

VALORACIÓN ECONÓMICA- ECOLÓGICA DEL BOSQUE COMO CAPTADOR DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PIXQUIAC, VERACRUZ

*Karla Erika Mancilla Hernández¹
Marta Chávez Cortés²*

1. Introducción

La disponibilidad de agua, junto con la degradación del suelo y la pérdida de la biodiversidad son considerados los principales problemas que amenazan a los recursos naturales y a la preservación y buen funcionamiento de los sistemas que soportan la vida (Chávez, 2007).

En este contexto, en México se ha señalado que la disponibilidad de agua es uno de los problemas más serios que se deberá enfrentar durante las próximas dos décadas, pues cerca del 11% de la población enfrenta problemas de escasez de agua. Aunado a este problema, nuestro país se ha desarrollado de manera contraria con la disponibilidad de agua debido a que el 76% de la población vive donde se localiza tan sólo el 20% del agua dulce disponible. Como consecuencia, la sobreexplotación de los acuíferos, los altos costos para transferir el agua de una cuenca a otra para satisfacer las crecientes demandas, y los conflictos entre usuarios en competencia se han incrementado durante los últimos 20 años (Ibid).

Cabe mencionar que ante esta problemática muchos especialistas opinan que los servicios ambientales o ecosistémicos son una de las razones más importantes para conservar y administrar los bosques con mayor esmero. De hecho, el grado en que se mantienen los servicios ambientales forestales, es uno de los criterios principales para distinguir entre los regímenes de administración más sustentables y los menos sustentables (Higman *et al.* 1999). Este reconocimiento ha llevado a desarrollar estrategias complementarias a las de la regulación del suelo y a las de restauración post-desastre, para enfrentar con mayor éxito el

¹ Biól., Universidad Autónoma Metropolitana, Depto. El Hombre y su Ambiente, UAM-X.Calz. Del Hueso 1100, Col. Villa Quietud C.P.04960, Coyoacán. FAX: 54837469

² Dra., Universidad Autónoma Metropolitana, 54 83 72 25, ccm1320@correo.xoc.uam.mx

reto de la conservación de los bosques (Landell-Mills y Porras, 2002). Los sistemas o mecanismos de pago por servicios ambientales (PSA) representan un ejemplo de este nuevo enfoque.

En forma simplificada, el PSA opera de tal forma que los usuarios de un servicio ambiental, por ejemplo consumidores urbanos de agua potable, deberían de pagar por ella, beneficiando con su pago, tanto a aquellos que ayudan a mantener ese servicio (propietarios que protegen bosques en las áreas de captación), como a la restauración del ecosistema que lo genera (reforestación de bosques de montaña) (Landell-Mills y Porras, 2002).

Las autoras comparten la visión de que el pago de una compensación a los propietarios de los bosques por los servicios ambientales que estos proveen puede ser una estrategia prometedora para su conservación y que vale la pena experimentarla para aprender en el camino.

Las experiencias obtenidas de las investigaciones realizadas tanto en otros países como en México, han demostrado que los PSA han ejercido un papel importante en la conservación de ecosistemas y han ayudado a detener su degradación. Es así como la adaptabilidad del sistema a diferentes contextos y servicios ambientales hacen que los programas de PSA puedan ser aplicados a una gran cantidad de situaciones en todo el país. En este sentido, se espera que los resultados de esta investigación puedan ser de utilidad a las autoridades municipales correspondientes para contender con la pérdida de bosque y con la amenaza potencial de una falta de disponibilidad de agua.

2. La zona de estudio

La subcuenca del río Pixquiac se ubica en el Estado de Veracruz, México. Por su localización se encuentra catalogada como una de las fuentes de abastecimiento de agua más importantes para la región de Jalapa y sus alrededores además de ser un sistema hidrológico cuyo potencial puede ser inagotable si se le procura el cuidado y manejo adecuado. Vale la pena mencionar que el sitio alberga una gran variedad de flora y fauna, constituyendo uno de los entornos ecológicos más significativos de la región (Barradas *et al.* 2007).

Con nacimiento en el flanco oriental del Cofre de Perote y a una altitud de cerca de 3500 msnm, la subcuenca del río Pixquiac pertenece a la cuenca del Río de los Pescados-Antigua la cual descarga sus aguas en el Golfo de México. Comprende parte de los municipios de Acajete (11.64%), Coatepec (1.25%), Las Vigas de Ramírez (48.75%),

Tlanehuayocan (6.52%), Perote (28.02%) y Xico (3.79). Abarca una superficie estimada de 12,528.99 ha sin embargo, el área de interés para la realización del presente estudio se ubica en la parte alta de la subcuenca, por lo que la superficie del área de estudio se redujo a 7,371.99 ha aproximadamente.

3. Materiales y métodos

Para llevar a cabo la valoración económica de los servicios ambientales se requieren de manera necesaria estrategias de investigación que sean apropiadas para analizar problemas de la vida real, las cuales den un mayor interés a los enfoques integrales dando lugar a propuestas de carácter práctico a los problemas que analizan. Por todo lo anterior y por hecho destacable de que el uso de estudios de caso se ha vuelto muy utilizado en las investigaciones que abordan la relación sociedad-naturaleza, particularmente en investigaciones a pequeña escala como lo es la presente, la estrategia seleccionada para esta investigación fue la de estudio de caso (Descombe, 1999).

Este estudio de caso se concentró en los dos primeros aspectos propuestos por Pagiola (2002), los cuales se vinculan directamente con los objetivos particulares de esta investigación. El primero es el que se refiere a la identificación y cuantificación de los servicios hídricos que genera el bosque en la cuenca del Pixquiac - ¿qué cantidad se genera? y ¿cuál es el valor de esos servicios? -. El segundo corresponde a la identificación tanto de los actores que actúan como beneficiarios, como de aquellos que deben pagar por los servicios hídricos. Dentro de este último se atiende también el aspecto de cuál es el cargo que les debe ser impuesto después de internalizar la dimensión ambiental. La forma en que se atendieron cada uno de los objetivos de este trabajo se detallan a continuación.

- **Determinación del valor de captación de agua por el bosque**

La estimación de este valor se fundamentó en el enfoque del costo de oportunidad del uso de la tierra. Para su estimación se llevó a cabo un trabajo fundamentalmente de gabinete que abarcó cuatro etapas: la cuantificación de la superficie del bosque de interés desde la perspectiva hidrológica, estimación del volumen de captación de agua en m³/año en el área de interés, ponderación de la importancia del bosque en función de la producción de agua y la calidad del agua de escorrentía captada por el bosque, la identificación de la actividad económica responsable del cambio de uso de suelo de bosques a otro uso, así como la estimación de su costo de oportunidad en \$/ha/año.

El cálculo del valor de captación se hace utilizando el modelo de Barrantes y Castro (1999), el cual se muestra a continuación.

$$VC = \frac{\alpha B A b}{O_c} (1 + \beta)$$

Ecuación 1.

Donde:

VC = Valor de captación hídrica del bosque (\$/m³) (cantidad + calidad)

α = Importancia del bosque en la cuenca en función del recurso hídrico (%)

B = Costo de oportunidad de la ganadería que compite con el bosque en la cuenca (\$/ha/año)

Ab = Área del bosque en la cuenca (ha)

O_c = Volumen de agua captada por bosques de la cuenca (m³/ año)

β = Valoración de la calidad del agua de escorrentía captada por el bosque (%)

N = 1 ya que es una sola cuenca la que se estudió

- **Determinación el valor de recuperación de los bosques**

El valor de recuperación está asociado a los costos de desarrollar actividades de reforestación para la rehabilitación de cuencas. Para el cálculo del valor de recuperación se tomó en cuenta el volumen de agua captado anualmente por los bosques en el área de estudio y la ponderación que la sociedad le asigna al bosque como productor de agua, los cuales fueron estimados en el paso anterior. Adicionalmente, se requirió cuantificar la superficie del área descubierta que es necesario reforestar, y hacer el cálculo de los costos por actividades de reforestación para la rehabilitación de cuencas (\$/ha-año).

El cálculo del valor de recuperación se realizó tomando como base al modelo de Barrantes y Castro (1999), Ecuación 2.

$$VR = \frac{\alpha C_j A_r}{O_c}$$

Ecuación 2.

Donde:

VR = Valor de recuperación de cuencas hidrográficas (\$/m³)

α = Importancia del bosque en la cuenca en función del recurso hídrico (%)

C_j = Costos para la actividad j destinada a la recuperación de la cuenca (\$/ha/año)

A_r = Área a recuperar en la cuenca (ha)

O_c = Volumen de agua captada por bosques de la cuenca (m³/ año)

- **Modelo tarifario económico ecológico**

Con los valores estimados para el servicio ambiental hídrico (valor de captación) y para la recuperación de cuencas (valor de recuperación) se desarrolló un modelo tarifario económico–ecológico. Este nuevo modelo incorporó el valor de la tarifa tradicional (costos de tratamiento pre–servicio, gastos operativos y administrativos para la distribución del recurso) y la asimilación de las variables ambientales descritas.

4. Resultados y discusión

- **La cobertura del suelo**

El mapa de uso de suelos y vegetación producido incluyó siete categorías: 1. Cafetal-bosque mesófilo, 2. Áreas de cultivo, 3. Bosque mesófilo, 4. Pastizales, 5. Urbano, 6. Suelo descubierto y 7. Nubes. Dado que la parte alta de la subcuenca, constituye el área de interés desde el punto de vista hidrológico, el mapa de cobertura y uso de suelo que abarcaba originalmente toda la cuenca se recortó a partir de los 1300 msnm a los 3500 msnm tal como se aprecia en la Figura 1.

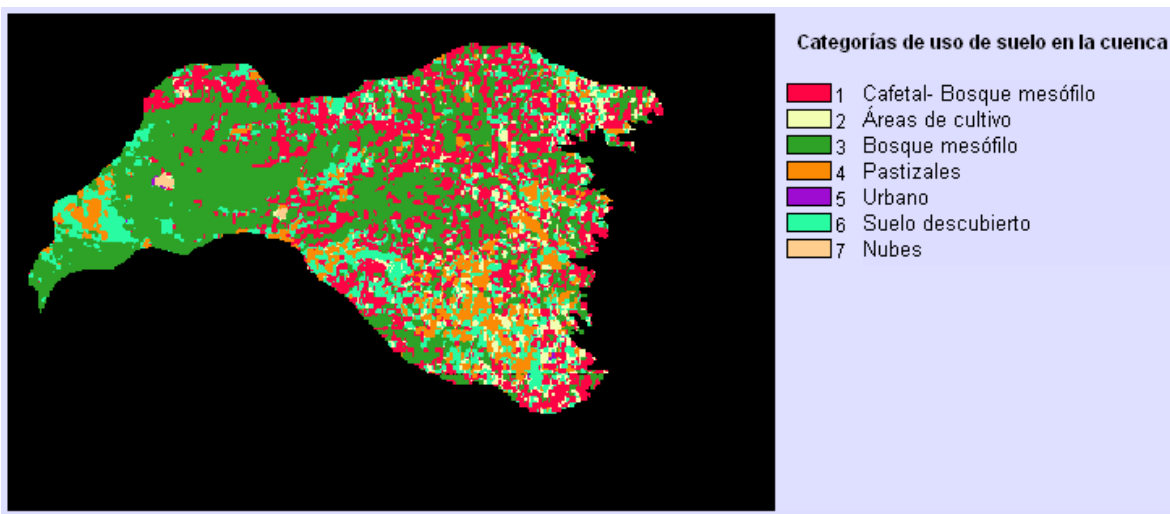


Figura 1. Distribución categorías de uso de suelo de la zona de interés

El área correspondiente a cada uno de estas coberturas se muestra en la tabla 1. Como puede observarse, la cobertura más abundante corresponde a la del bosque mesófilo con 2,835.36ha, equivalente al 38.46 % del área de estudio contrastando con el uso de suelo urbano que abarca el 0.18 % del área de estudio.

Tabla 1. Cobertura para cada categoría de uso de suelo (ha).

Uso de suelo	Cobertura (ha)
Cafetal-bosque mesófilo	1,951.56
Áreas de cultivo	649.26
Bosque mesófilo	2,835.36
Pastizales	652.95
Urbano	13.86
Suelo descubierto	1245.24
Nubes	23.76
Total	7,371.99

La suma de la superficie del bosque mesófilo más la categoría cafetal-bosque mesófilo (4786.92 ha), se tomó como referencia para calcular el valor de captación de agua por parte del bosque. En el caso del valor de recuperación, la superficie que se tomó como área a recuperar fue el resultado de la suma de las superficies de los pastizales y de suelo descubierto (1898.19 ha).

- **El volumen de captación de agua**

En acuerdo con los resultados de Nuñez (2008) que señalan que la precipitación promedio en la cuenca es de (1385.44 mm/año), se calculó el 17% de ese valor para determinar la cantidad de agua que es retenida por el bosque en la zona de estudio, resultando en un total de 235.524 mm/año. Para calcular su equivalente en m³/ha/año se expresó esta cantidad en su equivalente en metros y se multiplicó por el equivalente de una hectárea en metros cuadrados, arrojando un resultado de 2355.24 m³/ha/año. Este cálculo se basó en el volumen de un paralelepípedo de 100 m de ancho, por 100 m de largo por 0.235524 m de alto. Multiplicando este valor por el número de hectáreas donde hay bosque obtenemos un volumen de captación total de 11,274,345.46 m³ de agua al año. El resumen de estos cálculos se ilustra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Proceso para estimar el volumen de captación de agua.

$$\begin{aligned}(1,385.44 \text{ mm/año}) \times (0.17) &= 235.524 \text{ mm/año} \\ 235.524 \text{ mm/año} &= 0.235524 \text{ m/año} \\ 1\text{Ha} &= 10,000 \text{ m}^2 \\ (0.235524 \text{ m/año}) \times (10,000 \text{ m}^2/\text{ha}) &= 2,355.24 \text{ m}^3/\text{ha/año} \\ (4786.92 \text{ ha}) \times (2,355.24 \text{ m}^3/\text{ha/año}) &= \mathbf{11,274,345.46 \text{ m}^3/\text{año}}\end{aligned}$$

▪ **Estimación del índice de importancia que los usuarios le otorgan al bosque relacionado en función de la captación y calidad del agua**

Los resultados indican que el 79.17% de los encuestados le asigna una calificación de 10 a la importancia del bosque en función del recurso hídrico, mientras que el 20.80% le asigna el valor de 9. De acuerdo a las recomendaciones de Cochran (1977), se calculó la media de las calificaciones como medida representativa de los datos y, normalizándola, se determinó que el valor de este servicio para los usuarios es de **0.979**. Este porcentaje representa la porción del costo de oportunidad que debe ser compensado por los usuarios del agua a los propietarios de la tierra que se involucren en tareas de protección y recuperación del bosque. La otra proporción (0.021) se puede atribuir a otros servicios del bosque como son la recreación o la fijación de carbono. En el caso del valor que los usuarios le dan a la calidad del agua de escorrentía, los valores indican que el 12.5% de la población le asigna un valor de 6 a la calidad del agua, un 16.6% de los usuarios un valor de 8, el 25% el valor de 9 y el 48.5 % una calificación de 10. En síntesis, la calificación promedio que los usuarios le dan a la calidad del agua de escorrentía fue de **0.89**

▪ **Estimación del costo de oportunidad de la actividad económica responsable del cambio de uso de suelo forestal**

Los resultados obtenidos para esta estimación se muestran en las tablas 2 y 3 respectivamente. Para tener un valor representativo del rendimiento general de la actividad ganadera dentro de la subcuenca, se procedió a hacer una suma ponderada incluyendo los rendimientos pecuarios de cada municipio y los porcentajes del área de estudio que ocupa la zona ganadera de cada municipio.

El costo de oportunidad de la actividad pecuaria en el caso del ganado bovino (tabla 2) fue de **\$2,051.29/ha**. En el caso del ganado ovino (tabla 3), el costo de oportunidad

ascendió a **\$963.88/ha/año**. Sumando ambas cifras, se obtuvo el costo de oportunidad general de la actividad ganadera, que fue de **\$3,015.17/ha/año**.

Tabla 2. Rendimientos obtenidos por municipio de ganado bovino (carne en canal) para la estimación del costo de oportunidad

Municipio	Valor de la Producción \$/año	Superficie dedicada a la ganadería Ha	Rendimiento \$/ Ha/año	% de cobertura del municipio con respecto al total del área de estudio (0-1)	Costo de oportunidad de la ganadería representativo del área de estudio \$/Ha/año	Superficie dedicada a la ganadería dentro del área de estudio Ha
Acajete	5,188, 010	3,247	1,597.78	0.1163	185.82	233.28
Coatepec	10,310, 630	3,324	3,101.87	0.0124	38.46	321.30
Las Vigas de Ramírez	1,991, 210	966	2,061.29	0.4874	1004.67	1.35
Perote	670, 660	21,007	31.92	0.0651	2.07	72.72
Tlalnehuayocan	858, 990	508	1,690.92	0.2801	473.62	47.61
Xico	5,161, 020	6,734	9,250.19	0.0378	349.65	6.84
					2051.29	

Tabla 3. Rendimientos obtenidos por municipio de ganado ovino (carne en canal) para la estimación del costo de oportunidad.

Municipio	Valor de producción \$/año	Superficie dedicada a la ganadería Ha	Rendimiento \$/ Ha/año	% de cobertura del municipio con respecto al total del área de estudio (0-1)	Costo de oportunidad de la ganadería representativo del área de estudio \$/Ha/año	Superficie dedicada a la ganadería dentro del área de estudio Ha
Acajete	539, 040	3,247	166.01	0.1163	19.30	233.28
Coatepec	1,333,470	3,324	401.10	0.0124	4.97	321.30
Las Vigas de Ramírez	1,121,810	966	1,161.29	0.4874	566.01	1.35
Perote	2,196,890	21,007	104.57	0.0651	6.80	72.72
Tlalnahuatocan	637,880	508	1,255.66	0.2801	351.71	47.61
Xico	2,689,350	6,734	399.36	0.0378	15.09	6.84
					963.88	

▪ **Estimación de los costos por actividades de reforestación para la rehabilitación de la subcuenca**

Dichos datos fueron otorgados por el Ing. Andrés de la Rosa Portilla encargado de Planeación e Informática de la Comisión Nacional Forestal Gerencia Regional Golfo Centro. En acuerdo publicado en el DOF del 12 de abril de 2006 mediante el cual se expiden los

costos de referencia para *reforestación o restauración y su mantenimiento* el costo de referencia por hectárea es el que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4. Costo de reforestación o restauración y su mantenimiento (ha/año), así como los montos de apoyo otorgados por la CONAFOR.

	Templado frío	Tropical	Árido y semiárido	Humedales
Costo de reforestación o restauración y su mantenimiento (ha/año)	\$ 9,092.44	\$ 7,440.44	\$ 5,697.09	\$ 10,940.44
Montos de apoyo otorgados por la CONAFOR para el programa de compensación ambiental	* \$ 5,560.00	* \$ 5,560.00	* \$ 3,910.00	* \$ 5,560.00
Costo Total	\$ 3, 532.44	\$ 1, 880.44	\$ 1, 787.09	\$ 5, 380.44

*Las cantidades no incluyen el costo de producción de planta ni asesora técnica.

Los montos para apoyo que otorga la CONAFOR se muestran en la segunda línea de la tabla 4. Así pues, los costos totales por ecosistema (Actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento menos los Montos de apoyo otorgados por la CONAFOR para el programa de compensación ambiental), son los datos mostrados en la tercera línea de la misma tabla y descritos a continuación: En el caso de este estudio, los datos utilizados son los pertenecientes al ecosistema denominado “Templado Frío”, para el cual el costo por actividades de reforestación para la rehabilitación de cuencas (\$/ha/año), considerando un periodo de 5 años por el establecimiento y manejo inicial, es de **\$3,532.44 por ha al año**.

- **Cálculo de los valores de captación y recuperación en la cuenca**

Sustituyendo los cálculos anteriores en las ecuaciones 2 y 3 respectivamente, se tiene que:

$$VC = \sum \frac{(0.979)(\$3015.17 / ha / año)(4786.92ha)}{11274345.46m^3 / año} (1 + 0.892) = \$2.37/m^3$$

$$VR = \sum_{t=1}^N \frac{(0.979)(\$3532.44 / ha / año)(1898.19ha)}{11274345.46m^3 / año} = \$0.582/m^3$$

$$ValordelBosque = VC + VR = 2.37 + 0.582 = \$2.95 / m^3$$

▪ **Modelo tarifario económico-ecológico**

Con los valores obtenidos para el valor de captación y el de recuperación se construyó un modelo tarifario (tabla 5) que incorpora tanto los costos de la tarifa tradicional como a la internalización de las variables ambientales anteriormente descritas. En el modelo tarifario propuesto, se contrastan los valores de las tarifas cobradas actualmente y las tarifas que se sugieren después de aplicar el valor económico ecológico del bosque. La tarifa sugerida se ajusta de acuerdo al rango de consumo, el cual es el criterio que el organismo operador del agua aplica para cobrar el uso del recurso.

Tabla 5. Rango de Tarifas del servicio de agua potable en la ciudad de Xalapa, Ver., con la incorporación del costo de oportunidad

Rango de consumo en m ³ /año	Consumo observado	Tarifa cobrada actualmente (\$/m ³)	Tarifa sugerida (\$/m ³)	Pago actual promedio por toma al año (\$)	Pago promedio por toma al año sugerido (\$)
10	5.84	1.62	4.57	9.45	26.88
20	15.31	1.71	4.66	16.16	71.34
30	24.86	1.83	4.78	45.49	118.83
40	34.88	1.92	4.87	66.96	169.86
60	48.32	2.19	5.14	105.82	248.36
80	68.74	2.45	5.40	168.41	371.19
100	88.97	2.63	5.58	234.00	496.45
120	109.69	2.86	5.81	313.71	637.29
150	131.75	3.20	6.15	421.59	810.26
200	167.01	3.77	6.72	629.61	1122.30
210	298.17	4.39	7.34	1,308.98	2188.56

Resulta importante mencionar que la actividad responsable del cambio, puede variar dependiendo de la zona en la que se realice la investigación al igual que el costo de oportunidad de la misma, lo cual influirá en el monto de la tarifa hídrica. Esto puede repercutir en la disponibilidad a pagar por parte de los usuarios y, por lo tanto, en el éxito de la política de pago por servicios ambientales.

En cuanto al modelo tarifario económico y a la disponibilidad de pago, se puede indicar que dicha percepción es independiente de la estratificación antes mencionada, ya que para generar una respuesta al respecto, cada usuario llevó a cabo un juicio autónomo basado en la experiencia propia, el cual coincide en más del 80% en que la calidad de agua que reciben es buena. Resulta interesante notar que las personas que mencionaron que el agua que reciben es de mediana calidad, son personas que cuentan con pozos de almacenamiento de agua, los cuales reciben agua del río de manera directa por lo cual en época de lluvias la calidad del agua se ve disminuida por la cantidad de residuos que arrastra el río. Esto refuerza la importancia de contar con infraestructura para asegurar una mejor calidad de agua y también justifica la necesidad de contar con ingresos que pudieran ser destinados a la instalación y mantenimiento de dicha infraestructura. Al respecto, el ajuste a la tarifa hídrica podría ser una fuente de recursos para este propósito si se canaliza de la manera adecuada tal y como lo menciona Arrojo (1997) en sus investigaciones referidas en la presente investigación.

De acuerdo con los datos obtenidos, el aumento en relación con el porcentaje de ingresos mensuales más considerable se percibe en la clase media, lo cual podría significar cierta resistencia en la voluntad de pago de la tarifa hídrica. Por otro lado, si bien el aumento para la clase baja en relación con el porcentaje de sus ingresos parece ser poco, se debe recordar que dichos ingresos suelen ser magros o incluso nulos, razón por la cual la disponibilidad de pago podría ser negativa. En el caso de la clase alta en la que el aumento es del doble de la tarifa tradicional, este no sobrepasa el 15% de los ingresos por lo cual se puede presumir que la disponibilidad de pago no se vea afectada.

Por estas razones se sugiere que la implementación del aumento en la tarifa hídrica se de manera proporcionalmente ajustada de acuerdo al ingreso mensual o anual de cada usuario. En el caso de las clases media y baja este aumento podría ser progresivo para que no afectar drásticamente a la economía de los usuarios.

5. Conclusiones

El precio del mercado de la actividad que compite con la conservación del bosque es el factor determinante en la factibilidad de la aplicación de una tarifa hídrica, ya que por ejemplo, el rendimiento de la actividad forestal no es igual al de la actividad agrícola. En circunstancias como esta, es necesario complementar el nivel de ingresos de los poseedores del bosque a través de la actividad cinegética por ejemplo.

La relevancia que implica la elaboración de políticas de gestión ambiental, hace evidente la necesidad y la importancia que el recurso agua tiene para los usuarios de la cuenca del río Pixquiac. Es necesario que exista un compromiso real así como un vínculo entre las autoridades ambientales estatales y los diferentes actores sociales. Complementariamente, se requiere de un amplio esfuerzo por parte de ambas partes para destacar la importancia de la concientización de la población para el manejo del agua así como de los recursos naturales de la zona en que habitan.

Las experiencias obtenidas de las investigaciones realizadas en Costa Rica y en otras zonas han demostrado que los PSA han ejercido un papel importante en la conservación de ecosistemas y han logrado detener su degradación. Es así como la adaptabilidad del sistema a diferentes contextos y servicios ambientales hacen que los programas de PSA puedan ser aplicados a una gran cantidad de situaciones en todo el país. En este sentido, es necesario que las autoridades municipales de la zona de estudio estén dispuestas para contender con la pérdida de bosque y con la amenaza potencial de una falta de disponibilidad de agua.

6. Referencias

- Arrojo P. 1996. El valor económico del agua. Cuadernos Aragoneses de Economía, 2ª Época-Vol. 6, 1-1996. Facultad de CC. España.
- Barradas, V. L. y colaboradores 2007. Proyecto “Gestión Integral del Agua en la microcuenca del Río Pixquiac”, clave 37137 de CONACYT-Gobierno del Estado de Veracruz.
- Barrantes, G. y Castro, E. 1999. Estructura tarifa hídrica ambientalmente ajustada: internalización de variables ambientales. *In*: Barsev, ed. Guía Metodológica para la

valoración de bienes, servicios e impactos ambientales. Corredor biológico mesoamericano. CCAD-PNUM/GED "Proyecto Para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano". Managua, Nicaragua. p: 108-112

- Chávez, C.M.M. 2007. Usos y Abusos del Agua. Ciencias. 85 (enero-marzo):30-36
- Cochran, W. 1977. Sampling techniques. Wiley. U. S. A. 150 p
- Descombe, M. 1999. The Good Research Guide for small-scale social research projects. Open University Press. London, England. 263 p
- Higman, S., S. Bass, N. Judd, J. Mayers, y R. Nussbaum. 1999. The Sustainable Forestry Handbook. Earthscan, London. 231 p
- Landell-Mills, N. y I. Porras. 2002. Silver bullets or fools' gold? A global review of markets for forest environmental services and their impacts on the poor. Instruments for sustainable private sector forestry series. International Institute for Environment and Development, London. 75 p
- Núñez, R. M.S. (2008) Estimación de la Evapotranspiración e Infiltración en la cuenca del Río Pixquiac. Tesis no publicada de la Licenciatura en Ciencias Atmosféricas. Universidad Veracruzana. Facultad de Instrumentación Electrónica.
- Pagiola, S. 2002. Paying for Water Services in Central America: Learning from Costa Rica. *In*: Pagiola, S., J. Bishop y N. Landell-Mills (Ed). Selling Forest Environmental Services: Market-based Mechanisms for Conservation and Development. Earthscan, London. p 40-63