descripción del modelo

Nuestro análisis pretende promover la discusión y contribuir al proceso de toma de decisiones. Utilizando GAMS como plataforma computacional se desarrolla un modelo flexible para la toma de decisiones en la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá.

Balanceando distintos aspectos se decidió utilizar una escala mensual y realizar el análisis para un período de un año. Aunque las decisiones con respecto al manejo del Canal se toman prácticamente minuto a minuto, y la ACP cuenta con un departamento que recibe información hidrológica en tiempo real, se considera que para efectos ilustrativos del modelo con una escala mensual es suficiente. Esto, además, reduce el esfuerzo computacional, lo que permite hacer un mayor número de simulaciones.

El modelo es por el momento de tipo ilustrativo: pretende mostrar las consecuencias de distintas decisiones de manejo de la cuenca. Es una simplificación de la realidad y no pretende abarcar todos los aspectos relacionados con el manejo del Canal de Panamá o la cuenca hidrográfica.

#### Definición del problema y función objetivo

En el caso de Panamá, el modelo desarrollado pretende determinar cuál es la combinación de actividades que maximiza la renta total de la cuenca hidrográfica del Canal. Se parte de tres actividades básicas que demandan agua: consumo humano, tránsitos por el Canal y generación eléctrica. Los tránsitos por el Canal incluyen tres tipos de embarcaciones, correspondientes a las tres tarifas en vigencia: *laden*, *ballast* y *displacement*. Cada actividad genera un beneficio neto distinto por unidad de agua utilizada, que depende de las tarifas y los costos de producción.

Matemáticamente, la función objetivo del modelo puede plantearse como:

$$\max Z = \sum_{t=1}^{12} \left[ \sum_{i=1}^n a_{ti} b_{ti} \pm \sum_j^m ha_{tj} r_{tj} \right] \text{ donde:}$$

$Z$  = renta total de la cuenca.

$a_{ti}$  = cantidad de agua dedicada en el período  $t$  a la actividad  $i$ .

$b_{ti}$  = beneficios económicos por unidad de agua utilizada en el período  $t$  en la actividad  $i$ .

$ha_j$  = hectáreas dedicadas a cobertura  $j$ .

$r_j$  = renta de actividad  $j$ .

Claramente, la cantidad de agua disponible va a depender de la cantidad de lluvia (sobre la que no existe control), la geomorfología, la permeabilidad del suelo, la cobertura vegetal del terreno, entre otros factores. El factor clave, sin embargo, en términos de un ejercicio de optimización es la cobertura del suelo, debido a que distintos usos tienen diversas tasas de evapotranspiración, es decir, necesitan diferentes cantidades de agua para su propio desarrollo. En Panamá, la Ley 21 reconoce esta situación y propone cambios en el uso del suelo, que supuestamente van a impactar la cantidad y la calidad del agua disponible para ser usada por el Canal, la producción de electricidad y el consumo de la población.

Debido a la incertidumbre asociada a la magnitud y dirección del efecto del cambio de uso de la tierra, en este caso se ignora el uso de la tierra. Este hecho no significa, sin embargo, que el tema no sea importante y que no deba ser incorporado al modelo en el futuro. Esto hace que la decisión entonces sea simplemente determinar cuánta agua se asigna al Canal y cuánta a generar electricidad, a causa de que la cantidad que va para las municipalidades es constante. Este tipo de análisis es más útil, por ejemplo, para la ACP, y en especial para la Sección de Meteorología e Hidrología, que tiene que decidir cuánta agua dedica a cada uso. El modelo puede servir como una guía adicional, un insumo más en el proceso de toma de decisiones.

Es importante tener presente, sin embargo, que el propósito de desarrollar este modelo es contar con una herramienta dinámica que pueda perfeccionarse en el futuro. Conforme se realicen nuevos estudios será posible mejorar el sistema de apoyo a las decisiones y aún incluir nuevos aspectos en el proceso, como por ejemplo, el tema de urbanización y calidad de agua.

## Restricciones

Claramente, la renta que es posible obtener de la cuenca está limitada por una gran cantidad de factores, incluyendo la capacidad de la planta, la disponibilidad de tierra, etc. A continuación se presentan las restricciones utilizadas en el modelo con detalle.

## Capacidad del sistema

Tanto el Canal de Panamá como las plantas de producción de electricidad tienen una capacidad de operación limitada: existen límites en cuanto al número de esclusajes y los kilovatios hora que pueden generarse. El Cuadro 2 presenta la capacidad existente en términos de la cantidad de agua que puede ser utilizada por actividad.

**Cuadro 2. Resumen de datos para el modelo (en Hm<sup>3</sup>)**

	ALAJHUELA	GATÚN
Capacidad de almacenamiento	577	641
Nivel inicial de los lagos	577	641
Capacidad de operación del Canal por mes		209,27
Capacidad de operación plantas eléctricas por mes	260	340
Consumo de agua urbano por mes	14,02	11,27

Debido a que hay barcos que transitan por el Canal y que pagan una tarifa preferencial, es necesario también plantear una restricción que “obligue” al modelo a asignar al menos una cantidad de agua a dicha clase de embarcación. En este caso se asigna 31,36 Hm<sup>3</sup> y 3,2 Hm<sup>3</sup> por mes para los tránsitos de tipo especial.

## Volumen de los lagos

La cantidad de agua presente en cada uno de los dos lagos para cada período es igual a la cantidad de agua que había en el período anterior, más el agua que ingresa, menos el agua que se utiliza, menos el agua que se vierte. El agua que ingresa incluye la escorrentía o caudal, que puede depender o no del uso de la tierra.

Hay que distinguir entre Gatún y Alajhuela, pues hay varias diferencias entre estos lagos. El agua que se utiliza para producir electricidad en Alajhuela entra en Gatún, por lo que no se pierde, ya que se usa dos veces.

En cambio, el agua utilizada en Gatún para producir electricidad no se puede usar para operar el Canal. Los vertidos de Alajhuela alimentan Gatún, mientras que los de este último reservorio van al mar.

El nivel inicial de ambos lagos es determinado por el usuario y constituye una restricción adicional al sistema. En caso de utilizar un análisis de años múltiples, el nivel al principio del año será igual al nivel existente el año anterior. En esta versión del modelo se supone que ambos lagos inician el año completamente llenos.

### **Demanda y oferta de agua**

La demanda total de agua está conformada por: 1) el agua utilizada por el Canal para tránsitos de los distintos tipos de barco; 2) el agua utilizada para la generación de electricidad y 3) el agua dirigida hacia las municipalidades para uso urbano e industrial.

La oferta total de agua incluye el agua almacenada al inicio del mes en los lagos Alajhuela y Gatún, más el agua que ingresa al sistema por la escorrentía. Como se menciona en la sección anterior, es importante recordar que el agua que se utiliza en Alajhuela para producir electricidad ingresa luego a Gatún. Aunque el uso de la tierra posiblemente tiene un efecto sobre la oferta de agua, debido a las diferencias en evapotranspiración entre los distintos usos, no se considera en este caso a causa de la falta de información.

### **Vertido de agua**

Los excesos de agua en el sistema se convierten en vertidos que se devuelven al océano sin ser utilizados para ninguna actividad económica. Esta variable está restringida a ser igual o mayor que cero. Para “decidir” entre almacenar o verter el agua, el modelo primero trata de almacenarla (debido a que el almacenamiento tiene un valor positivo en la función objetivo), si no hay espacio para hacerlo entonces se generan vertidos.

### **Datos y supuestos**

La información recolectada incluyó datos sobre la operación del Canal de Panamá, datos de uso y cobertura vegetal de la cuenca del Canal, información sobre los distintos usos del agua y los valores generados por las diferentes actividades económicas desarrolladas en el Canal. Dada la variedad de los datos y de las fuentes, se escogió el año 1999 como modelo, porque era el año con que más información se contaba. Para aquella

información que carecía de datos para 1999 se utilizaron aproximaciones para completarla. A continuación se describen las fuentes y estimaciones que se realizaron para cada uno de los elementos.

### Operación del Canal de Panamá

Para analizar el valor de una unidad de agua utilizada en la operación del Canal, se colectaron datos sobre el número de tránsitos diferenciados en el Canal por el tipo de embarcación –*laden, ballast o displacement*–, la cantidad de agua utilizada en cada tránsito, el tonelaje transportado por cada tipo de embarcación por año y las tarifas que el Canal cobró por el tránsito de las embarcaciones en el año 1999. La información, en su mayoría, provino de los reportes anuales de la ACP y de las tablas reportadas en el *website* de la ACP ([www.pancanal.com](http://www.pancanal.com)).

Basados en el número de tránsitos que la ACP reportó, y en virtud de que la cantidad de agua utilizada por el tránsito –independiente del tonelaje de la embarcación– equivale al valor de un esclusaje (191.000 m<sup>3</sup>) (ARI, 1996), se pudo calcular la cantidad de agua usada por tipo de embarcación para el año 1999. Relacionando la cantidad de agua empleada por tipo de embarcación por año y utilizando el tonelaje reportado por la ACP para cada tipo de embarcación se pudo determinar la cantidad de agua usada por tonelada de cada tipo de embarcación. Este resultado parcial serviría para determinar el valor pagado por unidad de agua dependiendo del tipo de embarcación.

Utilizando el sistema de tarifas aprobado en 1998 y el Sistema Universal de Arqueo del Canal de Panamá (SUA/CP), según el cual los peajes son fijados con base en el Tonelaje Neto del SUA/CP, se pudo determinar el valor que el Canal recibió por unidad de agua. Para efectos de simplificación se utilizó como unidad de agua un hectómetro cúbico (1.000.000 m<sup>3</sup>). Luego se deducen los costos de operación y mantenimiento del Canal para determinar la renta generada por una unidad de agua por cada tipo de embarcación.

Adicionalmente de los valores de agua utilizados para el tránsito de embarcaciones a través del Canal, se estimó el beneficio de una unidad de agua usada para generar hidroelectricidad. Se emplearon los datos reportados por la ACP para la generación de energía eléctrica en sus reportes anuales. De la misma manera que para el caso del tránsito de embarcaciones, para la electricidad se determinó el valor por unidad de agua. Para este caso

particular se supone que el costo de operación de una planta hidroeléctrica es de \$0,01 por kwh. La potencia de la planta de Gatún es de 24 Mw y la de la planta de Madden es de 36 Mw. El precio de venta de energía eléctrica es de \$0,052 por kwh.

El agua de la cuenca también provee agua para servicio urbano a las plantas de Chilibre, Sabanitas y Gatún. No se consideró el agua que se utiliza en las plantas de tratamiento del lago Miraflores, pues se considera que su escorrentía viene de fuera de los límites de la cuenca del Canal. Usando los datos aportados por el IDAAN en cuanto a cantidad de agua provista tratada, capacidad de tratamiento de las plantas y costo de tratamiento, se determinó el valor de una unidad de agua que se emplea para la provisión de agua potable a las ciudades de Panamá y Colón (IDAAN, 1998).

El Cuadro 3 presenta los valores usados en el modelo. Valores negativos para barcos vacíos representan una pérdida por  $\text{Hm}^3$  utilizado en éstos. Sin embargo, por compromisos existentes el Canal debe aún así brindar este servicio. El hecho de que el valor por unidad de agua utilizada en generar electricidad en Gatún sea menor que en Alajhuela se debe a la diferencia en la eficiencia de generación entre ambas plantas.

**Cuadro 3. Beneficios por  $\text{Hm}^3$  de agua según las distintas actividades**

Actividad	Beneficio neto en \$/ $\text{Hm}^3$ de agua
Barcos regulares ( <i>laden</i> )	108.944
Barcos especiales ( <i>ballast</i> )	27.337
Barcos vacíos ( <i>displacement</i> )	-145.975
Electricidad Gatún	2.117
Electricidad Alajhuela	4.149
Agua para municipalidades	45.000

### Actividades económicas

Eventualmente será necesario determinar la renta económica de las distintas actividades que hacen uso del suelo en la cuenca. No obstante, debido a que el uso del suelo no es una variable de decisión en la versión actual del modelo, no es considerada. Los datos de renta agrícola, ganadera y forestal que genere el reporte producido por el Proyecto Mida-Ruta (UTPP, 2000) podrán ser una base para este análisis en el futuro.

## Hidrología y meteorología

Para el caso de la escorrentía se utilizaron también los datos reportados por la ACP. Se supone una producción de agua anual de 3.857 Hm<sup>3</sup> para toda la cuenca.

La escorrentía fue distribuida en los diferentes meses del año proporcionalmente a la precipitación de ocho estaciones meteorológicas que proveían información de precipitación mensual desde el año 1980 hasta el año 2000.

## Información adicional

Los insumos adicionales para el componente biofísico en un futuro deberán incluir:

- Tasas de evapotranspiración e infiltración para cada uso de la tierra, nivel de precipitación y temperatura por subcuenca.
- Índices de biodiversidad para los usos de la tierra.
- Localización de ecosistemas importantes o críticos, incluyendo ecosistemas de agua dulce como humedales.
- Tasas de secuestro y almacenamiento de carbono por tipo de uso.

## 4. Aplicación del modelo

Con el fin de mostrar la utilidad del modelo, y de forma ilustrativa, se presentan a continuación los resultados de una aplicación sencilla de éste. El problema consiste en distribuir el agua entre los usos competitivos respetando las restricciones mencionadas en la Sección 2. Se trata de maximizar la renta del sistema, sin considerar aspectos de uso de la tierra.

Esta versión puede ser mejorada mediante la inclusión de información más exacta, pues en algunos casos hubo que recurrir a aproximaciones. Se realiza un caso Base y 8 variantes (V) del modelo según el cuadro siguiente. Los parámetros que cambian son únicamente la escorrentía que entra al sistema (lo cual es útil para demostrar el valor del recurso hídrico y conocer las posibles consecuencias de eventos climáticos extremos) y la cantidad de agua que es dirigida hacia el consumo urbano (lo cual es útil para conocer el efecto del crecimiento de la población). La escorrentía en el caso Base es 3.857 Hm<sup>3</sup> y se reduce en 25 y 50%, mientras que el consumo de la población se aumenta al doble y al triple (con un crecimiento supuesto del 1,5% esto ocurriría en 50 y 75 años, respectivamente).

**Cuadro 4. Variantes del modelo**

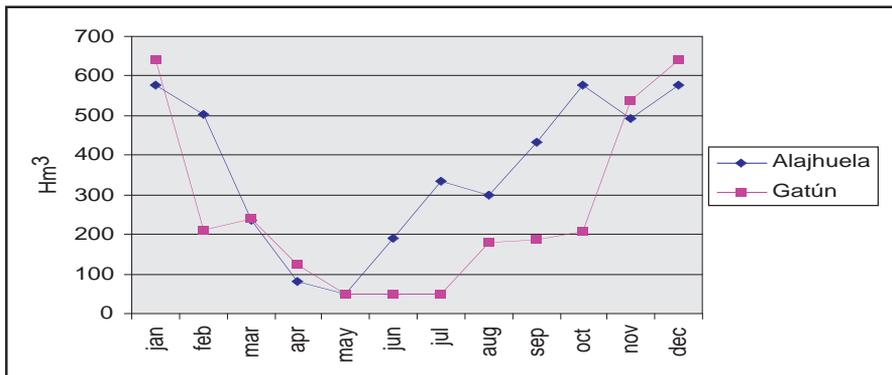
Caso	Escorrentía (Hm <sup>3</sup> /mes)	Consumo urbano de agua (Hm <sup>3</sup> /mes)
Base	3.857	25,3
V1	2.893	25,3
V2	1.928	25,3
V3	3.857	50,6
V4	2.893	50,6
V5	1.928	50,6
V6	3.857	75,9
V7	2.893	75,9
V8	1.928	75,9

Nota: Estas son situaciones hipotéticas con fines demostrativos únicamente.

**Resultados**

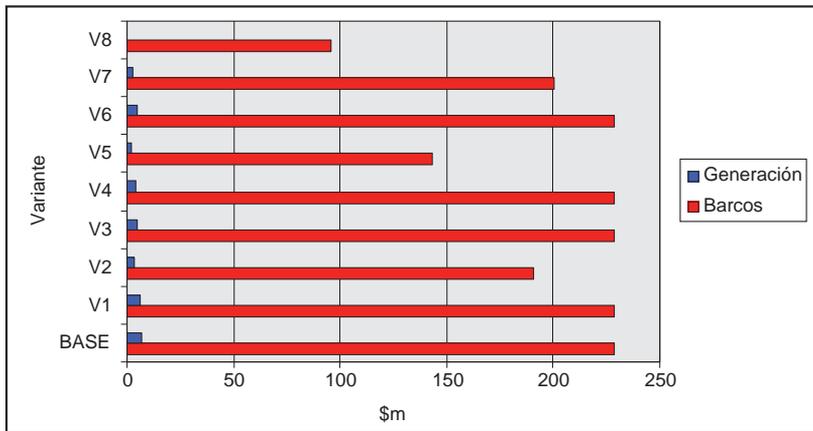
Alimentando esta información al modelo GAMS (ver código en el Anexo 1) es posible entonces proceder a la optimización del uso del agua en un período de un año. La Figura 4 muestra el comportamiento de los niveles de los dos reservorios que suplen de agua al sistema. El comportamiento es muy similar (aunque no exacto) al observado en la realidad. Durante la época seca disminuye el nivel de agua y durante la húmeda aumenta, para estar prácticamente lleno al final del año. Vale destacar que se incluye una restricción indirecta en el modelo, que consiste en un “premio” por cada Hm<sup>3</sup> de agua que esté almacenado al final del año en la función objetivo, lo que en la práctica resulta en que ambos lagos estén llenos al final del período. No obstante, y aún con ese premio, cuando el agua es un factor limitante (caso de algunas de las variantes que no se incluyen aquí por razones de espacio) al final del período los lagos no llegan a llenarse por completo.

**Figura 4. Nivel de los lagos Alajhuela y Gatún por mes, caso Base**



Es interesante comparar la sustitución que ocurre entre la generación de electricidad y el tránsito de barcos cuando cambian la escorrentía y el consumo de agua en las distintas variantes del modelo. Es posible notar que el valor de las reducciones en electricidad es mínimo en comparación con el de las reducciones en las ganancias por tránsito de barcos que ocurren cuando disminuye la cantidad de agua disponible. Al pasar de BASE a V1, cuando se reduce la escorrentía en un 25%, los ingresos por motivo de barcos no se reducen, únicamente se observa una disminución en la electricidad de un poco más de \$1 m (ver Figura 5). La magnitud de los efectos esperados aumenta significativamente cuando la demanda de agua se triplica y se reduce la escorrentía (caso más extremo). La generación de electricidad prácticamente desaparece en V8 y las ganancias derivadas de los tránsitos se reducen en más de \$100 m. Esta información demuestra el gran valor económico que tiene el recurso hídrico en la cuenca del Canal de Panamá.

**Figura 5. Efecto de las variantes sobre las ganancias anuales de la generación de electricidad y el paso de barcos por el Canal**

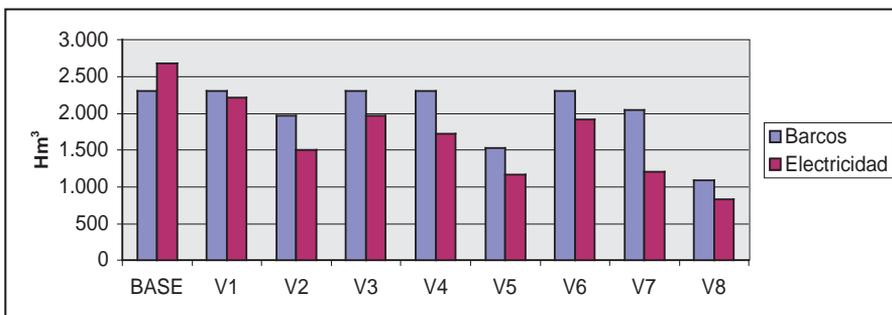


En la Figura 6 se muestra que el grueso de los beneficios económicos proviene de la operación del Canal, la generación de electricidad hace un aporte mínimo en relación con el total. Se indica que el consumo de agua para la generación de electricidad y la operación del Canal en los diferentes escenarios es de una magnitud similar. No se incluye en la figura el agua que se utiliza para consumo humano ni para los barcos que pagan tarifa *ballast* o *displacement*, debido a que estas cantidades son fijas en cada variante.

Los beneficios del Canal por tránsito de barcos son mucho mayores que los beneficios de generación de electricidad por unidad de agua utilizada. Por ejemplo, en el caso Base la producción de electricidad representa un poco más de \$7 millones y usa más de 2.500 Hm<sup>3</sup> de agua, el Canal produce más de \$200 m con un poco menos de agua.

Otro aspecto interesante es que cuando el Canal alcanza su capacidad operativa (fijada en este caso en 209,27 Hm<sup>3</sup>/mes) son utilizadas unidades de agua adicionales en la producción de electricidad, que genera un ingreso mucho menor por unidad de agua. Este hecho hace que los planes para la posible ampliación del Canal y la construcción de un tercer juego de esclusas tengan mucho sentido. Ampliar el Canal permitirá utilizar el agua en una actividad mucho más rentable. Esto se puede comprobar al comparar el caso Base con V1 y V3 con V4. En ambas comparaciones la cantidad de agua utilizada para tránsitos es la misma, sólo aumenta o disminuye la cantidad de electricidad producida. Esto indica también que reducciones en la cantidad de agua disponible, ya sea por disminuciones en la escorrentía o por aumento en la demanda urbana, hasta cierto punto van a repercutir primero en la cantidad de electricidad producida. Mientras no se amplíe el Canal, la energía eléctrica que se deje de generar será equivalente al valor del agua cuando ésta disminuye moderadamente (casos V1, V3, V4 y V6). Habría que incluir también el beneficio perdido por la disminución en el número de tránsitos, aunque estas situaciones son un poco extremas (casos V2, V5, V7 y V8).

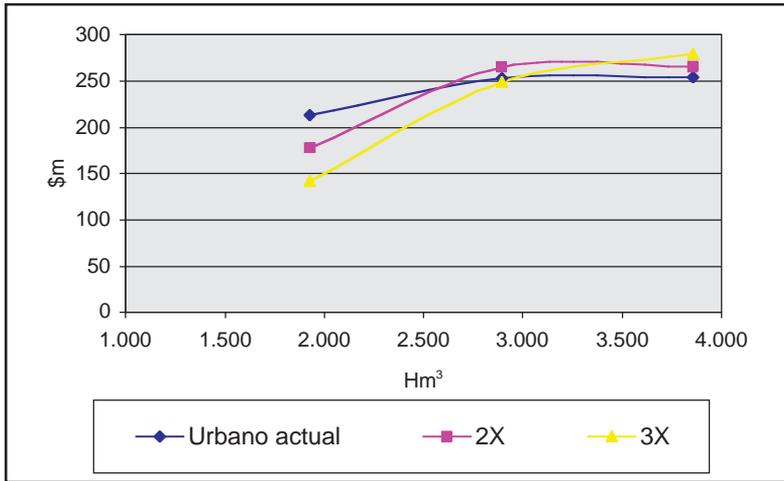
**Figura 6. Consumo de agua entre usos alternativos, para las distintas variantes**



Finalmente, y para analizar la situación general en relación con la escorrentía y el crecimiento de la población se presenta la Figura 7. Esta figura muestra como las ganancias totales disminuyen conforme entra menos agua al sistema, lo cual era de esperar. Aunque los casos extremos que se

presentan (puntos a la izquierda y hacia abajo en la figura) son poco probables, sí son útiles para estudiar el comportamiento del sistema. Cuando el agua es abundante (aprox. 4.000 Hm<sup>3</sup>) y el consumo de agua es igual al actual las ganancias son menores que si la demanda de agua fuera mayor (situaciones con 2x o 3x la población actual, 50,6 o 75,9 Hm<sup>3</sup> por mes, respectivamente). Esto tiene sentido, debido a que mayor cantidad de agua consumida significa más ingresos para el sistema y si el agua es abundante no habrá sacrificio en términos de tránsitos por el Canal. Sin embargo, conforme la cantidad de agua comienza a disminuir, la situación se invierte. Mayor consumo de agua para la población se traduce en reducción de ganancias para el sistema, a causa de que, por la escasez del agua, es necesario realizar un sacrificio en términos del número de tránsitos. Este elemento es sumamente importante, porque tarde o temprano (y hay que recordar que el Canal ha operado por casi 100 años ya), la demanda de agua de la población va a competir de manera directa con el número de tránsitos por el Canal. Entonces será necesario desarrollar nuevas fuentes de agua para suplir a las ciudades. Si eventualmente se expandiera el Canal, por ejemplo, construyendo un tercer juego de esclusas, esta situación sería todavía más grave. No obstante, hay formas de por lo menos atrasar este problema: aumentando la eficiencia en la distribución y el consumo del agua. Son conocidas, y se han hecho públicas en la prensa panameña en los últimos meses, la alta morosidad y las dificultades de cobro que existen en el servicio del agua. Un precio más alto por el agua resulta en una disminución de su consumo, debido a que se reduce el desperdicio y aumenta la eficiencia en su uso (tanto en la industria como en el hogar). La eliminación de subsidios al agua y el consecuente incremento en el precio, en muchos países, ha resultado en aumentos en la eficiencia de la distribución y en el consumo (Johnson, Revenga y Echeverría, 2001). Más aún, parte de los ingresos adicionales podrían dirigirse a actividades de protección de los recursos naturales de la cuenca hidrográfica.

Figura 7. Ganancias totales según la escorrentía y nivel de población



### Limitaciones del análisis

Como se mencionó anteriormente, este análisis es de tipo ilustrativo y lo que pretende es plantear situaciones y mostrar el funcionamiento del sistema. La falta de información en cuanto al efecto hidrológico del cambio de uso de la tierra hace que un componente importante no haya sido incluido. Conforme se estudie y se generen nuevos análisis, el tema del uso de la tierra y sus impactos sobre la cantidad y calidad de agua para el Canal podrán ser incorporados en esta herramienta para la toma de decisiones. La Ley 21 propone cambios en el uso de la tierra, que deben ser valorados muy cuidadosamente y el modelo desarrollado por el Proyecto Flujos Críticos puede ser una base para analizar las distintas opciones disponibles para su implementación.

Para vincular las características físicas y biológicas con la dimensión humana del uso de la tierra, es necesario contar con una representación razonable del sistema económico local. Los excedentes del productor y del consumidor, (que miden el bienestar de la sociedad, deben ser calculados para comparar distintas políticas. También es necesario conocer la respuesta de los actores a los diferentes estímulos, lo que puede hacerse utilizando técnicas econométricas. Las siguientes actividades pueden ser consideradas:

- Determinación de curvas de costo marginal y de demanda para las actividades relevantes y asociados excedentes del productor y consumidor.

- Incluir valor de las externalidades ambientales de las distintas.
- Incluir aspectos biológicos de los ecosistemas. Captura de carbono y biodiversidad son sólo dos de éstos. Eventualmente, al incluir parámetros de este tipo se podrán conocer los impactos que las distintas políticas van a tener sobre estos aspectos de tanta importancia.
- Estimación de la elasticidad de la demanda por agua. La respuesta de los usuarios del agua a cambios en el precio debe ser establecida para poder evaluar políticas que consideran estos cambios.
- Determinación de los costos y beneficios de prácticas de uso de la tierra que podrían adoptarse como parte de una estrategia de manejo de la cuenca.
- Análisis de opciones de política económica. Instrumentos económicos que pueden ser probados incluyen tarifas de agua, bonos, impuestos, permisos transables y pago de servicios ambientales, como almacenamiento de carbono, protección de recursos biológicos y belleza escénica.

## 5. Conclusiones

La falta de información y herramientas adecuadas, que permitan vincular la dinámica económica y ecológica, es citada con mucha frecuencia como una causa que impide el manejo apropiado de los recursos naturales, lo que lleva a políticas equivocadas y a decisiones en el campo que no promueven una buena administración de los recursos hídricos en las cuencas hidrográficas. El desarrollo de herramientas para el apoyo de las decisiones es, por lo tanto, un paso en la dirección correcta. Integrar el ámbito económico con el ecológico y el social, sin duda, resulta siempre en mejores decisiones y mayor bienestar para la población.

La cuenca del Canal de Panamá cuenta con una gran cantidad de datos ambientales que se prestan para ser utilizados en la toma de decisiones. El Programa de Monitoreo de la Cuenca, por ejemplo, ha logrado documentar muchos aspectos ambientales de importancia, mientras que los registros de la ACP son de los más completos del mundo en el campo de la hidrología. No obstante, aún hace falta una herramienta de apoyo a las decisiones que sea dinámica y que permita analizar políticas y decisiones relacionadas con los recursos naturales de la cuenca. Un sistema de este tipo, como el modelo desarrollado por el Proyecto Flujos Críticos, permitirá cuantificar los impactos ambientales y económicos de cambios en el uso de la tierra, producción de energía con fuentes renovables, incluyendo la energía eólica, y el manejo del agua. El uso de modelos cuantitativos facilita este proceso y la implementación de un enfoque de ecosistemas.

No obstante lo anterior, no se debe menospreciar el valor de la experiencia de las personas que día a día toman decisiones en cuanto al manejo del agua. La intuición del personal muchas veces produce mejores resultados que cualquier modelo de computación. Por esta razón hay que ser realistas y reconocer que las herramientas cuantitativas deben ser *un insumo más* en el proceso de toma de decisiones. Éstas pueden contribuir a ampliar el rango de posibles decisiones a ser consideradas por el administrador y a demostrar sus consecuencias. Pero no se debe subvalorar el criterio experto.

Aunque existe potencial para la optimización del sistema, debido a la gran importancia económica del Canal, cualquier decisión debe ser realizada con suma prudencia. El principio precautorio debe ser una guía, por lo que cambios asociados en un nivel alto de incertidumbre deben ser descartados.

La capacidad actual del Canal (tanto en términos del tamaño de los barcos que cruzan como la cantidad de tránsitos) hace que las últimas unidades de agua que entran al sistema no sean tan valiosas como lo serían si esta capacidad aumentara. Los beneficios de generar electricidad en la cuenca del Canal son pocos cuando se comparan con los del Canal, más aún si se toma en cuenta la cantidad de agua necesaria para producirla. En otras palabras, cuando entra menos agua en el sistema el efecto económico se observa en menor cantidad de electricidad generada, que como se menciona en la sección de datos del modelo, crea una renta mucho menor que la realizada por el tránsito de barcos.

Si lo que se quiere es que el agua sea utilizada en su uso más rentable, entonces es posible especular un poco y proponer algunas ideas. Por un lado, podría pensarse en aumentar la capacidad de tránsitos del Canal por unidad de tiempo (lo cual ya se está haciendo, por ejemplo, con la ampliación del corte Culebra y locomotoras más veloces). El agua necesaria para este incremento en la actividad del Canal es la que se habría utilizado en generar electricidad. Básicamente, se sustituiría electricidad por tránsitos.

Hay que tomar en cuenta también que cada cierto tiempo, el exceso de agua es tal que es necesario verterla al mar. Este hecho hace pensar en la posibilidad de aumentar la capacidad de almacenamiento de agua en la cuenca hidrográfica del Canal, propiamente dicha. De esta manera, esa agua sería aprovechada y contribuiría a suplir la demanda. Aplicaciones futuras del modelo podrían tener como objetivo minimizar la cantidad de

agua que entra al sistema y no es aprovechada. Es decir, manejar los recursos hídricos de tal manera que se disminuya el desperdicio de agua.

Planes existentes para ampliar el Canal y construir un tercer juego de esclusas le dan aún más peso al argumento anterior. El recurso agua será todavía más valioso y la producción de electricidad tendrá un costo de oportunidad mucho mayor. En la actualidad se está discutiendo en Panamá el tema de la ampliación de la cuenca del Canal hacia el oeste, así como transferir agua desde ésta. ¿Sería posible entonces más bien producir electricidad en la cuenca oeste y aumentar la capacidad de almacenamiento en la cuenca del Canal (la tradicional)? Un modelo cuantitativo de este tipo ciertamente podría ayudar a valorar estas decisiones.

La eficiencia en la distribución y el cobro del agua, así como la determinación de un precio correcto para ésta pueden ayudar mucho a atrasar el aumento en la demanda. Como se observó en algunas de las variantes del modelo, la presión para suplir de agua a la población tarde o temprano reducirá las posibilidades de efectuar tránsitos por el Canal. Por esta razón, una disminución en la cantidad de agua que se necesita para suplir la demanda urbana tendrá grandes beneficios. Un precio correcto del agua implica también el costo de proteger la cuenca hidrográfica, debido a que cuando se reduce la calidad del agua, a causa del deterioro de la cuenca, los costos de tratamiento serán mayores.

El diseño e implementación de estos instrumentos requerirá de la participación amplia de los sectores involucrados. La Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal (CICH) es un foro ideal para este tipo de diálogo, debido a su rango legal y a que incluye a diversas agencias relevantes. Sin embargo, es necesaria también la participación de grupos de la sociedad civil, el sector privado y otros. La continuación de este trabajo por los que verdaderamente se beneficiarán de un manejo racional e integral de los recursos naturales de la cuenca hidrográfica y su aplicación en la toma de decisiones serán el indicador del éxito del Proyecto Flujos Críticos en Panamá.

## 6. Bibliografía

Autoridad del Canal de Panamá. 2000. Informe Anual.

Autoridad del Canal de Panamá. “Estadísticas de tránsito”. 2000. <http://www.pancanal.com/esp/index.html>

- Aylward, B. and J. Echeverría. 1998. "Market and policy incentives for livestock production and watershed protection in Arenal, Costa Rica". *CREED Working Paper Series*. London: International Institute for Environment and Development and Institute for Environmental Studies, Free University Amsterdam.
- Aylward, Bruce. 2000. "Economic analysis of land-use change in a watershed context". Presented at the *UNESCO Symposium/Workshop on Forest-Water-People in the Humid Tropics*, Kuala Lumpur, Malaysia, July 31-August 4.
- Bruijnzeel, L. A. 1990. *Hydrology of Moist Tropical Forests and Effects of Conversion: A State of Knowledge Review*. Paris: International Hydrological Programme of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Calder, I. R. 1998. *Water-Resource and Land-Use Issues*. Swim Paper 3. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Carpenter, S., W. Brock, and P. Hanson. 1999. "Ecological and social dynamics in simple models of ecosystem management". *Conservation Ecology* 3(2): 4: [online] URL: <http://www.consecol.org/vol3/iss2/art4>
- Costanza, Robert, Nancy Bockstael, Claudia Binder, Roelof Boumans, Tom Maxwell, Ferdinando Villa, Alexey Voinov, Helena Voinov, Lisa Wainger, and Steve Walters. 1998. *Progress Report: Integrated Ecological Economic Modeling and Valuation of Watersheds*. Institute for Ecological Economics, University of Maryland, Center for Environmental Science.
- Costanza, Robert, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, Shahid Naeem, Robert V. O'Neill, José Paruelo, Robert G. Rasking, Paul Sutton, and Marjan van den Belt. 1997. "The value of the world's ecosystem services and natural capital". *Nature* 387: 253-260.
- Daily, G. C. (ed.). 1997. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, D.C.: Island Press.
- Echeverría, J., M. Hanrahan, and R. Solórzano. 1995. "Valuation of non-priced amenities provided by the biological resources within the Monteverde Cloud Forest Preserve, Costa Rica". *Ecological Economics*. Vol. 13.
- Echeverría, Jaime. 1999. *Plan de Acción para la Cuenca del Río Tempisque*. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

- Freeman, A. Myrick III. 1997 "On valuing the services and functions of ecosystems". In *Ecosystem Function & Human Activities: Reconciling Economics and Ecology*, edited by David Simpson and Norman L. Christensen, Jr. New York, NY: Chapman & Hall. 241-254.
- Fulcher, Chris, Tony Prato, and Yan Zhou. 1997. Economic and Environmental Impact Assessment Using a Watershed Management Decision Support Tool. ESRI User Conference Proceedings. Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Gisser, Micha, R. Lansford, W. D. Gorman, B. J. Creel, and M. Evans. 1979. "Water trade-off between electric energy and agriculture in the four corners area". *Water Resources Research* 15(3): 529-538.
- Grumbine, R. Edward. 1997. "Reflections on What is Ecosystem Management". *Conservation Biology* 11(1): 41-47
- Heckadon Moreno, Stanley, Roberto Ibáñez D., and Richard Condit (eds.). 1999. *La Cuenca del Canal: deforestación, urbanización y contaminación*. Panamá: Smithsonian Tropical Research Institute, US AID and ANAM.
- Houston, J. E., and N. K. Whittlesey. 1986. "Modeling agricultural water markets for hydropower production in the pacific northwest". *Western Journal of Agricultural Economics* 11(2): 221-231.
- IDAAN. 1998. Compendio de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados. Plantas Potabilizadoras.
- Intercarib S. A. Nathan Associates Inc. 1996. Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica: Plan de Usos del Suelo y los Recursos Naturales de la Región Interoceánica.
- Johnson, N., and B. Cabarle. 1993. *Surviving the Cut: Natural Forest Management in the Humid Tropics*. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- Johnson, N. and D. Perrot-Maitre. 2001. *Financial Mechanisms for Managing Water-Related Ecosystem Services*. Washington, DC.: Forest Trends and World Resources Institute.
- Johnson, N., C. Revenga, and J. Echeverría. 2001. "Managing water for people and nature". *Science*. May 11, 2001.
- Kahn, James R. 1995. *The Economic Approach to Environmental and Natural Resources*. Forth Worth: The Dryden Press.

McCarl Bruce A., and Gholam Hossein Parandvash. 1988. "Irrigation development versus hydroelectric generation: can interruptible irrigation play a role?" *Western Journal of Agricultural Economics* 13(2): 267-276.

Oficina de Proyectos Especiales Sostenibles. 1995. Proyecto de Reforestación. Autoridad de la Región Interoceánica.

Panama Legislative Assembly. Ley N° 21: Plan Regional para el Desarrollo de la Región Interoceánica y el Plan General de Uso, Conservación y Desarrollo del Área del Canal. Official Gazette 23, 323 (July 2, 1997): 1-21. Panamá: Órgano del Estado.

Repetto, R., and M. Gillis. 1988. *Public Policies and the Misuse of Forest Resources*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Unidad Técnica de Preparación de Proyecto (UTPP). 2000. Proyecto MIDA-RUTA (BM-FAO): Manejo Sostenible de Áreas Rurales de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Encuesta Socioeconómica Rural.

## 7. Anexos

### Anexo 1. Código GAMS

- \* maximizar renta del agua en un período anual
- \* este modelo optimiza la distribución del agua entre Canal, electricidad y urbano
- \* sujeto a restricciones
- \* la demanda por los servicios del Canal es exógeno y fija durante el análisis
- \* fuentes de información están en documento principal

\$title Panama

sets

runs names of scenarios /r1\*r9/

w uses of the water /s1, s2, s3, s4, s5/

\*s1 is regular ships, s2 special kind and s3 generation of hydroelectricity

w1(w) vessels /s1, s2, s3/

w2(w) electricity /s4/

w3(w) urban /s5/

year /Y1/

use land uses / bprimario, pastizal, rastrojo, bsecundm, bsecund, pajacan, water,

Urbana, Cienega, Erosion, Agricola, Forestal, Minera, Agrofor /

r reservoirs /ALAJUELA, GATUN/

ws watersheds /c\_grande

trinidad

gatun\_s

gatun\_n

rgatun

Boqueron

Pequeni

Chagres

Madden

/

wsr (ws,r) watershed to reservoir relation/

c\_grande .Gatun

trinidad .Gatun

gatun\_s .Gatun

gatun\_n .Gatun

rgatun .Gatun

Boqueron .Alajuela

Pequeni .Alajuela

Chagres .Alajuela

Madden .Alajuela

/

m months /jan, feb, mar, apr, may, jun, jul, aug, sep, oct, nov, dec, jan2/

mp(m) months in planning horizon /jan, feb, mar, apr, may, jun, jul, aug,  
sep, oct, nov,

dec/;

set factors /fact1\*fact4/;

table var(factors,runs) variable information for runs

r1 r2 r3 r4 r5 r6 r7 r8 r9

fact1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

fact2 1 1 1 1 1 1 1 1 1

fact3 1 1 1 2 2 2 3 3 3

fact4 1 .75 .5 1 .75 .5 1 .75 .5

;

display var;

table vw(w,r) value of water per hm<sup>3</sup> per type of use and reservoir

GATUN ALAJUELA

s1 108944 0

s2 27337 0

s3 -145975 0

s4 2117 4149

s5 45000 45000

;

table data summary

ALAJUELA GATUN

rescap 577 641

evap 3.33 33.33

capmax 0 209.27

kwhmax 260 340

urban 14.02 11.27

;

parameter sysmax(r);

parameter minimum(w1) required trasits per type of ship

/s1 0

s2 31.36

s3 3.2/

;

parameter municip(year,r) municipal water demand by reservoir;

parameter growth(year);

growth(year) = power((1.05),(ord(year)-1));

display growth;

table init (year,m,r) initial lake levels

GATUN ALAJUELA

Y1."jan" 641 577

;

parameter ilev(year,m,r);

scalar rate discount rate /.12/;

parameter discount(year) factor for discounting;

discount(year) = 1/power((1+rate),(ord(year)-1));

display discount;

table yield (m,r) actual runoff by month and reservoir

## GATUN ALAJUELA

JAN	73.22965	46.85825819
FEB	32.98865347	21.108811
MAR	35.02582845	22.41236047
APR	107.7258128	68.9316957
MAY	270.3874445	173.0157755
JUN	273.225908	174.8320542
JUL	227.6067698	145.6412366
AUG	260.6633288	166.7934991
SEP	273.4975316	175.005861
OCT	322.1452699	206.1346221
NOV	285.9378801	182.9662031
DEC	189.5659224	121.299623

;

parameter runoff(m,r);

positive variables

 $l(r, \text{year}, m)$  volume in storage by reservoir begining of month in hm<sup>3</sup> $a(\text{year}, m, w, r)$  water by activity by month in million units $y(\text{year}, m, r)$  water inflow from land use to reservoir

;

variables

profit in us\$

 $S(\text{year}, m, r)$  spillage

;

equations

Z total revenue

demr(year,mp,r) water demand restriction

cancap(year,m,r) system capacity restriction

kwhcap(year,m,r) electricity capacity restriction

urbcap(year,m,r) water consumption restriction

levela(r,year,m) initial volume level

levelb(r,year,m) initial volume level

prior(year,mp,r,w1) priority ships restriction

inflow(year,m,r) water inflow by month calculation

initiala(r,year,m) begining of the year

initialb(r,year,m) begining of the year

;

Z.. sum((year,mp,w,r), (a(year,mp,w,r) \* vw(w,r)\*discount(year)))

+sum((year,r), (l(r,year,"dec")\*45000)) =e= profit;

cancap(year,m,r).. sum(w1, a(year,m,w1,r)) =l= sysmax(r);

kwhcap(year,m,r).. sum(w2, a(year,m,w2,r)) =l= data("kwhmax",r);

urbcap(year,m,r).. a(year,m,"s5",r)=e=municip(year,r);

demr(year,mp,r).. municip(year,r) + sum(w, a(year,mp,w,r))=l=l(r,year,mp)

+ y (year,mp,r);

levela("ALAJUELA",year,m+1).. l("ALAJUELA",year,m+1)=e=  
y(year,m,"ALAJUELA")+

l("ALAJUELA",year,m)-sum(w, a(year,m,w,"ALAJUELA"))-

s(year,m,"ALAJUELA")-municip(year,"ALAJUELA")-

data("evap","ALAJUELA")

;

levelb("GATUN",year,m+1).. l("GATUN",year,m+1)=e=  
y(year,m,"GATUN")+ l("GATUN",year,m)-sum(w, a

(year,m,w,"GATUN"))-s(year,m,"GATUN")-municip(year,"GATUN")-

data("evap","GATUN")+sum(w,a(year,m,w,"ALAJUELA"))+s(year,m,  
"ALAJUELA")

;

initiala("ALAJUELA",year,"jan").. l("ALAJUELA",year,"jan")=e=l("AL  
AJUELA", year-1,

"dec")+ilev(year,"jan","ALAJUELA");

initialb("GATUN",year,"jan").. l("GATUN",year,"jan")=e=l("GATUN"  
, year-1,

"dec")+ilev(year,"jan","GATUN");

inflow(year,m,r).. y(year,m,r) =e= runoff(m,r);

prior(year,mp,r,w1) .. a(year,mp,w1,"GATUN")=G= minimum(w1);

\*upper and lower bounds

l.up(r,year,m)= data(“rescap”,r);

l.lo(r,year,m)= 50;

s.lo(year,m,r)=0;

model base/Z, initiala, initialb, cancap, kwhcap, urbcap, demr, levela, levelb, prior, inflow/;

\*next the parameters necessary for reporting results

parameter gains(runs,w,year) canal profits result table;

parameter ar(runs,year,w) activities result table;

parameter profitr(runs) profits result table;

parameter inflowr(runs,year,m,r) inflow results table;

parameter demandr(runs,year,m,r) demand results table;

parameter istorer(runs,year,m,r) initial storage results table;

parameter spillr(runs,year,m,r) spillage results table;

loop(runs,

runoff(m,r) = yield (m,r)\*var(“fact4”,runs);

ilev(“y1”,“jan”,r)=init(“y1”,“jan”,r)\*(var(“fact2”,runs));

municip(year,r) = data(“urban”,r)\*growth(year)\*var(“fact3”,runs);

sysmax(r) = data(“capmax”,r)\*var(“fact1”,runs);

```

solve base maximizing profit using lp;

gains(runs,w,year)= sum((r,mp), a.l(year,mp,w,r) * vw(w,r));
ar(runs,year,w)= sum((r,m), a.l(year,m,w,r));
profitr(runs)= profit.l;
istorer(runs,year,m,r)=l.l(r,year,m);
spillr(runs,year,m,r)=s.l(year,m,r);
inflowr(runs,year,m,r)= y.l(year,m,r);
demandr(runs,year,m,r)= sum(w, a.l(year,m,w,r))
;

);

*next results are placed in a file and displays the parameters
display gains, ar, profitr, demandr, istorer, inflowr, runoff, spillr
;

file results /c:\critflow\model\results.dat/;
file profs /c:\critflow\model\profit.dat/;
file earn /c:\critflow\model\earn.dat/;

put results; results.pc=5;
put "results"//;

loop(runs, put / runs.tl /"year","month","Alevel","Ainflow","Ademand
","Aspillage","Glevel","Ginflow","Gdemand","Gspillage"

```

```
loop ((year,m), put / put year.tl, put m.tl,  
loop (r, put istorer(runs,year,m,r), inflowr(runs,year,m,r),  
demandr(runs,year,m,r), spillr(runs,year,m,r))  
)  
)  
;  
put profs; profs.pc=5;  
put "activity level"/;  
loop ((year,w), put /put year.tl, put w.tl  
loop(runs, put ar(runs,year,w)  
)  
)  
;  
  
put earn; earn.pc=5;  
put "profits per activity"/;  
loop ((year,w), put /put year.tl, put w.tl  
loop(runs, put gains(runs,w,year)  
)  
)  
;
```

## **Anexo 2. Escorrentía y su relación con el cambio del uso de la tierra: modelos de escorrentía**

*Patricia Zurita*

Uno de los elementos más importantes en el Proyecto Flujos Críticos es la relación entre el uso de la tierra y la provisión de agua. A pesar de la importancia del impacto que pueda tener el uso de la tierra en la capacidad de un ecosistema para proveer recursos hídricos constantemente, esta relación no ha sido por completo comprobada y quedan todavía muchas preguntas por resolver, sobre todo en sistemas tropicales.

La cuenca del Canal de Panamá no cuenta con datos de escorrentía relacionados con el tipo de uso de la tierra o datos de evapotranspiración potencial para cada una de las distintas coberturas vegetales. Por esta razón, intentamos utilizar modelos desarrollados en otras partes del mundo para aproximar el valor de relación entre la escorrentía de un sistema y su cobertura vegetal. A continuación se describen los modelos investigados, sus usos y extensión geográfica. Para Panamá no se pudieron utilizar estos sistemas por falta de tiempo y recursos, sin embargo, esta posibilidad queda abierta para el mejoramiento del modelo para la cuenca del Canal.

### **SLURP: Semi-distributed Landuse-based runoff processes**

Este modelo es desarrollado por el Instituto Internacional de Manejo de Agua (IWMI) que simula ciclos hidrológicos desde precipitación hasta escorrentía, incluyendo el efecto de reservorios, represas, reguladores, extracción de agua y esquemas de irrigación. El modelo puede ser utilizado para examinar el efecto de cambios propuestos en el manejo de agua en una cuenca o para observar los efectos de factores externos como cambio climático, o cambio en la cobertura vegetal, en los tipos de uso de agua. El modelo simula equilibrio vertical de agua en cada elemento de una matriz de subcuencas y uso de la tierra utilizando información meteorológica diaria. El modelo ha sido utilizado en zonas tropicales para optimizar el uso del agua especialmente para programas de irrigación. Determina evapotranspiración basada en la evaporación de docel, de la superficie de los suelos y de la vegetación en función del área cubierta por vegetación para determinar el efecto de la cobertura vegetal en la escorrentía. Sin embargo, no se han definido los efectos de distintas coberturas de vegetación. Dada la falta de información en evaporación y de evapotranspiración para los

distintos tipos de cobertura vegetal en la cuenca no pudimos utilizar este modelo en Panamá.

### **TRIP: Total Runoff Integrating Pathways**

Este modelo puede servir para aislar cuencas hidrográficas, transporte de agua entre cuencas, así como para definir colectores y encauces de escorrentía en las desembocaduras de los ríos. TRIP permite estimar los cambios en escorrentía como resultado de un cambio climático. Este modelo está siendo utilizado para complementar modelos de flujos entre los océanos, la atmósfera y los ríos para evaluar los cambios en la historia de los ciclos hídricos en la Tierra. Este modelo está siendo utilizado actualmente por GEWEX, un programa integrado de investigación, observación y actividades científicas para predecir los cambios climáticos, tanto globales como regionales. GEWEX es una iniciativa del Programa Mundial de Investigación Climática e incluye todo un componente de hidrometeorología y cobertura de la tierra.

### **Experimento de gran escala biósfera-atmósfera en Amazonía (LBA)**

Como parte de la iniciativa GEWEX se está desarrollando en Brasil, el experimento de biósfera-atmósfera en gran escala en Amazonía (LBA). LBA es un esfuerzo de investigación multidisciplinaria internacional diseñada para comprender el funcionamiento climático, ecológico, biogeoquímico e hidrológico de la Amazonía en interacción con el sistema Tierra y su respuesta al cambio en el uso de la tierra. Dos de los elementos del proyecto buscan definir el efecto del uso de la tierra en los flujos de agua, el transporte de sedimentos y los cambios químicos que se producirían en el sistema riverino de la región y las predicciones de cambios futuros en el funcionamiento de la Amazonía como resultado de distintos escenarios de cambios de uso de la tierra y cambio climático. Los datos y resultados del proyecto LBA deberán estar listos para finales del año 2001 y aunque no se tiene un modelo que se pueda replicar en otras zonas tropicales, los resultados servirán para guiar la correlación entre el cambio en el uso de la tierra y su impacto en los flujos hídricos.

### **IBIS: Integrated Dynamical Biosphere Simulator**

Un proyecto relacionado con LBA en la investigación ecológica en el experimento de gran escala biósfera-atmósfera en Amazonía es el IBIS. Versiones iniciales del IBIS han sido utilizadas para investigar los patrones globales de equilibrio hidrológico, ciclos de carbono y cobertura vegetal,

así como el impacto del incremento de concentraciones de dióxido de carbono en la hidrología de la Amazonía. El objetivo primordial del IBIS es proveer un entendimiento de controles ambientales en los flujos de energía, agua, carbono, nutrientes y gases entre la atmósfera, hidrósfera y la biósfera de la Amazonía. Los resultados de este proyecto contribuirán con una base científica para la implementación de políticas de manejo sustentable para los recursos naturales de la Amazonía. Se espera que para finales del verano del 2001 se cuente con resultados de este proyecto.

### **PnET Model**

Este modelo es una serie de modelos relacionados con parámetros para carbono, nitrógeno y flujos de agua en ecosistemas de bosque en las zonas templadas y boreales. Este modelo utiliza el equilibrio hidrológico para predecir producción primaria neta y trazar los flujos de nitrógeno en zonas cubiertas por bosques. El modelo tiene una resolución de 1 km<sup>2</sup> y predice la producción neta anual del ecosistema, la producción primaria neta, la producción de madera y la escorrentía. Es un modelo que fue diseñado por el Instituto de Estudios de la Tierra, del Océano y del Espacio en la Universidad de New Hampshire en 1997. A pesar de que este modelo podía ser utilizado en Panamá, su aplicación única para zonas templadas o boreales podía predecir datos errados para la cuenca del Canal. Más aún, la falta de datos de producción ecosistémica evitó utilizar este modelo para Panamá. PnET utiliza masa foliar, peso específico de las hojas, concentración foliar de nitrógeno, flujos de temperatura y radiación para predecir fotosíntesis diaria neta de doceles de bosques. PnET-II añade alocación de carbono y elementos de respiración, así como equilibrio hidrológico para predecir producción primaria neta, transpiración y escorrentía.

### **BAHC: Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle**

Este proyecto es desarrollado por el Programa Internacional de la Geósfera y Biósfera establecido en 1986 por el Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU). BAHC es uno de los once elementos que el proyecto está desarrollando. BAHC busca específicamente resolver la pregunta de cómo la vegetación interactúa con los procesos físicos del ciclo hidrológico. BAHC es un proyecto interdisciplinario que combina e integra varias disciplinas, particularmente ecofisiología, hidrología, edafología y meteorología. Su objetivo es desarrollar técnicas y algoritmos para proveer datos climáticos para investigación hidrológica y proveer modelos transferibles

que incluyen suelos, vegetación y atmósfera en grandes escalas. El proyecto estará listo para finales del año 2002 y proveerá datos y algoritmos para definir los efectos regionales en los flujos de agua y ciclos de carbono de los cambios en la superficie de la Tierra.

### **ICM: Integrated Catchment Modeling**

El grupo de investigación para modelaje integrado de cuencas hidrográficas (ICM) se formó en enero del 2000 y su función es crear un sistema de simulación que permita evaluar los múltiples efectos del cambio en el uso de la tierra en gran escala enfatizando la visión holística del sistema con el financiamiento del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization australiano (CSIRO). Una de las actividades del modelo busca específicamente definir las relaciones entre recursos hídricos y vegetación a través de los distintos elementos del ambiente y examinar los beneficios ambientales y económicos de estas funciones. El proyecto planifica investigar la respuesta de la escorrentía anual media a los cambios de vegetación a un nivel de cuenca y desarrollar las relaciones para repartir el patrón de lluvia en la escorrentía de superficie y la recarga de acuíferos. El proyecto también analizará los efectos de acumulación de agua y permeabilidad en la relación entre vegetación y equilibrio hídrico. El proyecto se encuentra en ejecución y se está desarrollando en la zona tropical de Australia. Los resultados del proyecto se planifican y estarán listos a finales del año 2003.

Son varias las iniciativas mundiales que se han desarrollado para tratar de definir la relación entre los regímenes hídricos y los cambios en la cobertura vegetal. Sin embargo, este es un trabajo que todavía no encuentra respuestas claves sobre el papel que juegan distintos tipos de vegetación en el ciclo hídrico y si éstos son responsables de generar más o menos agua o de redistribuirla en el tiempo. Estará en manos de la Autoridad del Canal y de la Comisión Interinstitucional el definir prioridades de investigación para determinar los efectos de distintas coberturas de vegetación sobre el régimen hídrico de la cuenca del Canal. El modelo generado por WRI servirá como base para que cuando esa información esté lista se pueda definir la óptima combinación de usos de la tierra en la cuenca, que busquen maximizar su rentabilidad económica y que sea capaz de promover la protección de sus recursos naturales.

## Referencias

- International Water Management Institute. River Basin Modeling. May 21, 2001. <http://www.cgiar.org/iwmi/software/SLURP.htm>
- Total Runoff Integrating Pathways. TRIP. May 21, 2001. <http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~taikan/TRIPDATA/TRIPDATA.html>
- About PnET. May 29, 2001. <http://www.pnet.sr.unh.edu/>
- CT Brasil. Experimento de grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia - LBA. May 21, 2001. [http://www-eosdis.ornl.gov/lba\\_cpTec/](http://www-eosdis.ornl.gov/lba_cpTec/)
- Welcome to BAHCI! May 23, 2001. [http://www.pik-potsdam.de/~bahc/home\\_1.htm](http://www.pik-potsdam.de/~bahc/home_1.htm)
- Sustainable Catchment and Groundwater Management: Integrated Catchment Modelling (ICM). May 23, 2001. <http://www.clw.csiro.au/research/catchment/modelling/>
- NASA/INPE. Welcome to the LBA-Ecology Project Office. May 23, 2001. <http://lba-ecology.gsfc.nasa.gov/lbaeco/>

# **Bases para una estrategia de desarrollo sostenible de las Islas Galápagos: el papel de los instrumentos de valoración ambiental**

*Matías González Hernández\**

---

\* Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Análisis Económico Aplicado.  
Doctor y Licenciado en Economía por el Departamento de Economía Aplicada por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.  
Profesor destacado de la ULPGC, profesor invitado en la Universidad Nacional de Colombia, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad de La Laguna, Universidad de Murcia, entre otras.  
Con publicaciones en temas de gestión ambiental, desarrollo sostenible y turismo.  
Paralelamente ha participado en proyectos de investigación para la Asociación de Industriales de Canarias (ASINCA), así como para la Consejería de Política Territorial del Gobierno de Canarias, para el Patronato de Turismo de Gran Canaria, entre otros.



## 1. El conflicto entre conservación y desarrollo en el archipiélago de las Galápagos

El archipiélago de las Galápagos es internacionalmente reconocido como uno de los principales reservorios de biodiversidad del planeta. Esto es debido no sólo a la diversidad y singularidad de las especies de flora y fauna que alberga, sino también a su significada relevancia para el estudio de uno de los procesos asociados con la vida que más interés y dedicación ha concitado en los últimos siglos: la evolución.

El reconocimiento del extraordinario interés que para la humanidad posee la preservación de semejante patrimonio natural ha propiciado que las instituciones internacionales y los gobiernos nacionales se hayan aprestado, desde hace décadas, a incluir a este archipiélago entre el conjunto de los espacios naturales a proteger. Las declaraciones de Parque Nacional por parte del gobierno ecuatoriano, en 1936, y de Reserva de la Biosfera por parte de la UNESCO, en 1985, marcan dos hitos fundamentales para la conservación de la biodiversidad galapagueña. Desde ahí, ha sido creada una extensa red de instituciones para la preservación y gestión de su patrimonio natural, y se han desarrollado y dotado numerosos programas destinados a la restauración y conservación de especies y ecosistemas.

Sin embargo, una visión completa de la realidad de las Galápagos no es posible sin la consideración del factor humano. En el contexto del continente sudamericano y de la República de Ecuador, desde hace varios siglos se vienen produciendo asentamientos humanos que han corrido diversa suerte en su devenir, y que están convenientemente datados en la historiografía del archipiélago. De forma específica, en los últimos decenios, los desarrollos humanos se han producido promovidos por el aprovechamiento económico de los extensos recursos naturales de la región, para diversos usos. Entre ellos, la pesca y el turismo ocupan los lugares preeminentes.

La existencia de un extraordinario *stock* de recursos pesqueros comerciables ha constituido un atractivo permanente para el desarrollo de iniciativas económicas basadas en su extracción y venta. En este ámbito, la tensión entre las aspiraciones de los agentes extractivos y los responsables de la conservación ha sido permanente, dando lugar en algunos casos a escenarios de abierto conflicto. Por otro lado, el extraordinario atractivo de los paisajes naturales y la observación de algunas especies singulares de la fauna galapagueña, han promovido el desarrollo de una industria turística que superó las 122.000 visitas en 2005, el 14% de nacionales. También en

este caso existe una latente relación conflictiva entre el desarrollo económico y la preservación de la naturaleza. Pese a que la razón de ser del turismo en las Galápagos es su naturaleza relativamente prístina, el desarrollo turístico conlleva de manera inevitable la generación de impactos en el medio, derivados de la construcción de infraestructuras, el empleo de recursos naturales como *inputs* productivos y la generación y vertido de residuos sólidos, líquidos y gaseosos.

Las tensiones sociales tienen derivación también en las relaciones entre las dos principales actividades económicas: pesca y turismo. La primera interesada en ampliar las capturas, la segunda en la preservación de la vida animal como soporte de actividades recreativas. Aun dentro del sector turístico, puede detectarse conflictividad entre el interés de la actividad de cruceros de maximizar el porcentaje de gasto de los turistas capturado en las embarcaciones, frente a la aspiración de los negocios con base en tierra de participar en mayor medida de los beneficios que genera esta actividad.

Por su parte, las instituciones locales internalizan en sus procesos de decisión los elementos fundamentales del conflicto entre conservación y desarrollo. Ello se refleja en la naturaleza contradictoria y/o ambigua de buena parte de su arsenal decisonal. Por un lado, tratan de satisfacer las demandas de los sectores sociales locales que propugnan políticas más desarrollistas, a su vez en direcciones diferentes. Por otro lado, se deben a los compromisos adoptados con los gobiernos nacional e internacionales, a través de instituciones multilaterales, respecto de la conservación del patrimonio natural de las Islas. Compromisos de los que depende una parte significativa de los ingresos de las instituciones locales y de la financiación de infraestructuras y proyectos en las Islas. En este escenario es observable una tensión latente entre las organizaciones responsables de gestionar la conservación del Parque (principalmente, la administración del PNG y la Estación Científica Charles Darwin) y las instituciones de gobierno insulares. Estas últimas, a su vez, sostienen una permanente relación de desconfianza y crítica mutua con las organizaciones representativas de los sectores económicos locales.

Previsiblemente, la frontera potencial de estos conflictos aún no ha sido alcanzada. Las Galápagos ejercen un extraordinario atractivo para la población del continente, buena parte de ella instruida, como espacio en el que pueden ver mejoradas sus condiciones de vida. Este factor opera como una fuente potencial de conflicto en cualquiera de los escenarios previsibles. Por un lado, si la política inmigratoria es laxa, el potencial

conflictivo surge de un contingente creciente de población que inevitablemente genera presiones adicionales sobre los recursos naturales insulares. Por otro lado, si es restrictiva, bloquea demandas sociales en el continente que, por insatisfechas, son igualmente capaces de inducir conflictividad, buena parte de ella expresada en forma de inmigración clandestina.

La Ley Especial de Galápagos estableció “*que es deber del Estado ecuatoriano velar por la conservación del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, Terrestres y Marítimas, así como por el desarrollo de los asentamientos humanos circunvecinos*” y “*que las zonas terrestres y marinas y los asentamientos humanos de la provincia de Galápagos están interconectados, de tal forma que su conservación y desarrollo sustentable depende del manejo ambiental de los tres componentes*”. De este modo, el marco legal reconoce la necesidad de una aproximación integral a los problemas de conservación y desarrollo humano en las Galápagos, antes que la segregación de éstos en compartimentos estancos. El desarrollo de esta ley ha creado un complejo entramado institucional de encuentro y participación de los diferentes actores sociales e institucionales. Sin embargo, es apreciable aún la ausencia de una estrategia que integre la globalidad de los problemas en la perspectiva del desarrollo sostenible.

La concepción e implementación de tal estrategia requiere la elaboración de herramientas de evaluación y análisis de las interacciones relevantes entre los subsistemas social y natural, y en el seno de cada uno de ellos. Particularmente requiere instrumentos para medir en lo posible la naturaleza y alcance de los impactos ambientales derivados de los procesos de desarrollo humano, y el modo en que los cambios operados en el medio ambiente influyen en la calidad y las opciones de vida de la comunidad humana. Desde nuestro punto de vista, este es el contexto en que debe ser evaluada la idoneidad del amplio crisol de instrumentos de valoración del medio ambiente que han sido desarrollados en los últimos años. Nuestro enfoque no se basa en determinar una suerte de superioridad global de unos instrumentos respecto de otros. Al contrario, se sustenta en la idea de que la idoneidad de cada instrumento depende del propósito y del contexto en el que es empleado. Por ejemplo, no parece razonable que un experimento de valoración contingente sea el instrumento principal para determinar la conservación o no de aspectos críticos del capital natural. Sin embargo, esta herramienta puede ser extraordinariamente útil en la determinación de la tarifa óptima de entrada a un espacio natural protegido.

De acuerdo con todo ello, las secciones de este trabajo se refieren a los siguientes aspectos. En la próxima se dará cuenta de los principales datos representativos de la situación demográfica, económica y ambiental de las Galápagos,

a modo de un breve diagnóstico. La sección tercera se ocupa brevemente de los componentes de una estrategia de desarrollo sostenible que pretenda conservar la extraordinaria diversidad de las Islas al mismo tiempo que atender las demandas de desarrollo humano. La cuarta sección se centra en determinar cuál puede ser el instrumento de evaluación ambiental más idóneo para cada una de las relaciones básicas en las que se fundamenta la estrategia. Todo ello en el contexto de un sistema de información para la planificación y gestión del desarrollo sostenible. El epígrafe quinto presenta las conclusiones más significativas que se desprenden de lo anterior.

## **2. Diagnóstico de los subsistemas social y ambiental de Galápagos**

### **Demografía**

Algunos elementos significativos de la evolución de los subsistemas social y ambiental, y de las interacciones entre ambos, son expuestos a continuación.

Destaca, en primer lugar, la evolución de la población. Como puede observarse en la Tabla I, dicha evolución es exponencial. Al crecimiento vegetativo se ha sumado un intenso crecimiento inmigratorio. Éste se ha pretendido regular mediante la Ley Especial de Galápagos. Sin embargo, los problemas para hacer efectivo ese propósito son diversos.

En primer lugar, uno de los factores que suponen una limitación a la restricción de entrada y asentamiento, esto es, que las empresas demandantes de empleo no encuentren en las Islas trabajadores con el perfil demandado, supone una puerta franca de entrada para muchos inmigrantes.

En segundo lugar, la pirámide de población de Galápagos presenta, gracias a la inmigración masiva de períodos precedentes, una base extraordinariamente ancha. Esto implica un alto potencial de crecimiento vegetativo que se transformará, en el transcurso de los próximos años, en la incorporación a la población activa de un importante contingente poblacional. Tal demanda de empleo y actividad económica va a ser un factor de incremento significativo de la presión sobre los recursos naturales en los próximos años, con independencia del éxito que se coseche en el control de la inmigración.

Un dato significativo de la evolución demográfica de Galápagos es la participación en la población de todo el país. Puede observarse que ésta pasa

del 0,04% en 1950 hasta el 0,17% en el 2003, esto es, se multiplica por más de 4 en el transcurso de medio siglo.

**Tabla I. Evolución demográfica de Galápagos**

Año	Ecuador	Galápagos
1950	3.202.757	1.346 0,04%
1962	4.564.080	2.391 0,05%
1974	6.521.710	4.037 0,06%
1982	8.138.974	6.119 0,08%
1990	9.697.979	9.785 0,10%
2003	13.710.000*	23.500* 0,17%

Fuente: Informe Galápagos, 2001 e información directa.

\* Estimaciones.

### Población activa

La población activa de las Islas Galápagos refleja el predominio de las dos actividades motrices señaladas, el turismo y la pesca (véase la Tabla II). Las restantes actividades, incluyendo las administraciones públicas, poseen un tamaño en buena parte derivado de las demandas directas e indirectas provenientes de las dos actividades fundamentales. La estructura productiva presenta diferencias notables entre las Islas. La marcada orientación pesquera de Isabela contrasta con la vocación turística de Santa Cruz, presentando San Cristóbal una población activa similar en ambas actividades. Estas asimetrías en la distribución insular de la población activa hacen que, en parte, los conflictos sectoriales derivados de modelos opuestos de gestión de los recursos naturales se expresen al mismo tiempo como tensiones interinsulares. Esta circunstancia, por otra parte, debilita el desarrollo de análisis, visiones y propuestas que engloben a la totalidad del archipiélago.

**Tabla II. Distribución de la población activa por sectores de actividad. Año 2000**

Actividad	Santa Cruz	San Cristóbal	Isabela
Turismo	44	21	20
Administración pública y defensa	5	25	20
Pesca	6	17	29
Otras actividades	45	37	31
Total	100	100	100

Fuente: Informe Galápagos, 2001.

## Renta per cápita

La estimación precisa de la renta de los habitantes de Galápagos tropieza con serios problemas metodológicos. De un lado, la propia debilidad del aparato estadístico en que se sustenta. De otro, la dificultad de evaluar el valor añadido generado por actividades que, en parte, tienen incentivos para ocultar su actividad a los organismos responsables de evaluarla, que sería el caso de la pesca clandestina. Los datos que se manejan oficialmente son presentados en la Tabla III. Puede observarse que la pesca genera la mayor renta *per cápita* mensual, seguida del turismo, y más lejos, de la administración y otras actividades. Esta distribución presenta, además, consecuencias estacionales y territoriales. La isla menos poblada de Isabela, presentaría el mayor ingreso *per cápita* pero el más estacional. La isla capitalina de San Cristóbal presentaría la renta *per cápita* inferior, dado el mayor peso de las administraciones públicas.

**Tabla III. Renta per cápita mensual por sectores. Año 2000**

Pesca	\$407
Turismo y comercio	\$309
Administración pública y defensa	\$261
Otras actividades	\$264

Fuente: Informe Galápagos, 2001.

## El turismo

Según el estudio realizado por Willen y Stewart (2000), los turistas extranjeros que incluyen Galápagos en su visita gastan alrededor de \$3.676 *per cápita* en sus vacaciones y los nacionales \$932. Alrededor del 66% del gasto de los turistas nacionales se queda en Ecuador (el saldo corresponde a paquetes turísticos que algunos ecuatorianos compran en el extranjero o por Internet); de este porcentaje, el 58,5% va a Ecuador continental y el 36,7% a Galápagos. En total, menos del 30% de los gastos de los turistas nacionales y extranjeros que visitan Galápagos se dirigen hacia la economía mundial y un 19% se queda en la economía galapagueña. Esta estructura de gasto y distribución territorial del valor añadido es soportada por una estructura alojativa que presenta los rasgos contenidos en la Tabla IV.

**Tabla IV. Estructura alojativa de Galápagos**

Tipo de establecimiento	Floreana	Isabela	San Cristóbal	Santa Cruz	Total	%
Establecimiento en tierra	39	111	239	778	1.167	43
Embarcaciones (Cruceros)	0	0	630	920	1.550	57
Total	39	111	869	1698	2.717	100

Fuente: Cámara de Turismo de Galápagos.

La hegemonía del turismo de cruceros sobre el conjunto de la actividad turística va significativamente más allá de su mayor número de camas. Es también el turismo el que genera mayor gasto por día, pero el que tiene menos efectos multiplicadores hacia el interior de la economía de las Galápagos. Esta desigual distribución expresa uno de los factores de tensión que se han desarrollado en las Islas en los años precedentes. La actividad turística con base en tierra presenta, además, una marcada sobreoferta, lo que añade problemas adicionales de rentabilidad para las empresas. Finalmente, esta asimetría es la base de uno de los rasgos más significativos de la estructura social isleña. Mientras que en el sector de cruceros hay una importante concentración, en tierra se ha desarrollado una pléyade de pequeños negocios de naturaleza diversa orientados a prestar servicios a los turistas.

La Tabla V presenta un conjunto de información útil para evaluar el impacto económico generado por el turismo en la isla Santa Cruz que es marcadamente hegemónica.

**Tabla V. Aspectos del impacto económico del turismo (Isla Santa Cruz)**

Hospedaje	Restauración
Plazas: 815 Pernoctación promedio: 3 noches Promedio costo penoctr.: \$25 Promedio ocupación anual: 35% Prom. Fact. Mínimo x mes: \$7.224	Plazas: 760 Estadía promedio: 3 días Capacidad acogida: 7.600 Pax/mes Prom. Fact. Nec. Mínima x mes: \$4.044
Agencias de viajes	Transporte marítimo (Sta. Cruz)
Un total de 6 agencias operadoras locales que ofertan un conjunto amplio de opciones con base en la isla Un total de 9 agencias que son intermediarias de cruceros navegables	Plazas al día: 1.134 Días promedio: 7 días Capacidad acogida: 4.875 Pax/mes Promedio de costos por día: \$159 Promedio ocupación actual: 74% Prom. Fact. Nec. Mím. x mes: \$44.983

Fuente: Cámara de Turismo de Galápagos.

La actividad turística contribuye también al desenvolvimiento de las funciones de protección de la naturaleza y a la financiación de las instituciones provinciales a través de la tasa de entrada al Parque que deben pagar todos los visitantes<sup>1</sup>. La Tabla VI muestra la recaudación de los años 1998 a 2000, así como su distribución entre las diferentes instituciones de gobierno de las Islas Galápagos. La participación del turismo en la financiación de la conservación adquiere *visibilidad* a través del 40% de los ingresos de la tasa de entrada destinados al servicio del Parque Nacional Galápagos y del 5% para la Reserva Marina. Además, el turismo contribuye financiando otras instituciones como el Sistema de Inspección o la Armada, que realizan importantes tareas de protección de los ecosistemas insulares. Existe un debate abierto con respecto a la cuantía óptima de la tasa, pero hasta el momento no se han desarrollado instrumentos de evaluación para su correcta determinación. Ello abre una perspectiva a la aplicación de modelos de determinación de la tarifa de entrada óptima basados en métodos de preferencias declaradas.

<sup>1</sup> Esta tasa era de 100 USD por visitante en marzo de 2004.

**Tabla VI. Distribución de los ingresos de entradas de turistas al PNG**

Institución (%)	1998	1999	2000
SPNG (40)	1.494.092,24	2.042.819,36	2.151.871,38
MUNICIPALIDADES (20)	747.046,12	1.021.409,68	1.075.935,69
CONS. PROV. (10)	373.523,05	510.704,84	537.967,84
RES. MARINA (5)	186.761,52	255.352,42	268.983,92
INEFAN (MÍN. AMB.) (5)	186.761,52	255.352,42	268.983,92
INGALA (10)	373.523,05	510.704,84	537.967,84
SIST. INSP. CUART. (5)	186.761,52	255.352,84	268.983,92
ARMADA NAC. (5)	186.761,52	255.352,84	268.983,92
TOTAL	3.735.230,53	5.107.048,40	5.379.678,45

Fuente: Informe Galápagos, 2001.

## La pesca

La pesca ha representado una fuente de ingresos fundamental para un notable porcentaje de la población de Galápagos. La declaración de espacio protegido no ha sido óbice para que la actividad pesquera haya acogido en los últimos años a un número creciente de habitantes de Galápagos. El aumento de la capacidad y del esfuerzo, sin embargo, no ha ido en correspondencia con el incremento en las capturas. Esto ha sido así por dos tipos de factores. Por un lado, la regulación más estricta en materia de conservación. Por otro lado, los factores asociados a la disminución de los *stocks* de ciertas especies de biomasa debido a la sobrepesca. Un dato llamativo al respecto es la ausencia de una información única y fiable en relación con el número de personas que faenan en las aguas de las Islas. Mientras que el censo oficial arrojaba la cifra de 682 en el 2000, las cuatro cooperativas existentes contaban con un registro total de 1.014 pescadores.

La distribución de las artes de pesca y la magnitud de los botes reflejan tanto la estructura de las especies capturadas como la estructura de la propiedad de los instrumentos de pesca en las Islas. La Tabla VII muestra las capturas del año 2000.

**Tabla VII. Capturas año 2000**

Tipo	Captura estimada (TM)
Botes	196.216
Pangas	111.572
Fibras	94.786
A pie	984
Total	403.559

Fuente: Informe Galápagos, 2001.

El subsector pesquero industrial, con base en el continente, desarrolla una actividad pesquera en las aguas de la Reserva Marina de Galápagos, cuya intensidad y efectos ambientales son en buena medida desconocidos. Aunque teóricamente prohibida, la actividad de este subsector pone en evidencia las limitaciones del sistema de inspección de las áreas protegidas para hacer cumplir las normas ambientales cuando están en juego importantes intereses económicos. En ello se conjugan dos factores. De un lado, la limitación de recursos de control (lanchas, personal, etc.), de otro lado, las interacciones entre grupos económicos y poder político presentes en la vida nacional, que frecuentemente imponen restricciones a la eficacia de los dispositivos de inspección.

Tanto los factores ambientales, como los de naturaleza social e institucional, conducen a que la actividad pesquera en la etapa actual sea el epicentro de importantes conflictos y desestabilización del marco institucional en el que se sustenta la conservación del rico patrimonio natural de las Islas Galápagos. Por lo tanto, un aspecto esencial de toda estrategia que persiga el desarrollo sostenible del archipiélago es generar un escenario en el que puedan encontrar respuesta los problemas centrados en la pesca.

### **El patrimonio natural**

La abundancia y diversidad del patrimonio natural de las Galápagos ha sido glosada por numerosas fuentes científicas y de divulgación, de modo que no es el propósito de este trabajo volver sobre el tema. Lo relevante ahora es presentar una muy sucinta perspectiva de los factores y procesos que amenazan la integridad natural del archipiélago, así como brevemente evaluar algunos aspectos de las políticas de conservación vigentes. Todo ello con el fin de sugerir algunos cambios y, en conjunto, presentar el papel de los distintos métodos de evaluación ambiental en la gestión de la conservación. Nos interesa en este caso dar sugerencias sobre aquellos

problemas que, aunque importantes, no han recibido la atención suficiente por parte de las instituciones políticas y de conservación. A continuación se presenta un breve resumen de éstos:

- La dinámica del ciclo hidrológico en Galápagos es ampliamente desconocida hasta la fecha o al menos no se han adoptado políticas orientadas a una adecuada gestión. Las reservas subterráneas están siendo empleadas para sustentar a la población y actividades económicas a un nivel que es muy probable exceda al de su recarga natural. Si esta hipótesis se confirma, el nivel freático estaría descendiendo y previsiblemente lo hará a una tasa superior en las próximas décadas. Las implicaciones ambientales de este proceso pueden tener un alcance que, hasta el presente, no ha sido manejado en los diseños políticos de las Islas. El agotamiento y la salinización de las reservas subterráneas parecerían ser una consecuencia inevitable, pero otras menos visibles a corto plazo podrían producir poderosos impactos en el largo plazo. Particularmente, no se han analizado las implicaciones de un descenso en el nivel de las aguas subterráneas en la humedad ambiente de los ecosistemas terrestres, tampoco el efecto que ello podría tener sobre la preservación de los hábitats de las especies más vulnerables, entre ellas, la tortuga gigante de Galápagos.

Otros factores que inciden en el ciclo hidrológico son dos importantes fuentes de contaminación de las aguas subterráneas: los residuos oleosos y los lixiviados procedentes de los residuos domésticos y asimilados. Los primeros proceden básicamente de la automoción, pero también de las centrales de producción eléctrica, en las que el manejo de estos residuos es deficiente. Los segundos provienen de una gestión negligente. Los residuos domésticos y asimilados son depositados en vertederos no acondicionados para el tratamiento de lixiviados. Además, las medidas para la separación y recogida selectiva de la creciente fracción peligrosa que se genera en los hogares y negocios, son manifiestamente insuficientes. Derivado de todo ello es razonable suponer que los lixiviados están siendo una significativa fuente de contaminación de los recursos hídricos.

- Los ecosistemas terrestres de Galápagos vienen soportando importantes presiones, algunas de las cuales no están suficientemente consideradas. La introducción de especies exóticas, por diversas vías, es la más considerada en los análisis de las instituciones de conservación. Además están las especies animales que fueron introducidas hace decenios como animales domésticos y ganado y que se han asilvestrado como consecuencia de los bloqueos de los procesos de desarrollo humano y

el abandono de éstos. Son ingentes los recursos que en la actualidad se destinan al control de estos factores de presión, pero los resultados no anuncian la eliminación del problema en un horizonte próximo.

La inadecuada gestión de los residuos sólidos produce efectos negativos también sobre el ecosistema terrestre, por el soporte de la proliferación de especies agresivas y los gases emitidos por la combustión de los residuos sólidos<sup>2</sup>. Finalmente, el cambio en las condiciones de humedad, como consecuencia de la reducción de las reservas subterráneas de agua, como ya se mencionó, añade una presión de difícil evaluación a corto plazo. Una imagen de la dimensión del problema ambiental generado por los residuos sólidos puede ser extraída de la observación de la Tabla VIII.

**Tabla VIII. Desechos costeros y marinos recolectados, 1997-1999-2000-2001**

<b>Materiales</b>	<b>1997</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>
Plástico	1.062,50	3.368,50	1.356,00	797,60
Espuma	253,00	408,00	209,30	135,40
Vidrio	224,00	576,00	207,40	139,65
Hule/goma	286,00	368,50	85,50	51,00
Metal	321,50	1.742,50	87,07	80,70
Papel/cartón	366,00	33,50	53,70	22,65
Madera	42,50	80,60	479,60	237,45
Tela	326,50	360,00	157,90	73,80
Total	2.882,00	6.937,60	2.736,47	1.538,25

Fuente: INGALA.

- Los impactos sobre el ecosistema marino de Galápagos son probablemente los más reconocidos y publicados. La sobrepesca de especies comerciales, asociada a algunas prácticas de efectos imprevisibles sobre la conducta de las especies<sup>3</sup>, es denunciada como la práctica más lesiva. Los impactos producidos por la actividad turística son también diversos, aunque circunscritos a los espacios en que están permitidas las visitas. Las infraestructuras portuarias y de amarre en los lugares visitados, los vertidos derivados de la automoción y los ruidos generados, son los impactos más característicos.

2 La quema habitual de residuos sólidos es una de las prácticas posiblemente menos aceptables en el marco de un espacio natural que ha sido calificado Parque Nacional y Reserva de la Biosfera.

3 Básicamente la extracción de aletas de tiburón y la devolución del animal al mar.

En general, podría afirmarse que las políticas de prevención y corrección de los impactos ambientales van por detrás de los acontecimientos. La adopción de fuentes renovables para la generación eléctrica y la automoción es importante en la solución a largo plazo de algunos problemas ambientales locales. Sin embargo, parece más urgente buscar una solución de los problemas de vertido incontrolado de oleosos en el suelo. La solución de los conflictos asociados a la generación de residuos sólidos, especialmente los peligrosos, requiere mucho más de medidas de control en la fuente y de responsabilización del importador. La gestión del agua carece de formulaciones estratégicas orientadas a la gestión sostenible del ciclo hidrológico.

Respecto de los problemas que tienen su origen en el desempeño de las principales actividades económicas, las carencias de enfoque estratégico son también notables. El grado de conflictividad alcanzado alrededor de la actividad pesquera proyecta insuficiencias en el manejo estratégico de las relaciones entre las tres principales perspectivas sociales que convergen en la gestión de los recursos naturales de las Galápagos: la extractiva, la asociada al ocio (turismo) y la que refleja la demanda local, nacional e internacional de conservación. En consecuencia, el reto de la reorientación sostenible del desarrollo de las Galápagos reclama no sólo una perspectiva técnica o tecnológica, sino también económica y social. Encontrar acomodo a las aspiraciones de desarrollo de la comunidad humana en las Islas es, paradójicamente, uno de los desafíos más relevantes de la conservación de su extraordinario patrimonio natural. Ello es probable que implique cambiar enfoques y prioridades. En todo este proceso, la adecuada selección de instrumentos de valoración y la revalorización de los recursos naturales y culturales del archipiélago deben constituir un aspecto esencial.

Finalmente, la conservación del patrimonio natural de las Galápagos posee una innegable dimensión internacional. En un contexto de rápida regresión de la naturaleza en el marco de la economía mundial, espacios como Galápagos han devenido en santuarios de la diversidad, cuya conservación es deseada por ciudadanos y gobiernos de muchos países, así como por organizaciones multilaterales (Naciones Unidas). Esta perspectiva con frecuencia colisiona con los enfoques locales que privilegian modos de uso que pueden amenazar la conservación<sup>4</sup>. Analizada globalmente, la convergencia de fuerzas, intereses e instituciones que coinciden en la definición de las condiciones de gestión de

---

4 Por cierto que frecuentemente apoyados en el nada desdeñable argumento de que lo propio ha sido ya hecho por otros países que han basado su actual nivel de desarrollo en el agotamiento previo de buena parte de sus recursos naturales.



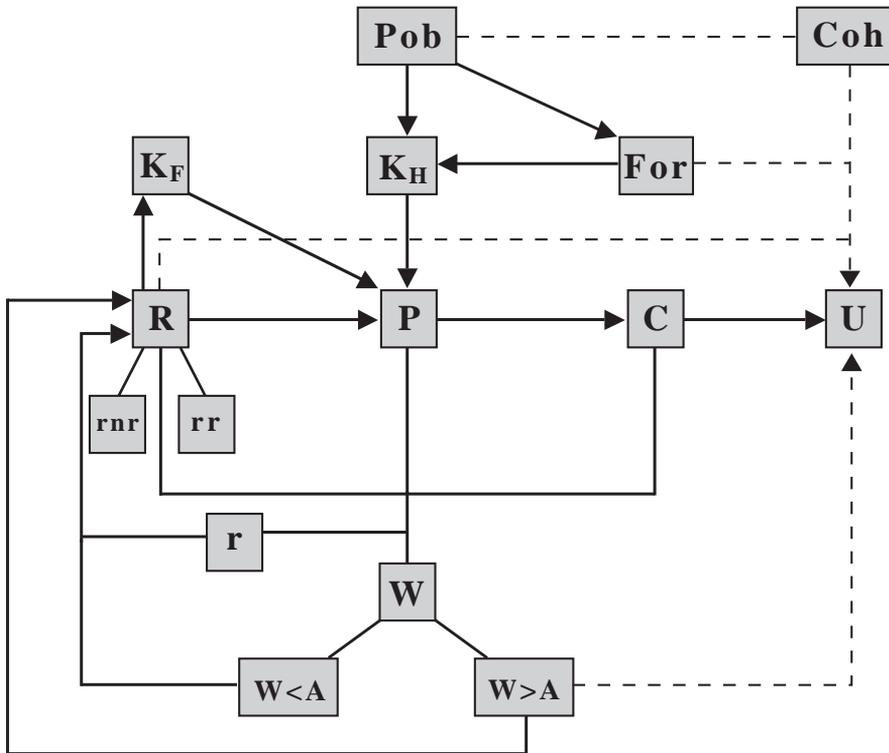
que acontecen entre los subsistemas natural y social. El Gráfico 2 pretende ser una representación de las relaciones más relevantes. Partiendo de la línea que ha preocupado tradicionalmente a la economía (Recursos  $\Rightarrow$  Producción  $\Rightarrow$  Consumo  $\Rightarrow$  Utilidad), hacia abajo representa las relaciones entre la economía y el medio ambiente, y hacia arriba las que se establecen entre las esferas económica y social. En primer lugar, la dotación de recursos renovables y no renovables ( $rr$  y  $rnr$ ) impone límites a la sostenibilidad ecológica del proceso económico. Los residuos emitidos por el sistema económico ( $W$ ), cuando superan la capacidad de asimilación de los ecosistemas receptores, degradan funciones ambientales de éstos, reduciendo su potencial para sustentar la producción futura, de un lado, y la provisión de servicios ambientales directos a la población, de otro. Además, en las economías en las que el turismo tiene relevancia, la degradación del entorno reduce el atractivo del destino y, por lo tanto, la disposición a pagar por la experiencia recreativa. Este modelo explica cualitativamente como, a partir del máximo rendimiento sostenible, la extracción de una unidad de pescado más, o la entrada de un turista más, produce mayores perjuicios que beneficios a la sociedad presente de Galápagos, además de comprometer las oportunidades de desarrollo de la sociedad futura (UNCWD, 1987).

En segundo lugar, el proceso económico es activado por el capital humano ( $K_H$ ) que organiza el proceso de producción mediante la combinación de capital físico ( $K_P$ ) y natural. La formación, las habilidades y destrezas adquiridas por la población son esenciales para determinar la cantidad de utilidad o bienestar que puede ser generada a partir de la combinación de una cantidad determinada de recursos naturales y capital físico. En otras palabras, el capital humano es determinante de la productividad del capital natural. La distribución del capital humano (conocimiento, formación (For)) entre la población va a ser esencial en la determinación de la distribución social de la riqueza generada. La cantidad y distribución del capital humano influye en las oportunidades de los individuos y grupos para satisfacer sus necesidades y, en consecuencia, es un determinante fundamental de la cohesión social. Ésta puede ser empleada como expresión del nivel de sostenibilidad social del sistema socioambiental.

Así, el nivel global de bienestar de la sociedad ( $U$ ) es el vector resultante de las tres dimensiones consideradas (económica, ambiental y social), que a su vez están estrechamente relacionadas entre sí. Por ejemplo, una mejor formación de la población local que trabaja en el turismo permitirá prestar servicios de más alto valor añadido (mejor interpretación del paisaje y ecosistemas, más calidad de la oferta culinaria, etc.) a los visitantes, aumentando su disposición

a pagar por la experiencia recreativa. Esto permitirá que cada pernoctación genere un mayor ingreso, de modo que si éste está razonablemente distribuido (es decir, si el capital humano lo está) permitirá un mayor nivel de vida de los residentes en Galápagos para una determinada cantidad de visitantes. O lo que es lo mismo, el mismo nivel de vida puede ser alcanzado con menos visitantes y, por lo tanto, con menor impacto sobre el medio ambiente<sup>5</sup>.

**Gráfico 2. Relaciones entre las esferas económica, social y ambiental**



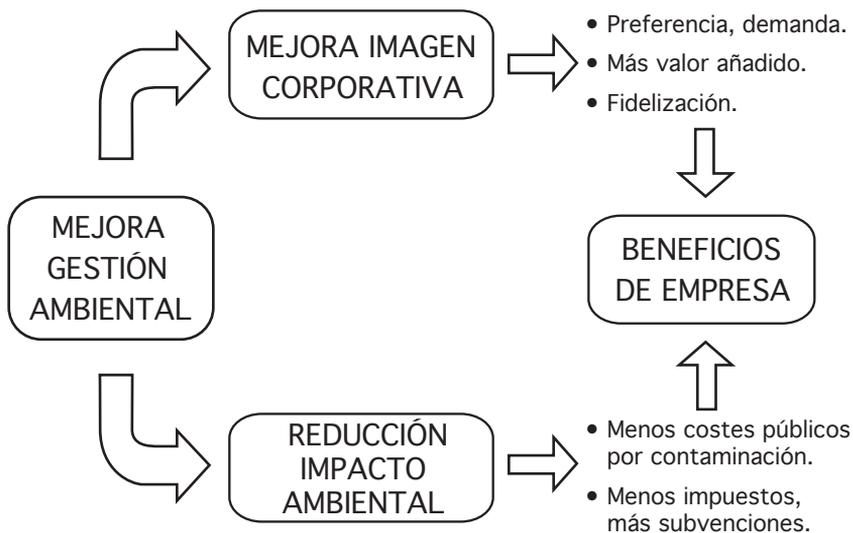
Fuente: Desarrollado a partir de Pearce y Turner (1995).

Al mismo tiempo, la resolución de un problema ambiental como la contaminación procedente de los lixiviados de los residuos orgánicos puede resolverse mediante la separación en origen y compostaje de la fracción orgánica. Esta acción ayudaría a mejorar la dimensión ecológica del desarrollo sostenible.

<sup>5</sup> Esto es cierto siempre que una mayor contribución del factor humano a la producción sea posible sin aportar igualmente mayor capital físico, esto es, que exista sustituibilidad entre estas dos formas de capital. Esto ha sido demostrado ampliamente en el caso de la producción de turismo.

Además, si los beneficios generados por la no contaminación del acuífero y los ecosistemas terrestres, más los beneficios de la mejora de la calidad dietética de la producción agraria local (incluyendo los beneficios derivados de la reducción del empleo de fertilizantes químicos), superan a los costes del compostaje, entonces, la adopción de esta acción genera más eficiencia económica. Esto significa que la dimensión económica y ecológica del desarrollo sostenible pueden reforzarse mutuamente. Estos dos ejemplos nos van a permitir ilustrar muy sucintamente cuáles serían los fundamentos de una estrategia de desarrollo sostenible de Galápagos que aunaran conservación y desarrollo humano. El Gráfico 3 pone de relieve otro aspecto de las relaciones entre las dimensiones de la sostenibilidad que estamos analizando.

**Gráfico 3. Efectos potenciales de la mejora de la gestión ambiental en el turismo**



Fuente: Elaboración propia.

## Fundamentos de una estrategia de desarrollo sostenible para Galápagos

*Incrementar la generación de valor añadido local por unidad de recurso natural empleado*

- Identificar las preferencias de diferentes segmentos de demanda, orientando los atributos del producto ofrecido hacia los que generan mayor beneficio social (diferencia entre beneficios y costes sociales).

- Capacitar a la población local para el desempeño de los empleos y las iniciativas empresariales requeridas por la producción de máximo beneficio. Reducir las fugas de rentas hacia factores externos.
- Favorecer la adopción de innovaciones ambientales que reduzcan costes y mejoren el comportamiento ambiental de las actividades productivas (energía solar térmica), en el contexto de sistemas de gestión ambiental.
- Desarrollar el *marketing* preciso para que los consumidores identifiquen las características de los bienes y servicios producidos (ecoetiquetas).

**Ejemplo:** Generar sinergia entre pesca y turismo. Pesca local incorporada a la dieta turística. Venta del factor *desarrollo sostenible* en el producto turístico. Incorporar pescadores a tareas de guiado de excursiones. Introducir elementos de antropología social en la interpretación (mayor valor del producto y mayor remuneración de los pescadores por unidad de biomasa extraída).

*Desarrollar mecanismos para incrementar la contribución de los consumidores y/o gobiernos internacionales en la financiación de la conservación del patrimonio natural de Galápagos*

- Evaluar la contribución de la conservación de la biodiversidad de Galápagos en relación con el bienestar de la comunidad internacional.
- Determinar las instituciones de compensación que pueden ser establecidas.

*Crear las instancias de implicación y participación social que requiere el impulso de la estrategia de desarrollo sostenible de Galápagos*

#### 4. El rol de las metodologías de valoración del medio ambiente

La evaluación debe ser un aspecto central de toda planificación que persiga la maximización a largo plazo del bienestar de la sociedad. Sólo a través de ella los decisores públicos pueden afirmar la idoneidad de un conjunto elegido de acciones frente a cualquier otro. De este modo, las técnicas de evaluación permiten formular proposiciones del tipo: el conjunto de acciones A es preferible al B porque de acuerdo con los criterios determinados, proporciona un mayor nivel de bienestar a la sociedad. Un aspecto cada vez más relevante de las políticas públicas consiste en evaluar e incorporar al proceso de decisión los efectos esperados sobre los servicios generados por el medio ambiente a la sociedad actual y futura. Los métodos de evaluación del medio ambiente disponibles responden a un amplio rango de metodologías y propósitos. Existe una extensa literatura que discute con carácter general las ventajas e inconvenientes de los diferentes métodos de valoración. Nuestro propósito aquí es otro. Se trata, en el contexto de

la formulación de una estrategia de desarrollo sostenible en Galápagos, de determinar qué método o métodos serían más adecuados en cada aspecto o fase del proceso de concepción e implementación de la estrategia.

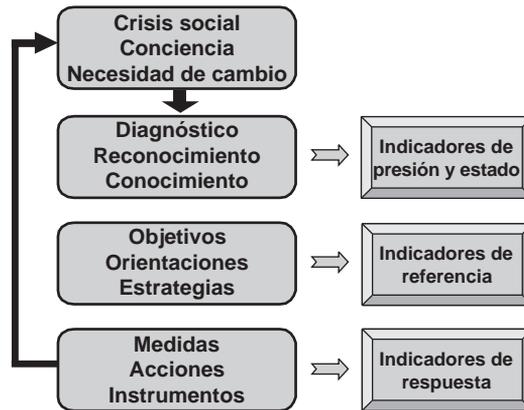
Una premisa básica de la selección de los métodos más idóneos está constituida por el concepto de sistema de información. Cada método de evaluación del medio ambiente cobra todo su significado en el contexto del sistema global de información definido para la estrategia. El sistema de información debe atender a la totalidad de las relaciones relevantes entre los subsistemas social y ambiental. De una forma resumida puede decirse que la información constitutiva del sistema se estructura en dos grandes tipos de indicadores: físicos y económicos. Los primeros dan cuenta de las interacciones físicas entre la economía y el medio ambiente de Galápagos. Los segundos dan valor económico a las transformaciones físicas. Por ejemplo, un indicador físico puede precisar la relación entre el esfuerzo pesquero realizado y los parámetros que explican la salud del ecosistema marino, en términos de cantidad y diversidad de la biomasa. Un indicador económico puede ser generado para estimar los efectos de cambios en el ecosistema marino sobre la experiencia recreativa del visitante interesado en la observación de la fauna submarina. Estos cambios en la calidad de la experiencia recreativa pueden ser expresados en términos monetarios, obteniendo valoraciones que pueden ser útiles, dependiendo del rigor del ejercicio de valoración y de su propósito.

Cuando los cambios en los servicios ambientales no poseen un mercado directo, es preciso establecer procedimientos *ad hoc* para su valoración económica. Los métodos de valoración directa e indirecta, basados en preferencias que pueden ser reveladas o declaradas, se han desarrollado profusamente con este propósito. La mayor parte de ellos tratan de capturar los efectos sobre las funciones de recreación y, en muchos casos, otros valores asociados a la opción de uso futuro o a la mera existencia de los recursos ambientales valorados (Hanley, Whitby and Simpson, 1999; Santos, 1999; Bateman *et al.*, 2002). Los valores así obtenidos pueden ser manejados con propósitos diversos. En general, puede afirmarse, como lo proponen Funtowicz and Ravetz (1992), que cuando lo que está en juego es muy relevante y el nivel de incertidumbre e ignorancia sobre los impactos potenciales es alto, este tipo de ejercicios no debe ser adoptado como única o principal fuente de información para tomar decisiones sobre su gestión. Las limitaciones de los métodos basados en la agregación de preferencias individuales, que difícilmente pueden tomar en cuenta los efectos de las decisiones de los demás sobre el conjunto, han sido documentadas en

la literatura científica. Otros aspectos críticos basados en la veracidad de los supuestos del paradigma del consumidor maximizador de utilidad también han sido cuestionados cuando se trata de bienes ambientales globales o, en general, de bienes públicos ante los que, hipotéticamente, los individuos se comportan como ciudadanos antes que como consumidores. Aspectos metodológicos de interés son los relacionados con el contexto de la valoración (González y León, 2003) y el uso de transferencias de beneficios para reducir la información necesaria y los costes de los estudios (Nijkamp, Florax and Willis, 2002). Por otra parte, entre las metodologías de evaluación que persiguen fundamentar decisiones basadas en el impacto social, pero que no recurren a la valoración monetaria, está la valoración multicriterio (véase, por ejemplo, Munda, 1994).

Tomando en cuenta todo lo anterior, el sistema de información para el desarrollo sostenible de Galápagos debe organizar información proveniente de diversas fuentes y metodologías. En principio, la determinación de los niveles de capacidad de carga de los sitios de visita turística, la evaluación de los impactos de los cambios del ciclo hidrológico sobre los ecosistemas terrestres, etc., deben basarse fundamentalmente en el empleo de indicadores físicos. Es probable que el sistema de indicadores físicos más completo y robusto sea el propuesto por la OECD (2001), que distingue entre indicadores de presión, estado y respuesta. Los primeros hacen referencia a flujos de contaminantes provenientes de alguna actividad humana, como Tm de CO<sub>2</sub> emitidas o hectómetros cúbicos de aguas residuales vertidas. Los segundos hacen referencia al impacto en el estado del ecosistema receptor del contaminante o la presión ambiental de que se trate. A este grupo pertenecen los indicadores de concentración de contaminantes en aguas, suelos y atmósfera local o global. Los de respuesta tratan de evaluar los efectos de las medidas adoptadas para paliar o remediar el problema ambiental. El Gráfico 4 muestra la relación entre los diferentes indicadores.

Gráfico 4. Tipos de indicadores ambientales. El modelo PER de la OECD



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, las metodologías basadas en preferencias declaradas han perfeccionado considerablemente sus diseños para permitir trabajar con bienes ambientales multiatributo. La última generación de investigación en esta materia se viene ocupando de analizar la heurística del proceso de decisión de los individuos enfrentados a experimentos de elección en mercados hipotéticos (Thaler, Tversky, Kahneman and Schwartz, 1997).

En consecuencia, el valor que todos los ciudadanos del planeta conceden a la conservación de la riqueza natural de Galápagos es susceptible de ser estimado mediante estos procedimientos, con ciertos visos de fiabilidad. Los resultados pueden ser empleados para la fundamentación de mecanismos de compensación al estado de Ecuador y a la sociedad de Galápagos por parte de organismos multilaterales representantes del interés global. Del mismo modo, estos métodos pueden ser usados para determinar la tarifa óptima de entrada al Parque Nacional o de acceso a algunas zonas específicas de éste. Además de evaluar el acceso pueden ser empleados para evaluar la disposición al pago por el desempeño de actividades específicas asociadas al estudio o disfrute de la biodiversidad del archipiélago. En la medida en que estiman el excedente del consumidor, la fijación de tarifas óptimas desde el punto de vista de la gestión local de los recursos naturales permite reducir al mínimo el número de visitantes preciso para obtener un determinado nivel de ingresos y contribuir, de este modo, a la sostenibilidad ecológica de las Islas.

La evaluación del proceso institucional y social que requiere la implementación de la estrategia de desarrollo sostenible es esencial. Se trata de un aspecto generalmente descuidado, pero que posee una enorme importancia en aquellos espacios en los que la presencia humana es significativa. En ellos, el desarrollo sostenible requiere la reorientación de los procesos productivos y de los desarrollos urbanos. La implicación social y el uso de procesos participados de toma de decisiones se han revelado fundamentales para el éxito de la estrategia. La valoración de tales procesos es susceptible de ser realizada mediante indicadores específicamente diseñados para capturar los elementos relevantes.

Finalmente, los indicadores arriba referidos pueden ser combinados entre sí para generar indicadores de segunda generación, mucho más aptos para reflejar el modo en que una sociedad transita (o no) hacia el desarrollo sostenible.

En resumen, la propuesta que se va a implementar en el marco de un programa de Agenda 21 para el desarrollo sostenible de Galápagos tiene el propósito de desarrollar un sistema de información para la gestión con datos generados a partir de la obtención de información de los flujos físicos y de la aplicación de los métodos de valoración económica que se han considerado más arriba.

## 5. Referencias

- Bateman, I. J., Brouwer, R., Georgiou, S., Hanley, N., Machado, F., Mourato, S. and Saunder, S. 2003. "A natural experiment approach to investigating scope sensitivity in values for risk reduction: priceate and public UV health risk reduction strategies in low and high risk countries" *Environment and Resource Economics*.
- Bateman *et al.* 2002. *Economic Valuation with Stated Preference Technique: A Manual*. Edward Elgar, Cheltemhan, UK.
- Freeman III, A. M. 1993. *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Resources for the Future, Washington, D.C.
- Funtowicz, S. O. and Ravetz, J. R. 1992. "Three Types of Risk Assessment and the Emergence of Post-Normal Science". [In:] *Social Theories of Risk*. Praeger Publishers, 251-273.
- Hanley, N., Whitby, M. and Simpson, I. 1999. "Assessing the success of agri-environmental policy in the UK". *Land Use Policy* 16, 67-80.
- Munda, G. 1994. "Qualitative multicriteria evaluation for environmental management". *Ecological Economics* 10, 97-112.
- Nijkamp, P., Florax, R. and Willis, K. (eds.) 2002. *Comparative Environmental Economic Assessment: Meta-Analysis and Benefit Transfer*. Edward Elgar, Cheltemhan, UK.
- OECD. 2001. *Towards Sustainable Development: Environmental Indicators 2001*. OECD, Paris.
- Pearce, D. y Turner, K. 1995. *La economía de los recursos naturales y el medio ambiente*. Colegio de Economistas, Madrid.
- Santos, J. 1999. *The Economic Valuation of Landscape Change*. Edward Elgar, Cheltemhan, UK.
- Thaler, R., Tversky, A., Kahneman, D. and Schwartz, A. 1997. "The effect of myopia and loss aversion on risk taking: an experimental test". *Quarterly Journal of Economics* 112, 647-661.

# Valoración económica del ecosistema Humedal Nacional Térraba-Sierpe y propuesta de mecanismos para su sostenibilidad, Costa Rica

*Virginia Reyes Gätjens<sup>1</sup>,  
Míriam Miranda Quirós<sup>2</sup>,  
Carmen Monge Hernández,  
Fiorella Salas Pinel*

---

1 Máster en Economía Ecológica. Correo electrónico: vreyes@costarricense.cr

2 Doctora en Recursos Naturales. Correo electrónico: mmiranda7@racsa.co.cr

Ph.D. en el área de Estudios Ambientales y Política de la Universidad de Utrecht; Maestría en Desarrollo Rural de la Universidad de Tennessee; Licenciatura en Geografía Social de la Universidad Nacional de Costa Rica.

Catedrática de la Universidad Nacional y consultora independiente asociada al CINPE en el área de Servicios Ambientales y Valoración de Recursos Naturales. Involucrada en proyectos de valoración económica para la UICN, PROARCA, TNC, CRUSA, CATIE, PABID, UNAN, UCA y FAO. Colaboradora de varias universidades privadas de Costa Rica.

Con más de 17 publicaciones, 12 artículos y 6 antologías universitarias.



## Resumen ejecutivo

### Introducción

Costa Rica está dividida en 11 áreas de conservación; el Área de Conservación Osa (ACOSA) incluye los territorios ubicados en el extremo suroeste del país como se indica en el Mapa N° 1. El área total de ACOSA es de 4.304,8 km<sup>2</sup>, donde residen permanentemente alrededor de 100 mil personas. ACOSA contiene gran diversidad de ecosistemas y paisajes. Esta área de conservación funciona como puente natural entre las especies del norte y sur del continente americano. En 1995, este humedal fue declarado sitio de interés internacional por Ramsar (Convención de los Humedales Ramsar, Irán, 1991).

Las actividades económicas del manglar son totalmente artesanales. Las cuatro principales son la extracción de pianguas, la pesca, la producción de carbón de mangle, aunque es ilegal, así como la agricultura y ganadería extensiva. Todas se realizan tanto para autoconsumo como para la venta en poblados circundantes. El manglar es también importante como medio de transporte para turistas que se trasladan a los hoteles de la playa, o bien, para los que practican la pesca deportiva dentro de los linderos del manglar. Sin embargo, esta última actividad no ha sido contabilizada.

La extracción de piangua se practica en el ámbito familiar, básicamente en los lodazales cerca de las desembocaduras de los ríos. Esta actividad se combina con la pesca que se lleva a cabo en canales, esteros, desembocaduras y en el mar. Los pobladores producen el carbón utilizando el mangle y lo elaboran en fosas cavadas en el suelo. La agricultura se desarrolla como una actividad a muy pequeña escala y principalmente es para autoconsumo.

El Humedal Nacional Térraba-Sierpe (HNST), dadas las actividades económicas que se desarrollan en él, enfrenta importantes amenazas. Éstas se dan principalmente porque toda actividad que se desarrolla dentro del área de manglar es ilegal. Al ser ilegal no existe ningún conocimiento sobre sus interrelaciones y los niveles de explotación. Se especula mucho sobre sus usos. No existen datos científicos para poder demostrar lo que la gente afirma de manera empírica.

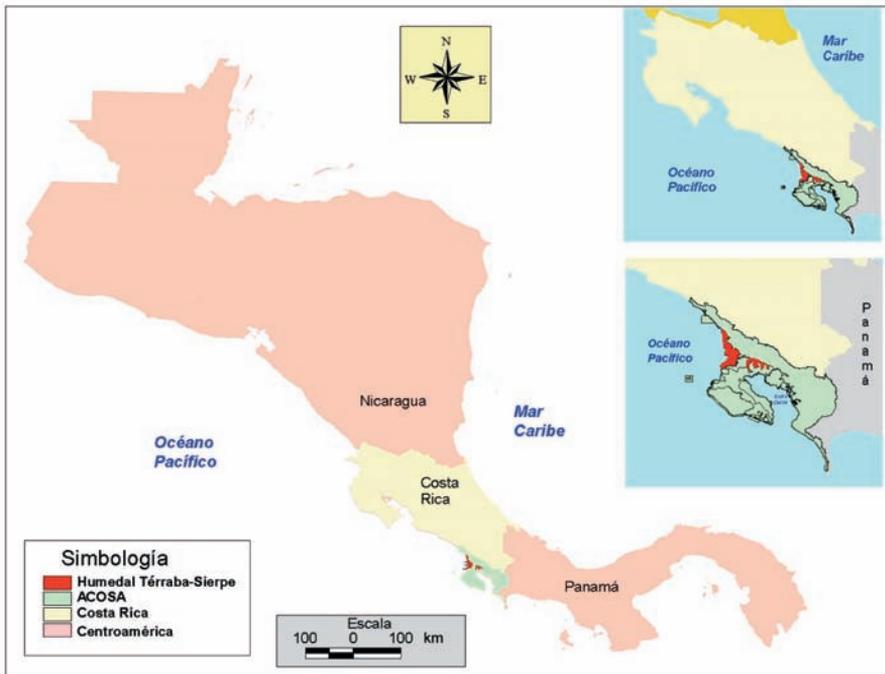
Las amenazas identificadas son la sedimentación, la extracción de materiales para construcción, la sobreexplotación de pesca, como piangua, camarón y moluscos, en general, la contaminación de las aguas por químicos

provenientes de aguas arriba (piña) y de la cuenca baja (banano, palma y arroz), la deforestación, la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Boruca, el aumento de la población, la pobreza de los pobladores que habitan dentro y en el área de influencia del HNTS y, finalmente, la pobreza de los programas de educación ambiental.

## Área de estudio

El HNTS forma parte de ACOSA y contiene el bosque de manglar más grande de Costa Rica (16.700 ha) (ver Mapa 1). En esta zona la biodiversidad es extremadamente rica en especies terrestres y marinas, con especies endémicas y en peligro de extinción, como los grandes felinos, el jaguar y el puma, y aves propias del país. En la Península de Osa se pueden encontrar unas 700 especies de árboles maderables, y las especies maderables finas representan sólo el 2,7% del volumen total. Por lo mismo, se considera la Península de Osa un centro de diversidad de plantas en el ámbito mundial.

Mapa 1. Localización del HNTS en Costa Rica y Centroamérica



El área de influencia del HNTS está constituida por los distritos de Puerto Cortés, Sierpe y Palmar (Norte y Sur), todos del cantón de Osa. Cerca del 70% del suelo en Osa es de vocación forestal, sin embargo, la agricultura intensiva es la principal actividad económica que se desarrolla en la zona. Los principales cultivos son arroz y banano, seguidos por actividades agropastoriles. El turismo surgió recientemente como una importante opción con altas posibilidades de crecimiento. En décadas anteriores, la región de Osa fue destinada en gran parte a la cosecha de banano para la exportación y posteriormente, a la producción de palma africana y arroz, entre otros cultivos. Entre las actividades económicas desarrolladas en el humedal se identifican la extracción y comercialización de piangua, pesca, agricultura, ganadería, venta de servicios, actividades turísticas y transporte acuático.

El HNTS se puede identificar como parte de la unidad físico-geográfica de la cuenca del río Grande de Térraba. Los territorios ubicados en el HNTS son parte de la cuenca baja del Grande de Térraba que para desembocar se abre en un abanico de cinco esteros mayores que popularmente se identifican como “bocas” –Zacate, Brava, Coronado, Guarumal y Chica–, las cuales son las principales zonas de extracción de pescado y piangua. A estos esteros, a su vez, les caen esteros menores, entre ellos, El Rey, Chocuaco, Chocuquito, Tripa de Pollo, etc. A este grupo de desagües, se une un conjunto de ríos, como, Claro, Tigre, Rincón, Esquinas, Corredores y Sierpe, con sus numerosos esteros. A los anteriores cuerpos de agua se suma la Laguna Sierpe para conformar los humedales Térraba-Sierpe.

## Importancia económica del estudio

Los ecosistemas marino-costeros son altamente complejos. Los humedales proveen a la sociedad nacional e internacional bienes y servicios ambientales, los cuales son aprovechados directa e indirectamente por el hombre. El Valor Económico Total (VET) de los ecosistemas de manglar se divide en valores de uso directo e indirecto, valores de opción y valores de existencia. Con base en el análisis de la problemática de la zona se identificaron los bienes y servicios que se incluyeron para su valoración y análisis en este estudio. Éstos son la pesca, la extracción de piangua, sectores hotelero y turismo. Las dos primeras son actividades que extraen productos del manglar para su venta en el mercado local o nacional. Los otros servicios identificados hacen uso de lo que ofrece el humedal a través del aprovechamiento de la belleza escénica, biodiversidad y vegetación presentes en la zona. Las funciones

ecológicas del humedal (recarga de acuíferos, control de flujos e inundaciones, estabilización del microclima, entre otras) son clasificadas como valores de uso indirecto. Los atributos son considerados como valores de no uso o valores de existencia. Estas últimas son funciones importantes, pero debido a la ausencia de información biológica de la zona no fue posible su incorporación dentro en el estudio.

### **Actores sociales en el HNTS**

Los actores sociales –tanto públicos como privados– conviven diariamente con los humedales, de los que obtienen múltiples bienes y servicios que sustentan su economía local. Las decisiones de estos actores impactan la conservación de hábitats críticos para la reproducción de muchas especies de flora y fauna, al mismo tiempo que afectan la productividad de las comunidades circundantes y la belleza escénica de la región. Asimismo, sus acciones tienen el potencial de permitir que las actuales y futuras generaciones lleven a cabo actividades de investigación, educativas, recreativas y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Se identifican dos grupos de actores, clasificados como actores de carácter público y no público, los cuales se clasifican en tres esferas. En la esfera externa se presentan las diversas organizaciones del Estado que tienen influencia directa en el HNTS a través de programas y proyectos. En la esfera intermedia se localizan las diversas organizaciones en su mayoría de carácter privado, como ONG, cámaras, asociaciones, entre otras, que realizan actividades dirigidas hacia el desarrollo y beneficio de las comunidades inmersas en el HNTS. La esfera central muestra los actores locales que aprovechan los beneficios o recursos del HNTS. A pesar de existir gran diversidad de actores, lo cual es absolutamente necesario para el manejo del manglar, se detecta ausencia de coordinación interorganizacional.

### **Metodología y objetivos**

El estudio de valoración económica del HNTS y la propuesta de mecanismos para la actualización del Plan de Manejo del Humedal Nacional Térraba-Sierpe se desarrollaron de junio del 2003 a junio del 2004. Éste fue elaborado por la Unión Mundial para la Naturaleza, Oficina de Mesoamérica (UICN-ORMA), en el marco del proyecto Integrating Wetland Economic Values into River Basin Management y dentro de la Iniciativa Agua y Naturaleza de la UICN (WANI-Economics). Costa Rica es uno de los cuatro estudios de caso seleccionados; los otros tres corresponden a Tanzania,

Cambodia y Sri Lanka. Los *objetivos* que dirigieron esta investigación son: *valorar económicamente los principales bienes y servicios derivados del Humedal Nacional Terraba-Sierpe (HNNTS) e identificar las necesidades, oportunidades y riesgos de incorporar mecanismos financieros innovadores en el plan de manejo del HNNTS.*

En términos metodológicos, se llevó a cabo una revisión de los diferentes métodos de valoración existentes, estudios previos en Centroamérica, la problemática de la zona, la disponibilidad de información, el tiempo disponible y presupuesto para la definición de los métodos de valoración apropiados. Los cantones ubicados dentro del HNNTS son áreas de bajos ingresos, con pocas oportunidades de empleo y una compleja problemática social, existe un vacío de información biofísica y socioeconómica de más de diez años, por lo que se descartaron todos aquellos métodos que requerían una base de información amplia. En este sentido, se abordó la valoración económica del HNNTS a través de la estimación de los ingresos netos que generan las principales actividades que se benefician en forma directa del manglar, como son la extracción de pescado y piangua y la actividad hotelera que ha venido en aumento en los últimos diez años. Adicionalmente, dada la importancia del sector turismo en la zona, se llevó a cabo un estudio de disponibilidad a pagar de los turistas extranjeros para la protección y mantenimiento del humedal mediante la implementación de un plan de manejo de la zona.

## Resultados e implicaciones

### Estimación de los ingresos netos de la actividad pesquera

En el área del humedal unas 53 familias se dedican a la extracción de pescado, se encuestaron 39; de ellas, las cuales extraen mayoritariamente pargo, róbalo y corbina. El pescado es principalmente extraído para la venta y para el consumo familiar. El 59% de éste es distribuido a través de intermediarios. La extracción mensual de pescado *per cápita* dentro del humedal se estima en 1.465,5 kg, lo que significa una extracción mensual aproximada para la muestra de 57.154 kg. La extracción anual de pescado para toda la población se estima en 932.000 kg, generando ingresos brutos a la zona por aproximadamente 1 millón de dólares al año. El valor actual neto (VAN (10%)) de los ingresos netos de la actividad pesquera se estima en US\$848.786, que corresponden al aporte de esta actividad a la economía local. Este dato pertenece a la estimación del valor económico del humedal en función del uso extractivo que el sector de pesca artesanal realiza en la región.

### **Estimación de los ingresos netos de la extracción de piangua**

De acuerdo con los resultados obtenidos, se estima que la extracción total de pianguas que se produce en el humedal es aproximadamente de 43.000 pianguas al día, para una extracción anual de 7,7 millones. En términos generales, la actividad pianguera genera cerca de US\$1.130/día, considerando que la extracción diaria promedio es de 43.000 pianguas, vendidas en el mercado por los piangueros a un precio promedio de US\$0,026. Se puede determinar que el manglar contribuye a la economía de los pobladores del humedal en generar ingresos brutos por US\$202.266 al año, lo que significa un ingreso neto anual promedio *per cápita* de US\$4.843. El valor actual neto (VAN (10%)) de los ingresos netos de la actividad de extracción de piangua se estima en US\$3.883.533, que corresponde al aporte esperado a precios actuales de esta actividad a la economía local, el cual se traduce en el valor económico que ésta le atribuye al manglar.

### **Estimación de los ingresos netos de la actividad hotelera**

De acuerdo con la consulta realizada a los 22 hoteles existentes en la zona, aproximadamente el 23% son microempresas familiares, que obtienen ingresos netos mensuales inferiores a los US\$1.000. Asimismo, el 27% de los hoteles y cabinas consultados obtienen ingresos netos entre los US\$1.000 y US\$2.500, los cuales se ubican principalmente en Sierpe, donde se localizan los hoteles más pequeños y con menor visitación, dado que el turista que visita esta área es de paso. Un 18% de los hoteles consultados podrían considerarse pequeñas empresas que obtienen ingresos entre los US\$2.500 y US\$5.000.

Por otra parte, el 18% de los hoteles recibe ganancias mensuales entre los US\$5.000 y los US\$12.000. Un 9% de los hoteles consultados obtiene ingresos netos de US\$12.000 a US\$24.000 y sólo un 5% recibe ingresos netos superiores a los US\$24.000 al mes, los cuales se ubican principalmente en la zona de Drake y cuyos turistas son trasladados por avión desde San José. En términos generales, de acuerdo con la información provista por los hoteleros, este sector genera beneficios anuales por US\$1,5 millones. Sin embargo, si analizamos los ingresos netos en función de los valores actuales netos (VAN (10%)) el sector genera ingresos netos efectivos por US\$52,9 millones, los cuales corresponden a la estimación del valor económico que esta actividad le confiere al humedal. En promedio generaría ingresos anuales por US\$2,4 millones.

## Modelo disponibilidad a pagar de los turistas internacionales

Se inició utilizando un modelo general, que incorporara como variables explicativas los niveles de ingreso, los niveles de escolaridad, el país de procedencia, la ocupación, el sexo, los atractivos de la zona, etc. A pesar de lo anterior, no fue posible obtener un modelo en el que las variables anteriormente indicadas fueran significativas en su conjunto. La máxima correlación existente entre las variables recolectadas es de un 0,49 y se presenta entre la edad y la ocupación de los turistas y un 0,49 entre la edad y el nivel de escolaridad.

En diferentes formas modelísticas, son la edad y el nivel de escolaridad las variables que mayoritariamente ayudan a explicar la decisión de los turistas de realizar un pago voluntario por la conservación del área. El modelo indica una mayor influencia de la edad en la disposición a pagar. Esto reflejaría la importancia que tiene el grupo de edad (31 a 40 años), así como el nivel de estudios en su mayoría presente (College), sobre la disposición a pagar. Sin embargo, el indicador del nivel de ajuste se aproxima al 6%.

Esto, a su vez, posibilita determinar que la predicción de un modelo con respecto a la variable de disposición a pagar, se ubica para el nivel de US\$5, con un error de 0,139. En parte esta situación se debe a la alta concentración de observaciones en este monto de disposición de pago, y su nivel de relación con las variables edad y escolaridad. No existe ninguna evidencia de que conforme se incrementen los niveles de ingreso, esto tendrá un impacto sobre los niveles de disposición a pagar. En efecto, su incorporación en el modelo presentado anteriormente no permite obtener una influencia significativa.

## Propuesta de mecanismos

A través de este proceso de consulta, se analizaron y evaluaron diferentes opciones de mecanismos de manera que permitan la generación de ingresos para la implementación de un programa de manejo del HNNTS. Se plantea como una opción innovadora a escala nacional y de la región centroamericana, el desarrollo de un proceso de administración compartida entre el Estado y las comunidades, que propicie el uso sostenido de los bienes y servicios que ofrece el humedal. La administración compartida o comanejo se desarrolla como un proceso altamente participativo, donde cada actor debe tomar la responsabilidad social que le corresponde en el uso y protección de los recursos naturales.

Se determinó que en el caso de los *pescadores y piangüeros*, la cultura del manglar dificulta el establecimiento de un sistema de cuotas de pesca en un corto plazo. Es importante notar que el principal factor que obstaculiza su implementación en forma exitosa es el *carácter ilegal* que mantiene la actividad en la zona. Por lo tanto, es fundamental la búsqueda de alternativas que permitan crear un sentido de legalidad que provea al productor un carácter legal o de pertenencia.

El sector *hotelero* muestra una baja disposición a contribuir con el Plan de Manejo a través de pagos en efectivo, por lo tanto, la propuesta de una patente ambiental o el establecimiento de un impuesto no es viable con un esquema voluntario. No obstante, los hoteleros están en la disposición de apoyar el Plan de Manejo y de contribuir a través de pagos no monetarios. Además, están de acuerdo en recaudar los fondos que se puedan cobrar a los turistas y transferirlos a la organización administradora de los recursos.

Por otra parte, el establecimiento de un *peaje* de paso a los turistas en el embarcadero de Sierpe no es viable, debido a la informalidad del cabotaje en esta actividad, ya que son pocos los boteros que están inscritos en la municipalidad, lo que impediría un control de los turistas y de los fondos que se recauden. Adicionalmente, es importante recalcar que la mayoría de los turistas que ingresan a Drake o a Corcovado lo hacen por aire o tierra. Siendo Sierpe una zona de paso y no un destino para el turista.

Se determinó que la alternativa más factible resulta ser el establecimiento de un *cobro voluntario* a los turistas, mediante un cargo a la tarifa establecida por cada hotel, el cual sería transferido a la entidad encargada del manejo de los recursos. De acuerdo con los resultados obtenidos del estudio de disponibilidad a pagar de los turistas (valoración contingente), el monto recomendado es de US\$5. Se estima según la información proporcionada por los hoteles que la zona del HNTS y su área de influencia (Drake y Corcovado) tienen una visitación promedio anual de 1.600 personas. Si se estableciera este cobro voluntario de US\$5 por persona, el cual no variaría en relación con los días que permanezca en la zona, la implementación de este mecanismo podría generar ingresos por US\$8.000 al año para el manejo del HNTS.

### **Propuesta de manejo del HNTS**

Se propone el desarrollo de un programa de coadministración o comanejo mediante la implementación de tres etapas. Como fase inicial (Etapa 1) se

plantea la implementación del pago voluntario propuesto por los turistas consultados (US\$5). Para la debida administración de los recursos se propone la creación de un fideicomiso que facilite la recaudación y utilización de los fondos en el ámbito local, el cual sea administrado inicialmente por el MINAE como organización encargada del manejo del humedal. Se establecería el cobro voluntario a los turistas extranjeros, el que sería recaudado por los hoteles y transferido por éstos al fideicomiso. Este accionar debe ir acompañado de un proceso de creación de capacidades locales.

Paralelamente a la creación del fideicomiso se sugiere establecer una Comisión Interorganizacional para el manejo compartido del HNTS. Para esta fase se sugiere la elaboración de una propuesta de financiamiento, que permita su implementación y un lapso para que el fideicomiso acumule recursos y se consolide para la segunda etapa. Los recursos para la primera etapa serán administrados por el ente donante y liderado por el MINAE y la Comisión Interorganizacional. En la segunda etapa, los recursos reunidos en el fideicomiso serán utilizados para financiar acciones de manejo compartido priorizadas conjuntamente entre la organización líder y la Comisión.

Es importante recalcar que la creación de capacidades locales es un prerrequisito para que el MINAE transfiera el rol a una organización local capaz de asumir la promoción, guía y liderazgo del manejo compartido. El MINAE debe evolucionar de una organización estatal con poco liderazgo y en alguna medida “invisible” a una organización empoderada en el manejo de los recursos naturales y en la cual la sociedad confíe, valore y respete. Para ello, el MINAE debe contar con los recursos técnicos, humanos y económicos necesarios. Igualmente, el MINAE debe tener los instrumentos para dirigir el proceso de comanejo.

Esta primera etapa busca en el corto plazo que los diversos actores sociales no sólo entiendan sino que adopten como forma de vida la responsabilidad social para con la conservación de los recursos naturales. De esta forma, la comunidad y sus actores pueden responder a los objetivos de comanejo. El proceso de construcción de capacidades tiene como meta identificar e impulsar una organización local para que asuma el liderazgo y se transforme en una organización dinamizadora del humedal, la cual debe ser protagónica en la guía y el acompañamiento del manejo compartido del HNTS.

Cuando la organización líder asuma su papel, se incorpora la participación del MINAE dentro de la Comisión Interorganizacional. Además, al igual que el MINAE en la primera etapa, la organización seleccionada contará con

la fiscalización y colaboración de la Comisión Interorganizacional y asumirá la promoción, guía y liderazgo del manejo compartido. En el momento que la organización seleccionada asuma su rol inicia la Etapa II. Esta etapa continúa con el proceso de fortalecimiento de capacidades para el desarrollo organizacional, institucional y, por ende, local. La comunicación entre los diversos actores sociales, especialmente entre la Comisión Interorganizacional y la organización elegida, debe ser continua, transparente y confiable. La Etapa II es un período de generación de aprendizaje. Se esperaría una evaluación y monitoreo permanentes de los objetivos y logros del manejo compartido y, en caso de requerirlo, una reformulación de éstos, con el fin de lograr mayores beneficios para el ambiente y los actores involucrados. Adicionalmente, se prevé la generación de nuevos mecanismos de financiamiento que permitan ampliar los recursos disponibles para las actividades propuestas. Se esperaría, por lo tanto, la consolidación del sistema en una tercera etapa, en un período de al menos 10 años, donde el sistema pueda ser sostenible desde el punto de vista social y financiero.

**¿Mercados o metáforas? “Pagos por servicios ambientales” en Pimampiro, Ecuador.  
Estudio de caso en el Ecuador**

*Joseph Henry Vogel\**

---

\* Catedrático Asociado de Economía, Universidad de Puerto Rico-Río Piedras, San Juan, Puerto Rico 00931-3345 EE. UU.

PhD. en Economía, con énfasis en Economía Internacional, Desarrollo Económico y Antropología Biosocial de la Universidad de Rutgers, New Brunswick, N.J.; Máster en Administración de Negocios y Negocios Internacionales de la American Graduate School of Int. Management, Glendale.

Profesor de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales en Quito, Ecuador, UNDP; BID-CONADE y de la Universidad Mayor de San Simón-Cochabamba, Bolivia; de la Universidad Autónoma de Barcelona; de la Universidad Federal de Viçosa, Brasil.

Cuenta con alrededor de 26 publicaciones, 14 artículos publicados, supervisor de trabajos de investigación y tesis, alrededor de 7, poco más de 186 lecturas y conferencias dictadas, 15 consultorías realizadas y 5 servicios profesionales para la Universidad de Oxford, Forum Empresarial, *Revista de Ciencias Sociales*, entre otros.



## Introducción

Entre las escenas que causaron más profunda impresión en mi espíritu, ninguna tan sublime como el aspecto de las selvas vírgenes que no muestran aún la huella del paso del hombre... verdaderos templos llenos de todas las espléndidas producciones de la diosa Naturaleza. Nadie, según creo, puede penetrar en esas vastas soledades sin sentir una viva emoción y sin comprender que hay en el hombre algo más que la vida animal. Charles Darwin, *Viaje de un naturalista alrededor del mundo*.

En la medida en que los genes y la cultura han coevolucionado, las creencias religiosas son, a la vez, el producto de la evolución y el proceso de supervivencia. Incluso un científico tan profundo como Darwin no pudo superar las genuinas emociones que le producían “las selvas vírgenes que no muestran aún la huella del paso del hombre” (578). En la actualidad alguien consideraría la frase, “Nadie... puede penetrar en esas vastas soledades sin sentir una viva emoción...”, como una expresión de biofilia y los “verdaderos templos llenos de todas las espléndidas producciones de la diosa Naturaleza”, como una metáfora de la biodiversidad. Mientras que Darwin, en su famoso diario, manifestaba su biofilia bajo la forma de digresión estética, personas menos literatas manifestarán su biofilia en el modo como gestionan los recursos naturales. Esta simple verdad se convierte en una vigorosa crítica contra cualquier mecanismo de mercado que pretendiera suplantar el vínculo emocional con la naturaleza. Christie y Mooney (1999, 320) lo plantean como sigue: “Para las comunidades campesinas e indígenas, y para toda la población rural, su relación con la tierra constituye una parte importante de su identidad. Las tierras y las *aguas* con las que conviven sustentan quiénes son y las bases de su supervivencia” (las cursivas son del autor).

El análisis que se presenta a continuación examinará unas cuantas implicaciones de ver el entorno como un conjunto de servicios, de crear derechos sobre cada uno de éstos y de impulsar el comportamiento hacia una modalidad de pago por parte del usuario. La metodología utilizada toma en cuenta el contexto y el impacto de un “Mercado de Servicios Ambientales” tanto sobre la cultura como sobre la conservación. El estudio de caso se fundamenta en una comunidad rural pobre en Ecuador, donde se están realizando esfuerzos para crear un mercado en servicios ambientales. El control en otra comunidad rural y cercana a una ciudad importante. Los datos primarios se analizan a la luz de la discusión teórica, y de ello van surgiendo recomendaciones específicas. La conclusión es una verificación de los hechos para llegar a las recomendaciones.

Este estudio se propone lograr dos objetivos. El primero es involucrar a las partes interesadas en la evaluación de mecanismos de mercado en servicios ambientales<sup>1</sup>. El segundo es ponderar el impacto de dicho mecanismo en los segmentos más vulnerables de la sociedad. En la medida en que se logre lo segundo, se puede considerar la metodología como un Enfoque de Medios Sostenibles de Subsistencia (comúnmente conocido por sus siglas en inglés, SLA: Sustainable Livelihoods Approach).

## Fundamentos teóricos

No se pueden lograr los objetivos primarios de este estudio sin una sólida comprensión de qué significa Enfoque de Medios Sostenibles de Subsistencia (SLA) y de cómo se puede integrar este enfoque a la teoría económica neoclásica. Como muchos lectores no estarán familiarizados con la economía neoclásica y su asimilación en el SLA, es indispensable mencionar algunos datos al respecto. En primer lugar, la economía neoclásica es un poderoso instrumento para entender tanto las ventajas como las desventajas de crear mercados para dichos servicios. Es lamentable que los defensores de mercados suelen exagerar las ventajas, desdeñen las desventajas y pasen por alto cualquier crítica del marco teórico, aunque las críticas sean de hecho tan antiguas como la teoría misma (Mirowski, 1988). El análisis económico del estudio de caso de Ecuador resaltarán las ventajas y desventajas y, al mismo tiempo, sintetizará las críticas en un SLA *sui generis*.

A lo largo de los años, los críticos de la economía neoclásica se han ido alejando para pasar a formar parte de distintas escuelas de pensamiento. Las dos más relevantes para los servicios ambientales son la “economía ecológica” y la “economía institucional”. Ambas escuelas comparten una base común en cuanto a reconocer el concepto de límites. Para los economistas ecológicos, los límites son biológicos y físicos; para los economistas institucionales, los límites son culturales e históricos. Por intuición, uno pensaría que un SLA sería una síntesis de la economía ecológica y de la institucional. Por extraño que parezca, quienes aplican el SLA parecen olvidarse de ambas escuelas, sin embargo, asimilan una gran parte de la nomenclatura de la economía neoclásica. Aunque el SLA ofrezca muchas

---

1 Dicho sentimiento es bien expresado por el Dr. Dietrich E. Leihner, Profesor de Ecología, en la Universidad de Hohenheim: “Ni un simple genio, ni un sector de la sociedad puede lograr la transición a la sostenibilidad en sí. Al contrario, una elevada comunicación e intensa interacción entre todas las partes interesadas es necesaria”. (P. VII, Preface, *A Third Millenium for Humanity?, The Search for Paths of Sustainable Development. Proceedings of the Conference*, Forum Belém I, Ed. Dietrich E. Leihner/Thomas A. Mitschein. Peter Land, Bern, 1998).

posibilidades en cuanto a armonizar los incentivos en el consumo y en la provisión de servicios ambientales, sus defectos teóricos socavan ese potencial y deben abordarse desde un principio.

La vida en el SLA se reduce a diversas formas de capital: “producido, humano, natural, social y cultural” (Bebbington, 1999; Scoones, 1998). Los economistas reconocen el “capital producido” como simplemente “capital” y relacionan su forma “humana” con las incursiones teóricas de Gary Becker, cuyo imperialismo (Hirshleifer, 1985) le merecería más adelante el Premio Nobel de Economía. El “capital natural” es una categoría más nueva en la literatura económica y ha sido ridiculizada porque la naturaleza no se puede monetizar fácilmente (Martínez-Alier, 1994). Otros han utilizado “capitalismo natural” como una metáfora para promover tecnologías respetuosas del medio ambiente que tienen poca relación con la monetización de la naturaleza (Hawken *et al.*, 1999). A diferencia del capital humano y natural, los capitales “social” y “cultural” son conceptos ajenos a la economía neoclásica y requerirían una definición externa.

Según Grootaert (1998): “El capital social se refiere a la coherencia social y cultural interna de la sociedad, las normas y valores que rigen las interacciones entre personas y las instituciones en las que están implantadas... se puede ver como actuando como exponente en la función de producción en cuanto desplaza la función de producción de la misma forma que lo hace la tecnología”. Putnam (2000) ha popularizado una definición similar en su sumamente popular *Bowling Alone*... Sin embargo, como se lamenta el sociólogo Douglas Massey (2002, B4), “(el capital social) se utiliza en tantas formas contradictorias como para que el concepto se vuelva vacío ... convirtiéndose en una explicación de talla única para todo lo que acontece hoy día en la sociedad”.

El capital social, como variable que abarca lo que les falta a las otras categorías de capital, recuerda a la variable exógena con el nombre de “iniciativa empresarial” en los libros de texto de *economía*, para complementar tierra, trabajo y capital (producido). De forma parecida, el capital social se vuelve un *deus ex máquina* para explicar lo que no pueden dilucidar tierra, trabajo, capital y aún iniciativa empresarial. Mientras los economistas respetan la calidad exógena de la “iniciativa empresarial” en la teoría económica, el SLA desea considerar como endógeno el capital social tanto en la teoría como en la práctica. Grootaert pasa luego a recomendar: “promover investigación y aprendizaje sobre capital social. Actualmente están en pleno desarrollo dos proyectos de esta índole en el Banco (Mundial), el Grupo Temático sobre Capital Social y la Iniciativa Capital Social”. Esto es muy preocupante para la metodología neoclásica. En un nivel teórico, la condición de endogenidad violaría la “soberanía de preferencias” (Samuelson,

1947, 223) y con ello se socavaría la condición óptima de Pareto que justifica los mercados como mecanismos eficientes de asignación de recursos. En una esfera práctica, las “normas y valores que rigen las interacciones entre las personas” se convertirían en una variable de control, en el sentido de que se estimularían ciertas normas y valores por encima de otros. Se podría con facilidad acabar en un subterfugio para los programas sumamente desacreditados de asimilación de pueblos tradicionales en la cultura dominante.

¡No arrojemos por la ventana lo esencial con lo secundario! El capital social es una metáfora muy deficiente de los límites institucionales que se encuentran (variable exógena) en cualquier momento en el tiempo, pero a lo largo del tiempo se puede mantener o descartar (variable endógena). Por ejemplo, los estadounidenses crearon un límite *de jure* sobre la venta de la vida humana en 1862 (la Proclamación de la Emancipación) y han venido eliminando limitaciones tanto *de jure* como *de facto* en las libertades civiles desde 1965. La emancipación y la lucha permanente a favor de los derechos humanos en los EE. UU. han tenido efectos penetrantes en el desarrollo económico y entrarían en la definición que propone el SLA de “capital social”, o sea, “normas y valores que rigen las interacciones entre personas”. Pero, ¿es capital social la mejor metáfora para describirlos? Capital implica la capacidad de ser monetizado y también sustituido, hasta cierto punto, por otros factores de producción: el derecho a la libertad desafía estos dos atributos. Al contrario de lo que es intuitivo, los derechos humanos constituyen límites contra la mala conducta de otros y no son capital.

El SLA haría bien en desechar la nomenclatura de capital y adoptar la noción de límites, tanto biofísicos como institucionales. Con respecto a los límites biofísicos, los interrogantes son científicos y abiertos a posibles modelos: ¿Cuáles son las tolerancias para la contaminación, no sólo para los seres humanos, sino también para los otros mamíferos: para las aves, para los anfibios, para la vida vegetal? ¿Cuál es el rendimiento sostenible para un recurso renovable? ¿Cuáles son los límites físicos para la sustitución entre recursos no renovables en producción, entre no renovables y renovables? Dadas las tecnologías actuales, ¿cuál es la capacidad de carga para poblaciones humanas en un entorno concreto? Las respuestas a estas preguntas, a su vez, generan una pregunta más fundamental: ¿Cómo vivimos dentro de los límites múltiples de la naturaleza? La respuesta es la imposición de límites institucionales que, a diferencia de los límites biofísicos, permiten tanto la elección como la creatividad: ¿Qué límites escogemos? Con la incorporación de límites, el SLA define y se distingue de la economía neoclásica pero utiliza en gran parte el mismo lenguaje y forma de razonar.

Cualquier economista que desee utilizar una metodología de SLA para servicios ambientales, debería *evaluar* cuáles son:

- los límites institucionales actuales,
- las posibilidades de vivir dentro de dichos límites,
- las posibilidades de escoger otros límites.

La palabra “evaluar” se ha escogido con cuidado en lugar de “medir”, ya que ésta implica una exactitud científica que podría no conseguirse y es, en muchas maneras, presuntuosa y engañosa (Ackerman and Heinzerling, 2004). El reto es diseñar un instrumento para el trabajo de campo que pueda refinar las impresiones subjetivas del investigador en cuanto a cuáles son los límites más relevantes para la provisión y consumo de servicios ambientales y no caer víctima de lo que William Shakespeare llamó con mucho tino “ambición de tal empuje”<sup>2</sup>.

## Estudio de caso

Los antropólogos mencionan que “...los lugares sagrados desempeñan un papel principal en la salvaguarda de sitios críticos en el ciclo hidrológico de áreas de cuencas” (UNESCO, 1996). En la medida en que las prácticas religiosas y los mecanismos de mercado se excluyan mutuamente, los pagos por servicios ambientales tendrán un impacto negativo tanto en la cultura como en la conservación. El problema se puede resumir, en gran parte, en una cuestión de derechos concretados en leyes, tanto laicas como religiosas. Un instrumento del SLA para utilizar en el campo debe formular la inquietante pregunta: ¿Se violan, cuando se cobra por el agua, el orden público y la conducta moral? La respuesta toca una serie de aspectos conexos:

- (1) Las sociedades tradicionales fueron evolucionando dentro de un marco de propiedad comunitaria y de un mosaico de normas de acceso a recursos comunes. El conjunto está vinculado a la cultura por medio de sentimientos religiosos o casi religiosos. La creación de un mercado para el agua puede verse como una afrenta a todo el mosaico.
- (2) Como el hombre y la cultura evolucionaron juntos (Lumsden and Wilson, 1981), pueden existir profundas normas epigenéticas que sesgan las preferencias en contra de la propiedad privada sobre el agua y

---

<sup>2</sup> El soliloquio de MacBeth capta una psicología no exclusiva de los que aspiran a ser rey: “No tengo espuela que mi intento avive/sólo tengo ambición de tal empuje/que se va al otro lado en sus excesos” (*MacBeth*, Acto Primero, Escena Séptima 19).

a favor de la disponibilidad gratuita de ésta. En un nivel, esto equivale a “la hipótesis de biofilia” (Kellert and Wilson, 1993); en otro, al oprobio universal que acompaña el acaparamiento (comportamiento que, dicho sea de paso, tiene mucho sentido en la economía neoclásica).

- (3) Las comunidades río abajo pueden resentirse por el elevado precio del agua y no tomar en cuenta “los excedentes del consumidor” por tener más agua y de mejor calidad (o sea, el valor derivado de éstos más allá del precio pagado).
- (4) Las comunidades en la cuenca pueden confundir su control *de facto* sobre la tierra como un derecho *de jure*. Una utilización mayor de los derechos del gobierno puede interpretarse equivocadamente como una apropiación de un derecho *de jure* que nunca existió.
- (5) Del mismo modo que el ser humano tiene el derecho a una dieta mínima, sean cuales fueren los costos que ello implique para la sociedad, por ejemplo, el Movimiento ¡PRIMERO COMIDA! (Lappé, 1998), también se puede argumentar que el ser humano tiene el derecho a consumir agua suficiente para sobrevivir. Cualquier gestión del agua que conduzca al desperdicio amenaza este derecho fundamental, al igual que lo haría cualquier escasez premeditada para poder cobrar rentas. Así pues, en los dos extremos, el agua gratuita puede ser tan in-moral como su monopolio: éste conduce a una limitación gestionada y aquélla a un agotamiento inesperado. ¿Comparten las personas que viven en la cuenca y los que moran río abajo el principio ético “agua suficiente para sobrevivir” y la implicación lógica “cobrar por agua consumida por encima del mínimo”?

Se ha diseñado un instrumento sencillo para evaluar el mercado experimental para los servicios de la cuenca que ya existen en la comunidad Nueva América en el cantón Pimampiro de Ecuador. Las preguntas y afirmaciones dan forma a las implicaciones mencionadas (1)-(5) anteriormente y siguen la metodología propuesta en el SLA para el trabajo de campo (ver Apéndice I). También se incluyen algunos aspectos no relacionados con las implicaciones (1)-(5), con el fin de generar un control para evaluar la gestión hídrica en la provincia de Azuay (Apéndice II).

El instrumento para el trabajo de campo lo aplicó Montserrat Albán, asistente ecuatoriana de investigación, con título universitario en economía ambiental y varios años de experiencia en investigación relacionada con políticas. Al saber que los propietarios de las tierras tenían limitaciones para leer y en el manejo de números, Montserrat Albán y el autor reelaboraron el instrumento original siguiendo sugerencias de antropólogos profesionales. Durante el período de

abril a junio del 2002, Albán se desplazó cinco veces a Nueva América (a unas cuatro horas y media de la ciudad capital, Quito, en automóvil) y recogió 11 respuestas de un universo estadístico posible de 27 familias. Como la disposición a cooperar parece correlacionada con la edad (la edad promedio de los propietarios es de 51 años), la muestra es sesgada. Sin embargo, el reducido tamaño de la muestra tiene una gran ventaja: la confidencialidad. Nadie puede deducir quién dijo qué, ya que la mayor parte de los propietarios de las tierras no respondieron, a pesar de tener oportunidades para ello.

El instrumento y las estadísticas descriptivas aparecen en el recuadro 1. Con el fin de promover la transparencia y permitir que los lectores perspicaces detecten ideas que pudo haber eludido el autor, en los apéndices se incluyen los datos originales. Los lectores pueden examinar líneas individuales de la hoja de datos y formular hipótesis que no se elaborarán en este documento (por ejemplo, ¿están perfectamente correlacionados interés en ecoturismo, plantas medicinales y agrosilvicultura? ¿Expresan las personas preferencias por actividades sostenibles?). El presentar los datos originales posibilita la transparencia y honestidad por frustrar cualquier manejo de las estadísticas que sólo respaldaría la posición de la agencia patrocinadora.

### **Recuadro 1. Instrumento para trabajo de campo aplicado en Nueva América (comunidad en la cuenca)**

A. N° de respuestas:  $n=11$

B. N° de hectáreas propias:  $\mu$  (42,8),  $\sigma$  (31), mín. (11,7), máx. (119).

C. Cantidad recibida bajo Pagos por Servicios Ambientales (PSA):  $\mu$  (\$21,1),  $\sigma$  (\$18,2), mín. (\$5,33), máx. (\$68,5).

D. Los pagos constituyen menos de la mitad/la mitad/más de la mitad del ingreso total: menos de la mitad (11).

E. Gasto mensual en alimentos:  $\mu$  (\$41),  $\sigma$  (\$19,5), mín. (\$20), máx. (\$80).

F. Gasto mensual en medicinas:  $\mu$  (\$13,7),  $\sigma$  (\$10,7), mín. (\$0), máx. (\$33,3).

G. Gasto mensual en combustible:  $\mu$  (\$0,2),  $\sigma$  (\$0,6), mín. (\$0), máx. (\$1,6).

H. Gasto escolar mensual:  $\mu$  (\$5,9),  $\sigma$  (\$7,6), no responde (1), mín. (\$0), máx. (\$25).

I. ¿Cocina con leña? S/N ¿carbón? S/N ¿gas? Y/N: leña (10), gas (1).

J. El último pago se utilizó para: comida (4), tanque de gas (2), comprar semillas (1), ahorrar (1), herramientas (1), uniformes (1), no responde (1).

K. El próximo pago se utilizará para: gastos escolares: ropa (3), comida (1), fertilizantes (3), medicinas (1), comida y medicinas (1), no responde (2).

- L. ¿Ha utilizado créditos desde que comenzaron los PSA? S/N: sí (2), no (8), no responde (1).
- M. ¿Mencionó los PSA en la solicitud de crédito? sí (1), no (1), no responde (9).
- N. El crédito fue para: comprar vacas (2), no responde (9).
- O. ¿Está interesado en recolectar plantas medicinales? S/N: sí (7), no (3), no responde (1).
- P. ¿Está interesado en ecoturismo? S/N: sí (10), no (1).
- Q. ¿Está interesado en la agricultura sostenible? sí (5), no (4), no responde (2).
- R. Nivel más elevado de escolaridad alcanzado: 0 (1), 2º (2), 3º (3), 4º (2), 6º (3).
- S. ¿Ayuda a los hijos con sus tareas? sí (2), no (4), no responde (5).
- T. Lee el periódico a diario/semanalmente/mensualmente/anualmente: mensualmente (2), semestralmente (1), anualmente (7), no responde (1).
- U. Escucha la radio a diario/semanalmente/mensualmente/anualmente: a diario (4), mensualmente (2), semestralmente (2), anualmente (3).
- V. ¿Cree que las familias tienen derecho a agua? S/N: suficiente (1), sin límite (2), no responde (8).
- W. ¿Considera que el agua es una mercancía? sí (4), no responde (7).
- X. Si el agua es tanto un derecho como una mercancía, el punto en que pasa de ser un derecho a ser una mercancía se da en el nivel (suficiente para sobrevivir/doble de la suficiencia/triple de la suficiencia/acceso ilimitado): suficiente para sobrevivir (1), no responde (10).
- Y. En Nueva América, los propietarios de tierras en la cuenca están recibiendo (\$0,0 por mes por ha/\$0,1 por mes por ha/\$1,0 por mes por ha/\$10 por mes por ha/otro): \$0,1 (1), \$0,2 (4), \$0,25 (2), \$0,4 (1), \$1 (3).
- Z. La compensación justa por proteger la cuenca es (\$0,0 por mes por ha/\$0,1 por mes por ha/\$1,0 por mes por ha/\$10 por mes por ha): \$1 (2), \$2 (2), \$3 (3), \$4 (1), \$5 (2), \$10 (1)
- AA. Esto es así porque sin pagos: pueden limpiar los terrenos y sembrar/todavía no pueden limpiar los terrenos y sembrar/están protegiendo el bosque frente a incursiones externas. Limpiar los terrenos (8) no pueden limpiar (3).
- AB. ¿Motivan los PSA a la conservación? Para nada/algo/seguro que sí. Para nada (2), algo (5), seguro que sí (4).
- AC. La asociación organiza (más/lo mismo de siempre/menos) que antes de los PSA. Más (1), lo mismo de siempre (1), menos (9).
- AD. Los PSA motivan/no motivan la participación en actividades más sostenibles. Motivan (4), no motivan (7).
- AE. El incremento en el costo del agua para Pimampiro (ha/no ha) producido malos sentimientos. Ha (3), no ha (8).

AF. Nueva América se está aprovechando de Pimampiro (sí/no). Sí (1), no (5), no responde (5).

AG. Es/no es posible revivir un sistema comunitario sin pagos. No es posible (4), es posible (2), no responde (5).

AH. Estoy/no estoy preocupado de que foráneos vayan a comprar las tierras de la cuenca. Preocupado (5), no preocupado (4), no responde (2).

AI. Edad:  $\mu$  (50,9),  $\sigma$  (9,8), mín. (38), máx. (72).

AJ. Sexo: hombre (8), mujer (3).

AK. Cantidad de personas en la familia:  $\mu$  (6,6),  $\sigma$  (2,8), mín. (2), max (12).

La comunidad río abajo es la ciudad de Pimampiro (con varios miles de habitantes), al pie de una montaña andina y no presenta los mismos problemas logísticos que la comunidad en la cuenca, Nueva América. El instrumento se abrevió porque ciertas preguntas pertinentes para Nueva América no lo eran para Pimampiro.

## Recuadro 2. Instrumento para trabajo de campo aplicado en Pimampiro (comunidad río abajo)

A. N° de respuestas: n=36.

B. ¿Tiene problemas con el suministro de agua? sí (6), no (30).

C. Disposición a pagar: ¿Piensa que se necesita conservar los bosques para garantizar el suministro de agua? sí (35), no (1).

D. ¿Está dispuesto a pagar un recibo más alto de agua para la conservación de bosques? sí (22), no (14).

E. La compensación justa a los propietarios de tierras por proteger la cuenca es (\$0,0 por mes por ha/\$0,1 por mes por ha/\$1,0 por mes por ha/\$10 por mes por ha/otra \_\_\_\_\_)  $\mu$  (\$2,8),  $\sigma$  (\$3,7), mín. (\$0), máx. (\$10), no responde (19).

F. Sin pagos: pueden limpiar las tierras y sembrar/todavía no pueden limpiar las tierras y sembrar/todavía deberían proteger los bosques frente a incursiones externas: limpiar (18), no limpiar (9), proteger (9).

G. ¿Cree que las familias tienen derecho a agua? (suficiente para sobrevivir/doble suficiencia/triple suficiencia/acceso ilimitado): suficiente para sobrevivir (5), ilimitado (4), no responde (27).

H. Si es un derecho, ¿cree que las familias tienen derecho a agua? sí (5), no (6), no responde (25).

I. Si el agua es tanto un derecho como una mercancía, el punto en que pasa de ser un derecho a ser una mercancía está en un nivel (suficiente para sobrevivir/doble suficiencia/triple suficiencia/acceso ilimitado): suficiente (16), ilimitado (2), no responde (18).

J. Edad:  $\mu$  (42),  $\sigma$  (17), mín. (17), máx. (82).

K. Sexo: hombre (6), mujer (30).

L. Cantidad de miembros en la familia:  $\mu$  (4,3),  $\sigma$  (2,1), mín. (1), máx (10).

## Análisis económico y legal

El SLA debe situar el impacto socioeconómico de los pagos en un contexto económico y legal más amplio. El cuadro más amplio comienza con la formulación de dos preguntas capciosas: ¿Qué es un mercado? y ¿cuál es el contexto legal de ese mercado?

La respuesta a la primera pregunta alude a la mayor parte de los economistas. El mercado es una *metáfora* (McCloskey, 1983), que describe transacciones que llevan a cabo un comprador y un vendedor. De ordinario la metáfora se asocia con competencia y eficiencia, aunque están presentes otras connotaciones que no son tan favorables. Para muchas personas tanto en el Primer Mundo como en el en desarrollo, las economías de mercado por sí mismas van degenerando hacia un capitalismo monopolístico. Por lo tanto, no sorprende que un estudio de caso llamado “Mercados para servicios ambientales”, de inmediato ganará defensores y enfurecerá a críticos, ¡mucho antes de que se haya leído su contenido! Por eso, se opta aquí por “¿Mercados o metáforas?” Quizá si reconocemos la predisposición propia en *pro* y en *contra* del mercado, se pueda trascender cualquier prejuicio y evaluar con equidad la lógica de los argumentos, así como la evidencia que sustentan el *pro* y el *contra*.

Cuando un comprador tiene pocas opciones y el vendedor se encuentra limitado por múltiples leyes e instituciones, el “mercado” puede no ser la mejor metáfora para describir lo que está sucediendo (Hollis and Nell, 1975). Por esta razón, los servicios ambientales administrados en el proyecto “Manejo Sustentable de los Recursos Naturales del Cantón Pimampiro para el Mantenimiento de la Cantidad y Calidad del Agua” no se pueden describir de manera clara como un “mercado”. De hecho, la mala utilización de la metáfora “mercado” puede desembocar muy pronto en un abuso en cuanto a la conceptualización del problema de la gestión de los recursos naturales. Sin embargo, el

hecho de que un porcentaje de los ingresos por agua se estén reservando para los propietarios de las tierras en la cuenca, sí conlleva algunas características de un mercado. Se podría tener la tentación de calificar el sustantivo “mercado” con el adjetivo “mixto”, para describir lo que está sucediendo en el cantón Pimampiro.

Antes de abordar los pormenores del caso, merece la pena formular unas cuantas observaciones teóricas, que también serán un aporte para el próximo caso. En un mercado competitivo, que carece de externalidades y presenta información perfecta, el valor de una mercancía o servicio es también su precio para los últimos consumidores y proveedores que celebran una transacción. En el caso de los servicios ambientales en Ecuador, hay:

1. información imperfecta entre compradores y vendedores respecto al funcionamiento básico de una cuenca;
2. ambigüedad en cuanto a excedente para el consumidor (valor para el comprador menos el precio pagado);
3. ambigüedad en cuanto a excedente para el proveedor (pago al vendedor menos sus costos);
4. ambigüedad acerca de qué es exactamente lo que se está comprando y vendiendo.

Las tres primeras desviaciones respecto a un mercado idealizado han sido abordadas en dos estudios de evaluación inéditos (Wilson *et al.*, 2001; Lascano, 2002). La última desviación (4) es tan fundamental que cuestiona los supuestos subyacentes de los dos análisis previos. Al examinar esta última desviación surge un análisis muy diferente que puede, quizá de manera irónica, fundamentarse en los estudios ya hechos, si bien socava algunas de sus recomendaciones claves. Pasemos ahora a la segunda pregunta que se formuló antes: ¿Cuál es el contexto legal del mercado?

Si bien la condición legal de los servicios ambientales en Ecuador suele ser confusa, en el Capítulo III, el Artículo 9 de la Ley Forestal de Ecuador es muy clara. Al respecto, el abogado ambiental Byron Real (1995) asevera que, “según las regulaciones de dicho capítulo, los propietarios deben conservar y gestionar los bosques nativos, cumpliendo con las exigencias técnicas que se estipulan en la ley”. Así pues, el punto de “Pagos por servicios ambientales” se convierte en: ¿Cómo es posible pagar al propietario de tierras por cumplir con la ley? No hace falta ser un abogado de Filadelfia

para decir que no se le puede pagar al propietario de tierras por un servicio ambiental que emana de simplemente cumplir con la ley.

Otros estarán en desacuerdo. En un informe acerca de la gestión de servicios hidrológicos por parte del Ministerio del Medio Ambiente, Patricio Cueva *et al.* (2001, 2) citan dos leyes que “deberían utilizarse, adaptarse o modificarse con el propósito de establecer un sistema de pago por servicios ambientales”:

- La Ley de Gestión Ambiental establece la valoración de los beneficios o servicios ambientales y su incorporación cuantificada en el sistema de cuentas nacionales —mandato de valoración de los servicios ambientales—. Esta misma ley dispone que el usuario debe utilizar las aguas con eficiencia y sustentabilidad; y, debe contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.
- El Código Civil regula la vieja institución de las servidumbres prediales que muy bien puede aplicarse “*mutatis mutandi*” y de una manera renovada y creativa, a las denominadas “servidumbres ambientales”, en virtud de las cuales los beneficiarios del agua deben una compensación pecuniaria, por una sola vez o repartida en períodos, a los propietarios del suelo y bienes raíces que soportan la carga de manejarlas en función de la conservación y protección de los ecosistemas y de las fuentes hídricas situados en sus dominios.

¿Qué dicen los libros de texto de derecho? El prof. Efraín Pérez (2000, 273-275) escribe en su obra general *Derecho ambiental*:

En la actualidad, el régimen jurídico generalizado de las aguas continentales es del dominio público, en los países de sistema jurídico civil o romano napoleónico... son privadas las aguas que el propietario del predio pueda almacenar por medio de cisternas, pequeñas represas, aljibes, etc. Tradicionalmente también se consideraron privadas las aguas de un cauce que nacía y moría dentro de una heredad, pero hay legislaciones, como la ecuatoriana, que las declaró también del dominio público.

...en el concepto moderno del dominio público, formado principalmente en Francia en los siglos XVIII y XIX, el dominio público también comprende bienes atribuidos a la prestación de servicios públicos.

Incluso sin tomar en cuenta “el concepto moderno”, el simple reconocimiento del agua como parte del dominio público es más que suficiente para descartar el mecanismo de servidumbres. Bajo la Ley Forestal a la luz

de la Ley del Agua, a quienes viven en la cuenca en Nueva América no se les puede conceder servidumbre sobre algo de lo que no son dueños (a saber, el agua) o por algo que de todos modos deben hacer (o sea, conservar y gestionar los bosques nativos). Cualquier servidumbre daría por sentado lo que queda por probar. Sin eliminar la regulación del atributo “bosques nativos” en la Ley Forestal y la privatización de su ‘externalidad’, “agua”, no queda ningún servicio ambiental para colocar en el mercado para hacer de él una servidumbre.

En vista de lo que dice la ley y de como la interpretan los expertos legales, la Ley de Gestión Ambiental y el Código Civil constituyen un sustento muy débil en el cual basar cualquier “pago por servicios ambientales”. Todavía más perjudicial para el argumento *pro* mercado es el hecho de que no es necesario ningún derecho nuevo de propiedad privada sobre el “agua” o “bosque nativo” para satisfacer la Ley de Gestión Ambiental. Los usuarios finales pueden utilizar el agua con “eficiencia y sustentabilidad” y “contribuir a la conservación” con tan sólo pagar por los costos de protección de la cuenca y de los bosques. Por otra parte, pagar al propietario de tierras por obedecer la Ley del Agua y la Ley Forestal equivale a chantaje. No sólo es injusto sino que puede resultar ineficiente, ya que abre la posibilidad de que un propietario de tierras pueda conseguir más placer por la deforestación que los simples costos de oportunidad de la conservación<sup>3</sup>.

Los defensores de los “pagos por servicios ambientales” plantearán que el título sobre la tierra *de jure* y el control *de facto* divergen y que pagar a personas que controlan la tierra es apenas utilizar incentivos. Pero incluso en este caso, la argumentación resulta parcial. ¿Por qué discriminar en la utilización de incentivos? Con la misma lógica, se podría cobrar a los propietarios de las tierras cuando plantan árboles que absorben aguas de derrames en las laderas degradadas de la cuenca. Cualquier cobro de esta clase constituiría una flagrante violación de los derechos de usufructo de la Ley del Agua y conduciría a una resistencia organizada.

Debería tenerse claridad respecto a que este estudio no pretende revocar los pagos actuales a quienes son propietarios de tierras en la cuenca. A las 27 familias se les debería exonerar de cualquier reforma de la política

---

3 La hipótesis de biofilia es una espada de doble filo para la conservación forestal. Experimentos psicológicos muestran que hay una preferencia humana por paisajes de sabana, que recuerdan el medio ambiente en el que evolucionaron los homínidos. Peor aún, la biofobia de los bosques tiene sentido evolutivo dado que la probabilidad de ser predado en el bosque es mayor que en la sabana. En Ecuador, se puede ver tanto la biofilia de un paisaje de sabana como la biofobia de un bosque entre las personas de la provincia costera de Manabí. Los lugareños se enorgullecen de “limpiar” el chaparral y de impedir la aforestación.

actual. No hacerlo así sería castigar a quienes han cooperado tanto con el experimento de la política como en este estudio de caso. Sin embargo, a todos los participantes NUEVOS se les debería pagar *por el servicio de proteger los aspectos de dominio público de sus tierras frente a incursiones de terceras partes*. El pagar por la protección del dominio público armoniza no sólo con las leyes existentes de Ecuador (Ley Forestal, Ley del Agua, Ley de Gestión Ambiental), sino también con la política ambiental establecida en el país (*Plan Ambiental Ecuatoriano*, conocido comúnmente por su sigla, PAE, 1996). El PAE en forma concisa, identifica las causas de degradación ambiental y hace varias recomendaciones para cada problema. Por ejemplo, bajo el rubro “Legal”, el PAE (p. 79) afirma: “La ley de Aguas y su Reglamento son instrumentos legales valiosos y suficientes para la gestión sustentable de los recursos hídricos, pero han sido aplicados parcialmente” y bajo las “Opciones de Políticas”, “Lograr la plena aplicación de la Ley de Aguas y su Reglamento” (79). Además, según el PAE, “La Ley de Fomento Agropecuario, y la Ley Forestal, de Áreas Naturales y Vida Silvestre son instrumentos que propenden a la regulación del uso del suelo en base a sus características y potencialidades ecológicas. Su aplicación ha sido limitada, y la situación actual refleja el uso anárquico del suelo y su consecuente deterioro”. La solución es claramente expresada bajo el rubro “Opciones de Políticas”, “Formular regulaciones expresas para lograr el uso racional del suelo en base a una zonificación agroecológica concertada entre los diferentes actores, que tome en consideración aspectos económicos, sociales, y ambientales”.

El Artículo 9 del Capítulo III de la Ley Forestal no elabora cuáles son las obligaciones de los propietarios para “conservar” los bosques nativos. Si “conservar” implica que los propietarios asuman los costos totales de vigilar y proteger para lograr la conservación, entonces, el debate puede concluir ya. El propietario no tendría ningún derecho para ser compensado por nada. Dicha interpretación parece draconiana. Por ejemplo, cuando los costos de vigilar y proteger la tierra son mayores que cualquier renta generada, la decisión racional sería abandonar el título, lo que probablemente conduce en una verdadera “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968). El análisis a continuación supondrá que el verbo “conservar” sólo implica una obligación para el propietario de no deforestar la tierra.

Como el contexto legal de Ecuador es bastante típico, las lecciones que se deducen pueden encontrar eco en todo el mundo. Como Johnson *et al.* (2002, 14) observan:

En la mayor parte de las situaciones, las responsabilidades del propietario en cuanto a proteger servicios ecosistémicos están mal definidas, al igual que los derechos a recibir compensación por brindarlos... [se deberían] aclarar los derechos y responsabilidades legales en cuanto a servicios ecosistémicos... que van desde buscar opiniones legales y elaborar nuevas regulaciones hasta profundas reformas legislativas y legales.

Se siente que tanto las partes interesadas como los economistas que estudiaron el caso de Nueva América oscilan entre reconocer y negar el marco institucional y legal de Ecuador. Piénsese, por ejemplo, en el título del acuerdo entre el municipio y los propietarios de tierras: “Convenio de cooperación para protección de fuentes hídricas y pago por servicio de protección”. Nótese bien que el título del acuerdo no dice “pago por servicios ambientales”, sino hace hincapié, correctamente, sobre el servicio de protección. Sin embargo, en el Artículo 3.2, “Obligaciones de los beneficiarios de Nueva América: Copia del convenio con el Municipio de Pimampiro en donde se comprometen a proteger los bosques y páramos por los cuales percibirán el pago por servicios ambientales”. Para mantener consistencia entre el título del acuerdo y el pie de la Ley de Aguas y la Ley Forestal, el Artículo debería leerse: “Copia del convenio con el Municipio de Pimampiro en donde se comprometen a proteger los bosques y páramos por los cuales percibirán el pago por haberlos protegido”.

Las incoherencias con la Ley del Agua y la Ley Forestal vuelven a asomar en la forma en que el Municipio monitorea y sanciona:

Si los propietarios de tierras no cumplen con sus obligaciones una vez firmado el acuerdo de protección y conservación de las praderas andinas y de los bosques, es decir, si deforestan, entonces quedarán excluidos de cualquier pago y se verán sometidos a las estipulaciones de la Ley Forestal.

El seguimiento y evaluación se realiza cada tres meses por parte de los técnicos de la UMAT (técnicos de CEDERNA y del Municipio), escogiendo cuatro predios al azar. Estas evaluaciones indican el estado del bosque o páramo y si la categoría original de pago se aplica todavía. El informe es revisado por el comité y el Alcalde antes que el Departamento Financiero realice los pagos (Yaguache, 2002, 29-33).

La clara implicación es que la Ley Forestal sólo se aplicará a quienes hayan firmado el acuerdo y no cumplan. En otras palabras, está bien chantajear.

Es de lamentar que con los estudios económicos se ha complicado la confusión sobre derechos con respecto a bosques y agua. Wilson *et al.* (2001) preguntan, “¿cuáles son los costos de oportunidad de la conservación del hábitat?” y Lascano (2002) calcula, “¿cuál es el valor económico total del agua?” Aunque las respuestas a ambas preguntas pueden muy bien resultar útiles para persuadir a la sociedad civil a que invierta en la protección del dominio público, interpretaciones equivocadas de cualquiera de las dos pueden crear falsas expectativas y llegar a ser contraproducentes. En otras palabras, el público puede entender mal los valores calculados como medida del excedente potencial para el productor (es decir, ingreso) que podría obtenerse de la cuenca. Por ejemplo, Wilson *et al.* (2001, 6) afirman:

El costo de oportunidad de conservar la tierra es demasiado elevado para el campesino tradicional. Surgirá una enorme presión económica, si no se ha presentado ya, para talar bosques y convertir los páramos en pastizales. Una opción para el Municipio de Pimampiro sería incrementar paulatinamente el programa de pago (por servicios ambientales) por hectárea, para que fuera más competitivo, de modo que los costos de oportunidad para el campesino no vayan a resultar demasiado elevados. Pero para cerrar por completo la brecha de los costos de oportunidad, habría que pagar ¡\$23,33 por hectárea por mes!

Lascano (2002) calcula que el valor económico total del agua también induciría a capitalistas de riesgo a “invertir” (para decirlo de manera educada):

El valor anual que debería efectuarse para ampliar el pago a todos los propietarios de bosques y páramos sería de 48.200,76 USD, valor muy inferior al valor económico anual que representa el agua para la acequia del Pueblo que es igual a 1.036.506 USD.

Afortunadamente, Lascano tiene cuidado de resaltar que este máximo no es el ingreso óptimo sino un punto de referencia para lo que es, en teoría microeconómica, una medida aproximada del excedente que ahora disfruta el consumidor. Vale la pena repetir aquí que los dueños de las propiedades y también los especuladores considerarán que estas estimaciones constituyen el ingreso que puede obtenerse una vez que el título legal sobre el agua y los bosques no siga estando atenuado por la Ley Forestal y la Ley del Agua.

## Un enfoque de medios sostenibles de subsistencia en contextos económicos y legales

El punto de distinguir “pagos por protección de servicios ambientales” de “pagos por servicios ambientales” no es de semántica. Es un asunto de equidad (o sea, distribución) y de eficiencia (o sea, minimizar el costo dada una limitación en la producción), que conduce a múltiples recomendaciones. Piénsese primero en las finanzas públicas de la utilización del agua. Por medio de un impuesto sobre ingresos por agua, el Municipio de Pimampiro está enviando un 20% de lo que recauda a un fondo con el que pagará a los propietarios de las tierras en Nueva América según una planilla (que se analizará luego). Sin embargo, Nueva América es sólo una pequeña fracción de la cuenca total. Para pagar a cada uno de los propietarios de las tierras de toda la cuenca por sus servicios ambientales se necesitarían \$70.000 (Wilson *et al.*, 2001). Esto significa que si se mantuviera la misma tasa de impuestos, el Municipio tendría que incrementar los ingresos por agua, no en \$70.000 sino en \$350.000 ( $\$70.000/0,20$ ). Dado que en la actualidad sólo ingresan \$11.928 anuales por concepto de agua, la sostenibilidad financiera de “pagos por servicios ambientales” requeriría que se incrementara al menos 30 veces (de hecho mucho más, dada la elasticidad de la demanda).

Lo absurdo de incrementar en \$350.000 para captar \$70.000 conduce a cuestionar el extraño mecanismo utilizado para captar la compensación. ¿Por qué debería el “pago por protección” de la cuenca estar ligado a un porcentaje de los ingresos por agua que se captan? La economía de los derechos de propiedad (Barzel, 1989) puede aclarar sobre cuándo cobrar (una cuota fija) y cuándo cargar una comisión porcentual. La remuneración como porcentaje de una venta es típica cuando el esfuerzo que se realiza no resulta fácilmente observable, aunque sí es crítico para el producto. Por ejemplo, los operarios en una planta de fabricación de automóviles recibirán un salario por hora y quizá una bonificación por productividad. Su trabajo es observable y bastante invariable dada la automatización, aunque no completamente invariable (de ahí la bonificación). Por otra parte, en la misma corporación, el vendedor en la sala de ventas recibirá un porcentaje de lo producido, por ejemplo, una venta finalizada, y quizá esto es todo lo que recibirá. La productividad de un vendedor de automóviles se mide por la cantidad de unidades vendidas, no por la cantidad de horas trabajadas ni siquiera por la cantidad de clientes potenciales atendidos. Este hecho tiene una analogía directa con el pago por protección de la cuenca. El trabajo de los propietarios de las tierras no se mide en los ingresos por agua del Municipio sino en el bosque que sigue en pie y los páramos

que subsisten. Por esta razón, si se acepta el cálculo de Wilson *et al.*, de que costará \$70.000 proteger toda la cuenca del cantón, entonces, los aproximadamente \$12.000 que se están captando en ingresos por agua deberían aumentarse hasta \$82.000 para cubrir los costos de protección, y no hasta \$362.000. Sin embargo, existe la duda de si incluso el incremento de \$70.000 no sea un cálculo excesivo, debido a la confusión de “pagos por protección” con “pagos por servicios ambientales”. Esta afirmación requiere explicación.

Es tanto justo como eficiente que los propietarios de un mismo bien productivo reciban la misma recompensa. El bien productivo del que son dueños los propietarios en relación con los servicios ambientales *no* es el bosque nativo ni el agua que se genera sino su propio *trabajo*, el cual puede aplicarse para la protección del dominio público (es decir, el bosque nativo y el abastecimiento de agua). Debido a que diferentes segmentos del bosque necesitarán diversos niveles de protección, se hace equitativo y eficiente pagar a los propietarios en forma diferenciada por prevenir las incursiones de terceros (por ejemplo, cacería, pesca, recolección de leña, extracción de madera y fuegos). Existen en Nueva América 553 ha de tierra que califican como manantiales (Yaguache, 2002, 16) y unos cuantos miles más de hectáreas en las zonas montañosas adyacentes. Resulta más difícil proteger bosques en los linderos de potreros y de tierras de cultivo o a lo largo de senderos que en tierra adentro. Esta simple deducción sustenta gran parte de la economía forestal: los costos de transportar madera al mercado pueden ser más elevados que su valor de mercado, lo cual conduce, sin darse cuenta de ello, a la conservación de especies comercialmente valiosas (Southgate, 1997).

- La cuestión de las finanzas públicas se convierte en, ¿qué es más costo efectivo para proteger el dominio público: contratar guardas forestales para vigilar la cuenca frente a incursiones o contratar a propietarios de las tierras para que vigilen la cuenca frente a incursiones?

Un análisis académico no puede responder a esta pregunta. Se deben estudiar las complejidades de vigilar la cuenca y los costos laborales relacionados y la productividad de guardas forestales profesionales en comparación con *amateurs* (los propietarios de las tierras). Sin embargo, *a priori* se creía que los propietarios de las tierras serán más costo efectivo dados sus bajos costos de oportunidad y, en este caso, la lejanía del lugar (Nueva América se encuentra a una hora de la ciudad de Pimampiro y a una altitud de mil quinientos metros más alto). Si la pregunta empírica se resuelve a favor de los propietarios de las tierras de Nueva América, entonces, la pregunta se convierte en: ¿cuánto debería el Municipio pagar a estos moradores para que protejan el dominio público?

Esta pregunta está también fuera del alcance de un análisis simplemente académico, ya que implica medir los costos de oportunidad de su *trabajo* y de su productividad como guardas forestales tipo *amateur*. El Cuadro 1 especifica cuánto se les está pagando actualmente a las 27 familias de Nueva América por “servicios ambientales” según la clasificación del hábitat.

**Cuadro 1. Plan de pagos según la clasificación del hábitat**

Páramo no intervenido	\$1,00/mes-ha
Páramo intervenido	\$0,50
Bosque primario todavía no intervenido	\$1,00
Bosque primario intervenido	\$0,50
Bosque secundario viejo	\$0,75
Bosque secundario joven	\$0,50
Agricultura-ganado	\$0,00

(Yaguache, 2002, 27).

Nótese bien que las remuneraciones en el cuadro no reflejan la capacidad absoluta de cada hábitat para generar agua. A lo mejor, las recompensas sólo reflejan el orden de los hábitats para abastecer agua. Sin duda que un bosque primario genera más agua que uno secundario viejo, pero, ¿generan la misma cantidad de agua un bosque primario y un páramo? ¿Generan también la misma cantidad de agua un bosque primario intervenido y un bosque secundario joven? Es lo que sugieren las remuneraciones iguales. También se podría preguntar si los terrenos agrícolas rodeados de setos y de otras cercas vivas merecen la misma remuneración (a saber, 0) que las que carecen de tales barreras que conservan el agua. Además de la cantidad relativa de agua que se genera entre hábitats, está también la cuestión de la calidad. Se puede dudar de si un bosque primario y un páramo no intervenido generan una calidad de agua cuyo valor es sólo un 100% mayor que el valor de la calidad de agua generada por un bosque primario intervenido (\$1,00 frente a \$0,50). Los defensores manifestaron que “Los montos fueron establecidos sin un proceso de valoración real del agua, aspecto que está pendiente todavía” (Yaguache, 2002, 27).

El análisis legal en la sección previa tiene una influencia directa en cuáles deberían ser las remuneraciones relativas según los hábitats, teniendo presente que no se está pagando por el agua generada, sino por la protección

de los hábitats más críticos para abastecer agua. Por lo tanto, se debería superponer un cuadro de hábitats productivos con el de distribución espacial de éstos y los costos de protegerlos (Cuadro 2). Si uno protege el borde y otro protege el interior, el costo de proteger el interior disminuye.

**Cuadro 2. Plan hipotético según la clasificación y ubicación del hábitat**

	En el borde	5 ha del borde	10 ha del borde
Páramo			
todavía no intervenido	\$3,00/mes-ha	\$1,00/mes-ha	\$0,50/mes-ha
Páramos intervenido	\$1,00	\$0,50	\$0,25
Bosque primario	\$3,00	\$1,00	\$0,50
Bosque primario			
todavía no intervenido	\$1,00	\$0,50	\$0,25
Bosque secundario viejo	\$0,75	\$0,50	\$0,25
Bosque secundario joven	\$0,75	\$0,50	\$0,25
Agricultura-ganado			
con cercas vivas	\$0,25	\$0,00	\$0,00
Agricultura-ganado	\$0,00	\$0,00	\$0,00

Al tener conocimiento de estos pagos diferentes, se puede especular que el costo incremental de \$70.000 se podría disminuir en más de un 20%, digamos hasta \$64.000. Estos \$64.000 se agregarían a los \$11.928 que se captan en la actualidad para un total de \$75.928 que habría que generar por medio de tarifas por agua. ¿Quién pagaría? Los autores de *Pagos por Servicios Ambientales* aplican con precisión la teoría económica cuando afirman:

Debe existir una remuneración para las personas que contribuyen a la preservación de los ecosistemas para que estos servicios sigan siendo un beneficio para futuras generaciones y poblaciones de otros sitios. La persona que se beneficia del servicio ambiental, debe pagar por él, y quien incurre en costos para proveer el servicio, debe ser retribuido con el pago para aprovechar los bosques en una forma sustentable (Yaguache, 2002, 8).

Para entender cómo aplicar dicho principio, se debe considerar primero la distribución actual de pago entre usuarios. A continuación se presentan dos cuadros de tarifas por agua para usuarios residenciales y comerciales en Pimampiro en marzo del 2001.

**Cuadro 3. Tarifas residenciales por agua**

Consumo mensual	Tarifa básica (\$)	Tarifa adicional (por m <sup>3</sup> en exceso)
Entre 0-17	0,40	0,02
18-32	0,50	0,03
33-52	0,75	0,05
53-82	2,25	0,09
82-122	1,25	0,16
123-	4,00	0,16

**Cuadro 4. Tarifas comerciales por agua**

Consumo mensual	Tarifa básica	Tarifa adicional (por m <sup>3</sup> en exceso)
Entre 0-17	0,75	0,02
18-32	1,25	0,03
33-52	2,25	0,05
82-122	4,00	0,09
83-122	7,00	0,16
123-	11,00	0,26

(Wilson *et al.*, 2001, 2).

La cantidad captada de residencias es de \$624 y de negocios de \$370, para un total de \$994 por mes o \$11.928 por año. Pimampiro se encuentra ladera arriba de terrenos agrícolas. El agua circula fuera de la ciudad por medio de una red de irrigación. Así pues, la pregunta sencilla pasa a ser: ¿qué porcentaje del agua de la totalidad que produce la cuenca consumen las personas y los negocios de Pimampiro? La respuesta es sorprendente: las personas de Pimampiro reciben sólo el 5,4% (8/148 lts/s) del caudal total de agua (Lascano, 2002, 19). En proporción, deberían pagar sólo unos \$3.456 adicionales (5,4% x \$64.000). Aunque habría que conocer las elasticidades de la demanda para calcular cómo reaccionará la gente frente a un aumento de tarifas, parece razonable afirmar que no debería resultar difícil generar \$3.456 adicionales sobre la base de \$11.928. Un sistema simple gradual que incremente la tarifa de manera progresiva (más que de manera proporcional) debería poder captar los \$3.456 adicionales. Para tomar en cuenta la condición del segmento más pobre de la población (elemento básico del SLA) y al mismo tiempo crear fuertes incentivos para

conservar el agua, el plan debería exonerar de pago a quienes consuman apenas entre 0-17 m<sup>3</sup> por mes.

Si bien las tierras agrícolas se encuentran en la jurisdicción del Municipio, el derecho a cobrar el agua en el sistema de irrigación pertenece a las Juntas de Agua. De los \$64.000 adicionales que deben captarse, los habitantes de Pimampiro deberían contribuir con \$3.456 más (0,054 x \$64.000) y las tierras agrícolas deberían contribuir con \$60.544 adicionales (0,946 x \$64.000). Esta última cantidad se dividirá entre 375 finqueros, lo cual, en promedio, equivale a unos \$258 adicionales anuales, en contraste con los \$5 que están pagando en la actualidad en promedio ((3.830 horas x \$0,5/hora)/375 miembros). Se trata de un incremento de 31 veces más. Para captar los \$60.544 se requerirá que la Junta de Agua incremente el precio para los usuarios agrícolas y transfiera los ingresos al Municipio o que éste ponga un impuesto a la tierra sobre la base de en qué se utiliza (según la utilización intensiva del agua para cosechas o ganado). Parece preferible lo segundo.

Los gravámenes sobre los cultivos y crianzas evitan la necesidad de monitorear las acequías contra robos de agua, un problema social que no es nuevo en los Andes. El joven Charles Darwin (416) incluso lo mencionó en 1827: "...a menudo, ha sido preciso apostar soldados en las esclusas, para procurar que cada cual tomara tan sólo la que le correspondía". Poner dichos impuestos también fomenta la agricultura de cosechas no tradicionales y con un uso menos intensivo de agua, como cardos<sup>4</sup> y aceitunas, que no se han tomado en cuenta en los estudios existentes sobre economía<sup>5</sup>. Si fuera a aumentar el precio del agua para reflejar su escasez, se producirían efectos de sustitución entre las actividades agrícolas y el producto de ingreso marginal por agua se equipararía entre esas actividades. No resulta inconcebible que la asignación racional de agua incrementaría los beneficios en más que los impuestos pagados. Calcular en cuánto beneficio se convertiría, y si compensaría o no por el costo internalizado de proteger la cuenca, requiere otro estudio microeconómico, cuyo único beneficio sería mejorar la capacidad de persuasión de los argumentos que acabamos de presentar. De hecho, dicho estudio podría ser un gasto innecesario. En otros lugares y en otras épocas, estos estudios aplicados han sustentado el

---

4 "Una planta decorativa y con múltiple valor medicinal", *El Comercio*, C12, Abril 6, 2002. "El riego no debe ser demasiado frecuente pues es una especie que soporta bastante bien las sequías prolongadas. Una vez a la semana es una buena medida".

5 Wilson *et al.* (2001) examinan los cultivos que se dan en la actualidad en el cantón, tales como taxo, tomate de árbol, granadilla, uvilla, arveja, frijol, maíz y repollo; Lascano (2002) también menciona cebolla paitaña, brócoli, chile dulce, aguacate, limones, bayas y tomate riñón.

beneficio económico de asignar un precio razonable al agua. Por ejemplo, Theodore Panayotou (1994, 33) cita en su libro *Ecología, medio ambiente y desarrollo*, un estudio por el World Resource Institute: “Se calcula que si la eficiencia del sistema de riego de Pakistán aumentara un diez por ciento, con el agua así ahorrada se podrían regar otros 2 millones de hectáreas”.

## Reflexiones y recomendaciones

El SLA en la gestión de cuencas debe ser proactivo. No basta con analizar; se debe sugerir qué habría que hacer diferente para mejorar los medios de subsistencia de una forma sostenible y con especial preocupación por los segmentos más vulnerables de la población. Surgen una media docena de sugerencias que se resumen a continuación.

### Recomendación 1

Cambiar el título de “Pago por servicios ambientales” por “Pago por protección de servicios ambientales” e iniciar una campaña educativa.

### Recomendación 2

Conseguir \$3.456 mediante el establecimiento de tarifas por agua en un plan progresivo junto con la exoneración de los primeros 0-17 m<sup>3</sup> mensuales.

### Recomendación 3

Conseguir \$60.544 mediante la cooperación con las Juntas de Agua para incrementar las tarifas por agua para irrigación. Si las Juntas de Agua no quieren cooperar, el Municipio debería poner impuestos a los cultivos y las actividades agrícolas de acuerdo con la intensidad en la utilización de agua.

### Recomendación 4

Dar prioridad a áreas que deben protegerse de acuerdo con la producción hidrológica de la tierra. Si esta decisión resultara demasiado costosa, debería dependerse de la opinión experta de hidrólogos con experiencia en la región. Las 27 familias que en la actualidad reciben “pagos por servicios ambientales” en Nueva América deberían quedar exentas de cualesquiera consecuencias negativas de la reforma de políticas para seguir recibiendo pagos al menos en la misma cuantía que bajo el experimento.

## Recomendación 5

Integrar al GIS

- a. los costos de protección según la clase de hábitat y su posición con respecto al borde,
- b. la productividad hidrológica de cada clase de hábitat,
- c. los títulos de propiedad de la tierra en la cuenca.

## Recomendación 6

Solicitar fondos de donantes internacionales anteriores para renovar los “pagos por servicios ambientales” y ampliar el sistema de “pago por protección de servicios ambientales” a otros propietarios de tierras en la cuenca.

La última recomendación inducirá al lector a formular una pregunta aparentemente impertinente: ¿Por qué el proyecto Pago por Servicios Ambientales llegó a conseguir financiación en primer lugar? Nueva América/Pimampiro es un rincón empobrecido y lejano en un país empobrecido y lejano. ¿Cuál es la causa última del interés internacional en solucionar el tema de “pagos por servicios ambientales”? Muchos críticos de los mecanismos de mercado pensarán que la respuesta es mojigata: “preocupación por los pobres”. Este autor también sería muy ingenuo si pensara que las seis recomendaciones para reformar la política de algún modo eludirían la polémica más amplia en torno a la propiedad del agua. Parece mejor analizar la causa última detrás del interés internacional por “pagos por servicios ambientales” y presentar, de manera justa, las percepciones divergentes.

Los críticos de la privatización del agua considerarán maliciosa la forma en que se propuso y promocionó el “pago por servicios ambientales”. El título asume despreocupadamente que quienes viven en la cuenca pueden recibir un pago por cumplir la ley y también por el agua que se origina en sus tierras. El hecho de que la Fundación Interamericana (FIA), financiada por el gobierno de los EE. UU., contribuyera con \$10.000 en costos iniciales, también inducirá a mucha especulación: ¿es acaso el pago por servicios ambientales el primer paso hacia la privatización del agua y la monopolización por parte de intereses extranjeros? El mensaje dominante de los críticos es que el agua se encuentra en el dominio público y debería seguir ahí (por ejemplo, Shiva, 2002). Los críticos están bien organizados y han articulado con mucho esmero su posición en “La iniciativa de un Tratado para Compartir y Proteger el Dominio Público del Agua Mundial” ([www.tradeobservatory.org](http://www.tradeobservatory.org)), propuesta por primera vez en la Conferencia

anti-Davos en Porto Alegre, Brasil, en febrero del 2002. Así pues, se puede afirmar con seguridad que el título “pagos por servicios ambientales” lo interpretarán muchos críticos como un subterfugio para privatizar el agua y privar a los pobres de sus derechos.

El enfoque científico de prueba de hipótesis puede aclarar cómo los reformadores económicos y los críticos “verdes” ven lo que sucedió en Ecuador y esperan facilitar la resolución del conflicto en percepciones. El enfrentamiento se evidencia en la forma en que uno explica el título legalmente erróneo del proyecto: “Pagos por Servicios Ambientales”.

### **Hipótesis nula: el título es una equivocación.**

### **Hipótesis alternativa: el título no es una equivocación.**

Como cualquier periodista sabe, el encabezado a menudo es la única parte de la historia que se lee. Se debe asumir que se reflexionó mucho antes de escoger el título “pagos por servicios ambientales”. A primera vista, se podría concluir que el título no está equivocado y que se contemplaron y rechazaron títulos alternativos, como “pago por proteger servicios ambientales”. Sin embargo, hay prueba de lo contrario. Por ejemplo, en el párrafo final de la introducción en *Pago por servicios ambientales*, Yaguache (2002, 9) afirma: “Todavía falta definir aspectos sociales, éticos, legales y políticos del pago por servicios ambientales. Es importante considerar que la problemática socioambiental por sí sola, debe insertarse en el marco de la conservación y desarrollo sostenible”.

Es interesante que la FIA no se equivocó al escoger el título de su acuerdo con el Municipio: “Manejo Sustentable de los Recursos Naturales Renovables del Cantón Pimampiro para el Mantenimiento de la Cantidad y Calidad del Agua”. La FIA se equivocó sólo en la secuencia de las palabras en el Artículo 2.2.2. de dicho acuerdo: “Objetivos específicos: Apoyar la implementación del ‘Fondo para el pago por servicios ambientales para la protección y conservación de bosques y páramos con fines de mantención del estatus del agua’”.

La paradoja de la ausencia de una equivocación en el título formal del acuerdo pero su apariencia en el título informal conlleva implicaciones<sup>6</sup>. Resulta irónico que, con una inversión muy sencilla del orden de las palabras, la FIA y el Municipio hubieran podido lograr una descripción adecuada en el Artículo 2.2.2., que aclararía que los pagos son por proteger servicios ambientales: “Objetivos específicos: Apoyar la implementación del ‘Fondo para el pago por servicios ambientales para la protección y conservación de bosques y páramos con fines de mantención del estatus del agua’”.

Este autor no podría rechazar la hipótesis nula (en lenguaje común, acepta la hipótesis nula “el título está equivocado”). Sin embargo, si la equivocación persiste y el proyecto sigue llamándose “pagos por servicios ambientales” en vez de “pagos por proteger servicios ambientales”, entonces el autor rechazaría la hipótesis nula y aceptaría la hipótesis alternativa: “el título informal no es una equivocación”. El rechazo de la hipótesis nula previa conduce a la formulación de nuevas hipótesis en relación con los motivos. Los críticos de la privatización sugerirían la siguiente:

### **Hipótesis nula: el título no es un caballo de Troya.**

### **Hipótesis alternativa: el título es un caballo de Troya.**

El argumento a favor del rechazo de esta segunda hipótesis nula (en lenguaje común, aceptar la hipótesis alternativa “el título es un caballo de Troya”) se basa en *realpolitik*. El nombre equivocado “pago por servicios ambientales” ayuda a atraer capital internacional. Como poder es dinero y dinero es poder, las bolsas las controlará siempre la persona que ocupa el puesto más alto. Cuando el director de una agencia o fundación poderosa firma un proyecto que se presenta en forma equivocada en su mismo título, la pregunta entonces se convierte en: ¿quién está engañando a quién? La ONG del mundo en desarrollo que busca apoyo financiero puede creer que recurriendo al “mercado” se congraciara con su propio Ministerio y con la fundación del Primer Mundo, con lo cual se superan obstáculos políticos; el Ministerio o la fundación del Primer Mundo pueden interpretar el

---

6 Al igual que muchas fundaciones, la FIA procura (y de forma admirable) contribuir con proyectos con el 80% de su presupuesto. Los costos de revisar un solo proyecto de \$100.000 puede ser el mismo que revisar otro de un orden mayor de magnitud. Esto significa que supondrá un trabajo diez veces mayor desembolsar \$100.000 en diez proyectos que concentrar la cantidad en un solo proyecto. No sorprende que se produzcan equivocaciones en proyectos, incluso si esas equivocaciones no se reflejan en los títulos. El dinero abarca demasiadas actividades. La explicación es un buen fundamento racional para que la FIA reconsidere su asignación interna de recursos humanos hacia el desarrollo de una menor cantidad de proyectos con cantidades mayores de dinero y por períodos más largos.

título equivocado como señal de aceptación de los intereses de capitalistas internacionales, siempre dispuestos a alistar fuerzas y asegurar beneficios económicos en el Tercer Mundo.

En el caso de Ecuador y los EE. UU., nadie duda del excesivo papel del capital en la vida política de ambos países. A Ecuador se le suele clasificar como uno de los países más corruptos del mundo y ocupa un lugar en el 10% peor (Transparency International, 1999, 2002), en tanto que los escándalos de monstruos corporativos (Enron, Worldcom, entre otros) y de millonarios caseros (Martha Stewart) son muestra de la profundidad y amplitud del capitalismo entre amigotes en los EE. UU. Así pues, al privatizar el dominio público de una cuenca y explotar el hecho de que “los pobres venden barato” (Martínez-Alier, 1994), se ponen en movimiento en ambos países vendedores corruptos y compradores corruptos.

Dicho escepticismo recuerda la sabiduría de la monja mexicana del siglo XVI, Sor Juana Inés de la Cruz: “¿quién es peor? ¿Ella?, que peca por la paga o ¿él?, que paga por pecar”. Los críticos que rechazan la hipótesis nula (en lenguaje común, que aceptan la hipótesis alternativa de que el título es un caballo de Troya) mencionarán eventos bastante recientes en la vida política de Ecuador. En el 2002, se han discutido estatutos para establecer “empresas mixtas” en bioprospección bilateral (CORPROBIO) al igual que en silvicultura (CORFORE); para los críticos, el pago por servicios ambientales (CORPROFOR) es sólo un intento más de conducta en una busca predatoria de rentas.

## Conclusión

Pocos temas políticos fomentan tantos incendios como el agua. Resulta tanto engañoso como contraproducente considerar el agua y su gestión como apenas otro bien de consumo que debe incorporarse al mercado. El instrumento de la encuesta refrenda el nexo emocional entre agua y derechos. En una encuesta paralela realizada en la Cuenca Fluvial Yanuncay, apenas sobre la ciudad de Cuenca, ninguna de las 24 personas consultadas afirmó que las familias no tienen algún derecho al agua (Pregunta N), aunque todos los entrevistados tenían intereses creados en asumir tal posición. Los resultados de la encuesta de Cuenca (Apéndice I) pueden servir de control. En Nueva América, donde los entrevistados ya están recibiendo pagos, 4 de los 11 consultados dijeron que el agua no es un derecho sino una mercancía y 7 no respondieron (Preguntas V y W). Se trata de un hallazgo notable que sugiere que los pagos mismos pueden “liberalizar” a

quienes los reciben. También pone al descubierto la imprecisión inherente a tales experimentos: los mercados hacen posible expresar preferencias, pero en su creación inculcan la ética que las permite. Mencionado este hecho, se debe agregar que el bienestar económico de los residentes de Nueva América ha mejorado debido al experimento: los entrevistados reportaron gastos mensuales por necesidades básicas de entre \$42 y \$92 mensuales, en tanto que los pagos por servicios ambientales oscilaron entre \$7 y \$68 mensuales. En otras palabras, los pagos cubrieron una parte importante de su presupuesto para necesidades básicas.

Por los resultados obtenidos en el estudio de campo en Nueva América, se puede ver el impacto de la creación de mercado en las características específicas de medios sostenibles de vida: participación comunitaria (Pregunta AC) y motivación (AD). Nueve de los 11 entrevistados que respondieron en Nueva América dijeron que la asociación se organiza menos que antes de recibir los pagos y 7 no creían que los pagos motivaban la participación en otros proyectos. Sin embargo, los defensores del mercado no deben desalentarse: 9 de los 11 que respondieron, creían que los pagos motivaban la conservación, 8 de los 11 no percibían ningún sentimiento negativo resultante, y sólo una persona pensaba que la comunidad de la cuenca se estaba aprovechando de los usuarios finales en la ciudad. Cuatro de los 11 que respondieron no pensaban que se pudiera revivir un sistema comunal para el agua, 2 opinaron que sí y 5 no respondieron.

Para que no se olvide, el agua forma parte del dominio público y se deben tener en cuenta detalladamente los sentimientos de los usuarios finales. Casi tantos residentes de Pimampiro asumieron la posición de que el agua es un simple bien (14%) como los que opinaron lo opuesto: el agua es un derecho sin límites (17%) (Preguntas G, H e I). Estas posturas extremas estuvieron menos representadas en Cuenca que, a diferencia de Pimampiro, no sufre de escasez de agua: sólo el 2% de los cuencanos consideraron que el agua es un simple bien y el 8% un derecho sin límites (Preguntas G, H e I). En todos los lugares, excepto donde se dio de hecho el experimento de mercado, *el consumo de agua más allá de la que es suficiente para sobrevivir ya no seguía siendo un derecho sino una mercancía*: 88% en Cuenca; 53% en Pimampiro; 100% en la Cuenca Fluvial Yanuncay; 18% en Nueva América. Entre quienes creían que el agua era tanto un derecho como una mercancía, sólo una pequeña minoría de personas creían que tenían derecho a más que el doble de la cantidad necesaria para sobrevivir: 11% en Cuenca; 11% en Pimampiro; 0% en Yanuncay; 18% en Nueva América.

La posición ética de que el agua es tanto un derecho como una mercancía tiene dos implicaciones inmediatas. La primera es que el agua debería ser gratuita en un nivel mínimo de consumo. Los títulos alienables que acompañan a la privatización violarían esta ética y excluirían a algunas personas del mercado. La segunda implicación es que las cuotas deberían cobrarse por consumo de agua más allá de lo suficiente y se deberían pagar de modo que se armonizaran los incentivos entre usuarios y *suministradores de actividades legítimas*.

Un análisis cuidadoso de los datos recopilados en el campo también generarán múltiples ideas acerca de como enfocar la gestión de cuencas y promover medios sostenibles de subsistencia. Para los defensores del SLA las respuestas más promisorias son las que se refieren a como se gastará el dinero (Preguntas G y H): todos los que respondieron mencionaron algún elemento que mejoraría el bienestar material de la persona o de su familia (nuevos animales de corral, pagos de escolaridad, acceso a medicina, mejor vivienda y más alimentos); nadie mencionó ningún elemento que pudiera verse como frívolo. Sin embargo, se debe plantear la sutil distinción económica entre un cambio en el flujo de ingresos frente a un cambio en el inventario de bienes. No se les preguntó a propósito a quienes respondieron acerca de como gastarían los ingresos de un cambio en inventario (o sea, venta de sus tierras, por temor de la sospecha que dicha pregunta generaría: “¿es esta encuesta una artimaña?”). Sin embargo, se puede deducir una respuesta a partir de lo que se ve en Cuenca: cualquier *beneficio inesperado* por la venta de tierras probablemente se gastaría en bienes de consumo y no en comprar capacidad productiva equivalente.

Si quienes cabildan en Ecuador tuvieran éxito en reformar/deformar leyes ambientales, forestales y de agua y en establecer derechos privados inalienables sobre el agua para quienes son propietarios en la cuenca, se puede sospechar que esos títulos cambiarán muy pronto de manos. Las personas en el experimento de mercado en Nueva América ya lo estaban sintiendo. Un 45% de quienes respondieron contestaron de manera positiva a la afirmación “Me preocupa que foráneos comprarán tierras en la cuenca” (Pregunta AH). Ningún propietario de tierras consultado en Nueva América ni en el grupo de control en la comunidad de la cuenca fuera de Cuenca (la Cuenca Fluvial Yanuncay) tiene educación formal más allá de sexto grado (Preguntas R e I, respectivamente) y los niveles de ingreso parecen muy escasos, como se deduce del consumo reportado (Preguntas E-H y D-F, respectivamente). El impacto sobre los medios sostenibles de subsistencia de estas personas será devastador si la privatización completa

se formalizara. La razón se remonta a las bases teóricas de estos estudios de caso y al principio esencial en economía institucional: “hacer dinero y producir bienes no es lo mismo, hecho que la economía tradicional sigue negando o no acierta a entender” (Peterson, 1992, 343). El dinero que se obtendrá de la venta de tierras no es lo mismo que el dinero que debería pagarse por proteger el medio ambiente. Aquél desarraiga a la comunidad, mientras que éste la fortalece.

Más allá de las recomendaciones detalladas que emanan del estudio de caso, aparece otra, más dramática que las otras seis juntas: la sociedad civil debería celebrar su gobernanza sobre el agua, pero respetando el papel de la gestión de la cuenca por parte de las compañías de servicios públicos. Por gobernanza nos referimos al mecanismo que abarca el equilibrio de poderes para mantener los estándares de las primeras figuras (ver, por ejemplo, Lawler *et al.*, 2001); en el caso del agua, esto significa hacer cumplir las leyes ambientales relevantes que se han definido mediante procesos democráticos en nombre de la población en general. Vale la pena repetir que *el agua en Ecuador se encuentra en el ámbito del dominio público*. La gestión recae sobre las Juntas de Agua, las ONGs y/o las oficinas municipales responsables por la operación del suministro de agua. Aunque la gobernanza y la gestión pueden entrar en conflicto bajo dominio público, el nivel de conflicto es muchísimo menor de lo que estaría bajo la propiedad y gestión privada. Sin duda, los capitalistas internacionales que han invertido en conglomerados de agua no tendrán respeto por ningún derecho natural sobre el agua que los ecuatorianos pobres puedan sentir; en su lugar, clamarán que los gestores locales carguen precios que maximicen los beneficios económicos y, bueno, que se fastidien los nativos. Esta ha sido ya la fea experiencia que tuvieron los pobres en Sudamérica (ver, por ejemplo, Tagliabue, 2002). ¿Por qué no aprender de ello?

Se podría también aprender de la sabiduría de otros que han observado la dinámica de las relaciones asimétricas de poder sobre los recursos naturales. En 1935, el filósofo británico Bertrand Russell escribió:

Cuando se descubrió petróleo en los Estados Unidos de América, pertenecía a los ciudadanos norteamericanos; pero cuando se descubrió petróleo en algún país menos poderoso, la propiedad sobre el mismo corresponde, por las buenas o por las malas, a los ciudadanos de alguno de los Grandes Poderes. El proceso por el cual se logra esto suele estar disfrazado, pero en el fondo acecha la amenaza de guerra, y esta amenaza latente es lo que gana las negociaciones (83).

Hablar de establecer un mercado para el agua es en realidad una metáfora peligrosa. Existen alternativas y deberían someterse a prueba tanto aquí como en otros lugares.

## Apéndice I

### Datos originales de Nueva América y Pimampiro, Ecuador

Para mantener la confidencialidad de quienes respondieron en Nueva América, se han eliminado las siguientes características: tamaño de la propiedad y compensación actual (B y C), edad, sexo, cantidad de miembros en la familia y lugar de residencia (AI-AL). En otras palabras, con sólo ver los datos originales, nadie podrá deducir la identidad de quienes respondieron ni cómo respondieron dichas personas (excepto si quien respondió se identificó). Las preguntas AI-AL, B y C sólo se formularon para captar posibles tendencias (por ejemplo, propietarios de tierras extensas que responden de forma diferente que de tierras pequeñas, mujeres de manera distinta que hombres, familias grandes de modo diferente que pequeñas, etc.) y se reflejan en el análisis en la medida en que resulten relevantes. En el caso de Pimampiro, se suprimen edad, sexo, cantidad de miembros en la familia (J, K y L).

Nueva América

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hectáreas											
Compensación actual											
Pagos son	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos
Gasto en alimentos	72	20	80	40	20	40	40	20	40	40	40
Gasto en medicinas	20	3	5	8	27	20	33	20	-	7	9
Gasto en electricidad	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasto escolar	5	-	7	-	-	3	13	2	25	2	3
Cocina con	Leña	Gas	Leña	Leña	Leña	Leña	Leña	Leña	Leña	Leña	Leña
Último PSA comprado	Alimentos	Semillas	Uniformes para la escuela	Tanque gasolina	Save	Tools	Food	Food	Food	Food	Gas tank
Siguiente PSA comprará	Medicinas	Alimentos	Escuela	Alimentos y medicinas	Fertilizante	Ropa	Escuela	Escuela	Alimentos	Alimentos	Escuela
Acceso a crédito	Sí	No	No	No	No	Sí	No	No	No	No	No
PSA reportado en crédito	Sí					No					
Credito con financiación	Compra vacas					Compra vacas					
Interesado en plantas medicinales	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí
Interesado en ecoturismo	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Interesado en agro Silvicultura	Sí	No	No	No	No	Sí		Sí	Sí		Sí
Nivel escolar	2	4	3	-	6	2	6	3	3	6	4

Nueva América (continuación)

Ayuda a niños	No	Sí	No	No	Sí	No	Semestral	No	Annual	Annual
Noticias	Annual	Mensual	Annual	Annual	Mensual	Annual	Semestral	Annual	Annual	Annual
Radio	Diario	Diario	Diario	Semestral	Annual	Semestral	Sin límite	Sin límite	Mensual	Annual
Agua es un derecho			Suficiente							Sí
Agua es una mercancía	Sí	Sí						Sí		
Derecho y mercancía					Suficiente					
Compensación actual	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Compensación justa	1	1	2	3	3	5	2	10	3	
Sin PSA	Confuso	Claro	Confuso	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro	Claro
PSA motiva la conservación	Algo	Definitivamente	Algo	Definitivamente	Definitivamente	Definitivamente	Para nadal	Algo	Algo	Definitivamente
Más organización	Menos	Menos	Menos	La misma	Más	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos
PSA motiva participación en proyectos	Motiva	Motiva	No motiva	No motiva	No motiva	No motiva	No motiva	No motiva	Motiva	No motiva
PSA causa mala voluntad	Sí	No	Sí	No	No	No	No	Sí	No	No
Aprovechado de NAF	No		Sí	No	No	No		No	No	No
Sistema tradicional	No	No			Sí	Sí	Sí		No	No
Temor de foráneos		Sí	No	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No
Edad										



**Pimampiro (continuación)**

12	sí	Sí		sí	0	Claro				Suficiente	69	Mujer	1
13	sí	Sí		No	5	Proteger	Suficiente			Suficiente	31	Hombre	5
14	No	Sí		sí	0	No está claro				Suficiente	33	Mujer	4
15	No	Sí		sí	10	Claro				Suficiente	32	Mujer	4
16	No	No		No		Claro				Suficiente	72	Mujer	2
17	No	Sí		sí	1	No está claro	Sin límite				17	Mujer	3
18	No	Sí		sí	10	Claro		No			24	Mujer	4
19	No	Sí		sí	1	Claro		No			36	Mujer	6
20	No	Sí		No	10	Claro		No			67	Mujer	2
21	No	Sí		Sí	1	No está claro	Sin límite				20	Mujer	5
22	No	Sí		No	2	No está claro				Suficiente	31	Mujer	9
23	No	Sí		Sí	2% del fondo total por familia	No está claro				Suficiente	37	Mujer	6
24	No	Sí		No	1	Claro	Sin límite				82	Hombre	1
25	No	Sí		No		No está claro	Sin límite				55	Mujer	2
26	Sí	Sí		No		Claro	Suficiente				42	Mujer	4
27	No	Sí		Sí		Claro				Suficiente	25	Mujer	10
28	No	Sí		No		Claro				Suficiente	35	Mujer	5
29	No	Sí		Sí	5	Claro		Sí			17	Mujer	4
30	No	Sí		No		No está claro				Sin límite	44	Mujer	7
31	No	Sí		Sí		No está claro				Suficiente	35	Mujer	5

**Pimampiro (continuación)**

32	No	Sí	Sí		Proteger			Suficiente	42	Mujer	4
33	No	Sí	Sí		No está claro		Suficiente		60	Mujer	3
34	Sí	Sí	Sí		Proteger		Suficiente		42	Hombre	6
35	No	Sí	Sí	120 por familia	Claro			Sin límite	57	Mujer	4
36	Sí	Sí	Sí		Proteger			No	47	Mujer	1

## Apéndice II

### Datos originales para la Cuenca Fluvial Yanuncay y Cuenca, Ecuador

Los datos sin procesar para los residentes de la Cuenca Fluvial Yanuncay se presentan en el Apéndice II. Para mantener la confidencialidad de quienes respondieron, se suprimen las siguientes características que permitirían identificarlos: el tamaño de la propiedad (B), edad, sexo, cantidad de miembros en la familia y lugar de residencia (R, S, T y U). En otras palabras, si se miran los datos sin procesar, no se podría deducir la identidad de quienes respondieron ni cómo respondieron (salvo que quien respondió se identificara). Las preguntas R, S, T y U se formularon sólo para captar posibles tendencias (por ejemplo, propietarios grandes que responden de manera diferente a los más pequeños, mujeres de manera distinta a hombres, familias grandes de manera diferente a pequeñas, etc.) y se interpretarán en las observaciones finales. Dado el tamaño grande del universo estadístico para Cuenca (unos pocos millones de cuencanos), nadie puede identificar a quienes contestaron a partir de las respuestas dadas y por ello no hace falta eliminar ningún ítem.

Cuenca Fluvial Yanuncay

Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Hiecracas	10	150	300	15		3	5	40	20	25	70	50	40	15	20	5	8	10	50	60	35	30	20	8
PSA consistuarán	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos	Menos
Gastos en alimentos	70	400	45	80	60	100	60	60	80	80	100	50	60	120	80	100	70	80	100	140	50	90	80	60
Gastos en medicinas	-	-	-	-	27	50	-	20	-	15	-	10	-	20	-	-	-	35	5	-	-	-	10	15
Gastos escolares	10	10	25	-	-	3	-	10	15	-	15	10	5	5	10	10	-	15	5	15	-	10	-	-
PSA comprar los papeles, el correo	Alimentos	Alimentos	Mejorar el sistema de irrigación en pastizal	Mejorar el sistema de irrigación en pastizal	Mejorar canal de irrigación	Aboriar para enfermedad	Gallinas	Alimentos	Cerbas	Mejorar la irrigación casa	Alimentos	Alimentos	Comprar vacas	Alimentos	Gasaren la escuela	Animales	Mejorar la casa	Alimentos	Mejorar el canal de irrigación	Cambiar el terreno en pastizal	Gallinas	Mejorar la casa	Aboriar para enfermedad	Mejorar el terreno
PSA también comprar	Aboriar para enfermedad	Aboriar para enfermedad	Animales	Alimentos	Mejorar la casa	Aboriar para enfermedad	Alimentos	Escuela	Mejorar la casa	Mejorar la casa	Alimentos	Aboriar para enfermedad	Aboriar para enfermedad	Aboriar para enfermedad	Aboriar para enfermedad	Aboriar para enfermedad	Aboriar para enfermedad							
Navel escolar	6	6	6	6	6	5	6	5	6	6	5	6	6	6	5	5	4	6	6	4	5	6	5	6
Avuda a niños	Si	No	No	No	No	No	Si	No	Si	No	No	Si	No	No	No	No	No	Si	Si	No	No	No	No	No
Noticias	Annual	Semestral	Annual	Annual	Semestral	Annual	Annual	Annual	Semestral	Annual	Annual	Annual	Annual	Annual	Annual	Annual	Annual	Annual	Semestral	Annual	Annual	Annual	Annual	Annual
Radio	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario	Diario
El agua es un derecho	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente
El agua es una mercancía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Derecho y merencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compensación justa	10	-	5	13	10	10	10	5	10	5	10	10	10	5	10	10	20	3	10	10	10	10	10	15
Sm PSA	No está claro	No está claro	No está claro	No está claro	Claro	No está claro	Proteger	Claro	Proteger	No está claro	Claro	Claro	Claro	No está claro	No está claro	Proteger	Claro	Claro	Claro	No está claro	No está claro	No está claro	No está claro	No está claro
Edad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sexo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad de miembros en la familia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Cuenca

Nº	Problemas en suministro de agua	Se necesita conservación de Yanuncay	WTP	Compensación justa	Sin PSA los propietarios pueden	El agua es un derecho	El agua es una mercancía	Derecho y mercancía	Edad	Sexo	Cantidad de miembros en la familia
1	Sí	Sí	Sí		No está claro				59	Mujer	3
2	No	Sí	Sí	10	Proteger			Suficiente	18	Mujer	5
3	No	Sí	Sí		Proteger			Suficiente	40	Mujer	7
4	No	Sí	Sí	10	Claro	Suficiente			42	Hombre	7
5	No	Sí	Sí	10	Proteger			Suficiente	25	Mujer	3
6	No	Sí	Sí	0	No está claro			Suficiente	60	Hombre	6
7	No	Sí	Sí		Proteger			Suficiente	48	Mujer	4
8	No	Sí	No		Claro	Suficiente			24	Mujer	4
9	Sí	Sí	Sí		Claro				71	Mujer	2
10	No	Sí	No		Proteger	Suficiente			50	Mujer	5
11	No	Sí	No		Claro			Suficiente	38	Hombre	8
12	No	Sí	No		Proteger			Suficiente	45	Hombre	5
13	No	No	No		Claro				15	Mujer	8
14	No	Sí	Sí		Claro		Sí		54	Hombre	5
15	No	Sí	No		Proteger			Suficiente	45	Mujer	1
16	Sí	Sí	Sí		Claro			Suficiente	60	Mujer	5
17	No	Sí	Sí		Proteger			Suficiente	49	Mujer	4
18	No	Sí	Sí		No está claro			Suficiente	46	Mujer	4
19	Sí	Sí	No		Claro		Sí		60	Mujer	4
20	No	Sí	No		Claro			Suficiente	54	Mujer	4

**Cuenca (continuación)**

21	Sí	Sí	No	Claro	Suficiente			46	Mujer	8
22	No	Sí	No	Proteger			Suficiente	40	Mujer	4
23	No	Sí	No	Claro				58	Hombre	3
24	Sí	Sí	No	Proteger			Suficiente	45	Mujer	6
25	No	Sí	No	No está claro	Suficiente		Suficiente	55	Mujer	5
26	No	Sí	No	No está claro	Suficiente			68	Mujer	4
27	No	Sí	No	Claro			Suficiente	40	Hombre	4
28	No	Sí	No	No está claro	Sin límite			42	Hombre	5
29	No	Sí	Sí	No está claro	Suficiente		Suficiente	20	Mujer	3
30	No	Sí	Sí	No está claro	Suficiente			54	Mujer	4
31	Sí	Sí	Sí	No está claro	Doble		Doble	37	Hombre	3
32	No	Sí	No	No está claro	Suficiente			45	Mujer	3
33	No	Sí	Sí	No está claro	Suficiente			42	Mujer	3
34	Sí	Sí	Sí	Claro	Suficiente			36	Mujer	4
35	No		Sí	No está claro	Suficiente		Suficiente	40	Hombre	3
36	No	Sí	Sí	No está claro	Suficiente			42	Mujer	5
37	Sí	Sí	Sí	Claro	Suficiente		Suficiente	43	Mujer	5
38	No	Sí	No	Claro	Suficiente		Suficiente	44	Mujer	3
39	No	Sí	No	No está claro			Suficiente	46	Mujer	5
40	No	Sí	Sí	No está claro	Triple suficiente			54	Mujer	8
41	Sí	Sí	Sí	No está claro	Suficiente		Suficiente	57	Hombre	3
42	No	Sí	Sí		Suficiente		Suficiente	22	Hombre	3
43	Sí	Sí	No		Suficiente			32	Mujer	6

**Cuenca (continuación)**

45	No	Sí	No	0	No está claro	Suficiente		Suficiente	60	Mujer	4
46	No	Sí	No	10	Claro	Sin límite			27	Mujer	3
47	No	Sí	Sí	120 por familia	No está claro	Sin límite			35	Hombre	4
48	Sí	Sí	No	0,1	Claro	Suficiente		Suficiente	9	Mujer	4
49	Sí	Sí	No	0	Claro				23	Mujer	4

## Referencias

- Ackerman, Frank and Lisa Heinzerling. 2004. *Priceless: On Knowing the Price of Everything and the Value of Nothing*. New York: The New Press.
- Barzel, Yoram. 1989. *Economic Analysis of Property Rights*. New York: Cambridge University Press.
- Bebbington, Anthony. 1999. "Capitals and capabilities: a framework for analysing peasant viability, rural livelihoods, and poverty". *SARL Paper*. London: IIED.
- Carney, Diana. 1999. *Approaches to Sustainable Livelihoods for the Rural Poor*. London: Overseas Development Institute Poverty Briefing Report 2.
- Christie, Jean and Pat Mooney. 1999. "Rural societies and the logic of generosity". Pages 320-321 in Posey, Darrell (ed.). *Cultural and Spiritual Values of Biodiversity*. Denmark: Intermediate Technology Publications.
- Comisión Asesora Ambiental de la Presidencia de la República. 1996. *Plan Ambiental Ecuatoriano*. Quito, Ecuador.
- Cueva, Patricio *et al.* 2001. *Manejo integrado de los recursos hídricos: Estudio de prefactibilidad de un sistema de pago por servicios ambientales en la cuenca del Río Arenillas*. Quito, Ecuador: Ministerio de Ambiente.
- Darwin, Charles. 1942. *Viaje de un naturalista alrededor del mundo*. Edición completa. Edición dirigida por Joaquín Gil. Traducción de J. Hubert. Buenos Aires: Librería el Ateneo.
- Grootaert, Christiaan. 1998. "Social capital: the missing link?" *Social Capital Initiative, Working Papers 3*. Washington, D.C.: World Bank.
- Hardin, Garrett. 1968. "The tragedy of the commons". *Science* 162:1243-1248.
- Hawken, Paul, Amory Lovins, and L. Lovins. 1999. *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*. Boston: Little, Brown and Co.
- Hirshleifer, Jack. 1985. "The expanding domain of economics". *American Economic Review*. 75(6):53-68.
- Hollis, Martin and Edward J. Nell. 1975. *Rational Economic Man: a Philosophical Critique of Neoclassical Economics*. New York: Cambridge University Press.

- Johnson, Nels, Andy White, and Danièle Perrot-Maître. 2002. "Developing markets for water services from forests". *Forest Trends*. London: The Katoomba Group of World Resources Institute.
- Kellert, Stephen R. and Edward O. Wilson (eds.). 1993. *The Biophilia Hypothesis*. Washington D.C.: Island Press.
- Lappé, Frances Moore. 1998. *World Hunger: 12 Myths*. New York: Grove Press.
- Lascano, Max. 2002. *Valoración económica del agua de la acequia "De Pueblo de Pimampiro"*. Quito, Ecuador: Corporación para el Desarrollo, CEDE-RENA-InterAmerican Foundation. Fotocopia.
- Lawler, Ed, John Carver, and David Finegold. 2001. *Corporate Boards: New Strategies for Adding Value at the Top*. U.S.: Jossey-Bass.
- Lucas, Kintto. 2002. "Emigrant Remittances Prop up Ecuador's Economy". January 3: [www.imagenlatinoamericana.com](http://www.imagenlatinoamericana.com)
- Lumsden, C. J. and E. O. Wilson. 1981. *Genes, Mind, Culture*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Martínez-Alier, Joan. 1994. *De la economía ecológica al ecologismo popular*. 2da. ed. Barcelona: Icaria.
- Massey, Douglas. 2002. "What people just don't understand about academic fields". *The Chronicle of Higher Education*, July 12:B4.
- McCloskey, Donald. 1983. "The rhetoric of economics". *Journal of Economic Literature* 21(2):481-517.
- Mirowski, Philip. 1988. *Against mechanism: protecting economics from science*. Totowa, New Jersey: Rowman & Littlefield.
- Panayatou, Theodore. 1994. *Ecología, medio ambiente y desarrollo*. Traducción por Ángel Carlos González Ruiz. México: Ediciones Gernika.
- Pérez, Efraín. 2000. *Derecho ambiental*. Colombia: McGraw Hill.
- Peterson, Wallace. 1992. "What is to be done? remarks upon receipt of the Veblen-Commons award". *Journal of Economic Issues*. Vol. XXVI(2), June: 337-348.
- Putnam, Robert D. 2000. *Bowling Alone: the Collapse and Revival of American Community*. New York: Simon & Schuster.

- Real López, Byron. 1995. *Manual de Procedimiento Forestal*. Vol. II. Quito, Ecuador.
- Russell, Bertrand. 1935. *In Praise of Idleness and other Essays*. New York: W.W. Norton.
- Samuelson, Paul A. 1947. *The Foundations of Economic Analysis*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Scoones, Ian. 1998. *Sustainable Rural Livelihoods: a Framework for Analysis*. London: Institute of Development Studies Working Paper (72).
- Shiva, Vandana. 2002. "Terrorism as cannibalism. Znet Commentary". [www.zmag.org](http://www.zmag.org)
- Southgate, D. 1997. *Alternatives for Habitat Protection and Rural Income Generation*. Washington, D.C.: InterAmerican Development Bank, Social Programs and Sustainable Development Department, Environment Division (Env-107).
- Tagliabue, John. 2002. "As multinationals run the taps, anger rises over water for profit". *New York Times*, August 26:1.
- Transparency International. 1999. "Country ranking index". [www.transparency.org](http://www.transparency.org)
- \_\_\_\_\_. 2002 "Country ranking index". [www.transparency.org](http://www.transparency.org)
- UNESCO. 1996. Sacred sites-cultural integrity, biological diversity. Cited on page 352 in Sarah A. Laird, "Forests, Culture and Conservation". Pages 347-358 in Darrell Posey, *Cultural and Spiritual Values of Biodiversity*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.
- Wilson, Scott, Carlos Rodríguez, Marco Cevallos y Gerson Amaya. 2001. *Propuesta de ampliación sostenible del pago de servicios ambientales (fuentes de recursos hídricos) en el cantón Pimampiro, Ecuador*. Fotocopia.
- Yaguache, Robert (ed.). 2002. *Pago por servicios ambientales: una alternativa que contribuye al manejo y conservación de bosques y páramos, la experiencia de Nueva América*. Ibarra, Ecuador: Editorial Almeida.

# **ESTUDIOS ETNO-CULTURALES**



## Agroecología indígena en Talamanca: características

*Róger Martínez\**

---

\* Doctor en Agroecología de la Universidad de Córdoba, España; Maestría en Agroecología de la Universidad Internacional de Andalucía, Baeza, Jaén, España; Máster en Educación Ambiental del Instituto de Investigaciones Ecológicas de Málaga, España; Maestría en Historia, con Especialidad en Arqueología de la Universidad Estatal de Vorónezh, Rusia; Licenciado en Educación Ambiental de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Costa Rica.  
Profesor Catedrático de la Universidad de Costa Rica y de la Universidad Nacional, y Profesor titular de la Universidad Estatal a Distancia.  
Cuenta con más de 100 ponencias, ensayos y artículos con temas étnicos, históricos, ambientales, educativos, sociales, ecológicos, culturales y agrícolas.



## Resumen

Los pueblos indígenas de Talamanca han desarrollado un conocimiento profundo de la dinámica del bosque tropical húmedo, que goza de gran biodiversidad en Costa Rica.

La estrategia indígena se basa en un manejo múltiple del agroecosistema, al combinar varios sistemas agropecuarios, que se caracterizan por una alta complejidad e interacción entre los componentes bióticos, inertes y socioculturales. Sin embargo, la creciente penetración mercantil y el rápido crecimiento y concentración de la población indígena están ejerciendo una fuerte presión sobre estos agroecosistemas y su desarrollo rural.

## Introducción

Los pueblos indígenas de Talamanca aprendieron a controlar los ciclos naturales más importantes para su reproducción biológica y cultural: Amika (selva madre). Pero las condiciones del suelo son muy pobres en nutrientes, porque es una región no apta para la agricultura, la ganadería o el desarrollo agropecuario (Borge *et al.*, 1997; Vargas, 1990).

Generar agricultura en Talamanca es uno de los principales logros de estos pueblos indígenas, ya que las condiciones del sustrato, el clima y la alta competencia biológica dificultan el mantenimiento y el manejo del cultivo. Además, enfrentan altas temperaturas y humedad, lo que provoca que sus cultivos después de unos años conviertan los suelos en decrecientes, que se presentan cada año en toda parcela tropical.

Sin embargo, el indígena es un hábil estratega del uso múltiple del agroecosistema, mediante la manipulación de los componentes biológicos, ecológicos y geográficos (especies, organismos, suelos, topografía, clima, recursos hídricos y espacio) y sus procesos ecológicos (sucesión, ciclos de vida, movimientos de agua y materiales). Esta diversificación se reproduce en el micronivel, con multiespecies y diversos cultivos.

El indígena involucra actividades biofísicas, sociales, culturales y espirituales que proporcionan un microclima favorable para la biodiversidad agrícola.

La estrategia indígena le permite gestionar diversas unidades geográficas con diferentes componentes bióticos y físicos, protegiéndolo de las fluctuaciones del mercado (precio) y las eventualidades naturales (inundaciones, terremotos).

El conocimiento indígena se refleja en su técnica agrícola y habilidad para manejar el agroecosistema, asegurándose la subsistencia, en condiciones ambientales adversas.

En Talamanca existen tradiciones heredadas que se relacionan con la sabiduría, el conocimiento de suelos y uso de plantas medicinales y culinarias, que reflejan su adaptación y asimilación al ambiente local (origen, desarrollo, diversidad y cambios en el tiempo y espacio, estructuras familiares, sociales, económicas y naturales), compatible con su cultura, mediante pequeñas unidades productivas familiares autosuficientes, manifiestas en fincas, siembras, parcelas y huertas.

Para aprovechar los agroecosistemas de la selva tropical húmeda, obtener productos y beneficios agrícolas, forestales, pecuarios y acuáticos, el indígena ha combinado tradicionalmente los sistemas agrícolas y pecuarios con las actividades primarias extractivas, como la pesca, la cacería y la recolección de plantas del bosque.

Cuadro 1. Síntesis de la agricultura indígena en Talamanca

Estilo de agricultura	Componentes e importancia relativa	Área geográfica	Relación con el mercado	Infraestructura (salud, camino, educación, agua electricidad)	Dedicación de familias	Tenencia de la tierra por hectárea	Trabajo extra-agrícola	Especies usadas	Parrón de asentamiento	Lengua
<b>Tradicional</b>	-Huertos -Agricultura rotativa -Policultivo de plátano -Animales domésticos	Alto Talamanca	Baja relación	Bajo acceso, en condiciones insuficientes	Mayoría de población (80%) que vive aquí cerca del 30% del total, se dedica al Tradicional	La mayoría de población tiene cerca de 5 hectáreas.	Bajo, con énfasis al auto-abastecimiento y consumo local.	Más de 80 especies en una sola finca de 2 hectáreas.	Disperso por toda Alta Talamanca.	Lengua bribri y cabécar.
<b>Policultivo</b>	-Policultivo de plátano -Huerto rotativa -Animales domésticos	En los Altos y en el Valle de Talamanca	Mediana relación	Mediano en el Valle, en condiciones malas.	Mayoría de población vive en el Valle (75%).	Se tiene un promedio de 1-2 hectáreas. Pero, inicia proceso de pérdida de la tierra.	Bajo, pero con ambos procesos en marcha.	Cerca de 25 especies, en una finca de 2 hectáreas.	Proceso de concentración y acceso a caminos, electricidad, tuberías de agua en el Valle.	A parte de las lenguas indígenas, también esta el español.
<b>Moderno</b>	-Monocultivo de plátano -Policultivo de plátano -Animales domésticos (menores)	Énfasis en el Valle	Relación mediana a alta, en el Valle	Mediano en el Valle, en condiciones regulares	Mayoría de población del (25%), se dedica al monocultivo; solo algunos pocos que tienen mucha tierra.	Pocos tienen mucha tierra. Algunos con 25 hectáreas y mucho sin tierras	Alto, pero con énfasis al mercado	Solo como 3 especies, en una finca de 2 hectáreas.	Se genera una alta concentración urbana.	Énfasis en el español.

## Desarrollo rural tradicional en Talamanca

La sobrevivencia sociocultural del talamanqueño y su interrelación con el agroecosistema se reflejan en el sistema agropecuario tradicional (skowak: indígena), que se compone de cinco subsistemas de producción agrícola: el huerto indígena, la agricultura rotativa, los animales domésticos, las fincas de policultivo de plátano y de monocultivo de plátano, bajo influencia del manejo Sikwa (no indígena) convencional. Además, se incluyen la tenencia de la tierra, mano de obra, actividades de mantenimiento, papel de la mujer, manejo de la cosecha, uso de insumos agrícolas y sustentabilidad en términos productivos, económicos y ambientales.

Los sistemas agrícolas de Talamanca, al encontrarse en una selva tropical húmeda con pocas transformaciones climáticas (temperatura, humedad, precipitación), tienden a ser muy estables, por estar poco expuestos a las variaciones de producción. Sin embargo, la relativa estabilidad del huerto y el policultivo de plátano deben medirse en la capacidad de recuperarse y mantenerse en producción en el tiempo.

La estabilidad y sustentabilidad ecológicas de estos sistemas agrícolas se deben a la alta diversidad de especies, a la integración de cultivos y recursos agroforestales, a la rotación de parcelas, a los períodos de barbecho, que cuanto más largo se extienda en la etapa de descanso, es más estable y sustentable el sistema.

Las características del agroecosistema indígena proporcionan varias ventajas: contribuyen al mantenimiento de las costumbres y prácticas de manejo sustentable del agroecosistema, con un fuerte arraigo cultural. Por esto, la estrategia indígena comprende la optimización ecológica y no la maximización económica de la producción.

Estos sistemas agrícolas presentan una relativa baja producción, pero son estables en el tiempo y muy apropiados ecológicamente, ya que se asemejan al ecosistema local.

**Cuadro 2. Manejo del agroecosistema en Talamanca**

Usos	Huerto indígena	Agricultura rotativa	Policultivo de plátano	Monocultivo de plátano
Especies usadas	45	41	29	13
Especies cultivadas usadas	15	20	8	3
Especies silvestres usadas	30	21	34	11
Diferentes tipos de usos	20	18	17	7
Total especie en uso diverso	74	73	43	15

Esto permite que los procesos del agroecosistema, como los flujos de energía y ciclos de nutrientes, permanezcan relativamente estables y ejerzan un control natural sobre la erosión de suelos, la difusión de plagas y enfermedades. La capacidad de estos sistemas está en mantener la fertilidad del suelo, mediante el reciclaje de elementos nutritivos de su propio sistema local, que genera un equilibrio con la naturaleza.

El indígena siembra variadas especies en diversos lugares, a distintas distancias y con diferentes grados de combinación con especies silvestres (no cultivadas), buscando adaptarse a las condiciones biofísicas naturales propias de la zona.

El huerto, la agricultura rotativa, el policultivo de plátano y pecuario suministran productos que generan ingresos económicos para cubrir las necesidades básicas locales y sus excedentes se venden o intercambian. Así, se proporciona una seguridad alimentaria y dieta balanceada, facilitando alimentos, medicinas y energéticos durante todo el año.

Los mecanismos locales de intercambio y préstamo de productos agrícolas y animales, que se manifiestan en las chichadas, la mano vuelta, la recolección de plantas en los sistemas agrícolas y el cazar en las fincas, constituyen aspectos que las caracterizan como organizaciones muy equitativas. Esto se debe a que la producción está culturalmente estructurada alrededor del valor de uso (cubre necesidades locales) y no por el valor de cambio (cubre intereses mercantiles).

**A. Huerto familiar indígena:** son pequeños sistemas agroforestales tradicionales de uso múltiple y de amplia difusión, son muy parecidos al ecosistema natural por la gran diversidad de especies que se emparentan con las cultivadas. Ello refleja una relación entre el sistema agrícola y el grado de aculturación del indígena. Por ejemplo, se practica con más frecuencia en los poblados de Alta Talamanca, donde los cultivos se establecen sobre

terrazas aluviales y áreas planas, y menos en el Valle, en poblados más accesibles y vinculados al mundo mercantil, donde el huerto indígena está desapareciendo ante el monocultivo de plátano Sikwa.

El huerto representa las necesidades e intereses de la familia indígena, porque les proporciona alimento, forraje, leña, materiales de construcción, medicinas, fertilizantes naturales, elementos de culto y ornamentales durante todo el año (Alcorn, 1988).

En Talamanca, el huerto está constituido por un conjunto de árboles, con cultivos perennes como musáceas (plátano, guineo, banano), cacao, coco, maíz, café y tubérculos (yuca, papa, tiquisque), hortalizas (cebolla, repollo), plantas culinarias y medicinales y árboles frutales; y crían, en pequeña escala, animales domésticos como aves (pollos, chompipes), vacas, cerdos y abeja nativa. El huerto constituye el hábitat vital para el mantenimiento de los animales domésticos, que brindan carne, huevos, cueros, cachos y miel de abeja; mientras los caballos sólo son un medio de transporte terrestre.

El huerto se ubica alrededor o cerca de la residencia indígena, con un tamaño entre 1 y 2 hectáreas, depende de la disponibilidad de tierra y del número de miembros familiares, quienes manejan varios espacios agrícolas y otros en barbecho, huertos familiares complejos y predios forestales. La mano de obra es familiar, se fertiliza con el abono natural *in situ* y los animales.

**B. Agricultura rotativa:** este subsistema consiste en el uso transitorio del suelo donde se cultivan los productos anuales de granos básicos (arroz, frijoles, maíz), alternando con períodos de barbecho entre una siembra y otra. Cuando un terreno ya se ha rotado bastante, se continúa con productos como bananos, caña, yuca y otros; o los granos básicos se combinan con cucurbitáceas, tubérculos y especies pioneras herbáceas, arbustivas y árboles dispersos que no fueron volteados. Además, se permite la regeneración de especies maderables y se convierte al final en bosque secundario.

Cada familia indígena tiene varias parcelas de cultivo, de 2 o 3 hectáreas, que están alejadas de sus residencias para evitar daños de los animales domésticos y silvestres.

Este subsistema se desarrolla con mayor intensidad en los Altos y brinda los mismos productos que el huerto, con la diferencia de producir granos básicos y materiales para la construcción. Está orientado al autoconsumo y cuando se da excedente de maíz se vende en el mercado local. Se acostumbra

realizar intercambios entre familias y clanes afines. A los animales domésticos les genera alimentos y sitios de pastoreo.

A pesar de que sólo se cultiven granos básicos, éstos no son sistemas de monocultivos, ya que conforme se van desarrollando esos cultivos, se introducen otras especies en el agroecosistema, entremezclándose entre los granos básicos, tubérculos y frutales. Además se agrega el componente arbóreo que fue dejado para cumplir ciertas funciones y especies pioneras invasoras. Este subsistema luce como una mezcla caótica de árboles caídos, troncos, cenizas, ramas, hojas, diferentes tipos de cultivos aparentemente plantados al azar. Pero, al igual que en el huerto indígena, es un sistema que denota un profundo conocimiento de su medio natural.

El sistema rotativo es poco variado y sencillo en un inicio, pero evoluciona hacia un sistema de policultivo más diverso y complejo. Luego que la parcela ha sido cultivada por dos años, se abandona y se deja en descanso por un período de unos ocho años.

Entre las estrategias del sistema agrícola rotativo, que los indígenas utilizan para hacer de la selva tropical húmeda un espacio cultivable, están:

## 1. Selección del espacio agrícola

Para enfrentar las variaciones físicas del agroecosistema, el indígena busca las mejores opciones de apropiación/producción del suelo. La escogencia del cultivo rotativo está relacionada con la ausencia o presencia de gramíneas, helechos y capacidad de adaptación a ciertos cultivos, estimada por el tipo de vegetación (plantas indicadoras) preexistente. Aunque, prefiere voltear áreas de bosque secundario o primario y evitar sitios cubiertos por rastrojos, gramíneas y asociaciones de helechos (Vargas, 1990).

Estos emplazamientos pretenden las facilidades de acceso y trabajo y la proximidad de vías para transportar la producción (ríos y caminos), y constituyen aspectos para escoger el terreno, a pesar del riesgo de inundación que presentan estos sitios.

Este ordenamiento está ligado a lo ceremonial y su cosmovisión, resultando un círculo complejo donde todos los aspectos están entrelazados, pues, lo que un indígena realice en el espacio agrícola y el ecosistema repercute socialmente en la comunidad. Por ejemplo, si efectúa bien el proceso agroproductivo y tiene buena cosecha, es bien visto; pero si ha hecho mal la actividad agrícola, queda estigmatizado; entonces, debe efectuar un proceso de limpieza y purificación espiritual.

## 2. Roturación del bosque y preparación del terreno

Las prácticas agrícolas indígenas responden a la época anual, mediante la preparación del terreno durante el período seco y los cultivos para las lluvias. Los árboles grandes son mantenidos para dar sombra a los futuros cultivos, que junto con la vegetación tumbada, retardan la erosión del terreno.

El indígena clasifica los suelos de acuerdo con la cubierta vegetal, distinguiéndose por su origen, color (prefiere suelos negros aluviales), textura gruesa, olor, consistencia y por su contenido orgánico.

Una vez seleccionado el sitio de cultivo, se voltea con la corta y quema, que consiste en la corta de árboles grandes del bosque secundario o taca-tales en barbecho, y luego, viene la chapia de la vegetación superficial.

Antes de empezar la época lluviosa, se prepara el suelo para la siembra: se tala una sección de la selva y se deja que los residuos se sequen al sol. A veces la vegetación tumbada no se quema, sino que se pica para acelerar el proceso de descomposición y realizar la siembra entre este material. Esta es una adaptación a las condiciones climáticas muy húmedas de Talamanca, que prepara el terreno en corto tiempo.

En la limpia del área no todas las especies vegetales se cortan, sino que se respetan las especies que tienen algún valor comestible, maderable, artesanal o medicinal. La apertura y preparación del terreno para la siembra se realiza en la época de menor precipitación, que va de enero a abril. Las labores de preparación y siembra agrícola no demandan ningún tipo de maquinaria ni tracción animal.

El corte y quema agrícola se combina con plantaciones de cultivos perennes como el cacao y el plátano. Estas prácticas agrícolas tienen pocos efectos en el suelo, porque disminuyen el tiempo de exposición a la luz solar y a la lluvia. El indígena trata de minimizar la siembra con vegetación natural. Mantiene un diverso inventario de cultivos que responde a los cambios climáticos y reduce el riesgo de las cosechas. Las áreas de cultivo son pequeñas, dispersas y con cultivos mixtos, reduciendo así el ataque de insectos, plagas y enfermedades.

En Talamanca también existe un sistema agrícola que se convierte en roza y quema o corte y cobertura: los indígenas cortan la vegetación del sotobosque, plantan plátanos y luego talan los árboles sobre la vegetación cortada. A veces queman la vegetación cortada seca. Si hay lluvia o suficiente

vegetación para una buena quema, dejan que la vegetación cortada se descomponga, y luego siembran maíz, tubérculos y caña de azúcar.

Las parcelas son abandonadas luego de dos o tres cosechas. Este sistema protege el suelo de la erosión, es más fácil de labrar y menos intensivo en mano de obra, que el sistema de roza y quema convencional (Nair, 1993).

El agroecosistema indígena se torna sustentable al tener características estructurales y funcionales, como la roturación de parcelas, que contribuye a la recuperación del suelo, siempre y cuando la tierra sea dejada en barbecho por un tiempo (Altieri, 1992).

En la rotación de parcelas, los indígenas del Valle se han visto obligados a reducir el período de barbechos, debido a la distribución de la tierra entre ellos, al proceso demográfico regional, a la presión interna y externa de la sociedad nacional por la tierra y por el cambio hacia una actividad mercantil en las tierras indígenas.

### 3. El cultivo

Desde que las primeras semillas de maíz germinan se constata el crecimiento de la flora arvense, concurrente con las especies cultivadas. El indígena no deshierba el terreno durante el crecimiento del cultivo, ya que recoge lo que necesita. Es común ver fincas con abundante cosecha y cubierta de monte y bejucos, esto evita la degradación productiva del suelo y contribuye a luchar contra animales consumidores secundarios (vertebrados herbívoros), al desviar o limitar su acceso a los cultivos.

Algunas plantas actúan como hospederos de plagas que afectan a los cultivos, protegiendo de otras especies de valor y uso para los indígenas. Por ejemplo, las frutas del berok, que atraen a pájaros, los aleja o distrae de otros productos agrícolas más importantes, como el plátano, pejibaye, maíz y banano.

En la parcela indígena se generan relaciones bióticas, que tienden a reproducir la estructura del bosque: mucha sombra, troncos de árboles cortados en proceso de descomposición cuyas raíces retardan la erosión, gran acumulación de humus vegetal, que fertiliza el suelo, presentando una desordenada combinación de árboles y especies cultivadas y silvestres, con diferentes nutrientes del suelo y ciclos de crecimiento.

La siembra de plantas herbáceas perennes o anuales cubre el suelo durante el año, mejora la estructura y aireación del suelo e infiltración del agua; previene la

erosión del suelo, al distribuir y disminuir el movimiento del agua en la superficie; reduce el escurrimiento y mantiene la tierra en su lugar; aumenta la fertilidad del suelo, al incorporar material orgánico de fácil descomposición y aprovechar mejor los nutrientes del suelo, mediante la fijación del nitrógeno; controla plagas, al refugiar a insectos depredadores y parásitos benéficos; modifica el microclima y la temperatura, al reducir los rayos de sol y el calor, aumenta la humedad en temporada seca; reduce la competencia entre cultivos y flora arvense; reduce la temperatura del suelo. El indígena aplica el sistema sin labranza, cero o mínima, que es un corte bajo del matorral (no de raíz), permitiendo reacomodar la cobertura de cultivo y la siembra intercalada de leguminosas y granos.

#### **4. Recolección, resiembra y períodos de barbecho**

La recolección se inicia de tres a cinco meses después de la siembra, comenzando por el maíz y luego con los cultivos estacionales como frijoles y yuca. Otros cultivos como el plátano, cucurbitáceas y los que no tienen un período definido de producción, son recolectados según la evolución de la cosecha.

Posteriormente, la parcela es limpiada de arvenses para realizar una resiembra en períodos secos, de lluvias ligeras y poco constantes. Los granos son sembrados y cubiertos con materia vegetal en descomposición, para fertilizar, reproduciendo el ciclo. El terreno genera buenas cosechas durante las primeras siembras, luego, al disminuir su fertilidad, se abren nuevos espacios de cultivos, después de la segunda o tercera cosecha.

Esta estrategia evita la invasión y competencia de organismos indeseados. El policultivo protege contra insectos-plagas o ataques de enfermedades, suprime el crecimiento de arvenses y minimiza su control. Incluye cambios en la época y densidad de siembra, uso de variedades resistentes e insecticidas naturales para disminuir la plaga.

Lo importante es manipular la relación cultivo-arvense, para que el crecimiento del cultivo sea favorecido. El grado de competencia entre cultivo y arvense se afecta al aplicar diversos factores: distancia entre cultivos, tasa de siembra, disposición espacial y temporal, combinación de prácticas, que influyen en el equilibrio cultivo-arvense.

La abundancia o escasez de arvense en la vegetación silvestre cerca de los cultivos agrícolas es un factor determinante, debido a que es un reservorio de semillas, ubicadas en las áreas donde se realiza la regeneración de la selva.

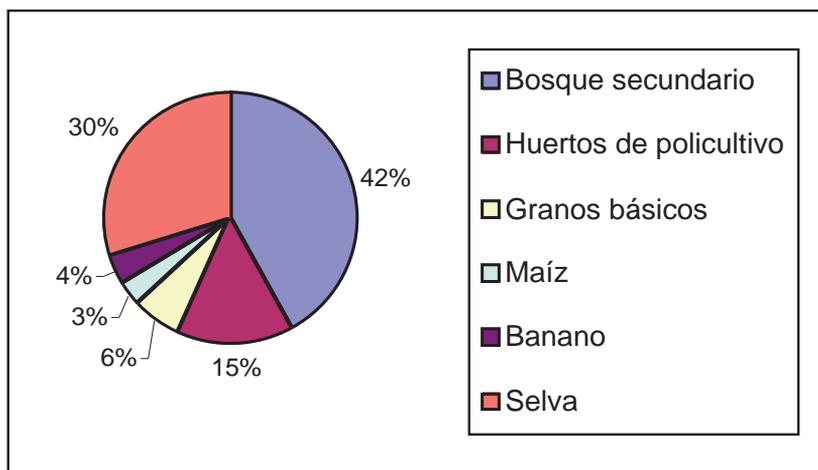
## Importancia socioeconómica y ecológica del agroecosistema indígena

La importancia estructural y funcional del agroecosistema (alta diversidad de especies con diferentes formas de vida y en multiestratos) es brindar productos para la subsistencia de la familia indígena (Villalobos, 1994). Se destaca por la variedad de productos, su continua y estable cosecha, lo que le permite disponer de alimentos todo el año, posibilitando el autoconsumo local.

La combinación y mantenimiento de los componentes arbóreos, arbus-tivos, herbáceos, raíces, tubérculos, bejuco cultivados y silvestres es un aspecto fundamental, porque se aprovechan las ventajas que ofrecen estos componentes en el funcionamiento del sistema como: sombra, madera, comestibles, medicinas, artesanales, aromáticas, control natural de plagas, enfermedades y mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

Estas características ofrecen ventajas en Talamanca, porque disminuyen los riesgos de muerte del indígena por plagas, enfermedades, inundaciones y terremotos. Además, la mano de obra familiar genera una mayor y mejor integración de la familia en el proceso productivo. Por eso, el cultivo indígena es un área de aprendizaje para toda la familia en las actividades productivas y extractivas y contribuye al mantenimiento de las costumbres y prácticas culturales de uso y manejo sustentable del agroecosistema.

**Gráfico 1. Áreas tradicionales ligadas al autoconsumo**



La principal función de este sistema agrícola es brindar diversos productos para el autoconsumo, satisfacer las necesidades básicas alimenticias y energéticas, que garanticen la seguridad alimentaria. No está entre sus fines la producción ni extracción de bienes exclusivos de ingresos monetarios, aunque se realiza un intercambio local de granos básicos, cuando se dan excedentes, de maíz, plátano, etc. (Gliessman, 2002).

El cultivo talamanqueño agrícola y forestal no sigue un patrón lineal de siembra. El sistema de siembra de árboles frutales y cultivos de tubérculos y plátanos indígenas es *disperso* y *desordenado*. Sus componentes agrícolas y vegetales se mezclan en un aparente desorden, sin obedecer a ninguna forma geométrica definida. No hay hileras de cultivos uniformes ni distancias definidas entre cultivos y especies silvestres. De allí su parecido con el bosque: se mezclan cultivos permanentes con distintas especies silvestres y plantas para varios usos. Así, se da una gran diversidad de especies con muchas formas de vida, que van desde tubérculos hasta árboles de 25 metros de altura.

Esta estructura recrea los estratos del bosque tropical húmedo; en el cultivo talamanqueño se distinguen cuatro estratos de vegetación:

- a. *árboles*: el dosel de árboles maderables de más de 25 metros (cedro y laurel);
- b. *arbustos*: bajos frutales entre los 10 y 15 metros (guarumo, balso y pejibaye);
- c. *cultivos*: permanentes como el café, cacao, musáceas; además de arbustos como el gavilán y las ingas, que no llegan a los 10 metros de altura;
- d. *herbáceas*: incluyen cultivos de raíces y tubérculos, como yuca, tiquisque, quelites y chile; además de plantas medicinales y aromáticas.

**C. Policultivo del plátano talamanqueño:** es un sistema agroforestal donde el indígena realiza sus siembras en cultivos intercalados; en Talamanca existen dos modalidades de cultivo del plátano:

- 1) Sistema de policultivo: incluye los sistemas agrícolas de finca y huerto indígena, la agricultura rotativa y el policultivo de plátano.
- 2) Sistema de monocultivo: comprende el sistema agrícola del plátano y el sistema pecuario, con aves, cerdos, ganadería vacuna, equina, caprina y apicultura.

Estos dos sistemas son muy diferentes entre sí, pero interactúan en un mismo espacio geográfico y con un mismo objetivo: producir plátano para la venta y autoconsumo.

En Talamanca el cultivo de las musáceas (plátano, banano y guineo) es muy importante en la dieta indígena. El cultivo de plátano es el motor de la economía, la sociedad, la familia y cultura del talamanqueño. Toda su vida cotidiana está impregnada de las actividades que demanda este cultivo (Borge *et al.*, 1997).

El policultivo indígena del plátano es una especie de transición entre el huerto y el monocultivo de plátano, que combina muchos componentes y funciones del cultivo indígena. Junto con otros cultivos y especies vegetales juega un papel complementario, con diferentes usos para la familia. El plátano es fuente de alimento para los animales domésticos y el área donde se siembra sirve de pastoreo para el ganado. Una familia de cinco miembros, con un área de tres hectáreas de plátano, dos de cacao y dos de cultivos intercalados de maíz, frijol y arroz, satisface el consumo mínimo vital y hace alguna venta.

En Alta Talamanca, con poblados indígenas más alejados, menos accesibles y una población de mayor edad, todavía se practican los sistemas tradicionales.

Los rendimientos del policultivo de plátano son moderados, tanto por unidad de área como por unidad de trabajo. Esto se debe a la baja densidad de siembra que da oportunidad a otras especies, utilizadas por la familia indígena, que se desarrollan en la parcela. La moderada productividad mantiene su estabilidad, que se logra por la interrelación entre la estructura del sistema y sus funciones económicas y ecológicas.

El plátano se siembra todo el año, respetándose el período de luna menguante, unos días antes y después de luna llena. Si se siembra en luna nueva crece muy alto, echa pocas raíces y se cae fácilmente con el viento. Si se cultiva en luna llena crece muy poco y desarrolla muchas raíces, es muy fuerte pero el racimo no es grande y el producto se revienta mucho al sazonar. Cuando se cultiva en luna menguante crece de un tamaño medio y los racimos son grandes. El corte del plátano se realiza en luna nueva y la deshija poco después de luna nueva.

En Alta Talamanca se conservan todavía los sistemas de policultivo, rotación de granos básicos, complementados con la caza, la pesca y la recolección de vegetales cultivados y silvestres. Aquí es donde más se mantiene y refuerza este estilo de vida, ya que aún se practican los sistemas tradicionales de fincas familiares indígenas, con la agricultura rotativa, el policultivo de plátano y el sistema de animales domésticos.

La rotación mantiene la fertilidad del suelo, controla o reduce la incidencia de plagas, arvenses y enfermedades, mediante la chapia, la poda, la deshija y el desrame.

El policultivo indígena mantiene la estabilidad del agroecosistema, disminuye la dependencia familiar de insumos externos, reduce el riesgo económico, la vulnerabilidad nutricional y protege la base necesaria para la sustentación agrícola.

Por las razones expuestas es importante rescatar la tecnología y enfoque agroproductivo indígenas e integrarlos a la agronomía nacional.

**D. Animales domésticos:** tienen una función similar al componente agrícola. Si bien es poco productivo, se caracteriza por su alta eficiencia energética, sobre todo humana. Los alimentos se producen en todos los sistemas agrícolas locales, por lo que se mantiene la dotación de productos diversos y balanceados durante el año para el consumo familiar, la venta y el intercambio intrafamiliar o entre vecinos.

Entre los animales domésticos más frecuentes que viven y se relacionan con el sistema agrícola indígena están: aves (gallinas, gansos, patos, chompipes), cerdos, perros, vacas, gatos, muy poco cabras y abejas caballos. Estos últimos se crían en parcelas separadas del huerto, pues, no juegan un papel tan importante como el ganado.

La ganadería es una actividad poco atractiva para el indígena por los altos costos de producción que implica la compra del animal, el cuidado y el mantener un potrero. Además, culturalmente la familia indígena no aprovecha la leche ni sus derivados.

Los animales son compartidos, pero la mujer es la que los cuida y administra, ella decide cuántos se venden, cuáles se matan para comer, cuántas gallinas ponen o se consumen.

Un mecanismo para conseguir bienes y productos en Talamanca, sin necesidad de tener dinero, es el sistema tradicional de intercambio o trueque. Las aves son para el consumo familiar, pero también se da el intercambio o préstamo, cuyo pago se realiza mediante la devolución del mismo producto o de algún otro artículo comestible.

Después del plátano, el cerdo es el segundo producto comercial más importante para el indígena, pues contribuye a su alimentación. En Alta Talamanca

el 50% de los cerdos se destina al consumo familiar y el resto va al mercado local. Es el producto ideal para sortear los riesgos del plátano.

Las ventajas del cerdo es que es de rápido crecimiento, por ejemplo, una chancha puede dar 12 lechones en una camada que crecen de manera simultánea, puede parir nueve crías en tres años y el mantenimiento es más fácil, porque prácticamente ellos mismos se cuidan, mientras que en ese mismo tiempo una vaca tiene apenas un ternero.

La vida cultural en Talamanca no permite la crianza tradicional del cerdo suelto, porque al no cuidarse debidamente, afecta los cultivos propios y vecinos.

Las cabras son de reciente introducción, por lo que el manejo y cuidado de estos animales no está culturalmente desarrollado entre las familias indígenas. Su llegada implica la construcción de pequeños encierros y siembra de pastos específicos que lleva a experiencias negativas. Las condiciones de alta humedad y fuertes pendientes hacen que las cabras degraden el entorno natural, pues pisotean y compactan el terreno, destruyen cultivos y especies silvestres usadas por los indígenas.

La carne de cerdo, gallina y ganado es la que se utiliza en las chichadas y rituales fúnebres y novenarios. La carne de animales silvestres no se come en estas actividades. Cuando hay escasez de carne porque se reduce la cacería, los animales domésticos son la principal fuente y se venden poco porque constituye su comida inmediata.

**E. Manejo complementario del agroecosistema:** los talamanqueños, aparte de ser agricultores, son pescadores, cazadores y recolectores, es decir, que practican un uso múltiple del agroecosistema, basado en el trabajo familiar, con instrumentos sencillos. De ahí, la importancia de comprender la estructura y el funcionamiento del modo de apropiación/producción del agroecosistema local. Al respecto, se analiza el sistema de manejo complementario de los pueblos indígenas de Talamanca.

## 1. Cacería

La cacería procede de las fincas familiares de policultivo, de los bosques cercanos y ríos. Está destinada a la alimentación, a la construcción, a la medicina, al menaje doméstico y a los instrumentos de trabajo.

La abundancia de animales hace posible que la cacería sea una actividad tan importante como la agricultura, aunque, en Baja Talamanca es raro encontrar animales de cacería, debido a la destrucción del bosque por los

monocultivos y la misma ocupación humana. En los Altos de Talamanca se vive más intensamente de la cacería, porque existen pocos suelos apropiados para la agricultura comercial.

Históricamente, la cacería indígena ha planteado una serie de normas, mediante un complejo sistema de historias, prohibiciones, comportamientos, costumbres y reglas, bajo una estructura mitológica que aglutina aspectos naturales y sociales. Este sistema se conserva según los grados de aculturación de los distintos poblados.

En Talamanca, cuando alguna persona tiene un accidente, se enferma o es mordida por serpientes, se dice que es un *castigo por molestar a los animales de la selva*. Si logra sobrevivir, queda estigmatizada o es aislada de la sociedad.

El paciente visita al Awá (curandero) para que le dé tratamiento y lo cure. Dejar a un animal malherido ofende a DuaLok (Rey de los animales), quien manda a su peón ShuLakma, que es un Yeria (cazador o guerrero), a capturar al ofensor, sus flechas lanzadas al transgresor de la norma se convierten en serpientes. Esa normatividad dicta el comportamiento que un cazador debe tener en la montaña, las consideraciones que debe observar con los animales y los castigos de DuaLok, para los que infringen las normas.

Este sistema identifica a los animales que dejó Sibö (Dios) para que los indígenas puedan cazar e indica las partes que pueden comerse, cómo deben hacerlo y cómo eliminar sus desechos. Asimismo, señala los animales que sirven para curar y el destino de aquéllos que la sociedad no puede usar del todo. También define qué clanes pueden ser los mejores cazadores, cuáles animales pueden matar y cuáles partes comer, cuál sexo y edad pueden comer determinados animales.

La caza obedece las órdenes del Siwá sobre qué animales ayudaron a Sibö a crear el mundo y cuáles no. Los que ayudaron no serán cazados (es carne no apetecida), pero los que no ayudaron serán cazados. Esto refleja el régimen alimenticio del indígena y el papel que juega en la cadena alimenticia.

Si la caza es intensa se rompe el ciclo mayor y desaparecerán los animales preferidos de caza.

Cuando se camina por la selva no se debe gritar ni hablar fuerte porque caerán fuertes aguaceros. Aunque se puede hablar bajito. Quienes van a la selva nunca dicen para dónde se dirigen. Si les preguntan, dicen que van para otra parte, como la finca.

Se designa con nombres falsos los objetivos de caza, pesca o recolección, con el fin de que DuaLok no se entere de la actividad que se va a realizar y así engañar al dueño particular de la especie. Por ejemplo, cuando se dice *vamos a sacar yuca*, en realidad se va a pescar; y si se dice *voy a cortar barbas de culebra*, se van a extraer bejucos para la construcción de viviendas.

Existen dos técnicas indígenas para cazar: 1) correr detrás de los animales en el día. Es más selectiva porque se busca matar al macho más difícil, eso da prestigio a los cazadores; 2) esperarlos de noche con linternas en sus comederos y bebederos. Esta técnica es muy segura, pero no existe selección de la presa por tamaño, por sexo ni por edad.

La carne se come sancochada o asada, con poca sal y sin chile porque eso ahuyenta a los animales silvestres. La comida se acompaña con plátano, banano, yuca, quelites o ñame. La mujer embarazada y su compañero no deben comer carne de animal silvestre, porque sus hijos se contagiarán en el futuro con la enfermedad de ese animal. Esta norma se observa todavía en casi toda la región.

Los cazadores deben saber qué come cada especie, las épocas de cosecha y dónde existen los tipos de frutas o comida. La prohibición es más estricta cuando se trata de la Danta o Naí, que para el Siwá, es la hermana de Sibõ y pariente de los talamanqueños. Se considera a la Danta como un animal sagrado y no se come sin realizar un rito.

Los cazadores siempre buscan especies distintas, porque cada animal tiene su tiempo de caza, según las lunas, clima y cosechas.

## 2. Pesca fluvial

Dada la riqueza biológica de sus cuencas hidrográficas, la pesca ha constituido una valiosa fuente de proteínas adicionales para el aborigen. Las actividades cotidianas se alteran según el estado de los ríos (crecidos, bajos). Los ríos cambian de cauce luego de cada inundación. Esto facilita la comunicación por medio de botes. Normalmente, la pesca se realiza durante todo el año, pero más en épocas secas o de poca actividad agrícola, coincidiendo con los períodos de importancia de la cacería.

La pesca fluvial es una actividad para el autoconsumo familiar, que permite la comida casi diaria entre los talamanqueños, representa uno de los trabajos más realizados y no importan el sexo ni la edad. El 60% de la población la practica con regularidad en época lluviosa y con gran intensidad en época seca.

Los indígenas usan la leche del árbol de javillo y un líquido extraído del bejuco barbasco como sustancia tóxica natural que arrojan al río, con la dosis adecuada para no causar daños.

Sobresale la tradicional *seca*, practicada en marzo o abril. La *seca* es un trabajo familiar comunitario de pesca colectiva, que exige la participación de 50 a 100 personas de todas las edades y consiste en hacer grandes barreras de caña blanca, hojas de bijagua y de distintas musáceas. Éstas se elaboran a la orilla del río y a una sola voz de mando, un grupo de gente se echa al río en la parte baja y otro en la parte alta, como a un kilómetro de distancia uno del otro. Rápidamente colocan las barreras amarrándolas con bejucos. El grupo más numeroso desvía el cauce del río. Para ello, abren un canal cargando las piedras y luego cierran con una presa el paso normal del agua para que ésta discurra por el canal abierto. Las aguas del canal bajan y los peces intentan escapar en medio de las barreras. Un grupo tiene que cuidar que no se escapen.

No existen muchas restricciones para la pesca, porque según el Siwá, estos animales no le ayudaron a Sibö a construir el universo. Aun así, los peces tienen dueño y éste tiene que ser engañado. Por eso, cuando la persona se va de pesca dice que va a arrancar *arí* (yuca).

El pescador no debe abusar de la pesca ni dejar peces malheridos, pues, DuaLok puede enviar a ShuLakma, en forma de serpiente venenosa.

### 3. Recolección

La recolección de productos de la selva y áreas de cultivo ha sido básica en la cultura de Talamanca. De la selva y cultivos, el indígena recolecta plantas medicinales, culinarias, madera para la construcción, bejucos, quelites, frutos diversos, plantas textiles, tintóreas, decorativas, hojas, raíces y tubérculos, especies, flores, entre otros.

El indígena aprovecha más las áreas de cultivo, porque están cerca y ahí no existen muchas restricciones del Siwá. Mientras, la recolección en la selva tiene muchas restricciones: se respeta a DuaLok, a quien se le pide permiso para obtener los productos que se necesitan.

En la recolección sobresale la medicina tradicional, dirigida por el Awá, quien cura varias enfermedades, como la mordedura de serpientes. El Awá conoce bien las contraindicaciones de las plantas y por eso analiza mucho la salud del paciente. Este conocimiento es celosamente guardado. Se

considera que si los Sikwas (blancos) llegaran a conocer los usos de estas plantas, los dejarían sin ese conocimiento ancestral.

Las plantas tienen dos tipos de aplicación: *medicinal* (usadas en infusiones que se beben o aplican en las partes afectadas, restregando la planta en la piel) y *mágico-ritual* (usadas para *soplar* al paciente con hojas asadas en un brasero).

La recolección indígena ha garantizado la sobrevivencia, la autonomía y la reproducción de su cultura. Esta actividad es realizada por toda la familia: niños, mujeres y adultos. Sin embargo, las nuevas generaciones se dedican más al monocultivo con énfasis mercantil y empiezan a olvidar los secretos y virtudes de la recolección. Esta actividad ha ido perdiendo vigencia, con ella desaparecen sus costumbres y valores tradicionales.

El aumento poblacional y la presión interna sobre los recursos del bosque, con su injusta distribución y acceso al espacio para cultivo, dan paso a la creciente actividad agropecuaria. Además, existe un frente agrícola externo que avanza contra el bosque.

En el Valle, el trabajo solidario de la chichada da paso al trabajo asalariado, los servicios del Awá ya se compran, la tierra ya no se presta, ésta se vende, al igual que la suitea y los bejucos. El bosque va adquiriendo un valor monetario, de ahí la necesidad de consolidar el sistema tradicional de policultivo donde todavía existe.

En resumen, la recolección, la artesanía y la cacería dependen del sistema de policultivo, porque en estas áreas se recolectan gran variedad de plantas, que estimulan la llegada de muchos animales, como roedores y venados, que son cazados, y también porque hay material para poder hacer utensilios domésticos.

Conservar y fortalecer el uso sustentable de dichos recursos está directa y estratégicamente ligado a la perdurabilidad en el tiempo y en el espacio de la cultura indígena talamanqueña. Si esas actividades desaparecen del quehacer cotidiano de este pueblo, se perderá gran parte de los elementos culturales indígenas.

**F. Monocultivo sikwa del plátano y la agricultura convencional:** el monocultivo tiene una productividad más alta en relación con el estilo tradicional, debido al uso de agroquímicos, al trabajo asalariado y a la alta densidad de siembra por área, contribuyendo a un alto rendimiento, pero sólo produce plátano para la venta. Entre los insumos externos están: el

uso creciente de agroquímicos (gramoxone con diésel) para combatir plantas, arvenses y plagas, bolsas plásticas para proteger el fruto y mecates sintéticos para apuntalar las plantas.

Estos nuevos insumos constituyen una seria amenaza para el agroecosistema indígena tradicional, ya que los desechos están siendo arrojados a los ríos, en la orilla de caminos o en los mismos cultivos, creando problemas de contaminación de suelos y aguas fluviales que alteran la estructura del suelo y la capacidad de infiltración.

Por las razones expuestas, este sistema es insustentable económica, social y ecológicamente, ya que el monocultivo de plátano acelera el proceso mercantil de la economía indígena, desgasta el suelo, disminuye el poder económico y político de la mujer, provoca la escasez de pjaras de cerdos, cambia patrones en la dieta, disminuye la riqueza del sistema de manejo tradicional, deteriora la biodiversidad, incide en la pérdida cultural y pone a Talamanca en una situación de dependencia externa de un solo producto.

En el Valle de Talamanca se da el monocultivo de plátano con fuerte presión de la economía de mercado. Es en este lugar donde mejor se evidencia la confrontación del sistema tradicional de agricultura indígena y el sistema agrícola mercantil. Aquí la población está ubicada en zonas urbanas y sin tierras, trabajan como peones agrícolas asalariados en grandes áreas de monocultivos. Una minoría inicia un proceso de acumulación de tierras y capital, inclinándose por el monocultivo y obviando la forma de ser y vivir cultural de la familia indígena.

Este sistema causa graves problemas al agroecosistema, ya que genera varios aspectos negativos con respecto a las funciones ecológicas que cumple. La práctica acelerada del monocultivo se torna incompatible con la agricultura tradicional, por lo que el sistema de policultivo y las prácticas autoalimentarias talamanqueñas decaen.

**Cuadro 3. Distancia de siembra en el cultivo de plátano**

Sistema	Distancia	Plantas por hectárea
Policultivo tradicional	7 por 7 metros	1.400
Policultivo de plátano	5 por 5 metros	2.000
Monocultivo de plátano	3 por 3 metros	3.333

## Degradación del estilo de vida indígena

Si bien el manejo tradicional del agroecosistema se practica todavía, éste se va debilitando por la penetración de la economía mercantil y el crecimiento y concentración de población indígena en el Valle, que ejercen presión sobre el suelo, incorporando nuevas áreas de Talamanca, lo que implica deforestación y pérdida de biodiversidad. Además, las prácticas modernas de explotación agraria provocan serios problemas ecológicos como: agotamiento del agroecosistema y de la selva tropical, erosión de suelos, alteración de regímenes fluviales y desestabilización microclimática.

En la sociedad *moderna*, el espacio tiende a la concentración poblacional y al uso intensivo del suelo, en detrimento del entorno natural, por lo que técnica y oficialmente, la agricultura indígena se ve *atrasada, ignorante y arcaica*. Así, el sistema dominante afecta de forma grave el modelo organizativo, económico, cultural y social indígena.

La destrucción de la selva en Talamanca entraña la extinción de especies vegetales y animales y la pérdida de material genético importante para la farmacopea, donde las técnicas modernas de producción de alimentos y la deforestación resultan negativas.

Las técnicas de manejo indígena están siendo degradadas, a pesar de las políticas de conservación y por su deficiente control y aplicación. Por eso la familia indígena no cubre sus necesidades básicas, ni asegura una dieta balanceada con sólo las actividades agrícolas, cría y domesticación de animales y comercio.

El problema es que todavía no existe una fuerte estructura organizativa sociopolítica indígena local que pueda detener la penetración destructora externa.

Comparando los diferentes sistemas agrícolas talamanqueños, se observa que hay una degradación en el número de especies usadas. Éstas van desde 45 especies en el huerto tradicional, a solamente 13 en el sistema de monocultivo de plátano.

**Cuadro 4. Diferencias**

Diferencias en Talamanca	Convencional Áreas Bajas	Indígena Áreas Altas
Asentamiento	Concentrado	Disperso
Desarrollo	Urbano	Rural
Agricultura	Convencional	Tradicional
Práctica	Monocultivo	Policultivo
Enfoque	Mercado	Tradicional
Especies	Como 13	Más de 45

El sistema de monocultivo de plátano indígena está en proceso de conversión hacia el sistema de monocultivo de plátano convencional Sikwa (no indígena). Las 13 especies usadas en el monocultivo de plátano indígena se reducen en el monocultivo de plátano Sikwa a una sola especie cultivada: el plátano, para generar sólo ingresos monetarios.

Cuanto más orientado esté el sistema agrícola indígena al mercado externo, menor es el número de especies usadas, ya que se disminuyen las posibilidades de combinar y mezclar especies, tanto cultivadas como silvestres. En todos los sistemas agrícolas indígenas, excepto el monocultivo de plátano Sikwa, el número de especies silvestres supera a las cultivadas. Esto significa un mayor horizonte de usos. Así, entre el huerto indígena y el monocultivo de plátano hay una reducción del 65% en los usos que brindan las especies.

La tendencia de sustituir sistemas agropecuarios tradicionales por sistemas cada vez más enlazados al mercado externo implica un abandono de los sistemas autóctonos que combinan y complementan las actividades de autosubsistencia y mercado para cubrir las necesidades básicas de la sociedad talamanqueña.

Esta creciente presión por orientar la agroproducción indígena hacia el mercado modifica los patrones de uso de la tierra y genera cambios estructurales y funcionales en los sistemas agropecuarios locales, como la introducción de nuevos cultivos, sistemas, técnicas, prácticas e instrumentos foráneos, así como el uso creciente de agroquímicos, la reducción de períodos de barbecho y la amenaza de invasión de campesinos mestizos sin tierra, que irrumpen en la frontera agrícola, además de causar la degradación social y cultural del indígena y su entorno natural. Así pues, la economía mercantil es incapaz de absorber el aumento poblacional, agravando el problema de pobreza local.

Para tener un bienestar social se debe recuperar y fortalecer el sistema tradicional, controlar o regular la economía de mercado, preservar el sistema matrilineal clánico y el intercambio de bienes y servicios. La trascendencia del modo de vida indígena ha permitido su resurgimiento, mediante la lucha interna organizada por la recuperación de las tierras, cultivos comunitarios, transportes, servicios solidarios, comercialización de mercados indígenas, proyectos de educación con tecnologías propias.

En vez de destruirles sus formas de vida, sería mejor documentar, restaurar y reforzar el conocimiento y manejo tradicional indígena del agroecosistema como alternativa al modelo agrícola convencional.

## Referencias bibliográficas

- Alcorn, J. B. 1988. "Process as Resource Agricultural Ideology in the Humids Tropics". In Balee, R. and D. Posey (eds.). *Indigenous Resource Management in Amazonia* (Westview Press).
- Altieri, M. A. 1992. "¿Por qué estudiar la agricultura tradicional?" *Agroecología y Desarrollo CLADES*. N° 1, p. 25.
- Altieri, M. y Nicholls, C. 2000. *Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sostenible*. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. ONU-PNUMA.
- Borge, C. 1983. "Importancia de la cacería en las poblaciones indígenas del sudoeste del Valle de Talamanca". *América Indígena*, Vol. XLIII, N° 3. México.
- Borge, C. et al. 1997. *Cultura y conservación en la Talamanca indígena*. UNED, Costa Rica.
- Bradford, D. 2002. *Ecología y medio ambiente en la costa caribe de Nicaragua*. Multigrafic, Managua.
- Gliessman, S. 2002. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE, Costa Rica.
- Guevara, M. 2000. *Perfil de los pueblos indígenas de Costa Rica*. Informe Final. Inédito. Costa Rica.
- Mires, F. 1991. *Discurso de la indianidad: la cuestión indígena en América Latina*. Editorial Departamento Ecuménico de Investigaciones, Costa Rica.

- Nair, P. K. R. 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Dordrecht, Países Bajos, Kluwer Academic Publishers, pp. 85-97.
- Rojas, D. 2000. *Identidad cultural indígena en la tensión entre tradición y modernidad: el caso del pueblo bribri de Costa Rica*. Tesis de Doctorado en Antropología. Universidad de Phillip, Marburg, Alemania.
- Segura, A. 1994. *Plantas de la medicina bribri*. Editorial Universidad de Costa Rica, San José.
- Vargas, J. 1990. "Prácticas agrícolas indígenas sostenibles en áreas de bosque tropical húmedo en Costa Rica". En *Geóistmo*. Vol. IV, N° 1-2 D. Especial V Centenario 1492-1992.
- Vargas, J. 1989. "Talamanca, la ocupación aborígen del medio ambiente. Aportes para un desarrollo sostenible y duradero". En *Revista Vínculos*. N° 15, pp. 69-83, Universidad de Costa Rica.
- Toledo, V. 1995. "Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural". *Cuadernos de Trabajo* 3:1-45, Grupo Interamericano para el desarrollo sostenible de la agricultura de los recursos naturales, México.
- Villalobos, V. 1994. *Manejo, uso y explotación del espacio agrícola de dos familias indígenas talamanqueñas*. Mimeo. Costa Rica.

**Síntesis: I Taller Regional de Economía Ecológica**  
**Estado actual de la valoración económica**  
**ecológica en Iberoamérica**  
**28 y 29 de setiembre 2004**  
**San José, Costa Rica**

*Rosi Ulate S.*  
*Jaime Echeverría*



Hacia fines de setiembre del 2004, el Programa Alianzas -UICN y NO-RAD- llevan a cabo el I Taller Regional de Valoración Económica Ecológica, en la ciudad de San José, Costa Rica, los días 28 y 29, actividad inédita en la región.

El taller tuvo como objetivo general promover un foro de discusión e intercambio para que los investigadores invitados compartieran y analizaran, a partir de sus experiencias, las diferentes metodologías de valoraciones económicas ambientales puestas en práctica en Latinoamérica a fin de lograr un consenso para generar criterios, formular recomendaciones técnicas para desarrollar planes de investigación aplicada y políticas ambientales a implementar en el Programa Alianzas.

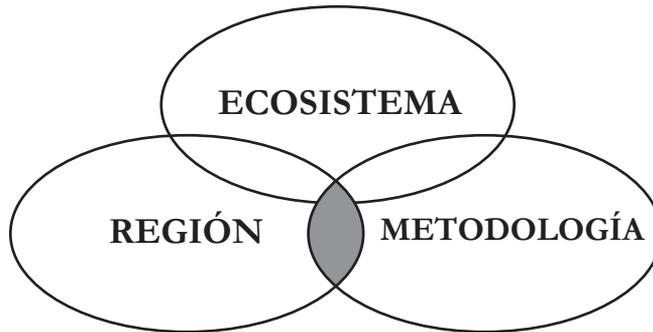
De igual forma se aprovecho este evento para facilitar al Programa Alianzas, los criterios oportunos de los expertos, quienes llegaron a un consenso en cuanto a las recomendaciones conceptuales y metodológicas en valoración económica para las Áreas de Concentración Geográfica de interés de dicho programa.

## Metodología

Se contó con la participación de 15 expositores especialistas internacionales de Iberoamérica en valoración económica ambiental, quienes aportaron sus diferentes estudios de caso e investigaciones, los cuales sirvieron como material motivador de la discusión para los grupos de trabajo, quienes se reunieron durante dos días completos.

Partiendo de la exposición de los 17 casos de valoración económica ecológicas ordenados por los ecosistemas clave del Programa Alianzas. Todos dentro de los diferentes enfoques de valoración económica ambiental, tales como la economía ambiental, la economía ecológica y estudios culturales; enriquecidos por estudios regionales, estudios de caso de España, Suramérica, Centroamérica y el Caribe. Todo lo anterior dentro de un marco de participación de representantes de los diferentes consorcios del Programa Alianzas de El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, integrando al sector académico con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

**Figura 1. Variables en la presentación de casos**



Los tres grupos de trabajo contaron con sus respectivos instrumentos de trabajo con quienes se discutió las variables representadas en la Figura 2.

**Figura 2. Variables para los instrumentos de trabajo en grupos**

<b>METODOLOGÍAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ventajas y desventajas</li><li>• Importancia de la metodología para la toma de decisiones sobre gestión de ecosistemas y para la generación de políticas locales, regionales y nacionales.</li></ul>
<b>ACTORES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo de participación en decisiones, ejecución y en evaluación en los casos expuestos</li></ul>
<b>PROGRAMA ALIANZAS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recomendaciones metodológicas</li></ul>

Se contó con una amplia participación de casos en diferentes ecosistemas y metodologías en valoración económica ecológica, los cuales pueden observarse en el Cuadro no.1.

**Cuadro 1. Lista de casos presentados**

<b>Economía Ambiental</b>
<p>Estimación de la Voluntad de Pago del clientes de JASEC para financiar el manejo ambiental de las sub-cuencas del Sistema Hidroeléctrico Birris. Costa Rica.  <i>PbD. Francisco Alpízar R.</i>  <i>MSc. Marco Atarola G.</i></p>
<p>Valoración Económica Ecológica de la Reserva Natural “Chocoyero el Brujo”: Estudio de alternativas para la implementación pagos por servicios ambientales de la Reserva Natural “Chocoyero – El Brujo”. Nicaragua.  <i>MSc. Rosario Ambrogí R.</i></p>
<p>Valoración económica del servicio ambiental hídrico: caso de aplicación Cuenca del Río Tempisque – Costa Rica  <i>MSc. Gerardo Barrantes</i></p>
<p>Valoración contingente de mejoras en la calidad de aguas costeras en Costa Rica.  <i>PbD. David Barton</i></p>
<p>Valoración Económica de los bienes y servicios ambientales (BSA) de las regiones autónomas del Atlántico (RAA) y la cuantificación de su aporte a la Economía Nacional. – Nicaragua.  <i>PbD. Rado Barzén</i></p>
<p>Valoración Económica del Humedal Barracones, El Salvador.  <i>MSc. Cecilia Carranza</i></p>
<p>Pago por servicios ambientales (PSA) en cuencas cafetaleras: Valorando económica y ecológicamente la dinámica e integralidad de los agroecosistemas – Costa Rica.  <i>MSc. Edmundo Castro</i></p>
<p>Modelo Cuantitativo para el manejo del Agua en la Cuenca del Canal de Panamá.  <i>MSc. Jaime Echeverría</i></p>
<p>Bases para una Estrategia de Desarrollo Sostenible de las Islas Galápagos: El papel de los instrumentos de valoración ambiental.  <i>PbD. Matías González</i></p>
<p>Valoración Económica del Ecosistema Humedal Nacional Terraba- Sierpe y propuesta de mecanismos para su sostenibilidad, Costa Rica.  <i>PbD. Miriam Miranda</i>  <i>MSc. Virginia Reyes</i></p>
<p>Mercados ó Metáforas: “Pagos por Servicios Ambientales” en Pimampiro, Ecuador.  <i>PbD. Joseph Vogel</i></p>

### Cuadro 1. Lista de casos presentados

<b>Economía Ecológica</b>
<p>Reflexiones y estudios de caso utilizando una Teoría Multidimensional del Valor: Recomendaciones para Centro América. <i>PhD. Bernardo Aguilar</i></p>
<p>Instrumentos económicos para la gestión ambiental: Decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales. <i>PhD. Fander Falconi</i></p>
<p>Estudio de Caso: “Rumbo a las Aguas eternas”: El Parque Nacional Chirripó (PNC). <i>PhD. Edgar Furst</i></p>
<p>Aplicación de un análisis de los múltiples criterios en el distrito La Guácima para una gestión integral de su recurso hídrico – Costa Rica. <i>MSc. Rocío Hartley</i></p>
<p>“Valoración ordinal económica ecológica de escenarios de manejo de los recursos hídricos y naturales en la sub-cuenca del Río Segundo y Río Ciruelas, Cantón de Santa Bárbara, Heredia, Costa Rica”. <i>PhD. Marino Marozzi</i></p>
<b>Estudios Culturales</b>
<p>Agro ecología indígena en Talamanca: características. <i>PhD. Róger Martínez</i></p>

A continuación se presentan las principales conclusiones emitidas por los expertos y participantes en el taller con respecto a las variables de estudio propuestas.

### Enfoques utilizados

En principio es posible separar los enfoques presentados, como se hace en el Cuadro No. 1 en dos grandes escuelas que son la Economía Ambiental y la Economía Ecológica. No obstante, y como resultó de la discusión, los límites entre ambas no están del todo claras. Es decir, algunas aplicaciones mezclan algunos de los métodos y en si son complementarias. En todo caso hay que resaltar la variedad de métodos presentados en el taller y lo amplio de sus aplicaciones, tanto en términos de objetivos de las investigaciones como de cobertura geográfica.

## Ventajas de los métodos utilizados

En general, existió consenso en los grupos de trabajo que la economía ambiental y la economía ecológica son escuelas con puntos de encuentro, no excluyentes entre sí. Sin embargo, es posible destacar algunas ventajas particulares de algunos de los métodos presentados, de acuerdo a las especificidades de los ecosistemas y objetivos de la investigación.

Todos los métodos presentados tienen sus ventajas, cada uno en el contexto de la aplicación que se utiliza. Claramente, cada metodología ha sido desarrollada para ser utilizada en circunstancias diferentes. Por ejemplo, los métodos basados en la productividad son especialmente útiles para casos como los presentados por los señores Rado Barzev y Gerardo Barrantes, en donde hay posibilidades de ligar un cambio en el ecosistema con un cambio en la producción de algún bien o servicio. Los basados en el costo, como es el presentado por Gerardo Barrantes, aplican cuando es posible establecer actividades de conservación de los recursos naturales que son necesarias para sostener la vida o la economía, y determinar su costo. El método de valoración contingente permite valorar aspectos intangibles.

En particular destaca la utilización de enfoques de múltiples criterios, (VMC), como los presentados por los señores Marino Marozzi y Edgar Furst. Estos enfoques permiten, como su nombre lo indica, ampliar la evaluación de las decisiones mediante la incorporación de más de un criterio. En este método, resultó muy interesante la aplicación del método al mapeo de actores relacionados con el ecosistema. Permite conocer más acerca de las interacciones complejas entre los sistemas humanos y los naturales. Finalmente, combina adecuadamente la información científica y la que se obtiene de la participación civil.

Otro enfoque novedoso, es el relacionado con la optimización de sistemas o “análisis económico ecológico integrado” presentado por el señor Jaime Echeverría. Este enfoque permite ser aplicado en distintos tipos de problemas como asignación del suelo, del agua, u otros recursos escasos, permitiendo incorporar variables ambientales como restricciones. El principio precautorio puede ser introducido con facilidad. Es un método que no solo resulta en una medición de valor por medio de los “marginales” o “precios sombra” (de hecho esto es un subproducto de la aplicación) sino que se indica el curso de acción que hay que tomar para lograr los objetivos planteados. Es decir, realiza una optimización del sistema en cuestión.

Algunas de las ventajas mencionadas en los grupos de trabajo, no son necesariamente ventajas de las metodologías utilizadas, sino de la forma en que fueron aplicadas. Por ejemplo, la participación, el promover alianzas y otros aspectos deseables no son intrínsecos a los métodos, más bien son formas de aplicarlas, por los interesados.

## Desventajas

Cada método tiene desventajas y limitaciones intrínsecas. Por ejemplo, el Método de Valoración Contingente (MVC) se basa en respuestas a cuestionarios, y no en conducta reflejada en el mercado. Por su parte el método de múltiples criterios depende de la asignación de pesos, por lo que se pueden presentar posibles sesgos en la asignación de los criterios por la selección y continuidad de los actores que participan. Varias de las aplicaciones presentadas brindaron un peso igual a todos los criterios utilizados.

Algunas desventajas son recurrentes en todos los métodos. Por lo general se valoran partes, componentes de los ecosistemas, no la totalidad de los mismos. Los resultados, expresados en una disposición a pagar, no necesariamente se traducirán en un cobro a los usuarios / beneficiarios ni en un pago a los propietarios de los ecosistemas; las autoridades pueden no estar dispuestas a ejecutar ese cobro. Otra, es la ausencia del contexto jurídico, en la mayoría de los casos. Esto es entendible desde el punto de vista que la valoración económica no necesariamente responderá, o estará motivada por una finalidad jurídica. Sin embargo, es importante tomar en cuenta esta recomendación para casos futuros.

Otra desventaja que es constante, es la complejidad y la gran cantidad de información necesaria para los estudios de valoración económica y ecológica de los recursos naturales y los ecosistemas. Esto hace que el costo sea alto, y que entonces la aplicación sea factible únicamente para problemas relativamente grandes.

No obstante, la mayoría de las desventajas mencionadas en los grupos de trabajo se refieren a problemas en la aplicación de la metodología. Por ejemplo, la aplicación del MVC para estimar la voluntad de pago de clientes de JASEC, no se basó en entrevistas personales, lo cual puede introducir un sesgo. Esto sin embargo, no es una desventaja de la metodología, sino de la forma en que fue aplicada en este caso.

## Participación de los actores

La participación de los actores es siempre un tema crucial cuando se trata el manejo de los recursos naturales y ecosistemas. Pero este tema es transversal a todas las metodologías. Es difícil asegurar que una u otra tratan mejor con este tema. Más bien, la diferencia será en la aplicación, en los métodos utilizados para asegurar la participación de actores. Es posible concluir que no hay metodología que “per se” fomente la participación de los actores; será responsabilidad de los profesionales hacerlo, y para su propio beneficio.

En primera instancia los actores deben definirse. ¿Quiénes son? ¿Y cómo determinarlos? En todo caso, por lo general se refiere a los usuarios o propietarios de los ecosistemas, así como los funcionarios institucionales. Su participación es considerada importante por dos razones principales: como proveedores de información básica para la realización de los estudios y como participantes de los cambios (programas, políticas o proyectos) que surjan a raíz de las aplicaciones. Sigue entonces de lo anterior que deben estar presentes a lo largo del proceso.

Un punto que se mencionó con frecuencia es el requisito de “devolver” la información a los actores. Es decir, no solo pedirles participar, sino que una vez que las investigaciones estén concluidas, enviar a ellos los resultados y solicitar su retro alimentación. Esto asegurará la participación de ellos en el futuro pero también que se implementen los cambios propuestos; de forma tal que obedezca a lo más actual en cuanto al proceder epistemológico: “Hacer ciencia con la gente y desde la gente”.

### Conclusiones y recomendaciones

La función de sentar un precedente, una referencia para que la sociedad reconozca el valor de los ecosistema ha sido lograda con éxito. En esto, la valoración económica de ecosistemas y de los recursos naturales en general ha tenido un papel importante. De hecho la mayoría de los países de la región ha implementado políticas y decisiones que se basan en el valor económico de los ecosistemas. No obstante, en algunas ocasiones estas responden más a una voluntad política que a cálculos numéricos.

Es necesario ir un paso más allá y lograr que los resultados sean útiles para la toma de decisiones relacionadas con el manejo del recurso sujeto de la valoración en las Áreas Geográficas de Concentración (AGC) del Programa Alianzas, . De lo contrario, los esfuerzos serán puramente académicos

y de poco valor. En este sentido destaca la aplicación de herramientas de evaluación económica ecológica integrada, por medio de enfoques de optimización. Este enfoque va más allá de la valoración y más bien aprovecha los valores económicos que pueden haber sido obtenidos por medio de otros métodos, para ponerlos en un contexto integral (“holístico”). Los métodos basados en múltiples criterios también cumplen esta función.

Se puede decir que hay aspectos muy técnicos de las metodologías, teóricos, específicos. Todas tienen sus sesgos y sus limitaciones, pero también sus fortalezas. Es importante resaltar que cualquiera que sea la metodología lo importante es que tenga un impacto en el proceso de toma de decisiones, es decir, que resulten mejores decisiones en el manejo de los recursos naturales. Para esto es necesario contar con un sistema de indicadores, que sea posible evaluar en el tiempo, tanto para determinar el éxito o fracaso de las iniciativas planteadas como para detectar diferencias en las preferencias.

Los métodos deben aplicarse tomando en cuenta el contexto, que incluye marco legal, institucional, social y cultural; resultando los valores intrínsecos de existencia de estos componentes en el Valor Económico Total, (VET). Es decir, habrá siempre aspectos cualitativos que deben ser considerados, como por ejemplo la equidad. Además es necesario, desde el inicio definir claramente el objetivo de la aplicación de cualquier método. Esto es importante, sobretodo cuando se consideran las restricciones presupuestarias. Por esta razón las metodologías deben adaptarse según las circunstancias, ser flexibles, y además incluir personas de otras disciplinas, ciencias políticas, derecho, sociología, entre otras.

Finalmente, es posible asegurar que existe un espacio importante para la valoración económica de ecosistemas. También que no hay metodología que sea preferible, debido a que por lo general deberán emplearse una combinación de estas. Por lo anterior es importante que el Programa continúe sus esfuerzos en este sentido, capacitando a sus miembros en el uso y aplicación de métodos de valoración y procurando generar cambios en la conducta. Para esto, podrán crearse mercados ambientales donde no los hay, negociación y promover la instauración de redes económicas que aumenten los ingresos de la población, y al mismo tiempo garanticen la conservación de los ecosistemas. En este sentido las redes de economía alternativa en las áreas geográficas de concentración, permiten desarrollar encadenamientos productivos que potencien el modelo de desarrollo local para relacionarse con lo global adecuadamente.