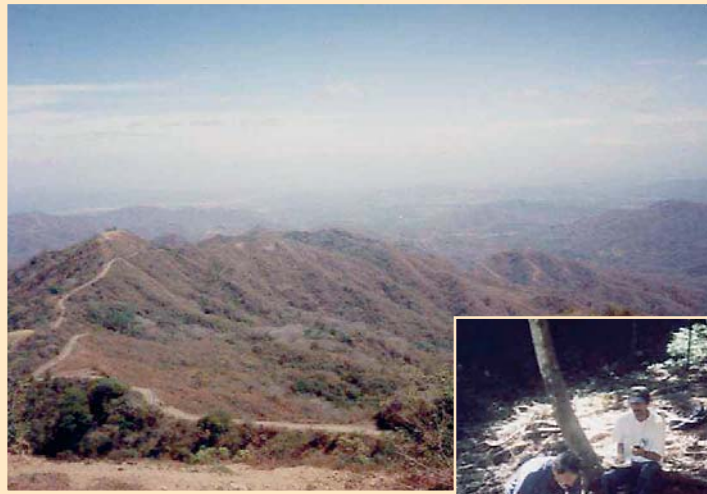


Valoración económica del agua potable del agua potable en la cuenca del río Endemedio

Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica

Orlando Merayo Calderón

Aunque la voluntad de pago de los pobladores de la cuenca del río Enmedio es alta, el monto que están dispuestos a pagar adicional a la tarifa actual no es suficiente para cubrir los costos reales del agua.



Resumen

En Costa Rica la presión por las fuentes de agua para uso doméstico se ha venido incrementando debido al acelerado y no planificado crecimiento de la población, lo que conlleva a un deterioro ambiental de las cuencas productoras de agua para consumo humano. Actualmente al agua no se le da el valor real que debiera tener, ya que solo se contabilizan los aspectos operativos del servicio: recolección, conducción, mantenimiento.

El presente estudio busca aproximar el valor económico total del agua potable para uso doméstico producido en la cuenca del río Enmedio. El estudio se estructura en dos secciones: en la primera se determina la voluntad de pago (VDP) de los usuarios de agua potable por el mejoramiento de la calidad del agua a través del método de Valoración Contingente. La media de la VDP por familia o usuario es de 425 colones (US\$1,49) adicionales a la tarifa que actualmente pagan. Las variables que estadísticamente influyen en la VDP son el BID (tarifa propuesta a los encuestados), el precio que pagan los usuarios por el agua y el ingreso familiar. Estos resultados son consistentes con la teoría económica que sustenta estos modelos econométricos.

En la otra sección del estudio se busca determinar el costo real del agua potable. Para que haya sostenibilidad financiera y ambiental del recurso hídrico en la zona de estudio, la tarifa actual debe conformarse con los siguientes componentes: costos de producción del agua (US\$0,116/m³), costo de mantenimiento de la producción de agua (US\$0,0163/m³), costo de limpieza de aguas servidas (US\$0,2172/m³) y fondo de reserva (US\$0,0341/m³). Al sumársele la tarifa actual (US\$0,2446/m³), obtendremos un costo total de (US\$0,6282/m³).

Palabras claves: Agua potable; recursos hídricos; manejo de cuencas; calidad del agua; valoración económica; análisis de costos; precio al consumidor; río Enmedio; Costa Rica.

Summary

Economic valuation of the potable water in the river basin of the Enmedio river, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica. Pressure on drinking water in Costa Rica is rising rapidly due to the population growth. As a consequence, the watersheds that produce drinking water are deteriorating. In addition, the price of water only includes the operative costs: collection, piping and maintenance.

This study tries to determine the actual economic value of water for domestic use in the Enmedio river watershed. The user's willingness to pay (WTP) for water quality amelioration is determined through contingent valuation. Mean WTP per family or user is 425 colones (US\$1,49) additionally to present rate. Statistical variables that influence on the WTP are the proposed rate, present rate and familiar income. These results are consistent with the economic theories on which econometric models are based upon.

Also, the study tries to determine the real cost of drinking water in the Enmedio river watershed. Financial and environmental sustainability of water resources in the watershed is gotten with a rate composed by the following elements: production cost (US\$0,116/m³), maintenance (US\$0,0163/m³), cleaning of disposal water (US\$0,2172/m³) and reserve fund (US\$0,0341/m³). Adding the present rate (US\$0,2446/m³), a total cost of US\$0,6282/m³ is obtained.

Keywords: Drinking water; water resources; watershed management; water quality; economic valuation; cost analysis; consumer prices; Enmedio river; Costa Rica.

De los servicios ambientales producidos por los bosques, el agua es uno de los de mayor relevancia para la sociedad, ya que es un insumo básico para los procesos productivos (agricultura, industria y otros) y un líquido vital para los seres vivos. Costa Rica ha venido experimentando un acelerado crecimiento poblacional en las últimas décadas; en consecuencia, aumenta la presión sobre los recursos naturales y sobre las fuentes de agua, así como el deterioro causado por contaminación, agotamiento y deforestación.

En Costa Rica, el 63% de las aguas para consumo humano son extraídas del subsuelo (Calvo 1991 citado por Reynolds 1997). No obstante, la mayoría de las cuencas del país presentan diferentes grados de deterioro ambiental que reducen las posibilidades de captación de agua para consumo humano. Por esta razón es necesario que los decisores políticos establezcan lineamientos con una perspectiva a largo plazo, necesaria para enfrentar la degradación del recurso.

En Costa Rica, las tarifas de agua para uso doméstico, agrícola o industrial no se calculan de manera realista, ya que solo se contabilizan los aspectos de recolección, conducción y distribución que las entidades administradoras del recurso cobran con la finalidad de cubrir sus gastos operacionales e inversiones en equipo y maquinaria. El costo de producción (captación, filtración natural), que se da en las cuencas con cobertura boscosa (áreas de recarga acuífera) que alimentan y suministran el recurso, no se incluye en la tarifa. Siempre se ha pensado que el agua es un recurso ilimitado y gratuito, y aunque se han venido desarrollando estudios de las causas y consecuencias que el crecimiento poblacional y económico tiene sobre los recursos hídricos, es necesario aumentar los esfuerzos tendientes a fortalecer la valoración de los ecosistemas, de

manera que dichos estudios sirvan como base técnica en la planificación y elaboración de políticas de manejo del recurso hídrico en el país.

En la zona de Guanacaste, el agua es escasa en verano y, considerando que el valor actual no refleja el costo real desde un punto de vista sostenible, este estudio busca determinar el costo real que el recurso hídrico debe tener en la zona de estudio; con ello se pretende garantizar los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del servicio de agua potable y de las áreas productoras de agua.

Metodología

Valoración Contingente

La Valoración Contingente (VC) determina mediante encuestas la disposición de los individuos a pagar por mejoramientos hipotéticos en diferentes tipos de recursos naturales o servicios ambientales sin precio de mercado (Shultz 1997).

La pregunta usada para determinar la Voluntad de Pago (VDP) fue “¿Estaría usted dispuesto a pagar en la tarifa de agua un monto adicional de ____ (Colones) en la época de verano, que se destine a proteger los bosques donde se capta gran parte del agua que usted consume, con la finalidad de mejorar así la calidad y suministro permanente de agua en su comunidad?”

Procedimiento de análisis

El análisis Logit del formato dicotómico corresponde a la técnica no lineal de la estimación de Máxima Verosimilitud (MLE) que ha sido usado para analizar la relación entre una variable dependiente binaria o dicotómica y una o más variables independientes continuas o discretas. En un estudio de VC, la ecuación logística describe el patrón de respuestas positivas y negativas (sí/no) que se obtiene ante cantidades alternativas de dinero de VDP propuestas a los encuestados. El rango de

valores de disponibilidad de pago usado debe determinarse previamente con una encuesta piloto con preguntas abiertas (Loomis 1988). La siguiente ecuación expresa la probabilidad logística estimada de respuestas ‘sí/no’:

(1)

$$Z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + u_i$$

Z es la variable dependiente y está asociada a la ecuación 2:

(2)

$$Z = \log \frac{(\text{probabilidad de sí})}{(\text{probabilidad de no})}$$

Donde:

b_0, \dots, b_n = coeficientes estimados de los parámetros

x_1 = disponibilidad de pago expresada en cantidad de dinero

x_2, \dots, x_n = variables independientes que influyen en la VDP

u_i = término del error

El método de análisis utilizado fue el Límite Simple (*Single Bounded*) (SB). Con este método se hace una sola pregunta de VDP a los encuestados.

Estimación de la media del valor de voluntad de pago

La fórmula que se usó para determinar el valor promedio de la VDP en el análisis logístico depende en gran medida del modelo utilizado. Hanemann (1984) propone la siguiente ecuación para modelos que utilizan variables independientes adicionales, con el propósito de cambiar la expresión logística y mejorar la bondad de ajuste del modelo:

(3)

$$\Delta v = \alpha - \beta A$$

Con $\beta > 0$, y donde α es una constante que se calcula al multiplicar cada uno de los coeficientes obtenidos por su media, excepto la variable VDP.

Los coeficientes se obtienen por estimación de la regresión logística. Estos productos se suman y agregan a la constante original o valor del intercepto. Beta (β) es el coeficiente para la variable voluntad de pago (A).

Variable	Coefficientes
Intercepto	B_0
BID	B_1
X_2	B_2
X_3	B_3

En este modelo particular, la mediana de la distribución del verdadero valor de la VDP coincide con su media. El estimado de la mediana se obtiene al dividir la constante α por el coeficiente de la disponibilidad de pago β :

$$\text{mediana} = \frac{\alpha}{\beta_1} = \text{media}$$

$$\alpha = B_0 + (B_2 X_2 + B_3 X_3 + \dots + B_n X_n)$$

Esta fórmula permite asumir valores de VDP negativos, independiente del signo de α .

Estimación de los valores económicos

Costo de la producción hídrica del bosque

Para poder calcular el costo de la producción del bosque hay que reconocer sus funciones como regulador de la escorrentía superficial (controlador de inundaciones), generador de bajas tasas de erosión (agua más limpia y potable), regula-

dor de la velocidad de infiltración (sus complejos sistemas radiculares incrementan la permeabilidad de los estratos superficiales del suelo) (Stadtmüller 1994). Para llegar al costo de producción hídrica del bosque es necesario valorar la cantidad de agua captada o disponible, a través del costo de oportunidad de la mejor alternativa de uso de la tierra; o también, valorar la cantidad de agua captada por el costo real de la tierra. Esta metodología fue la que se utilizó en este caso. Por lo tanto, el valor de captación del bosque se calculó de la siguiente forma.

$$PH = \alpha * CT * H / VA \quad (5)$$

Donde:

PH = Costo de producción hídrica del bosque (US\$/m³)

CT = Costo promedio del valor de la tierra (US\$/ha)

H = Número de hectáreas de la cuenca del área de recarga (ha)

VA = Volumen de agua en la cuenca (producción mínima de agua) (m³/año)

α = Peso al valor de la función hídrica de los bosques (0,56)¹ como servicio ambiental

Costo de mantenimiento de la producción hídrica de la cuenca

Este costo se conforma con los gastos necesarios para el mantenimiento y mejoras en la cuenca.

$$CM = GAV + Gi + GEA + IEA \quad (6)$$

Donde:

CM = Costo de mantenimiento y protección de la cuenca

GAV = Gastos en administración y vigilancia

Gi = Gastos en prevención y control de incendios

GEA = Gastos en educación ambiental

IEA = Inversiones en equipo anualizados (CAUE) (Salguero 1996)

$$CM^3 = \alpha * CM / VA = (\$/m^3) \quad (7)$$

Donde

CM³ = Costo de mantenimiento por metro cúbico (m³)

CM = Costo de mantenimiento y protección de la cuenca

VA = El volumen mínimo disponible en la cuenca

α = Coeficiente que explica el nivel de importancia que tiene la protección en función del recurso hídrico (0,56%)

Costos de limpieza del agua (costos defensivos)

Para el cálculo de los costos de la limpieza de aguas servidas se consultó con funcionarios del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), encargados de la construcción y operación de la planta. Así se obtuvieron los costos de inversión (inicial y actual), los costos de operación (mantenimientos e insumos) y los metros cúbicos que se procesan por año.

$$CL = \frac{CI + CO}{M} \quad (8)$$

Donde:

CL = Costo de limpieza del agua

CI = Costo de inversión

M = Metros cúbicos procesados anualmente

CO = Costo de operación anual de la planta

¹ Barrantes y Castro (1998) calcularon un peso promedio de 56% al valor de la productividad de los bosques en Costa Rica como bancos exclusivos de producción de agua. Este promedio fue el resultado de una consulta a nivel nacional en que se valoró el bosque en términos de los servicios ambientales que ofrece, y se estimó considerando un valor hipotético de los bosques en términos de producción (captación de agua) en seis regiones del país.

Costo de la tarifa actual

De los registros se obtuvo la tarifa mensual promedio pagada por los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de Santa Cruz.

CTA = Costo de tarifa actual (precio/m³) pagado por los usuarios del servicio de agua potable

TM = Tarifa promedio mensual

$$CTA = \frac{TM}{C} (\$/m^3) \quad (9)$$

C = Consumo promedio mensual

Fondo de reserva

Se aplicó un margen base como fondo de reserva equivalente a la tasa de interés bruto de los certificados de depósitos en dólares (Libor 12 meses) de 5,75% en junio de 1999, según el Banco Central de Costa Rica. Ese margen base tiene como objetivo ir recuperando la inversión con el crecimiento de la población, lo cual significa mayores demandas tanto sobre el recurso hídrico como sobre el servicio de suministro de agua.

Resultados

Valoración Contingente

La encuesta

Se procedió a formular un modelo donde la variable dependiente (o de respuesta) fue el logaritmo natural de la probabilidad de una respuesta afirmativa 'sí' sobre la probabilidad de una respuesta negativa 'no' a un BID (tarifa) ofrecido en la encuesta (B1). Como variables independientes se consideraron todas las variables socioeconómicas además de la variable BID.

Las variables BID, precio del agua que pagan los usuarios e ingreso familiar son las de mayor relevancia para explicar la voluntad de pago para que se mejore la calidad del

Cuadro 1.

Modelo reducido para el cálculo de la media de la VDP

Variable	Coficiente	Error estándar	Wald Chi-cuadrado	PR> Chi-cuadrado	Media
Intercepto *** (Constante)	6,7821	1,2605	28,9478	0,0001	
BID ***	-0,00650	0,00125	27,0511	0,0001	289,256
Jefe familia **	1,2089	0,5344	5,1140	0,0235	0,8787
Edad **	-0,0289	0,0131	4,8523	0,0276	42,50
Ingreso					
<30.000 ***	4,0021	1,0556	14,3865	0,0001	0,2479
31.000-50.000 **	2,9799	1,0676	7,7901	0,0053	0,1818
51.000-75.000 **	2,8281	1,0875	6,7629	0,0093	0,6552
76.000-100.000	2,1184	1,1321	3,5016	0,0613	0,1404
101.000-150.000	2,1104	1,2660	2,7788	0,0955	0,0771

N=363; -2 logaritmo del valor de máxima verosimilitud=347,160; Chi-cuadrado (8 g.l.)=76,367 (p=0,0001)

Nivel de significancia (α)= 0,05 (**), 0,01 (***)

Concordancia = 82,5%, Discordancia = 17,3%.

agua en la comunidad. El modelo reducido tiene un valor de Chi-cuadrado, prueba que se realiza para determinar la significancia en conjunto de las variables independientes. El efecto combinado de las variables (Chi-cuadrado = 76,367) es significativo a un nivel de p = 0,0001. También, el valor de Chi-cuadrado = 347,160 para el test de Lagrange, lo cual indica una relación significativa entre las variables independientes y la variable dependiente con un valor de p = 0,0001.

El modelo también predice correctamente la relación de respuestas 'Sí/No' al 82,5% de las veces versus una tasa de discordancia de 17,3%. Es importante hacer notar que los anteriores resultados son consistentes con la teoría económica que sustenta este tipo de modelos.

Estimación de la VDP

El Cuadro 2 muestra la media de la VDP de los usuarios de agua potable de Santa Cruz. El resultado obtenido nos indica que el 77,8 % de estos usuarios están dispuestos a pagar ¢425 adicionales a la tarifa de agua que pagan actualmente

por el mejoramiento de la calidad de agua potable. Este monto adicional equivale a un 18% de la tarifa promedio que pagan los usuarios actualmente.

Voluntad de Pago Agregada

El cálculo de la voluntad de pago agregada para el mejoramiento de la calidad del agua potable en la cuenca del río Enmedio (Cuadro 3) se determinó tomando en cuenta dos opciones: *Opción A*- que todos los usuarios del servicio paguen ¢425 (US\$1,49) adicionales a la tarifa que pagan ahora; según registros de la oficina del AyA en Santa Cruz, a marzo 1999 eran 2936 usuarios. *Opción B*- que ese monto lo paguen un 77,8% de los usuarios (porcentaje de los encuestados que respondieron 'Sí' a la pregunta de la VDP. Es importante recalcar que la pregunta consideraba el pago adicional solo en los meses de verano en la zona (enero – abril).

A continuación se presentan algunas alternativas de actividades que podrían cubrirse, parcial o totalmente, con la (Opción B); estas alternativas son excluyentes.

- Pago por Servicios Ambientales (Modalidad de Certificado de Protección del Bosque, CPB). Se podría aprovechar el sistema que está funcionando y es oficial en Costa Rica desde hace varios años, para el pago por servicios ambientales. El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) podría dar prioridad a la protección de los recursos hídricos en la cuenca del río Enmedio y el dinero generado mediante la Opción B entregarse al Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para el pago de CPB en el área de estudio. Con ese dinero (US\$13.624/año) se podría pagar el CPB a 324 ha/año para fomentar la recuperación parcial de áreas degradadas de la cuenca o prioritarias para la productividad hídrica; en diez años se habrían recuperado 648 ha de bosque secundario.
- Compra de tierras. El promedio del valor de la tierra en la cuenca media y alta es de US\$649/ha. El dinero generado alcanzaría para comprar 21 ha/año.
- Programa de Control y Prevención de Incendios. El costo del programa es de US\$18.770/año; o sea que el dinero generado alcanzaría para cubrir el 73% del costo de implementación.
- Programa de Educación Ambiental. El monto de ejecución por año es de US\$20.082; la Opción B cubriría solo el 68% del programa.
- Administración y Vigilancia. El costo anual asciende a US\$22.278, lo que quiere decir que el dinero generado con la Opción B cubre el 61%.

Costo real del agua para consumo humano

Para determinar el costo real del agua para uso doméstico en la cuenca del río Enmedio se propone una estructura tarifaria constituida por los siguientes componentes:

Cuadro 2.
Media de la VDP

Modelo	α	β	Media VDP	
			Colones	US Dólares*
Reducido	-2,7676	-0,00650	425	1,49

* Tasa de cambio: US\$1 = ₡285 (junio 1999)



Foto: Orlando Merayo

El dinero pagado por los usuarios que respondieron afirmativamente a la pregunta de la VDP no sería suficiente para el mantenimiento de la infraestructura y el manejo y protección de la cuenca

Costo ambiental del agua:

- Costo de la producción hídrica anual de los bosques en la cuenca (US\$0,116)
- Costo de mantenimiento y protección de la cuenca (US\$0,016)

Costo financiero:

- Costo de los montos de la tarifa actual, incluyendo todos los costos de operación, inversión, etc. (US\$0,245)
- Costo de limpieza del agua (US\$0,217)
- Fondo de reserva (US\$0,034)

El costo ambiental del agua en los bosques de la cuenca media y alta del río Enmedio es de US\$0,132/m³

(producción y mantenimiento). Si se incorpora este costo, la tarifa actual (US\$0,245/m³) aumentaría en un 54% (US\$0,251/m³). De los costos financieros, el tratamiento post-servicio (limpieza) es uno de los valores más altos, y corresponde a un 35% del costo real calculado. Estos datos nos dan indicios de por qué la mayoría de los servicios de agua del país no tienen tratamiento post-servicio, con lo que los cauces de los ríos reciben cada vez mayor contaminación. Si todos los valores presentados se incorporan a la tarifa actual, el incremento sería de 152% (US\$0,628/m³), con lo que se lograría un suministro sostenible de agua potable en el área de estudio.

Cuadro 3.
Voluntad de Pago Agregada de los usuarios de la cuenca

Opción	Media VDP Mensual		No. de usuarios (marzo 1999)	Media VDP Anual	
	Colones	Dólares		Colones	Dólares
Opción A	425	1,49	2936	4.991.200	17.512
Opción B	425	1,49	2284	3.882.800	13.624

Tasa de cambio: US\$1 = ₡285 (junio 1999)

Voluntad de pago total vrs costo real del agua

La voluntad de pago total de los usuarios del agua potable para mejorar la calidad del agua está constituida por el costo de la tarifa actual (US\$0,245/m³/año) más la media de la voluntad de pago calculada (Valoración Contingente), la cual se expresa en forma de costo anual por volumen (US\$0,044 m³/año). Como resultado, la voluntad de pago total es de US\$0,289/m³/año.

Además, el costo real del agua para uso doméstico se calculó en US\$0,377/m³ anual. En consecuencia, la voluntad de pago total sería de (US\$0,272/m³), o sea, menor que el costo real del agua. Por lo tanto, los programas propuestos (compra de tierras, programas de educación ambiental, control y prevención de incendios, compra de equipo, programa de administración y vigilan-

cia) no se pueden implementar en forma completa, ya que la voluntad de pago de los usuarios es menor que los costos de tales programas.

Evidentemente, el gobierno deberá seguir subsidiando el suministro de agua potable en la zona de estudio, ya que con las condiciones socioeconómicas imperantes (niveles de ingresos muy bajos) es prácticamente imposible cobrar el costo real del agua. Aunque la voluntad de pago de los pobladores es alta (77,8%), el monto que están dispuestos a pagar (US\$1,49/mes) adicional a la tarifa actual no es suficiente para cubrir los costos reales del agua.

Conclusiones

- Si se considera el costo de la función natural de los bosques existentes en la cuenca media y alta del río Enmedio, desde la perspectiva de producción hídrica, la tari-

fa actual se incrementaría en un 54%. Este monto base podría cobrarse o negociarse como servicio ambiental producido por los bosques de la cuenca a instituciones, empresas y poblaciones que se benefician del recurso.

- Si se incorporan todos los componentes del costo real del agua, la tarifa actual se incrementaría en un 152%, con lo cual se podría dar contenido económico a las operaciones de mantenimiento de la infraestructura existente y el manejo y protección de la cuenca, con el objetivo de asegurar una oferta continua y permanente del recurso hídrico para el abastecimiento de la población.
- Las condiciones socioeconómicas imperantes en la cuenca (niveles de ingresos muy bajos) imposibilitan el cobro del costo real del agua.

Literatura citada

- Barrantes, G; Castro, E. 1998. Valoración económica ecológica del agua en Costa Rica: Internalización de los servicios ambientales. Informe 2. San José, Costa Rica, Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE). 51 p.
- Hanemann, MW. 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete response data. *American Journal of Agricultural Economics* 66(3):332-341.
- Loomis, JB. 1988. An introduction to contingent valuation using dichotomous choice models. *Journal of Leisure Research* 20(1):46-56.
- Reynolds, J. 1997. Evaluación de los recursos hídricos en Costa Rica: Disponibilidad y utilización. San José, Costa Rica, CCTICINPE. Informe del proyecto cuencas ambientales.
- Salguero, ER. 1996. Valoración económica de la contaminación de las fuentes de agua por los desechos de la industria del beneficiado húmedo de café: El uso del concepto de costo defensivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- Shultz, S. 1997. La valoración de recursos naturales y ambientales no basados en el mercado en Centroamérica y El Caribe. *Revista CEPAL* no. 63:65-76.
- Stadtmüller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo. Turrialba, CR, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 246. 62 p.