

**Asociación Argentina de Economía Agraria**

**PAGO POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: EL  
ESCURRIMIENTO DE AGUA Y LA INFRAESTRUCTURA DE  
DESAGÜE EN LAS CUENCAS DE LOS ARROYOS MENORES  
Y DEL RÍO CUARTO<sup>1</sup>**

**Julio, 2010**

**Estela Raquel Cristeche**  
ecristeche@correo.inta.gov.ar<sup>2</sup>

**Jorge Dante de Prada**  
jdeprada@ayv.unrc.edu.ar<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Este trabajo es parte constitutiva de los proyectos: i) Proyecto Específico 301321 “La valoración económica de bienes y servicios ambientales como aporte al ordenamiento de tierras y cuencas” del Área Estratégica de Economía y Sociología del INTA, ii) “Bases para el ordenamiento sostenible de tierras y aguas en el medio rural del Sur de Córdoba, Argentina” financiado por SECYT-UNRC, y iii) “Ordenamiento del territorio en el medio rural. Región Centro, Argentina”, financiado por SECYT.

<sup>2</sup> Investigadora del Instituto de Economía y Sociología. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

<sup>3</sup> Docente del Departamento de Economía Agraria, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.

## **RESUMEN**

El corte de caminos rurales por acción de la erosión hídrica constituye un problema muy sensible en el Sur de la provincia de Córdoba. Se trata de un fenómeno complejo en el que los conflictos asociados al ordenamiento y mantenimiento de la red de desagüe tienen un papel significativo. El presente trabajo ilustra como a partir de la estimación del costo de oportunidad de la tierra y la valoración económica de la externalidad de la erosión hídrica sobre los caminos rurales obtenidos en un trabajo anterior se puede aportar al diseño y al análisis de la viabilidad económica de un esquema de tipo de pago por servicios ecosistémicos que aporte una solución a dicho conflicto. Este esquema contribuye a la provisión del servicio ecosistémico de regulación hídrica a partir de la cesión de tierras para el establecimiento de la red de desagüe y las tareas de mantenimiento y reparación de la misma que realizan ciertos productores en las cuencas de los Arroyos Menores y del Río Cuarto. El análisis parcial del excedente social asociado a dicha medida arroja resultados promisorios para el diseño de una política pública que aborde de manera integral el problema de erosión hídrica.

**PALABRAS CLAVES:** PAGO POR SERVICIOS ECOSISTEMICOS; EROSION DE SUELOS; EXTERNALIDAD; INFRAESTRUCTURA RURAL; CÓRDOBA-ARGENTINA

## **SUMMARY**

Rural roads deterioration as a consequence of water erosion is a very sensitive problem in the South of Cordoba province. It is a very complex phenomenon in which conflicts related to the ordering and maintenance of the drainage network play a major role. This research shows how the estimation of the opportunity cost of land and the economic valuation of the externality of water erosion on rural roads obtained in a previous work can contribute to the design and the analysis of the economic viability of a payments for ecosystem services scheme that brings a solution to this conflict. This scheme contributes to the provision of the ecosystem service of water regulation by the cession of agricultural land to the drainage network and the maintenance and repairing activities done by certain farmers in Arroyos Menores and Rio Cuarto watersheds. The partial analysis of the social surplus related to this measure brings promising results for the design of a public policy that deals with the problem of water erosion in an integral way.

**KEY WORDS:** PAYMENTS FOR ECOSYSTEM SERVICES; SOIL EROSION; EXTERNALITIES; RURAL INFRASTRUCTURE; CORDOBA-ARGENTINA

**CLASIFICACIÓN TEMÁTICA:** 4.4. Aspectos económicos y sociales del manejo de los recursos naturales y del medio ambiente

# **PAGO POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: EL ESCURRIMIENTO DE AGUA Y LA INFRAESTRUCTURA DE DESAGÜE EN LAS CUENCAS DE LOS ARROYOS MENORES Y DEL RÍO CUARTO**

## **INTRODUCCIÓN**

El concepto de servicios ecosistémicos (SE) como eje de la discusión sobre la problemática ambiental es relativamente reciente. Fisher *et al.* (2009) señalan que el concepto fue introducido a principios de la década del 80, y más adelante Costanza *et al.* (1997) brindan la siguiente definición de SE: “los beneficios que las poblaciones humanas derivan, directa o indirectamente, de las funciones de los ecosistemas”. En los años venideros, se manifiesta un importante reconocimiento de este concepto tanto en el plano científico como en la esfera política, hecho que puede corroborarse a partir de la importancia que se le ha asignado desde la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (*Millenium Ecosystem Assessment*)<sup>4</sup> y la proliferación de esquemas de pago por servicios ecosistémicos (PSE).

El problema económico principal que involucra a los SE es que a pesar de que algunos de éstos cuentan con un mercado, tal es el caso de la madera y los alimentos, muchos otros por sus características de bienes públicos no se comercian en los mercados, como por ejemplo: la recreación, los atributos estéticos y espirituales del paisaje, la regulación del agua y el ciclado de nutrientes que proveen los humedales, la captura y reservorio de carbono que prestan los bosques, etc. Por tanto, una gran proporción de los SE constituyen bienes públicos o generan externalidades positivas, lo cual implica su escasa consideración por parte de actores privados que deciden intervenir sobre distintos ecosistemas guiados en gran parte por precios de mercado, y por ende, afectando negativamente su provisión. En este caso, se puede entender que administradores de áreas protegidas, zonas cubiertas por bosques o sistemas de producción diversificados con prácticas culturales tendientes a la conservación del suelo y el agua, no pueden apropiarse de gran parte de los beneficios generados por este tipo de usos del suelo que generalmente se caracterizan por proveer SE abundantes en calidad y cantidad a las comunidades que residen y operan en la región. Asimismo, frecuentemente los beneficios de corto plazo de estos usos del suelo resultan menores que los de sistemas de producción agrícola especializados que ignoran el valor económico de los SE y del stock del capital natural afectados. En consecuencia, es frecuente que la provisión de SE sea inferior a la socialmente óptima generándose externalidades ambientales negativas tales como contaminación y erosión, entre otras.

Ante esta problemática, los esquemas de PSE constituyen instrumentos de incentivo económico que pretenden establecer algún tipo de acuerdo o mecanismo institucional a través del cual aquellos actores que favorezcan la provisión de SE sean compensados económicamente por aquellos que se ven beneficiados por la misma. De esta manera, se promueven usos del suelo y la adopción de tecnologías y prácticas de manejo que favorecen el aporte de SE permitiendo a los proveedores apropiarse de los beneficios que éstos generan a otros actores. Entre estos esquemas pueden incluirse aquellos que tienen lugar principalmente en países en desarrollo – sobre todo latinoamericanos – y que compensan: i) la captura de carbono, ii) la conservación de biodiversidad, iii) servicios hídricos, y iv) de paisaje o belleza escénica (Gobbi, 2009, Wunder, 2007). A su vez, se advierte que los programas agroambientales EE.UU (Claassen *et al.*, 2008) y de la UE (Dobbs y Pretty, 2008) han existido a lo largo de décadas presentando las características de esquemas del tipo de PSE (Baylis, *et al.*, 2004). No obstante, el contexto formal de instrumentos basados en el mercado

---

<sup>4</sup> Programa de trabajo internacional lanzado por la ONU en el 2001 y diseñado para brindar información científica sobre las consecuencias de las alteraciones de los ecosistemas sobre el bienestar humano.

de los PSE y su promoción como una herramienta integrada de conservación tuvo lugar principalmente en la última década (Gómez-Baggethun, *et al.*, 2010).

En nuestro país, aunque las políticas de incentivo económico para la preservación del medio ambiente no han jugado un rol muy significativo en el pasado, existen antecedentes importantes para considerar la utilización de esquemas de PSE como complemento de otras políticas ambientales o en el marco de planes de ordenamiento territorial. En este sentido, Beaumont Roveda (2004) analiza los instrumentos económicos basados en incentivos de mercado en el marco de la política ambiental de Argentina y menciona, entre otros: i) La Ley N° 25080 de Inversiones para Bosques Cultivados, ii) el Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar, y iii) el Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales. Un ejemplo paradigmático más reciente es el del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos, instrumento previsto en la ley 26331/2007: Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, a través del cual se pretende promover el ordenamiento territorial de los bosques nativos compensando a los titulares de las tierras que conservan los bosques nativos por los SE que éstos brindan y a las autoridades de aplicación para financiar las tareas de monitoreo y de asistencia técnica y financiera para promover el desarrollo sustentable de actividades no sostenibles llevadas a cabo por comunidades indígenas y campesinas.

A su vez, la política de conservación de suelo constituye uno de los primeros antecedentes en el país de utilización de incentivos económicos para controlar la erosión de suelo provocada por la producción agropecuaria. La Ley Nacional N° 22428/1981 de *Fomento a la Conservación de Suelos* establecía un subsidio para los productores que adoptaban medidas de conservación de suelo y para el desarrollo de la infraestructura hídrica<sup>5</sup> (Tomasini, *et al.*, 2000a). Asimismo, varias provincias han utilizado instrumentos económicos en su política de conservación de suelos. Por ejemplo, Entre Ríos incluye la desgravación impositiva del impuesto inmobiliario (Tomasini, *et al.*, 2000a, Vicente, *et al.*, 2007) y Córdoba prevé el diferimiento impositivo del mismo impuesto para promover la adopción de prácticas de conservación de suelo (de Prada, *et al.*, 2007b, Gil, *et al.*, 2006).

La utilización de los instrumentos económicos en la política de conservación de suelo ha hecho hincapié en la mejora de la rentabilidad económica que percibe el productor por la adopción de prácticas de conservación de suelo. Este hecho puede atribuirse, en parte, a que los estudios económicos sobre erosión de suelos en la Argentina se han centrado fundamentalmente en el análisis de los efectos dentro del sitio en el que la erosión se origina. No obstante, estudios recientes dan cuenta de la elevada importancia económica de los efectos de la erosión fuera del campo del productor en el Sur de la provincia de Córdoba, tal es el caso de la degradación de humedales (de Prada, *et al.*, 2010, de Prada, *et al.*, 2009) y del deterioro y ruptura de los caminos rurales (Cristeche, 2009b, Cristeche y de Prada, 2008, de Prada, *et al.*, 2008). Empero, estas estimaciones aún no han sido consideradas como justificación de una política que promueva la adopción de prácticas y tecnologías tendientes a la conservación de suelo por parte de los productores agropecuarios.

A su vez, la percepción de los productores del Sur de Córdoba sobre las externalidades de la erosión de suelo resulta más importante que la de los efectos de la erosión en el sitio (Gil, *et al.*, 2008). En particular, el deterioro y la ruptura de la red secundaria y terciaria de caminos por acción de la erosión constituye uno de los problemas más sensibles y manifiestos para los

---

<sup>5</sup> Entre los años 1982 y 1989, el Estado Nacional realizó una inversión de US\$14 millones, cubriendo 5,3 millones de hectáreas (2,8 millones de hectáreas asignadas a conservación de suelo y 2,5 millones de hectáreas destinadas a áreas protegidas), abarcando a 1022 productores organizados en 202 consorcios de conservación de suelo (Tomasini, *et al.*, 2000b).

productores de esta zona del país (Cantero G., *et al.*, 1998, Cisneros, *et al.*, 2008, de Prada y Angeli, 2007, Gil, *et al.*, 2008, Prego y Stillo, 1988).

La externalidad de la erosión hídrica y sus efectos dañinos en el Sur de la provincia de Córdoba responde a la poca conservación de suelos que realizan los productores en sus campos, y también a problemas de ordenamiento y mantenimiento de las redes de desagüe y de caminos.

En la situación actual sin ordenamiento de tierras, la falta de organización de las tareas de mantenimiento y reparación de la red de desagüe provoca el deterioro gradual de los canales que pierden con el tiempo su función original de almacenaje temporario y conducción de los flujos de agua. Dicha función comienzan a ejercerla parcialmente algunos caminos que actúan como vías de escurrimiento, hecho que contribuye a su degradación y eventual corte por acción de la erosión hídrica. Frente a estos episodios de emergencia los mismos suelen ser reparados sin considerar la configuración de la red de desagüe en su conjunto y la conservación de suelo en el sitio. Por lo tanto, con el tiempo parte de los caminos suelen transformarse en sitios intransitables, ante lo que el Estado necesita desarrollar nuevas trazas de camino dejando frecuentemente parte de la traza del camino antiguo para que funcione como canal de desagüe bajo el mismo encuadre de falta ordenamiento de tierras y conservación de suelos. En consecuencia, este fenómeno de pérdida de recursos tanto públicos como privados se produce en forma reiterada, constituyendo en muchos casos un círculo vicioso, reconocido especialmente por los productores localizados en las proximidades de los caminos y en las cuencas intermedias y bajas que se resisten crecientemente a la cesión de tierras con estos fines. De esta forma, se producen conflictos, en algunas ocasiones irreconciliables, entre vecinos, o entre vecinos y el Estado<sup>6</sup>.

Ante este escenario, se considera que un esquema de tipo PSE puede contribuir a la configuración de una red de desagüe ordenada en el Sur de la provincia de Córdoba y a la organización de las tareas de mantenimiento y reparación de la misma en el marco de un plan de conservación de suelo y ordenamiento de tierras. En este sentido, el presente trabajo se plantea como objetivo ilustrar cómo a partir de la estimación del costo de oportunidad de la tierra y la valoración económica de la externalidad de la erosión hídrica sobre los caminos rurales en el Sur de la provincia de Córdoba, Argentina (Cristeche, 2009b, Cristeche y de Prada, 2008) se puede aportar al diseño de un esquema de PSE que brinde una solución a este conflicto. Dicho esquema de PSE se establece para contribuir a la provisión del SE de regulación hídrica mediante la cesión de tierras privadas a la construcción de una red de desagüe ordenada y estabilizada considerando las tareas de mantenimiento y reparación de la misma en las cuencas del Río Cuarto y de los Arroyos Menores en el Sur de Córdoba, Argentina. El PSE para la cesión de tierras a la red de desagüe y su mantenimiento debe complementarse con las acciones de conservación de suelo que los productores deben realizar en sus propios predios y el aislamiento hídrico de los caminos rurales en el marco de un plan de ordenamiento de tierras. De esta forma, el esquema de PSE constituye el inicio de un proceso de negociación de una solución consensuada al problema de erosión hídrica a nivel de cuenca hidrográfica.

Este trabajo se organiza como se indica a continuación. En el marco de la introducción, se presentan los antecedentes sobre la discusión en cuanto a la definición, clasificación y diseño de los esquemas de PSE, seguidos por la presentación del caso de estudio que abordará este trabajo: la externalidad de la erosión hídrica en los caminos rurales en el Sur de la provincia de Córdoba. A continuación, en la sección materiales y métodos se presenta la fuente de

---

<sup>6</sup> Es frecuente que otros productores vecinos ejerzan presión para que el productor ceda sus tierras para la construcción del nuevo camino, o que las autoridades municipales amenacen con la expropiación de tierra al valor fiscal o la revaloración del campo para el cobro del impuesto inmobiliario.

información utilizada y el diseño metodológico de la presente investigación. En la siguiente sección, se exponen y discuten los resultados obtenidos en lo que refiere al diseño de un esquema de PSE para la cesión de tierras a la red de desagüe en el Sur de Córdoba y el análisis de su viabilidad económica. Por último, se presentan las consideraciones finales.

## **Antecedentes y marco conceptual**

Los esquemas de PSE son considerados instrumentos innovadores para financiar la conservación del medio ambiente y el manejo adecuado de los recursos naturales. En oposición al “principio del contaminador paga” en este caso prevalece la idea del que “el proveedor recibe o cobra” (“*provider gets*”) (Wertz-Kanounnikoff, 2006). Según la definición que introduce Wunder (2005), los esquemas de PSE constituyen: una transacción voluntaria en la que un SE bien definido o uso de la tierra que provea dicho servicio es comprado por un beneficiario del servicio a un proveedor del servicio si y solo si este último asegura la provisión del mismo. En otro trabajo, Wunder (2007) define como “esquemas de PSE genuinos” a aquellos que cumplen con todas las condiciones mencionadas en la definición presentada previamente. Por su parte, a aquellos esquemas que no cumplen con todos pero si con la mayoría de los requisitos los denomina “esquemas del tipo PSE”. Según este autor la mayoría de los esquemas existentes corresponden a la segunda categoría, mientras que los casos de esquemas de PSE genuinos son más bien escasos.

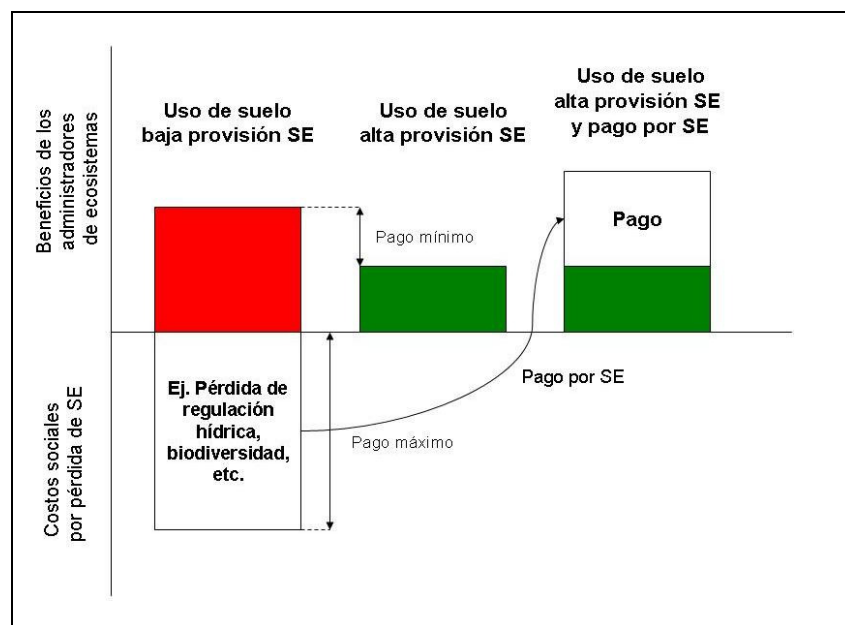
Asimismo, en lo que refiere a la clasificación de esquemas de PSE los costos de transacción asociados a un conflicto ambiental particular pueden suponer esquemas de PSE con características diferenciales. En primer lugar, mientras el volumen de actores involucrados – proveedores y beneficiarios de SE – sea pequeña o exista un importante grado de asociación de cada una de las partes, es más sencilla la asignación de derechos de propiedad y los costos de transacción son más bajos, lo que implica que los esquemas de PSE pueden darse como procesos de negociación descentralizados entre las partes, es decir, en sintonía con el teorema de Coase. En caso contrario: gran volumen de actores involucrados y escaso grado de asociación entre los mismos, y por tanto, mayores costos de transacción y posibilidades de comportamiento *free rider*, se precisa de una tercera parte – generalmente el Estado, pero también pueden ser ONG o agencias internacionales - que actúe como intermediaria, articuladora y veedora. En este caso, los esquemas de PSE pueden entenderse como la combinación del pago de un subsidio a los proveedores y el cobro de una tasa o impuesto a los beneficiarios. En este tipo de esquema, el pago puede ser financiado por el Estado mediante sus ingresos generales o a través de una tasa obligatoria. Teniendo en consideración estas dos variantes, se distinguen respectivamente entre: i) pago de SE financiados por usuarios o beneficiarios, y ii) pago de SE financiados por el Estado (Engel, *et al.*, 2008).

Los esquemas financiados por usuarios suelen asociarse a SE que son bienes privados o bienes club, por lo que resulta relativamente sencillo identificar a los beneficiarios y acordar con ellos la realización de un pago en contraprestación por la provisión de un SE. Por el contrario, en el caso de SE que son bienes públicos, resulta compleja la identificación de los beneficiarios y los incentivos al comportamiento *free rider* son importantes, requiriéndose de la participación del Estado u otra tercera parte que cuente con economías de escala en costos de transacción. El Estado puede sortear el comportamiento *free rider* imponiendo el pago de cargas obligatorias (Engel, *et al.*, 2008).

Los esquemas de PSE financiados por los usuarios serían más eficientes dado que los involucrados tienen un mayor conocimiento del valor del SE y tienen un incentivo directo para que el mecanismo funcione apropiadamente, pudiendo corroborar la efectiva provisión del mismo, de manera de decidir ulteriormente si continúan, renegocian o dan por finalizado el acuerdo. En contraposición, los esquemas financiados por el Estado resultan menos

eficientes dado que se cuenta con menos información acerca del valor del SE y los incentivos para controlar la correcta provisión del mismo son inferiores. Sin embargo, los esquemas financiados por el Estado muy frecuentemente constituyen la única opción viable debido a que las condiciones que se requieren para el cumplimiento del teorema de Coase en la práctica serían más bien inusuales.

Con referencia al monto del pago, Engel *et al.* (2008) advierten que éste no debe exceder el beneficio que perciben los usuarios por el mismo – o en caso contrario los usuarios no pagarían –, y al mismo tiempo, debe ubicarse por encima del beneficio adicional que el proveedor del servicio obtendría por el uso del suelo alternativo más ventajoso en términos económicos (en caso contrario no realizarían la actividad que favorece la provisión del servicio ambiental). En general, los pagos suelen hacerse por unidad de superficie destinada al uso del suelo que asegura la provisión del SE (ver Figura 1). Los pagos pueden ser fijos o variables por espacio geográfico o tipo de usuario (*benefit targeting*), o por costo diferencial de provisión del servicio ambiental (*cost targeting*), o simplemente una combinación de éstos.



**Figura 1. Lógica esquema de PSE.**  
**Fuente:** Adaptado de Engel *et al.* (2008)

Gobbi (2009) advierte a partir de la revisión de diversos esquemas de PSE en Latinoamérica que los montos de los pagos se han definido en base a las estimaciones de los costos de oportunidad de los usos de la tierra considerados, y en ciertos casos, contemplando la DAP por parte de los usuarios. A partir de esto, el autor infiere que la valoración económica de los SE no constituye una condición necesaria para el establecimiento del monto del pago. Al respecto, Wunder (2007) advierte que no es necesaria una valoración económica completa de los SE (los beneficios que perciben los usuarios y el costo de oportunidad que debe afrontar el proveedor). En principio, cualquier precio al que los proveedores y usuarios estén dispuestos a acordar es un buen precio. No obstante, Wunder admite que este tipo de estimaciones puede contribuir a conocer el rango de precios factible, fortalecer las posiciones de negociación de las partes o determinar si el PSE es económicamente viable. En esta línea también se manifiestan Farley y Costanza (2010) al advertir que las estimaciones de disposición a pagar (DAP) por la provisión de SE deben considerarse como una medida de viabilidad económica del esquema PSE.

En este sentido, la Economía Ambiental aporta un conjunto de métodos de valoración económica de SE que consisten fundamentalmente en la estimación directa o indirecta de la DAP por contar por un SE o la disposición a aceptar (DAA) por renunciar al mismo. De esta manera, se busca obtener la misma información que proporciona el mercado con respecto a los bienes privados: un indicador de la intensidad de las preferencias de los individuos con respecto a bienes con rasgos de bienes públicos. En algunos casos, estos métodos tratan de valorar las preferencias de los individuos a través de las relaciones que existen entre los SE y otros bienes privados en el marco de una determinada función de producción, ya sea de bienes o servicios o de utilidad. Estas relaciones entre los bienes y servicios pueden ser de complementariedad o sustitución. Otra alternativa consiste en el desarrollo de métodos que intentan valorar las preferencias de los individuos planteando la existencia de mercados hipotéticos. Los primeros se denominan métodos de preferencias reveladas y los últimos métodos de preferencias declaradas, o métodos indirectos y directos respectivamente. Los métodos indirectos suelen clasificarse como: i) costos evitados o inducidos, ii) costo de viaje, y iii) precios hedónicos. El método directo más conocido es el de valoración contingente, al que se le agregan más variantes como la ordenación contingente, etc. (para más detalles sobre estos métodos ver: Azqueta, 2002, Freeman, 2003)

Por tanto, partiendo del enfoque que se plantea en la Economía Ambiental sobre la necesidad de la valoración económica para definir estrategias de conservación (Simpson, 2007), se muestra cómo a partir de la estimación del costo de oportunidad de la tierra agrícola y del valor económico de los efectos externos de la erosión hídrica sobre los caminos rurales es posible diseñar y evaluar la viabilidad económica de un esquema de PSE para la cesión de tierras privadas a la construcción de una nueva red de desagüe en el Sur de la provincia de Córdoba, Argentina.

### **La externalidad de la erosión hídrica sobre los caminos rurales en el Sur de Córdoba**

La erosión del suelo constituye un problema por los efectos que genera dentro y fuera de los establecimientos agrícolas en los que se origina, conocidos en la literatura como efectos dentro y fuera del sitio (en inglés, efectos *on-site* y *off-site*). Los primeros afectan negativamente la fertilidad de los suelos disminuyendo consecuentemente su productividad y rendimientos presentes y futuros, mientras que los segundos afectan a terceros, y por tal motivo, suelen ser caracterizados como externalidades (Clark, 1996, Görlach, *et al.*, 2004, Pretty, *et al.*, 2000). Los efectos de la erosión fuera del sitio son numerosos pero en la literatura se suelen destacar: i) la sedimentación de ríos, humedales y canales, ii) la contaminación de aguas por sedimentos, nutrientes y agroquímicos, iii) la afectación de la productividad de suelos fuera del sitio por inundación y sedimentación, y iv) la afectación de infraestructura rural y urbana como caminos, represas, puentes, terrazas, edificaciones, etc. (Clark, *et al.*, 1985, Clark, 1996, Pimentel, *et al.*, 1995).

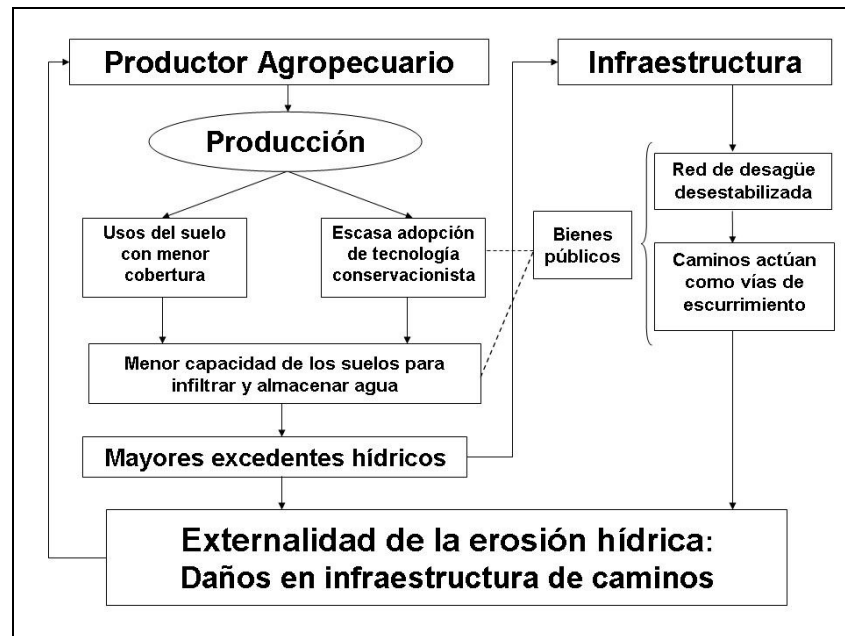
En la Argentina la erosión de suelos es un problema de larga data. Los estudios económicos sobre dicho fenómeno son escasos, concentrándose particularmente en la estimación del valor económico de los efectos de la erosión dentro del sitio en diversas zonas de la región Pampeana (ver: de Prada, *et al.*, 2005, Irurtia y Mon, 2003, Mirassou, 1993, Mirassou, *et al.*, 1994, Tengberg, *et al.*, 1997), resultando aún menor el volumen de estudios que atienden los efectos de la erosión fuera del sitio (de Prada, 2005, Tomasini, 2000).

En el caso del Sur de la provincia de Córdoba, de acuerdo a de Prada *et al.* (2007a) la erosión hídrica se ha incrementado en el período 1986-2002 producto de los cambios en el uso del suelo y de los cultivos producidos. Entre los daños provocados por la erosión hídrica fuera del establecimiento agropecuario, el deterioro y la ruptura de la red secundaria y terciaria de caminos constituye uno de los problemas más sensibles y manifiestos para los productores



agropecuarios de dicha zona (Cantero G., *et al.*, 1998, Cisneros, *et al.*, 2008, de Prada y Angeli, 2007, Prego y Stillo, 1988).

La externalidad de la erosión hídrica sobre los caminos rurales constituye un proceso complejo cuya vinculación con los SE y su valoración es algo compleja. En la Figura 1, se muestra un esquema en el que se advierte como las decisiones de producción agropecuaria y de uso y manejo de la infraestructura pública sin controlar la erosión hídrica afectan la provisión de SE provocando daños en la infraestructura de caminos.



**Figura 1. Esquema conceptual de los efectos de la erosión hídrica sobre la infraestructura de caminos rurales**

**Fuente:** Elaboración propia

Por un lado, las decisiones de producción que toman los productores agropecuarios en cuanto a los usos del suelo, en conjunción con la baja adopción de tecnologías de conservación provocan una disminución en la capacidad del suelo de infiltrar, retener y almacenar agua, afectando el SE de protección del suelo y regulación hídrica y generando mayores volúmenes de excedentes hídricos que se desvían a la infraestructura de desagüe.

Por su parte, la configuración y organización de las tareas de mantenimiento y reparación de la red de desagüe resulta conflictiva. Por un lado, una práctica común entre los productores agropecuarios de la zona es el desvío de aguas de lluvia que escurren en sus campos a los caminos a través de canales construidos a la ligera por ellos mismos. A su vez, algunos productores que cuentan con canales naturales de desagüe en sus predios destinan la superficie que estos ocupan a la producción agropecuaria o simplemente no los tienen en condiciones de funcionalidad. Por otra parte, la división de la competencia jurídica que tienen diferentes actores sobre el mantenimiento de la red de desagüe no es completamente clara, y a su vez, el aparato institucional no se encuentra lo suficientemente desarrollado como para hacer frente a dichas responsabilidades. Bajo las condiciones institucionales actuales, las tareas de mantenimiento y reparación de la red de desagüe del Sur de la provincia de Córdoba estarían bajo la competencia de la Dirección Provincial Agua y Saneamiento (DIPAS) en aquellos tramos que corresponden a tierras públicas, bajo la competencia de la Dirección Provincial de Vialidad (DPV) para los tramos que corresponden a caminos inutilizables que conforman la red de desagüe; y finalmente, en los tramos que ocupan tierras de propiedad privada y que representan la mayor proporción de la red de desagüe no es clara la

responsabilidad, pero posiblemente gran parte correspondería a los productores agropecuarios con tareas de fiscalización a cargo de la DIPAS. En estas circunstancias, prácticamente no hay asignación presupuestaria para las tareas de mantenimiento y reparación de la red, actuándose únicamente para hacer frente a situaciones de emergencia.

Las deficiencias y conflictos asociados a la red de desagüe se combinan con las fallas en la configuración de la red de caminos que con frecuencia presenta trazas por debajo del nivel de los campos contribuyendo a que éstos alteren y al mismo tiempo formen parte de la red de desagüe, y por tanto, resulten altamente susceptibles a fenómenos de corte.

Estas deficiencias en la red de caminos y de desagüe, pueden atribuirse, en parte, a su carácter de bien público. Por otro lado, tanto la adopción de tecnologías de conservación como el SE de infiltración, retención y almacenaje de agua que prestan los suelos presentan rasgos de bienes públicos, lo cual muy probablemente incida en la baja provisión de éstos que se desprende de las decisiones tomadas por los productores agropecuarios. En suma, el problema analizado en este trabajo puede caracterizarse como una externalidad multilateral<sup>7</sup> dado que los usos y el manejo del suelo que realizan los productores agropecuarios en conjunción con las deficiencias en la inversión y el mantenimiento de la red de desagüe y de caminos, favorecen procesos de erosión hídrica que en períodos de lluvias intensas convierten en intransitables a los caminos más deteriorados. Dicho fenómeno provoca el aislamiento de la población rural afectando principalmente a los mismos productores agropecuarios que se ven impedidos en dichas ocasiones de acceder desde su establecimiento a mercados de insumos y productos y a centros de salud y educación.

Ante esta problemática, se requiere de soluciones integradas y coordinadas institucionalmente abordadas a través de planes de ordenamiento de tierras y proyectos de conservación de suelo que pretenden que la red de desagüe sea independiente de la red de camino conduciendo de manera ordenada el flujo superficial de agua sin sedimentos desde el origen hasta su destino final que suele tratarse de un humedal (arroyo, río, laguna, etc.). Las inversiones realizadas para ordenar la red de desagüe y aislar hidrológicamente los caminos permiten que la red de caminos únicamente conduzca los excedentes hídricos de las precipitaciones que caen en su extensión conduciéndolos por canales hasta la red de desagüe. Por otra parte, las inversiones en conservación de suelos que se realizan en las explotaciones agropecuarias favorecen la capacidad de retención y almacenamiento de agua de los suelos. Por tanto, el volumen de excedentes hídricos disminuye, aumenta la productividad de los suelos y se controla la erosión hídrica y sus efectos dañinos.

Considerando la necesidad de un abordaje integral de esta problemática, las secciones subsiguientes del trabajo se adentran en el análisis de un componente de dicha solución: un esquema de tipo PSE para la configuración y la organización de las tareas de mantenimiento y reparación de la red de desagüe que contribuya a la provisión del SE de regulación hídrica, y por tanto, a la conservación de los caminos rurales.

---

<sup>7</sup> Por una externalidad multilateral se entiende un fenómeno en el que intervienen múltiples actores como generadores y perceptores de una externalidad, pudiendo éstos ejercer uno o ambos roles. En el marco de las externalidades multilaterales se distingue entre aquellas que son denominadas rivales y no rivales, o alternativamente, privadas y públicas. Las externalidades rivales o privadas se caracterizan porque sus efectos al ser experimentados por un agente reducen las posibilidades de que los mismos sean experimentados por otros. Por ejemplo, si un individuo arroja residuos sobre la propiedad de un tercero, cada unidad adicional de residuos que se arroja en esa propiedad reduce los niveles de afectación que pueda sufrir otro individuo por la misma causa. Por lo tanto, esas externalidades poseen características similares a las de cualquier bien privado que se comercia en los mercados. No obstante, generalmente las externalidades multilaterales suelen ser no rivales o públicas: la afectación que sufre un individuo – suponiendo que la misma es negativa – resulta independiente de la que padezcan los demás (Mas-Colell, *et al.*, 1995).

## MATERIALES Y MÉTODOS

En base a la información recolectada mediante una encuesta realizada entre los meses de julio y agosto de 2007 a una muestra aleatoria estratificada de productores agropecuarios del Sur de la provincia de Córdoba (EA 2007) se estima el costo de oportunidad de la tierra cedida para la construcción de la red de desagüe y los beneficios de controlar los efectos de la erosión hídrica sobre los caminos rurales siguiendo el criterio definido por Engel *et al.* (2008) para evaluar la viabilidad económica de un esquema de PSE.

El área de estudio (ver Figura 3) definida para la realización de la encuesta presenta una superficie de 2.310.000 ha correspondientes a las cuencas del Río Cuarto y de los arroyos Menores (del Gato, Santa Catalina y Aji) sumada a una porción del área de influencia de la Agencia de Extensión de INTA Canals (55.000 ha) en el Sur de la provincia de Córdoba. A los fines de encarar el análisis en términos ambientales se delimitó el área de estudio definiendo criterios físicos según susceptibilidad a distintas variantes de degradación del recurso suelo. Se establecieron cuatro Unidades Ambientales Homogéneas (UAH): i) Plana, ii) Ondulada, iii) Medanososa y iv) Deprimida. Las dos primeras UAH se caracterizan por ser susceptibles a la erosión hídrica, la tercera a la erosión eólica y la última al anegamiento y/o salinización (Cristeche y de Prada, 2008, de Prada y Penna, 2008).

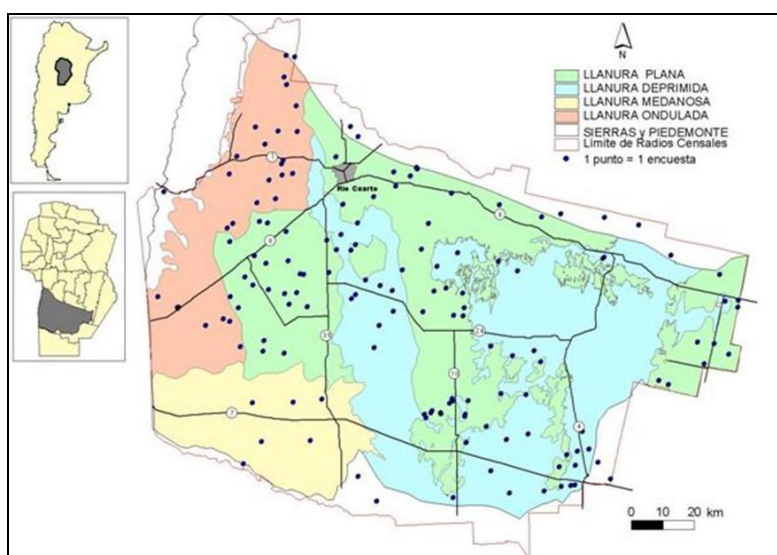


Figura 3. Área de Estudio y delimitación de UAH: Cuencas del Río Cuarto y de los Arroyos Menores, provincia de Córdoba, Argentina

Fuente: Degioanni, A.

La metodología desarrollada para estimar el valor de los efectos externos de la erosión hídrica sobre los caminos rurales combinó aspectos de los métodos de valoración económica de SE de precios hedónicos y valoración contingente. La aplicación del método de valoración contingente en su versión pura fue descartada por los sesgos asociados a la valoración directa de bienes públicos: compra de satisfacción moral, problema del *free rider*, etc. (ver: Azqueta, 2002, Kahneman y Knetsch, 1992). Por tanto tomando como base el modelo de precios hedónicos desarrollado por Palmquist (1989) cuya idea subyacente es que el precio de arrendamiento de la tierra agrícola depende de sus características productivas, se partió del supuesto de que la accesibilidad al campo (estado de los caminos) es un atributo de la tierra en alquiler para la producción agrícola, y por tanto, incide en el precio que ofrecen los arrendatarios y demandan los arrendadores en dicho mercado. No obstante, al no contar con

datos suficientes para aplicar propiamente el método de precios hedónicos, esta información fue relevada mediante una encuesta realizada entre los meses de julio y agosto de 2007 a una muestra aleatoria estratificada de 159 productores agropecuarios localizados en el área de estudio. De acuerdo a la posición que dichos productores ocupaban en el mercado de alquiler de tierras agrícolas en el momento del relevamiento, es decir, como arrendatarios o arrendadores, se estimó el valor unitario – valor por ha - de la externalidad en base a la diferencia entre la disposición a pagar o cobrar que manifestaban dichos productores por el alquiler de un predio con unas determinadas condiciones invariantes, pero distinguiendo entre la existencia o no de riesgo de corte de caminos por erosión o inundación. La diferencia entre ambas medidas constituye la valoración unitaria de la externalidad para cada productor. Ulteriormente se sumó el producto de las valoraciones unitarias de la externalidad de cada productor por la superficie en operación (SOP) de su respectiva EAP aplicando ponderadores calculados en base a la cantidad de explotaciones agropecuarias (EAP) registradas por el Censo Nacional Agropecuario 2002 (CNA 2002) según UAH y estrato para hacer inferencia para toda el área de estudio. A su vez, frente a la ausencia de relevamientos que precisen el nivel de daño causado por la erosión hídrica sobre los caminos rurales para toda el área de estudio, en dicho cálculo se ponderó la SOP de cada una de las EAP alternativamente según la afectación que los productores percibían en su EAP y su región por la externalidad, obteniéndose dos estimaciones del valor económico de la misma: una de acuerdo al nivel de afectación que los productores percibían en su EAP y otra según el nivel de afectación que éstos percibían en su región<sup>8</sup>(para más detalles consultar: Cristeche, 2009a).

En lo que respecta al costo de oportunidad de la tierra, se consideró el promedio de las respuestas brindadas por los productores al ser consultados por el precio de referencia de alquiler de la tierra para producir soja aplicándose los mismos ponderadores calculados en base a datos del CNA 2002 que en el caso de la valoración económica de la externalidad para hacer inferencia para toda el área de estudio.

Cabe destacar que tanto las preguntas de valoración económica de la externalidad como las de costo de oportunidad fueron respondidas mayormente en quintales por hectárea de soja. A los fines de transformar dichos valores en unidades monetarias se trabajó con el precio promedio mensual 2005-2007 de la soja tomado de la base de datos de AACREA a precios constantes de 2007 ajustados por el Índice de Precio Mayoristas Nivel General (IPMNG), expresados en el trabajo como “\$c”.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se expone cómo las estimaciones del costo de oportunidad de la tierra y del valor económico de la externalidad de la erosión hídrica sobre la red de caminos pueden ser utilizadas para diseñar y evaluar la viabilidad económica de un esquema de PSE que contribuya a la provisión del SE de regulación hídrica mediante la cesión de tierras privadas a la configuración de una nueva red de desagüe en las cuencas del río Cuarto y de los Arroyos Menores en el Sur de la provincia de Córdoba en el marco de un plan de ordenamiento de tierras.

Es importante advertir que el ordenamiento de la cuenca requiere de la incorporación de nuevos acuerdos o articulaciones institucionales, tales como: la organización de los productores para la conservación de suelo, la organización de las *tareas de mantenimiento y reparación de la red de desagüe* y la coordinación de los actores públicos y privados que

---

<sup>8</sup> Las preguntas sobre el nivel de afectación por la externalidad en la EAP y en la región presentaron tres categorías de respuesta: i) Mucho, ii) Poco, y iii) Nada. Los factores de ponderación fueron de 1, 0.5 y 0, respectivamente.

intervienen en el territorio con capacidad de alterar el flujo superficial de agua (caudal o volumen y carga de sedimento) sobre la red de desagüe. En este sentido, cabe aclarar que el presente trabajo pone el foco en la configuración, el mantenimiento y la reparación de la red de desagüe suponiendo que se cuenta con estos nuevos acuerdos institucionales necesarios para el ordenamiento de la cuenca.

A continuación se describen el diseño del esquema de PSE y sus principales componentes: a) el tipo de servicio, b) los beneficiarios (compradores), c) los prestadores (vendedores), d) el mecanismo institucional para establecer el pago y el control, y e) el precio de la compensación y el análisis de la viabilidad económica de dicho esquema de PSE.

### ***Tipo de servicio***

En el marco del plan de ordenamiento de tierras de las cuencas del Río Cuarto y de los Arroyos Menores, algunos productores ceden parte de su tierra en forma permanente a la construcción de una nueva red de desagüe cuya función será almacenar o conducir los excedentes hídricos. La red de desagüe involucra: canales, obras de regulación hídrica (microembalses, los retardadores de escurrimientos, etc.), trampas de sedimentos y demás obras. Parte de la tierra asignada a la red de desagüe es privada y otra parte está constituida por las vías naturales de desagüe que son consideradas tierras públicas. Asimismo, la red de desagüe estabilizada debe ser reparada y mantenida en condiciones de funcionalidad para que brinde este servicio de manera constante.

Por tanto, la cesión de tierras por parte de los productores para constituir la red de desagüe y las tareas de mantenimiento y reparación de la misma contribuye a la provisión del servicio de regulación hídrica facilitando el escurrimiento de agua en forma controlada en el área de estudio.

### ***Prestadores del servicio***

Este servicio, por ende, lo brindan mayoritariamente los productores agropecuarios cuyas tierras son destinadas a la red de desagüe. En tanto, existen algunas tierras públicas prestadoras del servicio, como por ejemplo caminos rurales abandonados. En este sentido, es importante notar que el servicio de mantenimiento y reparación de la red de desagüe debe ser garantizado en ambos tipos de tierras, públicas y privadas, para su correcto funcionamiento. En la ilustración que se presenta a continuación se asume que la superficie completa corresponde a tierras privadas, y por tanto, se compensa a los proveedores por la cesión de tierras y el mantenimiento de la red de desagüe.

Los productores pueden colaborar en la identificación y evaluación de alternativas de diseño de la red de desagüe y de la coordinación de la ejecución de obras, no obstante, la configuración de la nueva red de desagüe se definirá en base a los requisitos que establezcan las autoridades de aplicación, normalmente requisitos técnicos y económicos. Los criterios técnicos comprenden principalmente a los tipos de suelos, las características geomorfológicas e hidrogeológicas de la cuenca. En cuanto a los criterios económicos se destacan el mínimo costo de operación y el nivel de inversiones que requiere la red de desagüe. Consecuentemente, la cesión de tierras por parte de los productores no es voluntaria como suele plantearse en algunos esquemas de PSE, pero a diferencia de lo que ocurriría si se implementara como una medida meramente regulatoria, en este caso se compensa al productor por medio de un pago equivalente al costo de oportunidad de la tierra cedida a la red. De esta forma, se revierte en mayor o menor medida el bajo apoyo político que reciben frecuentemente las medidas regulatorias y las dificultades en su implementación que tal aspecto entraña (Kemkes, *et al.*, 2010).

### ***Beneficiarios del servicio***

Los beneficiarios principales de este servicio serían los productores agropecuarios que en períodos de lluvias excepcionales pueden descargar los escurrimientos hídricos (con mínima carga de sedimento) de sus campos a la red de desagüe estabilizada, y al mismo tiempo, pueden circular por los caminos sin (o con mínimo) riesgo de cortes por erosión. En este sentido, los mismos proveedores del servicio también son beneficiarios o usuarios. Adicionalmente, se podrían considerar como beneficiarios todos aquellos usuarios de los caminos que no son productores y ven reducida la frecuencia de episodios de corte de caminos. No obstante, frente a la carencia de otras fuentes de información, la determinación del monto del pago y el análisis de la viabilidad económica del esquema del PSE que se realiza en este trabajo únicamente considera a los productores agropecuarios del área de estudio.

### ***Mecanismo institucional***

A los fines de emprender las tareas de cobro, pago y monitoreo es preciso establecer algún tipo de mecanismo o arreglo institucional. A los efectos de que los productores cedan parte de su tierra a la construcción de la red de desagüe es posible apelar a la figura legal de “derecho de servidumbre” que de acuerdo al Código Civil, Libro Tercero de los Derechos Reales, Título XII “De las servidumbres”, Art. 2.970: “Servidumbre es el derecho real, perpetuo o temporario sobre un inmueble ajeno, en virtud del cual se puede usar de él, o ejercer ciertos derechos de disposición, o bien impedir que el propietario ejerza algunos de sus derechos de propiedad.”<sup>9</sup> La aplicación de esta figura legal a fines de conservación de la naturaleza ha dado lugar a lo que se conoce como servidumbres ecológicas, esto es un acuerdo “por medio del cuál un propietario limita los usos de su propiedad con el objetivo de conservar y preservar los ecosistemas y recursos naturales, bellezas escénicas o atributos históricos, arquitectónicos, arqueológicos o culturales del inmueble”(Cordero, *et al.*, 2008).

Por consiguiente, esta figura puede utilizarse para establecer los contratos con los productores que cedan su tierra a la red de desagüe en el marco del proyecto de ordenamiento de tierras. A su vez, estos productores que prestan el servicio reciben un pago por parte de los beneficiarios en compensación por el sacrificio de tierra productiva y los esfuerzos de mantenimiento y reparación de la red.

En lo que refiere a los pagos por el servicio que deben realizar los beneficiarios propietarios de la tierra es posible plantear algún tipo de acuerdo social, cómo la constitución de un fondo en base a un aporte adicional recolectado junto con el impuesto inmobiliario. De hecho, la provincia de Córdoba recauda fondos de manera similar para el Fondo Vial y el Fondo de Desarrollo Agropecuario (Ley provincial 9456/2008).

Con relación a las tareas administrativas de asignación de recursos, manejo de contratos y su correspondiente monitoreo, puede apelarse a distintas entidades para cumplir estas funciones: el Estado, una organización mixta, organizaciones de productores (como el consorcio de conservación de suelos), una organización existente como los consorcios de conservación de caminos o una organización profesional, entre otras. Por consiguiente, esta organización se encargaría de recibir y administrar los contratos, así como también de monitorear la correcta provisión del servicio. Con referencia a este punto, es de esperarse que una vez que la cuenca se encuentre ordenada y con los planes de conservación predial ya establecidos, las tareas de reparación encaradas por los consorcios de conservación de suelos y caminos se vean

---

<sup>9</sup> Consultado en Infoleg el 15-04-09: [http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/105000-109999/109481/texactley340\\_libroIII\\_tituloXII.htm](http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/105000-109999/109481/texactley340_libroIII_tituloXII.htm)

drásticamente reducidas. Consiguientemente, una alternativa podría ser que la función de administración y monitoreo de cumplimiento de los contratos fuera ejecutada en forma coordinada, articulada o conjunta entre los consorcios de conservación de suelos y caminos.

### ***Precio pagado por el servicio y viabilidad económica del esquema de PSE***

El costo para el productor que cede parte de su tierra al servicio de red de desagüe estaría conformado, por un lado, por los beneficios netos perdidos por la tierra que deja de utilizar para agricultura, y por otro lado, los costos de mantenimiento y reparación de la red. Aquí no se están considerando las inversiones para la construcción de la red de desagüe.

Suponiendo que el área de estudio requiere de alrededor de 20.000 ha de red de desagüe ubicada sobre tierras privadas y si tomamos el precio de referencia promedio de alquiler de tierra para producir soja en la cuenca de alrededor de 847 \$c/ha/año, y suponemos que los gastos de mantenimiento y reparación representan un 10% de dicho monto, el costo de participación o el monto que deben cobrar los productores por la cesión de tierras a la red de desagüe y su mantenimiento asciende a 932 \$c/ha/año (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Parámetros básicos para el diseño del esquema PSE en las cuencas de los Arroyos Menores y del río Cuarto, Córdoba.**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>A: Superficie total (ha)</b>                             | 2.004.420 |
| <b>B: Superficie red de desagüe (ha)</b>                    | 20.000    |
| <b>C: Costo oportunidad de la tierra (\$c/ha/año)</b>       | 847       |
| <b>D: Gastos de reparación y Mantenimiento (\$c/ha/año)</b> | 85        |
| <b>E: Costo de participación (\$c/ha/año)</b>               | 932       |
| <b>F: Pago beneficiarios (\$c/ha/año)</b>                   | 9         |
| <b>G: Valoración Externalidad 1* (\$c/ha/año)</b>           | 70        |
| <b>H: Valoración Externalidad 2* (\$c/ha/año)</b>           | 107       |
| <b>I: Beneficio neto 1* (\$c/ha/año)</b>                    | 61        |
| <b>J: Beneficio 2* (\$c/ha/año)</b>                         | 98        |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Cristeche (2009)

**Nota:**  $D=0,1*C$ ;  $E=C+D$ ;  $F=(E*B)/A$ ;  $I=G-F$ ;  $J=H-F$

\* Por “Valoración Externalidad 1” y “Beneficio Neto 1” se hace referencia a los valores estimados de acuerdo al nivel de afectación por la externalidad manifestado por los productores en su EAP. Por su parte, “Valoración Externalidad 2” y “Beneficio Neto 2” hacen referencia a los valores estimados de acuerdo al nivel de afectación por la externalidad declarado por los productores en su región.

En lo que refiere a los aportes para cubrir la totalidad del costo de participación de los proveedores, los beneficiarios podrían pagar en forma proporcional a la cantidad de tierra que posean. Para este caso en particular, suponiendo que todos se benefician en la misma medida en promedio debería realizarse un pago anual de \$c 9 por hectárea. Si se compara el pago que deben realizar los productores de la cuenca en compensación por la cesión de sus tierras a la red de desagüe y las tareas de mantenimiento y reparación que realizan ciertos productores, y el beneficio promedio que perciben todos los productores de la cuenca por el control de la externalidad de la erosión hídrica sobre los caminos rurales se puede advertir que el beneficio neto del esquema de PSE se ubica entre los 61 y 98 \$c/ha/año.

En la Tabla 2, se muestra un análisis **parcial** del excedente social en la situación con y sin PSE. Los productores agropecuarios en la situación sin PSE, perciben un valor promedio de renta de la tierra anual de \$c 847 por hectárea, lo que equivale considerando las tierras que serían asignadas a la red de desagüe un total de casi \$c 17 millones por año bajo el supuesto de que las tierras son aptas para agricultura. A su vez, el conjunto de productores, al no disponer de la cuenca ordenada y la red de desagüe estabilizada percibe un daño por la externalidad negativa causada por la erosión hídrica a los caminos rurales de entre \$c 140

millones y \$c 215 millones anuales. Por lo tanto, los productores en su conjunto si se mantiene la situación sin PSE tienen un excedente social negativo de entre \$c 123 y 198 millones por año.

**Tabla 2. Análisis parcial del excedente social de la situación con y sin PSE (Red de desagüe de 20.000 ha)**

|                                 | Sin PSE        |   | Con PSE y ordenamiento  |   |
|---------------------------------|----------------|---|-------------------------|---|
|                                 | \$c/ha/año     | \$c/año                                       | \$c/ha/año              | \$c/año                                   |
| <b>Renta de la tierra</b>       | 847            | 16.940.000                                    | -                       | -   |
| <b>Prestadores (ingresos)</b>   | -              | -   | 932                     | 18.634.000                                |
| <b>Beneficiarios (gastos)</b>   | -              | -   | 9                       | 18.634.000                                |
| <b>Valor de la externalidad</b> | (70)<br>(107*) | (140.403.249)<br>(214.830.606*)               | 0                       | 0   |
| <b>Excedente Social</b>         |                | <b>(123.463.249)</b><br><b>(197.890.606*)</b> | <b>61</b><br><b>98*</b> | <b>121.769.249</b><br><b>196.196.606*</b> |

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de Cristeche (2009a)

**Nota:** “\*” corresponde a valores asociados a la estimación del valor económico de la externalidad de la erosión sobre los caminos de acuerdo al nivel de afectación percibido por el productor en su región.

En contraste, en la situación con la cuenca ordenada y el esquema de PSE, se supone que el control de erosión, y por lo tanto, de la externalidad (el volumen de externalidad se aproxima a cero) provoca un excedente social general positivo que se ubica entre \$c121 y 196 millones anuales. El productor que cede tierra para la red de desagüe deja de percibir la renta de la tierra por la realización de actividades agropecuarias, pero en compensación percibe el pago por SE que cubre su costo de oportunidad. Consiguientemente, el resto de productores de la cuenca gasta 18,64 millones de pesos en compensación por la provisión del SE. Por lo tanto, el excedente social corresponde a la diferencia entre beneficios por evitar los daños en la infraestructura de caminos que perciben todos los productores de la cuenca y los gastos realizados para proveer y mantener el servicio en el marco del plan de ordenamiento territorial.

En este trabajo no se ha estimado el monto de la inversión que la sociedad debe realizar para ordenar la red de desagüe y aislar hidrológicamente y reacondicionar la infraestructura de caminos, debido fundamentalmente al desconocimiento del diseño y del costo de las obras físicas necesarias. No obstante, se puede decir que el excedente social estimado en base a la percepción de los productores del área de estudio permitirá, al menos, financiar parcialmente estas obras. En un análisis beneficio costo para la sociedad en su conjunto además de dichas inversiones deberían considerarse los gastos de inversión y los beneficios derivados del control de la erosión dentro del sitio.

### ***Diferenciación de PSE por UAH***

Por otro lado, el costo de oportunidad que deben afrontar los productores de las distintas UAH varía, motivo por el cual se podría plantear un esquema de PSE que discrimine según la ubicación de los proveedores del SE en las distintas UAH. En este caso, suponiendo que la superficie que ocupa la red en cada UAH es proporcional a la superficie que ocupan las respectivas UAH, en la



Tabla 3 se puede observar que el costo de participación (costo de oportunidad y costo de mantenimiento y reparación) va desde 814 \$c/ha/año a 969 \$c/ha/año, correspondientes respectivamente a las UAH Ondulada y Plana. Por tanto, el pago que deben realizar los beneficiarios de las UAH Ondulada es de 8 \$c/ha/año, los de la UAH Medanosa 9 \$c/ha/año, y finalmente, aquellos de las UAH Plana y Deprimida de 10 \$c/ha/año. En el caso de la UAH Ondulada, el beneficio neto que perciben los productores por el esquema de PSE se ubica en un rango considerablemente amplio que va de los 66 a los 269 \$c/ha/año. Por su parte, el beneficio neto que perciben los productores de la UAH Plana está entre los 56 y 81 \$c/ha/año, y el de los productores de la UAH Deprimida entre los 63 y 70 \$c/ha/año. Finalmente, los productores de la UAH Medanosa perciben un beneficio neto sustancialmente menor de alrededor de 43 \$c/ha/año.

**Tabla 3. PSE según UAH en la cuenca de los Arroyos Menores y del Río Cuarto, Córdoba, Argentina**

| UAH              | Superficie red (ha) | Costo de participación (\$c/ha/año) | Pago beneficiarios (\$c/ha/año) | Val. Ext.1 (\$c/ha/año) | Val. Ext.2 (\$c/ha/año) | B. Neto 1 (\$c/ha/año) | B. Neto 2 (\$c/ha/año) |
|------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Ondulada</b>  | 3.114               | 814                                 | 8                               | 74                      | 269                     | 66                     | 261                    |
| <b>Plana</b>     | 7.375               | 969                                 | 10                              | 65                      | 91                      | 56                     | 81                     |
| <b>Deprimida</b> | 7.088               | 957                                 | 10                              | 80                      | 72                      | 70                     | 63                     |
| <b>Medanosa</b>  | 2.423               | 889                                 | 9                               | 51                      | 51                      | 42                     | 43                     |
| <b>Total</b>     | <b>20.000</b>       | <b>932</b>                          | <b>9</b>                        | <b>70</b>               | <b>107</b>              | <b>61</b>              | <b>98</b>              |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la EA 2007 y Cristeche (2009)

Nota: Por “Val. Ext. 1” y “B. Neto 1” se hace referencia a los valores estimados de acuerdo al nivel de afectación por la externalidad manifestado por los productores en su EAP. Por su parte, “Val. Ext. 2” y “B. Neto 2” hacen referencia a los valores estimados de acuerdo al nivel de afectación por la externalidad declarado por los productores en su región.

#### ***Análisis de sensibilidad: superficie asignada a la red de desagüe***

Debido a que se desconoce la superficie que requiere la red de desagüe de toda el área de estudio, la misma podría variar en torno a las 20.000 ha. Por tanto, en la Tabla 4 se presenta un análisis de sensibilidad del esquema de PSE para una red de desagüe de 14.000 ha y de 26.000 ha. Esto permite tener un amplio rango de posibilidades en el diseño de la red de desagüe y se puede observar que aún así el esquema de PSE muestra significativos beneficios para ambas situaciones de valoración económica de la externalidad de la erosión sobre los caminos rurales.

**Tabla 4. Extensión de la red de desagüe. Análisis de sensibilidad según UAH**

| UAH              | Pago beneficiarios (\$c/ha/año) | Pago beneficiarios (\$c/ha/año) | B. Neto 1 (\$c/ha/año) | B. Neto 1 (\$c/ha/año) | B. Neto 2 (\$c/ha/año) | B. Neto 2 (\$c/ha/año) |
|------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                  | <i>Red 14.000ha</i>             | <i>Red 26.000 ha</i>            | <i>Red 14.000 ha</i>   | <i>Red 26.000 ha</i>   | <i>Red 14.000 ha</i>   | <i>Red 26.000 ha</i>   |
| <b>Ondulada</b>  | 6                               | 11                              | 68                     | 64                     | 263                    | 258                    |
| <b>Plana</b>     | 7                               | 13                              | 58                     | 53                     | 84                     | 78                     |
| <b>Deprimida</b> | 7                               | 12                              | 73                     | 67                     | 66                     | 60                     |
| <b>Medanosa</b>  | 6                               | 12                              | 44                     | 39                     | 45                     | 40                     |
| <b>Total</b>     | <b>7</b>                        | <b>12</b>                       | <b>64</b>              | <b>58</b>              | <b>101</b>             | <b>95</b>              |

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la EA 2007 y Cristeche (2009)

Nota: Por “B. Neto 1” y “B. Neto 2” se hace referencia a los valores estimados de acuerdo al nivel de afectación por la externalidad manifestado por los productores en su EAP y en su región respectivamente.

## ***Discusión***

En síntesis, este esquema de PSE para la red de desagüe se muestra viable a nivel de la cuenca en general y de cada UAH, aún considerando diferentes superficies asignadas a la red de desagüe y niveles de percepción económica del productor respecto de la externalidad de la erosión hídrica sobre los caminos. En este sentido, a partir de un análisis parcial del esquema de PSE se observa un excedente social positivo importante, que en cierta forma puede paliar los gastos de inversiones en conservación de suelos y en las redes de desagüe y caminos, puntos no considerados en este trabajo.

Por otro lado, el mecanismo propuesto aparece como una alternativa institucional interesante para desarrollar nuevas funciones que demandará el funcionamiento apropiado de una cuenca ordenada y que en la situación actual no existe, aunque jurídicamente aparezca esta función asignada a la DIPAS y a la DPV de la provincia de Córdoba. En este sentido, la DIPAS podría desarrollar esta función en forma descentralizada manteniendo el poder de fiscalización y organizando a los beneficiarios a nivel de consorcios camineros o de conservación de suelos existentes o a crearse en el área de estudio. Otra alternativa sería la creación de una organización responsable en la cuenca del conjunto de actividades vinculadas a la conservación de suelos en el sitio, la conservación de los caminos, el mantenimiento y reparación de la red de desagüe y la administración del esquema de PSE dotándola de recursos y capacidad administrativa para cumplir con dichas tareas. Asimismo, las tareas de mantenimiento y reparación de la red de desagüe pueden ser encaradas por los productores que ceden sus tierras a la red tal como se planteó previamente, terciarizadas a otra organización u otra alternativa cuyo análisis debe ser considerado con más profundidad dado que no ha sido objeto de este trabajo. En cualquier caso, el Estado debería involucrar a los beneficiarios locales para que participen activamente en la organización de este mecanismo institucional por la gran importancia económica que le asignan al problema de erosión hídrica. Desde un punto de vista teórico, este mecanismo se aproxima al ideal dado que el productor paga de acuerdo a la superficie de campo que maneja, y por tanto, asumiendo condiciones tecnológicas similares paga de acuerdo a la cantidad de agua que escurre de su campo.

Sin embargo, en la medida que los productores adoptan tecnología de conservación de suelo y agua es posible pensar en algún mecanismo más consistente con la teoría económica cobrando un monto fijo por el servicio permanente (el sacrificio de tierra productiva para la red de desagüe) y otro variable según el volumen medio de escurrimiento y sedimentos vinculado a los gastos de mantenimiento y reparación. De esta manera, en teoría se promovería una conducta conservacionista castigando a aquellos que no la tienen mediante un pago más elevado por el daño causado al sistema de desagüe. Sin embargo, para las condiciones actuales de funcionamiento de la cuenca esto agregaría algunas dificultades vinculadas al monitoreo del caudal y volumen de escurrimiento generado por cada establecimiento, en virtud de que aún no resulta clara la confiabilidad de mecanismos de medición. Además, habría que considerar la mayor complejidad del sistema administrativo para ponerlo en marcha y los costos adicionales involucrados.

En suma, se ha observado como el esquema de PSE para la red de desagüe en el marco de un plan de ordenamiento tierras en la cuenca permitiría reconocer económicamente el esfuerzo realizado por los productores que ceden tierras y mantienen y reparan la red de desagüe, a diferencia de los mecanismos actuales que normalmente obstaculizan no solo el ordenamiento de una cuenca sino también el desarrollo de una nueva traza de camino o un canal. A su vez, se facilitarían las tareas de reparación y mantenimiento de caminos correspondientes a los

consorcios camineros. Por tal motivo, es de esperarse que en este contexto los conflictos entre productores, y entre productores y el Estado provincial se vean fuertemente reducidos.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

En el presente trabajo se ha mostrado como un esquema de tipo PSE puede constituir una alternativa viable en términos económicos para ordenar la red de desagüe y organizar las tareas de mantenimiento y reparación de la misma contribuyendo a la provisión del SE de regulación hídrica en el marco de un plan de ordenamiento de tierras y conservación de suelos que permita controlar la erosión hídrica y sus efectos dañinos en el Sur de la provincia de Córdoba.

A tales efectos se siguió el criterio definido por Engel et al. (2008) para diseñar y evaluar la viabilidad económica de un esquema de PSE en base a las estimaciones del costo de oportunidad de la tierra cedida al establecimiento de la red de desagüe y los beneficios del control de la erosión hídrica sobre los caminos rurales realizadas por Cristeche (2009) tomando como fuente de información una encuesta realizada entre julio y agosto de 2007 a una muestra aleatoria estratificada de productores agropecuarios que operan en las cuencas de los Arroyos Menores y del Río Cuarto en el Sur de la provincia de Córdoba.

El esquema de tipo PSE diseñado consiste en compensar el esfuerzo realizado por los productores que cederían parte de sus tierras para la construcción de una nueva red de desagüe y se harían cargo de las tareas de mantenimiento de la misma a través de un pago efectuado por todos los productores de las cuencas de los Arroyos Menores y del Río Cuarto proporcional a la superficie de las tierras bajo su propiedad en forma conjunta con el impuesto inmobiliario.

Una de las implicancias políticas más relevantes del trabajo es la de aportar al análisis y la discusión de mecanismos que atiendan los conflictos asociados al funcionamiento de la red de desagüe en virtud de la naturaleza de bien público que ésta presenta y los escasos antecedentes sobre su tratamiento en la literatura científica y en los mecanismos institucionales que han existido hasta el presente en el área de estudio.

El excedente social del esquema de tipo PSE para toda el área de estudio, distinguiendo según el costo de oportunidad de la tierra en las distintas UAH y haciendo análisis de sensibilidad para distintas superficies de red de desagüe resultó significativamente positivo. A pesar de que estos resultados se muestran promisorios para el diseño de una política pública de control de la erosión de suelo en el área de estudio, debe repararse en algunas limitaciones del estudio.

En primer lugar, únicamente se han considerado a los productores agropecuarios pero cabe mencionar a otros pobladores rurales o usuarios de los caminos rurales, como por ejemplo, los transportistas que también sufren los perjuicios de la acción de la erosión hídrica sobre los caminos rurales.

En segundo lugar, no se han considerado otros efectos de la erosión hídrica fuera del campo del productor como ser: la degradación de humedales, la contaminación de agua, etc. cuya valoración económica también puede contribuir a cuantificar los beneficios de contar con una política de ordenamiento de tierras que permita controlar la erosión.

Por último, en este trabajo se ha analizado parcialmente un mecanismo para el ordenamiento de tierras y conservación de suelo por lo que en un futuro debería incluirse el análisis de los otros componentes posiblemente en el marco de un análisis beneficio costo. A tales efectos, sería recomendable que se encararan estudios técnicos sobre el diseño y los costos de las obras requeridas para ordenar la red de desagüe y realizar el aislamiento hídrico de los caminos. A su vez, deberían estimarse los costos y beneficios asociados a las acciones de conservación de suelos y agua que deberían realizar productores al interior de sus predios. Finalmente, deberían promoverse estudios y relevamientos que consideren la percepción de otros

beneficiarios del esquema de PSE y del plan de ordenamiento de tierras, así como también la estimación de los beneficios del control de otras externalidades de la erosión hídrica a los fines de contar con una estimación más cabal del excedente social del control de la erosión hídrica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Azqueta, D., (2002). Introducción a La Economía Ambiental, Ed McGraw-Hill, Madrid.
- Baylis, K, Rausser, G y Simon, L, (2004). 'Agri-Environmental Programs in the United States and European Union', *Agricultural policy reform and WTO: where are we heading*, Citeseer.
- Beaumont Roveda, Eduardo, (2004). Desafíos Y Propuestas Para La Implementación Más Efectiva De Instrumentos Económicos En La Gestión Ambiental De América Latina Y El Caribe: El Caso De Argentina, Santiago de Chile: Publicaciones de las Naciones Unidas.
- Cantero G., A. , Cantu, M.P. , Becerra, V. , Cantero, J.J. , Cisneros, J.M. , Degioanni, A. , Gonzalez, J. , Gil, H. , de Prada, J. , Pereyra, C. , et al., (1998). 'Propuesta De Ordenamiento Y Manejo Integrado De Tierras Y Aguas En El Sur De La Provincia De Córdoba', Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Cisneros, J. M., Cantero G., A. , Degioanni, A , Angelli, A., Gonzalez, J. , de Prada, J. , Reynero, M.A., Gil, H. , Becerra, V. y Espósito, G., (2008). 'Uso Del Suelo, Erosión Y Deterioro De Los Caminos Rurales: El Caso De La Cuenca Suco-Moldes-Mackenna (Córdoba)', A. A. d. I. C. d. Suelo, *XXI Congreso Nacional Argentino de la Ciencia del Suelo*, Potrero de Funes, San Luis, Argentina:
- Clark, E.H., Maverkamp, J.A. y Chapman, W., (1985). Eroding Soils: The Off-Farm Impacts, Washington DC: The Conservation Foundation.
- Clark, R., (1996). 'Methodologies for the Economic Analysis of Soil Erosion and Conservation', *Cserge Gec Working Paper 96-13*, Overseas Development Group. University of East Anglia. Norwich.
- Cordero, D., Moreno-Díaz, A. y Kosmus, M., (2008). 'Manual Para El Desarrollo De Mecanismos De Pago/Compensación Por Servicios Ambientales', Ecuador: GTZ.
- Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V. y Paruelo, J., (1997). 'The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital', Nature, Vol. 387, No.
- Cristeche, E.R., (2009a). 'Valoración Económica De Los Efectos Externos De La Erosión Hídrica Sobre La Infraestructura De Camino Rurales En El Sur De La Provincia De Córdoba, Argentina', *Tesis Maestría en Economía*, Buenos Aires: Facultad de Ciencias Económicas, UBA.
- Cristeche, Estela Raquel, (2009b). 'Valoración Económica De Los Efectos Externos De La Erosión Hídrica Sobre La Infraestructura De Caminos Rurales En El Sur De La Provincia De Córdoba, Argentina', *AAEA, Facultad de Ciencias Economicas*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires.
- Cristeche, Estela Raquel y de Prada, Jorge D., (2008). 'Valoración Económica De Los Efectos Externos De La Erosión De Suelos. El Caso De Corte De Caminos En El Sur De La Provincia De Córdoba, Argentina', *AAEA, 2º Congreso Regional de Economía Agraria. 3º Congreso Regional de Economía Agraria. XXXIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria*, Montevideo, Argentina: AAEA.
- de Prada, J. D., (2005). 'Economics of Soil Erosion and Wetland Degradation: A Case Study from Argentina', *A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the degree of Doctor of Philosophy*, University of Connecticut. USA.
- de Prada, J.D., Bravo-Ureta, B. y Shah, F.A., (2005). 'El Costo De La Erosión De Suelo Para Los Productores Agropecuarios En El Sur De Córdoba, Argentina', Revista Argentina de Economía Agraria, Vol. 8, No., pp. 4-21.
- de Prada, J.D., Shah, F. y Bravo Ureta, B., (2010). Economic Impacts of Agriculture - Soil Erosion and Wetland Degradation. The Onsite and Offsite Costs of Soil Erosion: A Case Study from Argentina, Saarbrücken, Germany.
- de Prada, J.D., Shah, F., Bravo Ureta, B., Degioanni, A y Cantero G., A., (2009). 'El Impacto Económico De La Agricultura En La Degradación De Humedales: Modelo Teórico Y Valoración Empírica En El Sur De La Provincia De Córdoba, Argentina', *AAEA, XL Reunión Anual de la AAEA*, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina:
- de Prada, JD y Angeli, AR, (2007). 'Valoración Económica De Bienes Y Servicios Ambientales En El Medio Rural: Análisis De La Erosión Y Conservación De Suelo.' *XXXVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria*, Mendoza, Argentina:

- de Prada, JD, Gil, H., Hernandez, J., Becerra, V. y A., Cantero G., (2007a). 'Análisis Financiero De La Política De Conservación De Suelos De La Provincia De Córdoba', *XXXVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria*, Mendoza, Argentina:
- de Prada, Jorge D., Gil, Horacio A., Hernández, Jorge, Becerra, Víctor H. y Cantero G., Alberto, (2007b). 'Análisis Financiero De La Política De Conservación De Suelo De La Provincia De Córdoba, Argentina', AAEA, *XXXVIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria*, Mendoza, Argentina: AAEA.
- de Prada, Jorge D., Hernández, Jorge, Cantero, Alberto, Gil, Horacio H. y Cristeche, Estela, (2008). 'Percepción Económica Del Productor Sobre Diferentes Problemas Ambientales', en J. D. de Prada and J. A. Penna (ed.), Percepción Económica Y Visión De Los Productores Agropecuarios De Los Problemas Ambientales En El Sur De Córdoba Argentina, Buenos Aires, Argentina: Ediciones - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- de Prada, Jorge D. y Penna, Julio A., 2008, ed<sup>eds</sup>. Percepción Económica Y Visión De Los Productores Agropecuarios De Los Problemas Ambientales En El Sur De Córdoba, Argentina. Buenos Aires, Argentina: Ediciones - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Engel, S., Pagiola, S. y Wunder, S., (2008). 'Designing Payments for Environmental Services in Theory and Practice: An Overview of the Issues', *Ecological Economics*, Vol. 65, No. 4, pp. 663-74.
- Farley, J. y Costanza, R., (2010). 'Payments for Ecosystem Services: From Local to Global', *Ecological Economics*, Vol. In Press, Corrected Proof, No.
- Fisher, Brendan, Turner, R. Kerry y Morling, Paul, (2009). 'Defining and Classifying Ecosystem Services for Decision Making', *Ecological Economics*, Vol. 68, No. 3, pp. 643-53.
- Freeman, AM, (2003). The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods, Washington, D.C.: Resources for the Future.
- Gil, H., de Prada, J.D., Hernández, J., Pereyra, C. y Angeli, A.R., (2008). 'Análisis De La Percepción Del Productor Sobre La Problemática Ambiental', en J. D. de Prada and J. A. Penna (ed.), Percepción Económica Y Visión De Los Productores Agropecuarios De Los Problemas Ambientales En El Sur De Córdoba, Argentina, Buenos Aires: Ediciones INTA.
- Gil, Horacio A., de Prada, Jorge D., Becerra, Víctor H., Cisneros, José M. y Reynero, Miguel A., (2006). 'Gestión Del Recurso Suelo En El Medio Rural: Análisis Político-Institucional En La Provincia De Córdoba, Argentina.' *XXXVII Reunión Anual Villa Giardino*, Córdoba: Asociación Argentina Economía Agraria.
- Gómez-Baggethun, Erik, de Groot, Rudolf, Lomas, Pedro L. y Montes, Carlos, (2010). 'The History of Ecosystem Services in Economic Theory and Practice: From Early Notions to Markets and Payment Schemes', *Ecological Economics* Special Section - Payments for Environmental Services: Reconciling Theory and Practice, Vol. 69, No. 6, pp. 1209-18.
- Görlach, B., Landgrebe-Trinkunaite, R., Interwies, E., Bouzit, M., Darmendrail, D. y Rinaudo, J.D., (2004). 'Assessing the Economic Impacts of Soil Degradation', Final Report. Volume IV: Executive Summary. European Commission. DG Environment, Study Contract ENV.B.1/ETU/2003/0024. Berlin: Ecologic.
- Irurtia, C.B. y Mon, R., (2003). 'Impacto De La Erosión Hídrica En La Producción De Granos En Un Argiudol Típico De La Pampa Ondulada.' Instituto de Suelos, INTA. Castelar.
- Kahneman, D. y Knetsch, J.L., (1992). 'Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction.' *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 22, No. 1, pp. 57-70.
- Kemkes, Robin J., Farley, Joshua y Koliba, Christopher J., (2010). 'Determining When Payments Are an Effective Policy Approach to Ecosystem Service Provision', *Ecological Economics*, Vol. In Press, Corrected Proof, No.
- Mas-Colell, A., Whinston, M.D. y Green, J.R., (1995). Microeconomic Theory, New York: Oxford University Press, USA.
- Mirassou, S. B., (1993). 'La Conservación De Los Suelos: Una Evaluación Económica', *Tesis Magister Scientiae. Escuela para Graduados. Facultad de Agronomía. Área Economía Agraria.*, Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Mirassou, S. B. , Díaz, R. A. , Mauhourat, D.E. y Belluscio de Casaravilla, M., (1994). 'La Conservación De Los Suelos. Una Evaluación Microeconómica De La Serie De Arroyo Dulce.' en X. C. d. C. y. T. a. s. d. l. e. agropecuaria. (ed.), Impacto De Las Técnicas De Conservación De Suelo En La Productividad De La Empresa Agropecuaria, Rosario, Argentina: Bolsa de Comercio de Rosario.
- Palmquist, R.B., (1989). 'Land as a Differentiated Factor of Production: A Hedonic Model and Its Implications for Welfare Measurement', *Land economics*, Vol. 65, No. 1, pp. 23-28.

- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L. y Saffouri, R., (1995). 'Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits', Science, Vol. 267, No. 5201, pp. 1117-23.
- Prego, A. J. y Stillo, F. S., (1988). 'Deterioro En La Red Caminera', en F. F. p. I. E. I. C. y. I. Cultura. (ed.), El Deterioro Del Ambiente En La Argentina (Suelo-Agua-Vegetación-Fauna), Buenos Aires:
- Pretty, J. N., Brett, C., Gee, D., Hine, R. E., Mason, C. F., Morison, J. I. L., Raven, H., Rayment, M. D. y van der Bijl, G., (2000). 'An Assessment of the Total External Costs of Uk Agriculture', Agricultural Systems, Vol. 65, No. 2, pp. 113-36.
- Simpson, R. D., (2007). 'David Pearce and the Economic Valuation of Biodiversity', Environmental and Resource Economics, Vol. 37, No. 1, pp. 91-109.
- Tengberg, A., Peretti, M. y Weir, E., (1997). 'Predicción De Cambio De Rendimiento Y Costos Causados Por Erosión En Marco Juárez, Córdoba', Marco Juárez, Cordoba: Estación Experimental Marcos Juárez. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Tomasini, A. D., Longo, L. y Farral, A., (2000a). 'Incentivos Económicos Para La Conservación De Los Suelos En La República Argentina', *11ª Reunión de la Organización Internacional para la Conservación del Suelo (ISCO)*, Buenos Aires, Argentina:
- Tomasini, A.D., Longo, L. y Farral, A., (2000b). 'Incentivos Económicos Para La Conservación De Suelos En La República Argentina', ISCO, *11ª Reunión de la Organización Internacional de Conservación del Suelo*, Buenos Aires, Argentina:
- Tomasini, D., (2000). 'Valoración Económica Del Ambiente', en L. Giuffré (ed.), Impacto Ambiental En Agrosistemas, Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. AR.
- Vicente, G., Engler, P., Villanova, G. y Rodríguez, P., (2007). 'Análisis De Legislación Ambiental: El Caso De La Ley De Conservación De Suelos De Entre Ríos.' AAEA,
- Wertz-Kanounnikoff, S., (2006). 'Payments for Environmental Services—a Solution for Biodiversity Conservation?' *Idées pour le Débat*, Paris: Institut du Développement Durable et des Relations Internationales.
- Wunder, S., (2005). 'Payments for Environmental Services: Some Nuts and Bolts', Bogor: Center for International Forestry Research. CIFOR. Occasional Paper No. 42.
- Wunder, S., (2007). 'The Efficiency of Payments for Environmental Services in Tropical Conservation', Conservation Biology, Vol. 21, No. 1, pp. 48-58.