

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES - FLACSO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA**

**ESPECIALIZACIÓN  
ECONOMÍA ECOLÓGICA**

**TESIS**

**PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) DEL  
RECURSO HÍDRICO COMO UNA ALTERNATIVA DE  
CONSERVACIÓN**

**Gabriela L. Encalada Romero**

Enero, 2006

Quito - Ecuador

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES - FLACSO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA**

**ESPECIALIZACIÓN  
ECONOMÍA ECOLÓGICA**

**TESIS**

**PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA) DEL RECURSO  
HÍDRICO COMO UNA ALTERNATIVA DE CONSERVACIÓN**

**Gabriela L. Encalada Romero**

**Director de Tesis Economista Diego Burneo Aguirre, M.Sc.**

Enero, 2006

Quito - Ecuador

Esta Tesis la dedico a mis padres y hermanas, quienes nunca dudaron en mi, y si lo hicieron, por nunca hacerlo notar.

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN EJECUTIVO .....   | 1  |
| <b>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....                               | 2  |
| 1.1 Justificación .....   | 2  |
| 1.2 Problema .....  | 4  |
| 1.3 Objetivos del estudio .....                                     | 6  |
| 1.4 Organización del estudio .....                                  | 6  |
| <b>CAPITULO II. SERVICIOS AMBIENTALES</b> .....                     | 8  |
| 2.1 Definición de Servicio Ambiental .....                          | 8  |
| 2.2 Servicios Ambientales de los Ecosistemas Naturales .....        | 11 |
| 2.2.1 Estructura del ecosistema.....                                | 12 |
| 2.2.2 Función ambiental .....                                       | 12 |
| 2.2.3 Servicio ambiental .....                                      | 13 |
| 2.3. Explicación de algunos bienes y Servicios Ambientales .....    | 14 |
| 2.3.1. Regulación de gases de efecto invernadero .....              | 15 |
| 2.3.2. Protección del suelo y fijación de nutrientes .....          | 16 |
| 2.3.3. Control de inundaciones y retención de sedimentos .....      | 17 |
| 2.3.4. Polinización .....   | 17 |
| 2.3.5. Información genética .....                                   | 18 |
| 2.3.6. Control biológico .....                                      | 19 |
| 2.3.7. Formas de vida y belleza escénica.....                       | 19 |
| <b>CAPÍTULO III. SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO</b> .....               | 21 |
| 3.1 Ecosistemas boscosos y disponibilidad del recurso hídrico ..... | 21 |
| 3.2 El recurso hídrico y el desarrollo local .....                  | 24 |
| <b>CAPITULO IV. MERCADOS DE SERVICIOS AMBIENTALES</b> .....         | 26 |
| 4.1 Mercados para bienes y servicios ambientales .....              | 26 |
| 4.1.1. Mercados para el servicio de secuestro de carbono .....      | 27 |
| 4.1.2. Mercados para el servicio de biodiversidad .....             | 29 |
| 4.1.3. Mercados de belleza escénica.....                            | 30 |
| 4.1.4. Mercado de servicios en paquete .....                        | 31 |
| 4.1.5. Mercado para los servicios de cuencas hídricas .....         | 32 |
| 4.2 Comercio de Bienes y Servicios Ambientales .....                | 34 |
| <b>CAPITULO V. PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA)</b> .....      | 35 |
| 5.1 Estructura o tipos de los mecanismos de PSA .....               | 37 |
| 5.2 Establecimiento de un esquema de PSA .....                      | 41 |
| 5.3 Importancia del PSA del Recurso Hídrico .....                   | 42 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPITULO VI. ESTUDIOS DE CASO .....</b>   | <b>44</b> |
| 6.1 Descripción de los Proyectos y metodologías utilizadas en los proyectos .....  | 44        |
| 6.1.1. <i>Construyendo una experiencia de desarrollo “El manejo de recursos naturales en Pimampiro”, Ibarra –Ecuador .....</i>   | 44        |
| 6.1.1.1 <i>Análisis del Proyecto en Pimampiro, Ibarra – Ecuador .....</i>  | 45        |
| 6.1.2. <i>Pago por servicios ambientales El Chaco, Napo – Ecuador .....</i>  | 49        |
| 6.1.2.1 <i>Análisis del Proyecto en El Chaco, Napo – Ecuador .....</i>   | 51        |
| 6.1.3. <i>Implementación de un Esquema de Cobro y Pago por Servicio Ambiental Hídrico: El Caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia S.A., Heredia, Costa Rica .....</i>                                      | 54        |
| 6.1.3.1 <i>Análisis del Proyecto en Heredia, Costa Rica .....</i>  | 56        |
| 6.1.4. <i>Estudio de Valoración Económica de la Oferta y Demanda Hídrica del Bosque en que nace la Fuente del Río Chiquito Implementación de Mecanismos de Pagos por Servicios Hídricos, Achuapa – Nicaragua .....</i> | 60        |
| 6.1.4.1 <i>Análisis del Proyecto en la Finca El Cacao , Achuapa, Nicaragua.....</i>  | 62        |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO VII. MODELACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL.....</b>   | <b>65</b> |
| 7.1 Metodología del estudio .....  | 65        |
| 7.2 Contraste de los resultados de las metodologías aplicadas a los proyectos estudiados .....   | 65        |
| 7.3 Modelo Económico – Ambiental para la determinación de una tarifa para PSA del recurso hídrico .....  | 71        |
| 7.3.1. <i>Importancia del Bosque para la conservación de agua .....</i>  | 71        |
| 7.3.2. <i>Importancia del bosque en la conservación de suelos .....</i>  | 73        |
| 7.3.3. <i>Servicios ambientales prestados por las funciones del bosque .....</i>   | 74        |
| 7.4. Valoración Económica de los Servicios Ambientales .....   | 75        |
| 7.4.1. <i>Valoración de los servicios ambientales generados por la función de conservación del agua .....</i>  | 75        |
| 7.4.1.1. <i>Regulación del caudal hidrológico .....</i>  | 76        |
| 7.4.1.2. <i>Disminución en la producción agrícola .....</i>  | 76        |
| 7.4.1.3. <i>Almacenamiento y retención del agua .....</i>  | 77        |
| 7.5. Cálculo de la Tarifa .....  | 82        |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO VIII CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLITICA.....</b>   | <b>84</b> |
| 8.1 Conclusiones de PSA .....  | 84        |
| 8.2 Conclusiones del Análisis de los Proyectos .....   | 86        |
| 8.3 Conclusiones del Modelo Planteado.....   | 88        |
| 8.4 Implicaciones políticas .....  | 89        |
| 8.5 Consideraciones finales .....  | 91        |
| <br>   |           |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>92</b> |

## INDICE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Los ecosistemas como fuente de bienes y servicios a la sociedad .....                                       | 10 |
| Figura 2. Esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA) .....   | 40 |
| Figura 3. Funciones del ecosistema boscoso .....  | 75 |
| Figura 4. Curvas de demanda para el análisis del valor económico del agua<br>usando en excedente del consumidor ..... | 80 |

## INDICE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Funciones, Bienes y Servicios de ecosistemas naturales .....         | 13 |
| Tabla 2. Categorías de Pago .....   | 46 |
| Tabla 3. Tabla de Valores de Captación y Recuperación del Proyecto Heredia .. | 58 |
| Tabla 4. Tabla del Valor de la Tarifa hídrica aprobada en Heredia .....       | 58 |
| Tabla 5. Tabla Comparativa de las Características de los Proyectos .....      | 69 |

## INDICE ECUACIONES

|   |    |
|---|----|
| ec. 1. Costo de oportunidad .....   | 10 |
| ec. 2. Valor de captación (Proyecto Pimampiro) .....  | 47 |
| ec. 3. Valor de restauración (Proyecto Pimampiro) .....   | 47 |
| ec. 4. Valor de captación hídrica del bosque (Proyecto Heredia).....  | 57 |
| ec. 5. Valor de recuperación de cuencas hidrográficas (Proyecto Heredia) .....  | 57 |
| ec. 6. Monto promedio de flujo de agua de lluvia conservada por un ecosistema<br>forestal por año .....                 | 71 |
| ec. 7. Capacidad de conservación del agua que tiene un ecosistema boscoso ..  | 72 |
| ec. 8. Cantidad total de agua conservada por todas las combinaciones de tipos<br>de vegetación, suelo y pendiente ..... | 72 |
| ec. 9. Contribución del bosque a la conservación del agua .....   | 72 |
| ec. 10. Erosión de suelos que existe entre las tierras con bosques y las tierras<br>sin bosques .....                   | 73 |
| ec. 11. Suelos en el i-ésimo tipo de combinación .....  | 73 |
| ec. 12. Promedio de módulo de erosión de suelo en tierras de bosque .....   | 73 |
| ec. 13. Promedio de módulo de erosión de suelo en tierras sin bosque .....  | 74 |
| ec. 14. Valoración de los servicios ecosistema boscoso para la conservación<br>del agua .....                           | 75 |
| ec. 15. Efecto derivado de la presencia o ausencia de la producción agrícola. ...                                       | 76 |
| ec. 16. Valor al cambio de la productividad debido al servicio de regulación<br>del caudal hídrico .....                | 77 |
| ec. 17. Cálculo de la evapotranspiración potencial .....  | 78 |
| ec. 18. Valor de la evapotranspiración real .....   | 79 |
| ec. 19. Curva de la demanda como una función Cobb-Douglas (Volumen<br>de agua (m <sup>3</sup> /mes) .....               | 81 |
| ec. 20. Cálculo para la curva de demanda del período I (D <sub>I</sub> ).....   | 81 |
| ec. 21. Valor de agua neto .....  | 81 |

## RESUMEN EJECUTIVO

La problemática que presenta el recurso hídrico en la actualidad, ha incentivado la conservación y protección de este servicio ambiental, para asegurar su abastecimiento futuro en calidad y en cantidad. Los mecanismos de Pago por Servicios Ambientales (PSA), basados en la teoría de las externalidades económicas, son una solución que puede permitir que en zonas con altas densidades de crecimiento logre un desarrollo sostenible y aumente el valor de los recursos naturales escasos permitiendo mejorar su protección.

El PSA se financia con lógica de mercado, a través de cobros a los demandantes de servicios ambientales y pagos por actividades verificables a los productores o protectores de dichos servicios, lógica que es opuesta a las subvenciones y donaciones. El mecanismo de PSA consiste en coordinar flujos financieros producidos a través de tarifas e impuestos, de manera que los demandantes satisfagan sus necesidades a cambio de un precio que responda a su costo de oportunidad y que a su vez este precio sea suficiente para que el oferente cubra como mínimo sus costos de producción y se tomen las medidas para que se conserve el recurso sostenidamente.

En este contexto, esta tesis desarrolla un detenido análisis de los esquemas empleados en cuatro proyectos de América Latina: El Chaco y Pimampiro en el Ecuador, los casos de Heredia en Costa Rica y del Municipio de Achuapa en Nicaragua. Estos proyectos han sido desarrollados para aplicar PSA para el recurso hídrico.

Sobre la base de estos cuatro proyectos se realiza un contraste de las metodologías utilizadas para identificar cuál puede ser la más aconsejable para el cálculo de los valores, a más de proponer un modelo matemático que trate de analizar y capturar las principales variables y condiciones económico-ambientales que permita determinar precios y valores eficientes para el PSA de agua en comunidades pequeñas del Ecuador.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Justificación

Durante los últimos 300 años, la demanda de agua para consumo humano ha crecido tres o cuatro veces más rápido que el crecimiento de la población mundial<sup>1</sup>; esta tendencia ha sido especialmente marcada en los últimos 50 años, durante los cuales la demanda del agua se ha triplicado<sup>2</sup>. A nivel global, se calcula que la extracción de agua de ríos y lagos alcanza aproximadamente a 4.000 kilómetros cúbicos de agua por año<sup>3</sup>, un patrón que es más preocupante si se considera que únicamente el 0.01% del agua existente en la tierra se puede usar directamente para actividades humanas, y el resto se encuentra en los océanos (97%), y en forma de nieve o de hielo<sup>4</sup>.

Los cambios en el uso del suelo y la degradación de ecosistemas como consecuencia de actividades antropogénicas, afecta la calidad, movimiento y distribución del agua. Los patrones hidrológicos del mundo han sido altamente alterados por las actividades humanas, lo cual ha afectado la integridad de ecosistemas terrestres y acuáticos, creando una crisis a nivel global. En este sentido, se prevé que si los actuales niveles de consumo de agua se mantienen a nivel mundial, no será posible sostener a la población una vez que esta haya alcanzado los 10 billones<sup>5</sup>.

Entre los principales problemas que se presentan por las alteraciones en los ciclos hidrológicos se encuentran el colapso de pesquerías en ríos y océano, la erosión de canales de ríos, inundaciones de ecosistemas naturales, propagación de enfermedades, y la reducción del caudal total del agua disponible debido al incremento de la evaporación de reservorios y otros cuerpos de agua. En conjunto, todos estos impactos resultan en una marcada escasez hídrica que afecta no solo a las poblaciones y actividades humanas, sino

---

<sup>1</sup> BEAZLEY, 1993.

<sup>2</sup> HOLLAND, M., *et al.*, 2003.

<sup>3</sup> HOLLAND, M. *et al.*, 2003.

<sup>4</sup> GIORDAN y SOUCHON, 1995.

<sup>5</sup> BEAZLEY, M., 1993.



también a los ecosistemas naturales y a las especies que dependen de ellos<sup>6</sup>. En el presente, por ejemplo, no menos de mil millones de personas continúan sin acceso a agua potable y aproximadamente un 20% de la población total del planeta no dispone de agua, o aquella de la que disponen no es apta para el consumo humano<sup>7</sup>. Además de sus impactos ambientales, estas deficiencias repercuten directamente sobre la economía global, debido a que la producción de los países disminuye sensiblemente por el elevado número de días hábiles que dejan de trabajar los empleados, al verse incapacitados por infecciones contraídas por los problemas relacionados con el agua.

Frente a esta situación, en la actualidad el recurso hídrico es motivo de preocupación tanto en el ámbito nacional como internacional. Su escasez relativa, amenaza el desarrollo potencial al que podría aspirar una región, convirtiéndose en una limitante importante para que la población mantenga o mejore su nivel de vida. Esta preocupación se incrementa por la multiplicidad de factores que explican el deterioro del recurso hídrico tanto en la calidad como en la cantidad.

En términos de contribuir a mitigar los problemas hídricos del país, el fundamental reto social consiste en conciliar los objetivos de desarrollo con los de conservación de este recurso, y de esta manera intentar mantener el equilibrio ecológico. Esto es esencial para la preservación de las funciones de los ecosistemas, de manera que mantengan o incrementen los flujos de bienes y servicios ambientales hacia la población (e.g. servicio ambiental hídrico). Adicionalmente, este esfuerzo, puede brindar oportunidades de desarrollo, y minimizar riesgos del aparato productivo provocados por la escasez de recursos naturales y específicamente del agua. Pero para que esto suceda, es indispensable desarrollar herramientas y explorar alternativas que promuevan el uso racional del agua, sin descuidar el desarrollo económico de la sociedad.

Los instrumentos económicos y de mercado han sido utilizados por varias décadas en la prevención de la contaminación y la conservación de los ecosistemas. La mayor parte de

---

<sup>6</sup> BEAZLEY, M, 1993.

<sup>7</sup> ONU- PNUD, 2000.

ellos tratan de prevenir externalidades ambientales negativas (por ejemplo la contaminación o la destrucción de hábitat) por medio de impuestos o derechos ecológicos, y otras herramientas sustentadas en el principio de que “el que contamina, paga”. En la década de los 90, los nuevos enfoques se centraron en el reconocimiento de la generación de externalidades ambientales positivas a través de los incentivos económicos, en su mayor parte relacionados con subsidios u otro tipo de programas ambientales. Entre estas nuevas herramientas, el pago por servicios ambientales está recibiendo creciente atención por su potencial en la sustentabilidad social, económica y ambiental.

El PSA es un enfoque reciente, orientado al fomento de la generación de externalidades ambientales positivas por medio de la transferencia de recursos financieros desde los beneficiarios de ciertos servicios ambientales hacia quienes proporcionan o protegen dichos servicios o son fiduciarios de los recursos ambientales. En la década pasada, el uso de esquemas de PSA ganó popularidad como herramienta para el manejo de cuencas hídricas, diversidad biológica, secuestro de carbono, y belleza escénica.

La mayor parte de los esquemas de PSA son relativamente nuevos, ya que pocos tienen más de cinco años, y la mayoría de ellos continúa siendo experimental en alcance o están aún en etapa piloto. Aun así, la acumulación de experiencia y la variedad de esquemas, nos permiten hacer una evaluación preliminar de las ventajas y desventajas de los diferentes mercados de servicios ambientales y de varios modelos de PSA, así como de esquemas específicos que se han puesto en marcha a la fecha.

## **1.2 Problema**

Debido a la enorme importancia de los recursos hídricos y de los crecientes problemas relacionados con su calidad y cantidad,<sup>8</sup> en la actualidad, la importancia de su conservación es vital para la sostenibilidad de las comunidades locales y de la población en general. Desde este punto de vista, es imprescindible prestar atención a los ecosistemas cuya funcionalidad depende del suministro adecuado y la regulación de los ciclos hídricos locales.

---

<sup>8</sup> Servicio ambiental hídrico se refiere a la capacidad que tienen los ecosistemas boscosos para captar agua y mantener la oferta hídrica a la sociedad (Costanza et al., 1998)

Los bosques, por ejemplo, son ecosistemas esenciales cuya estructura y funcionamiento controlan, en gran medida, el flujo continuo y permanente de agua hacia pueblos, ciudades, campos agrícolas, industrias, represas, etc. En este contexto, es fundamental que los nuevos esquemas de PSA no solo reconozcan a bosques y otros tipos de ecosistemas terrestres como proveedores de un servicio ambiental, sino que también permitan asignar un valor lo más aproximado posible, a ser tomado en cuenta en los esquemas de PSA<sup>9</sup>. En todo caso, en la actualidad aun no existen mecanismos adecuados para establecer indicadores monetarios suficientemente buenos para aproximar el valor total de los bienes y servicios que brinda el ecosistema boscoso<sup>10</sup> que permitan organizar mercados eficientes que coadyuven al intercambio de los mismos, permitiendo además la comparación de sus aportes al bienestar general de la población y medirlos frente a los bienes y servicios que se producen en otros sectores de la economía.

Una forma de asignar un precio a los ecosistemas forestales, es mediante la valoración económica de los bienes y servicios que presta el ecosistema para la conservación y regulación del agua. Si bien existen varios estudios que han abordado este problema desde diferentes enfoques, aun, no existe un consenso sobre la metodología que se debería aplicar, por lo que los resultados son muy diversos y difícilmente comparables.

En todo caso, no se pretende con esto calcular el valor intrínseco de los ecosistemas, sino más bien, contar con un valor aproximado al valor económico, el cual depende de la cantidad de información existente, las circunstancias específicas y los tipos de modelos de producción existentes en la zona. Adicionalmente, los actuales modelos generalmente son muy demandantes en términos de la información que requieren, lo que muchas veces los vuelve excesivamente caros e imprácticos.

En este contexto, el presente trabajo tiene dos objetivos principales: i) hacer un análisis comparativo de las metodologías aplicadas por cuatro proyectos de PSA relacionados con recursos hídricos en Latino América, y ii) plantear un modelo de PSA que pueda ser

---

<sup>9</sup> COSTANZA, et al. 1998

<sup>10</sup> Referirse al Capítulo No. III para ver importancia de los ecosistemas boscosos y disponibilidad del recurso hídrico.

aplicado utilizando información de fácil de obtención (observaciones de campo o información bibliográfica), que no represente costos muy elevados, y, sobre todo, que sea fácilmente replicable en municipios pequeños del país.

### **1.3 Objetivos del Estudio**

El objetivo de esta tesis es analizar los esquemas de PSA aplicados en cuatro proyectos de América Latina: El Chaco y Pimampiro en el Ecuador, y los casos de Heredia en Costa Rica y del Municipio de Achuapa en Nicaragua, todos los cuales fueron concebidos como alternativas para generar sistemas de pago por servicios ambientales del recurso hídrico. En función de estas cuatro experiencias, se propone comparar las metodologías utilizadas en cada proyecto para poder determinar que métodos y técnicas son más eficientes de acuerdo al marco conceptual del pago por servicios ambientales. El resultado posibilitará identificar cuáles de los valores económicos empleados son los más adecuados y efectivos para contextos ambientales y socio-económicos como los que predominan en las pequeñas comunidades rurales del Ecuador.

Adicionalmente a esto, se plantea un modelo matemático que pretende analizar y reflejar las principales variables y condiciones económico-ambientales que determinan el desarrollo de un modelo de PSA que considere ámbitos integrales. Este modelo económicamente óptimo y ambientalmente responsable permitirá determinar precios y valores eficientes para el pago por servicios de agua en comunidades pequeñas del Ecuador.

### **1.4 Organización del Estudio**

Esta tesis está dividida en ocho Capítulos. El Capítulo II hace una descripción detallada de los Servicios Ambientales en general y una explicación de algunos bienes y servicios ambientales. El Capítulo III, define la importancia de los Ecosistemas boscosos para la disponibilidad del recurso hídrico y la importancia del recurso hídrico para el desarrollo local. En el Capítulo IV se provee una explicación sobre los mercados y el comercio para algunos bienes y servicios ambientales, mientras que en el Capítulo V se describen varios aspectos y conceptos del Pago por Servicios Ambientales (PSA). En el Capítulo VI se hace un resumen descriptivo y un análisis de las metodologías utilizadas en los estudios de caso,

para posteriormente, en el Capítulo VII plantear un modelo económico que permita determinar precios y valores eficientes para la implementación de un sistema de pago por servicios ambientales hídricos en comunidades pequeñas del Ecuador. Finalmente, en el Capítulo VIII se exponen las conclusiones y recomendaciones de política.

## CAPITULO II

### SERVICIOS AMBIENTALES

A partir de 1961, los países tropicales han perdido más de 500 millones de hectáreas de cubierta forestal<sup>11</sup>, como resultado de la enorme demanda del consumo mundial que ha crecido en un 50% durante el mismo período<sup>12</sup>. Además de su impacto directo sobre la biodiversidad y la integridad ecológica de los ecosistemas, esta situación está llevando a la pérdida de servicios ambientales que juegan un papel preponderante en el sustento, el desarrollo económico, y la salud de las poblaciones de todo el mundo. A pesar de su predominante importancia en la vida de las poblaciones, los servicios ambientales por lo general no son bien valorados o entendidos o simplemente los tomadores de decisiones, las empresas privadas y/o las comunidades locales los dan por sentados. Consecuentemente, estos servicios rara vez son tomados en consideración por los mercados, debido a la falta de información o conciencia de los consumidores, o por falta de los estímulos económicos adecuados que pudieran influir en el comportamiento de todos los actores involucrados en la producción, conservación, uso, y eventual comercialización de un servicio ambiental.

Los esquemas de PSA tratan de corregir esta falla del mercado al internalizar los beneficios, creando con ello los incentivos necesarios para lograr una eficiente oferta de servicios ambientales. A continuación se incluyen definiciones de lo que se entiende por dichos servicios y, más adelante, en el Capítulo IV se abordará el tema de cuáles de estos servicios pueden en la práctica internalizarse en las transacciones de mercado.

#### **2.1 Definición de Servicio Ambiental**

Los ecosistemas naturales proveen una serie de valiosos servicios ambientales que, por falta de la aplicación de sistemas de valoración específicos que permitan compararlos con otros activos económicos, por una deficiente administración o por la carencia de incentivos económicos orientados a su conservación, con frecuencia son sobreexplotados, mal utilizados y casi siempre terminan degradándose fuertemente o desapareciendo. En

---

<sup>11</sup> FAO, 2000.

<sup>12</sup> GARDNER, T., y ENGELMAN, R., 1999.

términos generales, los servicios ambientales (también conocidos como externalidades positivas) son funciones o características de los ecosistemas o agroecosistemas, que de alguna manera proveen un beneficio o utilidad a las poblaciones humanas y que, por lo tanto, pueden incidir directa o indirectamente en la protección y mejoramiento del ambiente y de la calidad de vida de las personas<sup>13</sup>.

Los servicios ambientales se derivan a partir de las complejas funciones, condiciones y procesos naturales de los ecosistemas, los mismos que proveen beneficios económicos y no económicos al ser humano. De esta manera, se evidencia la estrecha relación que existe entre la conservación de ecosistemas naturales saludables y el mantenimiento o mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones humanas. Mientras más deterioradas se encuentran las funciones o la estructura de un ecosistema, más tiende a deteriorarse el bienestar de la población, debido que los servicios ambientales que se derivan de esas funciones tienden a desaparecer o degradarse<sup>14</sup>.

Costanza et.al 1998, identifica los principales servicios de los ecosistemas y su funcionamiento a nivel mundial, y sostiene que los servicios de los sistemas ecológicos y las reservas de capital natural que se producen dentro de estos, son críticos para el funcionamiento del sistema de soporte de vida de la Tierra. Los servicios ecológicos contribuyen directa e indirectamente al bienestar del ser humano y, por lo tanto, representan parte del valor económico total (VET) del planeta. Además, Costanza et,al 1998, estima que el valor económico promedio de los servicios ambientales (fuera del mercado) es de USD \$ 33 trillones por año<sup>15</sup>.

No obstante, por lo general, el incremento de la cobertura de los ecosistemas naturales implica un costo de oportunidad, debido a la renuncia de los ingresos potenciales que generaría una actividad económica alternativa en esas tierras<sup>16</sup>. Es por esto que, es necesario compensar a los dueños de dichas tierras para que dediquen sus tierras a la protección y conservación de los ecosistemas. La fuente para esta compensación debe

---

<sup>13</sup> MARTINEZ, M., *et al.*, 2004.

<sup>14</sup> BARRANTES, G. y VEGA, M., 2002.

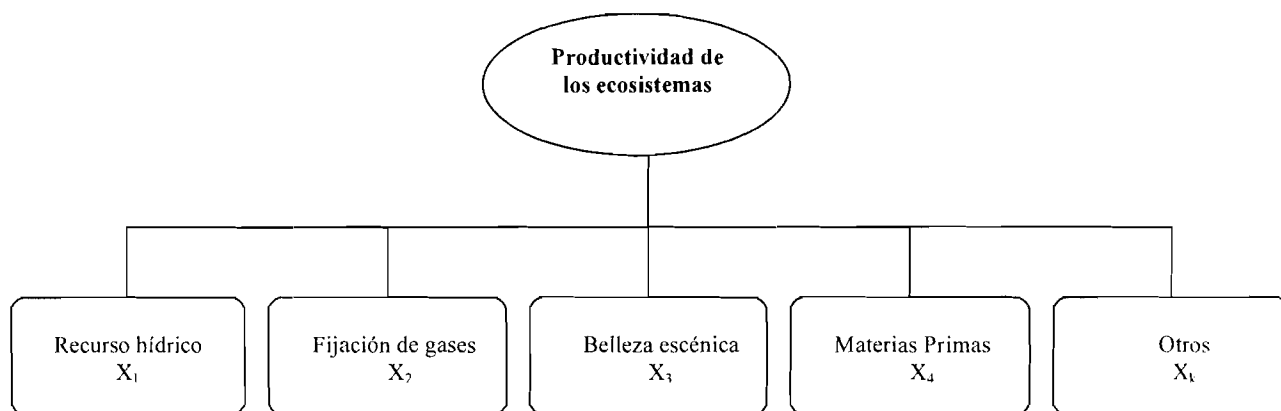
<sup>15</sup> COSTANZA, R., *et al.*, 1998.

<sup>16</sup> BARRANTES, G. y VEGA, M., 2002.

provenir de los recursos financieros derivados de los bienes y servicios que provee el ecosistema.

De acuerdo a Barrantes y Vega, 2002, el ecosistema natural como un ente productor de bienes y servicios, puede ser representado en una figura, en la que se pueda comparar su potencial productivo con aquel de otras actividades económicas que compiten por el uso del suelo (figura 1.).

**Figura 1. Los ecosistemas como fuente de bienes y servicios a la sociedad**



**Fuente: Gerardo Barrantes y Mauricio Vega 2002.**

En la figura 1., se observa que el 100 por ciento del costo de oportunidad del ecosistema natural debe ser compensado proporcionalmente por los distintos bienes y servicios que se exploten de este. Si  $C$  representa el costo de oportunidad que debe compensarse con el aprovechamiento del ecosistema natural y  $X_i$  es el aporte del bien o servicio  $i$  que se aprovecha en el ecosistema natural<sup>17</sup>, entonces

$$C = \sum_{i=1}^n X_i \quad (ec.1.)$$

<sup>17</sup> BARRANTES, G. y VEGA M., 2002.



La conservación, protección y restauración de los ecosistemas naturales son acciones que generan externalidades positivas pero que tienen importantes costos de oportunidad asociados a ellos y, por lo tanto, se justifica promover una transferencia de fondos hacia los dueños de los ecosistemas naturales. Adicionalmente, esta actividad aporta a la disminución de los costos operativos de los sistemas productivos, dada la posibilidad de aumentar la oferta de bienes y servicios ambientales con la disponibilidad de ecosistemas en cantidad y calidad. Esto es factible ya que, con el tiempo, se reduce el gasto en mantenimiento de los sistemas y evita el desplazamiento hacia otras áreas más alejadas para proveerse del servicio ambiental que ha sido deteriorado en las cercanías<sup>18</sup>.

En la actualidad, las fallas de mercado para internalizar los beneficios de la conservación, resultan en costos asumidos por los propietarios de la tierra, ya sean estas entidades privadas o públicas<sup>19</sup>. Esa situación provoca que las percepciones acerca de la conservación de los ecosistemas naturales se distorsionen, y que se llegue a creer que ésta representa un alto costo y un sacrificio de oportunidades económicas contenidas en usos tradicionales de la tierra; como resultado de esto, las áreas naturales son alteradas y dedicadas a otros usos para atender las demandas crecientes de la sociedad<sup>20</sup>. Por esta razón es necesario encontrar financiamiento que permita garantizar la permanencia de áreas silvestres, para cubrir el costo de oportunidad de las mismas y que esta fuente de financiamiento esté sustentada en los beneficios económicos que se obtienen por el uso de los bienes y servicios de los ecosistemas<sup>21</sup>.

## **2.2. Servicios Ambientales de los Ecosistemas Naturales**

La forma en que la sociedad se beneficia de la disponibilidad y funcionamiento de la biodiversidad representa la transición conceptual de función ambiental a servicio ambiental, de modo que los componentes o procesos de los ecosistemas que entran, directa o indirectamente, al sistema social empiezan a reconocerse y a denominárseles servicios ambientales. Estos servicios ambientales pueden presentarse como productos y servicios

---

<sup>18</sup> BARRANTES, G. y VEGA M., 2002.

<sup>19</sup> PANAYOTU, T., 1994.

<sup>20</sup> BARRANTES, G. y VEGA M., 2002.

<sup>21</sup> BARRANTES, G. y CASTRO, 1999.

económicos tradicionales tales como materias primas, frutos, empleo, etc., o también como otros servicios no tradicionales tales como la captación de carbono, la diversidad genética, medicamentos o materia prima para su producción, protección del suelo contra la erosión, mantenimiento de la fertilidad del suelo, protección de fuentes o mantos de agua, y valores paisajísticos, entre otros.

En general, la literatura sobre valoración de ecosistemas pone énfasis en dos características esenciales de los ecosistemas: “estructura” y “función”. Este énfasis se justifica porque estas dos características de los sistemas naturales son las que usualmente pueden producir o transformarse en bienes y servicios ambientales, y son susceptibles de ser valorados por el ser humano<sup>22</sup>. Debido a esto, para la identificación de los servicios ambientales de la biodiversidad es importante que se defina explícitamente que se entiende por estructura del ecosistema, función ambiental y servicio ambiental.

### ***2.2.1 Estructura del ecosistema***

La estructura del ecosistema se refiere a la composición del ecosistema (i.e. sus diferentes partes) y la organización física y biológica que define como se organizan esas partes<sup>23</sup>. Específicamente, una adecuada descripción de la estructura de un ecosistema, requiere menciones específicas acerca de los componentes bióticos y abióticos que caracterizan al ecosistema, y la forma en la que organizan en el espacio.

### ***2.2.2 Función ambiental***

Las funciones ambientales son procesos que se dan en un ecosistema como resultado de las interacciones entre plantas, animales u otros organismos, con el ambiente biótico en el que coexisten. Desde el punto de vista de los humanos, estos procesos pueden significar potenciales usos o beneficios, los mismos que pueden ser pasivos, directos, y prácticos. Algunas funciones también se pueden concebir como bienes de consumo, y otras como bienes capitales<sup>24</sup>.

---

<sup>22</sup> THE NATIONAL ACADEMIES, 2004.

<sup>23</sup> THE NATIONAL ACADEMIES, 2004.

<sup>24</sup> HUETING, R., *et al.*, 1998.

### 2.2.3 Servicio ambiental

Los servicios ambientales son las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los conforman, sostienen y satisfacen necesidades concretas de las poblaciones humanas. Es decir, los servicios ambientales se definen como las posibilidades o el potencial que tienen los componentes de la estructura o función de un ecosistema para ser utilizados por el ser humano para algún fin concreto<sup>25</sup>.

**Tabla 1. Funciones, Bienes y Servicios de ecosistemas naturales**

| Funciones                                       | Procesos Ecosistémicos y Componente   | Bienes y Servicios   |
|---|---|--|
| Regulación                                      | Protección de procesos ecológicos esenciales y sistemas de soporte de vida  |  |
| Regulación de gases                             | Función que desempeña el ecosistema en ciclos biogeoquímicos  | Protección ultravioleta –B, protección de la calidad del aire e influencia en el clima   |
| Regulación del clima                            | Influencia de cobertura del suelo y procesos biológicos intervenidos  | Regulaciones de temperatura global, precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global  |
| Prevención de disturbios                        | Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales                                 | Protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales, principalmente controlada por la estructura de la vegetación |
| Regulación hídrica                              | Regulación de los flujos hidrológicos   | Provisión de agua (riego y agroindustria) y proceso de transporte acuático   |
| Oferta del agua                                 | Almacenamiento y retención del agua   | Provisión de aguas para el consumo mediante cuencas, reservorios y acuíferos   |
| Retención de sedimentos y control de la erosión | Detención del suelo dentro de los ecosistemas   | Prevención de la pérdida del suelo por viento, escorrentía superficial y otros procesos de remoción, almacenamiento de agua en lagos y humedales   |
| Formación de suelos                             | Meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica  | Sostenimiento de la productividad en tierra arable   |
| Regulación de nutrientes                        | Función que desempeña la biota en el almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y adquisición de nutrientes | Protección de ecosistemas productivos  |
| Tratamiento de residuos                         | Función que desempeña la vegetación y biota en la recuperación de nutrientes móviles,                             | Tratamiento de residuos, control de la contaminación y desintoxicación   |

<sup>25</sup> HUETING, R., *et al.*, 1998.

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| Polinización            | remoción y descomposición de excesos de nutrientes y compuestos<br>Función que desempeña la biota en el movimiento de gametos florales | Polinización de especies de plantas silvestres   |
| Control biológico       | Regulación trófica dinámica de poblaciones   | Control de plagas y enfermedades   |
| <b>Hábitat</b>          | Proveedor de hábitat (espacio adecuado para vivir) para especies de plantas y animales silvestres                                      |  |
| Refugio de especies     | Hábitat para poblaciones residentes y migratorias  | Protección de diversidad biológica y genética; y protección de especies cosechadas   |
| <b>Producción</b>       | Provisión de recursos naturales  |  |
| Producción de alimentos | Producción primaria bruta de bienes extractables   | Producción de peces, gomas, cultivos, nueces, frutas, cosechas, agricultura de subsistencia, cacería y pesca                 |
| Materia prima           | Producción bruta primaria extractable de materias primas   | Producción de madera, leña y forrajes  |
| Recursos genéticos      | Material genético, variedad de sustancias bioquímicas y evolución en plantas y animales silvestres                                     | Medicina y productos para el avance científico, genes de resistencia a patógenos y plagas de cultivos, especies ornamentales |
| <b>Información</b>      | Proveer oportunidades para desarrollo cognitivo  |  |
| Belleza escénica        | Características atractivas del paisaje   | Disfrute del paisaje   |
| Recreación              | Proveer oportunidades para actividades de recreación   | Ecoturismo, pesca deportiva y otras actividades de recreación  |
| Cultural                | Proveer oportunidades para usos no comerciales   | Estética, artística, educacional, espiritual y valores científicos del ecosistema  |

Fuente: Adaptado de De Groot *et al.* 2002

En la tabla 1., los servicios de los ecosistemas representan los beneficios que las poblaciones humanas obtienen, directa e indirectamente de las funciones del mismo. De Groot *et al.* 2002 consideran en la tabla únicamente los servicios ofrecidos por los ecosistemas renovables y, en algunos casos, un servicio del ecosistema es el producto de dos o más funciones de muchos ecosistemas.

### 2.3. Explicación de algunos bienes y Servicios Ambientales

La característica fundamental de los servicios ambientales es que no se gastan ni se transforman durante el proceso, pero generan, indirectamente utilidad al consumidor de algún servicio en particular. Por el contrario, los bienes ambientales son aquellos que son

recursos tangibles y que pueden ser utilizados por el ser humano como insumo de producción en el consumo final, y que se gastan o transforman en el proceso<sup>26</sup>.

Indudablemente, los ecosistemas naturales proveen una serie de valiosos bienes y servicios ambientales, que contribuyen tanto al desarrollo productivo por la utilización de su materia prima, como a los bienes de consumo final. Cualquiera que fuera el uso, los bienes y servicios generan beneficios económicos, aunque en la mayoría de los casos estos no son contabilizados y no existe un precio que refleje la escasez absoluta o relativa de los mismos<sup>27</sup>.

Actualmente, algunos servicios ambientales son explotados económicamente y otros son de aprovechamiento potencial. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, todavía no existe una contabilidad que muestre los niveles de ingresos que están relacionados con el aprovechamiento de los mismos<sup>28</sup>, a excepción de la regulación de gases de efecto invernadero, de los cuales se está recibiendo un pago parcial de algunos países con altos niveles de contaminación.

A continuación se describen algunos servicios ambientales importantes de los ecosistemas, como la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción de carbono), la protección del suelo y fijación de nutrientes, el control de inundaciones y retención de sedimentos la polinización, la preservación de información genética, el control biológico, la belleza escénica, y la protección de suministros de agua.

### **2.3.1. Regulación de gases de efecto invernadero**

El crecimiento de bosques a través de la acumulación de biomasa y de aportes de materia orgánica al suelo, ayudan a reducir la cantidad de carbono en la atmósfera y por lo tanto contribuyen a disminuir la concentración de gases de dióxido de carbono.

---

<sup>26</sup> AZQUETA, D., FERREIRO, A., 1994.

<sup>27</sup> BARRANTES, G., VEGA, M., 2002.

<sup>28</sup> BARRANTES, G., VEGA, M., 2002.

La regulación de gases es un servicio ambiental potencialmente importante para la disminución de la contaminación atmosférica y el control del proceso de calentamiento global, originada principalmente por la emisión de sustancias tales como los gases de efecto invernadero (GEI), provenientes de diferentes actividades productivas y por el uso de combustibles fósiles (petróleo y carbón). Barrantes, G. 2002, afirma que este es un asunto de costo-beneficio, ya que algunos estudios comparativos muestran las diferencias en costos de disminución de la contaminación versus la aplicación de tecnologías para el mismo fin.

Un país en vías de desarrollo puede recibir beneficios económicos por el servicio ambiental de regulación de gases que mitigan los impactos negativos (externalidades de las actividades económicas de los países industrializados) generados en otras partes del mundo<sup>29</sup>.

### **2.3.2. Protección del suelo y fijación de nutrientes**

El servicio ambiental de fijación de nutrientes se produce a través de la captación de carbono, fijación de nitrógeno y del mantenimiento y retención del fósforo y la devolución y reciclamiento de estos nutrientes. Estos procesos se generan por medio de la fotosíntesis; de la simbiosis con bacterias nitrificantes y de procesos de descomposición de materia orgánica y reabsorción de nutrientes respectivamente.

La liberación de nutrientes, por medio de la descomposición de residuos orgánicos, constituye un servicio biológico importante ya que favorece la formación de los suelos. La fertilidad del suelo es un componente esencial de los ecosistemas, ya que de ella depende la subsistencia tanto de especies de animales y plantas como de los seres humanos<sup>30</sup>. Pimentel, 1998, afirma que el 99% de los productos consumidos por el ser humano son productos provenientes del suelo, mientras que el 0.6% son productos procedentes de ecosistemas acuáticos.

---

<sup>29</sup> Referirse al Capítulo IV. para mayor información de mercados de secuestro de carbono

<sup>30</sup> PIMENTEL, 1998.

La acción de los organismos (microorganismos) y procesos naturales formadores del suelo, son mecanismos fundamentales del suelo, ya que contribuyen al reciclamiento de nutrientes básicos requeridos por el ecosistema, incluyendo nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. Pimentel, 1998, sostiene que la diversidad biológica del suelo no solamente mejora la formación del suelo y la producción agrícola, sino que además aumenta la retención del agua, reduce la escorrentía y la erosión y, por lo tanto, mejora la calidad y la productividad del suelo.

### **2.3.3. Control de inundaciones y retención de sedimentos**

La regulación de los flujos hídricos es uno de los servicios ambientales que proporcionan los bosques, ya que por acción de la cobertura boscosa, el agua de lluvia es retenida y drenada apropiadamente hacia las partes más bajas de la cuenca. Las inundaciones que ocurren luego de precipitaciones muy fuertes, muchas veces son una consecuencia indirecta de la deforestación o, en general, la eliminación de la cobertura vegetal de un ecosistema, y ocasionan pérdidas económicas y sociales significativas para el país. Es por esto que es necesario incluir a este servicio ambiental dentro del paquete de incentivos económicos que la sociedad destina a la protección y conservación de la cobertura boscosa y áreas frágiles, ya que en la actualidad todavía no se logra obtener una retribución económica que recompense a los actores sociales que apoyan a esta causa.

### **2.3.4. Polinización**

El servicio ambiental de polinización consiste en la intervención de insectos y otros animales silvestres, fundamentalmente en procesos de reproducción y fertilización de cultivos agrícolas.

Los polinizadores como abejas, mariposas y murciélagos desempeñan un papel vital en el ámbito ambiental y económico, tanto en la agricultura como en los ecosistemas naturales. Cerca de un tercio de la producción alimenticia de Estados Unidos y del mundo depende directa o indirectamente de polinización por insectos. Las abejas, el mayor grupo de polinizadores, realizan cerca del 80% de la polinización debida de todos los insectos. A nivel mundial, al menos 20.000 especies de abejas están asociadas con la polinización.

Pimentel, 1998, afirma que aproximadamente 20.000 especies de plantas dicotiledóneas nativas en los Estados Unidos, y un estimado de un tercio de las especies de plantas del planeta, dependen de polinización cruzada. En la agricultura de Norteamérica, los cultivos que dependen de la polinización por abejas están valorados en USD \$ 40 billones. Asumiendo que el valor económico a nivel mundial es aproximadamente cinco veces mayor que el de Estados Unidos, la contribución de la polinización en la agricultura mundial se estima que es USD \$ 200 billones anuales<sup>31</sup>.

### **2.3.5. Información genética**

Al ser los ecosistemas un banco de genes en su estado natural, estos pueden proveer información genética para el desarrollo de distintas variedades de especies destinadas para actividad agropecuaria; esto no solo permite el descubrimiento de nuevos productos sino que potencialmente podría ayudar a alcanzar mayores niveles de productividad, para garantizar una adecuada alimentación a una población<sup>32</sup>.

Desde el año 1945 la producción agropecuaria a nivel mundial se ha duplicado o cuadruplicado dependiendo del cultivo. Se estima que entre el 20% y el 40% de este incremento en la producción se debe a mejoramientos alcanzados a través de cruzamiento genético incluyendo el fortalecimiento de híbridos y plantas resistentes a plagas. Debido a que todas las plantas cruzadas se derivan de genotipos silvestres que proveen nuevos genes para el mejoramiento de variedades comerciales de cultivos, la conservación de diversas especies de plantas en sus ecosistemas nativos es vital.

La diversidad genética también ha sido fundamental para el mejoramiento e incremento de la producción de la industria ganadera, especialmente del ganado lechero, porcino y avícola<sup>33</sup>.

---

<sup>31</sup> PIMENTEL, 1998.

<sup>32</sup> BARRANTES, G., VEGA, M., 2002.

<sup>33</sup> PIMENTEL, 1998.



### **2.3.6. Control biológico**

El servicio ambiental de control biológico consiste en la aplicación de técnicas compatibles con la conservación del medio ambiente, mediante la utilización de enemigos naturales en procesos de control de plagas, que actuando de un modo natural, controlan el nivel poblacional de las especies plaga sin ocasionar problemas de contaminación ni de residuos.

Tanto la producción agrícola como la ganadera se encuentran limitadas por la incidencia de plagas. Aproximadamente, 70.000 especies de plagas atacan cultivos agrícolas y destruyen más del 40% de toda la producción potencial de alimentos a nivel mundial, a pesar de que anualmente se aplican cerca de tres millones de toneladas de pesticidas alrededor del mundo. Cerca del 99% de plagas que atacan cultivos potencialmente podrían ser controlados con enemigos naturales y la presencia de resistencia genética en plantas huéspedes. Cada insecto considerado plaga, tiene de diez a 15 enemigos naturales que ayudan a controlarlo. Se ha estimado que, los beneficios económicos de utilizar enemigos naturales como control biológico, alcanzan a ser al menos de USD \$ 12 billones en los Estados Unidos y cerca de USD \$ 1000 billones a nivel mundial<sup>34</sup>.

### **2.3.7. Formas de vida y belleza escénica**

El servicio de belleza escénica consiste en el mantenimiento de valores escénicos en ecosistemas naturales que permiten desarrollar ciertas actividades económicas que están directamente relacionadas a esa belleza escénica.

La belleza escénica es un concepto que conlleva aspectos subjetivos, pero ligados a la conservación y el disfrute de un patrimonio heredado, porque está constituido por una amplia gama de recursos naturales como ríos, montañas, volcanes, lagos, bosques y la biodiversidad. Todos estos recursos tienen un gran valor económico que pocas veces es reconocido por la población. Aún cuando se han efectuado estimaciones de valoración económica relacionada con la belleza escénica, los resultados son muy preliminares y no permiten conclusiones precisas al respecto, sobre todo si se toma en cuenta que no hay

---

<sup>34</sup> PIMENTEL, 1998

experiencia acumulada en la transacción de estos recursos en el mercado de bienes y servicios.

La degradación ambiental por la transformación del entorno natural ha afectado la belleza escénica de los paisajes nacionales, como resultado del proceso de desgaste de grandes áreas de suelo, bosques, cuencas, y la contaminación visual. En los últimos años se ha intentado revertir esta tendencia con políticas de carácter ambiental principalmente expresadas en la consolidación del Sistema de Parques Nacionales y Áreas Protegidas. Entre los efectos positivos de estas medidas destacan, entre otros, el rescate de la valiosa riqueza biológica nacional, la preservación de cuencas, la restauración de áreas forestales y la gradual toma de conciencia en cuanto al reconocimiento del paisaje como una fuente de recursos que presta un servicio ambiental de alto valor para la recreación de la población y el desarrollo del ecoturismo.

## CAPÍTULO III

### SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO

Por sus características físicas el agua constituye un elemento esencial del clima y de los seres vivos<sup>35</sup>. El agua desempeña funciones vitales dentro de los procesos de formación y transporte de suelos y como solvente para el transporte de la mayoría de los elementos químicos y soluciones nutritivas necesarias para el crecimiento y desarrollo de la vegetación. En este contexto, Holdridge, 1982 sostiene que al estar el agua directamente relacionada con los procesos vitales de la vida, puede decirse que la fisonomía de la vegetación y las actividades de los animales, guardan estrecha relación con la distribución climática del agua.

La regulación del caudal, la calidad del agua, el suministro hídrico y la protección del hábitat son beneficios o servicios bien reconocidos de la protección de cuencas y constituyen un importante incentivo para el establecimiento de muchos parques nacionales y bosques. Costaza, *et al.*, 1998, define al servicio ambiental hídrico como la capacidad que los ecosistemas boscosos tienen para captar agua y mantener la oferta hídrica a la sociedad. Los bosques son ecosistemas importantes que benefician a la sociedad a través de un flujo continuo y permanente de agua. Desde este punto de vista, una valoración completa de los bosques requiere no solo del reconocimiento de su valor intrínseco, sino también de su valor económico<sup>36</sup>. Por lo general, este último valor se deriva del pago de derechos de los usuarios para mejorar la gestión de las cuencas en las que se capta y regula el flujo del agua que se está comercializando.<sup>37</sup>

#### **3.1 Ecosistemas boscosos y disponibilidad del recurso hídrico**

La relación entre los ecosistemas forestales y la disponibilidad y calidad del agua está determinada por dos aspectos fundamentales: 1) la estructura y fisonomía de la vegetación, y 2) su influencia sobre la estructura y estabilidad del suelo sobre el que se desarrolla. En cuanto a la estructura de la vegetación, esta influye sobre los flujos y la calidad de agua

---

<sup>35</sup> HOLDRIGE, 1982.

<sup>36</sup> COSTAZA, *et al.*, 1998.

<sup>37</sup> PAGIOLA, S. *et al.* 2003b.

mediante varios mecanismos relacionados. En primer lugar, la distribución espacial de los árboles y estructura del dosel del bosque determinan en gran medida la cantidad de agua de lluvia que puede ser retenida en el follaje antes de saturarlo. Solo después de que el follaje ha sido saturado por la lluvia, esta comenzará a caer en el suelo; además, el dosel del bosque funciona también como una barrera que reduce la fuerza con la que caen las gotas de lluvia, reduciendo así la erosión por impacto que puede producir una precipitación intensa. En segundo lugar, la estructura de la vegetación determina mayoritariamente la cantidad de agua de niebla que puede ser captada por el follaje y luego transportada al suelo. Aunque este mecanismo ha sido pobremente estudiado, se sabe que es extremadamente importante en algunas zonas de montañas en las que la precipitación es baja pero la presencia de nubes constante. En tercer lugar, el tipo de vegetación y su estructura determinan también la cantidad de agua que es absorbida del suelo y luego utilizada por la planta. Finalmente, la fisonomía de la vegetación es un factor determinante del microclima en el interior de un bosque, por lo cual influye directamente en la cantidad de agua que se pierde del suelo por evaporación.

El segundo mecanismo mediante el que la vegetación afecta la cantidad y calidad del agua, está dado por su efecto sobre la estabilidad y estructura del suelo. Por un lado, el desarrollo de los sistemas radiculares de los árboles crea macro y microporosidades en el suelo las mismas que afecta directamente el flujo del agua en el suelo y su disponibilidad para las plantas. Por otro lado, los constantes aportes de materia orgánica que hace la vegetación al suelo, modifican la estructura de este último, y afectan su capacidad de infiltración y retención de agua. Este último factor es crítico en términos de regular los caudales hídricos en las cuencas. Por último, los procesos de descomposición de materia orgánica y de re-absorción de nutrientes por las plantas, tienen una influencia crucial en la composición química del agua captada en las cuencas.

En vista de todos estos procesos, los bosques pueden ser considerados como captadores y transformadores de agua en donde el agua de lluvia o niebla es captada, transformada mediante la adición de elementos químicos presentes en los troncos y el follaje, y transportada al suelo donde la estructura física desarrollada por la vegetación regula el flujo

y modifica aun más el contenido químico del agua. La importancia de este papel de la vegetación ha sido demostrada extensivamente en cuencas sometidas a deforestación en las que los flujos de agua pierden su regulación produciendo inundaciones y/o desaparición de los caudales, se incrementa la sedimentación y la erosión, y se aceleran procesos de eutrofización de cuerpos de agua.

Los bosques han demostrado ser ecosistemas muy eficientes en función a la calidad y cantidad de agua<sup>38</sup>. Los ecosistemas boscosos generalmente se desarrollan en climas donde la precipitación provee mayor cantidad de agua de la que la vegetación puede usar o los suelos almacenar. Este exceso de agua contribuye al volumen de descarga del río, el mismo que, además de la precipitación, provee de irrigación y otros usos para las diferentes necesidades humanas. La vegetación es un factor importante dentro del ciclo hidrológico, ya que antes de que la precipitación llegue al suelo, el agua es interceptada y evaporada de la superficie de esta. Parte de la precipitación que llega a la superficie del suelo, se infiltra y corre por la superficie hasta llegar al nivel freático.<sup>39</sup>

Según la FAO, 2003, en la actualidad existen 38'694.550 Km<sup>2</sup> de bosques en el mundo, ocupando el 29,6% de la superficie terrestre y la reposición a través de plantaciones es de 1'867.330 Km<sup>2</sup>. La superficie per cápita es de 0,6 ha de bosque por habitante.

En Sudamérica aún existen 885'618.000 ha de bosques<sup>40</sup>, cubriendo el 50,5% de su superficie terrestre. Esto quiere decir que los países de Sudamérica contienen el 22,9% de todos los bosques del mundo, aún cuando su superficie representa solamente el 13,4 % de toda la tierra.

En el Ecuador existen aproximadamente 10'557.000 ha de bosque que cubren el 41,2% de su superficie y representan solamente el 1,2% de los bosques de Sudamérica y el 0,27% de los bosques del mundo<sup>41</sup>. Del total de superficie de bosques, 569.657 ha son de bosques

---

<sup>38</sup> Ibis

<sup>39</sup> WARING, R.H. y RUNNING, S.,W., 1998

<sup>40</sup> FAO, 2003

<sup>41</sup> FAO, 2003

andinos situados sobre los 2.000 msnm y 7'127.343 ha de bosques húmedo tropicales de tierras bajas, que incluyen 147.000 ha de manglares<sup>42</sup>.

A continuación se presenta una lista de servicios ambientales hídricos proporcionados por los ecosistemas boscosos y que son consideradas en términos de los esquemas de PSA vigentes<sup>43</sup>:

- Regulación de flujo: mantenimiento en temporada de secas y control de caudal;
- Mantenimiento de calidad hídrica, control de carga de sedimentos, control de carga de nutrientes (por ejemplo fósforo y nitrógeno), control de carga de sustancias químicas y salinidad;
- Control de erosión y sedimentación;
- Reducción de salinidad del suelo, regulación del nivel freático, y
- Mantenimiento de hábitats acuáticos (por ejemplo mantenimiento de la temperatura del agua, áreas de sombra en ríos y arroyos, manteniendo la cantidad adecuada de astillas de madera en el agua).

### **3.2 Recurso hídrico y el desarrollo local**

La disponibilidad del recurso hídrico determina el potencial del crecimiento económico de una región o país<sup>44</sup>; y el conocimiento de esta es fundamental para la definición de estrategias de desarrollo y aprovechamiento óptimo del recurso.

Se ha encontrado que el peso de las sociedades y el peso de las ciudades, por muy pequeñas que sean estas, son medidas por la calidad, la cantidad y la satisfacción de necesidades que brinda el agua; por lo que este recurso se convierte en un instrumento de valoración de la calidad de vida de los habitantes.

El recurso hídrico, constituye un elemento articulador de las sociedades. En este sentido, actualmente, se promueve la elaboración de planificación del territorio basado en cuencas hidrográficas, las mismas que constituyen los límites naturales que determinan el flujo

---

<sup>42</sup> FAO, 2003

<sup>43</sup> LANDELL-MILLS, N. y PORRAS, I., 2002.

<sup>44</sup> BARRANTES, G., 2002

hidrológico (para planificación de uso del suelo), donde se interrelacionan otros recursos como el bosque, decisiones de los dueños de las tierras, decisiones políticas, pobladores, entre otros (Estas son variables exógenas y endógenas que explican las distintas formas de uso de los recursos presente en una cuenca determinada)<sup>45</sup>.

Para que el servicio ambiental hídrico sea abordado como una estrategia que permita su conservación, es necesario operar y funcionar bajo un sistema de ordenamiento territorial, regulación, racionalidad y contabilidad; donde se incluya información socioeconómica, la relación entre bosque, agua y usos económicos y técnicas e instrumentos de valoración económica<sup>46</sup>. Este conjunto de procedimientos pueden permitir alcanzar no solo la conservación del recurso, si no el desarrollo local de una población.

---

<sup>45</sup> RAMAKRISHNA, B., 1997.

<sup>46</sup> BARRANTES, G. y VEGA, M., 2002.

## CAPITULO IV

### MERCADOS DE SERVICIOS AMBIENTALES

En términos económicos, un mercado, es el área dentro de la cual los vendedores y los compradores de una mercancía mantienen estrechas relaciones comerciales, y llevan a cabo abundantes transacciones de tal manera que los distintos precios a los que éstas se realizan tienden a unificarse. En otras palabras, se entiende por mercado al lugar al que asisten las fuerzas de la oferta y la demanda para realizar la transacción de bienes y servicios a un determinado precio<sup>47</sup>. Los mercados se pueden identificar y definir en función de los segmentos que los conforman, esto es, los grupos específicos involucrados en las transacciones y compuestos por entes con características homogéneas. El mercado se encuentra donde quiera que las personas cambien bienes o servicios por dinero.

En este contexto, dentro del mercado se puede identificar dos tipos, *mercados reales*, que se los define como aquellos que consumen estos productos y *mercados potenciales*, que son aquellos que no consumiéndolos aún, podrían hacerlo en el presente inmediato o en el futuro.

#### 4.1. Mercados para bienes y servicios ambientales

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), describe la industria ambiental como “las actividades que producen los bienes y servicios para medir, prevenir, limitar, minimizar o reparar los daños ocasionados al agua, la atmósfera o el suelo, así como los problemas relacionados con los desechos, el ruido y los ecosistemas”. Sin embargo, todavía no existe una definición acordada internacionalmente<sup>48</sup>. Los mercados de bienes y servicios ambientales difieren en el alcance geográfico, fortaleza y estructura de la demanda, competitividad, naturaleza y precio de las mercancías ofrecidas y el número de transacciones. Los esquemas de PSA tienen mayores posibilidades de resultar exitosos si la naturaleza de los mercados de los servicios ambientales a los que están dirigidos, está claramente entendida.

---

<sup>47</sup> DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO, 1981.

<sup>48</sup> UNCTAD-CEPAL, 2003.



Uno de los desafíos en el establecimiento de esquemas de PSA es transformar a los servicios ambientales en productos que puedan ser vendidos a los beneficiarios. Para esto, se requiere de la información adecuada sobre la naturaleza del mercado, la estructura de la demanda y el valor de los servicios para los beneficiarios. En términos generales, mientras mejor esté definido el producto (y sea más complejo el servicio contratado), mayores serán los costos de transacción del sistema, y a su vez mayores serán los precios potenciales a obtener en el mercado. Por otro lado, el manejo de los productos menos definidos resultarán más baratos, y a su vez se obtendrá un pago más bajo. Por tanto, es primordial encontrar la situación óptima de equilibrio entre la definición precisa del producto y los costos de transacción<sup>49</sup>.

En el año 2000, los mercados de bienes y servicios ambientales representaron aproximadamente USD \$280.000 millones de dólares; y se prevé que para el año 2010 llegará a los USD \$ 640.000 millones de dólares<sup>50</sup>. En este contexto, y para garantizar éxito en la aplicación del esquema de PSA, es esencial conocer el mercado del servicio ambiental en venta.

#### ***4.1.1. Mercados para el servicio de secuestro de carbono***

En la actualidad existe un fuerte consenso científico acerca de la realidad del calentamiento global. El calentamiento global es un incremento (en el tiempo) de la temperatura media de la atmósfera terrestre y de los océanos. La teoría del calentamiento global postula que la temperatura se ha elevado desde finales del siglo XIX debido a actividades antropogénicas, principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero<sup>51</sup>. La teoría predice,

---

<sup>49</sup> MAYRAND, K. y PAQUIN, M., 2004.

<sup>50</sup> UNCTAD-CEPAL, 2003.

<sup>51</sup> **Gases de efecto invernadero:** Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. El vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>), y ozono (O<sub>3</sub>) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC). <http://www.ipcc.ch/>

además, que las temperaturas continuarán subiendo en el futuro si continúan estas emisiones a la misma velocidad.

El cuerpo multigubernamental y científico, Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, más conocido por sus siglas en inglés IPCC (Inter-Governmental Panel on Climate Change), fue creado para asesorar a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) del Protocolo de Kyoto, misma que busca mitigar los efectos del calentamiento global a través de la disminución obligatoria de los gases de efecto invernadero, específicamente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxidos nitrosos (N<sub>2</sub>O) y ozono (O<sub>3</sub>), de 39 de los principales países industrializados<sup>52</sup>. El IPCC estima que el incremento del 30 % en los niveles de GEI en la atmósfera ha provocado que la temperatura de la tierra incremente 0.6 grados centígrados y, si esta tendencia continua a su velocidad actual, las temperaturas incrementarán entre 1.4 y 5.8 grados centígrados dentro de los próximos 100 años<sup>53</sup>.

Los mercados de carbono son en esencia globales en alcance y la mayoría de las transacciones involucran a compradores internacionales. Los mercados para los servicios de secuestro de carbono están bien desarrollados y son altamente competitivos. Esta competencia lleva a que los proveedores del servicio reduzcan los costos de transacción y minimicen el riesgo asociado con la confiabilidad de los créditos de carbono<sup>54</sup>.

El pleno establecimiento del mercado global de carbono está afectado por la incertidumbre respecto a la eficiente aplicación del Protocolo de Kyoto, mismo que ya está ratificado desde febrero de 2005, y las reglas específicas que orientarán su instrumentación. Esto afecta tanto la definición de los créditos de carbono como su precio. Dos riesgos ambientales están asociados con la creación de mercados de carbono: el que los bosques de plantación sustituyan a los nativos, o financiar conservación en donde no está ocurriendo deforestación (el nivel de base o línea base). En el primer caso, los mercados de carbono pueden crear incentivos perversos que ocasionen la tala furtiva e indiscriminada y la

---

<sup>52</sup> LÖSCHEL, A. y ZHANG, Z., 2002.

<sup>53</sup> IPCC, 2001.

<sup>54</sup> LANDELL-MILLS, N. y PORRAS, I., 2002

reforestación con monocultivos que absorban el carbono con mayor rapidez; en el segundo caso se tendrá una situación en la que no se agrega valor en términos de conservación, puesto que los bosques estaban ya protegidos sin necesidad de pagos. Los proyectos de secuestro de carbono, por tanto, deben definirse de modo cuidadoso y se debe contar con un sistema ingenioso de control y la posibilidad de reformularlo y actualizarlo cuantas veces sean necesarias para asegurar buenos resultados y evitar estos resultados adversos<sup>55</sup>.

Landell-Mills y Porras, 2002, en su estudio de esquemas de PSA, analizaron 75 ejemplos de pagos por servicios de secuestro de carbono y concluyeron que el mercado está en rápida expansión, con diversas plataformas de canje, transacciones en varios niveles (regional, nacional e internacional) a pesar de la incertidumbre persistente respecto de los mecanismos planteados para la implementación del protocolo de Kyoto<sup>56</sup>.

#### ***4.1.2. Mercados para el servicio de biodiversidad***

La FAO, 2001, estima que el 24% de especies de mamíferos y el 12% de especies de aves enfrentan un “alto riesgo de extinción en el futuro cercano”. En la actualidad, está mundialmente aceptado que la principal causa de extinción se da por pérdida del hábitat, seguida por sobreexplotación, introducción de especies y control de depredadores.

La deforestación tropical es una preocupación particular a nivel mundial, ya que esta es responsable por la pérdida de aproximadamente 5 – 15% de las especies del mundo entre 1990 y 2020<sup>57</sup>.

La situación crítica de financiamiento y la limitada disposición a pagar por parte de los gobiernos, a motivado a conservacionistas y otros para incrementar esfuerzos en la búsqueda de soluciones innovativas, incluyendo la promoción de mercados de servicios de biodiversidad.

Los mercados de servicios de biodiversidad existen en los ámbitos local, nacional e internacional y pueden, por tanto, ser semejantes a los mercados de carbono o de cuencas

---

<sup>55</sup> LANDELL-MILLS, N. y PORRAS, I., 2002.

<sup>56</sup> LANDELL-MILLS, N. y PORRAS, I., 2002.

<sup>57</sup> LANDELL-MILLS, N. y PORRAS, I., 2002.

hídricas, o una mezcla de ambos. Los mercados de servicios de biodiversidad se caracterizan por ser muy diversos, lo cual genera una multiplicidad de demandas que aumentan la complejidad de la creación del sistema de pagos. Los servicios de biodiversidad, al igual que los servicios de cuenca hídrica, no se venden de manera directa, sino se venden usos de suelo específicos que se considera protegen a las especies, los ecosistemas y la diversidad genética<sup>58</sup>.

Generalmente, la demanda de conservación de la biodiversidad es global, no obstante, en ocasiones esta resulta ser local, siendo los principales comparadores organizaciones internacionales, fundaciones y ONG de conservación. Las empresas farmacéuticas también participan en este mercado. El valor de los servicios de conservación de la biodiversidad es difícil de fijar ya que en muchos casos resulta difícil valorar los servicios y ajustar la demanda con la oferta<sup>59</sup>.

Landell-Mills y Porras, 2002, estudiaron 72 esquemas de pagos por servicios de biodiversidad y mostraron que estos mercados están en sus inicios y son, en muchos casos, experimentales.

#### ***4.1.3. Mercados de belleza escénica***

Los mercados de belleza escénica son los menos desarrollados en materia de servicios ambientales, sin embargo, son los que más larga historia tienen. La demanda de estos servicios existe tanto en el ámbito nacional como en el internacional, pues, los proveedores de acceso a belleza escénica han estado cobrando por décadas a los “consumidores” (i.e agencia de turismo y turistas).

En la actualidad, el ecoturismo, el turismo de naturaleza, el turismo científico o el de aventura, son sectores del mercado con gran crecimiento en el mundo, siendo prácticamente los principales beneficiarios y, por tanto, también los principales demandantes de servicios de belleza escénica. En el presente, los gobiernos han sido los principales oferentes de estos servicios, por medio de la creación de áreas protegidas o la protección de sitios de

---

<sup>58</sup> PAGIOLA, S. *et al*, 2002. *op. cit.* p. 264.

<sup>59</sup> BISHOP, J. y LANDELL-MILLS, N., 2002. *op. cit.* p. 20.

patrimonio natural o cultural<sup>60</sup>. Estos servicios, sin embargo, son crecientemente ofrecidos por las comunidades locales y los pueblos indígenas, ya que el concepto de belleza puede también incluir las prácticas culturales, los usos tradicionales del suelo o características arquitectónicas.

De acuerdo a la Organización Mundial del Turismo, 2000, en 1999 el total del turismo internacional excedió los 663 millones de personas, equivalente a USD \$455 billones de dólares y alrededor de 200 millones de personas empleadas (directa e indirectamente), representando cerca del 10% de la fuerza laboral global. En 1998, la Sociedad Internacional de Ecoturismo, estimó que de los 528.4 millones de turistas en 1994, entre el 40 – 60 % fueron para ecoturismo.

El estudio de Landell-Mills y Porras, 2002 incluyó 51 experiencias de pagos por belleza del paisaje y concluyó que este mercado no está aún maduro y enfrenta importantes restricciones, entre ellas la falta de voluntad de la industria de ecoturismo a pagar por la oferta de dichos servicios, además de la carencia de mecanismos complejos de pago.

#### ***4.1.4. Mercado de servicios en paquete***

Los servicios en paquete se generan cuando en una sola área se vende diferentes servicios. Los mercados de servicios en paquete comparten las características de los mercados de servicios ambientales incluidos. Los servicios pueden venderse en paquetes fusionados (cuando resulta imposible separar los servicios incluidos) o en canasta de servicios (con servicios específicos que se compran y los usuarios del suelo venden diversos servicios a los compradores)<sup>61</sup>.

Dentro del esquema de PSA, los paquetes fusionados son más fáciles de gestionar y a menores costos de transacción. Sin embargo, estos resultan ser menos efectivos en la medida en que la fusión de servicios hace imposible el pago orientado a servicios individuales. La canasta de servicios es un enfoque mejor diseñado, no obstante, el manejo es más complejo y costoso.

---

<sup>60</sup> LANDELL-MILLS, N. y PORRAS, I. 2002.

<sup>61</sup> SCHERR, S. *et al.* 2004.

Landell-Mills y Porras, 2002, estudiaron 28 casos de esquemas de PSA en paquetes de servicios y encontraron que los mismos pueden aportar ingresos adicionales a los usuarios del suelo, pero es más complejo y costoso establecer este esquema, ya que se involucran varios servicios al mismo tiempo<sup>62</sup>.

#### **4.1.5. Mercado para los servicios de cuencas hídricas**

Por lo general, los mercados para los servicios de las cuencas hídricas son locales en alcance, ya que la mayor parte de las transacciones se efectúa en el ámbito de la cuenca hídrica. Estos mercados por lo general no incluyen el canje de mercancías (cantidad o calidad del agua), sino más bien financiamiento de usos del suelo que generan beneficios a la cuenca<sup>63</sup>. Se ha determinado que la demanda de los servicios hídricos generalmente se origina en los usuarios del agua corriente abajo, por ejemplo productores agrícolas, generadores de energía eléctrica y consumo doméstico en áreas urbanas<sup>64</sup>. La naturaleza local de la demanda del servicio hídrico y la presencia de un número limitado de beneficiarios bien organizados (centrales hidroeléctricas o comisiones de irrigación), favorecen a la implementación del esquema de PSA.

El financiamiento de los servicios de la cuenca hídrica generalmente se realiza por medio de pago de derechos de los usuarios para mejorar la gestión del área protegida corriente arriba<sup>65</sup>. Los sistemas de pago público predominan en escala, (aunque no en número), para los servicios de protección de las cuencas; estos pagos pueden contribuir de forma significativa en los ingresos locales y ofrecer suficientes incentivos para el mantenimiento de la cubierta forestal. Es por esto que es fundamental contar con modelos hidrológicos, por más complejos que sean, que permitan vincular las prácticas de conservación con la generación de servicios de calidad y cantidad del agua, con el fin de asegurar que el sistema de PSA proporcione los servicios que los beneficiarios pagan<sup>66</sup>.

---

<sup>62</sup> LANDELL-MILLS, N. y PORRAS, I., 2002.

<sup>63</sup> PAGIOLA, S. *et al.* 2002. *op. cit.* p. 264.

<sup>64</sup> FAO, <http://www.fao.org/ag/agl/watershed/watershed/papers/paperewk/pewrken/synthesis.pdf>, 2004.

<sup>65</sup> PAGIOLA, S. *et al.* 2003.

<sup>66</sup> UNCTAD-CEPAL, 2003.

En el estudio realizado por Landell-Mills y Porras, 2002, de 61 esquemas de pagos por cuenca hídrica, se encontró que estos mercados están más institucionalizados y se apoyan en una relación de cooperación entre oferta y demanda, más que en la competencia entre proveedores de servicio y sus beneficiarios. Además, se encontró que los beneficiarios tienden a una creciente disposición a pagar por los servicios, conforme crece en importancia la conservación de las partes altas de las cuencas para el mantenimiento de los servicios hídricos.

La conservación en las áreas altas de las cuencas para el mantenimiento de los servicios hídricos es una estrategia puesta en práctica en varios países de América Latina y el Caribe, entre ellos Brasil, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Honduras y Panamá<sup>67</sup>. Por lo general, el enfoque más utilizado para el mejoramiento de las prácticas de gestión entre usuarios, es el establecimiento de áreas protegidas más que la creación de sistemas de PSA. Sin embargo, los esquemas de PSA con base en cuencas hídricas son de uso creciente y se han puesto a funcionar en varios países, entre ellos Estados Unidos, México, Colombia, Ecuador, Costa Rica, Honduras y Brasil<sup>68</sup>.

En términos generales, de la revisión de los mercados de servicios ambientales se determina que los mercados locales están mejor definidos que los globales, lo que permite una definición más precisa y mejor valuación de los servicios. Esto puede conducir a esquemas óptimos de pagos que atribuyan a los servicios un valor más cercano a sus beneficios marginales<sup>69</sup>. Adicionalmente, puede ser más fácil generar flujos constantes de pagos recurrentes a largo plazo en los mercados basados en cuencas hídricas, los mismos que son locales por naturaleza; que en los mercados basados en conservación de la biodiversidad o captura de carbono, ya que estos se rigen principalmente en acuerdos internacionales de una sola ocasión. En general, cada uno de los mercados tiene su propio conjunto de fortalezas y limitaciones y la forma en que los esquemas de PSA se adaptan a estas características es la clave de su éxito.

---

<sup>67</sup> WORLD BANK y WWF, 2003.

<sup>68</sup> WORLD BANK y WWF, 2003.

<sup>69</sup> FAO, 2003.

## **4.2. Comercio de Bienes y Servicios ambientales**

Tradicionalmente, la industria ambiental no se ha orientado hacia la exportación. Esto se debe a que por largo tiempo la demanda local ha sido suficiente fuente de operaciones comerciales; las pequeñas y medianas empresas, que representan la mitad del mercado, son poco propensas a exportar y su capacidad de hacerlo es limitada, ya que por lo general, se necesitan conocimientos específicos sobre los problemas y condiciones ambientales locales. Sin embargo, en la actualidad, con la creciente necesidad de armonización de las normas ambientales nacionales, la adopción de metas ecológicas mundiales (en particular gracias a la aplicación de acuerdos ambientales multilaterales) y la privatización de los servicios, se pueden hacer que la industria ambiental se oriente más hacia el comercio internacional<sup>70</sup>.

La creación de un sector de servicios ambientales de algunos países en desarrollo, ha contribuido no solo a hacer frente a problemas ambientales, sino que también ha exportar sus servicios. En estos casos exitosos, varios elementos han desempeñado un papel importante, como la voluntad y el liderazgo político, una legislación ambiental adecuada y su debida aplicación, la aportación de recursos financieros por los organismos internacionales, la asistencia técnica de los países desarrollados, la cooperación entre los poderes públicos y el sector privado y un proceso de adopción de decisiones participativo<sup>71</sup>.

---

<sup>70</sup> VÉLEZ, 2001.

<sup>71</sup> VÉLEZ, 2001.



## CAPITULO V

### PAGOS POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA)

En los últimos veinte años, los sistemas de gestión ambiental han evolucionado hacia el uso de instrumentos económicos y de mercado que buscan la internalización de las externalidades ambientales por medio de las señales adecuadas de precios y sistemas de incentivos, que pueden incluir subsidios, política fiscal, creación de mercados para las emisiones contaminantes y muchas otras herramientas<sup>72</sup>. De esta forma, el concepto de Pago por Servicios Ambientales (PSA) ha recibido mucha atención como un instrumento innovador para financiar la conservación de la naturaleza y el buen manejo de los recursos naturales<sup>73</sup>. Esto se debe a que, el PSA se ha convertido en una solución que puede permitir invertir una situación de desabastecimiento y degradación ambiental mediante la lógica del mercado y transformar zonas de alto valor y riesgo ambiental, a causa de altas presiones demográficas, en áreas en las que se logre un desarrollo ambientalmente eficiente<sup>74</sup>.

Pasolac y CBM, 2002, afirman que el PSA posibilita acciones de mitigación, adaptando los flujos financieros entre los actores y modificando sus relaciones y percepciones acerca del uso de la tierra y el medioambiente. De modo que, poner en marcha un sistema “proveedor de bienes y servicios ambientales” como es el PSA, podría conjuntamente modificar las relaciones entre los actores sociales (entre habitantes de la ciudad y pobladores rurales y entre colectividades y municipalidades) y el uso de los recursos naturales existentes; a fin de establecer formalmente un mercado de bienes y servicios ambientales<sup>75</sup>. “La relación proporcional entre la escasez, necesidad de conservación y el precio de un recurso determinado, establece nuevas opciones para la optimización de uso y puesta en valor dicho recurso, lo que aproxima a un uso más sostenible y acorde con la realidad”<sup>76</sup>.

---

<sup>72</sup> MAYRAND, K. y PAQUIN, M., 2004.

<sup>73</sup> ARROYO, B., et al., 2005.

<sup>74</sup> MARTINEZ DE ANGUIA, P., y BENEITEZ, J. M.

<sup>75</sup> PASOLAC y CBAM, 2002.

<sup>76</sup> MARTINEZ DE ANGUIA P., BENEITEZ J.

De acuerdo a Pagiola y Platais, 2002, “El Principio central del PSA consiste en que los proveedores de servicios ambientales se verán compensados por los mismos, mientras que los beneficiarios de los servicios han de pagar por ellos”<sup>77</sup>. En ello, el enfoque de PSA es similar al principio de que “el que contamina, paga” al crear incentivos positivos para la protección ambiental y la conservación<sup>78</sup>. Si existe la demanda de un recurso y la oferta capaz de satisfacer de forma adecuada a dicha demanda, el mecanismo de PSA consiste en coordinar los flujos financieros que deben producirse a través de tarifas e impuestos fundamentalmente, de tal forma que los demandantes cubran de manera satisfactoria su necesidad a cambio de un precio acorde a la misma y que a su vez este precio sea el suficiente para que el oferente cubra como mínimo sus gastos de producción y por otro lado se tomen las medidas para que el recurso se gestione y conserve de manera sostenible<sup>79</sup>.

Lo fundamental en un sistema de PSA es crear un mercado para un servicio ambiental que habitualmente no tiene precio. El sistema parte de agentes económicos responsables de la externalidad ambiental positiva, los “proveedores” del servicio, y de los agentes beneficiarios (o usuarios)<sup>80</sup>.

El PSA es un instrumento que puede coadyuvar al financiamiento de distintos servicios ambientales<sup>81</sup>, la protección de cuencas hidrográficas, el comienzo de la gestión forestal, la educación ambiental, las prácticas mejoradas de manejo agrícola y ganadero, la potenciación del capital social, y el cambio de mentalidad de campesinos que empiezan a cuidar sus causas en busca de cubrir su costo de oportunidad que les brinde un mayor beneficio monetario<sup>82</sup>.

Adicionalmente, se ha evidenciado que los esquemas de PSA pueden funcionar en donde los enfoques regulatorios han fallado al crear un sistema de incentivos para la conservación, en lugar de un conjunto de obligaciones legales enfrentado al incumplimiento generalizado

---

<sup>77</sup> PAGIOLA, S., y PLATAIS, G., 2002

<sup>78</sup> MAYRAND, K. y PAQUIN, M., 2004

<sup>79</sup> MARTINEZ DE ANGUIA, P., y BENEITEZ, J.

<sup>80</sup> DE HEK, S., KIERSCH, B., y MAÑÓN, A.,

<sup>81</sup> Referirse a Capítulo No. II. para definición de Servicios Ambientales

<sup>82</sup> MARTINEZ, Pablo, *et.al.*,

debido a los contra incentivos económicos y la falta de recursos para la aplicación legal. Concretamente, en países en desarrollo como el nuestro, resulta difícil aplicar medidas de conservación, reglamentos sobre uso del suelo o prácticas de gestión agrícola o forestal en las comunidades pobres que dependen de la explotación de los recursos para su sustento<sup>83</sup>.

Los esquemas de PSA, en comparación con los subsidios, pueden conducir a resultados más sustentables al generar un flujo continuo de pagos<sup>84</sup>. Es más probable que los esquemas de PSA resulten más eficientes en costos que la combinación de los enfoques regulatorios y los subsidios, cuya gestión implica de recursos estatales<sup>85</sup>.

### **5.1. Estructura o tipos de los mecanismos de PSA**

No existe una definición común mutuamente acordada de los esquemas de PSA, sino más bien una serie de clasificaciones basadas en servicios ambientales, estructura, tipos de pago y otras. Esta falta de definición o clasificación común es un reflejo de la gran diversidad de sus modelos, pero también genera cierta confusión y falta de claridad en los textos respecto de cuáles mecanismos deben considerarse pagos por servicios ambientales. Los esquemas de PSA por lo común se clasifican por tipo de servicios proporcionados, pero también se les puede ordenar por el tipo de pagos o las transacciones que incluyen<sup>86</sup>.

Sin embargo, todos los esquemas de PSA comparten el objetivo de asignar un determinado valor a los servicios ambientales y establecer sistemas adecuados institucionales, de fijación de precios y redistribución que conduzcas a cambios de comportamiento y a prácticas de uso del suelo sustentables y socialmente óptimas.

A continuación se presentan los tipos de esquemas de PSA más sobresalientes encontrados en la literatura.

De acuerdo a De Hek, S. *et al.*, dentro del concepto de PSA se pueden distinguir dos tipos de esquemas de PSA:

---

<sup>83</sup> MAYRAND, K. y PAQUIN, M., 2004.

<sup>84</sup> PAGIOLA, S., 2002.

<sup>85</sup> MAYRAND, K. y PAQUIN, M., 2004.

<sup>86</sup> MAYRAND, K. y PAQUIN, M., 2004.

- A. Servicios de ámbito global** o también denominados de escala geográfica amplia, cuyo propósito es la utilización de instrumentos de mercado para el pago de servicios, donde sus usuarios no están restringidos a nivel local. Ejemplos de este tipo de PSA se puede mencionar a mantenimiento de la biodiversidad, fijación de carbono, belleza escénica, entre otros.
- B. Compensación de proveedores a través de un mercado local**, donde los usuarios están mejor definidos y circunscritos a una escala geográfica concreta y cercana al lugar donde los proveedores ejercen sus actividades productivas. De esta manera, el funcionamiento del pago por servicios ambientales se facilitaría debido a la cercanía geográfica existente entre usuarios y proveedores, ya que los costos de transacción se reducirían considerablemente y el flujo de información entre agentes económicos sería más sencillo. Un ejemplo de este tipo de PSA es un sistema de PSA por el servicio del recurso hídrico en cuencas<sup>87</sup>.

Por otro lado, Scherr, S. *et al.*, 2004, mencionan que existen tres tipos de esquemas de PSA los mismos que son:

- A. Esquema de Tratos Privados.** En algunas situaciones, las entidades privadas han desarrollado sus propios mecanismos de pago para la protección de los recursos hídricos, siendo su característica primordial la nula o mínima intervención del gobierno. Parte de la negociación directa entre productores y consumidores de servicios ambientales tienen su origen principalmente en situaciones de riesgo ambiental o déficit en el abastecimiento de algún servicio ambiental. Esto provoca que los consumidores negocien con los potenciales productores. En este tipo de esquemas, la valoración contingente del recurso y el cálculo de costes de oportunidad, son el punto de partida desde el cual será más sencillo aproximar a las partes y llegar a un acuerdo. Un ejemplo de este tipo de esquema es el de una población cuyo abastecimiento de agua está en proceso de degradación debido a las prácticas agrícolas agresivas y a la deforestación de la cuenca proveedora del recurso. El habitante está dispuesto a pagar por disponer de buena calidad de agua (valoración contingente), y por otro lado el campesino posiblemente no objetará el emplear técnicas más respetuosas para la conservación del

---

<sup>87</sup> DE HEK, S, *et al.*

recurso, siempre que ello no represente una reducción en sus ingresos (costo de oportunidad) o incluso los aumente. La herramienta que este tipo de esquema suele requerir es la ordenación del territorio si el área proveedora del servicio ambiental es relativamente amplia, puede tener bajos costos de transacción, ser flexible y resultar importante para el desarrollo rural de las zonas deprimidas.

**B. Esquema de Pagos Públicos.** Este esquema se refiere a que el gobierno o instituciones del sector público pagan por la conservación del servicio de la cuenca. El financiamiento puede provenir de diferentes fuentes, incluyendo la utilización de impuestos o subsidios dependiendo del tipo de externalidad que se pretenda corregir o modificar. La sencillez de su proceso de aplicación hace de este esquema que sea uno de los más utilizados.

En el caso de los impuestos la producción disminuirá proporcionalmente al total de gravamen al que se somete un agente productivo determinado. El impuesto debe ser igual al daño marginal o externo en el óptimo, por lo tanto para poder alcanzar el óptimo, la institución encargada de determinarlo (gobierno local, nacional), debe conocerlo. El grado de información del que debe disponer el regulador tiene que ser bastante considerable.

Este esquema es aplicable a situaciones próximas al monopolio o en las que el Estado pueda tener un alto grado de intervención, por ejemplo en la subida de precio de carburantes para subsidiar los bosques fijadores de CO<sub>2</sub>.

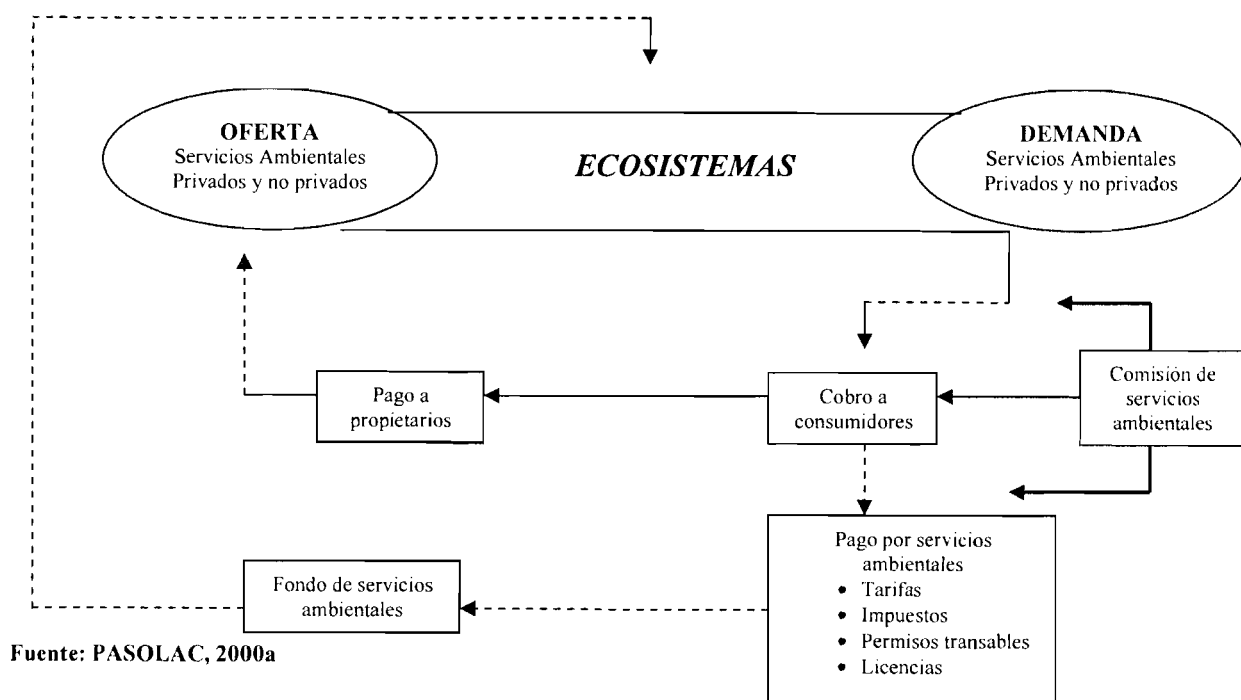
**C. Esquemas de Canje.** Este esquema se encuentra recientemente empezando a emerger en países con fuerte regulación ambiental, donde el gobierno fija estándares de calidad de agua o de emisión de gases, bastante estrictos. En la mayoría de casos, tanto las compañías como los dueños de las tierras tienen una cantidad máxima permisible de emisiones que pueden liberar. Es por esto que, los esquemas de canje generalmente se dan cuando las compañías o los dueños de tierras descubren que resulta más barato comprar créditos o unidades de emisiones de otras fuentes, que cambiar sus procesos para reducir las emisiones a los estándares regulatorios exigidos. Las autoridades para esquemas de canje deben ser estatales, federales o agencias reguladoras locales. Un

sistema estricto regulatorio y sistemas de monitoreo efectivo son requisitos clave para cualquier esquema de canje.

En este contexto, y cualquiera que fuese el criterio usado para clasificarlos, los esquemas de PSA, por lo general tenderán a funcionar mejor cuando el valor de los servicios ambientales sea alto para los beneficiarios y los costos de proporcionar dichos servicios resulten bajos. No obstante, en ocasiones pueden funcionar también cuando ambos valores sean altos, siempre y cuando los pagos excedan los costos de proporcionar los servicios<sup>88</sup>.

Aunque cada esquema de PSA tiene particularidades, la mayoría tiene un diseño estructural básico común, como se muestra en la figura IV.1.1. este modelo resulta conceptualmente atractivo tanto por su simplicidad como por su flexibilidad en diversas condiciones socioeconómicas y ambientales. Su aplicación en condiciones reales, sin embargo, plantea diversos desafíos que se hacen evidentes mediante un análisis más estrecho de los actuales esquemas de PSA.

**Figura 2. Esquema de Pago por Servicios Ambientales (PSA)**



Fuente: PASOLAC, 2000a

<sup>88</sup> MAYRAND, K. y PAQUIN, M., 2004.

## 5.2. Establecimiento de un esquema de PSA<sup>89</sup>

Para el establecimiento de un esquema de PSA se requiere inicialmente definir, medir y cuantificar los servicios ambientales que han de generarse con el sistema. La naturaleza, números y origen de los beneficiarios están directamente relacionados con la naturaleza de los servicios ambientales generados en el esquema de PSA. Hay que tener en cuenta que uno de los retos en el establecimiento de un esquema de PSA, es mantener los costos de transacción bajos, a fin de hacer uso óptimo de los recursos recolectados de los beneficiarios; y cuando los beneficiarios son pocos y están mejor organizados, los costos de transacción son menores.

Adicionalmente, es importante la creación de un mecanismo financiero que recaude y maneje los fondos de los beneficiarios. En teoría, los beneficiarios no deberán pagar más que el valor de los servicios. La asignación del valor adecuado a los servicios ambientales constituye, por tanto, uno de los primordiales desafíos en el establecimiento del esquema PSA. Este proceso de avalúo conlleva un análisis económico además de amplias consultas con los beneficiarios, con el fin de fijar contribuciones que sean tanto aceptables para ellos como suficientes para financiar el sistema PSA y la provisión de los servicios ambientales.

Uno de los objetivos más importantes para el establecimiento de los esquemas de PSA, es generar un flujo estable y continuo de ingresos para asegurar la sostenibilidad del sistema a largo plazo. Los ingresos pueden originarse a partir de impuestos, derechos, subsidios estatales, contribuciones directas, subvenciones o préstamos de instituciones internacionales o donaciones de las ONG o fundaciones internacionales.

Es necesario también establecer un mecanismo de pago para la entrega de los fondos a los usuarios del suelo. En teoría, estos pagos deben resultar suficientes para compensarlos por el costo de la conservación y los costos de oportunidad de los usos del suelo cedidos.

El monitoreo constituye un aspecto importante dentro de los esquemas de PSA, ya que este asegura que los servicios se generen, ajusta los pagos y proporciona la asistencia técnica

---

<sup>89</sup> MAYRAND, K. y PAQUIN, M., 2004.

necesaria. El monitoreo es importante en tres niveles: Instrumentación / Cumplimiento, Impacto en la generación de servicios e Impacto en los usuarios locales. El monitoreo es esencial para demostrar a los beneficiarios que sus inversiones están generando los cambios en el uso del suelo. Una práctica de monitoreo efectiva, permite efectuar los ajustes necesarios en los pagos y contribuciones para el funcionamiento óptimo del sistema.

Por último, los esquemas de PSA, deben contar con una estructura de gobierno que supervise su funcionamiento, especifique las actividades elegibles y los niveles de pagos, evalúe los impactos en los cambios del uso del suelo y ajuste según convenga las actividades y pagos.

### **5.3 Importancia del PSA del Recurso Hídrico**

El agua captada, filtrada y almacenada por los bosques es considerada normalmente como un recurso abundante e inagotable, del que se puede disponer gratuitamente o utilizar como fuentes de evacuaciones. Así es, como las cuencas hidrográficas se vuelven en vertederos de los campos agrícolas y comunitarios, de productos fitosanitarios, de bacterias y residuos domésticos, etc. convirtiendo a este recurso abundante y necesario, en escaso e inútil para quienes la necesitan.

La desaparición de los bosques que captan y filtran al recurso hídrico, generalmente va acompañada de la aparición de fenómenos como lluvias torrenciales que impactan en la población y en los recursos naturales del país devastándolos y la base productiva de las zonas afectadas es gravemente dañada, ya que la mayor parte de las áreas planas usadas en la producción agropecuaria que están ubicadas a orillas de ríos y riachuelos. En las partes altas las fuertes lluvias ocasionan erosión masiva de los suelos, provocando deslizamientos y pérdida de su capacidad para retener el agua que alimenta las fuentes para los asentamientos humanos más próximos.

Una forma de conservar la calidad del agua al mismo tiempo que preservar los bosques, es asignarle un valor a sus productos y servicios. Algunas experiencias han demostrado como los habitantes de ciudades medianas y grandes ante la falta de abastecimiento de calidad de



agua, están dispuestos a pagar por conservarla. Esta situación ha permitido desarrollar el mecanismo de PSA del recurso hídrico.

Como se detalló en el capítulo anterior, el PSA es un mecanismo flexible y adaptable a diferentes condiciones, que apunta a un pago o compensación directo por el mantenimiento o provisión de un servicio ambiental, por parte de los usuarios del servicio, el cual se destina a los proveedores. Los PSA en cuencas hidrográficas normalmente se concentran en los servicios hídricos, la disponibilidad y / o calidad del agua.

Los PSA en cuencas hidrográficas normalmente consideran la implantación de mecanismos de mercado para la compensación a los propietarios de tierras aguas arriba con el fin de mantener o modificar un uso particular del suelo que afecta la disponibilidad y/o la calidad del recurso hídrico<sup>90</sup>. Usualmente esta compensación proviene de pagos por parte de los usuarios del recurso, aguas abajo. Adicionalmente, los sistemas de PSA del recurso hídrico pretenden establecer un flujo de información entre los proveedores y usuarios, de manera que pueda surgir un intercambio entre ambos tipos de agentes.

---

<sup>90</sup> Para más detalle del mercado de los servicios de cuencas hídricas referirse al Capítulo No. IV.