

Alpizar, F; Madrigal, R¹. 2005. El uso de un índice de usos del suelo como herramienta de pago por servicios ambientales hídricos.

1. Introducción.

La disponibilidad de agua para satisfacer las necesidades humanas y ecológicas depende, en gran medida, del tipo y cantidad de atributos para la generación de servicios ambientales hídricos a nivel de finca y paisaje. A pesar de la investigación que se realiza actualmente a distintos niveles, aún no se cuenta con el nivel de información necesario que nos permita establecer con certeza la forma en la cual determinado uso del suelo contribuye con el ciclo hidrológico de una cuenca y por ende, con la satisfacción de los demandantes de agua en términos de cantidad, calidad y regularidad.

Este nivel de incertidumbre en relación con la oferta de servicios ambientales hídricos complica el establecimiento de esquemas de pago por servicios ambientales (PSA). El problema radica en que si los incentivos ofrecidos bajo estos arreglos de mercado no están en función de la contribución marginal de los usos del suelo para la oferta hídrica, se cometen dos tipos de errores: la falta de precisión en la internalización de las externalidades y una baja efectividad del esquema en términos de costo-beneficio.

El primero de estos problemas provoca injusticia en términos de los pagos y envío de señales incorrectas. De esta forma el oferente que más contribuye con la provisión hídrica (por unidad de área) no necesariamente recibe un pago más alto, y por otro lado, la incertidumbre perjudica el envío de señales claras a los productores acerca de los cambios o tipos de uso del suelo que son más deseables en términos de generación de servicios ambientales. El segundo error condiciona la escala temporal y espacial del esquema, ya que una mayor efectividad en los pagos podría ampliar el horizonte temporal y permitiría incluir a su vez una mayor cantidad de área dentro del esquema. Es claro además que este problema también incide en la credibilidad del proyecto, ya que los beneficiarios esperan que sus pagos produzcan la mayor cantidad de beneficios posibles.

El índice de usos del suelo propuesto en este artículo procura solventar los problemas descritos anteriormente². Con base en un criterio de ordinalidad, el índice clasifica a 23

¹ Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. CATIE.

² Este índice se basa en la experiencia previa del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo Sostenible de Ecosistemas, el cual ha utilizado con éxito un índice ecológico de uso del suelo

usos del suelo de acuerdo al tipo y cantidad de atributos que se supone poseen con relación directa con la provisión hídrica. Se espera que este producto sirva como insumo esencial para una propuesta de diseño integral de PSA que incluye cuatro componentes esenciales, a saber: 1. Estudio de las características biofísicas relacionadas con la provisión de agua en calidad y cantidad en el sitio de intervención. 2. Estimación de los costos de proveer servicios ambientales hídricos. 3. Determinación de los beneficiarios del servicio hídrico y su disponibilidad de pago por mantener o mejorar este servicio. 4. Definición del marco operativo requerido para poner en marcha y mantener el esquema.

2. ¿Por qué usar un índice ordinal?

El elemento central del componente biofísico de la propuesta de PSA es una función dosis respuesta. Esta función busca determinar la forma en la cual un determinado uso del suelo o un cambio en el mismo (dosis) se traduce en una determinada cantidad de servicios ambientales hídricos en un período determinado (respuesta).

La complejidad y especificidad³ de esta función dosis respuesta reduce las posibilidades de hacer recomendaciones precisas acerca de la conveniencia de mantener o cambiar determinados usos del suelo. Una alternativa es tener, al menos, un índice ordinal que permita clasificar, con base en la mejor información disponible, a los usos del suelo de acuerdo a su contribución (no cuantificable) a la provisión hídrica.

Dada la falta de información y la complejidad de los ecosistemas, es poco viable la construcción de un índice con base en información cuantitativa exacta, es decir, no es posible establecer una clasificación cardinal de los usos del suelo que refleje cambios marginales exactos en la provisión de servicios ambientales hídricos. En contraposición, la clasificación ordinal representa una alternativa menos rígida y más pragmática para realizar recomendaciones acerca del reacomodo de las fincas y los paisajes en general. En otras palabras, con una clasificación ordinal solo interesa saber cuál uso del suelo es más preferible que otro en términos de provisión de servicios ambientales hídricos, pero en ningún momento se afirma, por ejemplo, que un determinado uso del suelo provee

para realizar pagos diferenciados para carbono y biodiversidad en Nicaragua, Colombia y Costa Rica (Murgueitio *et al.* 2003).

³ Hay muy pocos estudios que detallen rigurosamente la forma en que la cobertura boscosa afecta la cantidad y calidad del agua, la erosión, sedimentación, y la recarga de acuíferos. La relación es altamente específica al sitio: suelo, vegetación, pendiente, formas de manejo y clima, son algunos de los factores influyentes (Bishop y Landell-Mills 2002). Adicionalmente, es necesario distinguir los impactos de las decisiones de uso de la tierra de los impactos de los procesos naturales y su variabilidad (Tognetti 2000).

dos veces más servicios ambientales que otro particular. De esta forma, el índice ordinal constituye una aproximación a la verdadera función dosis respuesta.

3. Descripción del índice de usos del suelo.

El índice se construyó a partir de información secundaria, datos de campo y principalmente, a través de la participación activa y el alcance de consensos por parte de un grupo de 30 expertos internacionales en el tema⁴, reunidos en un taller de dos días diseñado para este fin. El objetivo del taller fue definir un índice ordinal de utilidad práctica, entendible por productores y técnicos y que por lo tanto, pudiera constituirse en una herramienta funcional para realizar pagos adecuados a la contribución marginal de cada finquero para la oferta hídrica. Como complemento fue necesario identificar el rol de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las verificaciones en el campo para establecer una línea base, la cual debe servir como punto de comparación a partir del cual se cuantifiquen los cambios a nivel de finca que serán reconocidos a los productores.

El ordenamiento de usos del suelo propuesto en el índice asigna un puntaje específico a cada uno de los usos del suelo analizados. El puntaje asignado va de 0, para usos del suelo que se presume tienen escasos atributos para la provisión de agua, hasta 1, donde se sugiere que la contribución es máxima. En el cuadro 1 se hace una separación con base en cuatro usos del suelo generales: cultivos anuales, cultivos perennes, pasturas, plantaciones y bosques.

⁴ Representantes de organizaciones y centros de investigación tales como FONAFIFO, MINAE, SINAC, PASOLAC, CIPAV, UNA, RUTA-BM, UCR, SNV, NITLAPAN, CATIE, entre otros.

Cuadro 1. Índice de usos del suelo, agrupado según categoría de uso

	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Descripción adicional
Cultivos anuales	Cultivos anuales y hortalizas	0	El manejo es el tradicional.
	Cultivos anuales y hortalizas con practicas sostenibles con el medio ambiente	0.3	Al menos 3 prácticas de CSA ⁵ , principalmente no quema, manejo de rastrojos y cobertura viva, abonos verdes. Adicionalmente se recomienda: cero labranza, curvas a nivel, producción orgánica.
	Cultivos anuales y hortalizas con obras físicas de CSA	0.3	Diques, curvas de nivel, barreras de piedras, acequias de ladera
	Cultivos anuales y hortalizas con prácticas agroforestales	0.4	Incluyen uso de árboles en cultivos en diferentes sistemas: regeneración natural, y selección de árboles en promedio mas de 170 árboles por hectárea, sistema taungya, sistema quezungual
Cultivo perennes	Cultivos perennes sin sombra y sin cobertura	0.2	
	Cultivos perennes con sombra y sin cobertura	0.5	La cantidad de sombra dependerá del cultivo
	Cultivos perennes sin sombra y cobertura	0.6	
	Cultivos perennes con sombra y cobertura del suelo	0.8	
Pasturas	Pastura con mala cobertura	0	Suelos sin cobertura vegetal
	Pastura con buena cobertura (natural o mejorada)	0.3	suelos completamente cubiertos de pasto
	Pastura con buena cobertura y baja densidad de árboles dispersos	0.5	Suelos completamente cubiertos de pasto con un porcentaje de cobertura arbórea menor al 25%
	Bancos forrajeros de gramíneas y leguminosas	0.6	

⁵ CSA (Conservación de Suelos y Agua). Para más detalles se puede consultar la Guía Técnica de PASOLAC para CSA.

	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Descripción adicional
	Pastura con buena cobertura y alta densidad de árboles dispersos	0.7	Suelos completamente cubiertos de pasto con un porcentaje de cobertura arbórea mayor al 25%
	gramíneas y leguminosas sin pastoreo (corte y acarreo)	0.7	
Plantaciones y bosques	Plantación forestal con suelo descubierto (sin sotobosque)	0.2	
	Plantación forestal en monocultivo con especies con alta demanda de agua y buen manejo del sotobosque	0.4	Plantaciones forestales establecidas con mas de 625 árboles por hectárea, mayor a 7 cm de dap y 6.5 metros de altura.
	Bosquetes aislados	0.5	Sin la presencia de animales (cercados) pero con siembra inducida. El área del bosquetes será mayor del 10 % de una hectárea
	Plantación forestal en monocultivo con especies con baja demanda de agua y buen manejo del sotobosque	0.7	Plantaciones forestales establecidas con mas de 625 árboles por hectárea, mayor a 7 cm de dap y 6.5 metros de altura.
	Tacotal	0.8	
	Bosque de galería bien manejado	1	Vegetación natural de distintos estratos a la orilla de cuerpos de agua con un ancho mínimo de 25 metros
	Bosque secundario con buen manejo	1	
	Guadual	1	
	Bosque primario	1	

En general se sugiere que dentro de las categorías de cultivos y pasturas, entre mayor es la cobertura, la puntuación tiende a incrementarse. Para el caso de las plantaciones y bosques, la cobertura sigue siendo relevante pero también influye la especie y el tipo de manejo.

Aunque el cuadro anterior es útil para establecer prioridades dentro de cada tipo general de uso del suelo, es importante conocer la clasificación general de todos los usos de la

tierra identificados. El cuadro 2 presenta la misma información que el cuadro anterior, la única diferencia es el ordenamiento general con base en el puntaje obtenido.

Cuadro 2. Índice de usos del suelo, ordenado según puntaje

Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Descripción adicional
1. Cultivos anuales y hortalizas	0	El manejo es el tradicional.
2. Pastura con mala cobertura	0	Suelos sin cobertura vegetal
3. Cultivos perennes sin sombra y sin cobertura	0.2	
4. Plantación forestal con suelo descubierto (sin sotobosque)	0.2	
5. Cultivos anuales y hortalizas con prácticas sostenibles con el medio ambiente	0.3	Al menos 3 practicas de CSA, principalmente no quema, manejo de rastrojos y cobertura viva, abonos verdes. Adicionalmente se recomienda: cero labranza, curvas a nivel, producción orgánica
6. Cultivos anuales y hortalizas con obras físicas de CSA	0.3	Diques, curvas de nivel, barreras de piedras, acequias de ladera
7. Pastura con buena cobertura (natural o mejorada)	0.3	suelos completamente cubiertos de pasto
8. Cultivos anuales y hortalizas con prácticas agroforestales	0.4	Incluyen uso de árboles en cultivos en diferentes sistemas : regeneración natural, y selección de árboles en promedio mas de 170 árboles por hectárea, sistema taungya, sistema quezungual
9. Plantación forestal en monocultivo con especies con alta demanda de agua y buen manejo del sotobosque	0.4	Plantaciones forestales establecidas con mas de 625 árboles por hectárea, mayor a 7 cm de dap y 6.5 metros de altura.
10. Cultivos perennes con sombra y sin cobertura	0.5	La cantidad de sombra dependerá del cultivo
11. Pastura con buena cobertura y baja densidad de árboles dispersos	0.5	Suelos completamente cubiertos de pasto con un porcentaje de cobertura arbórea menor al 25%
12. Bosquetes aislados	0.5	Sin la presencia de animales (cercados) pero con siembra inducida. El área del bosquetes será mayor del 10 % de una hectárea

Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Descripción adicional
13. Cultivos perennes sin sombra y cobertura	0.6	
14. Bancos forrajeros de gramíneas y leguminosas	0.6	
15. Pastura con buena cobertura y alta densidad de árboles dispersos	0.7	Suelos completamente cubiertos de pasto con un porcentaje de cobertura arbórea mayor al 25%
16. Bancos forrajeros de gramíneas y leguminosas sin pastoreo (corte y acarreo)	0.7	
17. Plantación forestal en monocultivo con especies con baja demanda de agua y buen manejo del sotobosque	0.7	Plantaciones forestales establecidas con mas de 625 árboles por hectárea, mayor a 7 cm de dap y 6.5 metros de altura.
18. Cultivos perennes con sombra y cobertura del suelo	0.8	
19. Tacotal	0.8	
20. Bosque de galería bien manejado	1	Vegetación natural de distintos estratos a la orilla de cuerpos de agua con un ancho mínimo de 25 metros
21. Bosque secundario con buen manejo	1	
22. Guadual	1	
23. Bosque primario	1	

Con base en esta reclasificación, se observa en general que los cultivos anuales y hortalizas así otros usos del suelo con escasa cobertura son los menos deseables en términos de provisión del servicio ambiental hídrico. En contraposición, los usos del suelo que se reciben una mayor puntuación son los que tienen cobertura, teniendo en un extremo a los bosques de galería y secundarios bien manejados, así como el guadual y el bosque primario.

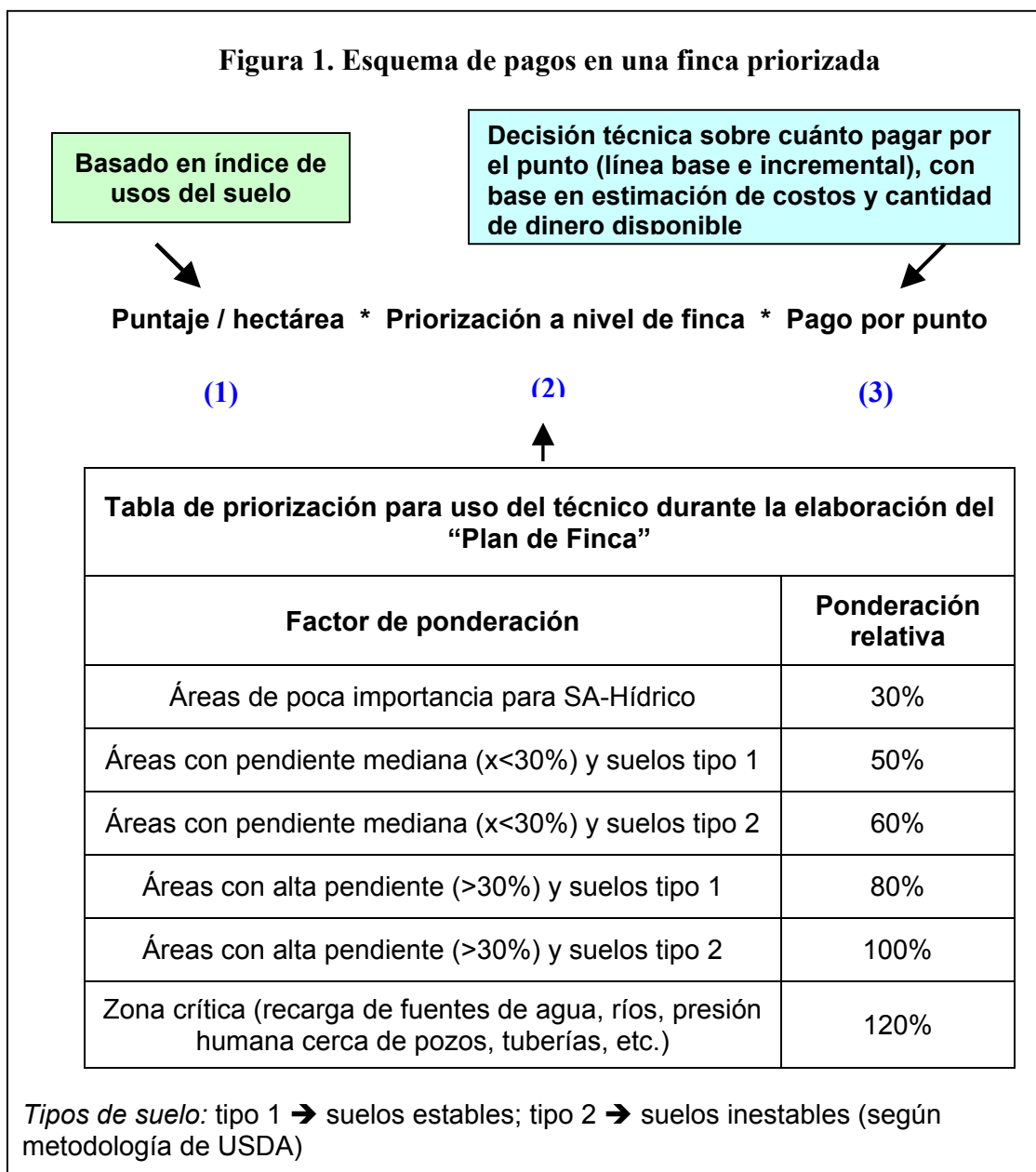
4. El índice de usos del suelo y el esquema de pagos.

Como se mencionó anteriormente, el índice debe complementarse con una adecuada priorización de las áreas a intervenir. Durante el taller de expertos se definió en consenso que dicha priorización debe pasar por dos etapas. La primera es una priorización de fincas a nivel de paisaje. Se deben identificar las áreas en un paisaje que

contribuyen más a la protección del recurso hídrico para un fin específico. Esta identificación de áreas críticas debe basarse en herramientas SIG, **indicadores hidrológicos**? y trabajo de campo de verificación. Una vez definida el área a intervenir, se deben identificar las fincas que se encuentran en esta zona y que serían las priorizadas a nivel de paisaje. Se sugiere incluir las fincas completas dentro del esquema de PSA con el propósito de evitar la creación de incentivos perversos, ya que si se paga por SA solo en una fracción de la finca, el propietario tendría un incentivo claro para realizar un reacomodo de actividades productivas en su propiedad, lo cual sería potencialmente perjudicial para el medio ambiente en general.

La segunda etapa de la priorización de áreas se debe realizar a lo interno de las fincas seleccionadas en la primera etapa. Así por ejemplo, aunque es muy deseable tener cultivos perennes con sombra y cobertura del suelo en toda la finca priorizada, no es lo mismo que este tipo de uso del suelo se encuentre en sitios de alta pendiente que en lugares planos. Por esta razón, para determinar un único puntaje final, el índice se combinará con la priorización a nivel de áreas en una finca. Este ajuste permite incrementar la precisión del pago, ya que la misma se acerca a la contribución marginal efectiva que realiza cada productor a la provisión de agua. Para entender mejor lo anterior, en la siguiente figura se presenta un esquema de pago para una finca priorizada a nivel de paisaje.

Figura 1. Esquema de pagos en una finca priorizada



El componente 1 del esquema de pagos consiste en el índice de usos del suelo presentado en el cuadro 1 y 2. Para asignar un puntaje inicial de acuerdo al índice es necesario levantar una línea base para las fincas de los productores que desean participar en el programa. El monitoreo posterior permitirá verificar las mejoras logradas respecto a este punto inicial y por ende, los incrementos que deben hacerse en el puntaje asignado a cada finca.

A pesar de la importancia intrínseca del índice, esta herramienta pierde efectividad si no es ponderada de acuerdo a variables de contexto que son relevantes para la provisión hídrica. Por esta razón se incluye el componente 2 del esquema de pagos, el cual realiza

una priorización a nivel de finca. Las variables relevantes para esto son la pendiente, el tipo de suelo y la importancia relativa de la ubicación de las mejoras o la conservación en zonas críticas, definidas estas por su proximidad a fuentes de agua, ríos u otra infraestructura de relevancia. Nótese que incluso en áreas de poca importancia para el SA-hídrico, se estaría pagando un 30% del valor del puntaje por hectárea, esto con el propósito de evitar la creación de incentivos perversos. De esta forma, el puntaje total asignado a la finca en un momento determinado depende del índice de usos del suelo ponderado por la priorización a nivel de finca.

El pago a realizarse está en función de la línea base y principalmente, en relación con los puntos incrementales logrados a partir de este punto. El pago por la línea base se realiza para evitar incentivos perversos relacionados con el reordenamiento de la finca, mientras que los pagos por los puntos incrementales buscan motivar cambios positivos en términos de una mayor generación de servicios ambientales.

La decisión técnica de cuanto pagar por punto en cada caso depende del costo estimado de los cambios requeridos en las fincas y/o el costo de mantener un uso del suelo particular, así como de la cantidad de dinero disponible para pagar a los finqueros.

5. Conclusiones.

La propiedad ordinal del índice sirve de guía para las compensaciones monetarias a realizar dentro de esquemas de PSA hídricos y por ende, garantiza premios mayores para aquellos actores que, presumiblemente, generen más servicios ambientales. Esta característica es fundamental para el diseño de incentivos económicos como el PSA, pues asegura una mejor relación costo beneficio en el uso de los fondos y un pago más justo.

Se espera que un PSA fundamentado en el índice envíe señales claras a los productores para pasar de usos del suelo con poca cobertura y pocos atributos ambientales hacia sistemas más diversos, más productivos y de mayores características para la generación de servicios ambientales. Ajustes posteriores en el índice, basados en nueva información científica, permitirían acercar más el monto pagado a los beneficios generados.

Luego de la elaboración de la primera versión del índice de usos del suelo y su relación con el esquema de pagos, el siguiente paso es la validación y monitoreo en el campo del índice propuesto. La retroalimentación que se puede obtener en este proceso será necesaria para verificar que se tiene un índice sencillo, efectivo y manejable por

técnicos y productores, lo cual aseguraría que los costos de transacción asociados no sobrepasen a los beneficios potenciales del uso del índice. A su vez esta validación es necesaria para identificar si la propuesta genera incentivos perversos relacionados con la prestación de otros servicios ambientales, tales como secuestro de carbono y biodiversidad.

Para implementar el índice se requiere considerar algunos aspectos adicionales. Si no se paga permanentemente por la línea base puede ocurrir que algunas fincas, que han realizado por años un manejo adecuado de los recursos naturales existentes, tengan pocos incentivos para entrar en el esquema puesto que tienen poco espacio para mejorar. Esta contradicción también se daría en el caso donde cambios constantes y significativos para mejorar los atributos ambientales de las fincas hacen que estas alcancen rápidamente un punto de saturación, a partir del cual los incrementos en el puntaje serían muy bajos y por ende, también serían bajos los incentivos para mantenerse dentro del esquema. Esto motiva a un esfuerzo adicional para encontrar fondos necesarios para incluir como pagos permanentes los asociados a la línea base y además, procurar la reversión de los cambios positivos, ante el cese del pago, por medio del fomento de mejoras ambientales que a su vez impacten de positivamente sobre la rentabilidad del productor.

6. Literatura citada.

Bishop, J; Landell-Mills, N. 2002. Forest environmental services: An overview. *In* Pagiola, S; Landell-Mills, N; Bishop, J. Selling Forest Environmental Services. Earthscan, capítulo 2.

Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas: Guía para el pago de servicios ambientales en el proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Cali, Colombia.

PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central), 1999. Guía técnica para la conservación de suelos y agua. Documento No.241, serie técnica No.17/99. El Salvador, ES.

Tognetti, S. 2000. Informe de síntesis. Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales. FAO.