

Aproximación teórica sobre el uso de la herramienta para el pago por servicios ecosistémicos (PSE) del recurso agua en cuencas hidrográficas con el bosque nativo

Theoretical approach on the use of the tool for payment for ecosystem services for water resources in watersheds with native forest

Viviana Osorno Acosta, Diana Carolina Bohórquez

Resumen

Dada la importancia que tiene la protección de las cuencas hidrográficas para la conservación del recurso hídrico, se hace necesario conocer el valor de este recurso y más aun el de su recuperación. Por esa razón este artículo de revisión se enfocó en ampliar el concepto sobre Sistema de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) para el recurso hídrico en cuencas, como mecanismo para evitar procesos de degradación y deforestación de bosques. Para lo anterior, se tomaron conceptos técnicos en los cuales se demuestra la importancia del bosque alto andino en la protección, regulación y provisión del recurso agua en una cuenca. Adicionalmente, se exponen algunos estudios de caso para diferentes países de América Latina, con el fin de evidenciar las ventajas y desventajas que en ellos se encontraron. A partir de la información encontrada se generaron algunas recomendaciones para el uso de éste instrumento en el futuro y contribuir al uso sostenible de los bosques y el mantenimiento del recurso hídrico.

Palabras Clave: Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE), Recurso hídrico, Bosque nativo, Cuencas hidrográficas.

Abstract

Given the importance of protecting watersheds for water conservation, it is necessary to know the value of this resource and their recovery. For that reason, this review article is focusing on expanding the concept of System Payment for Ecosystem Services (PES) for water resources in watersheds, as a mechanism to prevent forest degradation and deforestation. For this, we use technical concepts in which the importance of high Andean forest protection, regulation and provision of water resources in a watershed is demonstrated. Additionally, some case studies from different countries in Latin America are shown, in order to show the challenges they met. From the information found some recommendations for the use of this instrument in the future are generated and to contribute to sustainable forest use and maintenance of water resources.

Keywords: Payment for Ecosystem Services (PES), Water resources, native forest, water catchment.

Recibido / Received: Agosto 26 de 2014 Aprobado / Approved: Noviembre 22 de 2014

Tipo de artículo / Type of paper: Investigación científica y tecnológica.

Afiliación Institucional de los autores / Institutional Affiliation of authors: Universidad El Bosque Programa Ingeniería Ambiental.

Autor para comunicaciones / Author communications: Viviana Osorno Acosta, osornoviviana@unbosque.edu.co.

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

Introducción

Todos los ecosistemas presentan una serie de bienes y servicios que son clasificados en diferentes categorías según el uso o los beneficios que le proporcione a la comunidad y que influyen directamente el bienestar de las personas, como se establece en el prefacio del libro **Valoración de servicios ecosistémicos** en donde se establece que, “estos bienes y servicios ecosistémicos satisfacen las necesidades humanas y generan bienestar, incidiendo directamente sobre la calidad de vida de las poblaciones locales”. Algunos ejemplos de estos bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas son el alimento, regulación climática, provisión de agua, recreativos y preservación de valores culturales, entre otros [1]. Específicamente, son muchos los bienes y especialmente los servicios proporcionados por las cuencas hidrográficas, las cuales son la base de servicios directos como el agua provista para la población y sus actividades productivas e indirectas como la regulación de hábitat o ecoturismo. Durante la última década, desde la economía ecológica los aportes para la identificación y caracterización de los servicios ambientales o ecosistémicos ha sido sintetizado [2] y el mismo autor afirma que la existencia de estos servicios está supeditada a que previamente se den las condiciones ecológicas necesarias para su generación. Dentro de este marco, se entienden las funciones de los ecosistemas como todos aquellos aspectos de su estructura y funcionamiento que cuentan con capacidad de generar servicios que satisfagan las necesidades humanas en forma directa o indirecta.

De allí radica la importancia de ampliar los conocimientos referentes al establecimiento de un Pago por Servicio Ecosistémico (PSE) asociado al recurso hídrico en una cuenca, con el fin de determinar la importancia de los bienes y servicios directos e indirectos que proporciona y así generar herramientas que permitan la conservación y preservación del recurso hídrico en el futuro.

Justificación

Importancia de los bosques para la conservación del recurso hídrico en cuencas.

La cuenca hidrográfica se define como la unidad territorial hacia donde se deben enfocar las actividades de

gestión ambiental, el manejo de recursos naturales, los procesos de planificación y administración [3]. Para realizar estos procesos, es necesario enfocar esfuerzos en la conservación del recurso agua mediante la generación de instrumentos que incentiven la protección del bosque y evitar procesos de deforestación.

Con el fin de justificar la importancia del bosque en la permanencia del recurso agua, Tobón (2009) realiza un documento titulado “Los bosques andinos y el agua” en donde argumenta la existencia de un consenso que considera a los bosques andinos como ecosistemas que funcionan como fuentes de agua y que por eso se debe buscar el mantenimiento de dicha función ecológica hídrica, la cuál se ha venido perdiendo por causa de la intervención y degradación de estos ecosistemas y que se encargan de mantener los cuerpos de agua regulados en calidad y en cantidad. Debido a lo anterior, este mismo autor, propone como estrategia invertir en recursos financieros y técnicos para enfrentar la desaparición y la degradación de estos ecosistemas [4].

Por esto, se propone el Pago por Servicio Ecosistémico como una de las herramientas o mecanismos que permitirá generar un valor económico que incentive la conservación y protección de las áreas ecosistémicas estratégicas que permitan la continuidad del recurso hídrico en el tiempo, y que asegure una alianza mancomunada con la población aledaña e involucrada directa e indirectamente tanto por la provisión del recurso agua como en el proceso de conservación y recuperación de los bosques.

Marco conceptual

Relación bosque-agua

Con el fin de entender el funcionamiento hidrológico de los bosques andinos a la luz del conocimiento actual, es importante comprender el ciclo hidrológico en los ecosistemas de alta montaña, así de esta forma conocer los procesos que intervienen en la relación bosque-agua [4]. De acuerdo con el mismo autor dentro de las entradas de agua a los ecosistemas terrestres se encuentra: la precipitación, interceptación de la niebla, lluvia transportada por el viento, agua en la capa de hojarasca o musgos, escorrentía

superficial frente a la infiltración, agua en el suelo y la pérdida es medida mediante la evapotranspiración.

La variación de la captación del agua así como la disponibilidad de esta para el hombre depende de varios aspectos relacionados a los factores que inciden directamente en el ciclo hidrológico y otros como aspectos generales de las plantas y factores externos que influyen en la capacidad de incrementar o disminuir la disponibilidad del agua[5]

Impacto hidrológico causado por la tala y conversión de bosques andinos a otros usos del suelo

Los cambios en la tasa de evapotranspiración producidos por el cambio de uso del suelo en donde el bosque es reemplazado por vegetación rastrera (por ejemplo, pastos) con una menor cantidad de hojas y de menor cobertura, pueden resultar en una menor evapotranspiración, lo que daría como resultado un mayor caudal o escorrentía desde la cuenca. Sin embargo, varios autores han encontrado que estos cambios en el uso del suelo y su posterior manejo generan variaciones considerables en la infiltración y en las propiedades hidrofísicas del suelo, lo cual resulta en una menor recarga del agua del suelo y de los acuíferos en los períodos de lluvia y deja los suelos rápidamente expuestos a condiciones de sequedad. Adicionalmente, se presenta un importante cambio en el régimen hidrológico y en el caudal de las cuencas andinas[4].

Sumado al cambio de uso, la capacidad de los suelos para almacenar y retener la humedad dependen de la cantidad de materia orgánica en el suelo, la cual se ve seriamente disminuida también en procesos de deforestación[4].

Paralelamente en el estudio realizado por Atarrof & Rada (2000) en donde se evaluó el impacto de la deforestación en la dinámica del agua en un bosque nublado de Venezuela, demostró que la deforestación reduce la captación y disponibilidad de agua, cambiando el flujo de vapor el cual regresa a la atmósfera y de esta forma cambia el drenaje superficial y subterráneo[6].

Servicio ecosistémico (SE)

Los servicios ecosistémicos (SE) son los beneficios que obtienen los humanos de los ecosistemas que soportan

directa o indirectamente, su supervivencia y calidad de vida[7]. Los servicios ecosistémicos o ambientales, son todos aquellos beneficios prestados por los bosques y sistemas productivos al hombre, también visto como un “trabajo voluntario” que los bosques y sistemas productivos sostenibles realizan y favorecen al hombre y al funcionamiento del planeta como un todo[8]. Estos servicios como el de provisión, culturales y de regulación son de gran relevancia para el bienestar humano, donde se espera que en un ambiente sano lleve a estándares altos de salud de las personas [9].

Servicio Ecosistémicos de las cuencas hidrográficas

Según el decreto 1640 de 2012, la cuenca hidrográfica se define como: “El área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar”[3]. Los servicios de las cuencas hidrográficas son los productos de las funciones o procesos del ecosistema que proveen flujos de beneficios a los seres humanos en forma directa o indirecta, que pueden incluir: la provisión de agua dulce para uso de consumo y de no consumo y la regulación de flujos y filtración [8]. Un importante servicio ecosistémico para los ecosistemas de montaña, es el de aprovisionamiento del recurso hídrico, por esta razón Albán (2007) expone que “La regulación hídrica es la capacidad del ecosistema en proveer un flujo hídrico continuo y de calidad. En este sentido, existen múltiples características que están contenidas en este concepto como provisión de agua para el consumo (humano, industrial, agrícola), almacenamiento de agua, purificación del agua, entre otros que aunque no siempre estén vinculados son importante en forma directa, son importantes para el ser humano”[10].

Sistema de pago por servicios ecosistémicos (PSE)

Los pagos por servicios ambientales (PSA) o también conocidos como pagos por servicios de los ecosistemas (PSE), “es un mecanismo de retribución monetaria o

compensación 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”[8]. Un esquema de pago por servicios ecosistémicos, puede darse cuando se encuentran uno o varios “compradores” que remuneran monetariamente o con otro tipo de beneficios, a “vendedores” por los servicios ambientales que se generan en el área que habitan[3]. Además, estos PSE se basan en que los usuarios de los servicios hacen un pago a los proveedores del mismo, para que estos conserven y/o rehabiliten los ecosistemas que brindan dichos servicios[8]. Existen dos tipos de PSE, el primero está relacionado con servicios de ámbito global o a una escala geográfica amplia, además tiene como finalidad la utilización de instrumentos de mercado para el pago de servicios cuyos usuarios no están restringidos al nivel local. El segundo, está dirigido a la compensación de proveedores a través de un mercado local, donde generalmente los usuarios están mejor definidos y pertenecen a una escala geográfica concreta y cercana al lugar donde los proveedores ejercen sus actividades productivas, como en el caso de las cuencas hidrográficas[11].

De acuerdo con Pérez-Maqueo et al. (2006) el éxito de un PSE radica en la profundidad y evidencia clara y científica con respecto al uso de los suelos y provisión de los servicios; posee contratos y pagos flexibles; los costos de transacción no exceden los beneficios potenciales; se apoyan en fuentes de ingresos múltiples que aportan un flujo de dinero suficiente y sostenible en el tiempo; los cumplimientos, cambios en los usos del suelo y la provisión de servicios son vigilados y si son lo suficientemente flexibles para permitir ajustes que mejoren su efectividad y eficiencia así como su adaptación a condiciones cambiantes. Para cumplir los anteriores criterios un PSE requiere: contar con un estudio de factibilidad, establecer la disposición a pagar, formalizar derechos de propiedad, establecer mecanismos de pago e instituciones de soporte y llevar a cabo actividades piloto y de realimentación para el diseño de un mercado[5].

Definición y Alcance de PSE en Cuencas Hidrográficas

Los PSE en cuencas hidrográficas normalmente se concentran en los servicios hídricos, la disponibilidad y/o calidad

del agua[8]. “Los PSE 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”, donde quien paga suele ser en la mayoría de los casos el que está aguas abajo. La finalidad es que con los PSE se cree un mercado para un bien ambiental, para esto se requieren la asignación de derechos de propiedad sobre las externalidades ambientales que causan beneficios a terceros. En el caso de cuencas, requiere el establecimiento de relaciones causales entre el uso de la tierra aguas arriba y las condiciones del recurso hídrico aguas abajo, así como establecer un flujo de información entre los proveedores y usuarios, para que surja intercambio de mercados entre ambos tipos de agentes[11].

Sin embargo, para de Hek et al., (2004) la falta de una sólida base empírica es una de las principales limitaciones en la aplicación de sistemas de PSE. En general, el manejo de cuencas ha estado definido por mitos, en los cuales los impactos reales pueden ser los contrarios a los esperados por la generalización[12]. Algunos de los «mitos» más comunes son: la reforestación aumenta la disponibilidad de agua y reduce la erosión; los bosques incrementan la productividad y la cobertura vegetal reduce la probabilidad de grandes inundaciones. Por el contrario el mismo autor establece que la posible realidad es: que la reforestación puede disminuir la disponibilidad de agua, puede aumentar la erosión, los bosques pueden tener un efecto poco considerable sobre la precipitación, particularmente la local y finalmente la cobertura vegetal puede tener poco efecto sobre las grandes inundaciones (de Hek, Kiersch, & Mañón, 2004).

Adicionalmente, para el esquema de PSE-Hídrico, el mecanismo financiero se encarga de recaudar los recursos provenientes de los beneficiarios del servicio ecosistémico de calidad y cantidad de agua, así como un mecanismo de pago arreglado con las instituciones para interactuar con los proveedores del servicio ecosistémico, y lograr que se realicen las actividades planteadas, con el fin de mejorar las condiciones y características del servicio prestado. Este mecanismo de pago deberá formalizar la transacción de PSE, facilitando el seguimiento a los compromisos y realizando los pagos de acuerdo con el uso de la tierra por parte del proveedor. Lo anterior debe ser controlado por una junta veedora[3].

En América Latina el concepto de PSE se ha recibido como un instrumento innovador para financiar la conservación de la naturaleza y el buen manejo de los recursos naturales. Comparativamente con otras regiones del mundo, existen muchos casos de ejecución de PSE por el servicio hídrico en América Latina. Sin embargo, estos casos aún no han sido inventariados y existen pocos estudios sobre el impacto socioeconómico y ambiental de estos sistemas. Hasta el momento, los sistemas de PSE en cuencas hidrográficas se han aplicado a diferentes escalas y objetivos en América Latina, desde el nivel de micro-cuenca administrado por una ONG, hasta un programa nacional controlado por el Estado[12].

Estudios de caso: PSE Hídrico con relación al bosque

Colombia

Un caso Colombiano fue reportado por la revista Capital Natural de Colombia y presenta una publicación donde se plantea un protocolo detallado para el diseño y posterior implementación de un PSE-Hídrico, en el marco de los instrumentos de ordenamiento territorial de cuencas en Colombia; lo cual es un aporte al entendimiento práctico de potenciales economías verdes en Colombia. Además, se describe un ejemplo de su implementación temprana en la cuenca del río Ranchería ubicado en el Caribe Colombiano.

El proyecto surge como una estrategia de conservación del Río Ranchería el cual según el Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) presenta diferentes problemáticas ambientales. Inicialmente, realizan un análisis de factibilidad de un PSE-Hídrico en la cuenca del río Ranchería, para lo cual se delimitó el área de la cuenca basado en datos hidrológicos, climatológicos y socioeconómicos que se habían consolidado durante el proceso de formulación del POMCA, posteriormente se realizó la identificación y caracterización de actores y por último la valoración participativa. Además, se ejecutó la selección de oferentes y demandantes siguiendo las metodologías de PSE, en donde encontraron que en la cuenca alta del río Ranchería, los compradores (usuarios o demandantes), corresponden a los beneficiados relacionados con: los usuarios de los acueductos (muni-

cipios de Fonseca y Distracción), el embalse El Cercado y los Distritos de Riego de Ranchería y San Juan del Cesar, mientras que los proveedores son los grupos sociales ubicados en el sector de la cuenca que se encuentra antes del embalse y que son comunidades indígenas y campesinas. Al final del estudio se logró vincular y mantener la participación de los municipios de Fonseca y San Juan del Cesar que han promulgado “Acuerdos de Consejo Municipal” formales que facultan, en el momento de la implementación final del esquema de PSE-Hídrico, la participación de los Alcaldes y Presidentes de Consejo Municipal y la inversión de recursos propios en la implementación de este esquema[3].

Un segundo caso Colombiano es el estudio realizado por los investigadores de la Fundación CIPAV en el 2007, donde se estudia el efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, motivado en los problemas ambientales ocasionados por la ganadería y con el objetivo de incentivar la generación de Servicios Ambientales (SA) sin disminuir la rentabilidad de las fincas. Los investigadores trabajaron por medio de capacitaciones y talleres con 104 productores entre pequeños y medianos, asignados aleatoriamente a un grupo con PSE y uno sin, en el cual el grupo con PSE fue subdividido en fincas con solo PSEA y fincas con PSE y Asistencia Técnica (AT). Por otro lado, los investigadores diseñaron un índice ecológico como herramienta para el pago por los servicios ambientales, basado en secuestro de carbono y conservación de la biodiversidad donde los valores van de 0 a 2 dependiendo del valor que le dan los productores al uso de suelo. Los productores con PSE + AT y con PSE fueron significativamente más altos en puntos ecológicos incrementales por hectárea y por finca comparados con las fincas control. Como resultados, encontraron que el monto total pagado por servicios ambientales en el período 2003-2006 fue de US\$ 146.565, con una tendencia a incrementarse tanto por finca como por hectárea, además el PSE representó un valor cercano a la venta de 2748 litros de leche, representando un ingreso importante para la economía familiar de los ganaderos. Adicionalmente, el PSE provocó cambios importantes de usos de la tierra en la zona del proyecto generando disminución en el porcentaje de áreas degradadas, incremento en el porcentaje de pasturas mejoradas con alta y baja densidad de árboles e incremento de cercas vivas simples

y multiestrato y se establecieron sistemas silvopastoriles intensivos. Finalmente los autores concluyen que el PSE motivó la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas y que los productores prefieren invertir en el incremento de cercas vivas y la cobertura arbórea en pasturas para beneficiarse del PSE, el cual logra beneficiar también a los productores pequeños[15].

Estudios internacionales con PSE implementado

Chile

En el sur de Chile se estudió la producción de agua y su valoración económica con el objetivo de establecer los efectos por cambio en el uso de suelo, en el rendimiento hídrico y la calidad del agua. Este trabajo se enmarcó en el servicio ecosistémico de abastecimiento de calidad y cantidad de agua, que es una de las principales funciones ecosistémicas de los bosques. Para realizarlo, los investigadores evaluaron el rendimiento hídrico de dos cuencas con distinta cobertura vegetal: una dominada por bosque nativo y otra por plantaciones exóticas de *Pinus radiata* adulto. Esto se hizo por medio de monitoreo de balance entrada-salida de agua para observar la diferencia entre los caudales de las cuencas. Además, se realizó una valoración económica del servicio ecosistémico de abastecimiento de agua por parte del bosque nativo para la población humana, a través de una función de producción que relaciona la generación de agua potable como bien de mercado con insumos como electricidad y cantidad de agua potable, que representa el servicio ecosistémico del bosque nativo de la cuenca. La medida de valor económico corresponde al cambio en productividad marginal del agua del estero valorado al precio de mercado del agua potable. El valor económico está dado por el cambio físico en producción de agua potable medida en metros cúbicos anuales, resultante de un cambio en la producción de agua del estero, que a su vez se origina de un cambio de uso de suelo en la cuenca. Los resultados indicaron una reducción importante en el rendimiento hídrico en la cuenca con plantaciones exóticas, en comparación con la cuenca con bosque nativo. La valoración económica indicó una pérdida en bienestar resultante de un cambio de uso del suelo, cada vez que una hectárea de bosque es transformada a otro uso competitivo que limite la provisión de agua fresca[16].

Panamá

El Foro regional de junio de 2003, en Arequipa, Perú, Organizado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, reunió varios casos de PSE que relacionan los servicios ecosistémicos que presta el recurso hídrico, así como su relación con el bosque como se muestra a continuación[11]:

En la región de La Amistad, que es un sitio de Patrimonio Mundial localizado en las tierras altas de Talamanca de Panamá, se planea realizar la evaluación del potencial de provisión de agua como servicio ambiental económicamente significativo para comunidades. Aquí la región, protege la mayor área sin perturbar de cuencas de altura y bosques en el sur de América Central. De ahí su importancia por sus recursos acuíferos y contiene cuencas de numerosos ríos que sirven como fuentes de agua dulce para las poblaciones en las áreas de tierras bajas de la costa de Talamanca. A pesar de la conservación en las tierras altas, se ha identificado crecientes amenazas en temas de tenencia de tierra, tala de árboles, agricultura e infraestructura. Por esa razón, el proyecto intenta cuantificar el valor y la extensión de los beneficios hidrológicos que provee el sitio de La Amistad.

El enfoque se basa en un modelo de producción no solamente a nivel del consumidor para probar la hipótesis de que las cuencas protegidas suplen servicios ambientales latentes a las actividades productivas locales. La investigación combina un modelo hidrológico con microeconomía aplicada, para valorar servicios complejos del ecosistema como beneficios de aumento de corriente o mitigación de sequías brindada por cuencas forestadas tropicales a las comunidades agrarias.

Por su parte, el componente forestal hidrológico establecerá modelos de rendimiento del agua o índices ecológicos que proveerán indicadores que permitirán definir el servicio ambiental de interés o la externalidad presente. Con el análisis, se obtiene información base para aquellas posibles variables hidrológicas (lluvia, niveles de flujo, efectos forestales tales como evaporación y transpiración, entre otros). Adicionalmente, el componente económico se basa en un modelo bioeconómico que mide el cambio en el rendimiento de la actividad económica de interés a partir del indicador hidrológico. Los resultados darán un análisis de productividad

para la actividad a partir del cual se infieren los beneficios marginales del cambio en las variables hídricas. Esto ayudará a estimar el valor económico local de los servicios hidrológicos brindados por cuencas forestales protegidas analizando la disponibilidad de pago a través de encuestas[11].

Ecuador

Otra propuesta presentada en el Foro, es la de un sistema de pagos por servicios ambientales (PSE) para la protección de la cuenca del Río Arenillas, Provincia del Oro, Ecuador. Se eligió la Cuenca del Río Arenillas como cuenca piloto, determinando a partir de la caracterización biofísica, en donde se determinó que uno de los mayores problemas existentes es la erosión de la parte alta, causando que los Servicios Ambientales (SA) generados por la escasa vegetación natural y arbórea (3,5%) de la cuenca alta sea mínimo, lo que repercute en el incremento de sedimentos al embalse y la disminución de la vida útil del mismo, influyendo en la cantidad, la regularidad del flujo y la calidad del agua[11].

Por lo tanto, para poder generar y valorar los SA de control de sedimentos se determinó que el escenario más favorable es la inversión en una actividad de reforestación alrededor del embalse y silvopastoril en la cuenca alta, generando un futuro ahorro en costos de dragado de dólares EE.UU. 32,7 ha/año, que sería el costo de los SA analizados en la cuenca del Río Arenillas. Esta intervención estaría respaldada por la Ley de Aguas (acápites: conservación y mantenimiento de presas y embalses) y administrado por organismos regionales y locales del área de estudio[11].

Adicionalmente en este país, específicamente en la Municipalidad de Pimampiro, usuarios de agua potable están pagando una cuota cada mes para financiar incentivos a los productores aguas arriba de la ciudad para proteger el páramo y asegurar el flujo de agua en la cuenca[12].

Cuba

Otro trabajo realizado por *Instituto de Investigaciones Forestales* de La Habana - Cuba, muestra parte de los resultados de 20 años de investigación sobre la influencia de las intervenciones silvícolas en subcuencas cubiertas

por pinares naturales de *Pinuscaribaea* y *Pinustropicalis* con bosque de galería de especies de hojas anchas en las márgenes de las corrientes en las Alturas de Pizarras, resumidas en el rendimiento hídrico, erosión y calidad de las aguas que nutren el sistema hidrográfico represado aguas abajo. Las intervenciones silvícolas consistieron en tala rasa total y reforestación inmediata de las subcuencas y en los 15 años posteriores la aplicación de un raleo a las plantaciones de *Pinuscaribaea* con intensidad del 43%. Los resultados indicaron que estas intervenciones silvícolas producen alteraciones bruscas en los índices hidrológicos de las subcuencas pero que se van restableciendo en la medida que la vegetación alcanza mayoría de edad. Se concluye que es posible con el raleo aplicado obtener por concepto de la madera extraída una utilidad neta de 1.623,89 pesos/ha y por el aporte de agua de una subcuenca de 8,9 ha al sistema hidrográfico represado aguas abajo para el regadío. Considerando el raleo a 100 subcuencas similares la utilidad por concepto del riego de 26 ha de cultivos es de 4 680 pesos al año en que se aplicó[11].

Costa rica

El Programa de Conservación y Recuperación de Microcuencas (PROCUENCAS) en la provincia de Heredia, Costa Rica. Expone en el foro que para tener agua de buena calidad y cantidad es necesario garantizar la protección de los bosques que proveen este bien[11].

Bajo estas premisas, la legislación ambiental nacional de Costa Rica reconoce la protección del agua para uso urbano, rural e hidroeléctrico como un servicio ambiental o servicio que prestan los bosques a la sociedad costarricense, que debe ser valorado económicamente y cobrado a los usuarios en las tarifas por servicio de agua potable como un principio de equidad social. Los propietarios que ingresan al programa, reciben a cambio un pago por servicio ambiental hídrico (PSE Hídrico) que se financia con recursos de la «Tarifa Hídrica». La tarifa hídrica representa una contribución de la comunidad herediana para hacer posible el desarrollo de PROCUENCAS que promueve actividades de protección y recuperación del bosque en las microcuencas que suministran el agua potable a los clientes. La tarifa hídrica contribuye a que la sociedad reconozca el agua como un bien económico social así como a integrar los intereses de los usuarios de las microcuencas. De este modo, los usuarios del agua

compensan económicamente a los oferentes del servicio para que se responsabilicen de proteger y recuperar el bosque en función del recurso hídrico[11].

Su principal objetivo, por lo tanto, es conservar y recuperar las fuentes de agua potable para apoyar el desarrollo de la región hacia un modelo que haga compatible el crecimiento económico, el desarrollo social y la conservación ambiental[11].

Paralelamente, en Costa Rica han establecido una política para incentivar la reforestación y el manejo de bosques existentes con el propósito de asegurar el flujo de servicios ambientales que los bosques brinden a la sociedad[12].

Adicionalmente, Cordero & Castro (2000) reportan el caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH S.A.) en donde incluyen en el valor de la tarifa del agua como valor del servicio ambiental hídrico, con el fin de capturar fondos dirigidos a la protección y recuperación de microcuencas que proveen el recurso. Este ajuste incluyó[17]:

- a. *Valor de captación:* Es el valor económico del servicio ambiental hídrico o servicio de producción de agua que ofrecen los bosques a la sociedad.
- b. *Valor de recuperación:* El costo ambiental requerido para recuperar y conservar las áreas como oferta y un análisis adicional de la demanda, encontrando en esta última un 92% de disposición por parte de la población a pagar los valores obtenidos.

Por parte del Estado, a través del FONAFIFO, a los propietarios y poseedores de bosques y plantaciones forestales se les reconoce un PSE por los servicios ambientales que éstos proveen y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente. Así, la financiación proviene de la transferencia de 3,5% del impuesto a la gasolina para el programa de PSE. El valor pagado es: para reforestación \$USD 980 por ha durante un periodo de cinco años, para regeneración natural \$USD 205– 320 para un periodo de cinco años, para protección \$USD 320-400 por hectárea en un periodo de cinco años prorrogable a otros cinco y sistemas agroforestales \$USD1,30 por árbol durante un periodo de tres años[18].

Fallas (2010) presenta conclusiones a cerca de los efectos positivos del pago de servicios ambientales en

las cuencas de Sarapiquí y Toro específicamente en zonas de alta vulnerabilidad de deforestación, así como su contribución al mantenimiento de la cobertura boscosa y regulación del flujo hídrico de las cuencas. Esto debido a la disminución de procesos de arrastre, mayor escorrentía en época seca, menor volumen de crecientes y menores deslizamientos de laderas[19].

Además, el trabajo presenta un modelo para demostrar la correlación entre la cobertura boscosa de las cuencas hidrográficas del país y la cantidad y calidad de agua que escurre a través de sus ríos; de manera que las plantas hidroeléctricas a filo de agua instaladas o que se instalen sobre los ríos que drenan una cuenca tendrán ventajas económicas si esta última se mantiene forestada. Para esto último realiza un análisis de costo – beneficio comprobando la reducción de costos en mantenimiento y el aumento de los ingresos en relación a los cambios de deforestación analizados mediante un estudio multitemporal.

México

En este país, se asume que la provisión de servicios ambientales está relacionada con la cobertura forestal de los predios de bosques y selvas, de esta forma, la conservación de bosques y selvas favorece los procesos de filtrado, retención y almacenaje de agua incrementándose la oferta de varios servicios y bienes. El PSE en México, define los servicios ambientales hidrológicos a aquellos que brindan los bosques y selvas y que inciden directamente en el mantenimiento de la capacidad de recarga de los mantos acuíferos, el mantenimiento de la calidad de agua, la reducción de la carga de sedimentos cuenca abajo, la reducción de las corrientes durante los eventos extremos de precipitación, la conservación de manantiales, el mayor volumen de agua superficial disponible en época de secas y reducción del riesgo de inundaciones[5].

Mediante el PSE se paga a los beneficiarios, dueños o legítimos poseedores de terrenos con recursos forestales por los servicios ambientales hidrológicos que presta el buen estado de conservación de sus bosques y selvas[20]. De acuerdo con Muñoz et al., (2004) este programa tiene las siguientes premisas[21]:

- El programa está orientado a conservar los bosques no comerciales importantes para la capacidad de recarga de acuíferos y la protección de las cuencas hidrológicas.

- Da prioridad a los bosques protegiendo acuíferos sobreexplotados, y cuencas con alta escasez de agua o alta frecuencia de desastres naturales en eventos de precipitación extrema.
- Establece acuerdos anuales con propietarios forestales individuales o colectivos, renovables hasta por cinco años.
- Se paga por resultados. Sólo se entregan los pagos después de verificar que no hubo deforestación en las áreas forestales acordadas. Si no se cumple no se paga.
- Se pagan anualmente \$300 por hectárea en todos los bosques o selvas, excepto por bosques mesófilos de montaña, los cuales se pagan a \$400 por hectárea.
- Está financiado con el destino específico de una porción de la recaudación federal por concepto de aprovechamiento de los cuerpos de agua de la nación.

Busca dar prioridad a los bosques y selvas en más riesgo de deforestación, y no cubiertos ya por otro tipo de apoyos al uso sustentable de recursos madereros.

Ventajas y oportunidades vs dificultades y limitaciones de los PSE en cuencas hidrográficas

Ventajas y oportunidades

Basado en las experiencias obtenidas durante el Foro regional de junio de 2003, en Arequipa, Perú, Organizado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Los participantes consideraron las siguientes potencialidades como las más notables del PSE:

Pueden servir como instrumento de sensibilización de la población involucrada respecto al valor de los recursos naturales, facilitan la solución de conflictos y la obtención de consensos entre los actores involucrados. Adicionalmente pueden mejorar la eficiencia en la asignación de recursos naturales, sociales y económicos, generar nuevas fuentes de financiamiento para la conservación, restauración y valoración de los recursos naturales y crear indicadores de importancia relativa de los recursos naturales. Por último, los sistemas de PSE permitirán transferir recursos a sectores socioeconómicamente

vulnerables que ofrecen servicios ambientales [11]. Derivado de lo anterior (de Hek et al., 2004) afirma que los impactos ambientales de los PSE más notables han sido la disminución de la tala ilegal, incendios forestales, reducción de la conversión de bosques en zonas de agricultura y ganadería, así como la conservación y recuperación de la cobertura forestal. Esto a su vez conserva la base productiva de la población local.

Adicionalmente de Hek et al. (2014) reporta que los PSE abren espacios de negociación y permiten la compensación entre protectores o productores ambientales y consumidores ambientales, así pueden servir como plataformas de resolución de conflictos entre estos actores, lo cual depende del funcionamiento del marco institucional [12].

En el caso de Pimampiro, Ecuador, el PSE ha ayudado a aliviar algunas cargas familiares, el dinero pagado por protección ha sido usado en algunos gastos de salud, o educación, y alimentación, aunque no lo es todo, ha mejorado sus condiciones de vida [12].

En Colombia, al hacer la implementación de un esquema de PSE-Hídrico para el río Ranchería se destaca que la vinculación de las Administraciones Municipales fortalece los procesos adelantados con comunidades y gremios (oferentes y demandantes), mostrando mayor confianza en el esquema al percibir el interés, la presencia y la participación de sus autoridades territoriales municipales [3].

Dificultades y Limitaciones

Algunos estudios son basados en generalizaciones no corroboradas por estudios empíricos sobre la relación entre el uso de tierra y el servicio hídrico y en ciertos casos, los sistemas de PSE no constituyen el método más rentable para lograr los objetivos planteados ya que pueden existir otros mecanismos de gestión más eficientes para asegurar el servicio, además los proveedores, los usuarios y el servicio no están totalmente bien identificados.

Además, ciertos sistemas han sido ejecutados en ausencia de un mecanismo de seguimiento o fiscalización y el modelo y el costo del servicio fueron impuestos políticamente y no responden a estudios sobre la demanda o la valorización económica del recurso, así como el diseño

no ha estado respaldado por estudios socioeconómicos o biofísicos previos debido a su costo relativamente alto.

Por su parte, algunos sistemas de PSE en cuencas pueden tener incentivos perversos, como promover la explotación insostenible de recursos en otras áreas geográficas o incentivar la deforestación en la propiedad de los proveedores para aumentar la probabilidad de ser elegidos y pueden tener una alta dependencia de recursos financieros externos que amenazan la sustentabilidad a largo plazo. Por último se identificó que los programas y actividades han sido poco difundidas entre la población local[11].

Para el caso de Costa Rica, la mayor parte de las personas que tienen acceso al programa son medianos o grandes productores que no viven de los ingresos por PSE. Esto se debe a que el PSE no se concibió como única alternativa, sino como un apoyo complementario al productor, por lo tanto no es una opción viable para personas que tienen pequeñas parcelas, además los costos de transacción son altos[12].

En Colombia, al hacer la implementación de un esquema de PSE-Hídrico para el río Ranchería se encontraron con limitaciones por el tiempo de permanencia de las Administraciones Municipales (con periodos de cambio cada cuatro años, ya que pueden ser percibidas como un elemento de riesgo frente a la sostenibilidad futura del PSE, ya que tiene una duración de 10 años. Estos riesgos se fundamentan en la desconfianza frente a los potenciales riesgos de corrupción, por manejo de recursos económicos, la no continuidad de la implementación y potencial riesgo de suspensión de los aportes económicos anuales comprometidos. Además podrían haber conflictos de poder con los representantes de los oferentes, gremios y demandantes, líderes naturales y principales impulsores del esquema de PSE-H[3].

Conclusiones

- La conservación de los servicios ecosistémicos tales como los generados por el recurso hídrico, es indispensable para mantener el bienestar humano y para lograrlo es necesario reconocer la importancia que tiene el bosque en la protección de dichos servicios y su inseparable relación con el correcto funcionamiento del ciclo hidrológico.

- Una unidad fundamental para comenzar los esfuerzos de conservación, son las cuencas hidrográficas, ya que alimentan a otras fuentes hídricas a mayores escalas geográficas y las cuales son dependientes de la protección de la cobertura vegetal, para mantener los servicios de calidad y cantidad de agua que muchas veces se ve afectada por impactos antrópicos como la deforestación.
- Aunque no es la única estrategia de conservación exitosa, el Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE), ha demostrado tener buenos resultados en el cumplimiento de conservar el recurso hídrico, especialmente en cuencas hidrográficas, teniendo en cuenta la participación de los diferentes actores sociales y el contexto socio-económico en donde se desea implementar el PSE.
- Además de su beneficio en la conservación de bosques y cuencas, los PSE pueden contribuir en el desarrollo de algunas regiones en cuanto al crecimiento económico, el desarrollo social y la conservación ambiental, logrando así el propósito de los SE que es el bienestar humano.
- Es indispensable en el momento de aplicar un PSE, tener en cuenta que no es el único mecanismo que deberá ser llevado a cabo para mejorar la calidad de vida de la población beneficiada por el pago, ni que será el único instrumento que garantizará la protección de los bosques en el tiempo. Por lo tanto es recomendable incluir procedimientos paralelos que favorezcan la conservación de los bosques asegurando simultáneamente buenas condiciones de vida de los pobladores.

Recomendaciones

Para el diseño en implementación de PSE en cuencas hidrográficas, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Hacer una clara definición y participación de proveedores, usuarios y el servicio deben estar bien identificados.
- Definir la relación del uso de la tierra y el servicio, así como la documentación necesaria que disminuyan el nivel de complejidad.
- Utilizar mecanismos de autofinanciamiento para mantener los recursos financieros locales en el tiempo.

- Diseñar un marco legal lo cual puede facilitar la creación de sistemas de PSE a nivel local, pero también puede constituir un obstáculo si es rígido.
- Eliminar riesgos evitando escenarios en los cuales se pudiera sortear la no presencia y el incumplimiento de las Administraciones Municipales, para lograr mantener vinculados a los actores sociales, así como la transparencia, validez e impacto del esquema de PSE.

Referencias

- [1] L. Basso, «Valoración de servicios ecosistémicos,» de *Valoración de servicios ecosistémicos*, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2010, p. 13.
- [2] R. & G.-B. E. De Groot, «Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía,» *Ecosistemas*, pp. 4-14, septiembre 2007.
- [3] C. A. Ruiz Agudelo, M. L. Zárate, A. M. Cortés Gómez, L. C. Bello, G. Tirado Muñoz, J. Gualdrón Duarte, C. A. Riveros, R. Mariño, O. Rodríguez, J. V. Rodríguez Maecha y F. Arjona Hincapie, *Hacia una economía verde en Colombia: Diseño e implementación de un esquema de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) en el marco del ordenamiento territorial. Fases de diseño e implementación temprana. Caso cuenca del río Ranchería.*, Bogotá D.C: Conservación Internacional Colombia, 2013, p. 196.
- [4] C. Tobón, *Los bosques andinos y el agua*, PROGRAMA REGIONAL ECOBONA-INTERCOOPERATION ed., P. M. V. Caracola, Ed., Quito: Serie investigación y sistematización #4, 2004.
- [5] ECOVERSA, « Pago por Servicios Ambientales,» *Corporación Ecoversa*.
- [6] D. Cordero y E. Castro, «Pago por servicio ambiental hídrico: El caso de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia ESPH S.A.,» *Revista Forestal Centroamericana*, n° 36, pp. 41-45, 2001.
- [7] Diario Oficial de la Federación, «Acuerdo por el que se modifica el diverso que establece las Reglas de Operación para el otorgamiento de pagos del Programa de Servicios Ambientales Hidrológicos,» *Diario Oficial de la Federación*, 17 Junio 2004.
- [8] A. Fallas, «Pago por servicios ambientales en las cuencas Sarapiquí y Toro: implicaciones teóricas y técnicas de un análisis de factibilidad,» *Ambientales*, pp. 3-18, Diciembre 2010.
- [9] S. de Hek, B. Kiersch y A. Mañón, «Aplicación de Pagos por Servicios Ambientales en manejo de Cuencas Hidrográficas: lecciones de experiencias recientes en América Latina,» 2004. [En línea]. Available: http://www.rareplanet.org/sites/rareplanet.org/files/Aplicacion_de_PSH_experiencias_en_America_Latina.pdf.
- [10] C. Delfín, M. Equihua y O. Pérez-Maqueo, «Modelos de simulación para la elaboración y evaluación de los programas de servicios ambientales hídricos. Estudio contratado por el Instituto Nacional de Ecología,» 2006. [En línea]. Available: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/modelos_simulacion.pdf.
- [11] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, « Guía metodológica para el diseño e implementación del incentivo económico de pago por servicios ambientales - PSA. Documento para discusión. Oficina de negocios verdes y sostenibles,» Octubre 2012. [En línea]. Available: http://www.crc.gov.co/files/GestionAmbiental/RHidrico/Guia_Met_PSA_ONVS_2012_Talleres_Cars.pdf.
- [12] C. Z. M. G. A. B. J. M. T. J. M. y B. J. Muñoz, «El Programa de Pago de Servicios Ambientales en México. Dirección General de Investigación en Política y,» Mexico , 2004.
- [13] Á. Zapata, E. Murgueitio, C. Mejía, A. F. Zuluaga y M. Ibrahim, «Efecto del pago por servicios ambientales,» *Agroforestería de las Americas*, n° 45, pp. 86-92, 2007.
- [14] L. Venkatachalam, «The contingent valuation method: a review,» *Environmental Impact Assessment Review*, n° 24, pp. 89-124, 2004.
- [15] J. Tao, H. Yan y J. Zhan, «Economic Valuation of Forest Ecosystem Services in Heshui Watershed using Contingent Valuation Method,» *Procedia Environmental Sciences*, vol. 13, p. 2445 – 2450, 2012.
- [16] S. Sanon, T. Hein, W. Douven y P. Winkler, «Quantifying ecosystem service trade-offs: The case of an urban floodplain in Vienna, Austria,» *Journal of Environmental Management*, pp. 159-172, 2012.

- [17] V. Rodas Ramos y B. Godínez Cifuentes, Manual para la implementación de mecanismos de Pago por Servicios Ambientales (PSA), basado en la experiencia del Proyecto Tacaná de la UICN., Ambiens Infinitus ed., San Marcos: Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) , 2011, p. 59.
- [18] C. Perrings, L. Jackson, K. Bawa, L. Brussaard, S. Brush, T. Gavin, R. Papa, U. Pascual y P. De Ruiter, «Biodiversity in agricultural landscapes: Saving Natural Capital without losing interest,» *Conservation Biology*, p. 2, 2006.
- [19] C. E. Oyarzún, L. Nahuelhual y D. Núñez, «Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica,» *REVISTA AMBIENTE Y DESARROLLO de CIPMA*, vol. XX, p. 10, 2004.
- [20] C. Montes y O. Sala, «La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano,» *Ecosistemas* , pp. 137-147, 2007.
- [21] C. A. Meza, «Urbanización, conservación y ruralidad en los cerros Orientales de Bogotá,» *Revista Colombiana de Antropología* , p. 42, 2008.
- [22] B. Martín-López, E. Gómez-Baggethun y C. Montes, «Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante,» *Cuides. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible*, pp. 229-258, 2009.
- [23] B. Martín-López and C. Montes, «Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos ante el Cambio Global,» in *Biodiversidad en España: base de la sostenibilidad ante el cambio global*, 2011, pp. 444-465.
- [24] S. Díaz, F. Quétier, D. M. Cáceres, S. F. Trainor, N. Pérez-Harguindeguy, B. Harte, B. Finegan, M. Peña-Claros y L. Poorter, «Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society,» *Proceedings of the National Academy of Sciences*, pp. 895-902, 2011.
- [25] E. S. Corredor Camargo, J. A. Fonseca Carreño and E. M. Páez Barón, «Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano,» *UNAD*, p. 77, 2012.
- [26] J. R. Butler, G. Y. Wong, D. J. Metcalfe, M. Honzák, P. L. Pert, N. Rao, M. E. van Grieken, T. Lawson, C. Bruce, F. J. Kroon y J. E. Brodie, «An analysis of trade-offs between multiple ecosystem services and stakeholders linked to land use and water quality management in the Great Barrier Reef, Australia,» *Agriculture, Ecosystems and Environment*, p. 16, 2011.
- [27] Y. Bai, C. Zhuang, Z. Ouyang, H. Zheng y B. Jiang, «Spatial characteristics between biodiversity and ecosystem services in a human-dominated watershed,» *Ecological Complexity*, pp. 177-183, 2011.
- [28] M. Ataroff y F. Rada, «Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean cloud forest,» *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, vol. 29, n° 7, pp. 440-444., 2000.
- [29] M. Albán , «La información disponible sobre los servicios de ecosistemas de montaña en los Andes del Norte y Centro,» 2007. [En línea]. Available: <http://www.paramo.org/dvd/Paramo%20Andino%20coordinación/Componente%204/4C.%20Información%20para%20tomadores%20de%20decisión/IINFOR~1.pdf>. [Último acceso: 01 12 2013].
- [30] FAO, «Sistemas de pago por servicios ambientales en cuencas hidrográficas,» 2003. [En línea]. Available: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5305b/y5305b00.pdf>. [Último acceso: 7 04 2014].
- [31] Secretaría Distrital de Ambiente y Conservación Internacional, Política para la Gestión de la Conservación de la Biodiversidad en el Distrito Capital, Bogotá, Colombia: Editorial Panamericana, 2010, p. 116.
- [32] Forest Trends, Grupo Katoomba y el PNUMA, «Paso a Paso: Un Manual para Diseñar Transacciones de Servicios Ecosistémicos,» 2008. [En línea]. Available: http://www.patagonianatural.org/attachments/580_Manual-Disenio-Transacciones-Servicios-Ecosistemicos.pdf. [Último acceso: 12 04 2014].
- [33] Hospital de Usaquén, E.S.E, «Diagnóstico local con participación social 2010-2012. Localidad 01 de Usaquén,» hospitalusaquen.gov.co, Bogotá D.C, 2012.
- [34] Universidad El Bosque, «Aportes para la ordenación el planeamiento del uso y manejo sostenible de los recursos hídricos de agua dulce en las microcuencas de la Localidad de Usaquén, Distrito Capital CÓDIGO DI: PCI 2011-230,» Bogotá D.C, 2013.

Las Autoras



Viviana Osorno Acosta

Bióloga bilingüe de la Universidad de los Andes, con énfasis en el área de ecología y organismos. Especialista en Docencia Universitaria. Estudiante de tercer semestre de la maestría en Conservación y Uso de la Biodiversidad de la Universidad Javeriana. Experiencia en Investigación en el área medio ambiental con bio-indicadores ambientales. Experiencia en manejo integrado de plagas y enfermedades de cultivos agrícolas y en control biológico. Actualmente me desempeño como investigadora y docente universitaria.



Diana Carolina Bohórquez

Ingeniera forestal y Especialista en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, estudiante de Maestría en Conservación y Uso de la Biodiversidad de la Pontificia Universidad Javeriana. Actualmente me desempeño como coordinadora del área de SIG y Cartografía de Ecoforest SAS. Cuento con amplia trayectoria en aplicación de herramientas cartográficas y el análisis del resultado de las mismas para estudios ambientales, cuento con experiencia en estudios de restauración ecológica, ordenación forestal, establecimiento de unidades productivas y jardinería urbana.