

# Mapeo de servicios ecosistémicos y sus amenazas: una investigación participativa en la cuenca alta del Arroyo Yaguarí (Rivera, Uruguay)

## *ECOSYSTEM SERVICES MAPPING AND THEIR THREATS: PARTICIPATORY RESEARCH IN THE UPPER BASIN OF ARROYO YAGUARÍ (RIVERA, URUGUAY)*

Bouzas Capdevielle, A.C.\* Díaz Isasa, I. \* e Iribarne, P. \* <sup>1</sup>

anabc7@gmail.com

Recibido: 30/09/2019 Aceptado: 21/12/2019

### Resumen

La intensificación agraria a nivel mundial y, particularmente, en Uruguay, ha generado impactos en los ecosistemas, afectando su capacidad de brindar servicios ecosistémicos (SE). Las consecuencias de este proceso recaen en toda la sociedad, dado que el bienestar humano está íntimamente vinculado a la provisión de SE. La participación de las comunidades locales resulta fundamental en la identificación de los SE y de las amenazas que los comprometen. El objetivo general de este trabajo es presentar una estrategia de investigación participativa para la identificación y valoración social de SE y sus amenazas en la cuenca alta del Arroyo Yaguarí (Rivera, Uruguay). La estrategia metodológica integró entrevistas, encuestas y talleres con la población local. Se generó un Sistema de Información Geográfica con la información recabada que permitió su análisis espacial. Los principales resultados evidencian que el área de estudio presenta ecosistemas con alta valoración social que se encuentran comprometidos por los actuales usos del suelo, determinando zonas categorizadas como prioritarias para la gestión. Este estudio aporta elementos para la elaboración de una estrategia participativa de planificación y ordenamiento sustentable del territorio a escala local.

**Palabras clave:** Servicios ecosistémicos, Diagnóstico ambiental participativo, Ordenamiento sustentable del territorio, Mapeo participativo, Usos del suelo

### Abstract

*Agricultural worldwide intensification, and, particularly in Uruguay, has impacted on ecosystems affecting their ability to provide ecosystem services. The consequences of this process fall on the whole society, since human well-being is strongly linked to their provision. The participation of local communities is essential for the identification of ecosystem services and the threats that compromise them. The aim of this paper is to present an ecosystem service identification and valuation participatory research strategy and their threats in the Yaguarí stream upper basin (Rivera, Uruguay). The methodological strategy was integrated by interviews, surveys and workshops with local population. A Geographic Information System was generated from the information collected, which allowed its spatial analysis. The main results prove that the studied area presents ecosystems of high social values that are threatened by current land uses, helping to determine priority areas for management. This research contributes elements to the elaboration of participatory strategies of sustainable territorial planning at a local level.*

**Keywords:** Ecosystem services, Environmental participatory diagnosis, Sustainable land management, Participatory mapping, Land use

---

<sup>1</sup> \*\_Facultad de Ciencias - Universidad de la República

## Introducción

En las últimas décadas se han observado cambios significativos en el uso del suelo a escala global, a partir de la expansión de la superficie agrícola y del incremento en la intensidad de uso por unidad de superficie (Matson, Parton, Power y Swift, 1997; de la Fuente y Suárez, 2008). A nivel mundial, la expansión e intensificación de los sistemas agrícolas y urbanos, ha reemplazado los ecosistemas naturales en un orden de la mitad de su superficie (Chapin et al., 2000) afectando ecosistemas y el clima a nivel local, regional y global. El actual sistema productivo, insustentable socioeconómico y ambientalmente, ha provocado que la agricultura moderna enfrente una crisis ambiental dada su forma de satisfacer las necesidades humanas a expensas de la sobreexplotación de los recursos naturales (Paoletti y Pimentel, 2000; Foley et al., 2005; Altieri y Nicholls, 2005). Esta fuerte demanda de recursos naturales ha generado que los ecosistemas se encuentren amenazados, originando diversos problemas ambientales en el territorio (Reboratti, 2000; Achkar y Gazzano, 2013). Además, la intensificación agrícola genera perturbaciones en las funciones y propiedades de los ecosistemas, alterando los servicios que estos brindan (Vitousek, Mooney, Lubchenco y Melillo, 1997; Molden, 2007).

Se han propuesto diferentes conceptos<sup>2</sup> de *servicios ecosistémicos (SE)* y el que ha cobrado mayor difusión es el propuesto por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) que los clasifica según cuatro grupos: *De provisión*: productos obtenidos directamente de los ecosistemas, como las fibras, alimentos, forraje, leña y agua. *De regulación*: beneficios asociados a la regulación climática, regulación hídrica, control de plagas, polinización, etc. *Culturales*: beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas (recreacionales, educativos, estéticos o espirituales). *De soporte*: procesos ecosistémicos necesarios para la producción de los anteriores (ciclado de nutrientes, producción primaria o mantenimiento de biodiversidad).

Actualmente existe evidencia sobre la degradación de SE a escala global (MEA, 2005). El concepto de SE establece un vínculo explícito entre el bienestar humano y el funcionamiento de los ecosistemas. Comprender este vínculo es fundamental para una amplia gama de contextos de toma de decisiones (Fisher et al., 2009).

Algunos SE presentan valor de mercado, como los bienes y/o materias primas obtenidos directamente de los ecosistemas, mientras otros no presentan este valor, como el caso de los beneficios provistos mediante la regulación y protección de procesos de los ecosistemas (Chapin et al., 2000). Generalmente ocurre una dinámica de modificación y transformación del uso de la tierra con el fin de aumentar los SE con valor de

---

<sup>2</sup> Según Daily (1997) los SE son las *condiciones y los procesos* a través de los cuales los ecosistemas y las especies que los componen, sostienen la vida humana. Constanza et al., (1997) proponen que son los *beneficios* que la población humana deriva, directa o indirectamente, de las funciones ecosistémicas. Fisher, Turner y Morling (2009) proponen que los servicios generan beneficios, que producen bienestar humano, directa o indirectamente, servicios intermedios o finales.

mercado, a expensas de la disminución de aquellos que no lo tienen. Los primeros son acaparados principalmente por actores privados, mientras que de los segundos la sociedad en su conjunto obtiene beneficios (Daily, 1997). La pérdida de ciertos SE es una de las amenazas más graves que enfrenta la sociedad, dado que cumplen un rol fundamental en el mantenimiento de la vida en el planeta (Reboratti, 2000; MEA, 2005; Paruelo, Guerschman y Verón, 2005).

Históricamente se ha ignorado la importancia de los SE, por lo tanto, es necesaria su identificación y monitoreo de forma local y global (Daily, 1997; Sherrouse, Clement y Semmens, 2011; Van Riper, Kyle, Sutton, Barnes y Sherrouse, 2012). Las decisiones que requieren la comprensión de los SE son a menudo sociales, o al menos tienen consecuencias públicas. La ciencia puede definir cómo monitorearlos, medirlos y valorarlos, pero son los procesos sociales quienes identifican qué problemas y perspectivas son importantes y qué información es realmente utilizada por los tomadores de decisiones (Fisher et al., 2009).

La valoración social de los SE, definida como la estimación de la importancia relativa de los beneficios derivados de los ecosistemas para la sociedad, dependerá de la percepción sociocultural de cada individuo sobre la capacidad que tengan los SE de satisfacer sus necesidades. La identificación de ciertos SE generalmente es difícil, y se comienza a discutir su valor cuando ya se encuentran deteriorados o extintos (Lattera, Castellarini y Orúe, 2011). Por ello, es que se destaca la importancia de generar estos procesos de forma participativa, como forma de acercarse a una mejor comprensión del problema en su conjunto (Achkar, Domínguez y Pesce, 2004).

### **Enfoques para la gestión de ecosistemas**

Los sistemas ambientales son multidimensionales, integran aspectos biofísicos, políticos, económicos y socioculturales, y la alteración de cualquiera de ellos afectará su integridad (Domínguez, 2005). Todos los recursos utilizados por las sociedades humanas forman parte de sistemas socioecológicos. Éstos son sistemas adaptativos complejos integrados, conformados por diferentes subsistemas sociales y ecológicos que funcionan acoplados y son interdependientes (Berkes y Folke, 2000).

Los vínculos entre estos subsistemas pueden incluir el conocimiento local que poseen las comunidades usuarias de recursos, así como el conocimiento científico que poseen y utilizan los gestores de recursos. Uno de los problemas identificados está vinculado con la forma en que se produce el conocimiento ya que las disciplinas científicas utilizan diferentes conceptos e idiomas para describir y explicar los sistemas socioecológicos. Sin un marco común para organizar los hallazgos, el conocimiento queda fragmentado y no se acumula. Superar estos obstáculos requiere avanzar desde marcos reduccionistas hacia otros que atiendan la complejidad de los fenómenos (Ostrom, 2009). Por ello, es relevante abordarlos con estrategias

transdisciplinarias, de forma de integrar e incorporar diferentes disciplinas y otros tipos de conocimientos para abordar las causas sociales, económicas, culturales y biofísicas en las que está comprendido un problema dado. El diseño de políticas públicas en materia de ambiente requiere de este enfoque (Balvanera et al., 2011; Olivé, 2011), de manera de abordarlas con una visión integradora (de Groot, Wilson y Boumans, 2002; Achkar y Gazzano, 2013).

La incorporación del concepto de SE a los procesos de gestión del territorio presenta potencialidades para abordar la gestión de los ecosistemas (Cowling et al., 2008). Por ello, es necesario contar con más información sobre estas interacciones (Kremen, 2005; Carpenter et al., 2008), de forma de aportar conocimiento a partir de diagnósticos locales (Balvanera et al., 2011). El enfoque propuesto por Achkar et al. (2004), plantea la gestión ambientalmente sustentable del territorio en conjunto con las comunidades usuarias de los recursos naturales. Este apunta a satisfacer las necesidades de la población, minimizando la degradación de los sistemas ambientales. De esta forma, fomenta la participación de los actores involucrados en el manejo de los recursos naturales locales, al ser capaces de brindar información sobre los componentes del bienestar de la comunidad y del estado de los ecosistemas y sus SE asociados. Así, los abordajes participativos a escala local presentan un gran potencial al trabajar junto a las comunidades, ya que tienen un rol protagónico en la conservación de las funciones ecosistémicas (de la Fuente y Suárez, 2008; Maynard, James y Davidson, 2010).

Las investigaciones participativas están diseñadas para propiciar el encuentro e involucrar a diferentes actores vinculados con una problemática, orientar su comprensión y sus posibles soluciones. Diversos resultados señalan que pueden conducir a una mayor credibilidad en el proceso de la investigación, mejora en los vínculos entre los participantes, aprendizaje social y co-producción de conocimiento, resolución de conflictos, y fortalecimiento de capacidades de los participantes (Trimble, Iribarne y Lázaro, 2014). El Diagnóstico Ambiental Participativo (DAP) es una metodología apropiada para conocer la situación de un territorio de forma participativa con las comunidades usuarias de los recursos naturales locales (Achkar et al., 2004). Desarrollado en la década de 1990, el DAP es definido como un conjunto de herramientas y métodos que permiten realizar relevamientos de información diagnosticando, junto a la comunidad, los problemas ambientales que esta percibe (Chambers, 1992). El mapeo participativo permite construir conocimiento integral de un territorio de forma colectiva, utilizando al mapa como centro de reflexión, visualización y redescubrimiento del territorio. Esta es una potente herramienta para la planificación, ordenamiento territorial y transformación social (Ardón Mejía, 1998; Habegger y Mancila, 2006). La integración de la visión de los actores directamente vinculados al uso de los recursos naturales en diagnósticos ambientales, aportaría elementos fundamentales hacia la construcción de un ordenamiento y planificación territorial colectivo. Elemento central propuesto en la Ley de Ordenamiento Territorial del Uruguay para contribuir a un mejoramiento de la calidad de vida de sus pobladores mediante un uso sustentable de los recursos naturales (Ley N° 18.308, 2008).

## **Cambios en la provisión de servicios ecosistémicos en Uruguay**

En las últimas décadas el país sufrió transformaciones en su matriz productiva y en su entramado social, relacionado al proceso de expansión e intensificación del uso del suelo (García Préchac et al., 2010; Díaz, Ceroni, López y Achkar, 2018, Gazzano, Achkar y Díaz, 2019). Este proceso está asociado al cambio en las tecnologías de uso de la tierra y al sistema de producción que conducen a generar mayor presión sobre el campo natural, impactos culturales, biofísicos y socioeconómicos, originando una tendencia de crecimiento económico que desplaza a las prácticas tradicionales (Achkar, Domínguez y Pesce, 2008; Arbeletche y Carballo, 2008). El resultado es la degradación de los recursos naturales, lo cual amenaza ecosistemas y afecta diversos SE (Altesor et al., 2011). En este estudio se define como amenaza a aquellos factores de estrés y/o perturbación que afectan y/o modifican el funcionamiento de los ecosistemas, generando consecuencias negativas en la provisión de SE (Paruelo et al., 2011).

La presente investigación se enfoca en una zona del país donde la intensificación del uso agrícola del suelo modifica y presiona los ecosistemas. El área de estudio forma parte de la cuenca alta del Arroyo Yaguarí (Rivera, Uruguay) donde la principal localidad rural es Lapuente (Figura 1). La población local y los antecedentes de investigación en la zona han identificado y localizado ecosistemas degradados, junto a otros problemas ambientales en el territorio (Achkar et al., 2004; Justo, Bouzas, Camargo y Mosqueira, 2015).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es presentar una estrategia de investigación participativa para identificar y valorar SE y sus amenazas en la cuenca alta del Arroyo Yaguarí (Rivera, Uruguay). Para ello se analizó la interrelación entre la oferta de SE, la valoración social de la población local y la presencia de amenazas que comprometen la provisión de SE. Se generó un Sistema de Información Geográfica (SIG) con información de los tres factores relevados mediante un conjunto de técnicas, de manera de realizar un análisis integrado junto al conocimiento de la población local sobre su entorno.

### **Metodología**

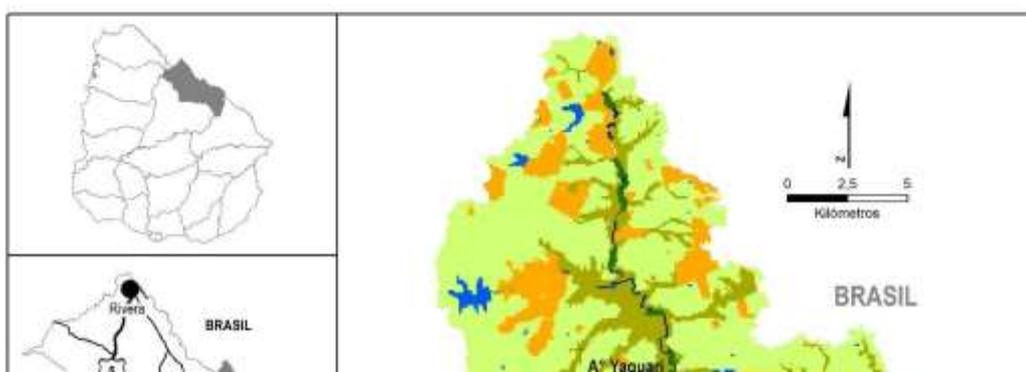
La estrategia de investigación consistió en el análisis de la información sobre tres factores relevados junto a la comunidad de la zona. Estos fueron: valoración social de los SE, su importancia y la presencia de amenazas. Para ello se implementó un abordaje multi-métodos, que combinó e integró información proveniente de diversas técnicas. El orden de cada una de estas técnicas se ajustó y redefinió a lo largo del proceso, característica propia de las estrategias con abordaje participativo. El estudio comenzó en marzo del 2017 y culminó en junio del 2018, siendo las salidas de campo entre los meses de mayo y diciembre del 2017.

### **Área de estudio**

El área de estudio corresponde a la cuenca alta del Arroyo Yaguarí, afluente del Río Tacuarembó. Está localizada en el centro-este del departamento de Rivera (Uruguay) y tiene una superficie aproximada de 70.000 ha. Está comprendida dentro de la cuenca del Río Negro y en una de las tres zonas arrozables del país (región Centro) (Tommasino, 2003).

Se destacan colinas y lomadas donde se practica principalmente la ganadería extensiva mixta, y unidades de llanuras y planicies fluviales de praderas de usos agrícolas y ganaderos. El área está cubierta en mayor proporción por pastizales (67%), campos de cultivos (15%), principalmente de arroz, soja y sorgo en menor proporción, y humedales (14%) (Figura 1). Los antecedentes describen zonas con ecosistemas degradados dado el manejo productivo en la zona, que agota nutrientes del suelo, conllevando pérdidas de fertilidad del sistema edáfico y modificaciones en sus propiedades físico-químicas. Esto se acentúa por un uso excesivo de agrotóxicos que lo contaminan, así como a los cursos fluviales y acuíferos. Asimismo, identificaron la falta de saneamiento como otro de los problemas ambientales relevantes en la zona (Achkar et al., 2004; Justo et al., 2015).

Lapuente presenta una población de 320 habitantes aprox (INE, 2011). Se ubica sobre la margen este del Arroyo Yaguarí y se sitúa a 100 km de la ciudad de Rivera. La principal fuente laboral de la zona proviene de las actividades arrocera y ganadera (Achkar et al., 2004; Justo et al., 2015).



**Figura 1.** Área de estudio. Ecosistemas presentes en la cuenca alta del Arroyo Yaguari. Fuente: DINOT (2013) y clasificación de imágenes LANDSAT 8 (2013).

### **Relevamiento de información**

En primera instancia, con la finalidad de aproximarse a la comunidad y generar un primer contacto donde poder dialogar, conocerse y aclarar los objetivos de la investigación e intercambiar la mejor forma de difusión de los resultados (Corbetta, 2007), se realizaron 14 entrevistas informales a referentes clave de la zona. Se entrevistaron actores vinculados a la educación, a la salud, al comercio, producción local y ámbitos políticos, así como también a habitantes en general. Posteriormente se procedió al desarrollo de entrevistas semiestructuradas con el objetivo de identificar ecosistemas de la zona junto a sus SE y amenazas a su provisión, y que permitieron generar una propuesta de relevamiento de la valoración social de los SE. Ambas técnicas de entrevistas realizadas se hicieron de acuerdo al método “Bola de Nieve” o “en cadena” (King et al., 2000), con una duración de 45 minutos aproximadamente, registradas mediante notas y grabación.

Se realizaron 5 talleres en la Escuela de Lapuente con la finalidad de continuar intercambiando sobre conceptos de ecosistemas, funciones y SE, y trabajar en base a ecosistemas de la zona, SE brindados por estos, su valoración y especialmente la ubicación de

las posibles amenazas a su provisión. En el último taller se expusieron los mapas resultantes para su validación por parte de los participantes. Los talleres consistieron en actividades junto a la comunidad, donde participaron actores vinculados a la educación y vecinos en general. Se trabajó con distintas modalidades, según los grupos, ya sea de forma plenaria o en pequeños grupos, siendo facilitados mediante preguntas guía de acuerdo a los objetivos específicos de cada taller y con los mapas de base de la zona (Geilfus, 2002; Alberich et al., 2009). La duración de los talleres fue de 2 horas, registrados mediante notas y grabación.

Para relevar la valoración social de los SE identificados y lograr una aproximación a su distribución espacial se realizaron 40 encuestas, que corresponde a más del 10% de la población, considerándose una muestra representativa de la población total (King et al., 2000). Esta muestra se conformó con igual proporción de mujeres y hombres, algunos de los cuales ya habían sido entrevistados/as previamente. La propuesta consistió en cuestionarios donde cada encuestado debía valorar de 1 (baja) a 5 (alto) cada ecosistema de acuerdo a la provisión de SE que brindaba (Tabla 1). También se les consultó si la valoración se presentaba de forma homogénea en todos los ecosistemas del área o si tenían diferencias en su localización, de forma de georreferenciarlos y de considerar la distribución espacial de estos sistemas en el mapa base. Estas encuestas presentaron una duración de 30 minutos cada una aproximadamente.

### **Procesamiento y análisis de datos**

Se realizó un análisis de datos mixto, que respondió a técnicas cualitativas y cuantitativas. Por un lado, se transcribió y sistematizó la información recabada, como notas de campo generadas durante los talleres, entrevistas (informales y semiestructuradas) y salidas a territorio. Esta información actuó como base para la posterior generación y planificación de otros métodos de recolección de información como las encuestas (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

Se generó un SIG que fue utilizado de manera transversal en todo el proceso. Se trabajó con el programa ArcGis 10 (ESRI, 2015). En el SIG se integró información primaria de dos tipos. Por un lado, para caracterizar el área de estudio se generaron mapas de base, de acuerdo a coberturas en formato vectorial de usos del suelo, cursos de agua, localidades urbanas, caminería y padrones rurales (DINOT, 2013; IDE, 2017). Estos mapas fueron un insumo fundamental para las salidas a territorio y para los talleres, ya que las unidades ambientales identificadas en esta cartografía generada fueron las unidades de análisis de todo el proceso. Por ello, la clasificación de usos del suelo elaborada por DINOT (2013) fue verificada, actualizada y corregida utilizando imágenes satelitales LANDSAT 8 OLI del año 2017. Se utilizó la escena 223-082 (Figura 1) (Jensen, 2007). Por otro lado, se integró el resultado de la sistematización de la información relevada en entrevistas, encuestas y talleres sobre SE, su valoración social y amenazas. Los mapas temáticos resultantes se completaron con

geoprocesamientos específicos para cada ecosistema, incorporando información sobre su provisión de SE. De esta forma al realizar cruces de información georreferenciada, el SIG resultante permitió el análisis de la situación en el territorio, en base a las interrelaciones entre los factores relevados (Raymond et al., 2009).

### **Factores: valoración, importancia y amenazas**

*Valoración social.* Corresponde a la importancia relativa de los beneficios derivados de los ecosistemas para la sociedad. Para la realización de este factor se partió de la información recabada en las 40 encuestas y se generó el promedio de las valoraciones sociales de los ecosistemas según su provisión de SE y su valoración total, de acuerdo a la cantidad total de SE de la cuenca (Tabla 1).

*Importancia.* Refiere a la potencialidad de brindar SE, en base a características particulares de cada ecosistema a nivel teórico. Se procedió a la identificación del comportamiento diferencial a nivel espacial de cada ecosistema de acuerdo a su provisión de SE. En primer lugar, se identificaron los principales SE provistos por cada ecosistema. Posteriormente, se evaluaron las características que se asociaban con la provisión de cada SE. Este procedimiento permitió generar cartografía con la distribución de zonas (en cada uno de los ecosistemas trabajados) con mayor o menor capacidad de provisión de SE. En el caso de los montes ribereños se tomó como criterio el tamaño del ecosistema, de forma de que cuanto mayor sea su dimensión mayor será su capacidad de proveer SE (Parkyn, 2004). En el caso de los pastizales la capacidad de provisión de SE depende en gran medida de la productividad primaria, por lo que se utilizó dicho criterio (Paruelo et al., 2016). Para humedales y cultivos los criterios utilizados fueron el tamaño y la productividad primaria (Fraser y Keddy, 2005; Laterra, Castellarini y Orúe, 2011). Para realizar estas clasificaciones se separaron los ecosistemas. Los humedales y montes ribereños se identificaron mediante el tipo de cobertura dominante a través de la clasificación de imágenes satelitales. La estimación de la productividad primaria se realizó utilizando el Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI) (Tucker y Sellers, 1986). Se trabajó con información del sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS). El criterio utilizado en el caso de embalses fue el tamaño. La construcción de cartografía de los SE culturales, al no explicarse por ninguno de los factores mencionados anteriormente, se realizó con información relevada y georreferenciada en campo.

*Amenazas.* Corresponde a los factores que afectan negativamente la provisión de SE. Este factor fue generado a partir de la información de talleres y entrevistas semiestructuradas, donde se identificaron fuentes y/o procesos que afectan los ecosistemas y por tanto amenazan la provisión de SE. Las amenazas fueron localizadas en los mapas de base para su posterior digitalización en el SIG y categorización según su nivel de intensidad.

Finalmente, los ecosistemas fueron clasificados en 4 categorías según la valoración

social identificada por la población (de muy baja a alta), en 5 categorías según su nivel de importancia en cuanto a la provisión de SE (de muy baja a muy alta), en 4 categorías según su nivel de amenazas (de baja a muy alta). A partir de la combinación de estos tres factores se generó el factor prioridad para la gestión, el cual fue clasificado en 5 categorías (de muy bajo a muy alto) (Anexo 1). Los cruces de información con los tres primeros mapas generados apuntaron a establecer posibles relaciones entre los factores relevados (Raymond y Brown, 2006; Codato, 2015). A partir de estos cruces se realizó la cartografía de prioridad para la gestión, que contiene zonas diferenciadas de acuerdo a sus valoraciones sociales de SE, importancias de acuerdo a la provisión de SE e intensidades de amenazas presentes.

### **Resultados: Servicios ecosistémicos: valoración e importancia**

En la cuenca analizada fueron identificadas 9 coberturas del suelo, a partir de las cuales se definieron 6 ecosistemas: humedales, arroyo, montes ribereños, pastizales, cultivos y embalses (Figura 1). La forestación y el suelo descubierto fueron descartados por presentarse en superficies con porcentajes no significativos (0,7%) y porque no fueron ecosistemas mencionados por la población como relevantes en la zona en cuanto a su provisión de SE. Cabe destacar que la cobertura forestal identificada corresponde principalmente a montes de abrigo y sombra para el ganado. La población identificó 10 SE provistos por los 6 ecosistemas definidos, donde los montes ribereños y los pastizales se destacaron por brindar mayor cantidad de SE (9 de 10). Le siguieron los humedales y el arroyo (8 de 10 cada uno). En los embalses fueron identificados 5 SE y por último, para los cultivos 2 SE (Tabla 1).

Los humedales se destacaron por su valoración social de acuerdo a la provisión de 2 SE de soporte (hábitat y productividad primaria), y uno de regulación (control de inundaciones). Los montes ribereños fueron identificados como ecosistemas destacados por brindar 2 SE de soporte (hábitat y producción primaria), 2 de regulación (calidad del agua y control de inundaciones) y 2 SE culturales (recreativo y valor paisajístico). Los pastizales fueron identificados como proveedores de producción primaria en mayor proporción, y de provisión de alimento. Se identificó que el arroyo regula la calidad de agua, provee de agua a la zona y además, brinda el servicio de recreación, paseos y pesca. Los embalses y cultivos se destacaron como fuentes de alimento en la zona.

Las valoraciones sociales totales más altas, según la cantidad total de SE de la cuenca, fueron las de los montes ribereños (3,4) y el arroyo (3,3). A estos le siguieron los pastizales (3), los humedales (2,7), y con un promedio menor los embalses (1,8), mientras que los cultivos presentaron los promedios más bajos (0,7) (Figura 2 A) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Valores medios de las valoraciones sociales de los ecosistemas según su provisión de SE, (rango del 1 al 5. 1: baja, 5: alta. Cada casillero negro indica que el ecosistema no aporta al SE). Los datos fueron relevados mediante encuestas a 40 pobladores del área de estudio.

	Humedales	Montes ribereños	Pastizales	Arroyo	Cultivos	Embalses
<b>Regulación.</b> Calidad de agua	3,3	4,2	3,7	4,7		
<b>Regulación.</b> Control de inundaciones	3,8	4,1	3,4			
<b>Provisión.</b> Agua	3,4			4,7		3,4
<b>Provisión.</b> Alimento	3,1	3,1	4,6	4	4,6	3,9
<b>Soporte.</b> Hábitat, abrigo y protección de animales. Biodiversidad.	4,1	4,7	4,3	4,3		3,6
<b>Soporte.</b> Producción primaria. Productividad. Brinda oxígeno	3,9	4,6	4,7			
<b>Cultural.</b> Recreativo. Paseo. Pesca	2,5	4	2,6	4,5		3,3
<b>Cultural.</b> Recreativo. Centro de encuentro y eventos.		2,6	1,8	3,3		
<b>Cultural.</b> Sitio histórico, herencia cultural. Tradición. Sentido de pertenencia		2,2	1,7	3,1	2,3	
<b>Cultural.</b> Valor estético y paisajístico	2,8	4,1	3,4	4,3		3,5
<b>Valoración Total</b> (/cantidad de SE de cada ecosistema)	3,4	3,7	3,4	4,1	3,5	3,5
<b>Valoración Total</b> (/cantidad total de SE de la cuenca)	2,7	3,4	3	3,3	0,7	1,8
<b>Conteo de SE</b>	8	9	9	8	2	5

La importancia de cada ecosistema de acuerdo a su capacidad de provisión de SE presentó una distribución espacial diferencial en el área de estudio (Figura 2 B). En el caso de los humedales, los más relevantes se encontraron hacia la zona sur del área (5%) y hacia la zona suroeste sobre los márgenes de una de las nacientes del Arroyo. Los montes ribereños de mayor importancia se localizaron también en la zona sur del área, en parches de importancia alta y muy alta (44%). A su vez, se destacaron zonas en arroyo y montes ribereños por su gran relevancia en cuanto a la provisión de SE de recreación, paseo, valor estético y paisajístico. Dentro de estos se destacó el Paso Viejo, que antiguamente fue el principal paso de ingreso a la localidad de Lapuente, resaltado como sitio histórico, con herencia cultural y sentido de pertenencia, y además, el principal balneario de la zona.

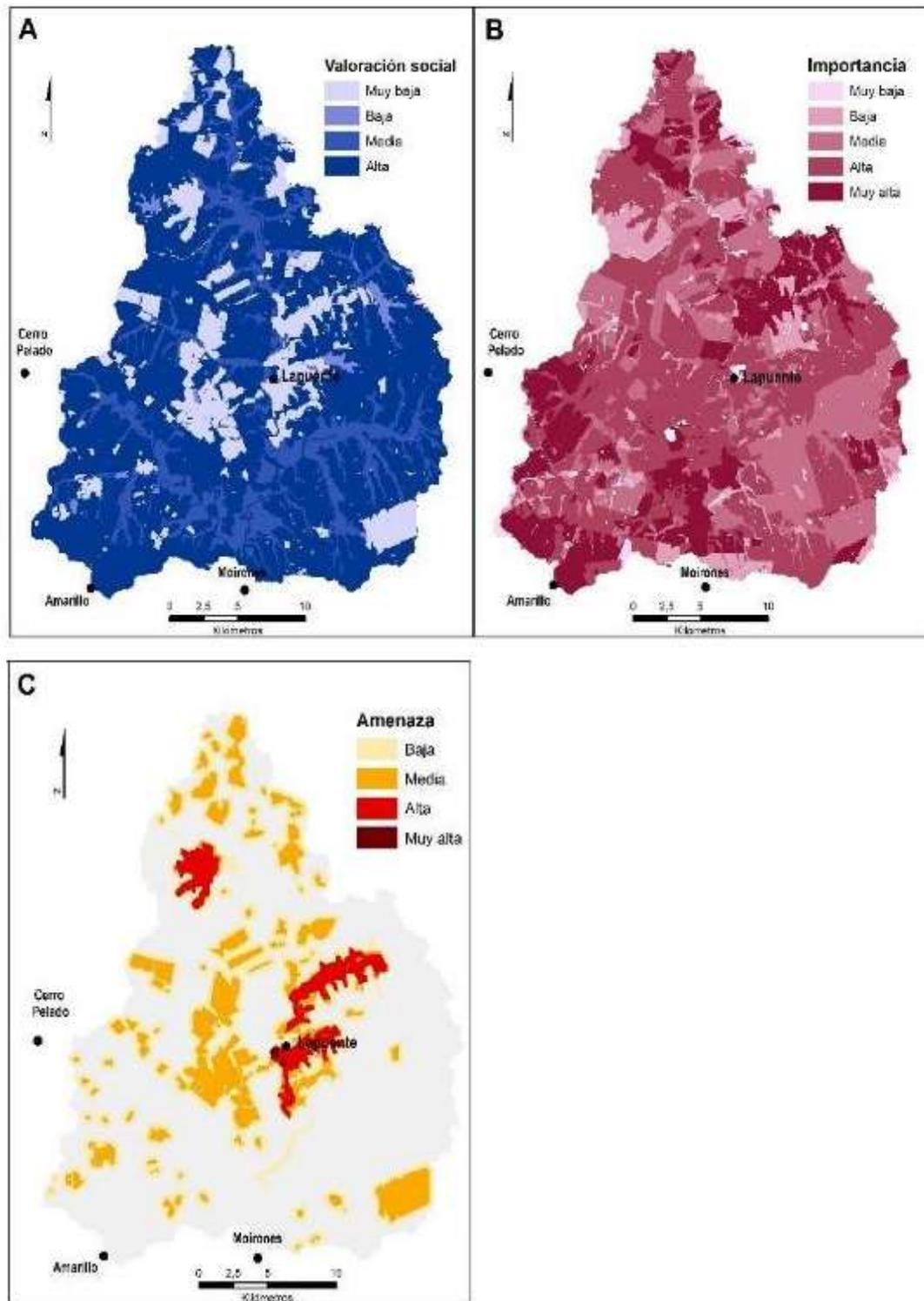
Los pastizales más importantes registraron una distribución heterogénea en el área. Los de productividad más alta se encontraron en mayor proporción hacia la zona suroeste (14%) y en menores superficies en la región norte y noreste. Los cultivos identificados con mayor importancia se encontraron en la zona central del área de estudio y algunos dispersos en la región norte. Se destacó un cultivo de arroz en el centro-este del área, debido a su tamaño, su productividad y por generar sentido de pertenencia y de tradición en la zona. Los embalses identificados con mayor importancia se ubicaron en la zona centro-este y noroeste del área. El mayor de ellos (localizado en la zona centro-este) se destacó por tener acceso en ciertos momentos del año, que permite brindar SE de recreación, como paseos y/o la pesca.

## **Amenazas**

Tres zonas se resaltaron con los niveles más altos de amenazas. Dos de ellas asociadas a los principales campos arroceros en la región central (donde se ubica Lapuente) y la restante en la zona noroeste. En ellas coinciden 3 de las 6 amenazas relevadas. Con mayores extensiones, se encontraron otras zonas dispersas en la región central, norte y este, con nivel de amenaza medio donde coinciden 2 de las 6 amenazas (Figura 2 C).

Fueron identificados por la población 6 tipos de amenazas que podrían estar afectando SE relevantes en la zona. Una de ellas fue la falta de saneamiento, particularmente en la localidad de Lapuente, donde las aguas residuales se vierten al arroyo. A su vez, la barométrica también arroja sus vertidos arroyo abajo de la misma localidad. Además, fueron destacadas las fumigaciones realizadas en los cultivos de la zona como posibles fuentes de alteración a los ecosistemas. Esta fue una amenaza resaltada en el discurso de la población, por ser fuente de afectación para todos los seres vivos, por su característica de fácil volatilización e inhalación. Se destacó que los cultivos también promueven la degradación del suelo principalmente por el sistema de producción del arroz, lo cual es acentuado por el uso de agroquímicos. Esto se observó en campos donde antes se plantaba arroz, evidenciándose como suelos poco productivos, compactados y con poco drenaje. Otra de las amenazas a los cursos hídricos de la zona, se vinculó con el manejo de los cultivos de arroz en el sitio histórico de Paso Viejo. Este sitio es de gran relevancia para la población por ser una zona balnearia única. Desde hace años se está degradando debido a las deposiciones de sedimentos provenientes del drenaje de las zonas de cultivos, lo cual generó contaminación y un cambio en la geomorfología del arroyo, dejando al lugar inhabilitado para baños. Este balneario es visitado cada vez con menor frecuencia dadas estas características sanitarias emergentes.

Finalmente, se destacó que las represas instaladas en la zona han alterado los ecosistemas de humedales. Principalmente se ha observado en inundaciones de la zona en momentos de precipitaciones abundantes. Se agrega además que los embalses abren sus compuertas para permitir la salida del agua para evitar el peligro de rotura de la barrera de contención por sobrepresión, acentuando las inundaciones. Los pobladores consultados, identificaron esta situación como una peligrosa amenaza para la población local, vinculándola al temor de que la apertura no ocurra a tiempo y se rompa la barrera de contención por exceso de presión e inunde el pueblo.

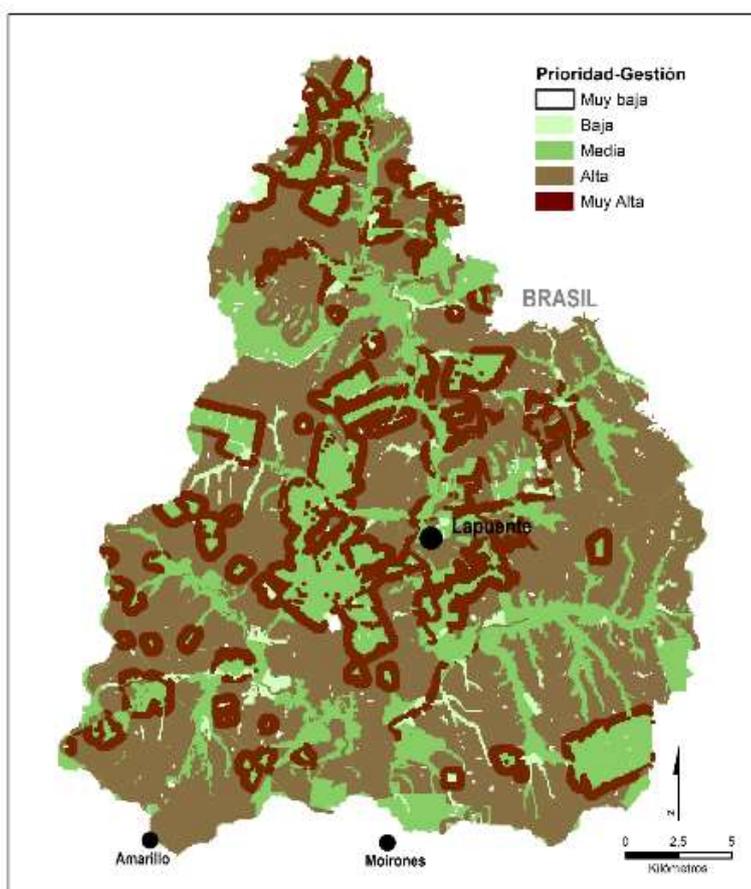


**Figura 2.** A) Valoración social de los ecosistemas según cantidad total de SE. B) Síntesis de la importancia de cada ecosistema en la provisión de SE. C) Niveles de intensidad que amenazan la provisión de SE en el área, de acuerdo a fuentes de perturbación puntuales y difusas identificadas.

## Zonas prioritarias para la gestión

A partir de la integración de la valoración por parte de la población, de la importancia de los ecosistemas en cuanto a la provisión de SE y las amenazas que la comprometen, se discriminaron zonas con niveles diferenciales en cuanto a su prioridad para la gestión.

La mayor parte de la superficie analizada del área de estudio (97%) presentó valores de medios a muy altos de prioridad para la gestión. El 14 % fue de prioridad muy alta, el 53% de prioridad alta, el 30% de prioridad media y el restante 3% de prioridad baja y muy baja (Figura 3). Las categorías de mayor prioridad, se asociaron a montes ribereños al sur y a zonas de pastizales ubicados a los bordes de cultivos, donde son afectadas por un lado por las fumigaciones y por otro por los vertidos de aguas sin tratar. Las áreas con prioridad de gestión alta, correspondieron en mayor proporción al ecosistema del pastizal (92%). El restante porcentaje fueron zonas de cultivos del centro-este y noroeste del área, al arroyo y a parches de humedales y montes ribereños en la zona sur. Las zonas de prioridad media, correspondieron en mayor proporción (84%) a humedales, cultivos y embalses.



El área de estudio presenta zonas donde los ecosistemas más valorados por la población local (según su capacidad de proveer SE) están comprometidos dados los usos del suelo actuales, los aportes puntuales de aguas residuales y los aportes difusos de sedimentos provenientes de los cultivos cercanos al principal recurso hídrico de la zona.

**Figura 3.** Niveles de prioridad para la gestión del área de acuerdo a los tres factores relevados: valoración social de SE, importancia de acuerdo a su provisión y amenazas que comprometen su provisión.

## Discusión

Los ecosistemas de humedales, pastizales, arroyo y montes ribereños destacados en este estudio por brindar mayor cantidad de SE y por presentar los promedios de valoraciones sociales más alta también han sido relevantes en diversas regiones por su capacidad de proveer

SE (Pyke, Herrick, Shaver y Pellant, 2002; Pattanayak, 2004; MEA, 2007). Los ecosistemas menos destacados, como ser los cultivos y embalses, presentaron un resultado similar al obtenido en el estudio de evaluación y mapeo de SE en Uruguay (Soutullo et al., 2012).

La zona sur del área de estudio fue la más relevante para los ecosistemas de humedales, los montes ribereños y el arroyo. Posiblemente suceda porque allí estos ecosistemas presentan mayores extensiones y el arroyo es más caudaloso. La mayor capacidad de provisión de SE de los pastizales hacia la zona suroeste y en la zona norte y noreste probablemente ocurra dada la combinación entre las propiedades de los suelos presentes en esas zonas (MGAP, 1994) y el manejo de las unidades productivas. En cuanto a los cultivos y embalses, la zona centro-este del área fue la más relevante, dado que es la zona donde se encontraron en mayor concentración.

Las funciones de los humedales, como componentes estructurales fundamentales del sistema, que generan la provisión de SE y son responsables de su mantenimiento y persistencia en el tiempo, frecuentemente se desconocen (de Groot, 1992). El MEA (2005) identifica tres: regulación, aprovisionamiento y culturales, mientras otros autores mencionan la función del humedal en la retención de sedimentos y el mejoramiento de la calidad del agua (Dillaha, Reneau, Mostaghimi y Lee, 1989; Johnston, Detenbeck y Niemi, 1990). Esta función no fue identificada de forma destacada por la población local, como tampoco por brindar SE culturales y de provisión. Esto puede responder a la visión acentuada desde el siglo XIX de los humedales como zonas improductivas y posibles focos de enfermedades, lo que ha derivado en la promoción de su modificación. Esta perspectiva ha fundamentado la alteración de estos ecosistemas para usos agropecuarios y urbanos, principalmente la construcción de represas para la agricultura (MEA, 2005; Evia y Musitelli, 2015), como ocurre particularmente en esta zona. La disponibilidad de agua en los cultivos de arroz podría estar incrementando las tasas de crecimiento de plagas y enfermedades relacionadas al área agrícola, lo cual puede afectar también el rendimiento de las cosechas (Corvalán, Hales y McMichael, 2005).

La alteración antrópica de los humedales modifica sus funciones, así como su relación con los ecosistemas vecinos, y amenaza la integridad ecológica de todo el sistema (Kandus et al., 2011). De esta forma, el riesgo de inundación en la zona probablemente se asocie a la presencia de las represas instaladas, que generan una modificación en la capacidad de los humedales en amortiguar y retener el agua. Asimismo, se acentúa por el sistema de apertura de las compuertas de las represas, que ocurre en los períodos de mayores precipitaciones, dado el riesgo de ruptura de la barrera por sobrepresión y la generación de una mayor escorrentía superficial.

Los pastizales del área han sido resaltados por la población de acuerdo a la productividad primaria vinculado al secuestro de carbono, SE destacado por estos ecosistemas a nivel mundial (Scurlock y Hall, 1998; Schuman, Janzen y Herrick, 2002; Paruelo et al., 2004). A este ecosistema se le asigna un especial valor estratégico, dadas sus características de alta

calidad, potencial productivo y sus extensas superficies (Achkar, Domínguez y Pesce, 2008). Cabe destacar que, de acuerdo a estas características, los pastizales sustentan en nuestro país una de las actividades productivas más importantes: la ganadería extensiva (Fernández, López y Altesor, 2017).

Los ecosistemas que generan mayor cantidad de amenazas en la zona son los cultivos ya que se localizan cercanos a los ecosistemas que presentaron mayores valoraciones sociales (pastizales, humedales, arroyo y montes ribereños). De acuerdo a estos elementos es que grandes extensiones del pastizal, parte del monte ribereño, humedales y el arroyo de la zona sur, se destacan con niveles altos y muy altos de prioridad para la gestión. En numerosas investigaciones se menciona que estos ecosistemas sufren las mayores tasas de alteración debido a la expansión e intensificación agrícola en los países latinoamericanos (Moser, Prentice y Frazier, 1996; Paruelo, Guerschman y Verón, 2005; Boletta, Ravelo, Planchuelo y Grilli, 2006). A nivel mundial los pastizales de las regiones templadas son uno de los ecosistemas más transformados por la acción antrópica (Hoekstra, Boucher, Ricketts y Roberts, 2005; Ellis y Ramankutty, 2008). Los SE brindados por los pastizales que posiblemente son afectados por los usos del suelo en la zona, tales como la provisión de nutrientes y conservación de la biodiversidad, concuerdan con los identificados por Sala y Paruelo (1997). Adicionalmente, el uso de la tierra y el manejo que se realice afectará la capacidad de secuestrar carbono y con esto la capacidad de proveer alguno de estos SE (Caride, Paruelo y Piñeiro, 2011).

Asimismo, los cultivos son señalados como amenaza por su potencial impacto en la salud humana originado por el uso de agroquímicos. Según explicaron los entrevistados, la contaminación puede llegar a través los alimentos, el aire o el agua. Las amenazas identificadas vinculadas con la contaminación del arroyo, debido a los aportes puntuales y difusos, han sido destacadas en diversas regiones del mundo (Carpenter et al., 1998; Allan y Castillo, 2007; Plummer y Long, 2007). Han generado consecuencias ambientales no sólo a nivel local, sino también regional y global (Duarte et al., 2006; Achkar, Domínguez, Díaz y Pesce, 2011). Por ello, la identificación de fuentes de perturbación de forma periódica, con un protocolo específico y que se utilice a escala nacional, resulta estratégico y relevante para registrar los cambios que ocurren en las coberturas del suelo (Paruelo et al., 2011).

La identificación de zonas con distintos grados de prioridad para la gestión, a partir del análisis de distribución espacial generado en este estudio, aportaría a la creciente necesidad en la identificación de elementos que generan daños en las cuencas, con la finalidad de aplicar y orientar planes y prácticas de manejo que los reduzcan o que los prevean. En la medida que se tenga conocimiento de las causas de los impactos hacia los ecosistemas, se podrán mitigar los efectos, o prevenir mayores impactos mediante acciones de remediación, criterios principales hacia la generación de una planificación y ordenamiento territorial (Verón et al., 2011; Laterra et al., 2011).

El abordaje de problemas complejos requiere esfuerzos para desarrollar marcos transdisciplinarios que contribuyan a su comprensión y brinden elementos hacia una gestión más sustentable de los ecosistemas. En este sentido, cabe recordar que para abordar integralmente los sistemas socioecológicos, se requiere trabajar con marcos metodológicos y epistemológicos diferentes a los reduccionistas, avanzando hacia formas colaborativas y comunitarias. No implica perder la esencia disciplinar pues cumple un rol fundamental, sino que implica aportar al desarrollo de profesionales que puedan articular entre las disciplinas y las comunidades para integrar sus diferentes visiones. Involucrar a las comunidades en la identificación de problemas asociados al uso de los recursos naturales, podría ser una forma de abordar uno de los problemas señalados por Ostrom (2009) contribuyendo a una mejor comprensión de los procesos que conducen a su deterioro. Existen justificaciones, tanto éticas como epistemológicas, para el involucramiento en el diagnóstico, resolución y toma de decisiones de diferentes actores implicados (comunidades, usuarios, gestores, etc.) en problemáticas ambientales. El vínculo temprano entre diferentes actores con sus diferentes intereses, saberes, percepciones y creencias puede propiciar la mejora en las relaciones, vínculos de confianza, aprendizajes colectivos así como la toma de mejores decisiones (Trimble, Iribarne y Lázaro, 2014).

### **Consideraciones finales**

La estrategia propuesta en este trabajo posibilitó la generación de espacios de diálogo y reflexión con la comunidad sobre diversas visiones y vivencias frente al territorio. Así, este trabajo permitió identificar colectivamente los principales servicios ecosistémicos de la cuenca, su valoración social, su importancia y las amenazas que los comprometen. La combinación de las distintas técnicas de colecta de información y el carácter del análisis de la distribución espacial de los factores relevados, aportó elementos para construir una estrategia de planificación, ordenamiento y gestión ambiental del territorio, que incluya la mirada local.

A partir de esto, se podrían evitar o mitigar daños hacia los ecosistemas más valorados por la población, y prever impactos de las acciones a llevar a cabo en el área. La metodología multi-métodos utilizada resultó eficiente y es posible de aplicar en otros contextos, de forma de aportar a la generación de diagnósticos y evaluaciones más amplias al integrar los saberes de las poblaciones locales sobre el estado de situación del territorio. De esta manera, al abordar un problema de forma integral, también se podrían desarrollar procesos que contribuyan al empoderamiento de las comunidades y a mejorar su bienestar.

En el marco de las propuestas de fortalecimiento de la integralidad que lleva adelante la Universidad de la República, es importante señalar que la extensión universitaria presenta gran relevancia en este tipo de trabajos, ya que permite redimensionar los procesos de co-producción de conocimiento. Sin embargo, aún son escasos los antecedentes de formación universitaria en investigaciones participativas en Uruguay (Trimble et al., 2014). Vale destacar

que los procesos participativos requieren de más tiempo, esfuerzo y recursos que uno convencional, pues implica llevar a cabo una serie de instancias de intercambio con los participantes para lograr un entendimiento común de la problemática abordada, para intercambiar diferentes saberes, disminuir sesgos y contribuir al aprendizaje colectivo. En este sentido, considerar plazos de financiamiento más amplios resultan claves para el adecuado desarrollo de dichas instancias.

En Uruguay, dadas las transformaciones en el uso del suelo de las últimas décadas, resulta sumamente relevante realizar estudios a partir del concepto de SE, enmarcados en la generación de nuevas estrategias de gestión sustentable a nivel de cuencas. De esta forma se pretende asegurar el mantenimiento de los ecosistemas que brindan los principales beneficios de los cuales depende el bienestar humano. La generación de políticas públicas que integre la participación social desde sus primeras etapas de diseño, favorecerían posteriormente los procesos de implementación al incorporar la visión de sus futuros usuarios y/o beneficiarios. Por ello, es un desafío actual incorporar con mayor frecuencia el diseño de estrategias que permitan continuar incrementando los niveles de participación en diferentes proyectos, programas y espacios de formación, de forma de generar procesos más integrales que favorezcan la construcción de conocimiento colectivo.

### **Agradecimientos**

A los pobladores de Lapuente que participaron de este estudio, sin ellos no hubiera sido posible realizar este trabajo. Especialmente a la maestra Directora, quién permitió realizar las instancias de intercambio en la Escuela, como principal punto de encuentro en la localidad; al equipo de estudiantes y docentes del proyecto de Actividades en el Medio presentado a la Comisión Sectorial de Extensión y Actividades en el Medio (CSEAM), quienes participaron en distintas actividades; a CSEAM, quien financió dicho proyecto; y al apoyo económico recibido desde de la Licenciatura en Recursos Naturales.

### **Bibliografía**

Achkar, M., Domínguez, A. y Pesce, F. (2004). *Diagnóstico socioambiental participativo en Uruguay* (No. 504.06 (899) ACH).

Achkar, M., Domínguez, A. y Pesce, F. (2008). *Complejidad, diversidad y transformaciones en nuestros ecosistemas y territorios*. *Revista QUEHACER EDUCATIVO*, (90), 33-38.

Achkar, M., Domínguez, A., Díaz, I. y Pesce, F. (2011). La intensificación del uso agrícola del suelo en el litoral oeste del Uruguay en la última década. *Pampa: Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*, (7), 143-158.

Achkar, M. y Gazzano, I. (2013). Ambiente una totalidad emergente del debate científico. En: Domínguez, A. y Pesce, F. (Coords.), *Lecturas y Análisis desde la (s) Geografía (s)* (pp. 169-189). Montevideo, Uruguay: ANEP-CFE.

Alberich, T., Basagoiti, M., Bru, P., Espinar, C., García, N., Habegger, S. ...y Tenze, A. (2009). *Metodologías participativas: manual*. Madrid, España: CIMAS.

Allan, J. D. y Castillo, M. M. (2007). Stream ecology: structure and function of running waters. *Springer Science & Business Media*.

Altesor, A., Barral, M., Booman, G., Carreño, L., Cristeche, E., Isacch, J. P., Maceira, N. y Pérez, N. (2011). Servicios ecosistémicos: Un marco conceptual en construcción. Aspectos conceptuales y operativos. En: Laterra, P., Jobbágy, E. y Paruelo J. (2011). *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp. 645-657). Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA, Balcarce.

Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2005). *Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture*. United Nations Environmental Programme, Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean.

Arbeletche, P. y Carballo, C. (2008). La expansión agrícola en Uruguay: algunas de sus principales consecuencias. *Revista de desarrollo rural y cooperativismo agrario*, (12), 7-20.

Ardón Mejía, M. (1998). *Serie de cuadernos metodológicos de investigación participativa*. Honduras: Ed. Zamorano, IFPRI y IDRC CRDI.

Balvanera, P., Castillo, A., Chavero, E. L., Caballero, K., Quijas, S., Flores, A., Galicia, C., Martínez, L., Saldaña, A., Sánchez, M., Maass, M., Ávila, P., Martínez, Y., Galindo, LM. y Sarukhán, J. (2011). Marcos conceptuales interdisciplinarios para el estudio de los servicios ecosistémicos en América Latina. En: Laterra P., Jobbágy E. y Paruelo J. (Ed.), *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp. 39-67). Buenos Aires, Argentina: INTA, Balcarce.

Berkes, F. y Folke, C. (2000). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Boletta, P. E., Ravelo, A. C., Planchuelo, A. M. y Grilli, M. (2006). Assessing deforestation in the Argentine Chaco. *Forest Ecology and Management*, 228 (1-3), 108-114.

Caride, C., Paruelo, J. M. y Piñeiro, G. (2011). Manejo agrícola y secuestro de carbono. En: Laterra P., Jobbágy E. y Paruelo J. (Ed.). *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp. 461-481). Buenos Aires, Argentina: INTA, Balcarce.

Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N. y Smith, V. H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological applications*, 8(3), 559-568.

Carpenter, S. R., Mooney, H. A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R. S., Díaz, S., Dietz, T., Duraiappah, A. K, Oteng-Yeboah, A., Pereira, H., M., Reid, W. V., Sarukhan, J., Scholes, R., J., Whyte, A. y Perrings, C. (2008). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5), 1305-1312.

Chambers, R. (1992). *Rural appraisal: rapid, relaxed and participatory*. UK: Institute of Development Studies.

Chapin, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavorel, S., Sala, O.E, Hobbie, A. E., Mack, M., C y Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234-242.

Codato, D. (2015). Estudio de la percepción social del territorio y de los servicios ecosistémicos en Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Espacio y Desarrollo*, (27), 7-31.

Constanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill RV., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P. y van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, (387): 253-260.

Corbetta, P. (2007). La entrevista cualitativa. *Metodología y técnicas de investigación social*, 343-374.

Corvalán, C., Hales, S. y McMichael, A. (2005). *Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre salud. Un informe de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM)*. Organización Mundial de la Salud. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.

Cowling, R. M., Egoh, B., Knight, A. T., O'Farrell, P. J., Reyers, B., Rouget, M., Roux, D., J., Welz, A. y Wilhelm-Rechman, A. (2008). An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9483-9488.

Daily, G. C. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC: Island Press.

de Groot, R. S. (1992). *Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Amsterdam: Wolters-Noordhoff, BV.

de Groot, R. S., Wilson, M. A. y Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological economics*, 41(3), 393-408.

de la Fuente, E. y Suárez, S. A. (2008). Problemas ambientales asociados a la actividad humana: la agricultura. *Ecología Austral* (18), 239- 252.

Díaz, I., Ceroni, M., López, G. y Achkar M. (2018). Análisis espacio-temporal de la intensificación agraria y su incidencia en la productividad primaria neta. propuesta metodológica para Uruguay 2000-2011. *M+A Revista electrónica de medioambiente*, 19, 24-40.

Dillaha, T. A., Reneau, R. B., Mostaghimi, S. y Lee, D. (1989). Vegetative filter strips for agricultural nonpoint source pollution control. *Transactions of the ASAE*, 32(2), 513-519.

DINOT (2013). Capa vectorial del Mapa de Cobertura del Suelo según sistema LCCS, a escala 1:100.000. Uruguay.

Domínguez, A. Sustentabilidad, Desarrollos sustentables y territorios. (2005). En: Achkar, M., Cantón, V., Cayssials, R., Domínguez, A., Fernández, G. y Pesce, F., *Ordenamiento ambiental del territorio* (pp.29-53). Montevideo, Uruguay: Ediciones DIRAC.

Duarte, C. M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo, M., Valladares, F., Ríos, A. F. y Simó, R. (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid, España: Consejo superior de investigaciones científicas (CSIC).

Ellis, E. C. y Ramankutty, N. (2008). Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(8), 439-447.

ESRI. (Environmental Systems Research Institute) (2015). ArcGIS 10.4.1 ArcMap Version 10.4.1 Copyright 1999-2015 ESRI Inc.

- Evia, G. y Musitelli, D. (2015). *Los humedales RAMSAR y la producción de arroz en Uruguay*. PROBIDES.
- Fernández, G., López, L. y Altesor, A. (2017). *Servicios ecosistémicos y resiliencia del pastizal natural*. Grupo de Ecología de Pastizales Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República (UdelAR). Montevideo.
- Fisher, B., Turner, K.R. y Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision-making. *Ecological Economics*, (68), 643-653.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N. y Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574.
- Fraser, L. H. y Keddy, P. A. (Ed.). (2005). *The world's largest wetlands: ecology and conservation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- García Préchac, F., Ernst, O., Arbeletche, P., Pérez Bidegain, M., Pritsch, C., Ferenczi, A. y Rivas, M. (2010). Intensificación agrícola: oportunidades y amenazas para un país productivo y natural. *Colección Art. 2. CSIC-UdelAR*. Montevideo.
- Gazzano, I., Achkar, M., y Díaz, I. (2019). Agricultural Transformations in the Southern Cone of Latin America: Agricultural Intensification and Decrease of the Aboveground Net Primary Production, Uruguay's Case. *Sustainability*, 11(24), 7011.
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. San José, Costa Rica: IICA.
- Habegger, S. y Mancila, I. (2006). El poder de la Cartografía Social en las prácticas contrahegemónicas o La Cartografía Social como estrategia para diagnosticar nuestro territorio. *Revista Araciega*, 14.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México D.F., México: Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- Hoekstra, J. M., Boucher, T. M., Ricketts, T. H. y Roberts, C. (2005). Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology letters*, 8(1), 23-29.
- IDE. (Infraestructura de Datos Espaciales) (2017). *Coberturas Vectoriales*. Recuperado de: <http://ide.uy/descargas>
- INE. (Instituto Nacional de Estadística) (2011). *Resultados Censo 2011. Departamento de Rivera*. Uruguay.
- Jensen, J. (2007). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. New Jersey, USA: Upper Saddle River-Prentice Hall.
- Johnston, C. A., Detenbeck, N. E. y Niemi, G. J. (1990). The cumulative effect of wetlands on stream water quality and quantity. A landscape approach. *Biogeochemistry*, 10(2), 105-141.
- Justo, C., Bouzas, A. C., Camargo, A. y Mosqueira, A. (2015). *Saberes populares asociados al uso de plantas medicinales en una comunidad rural del noreste del país*. Proyecto Estudiantil de Extensión Universitaria. Udelar-CSEAM. Uruguay.

- Kandus, P., Quintana, R. D., Minotti, P. G., Oddi, J., Baigún, C., González Trilla, G. y Ceballos, D. (2011). Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. En: Laterra, P., Jobbágy, E. y Paruelo, J. (Ed.). *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp.265-290). Buenos Aires, Argentina: INTA, Balcarce.
- King, G., Verba, S. y Keohane, R. O. (2000). *El diseño de la investigación social: la inferencia científica en los estudios cualitativos*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Kremen, C. (2005). Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8(5), 468-479.
- Laterra, P., Castellarini, F. y Orúe, E. ECOSER: un protocolo para la evaluación biofísica de servicios ecosistémicos y la integración con su valor social. (2011). En: Laterra, P., Jobbágy, E. y Paruelo, J. (Ed.). *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp.359-389). Buenos Aires, Argentina: INTA, Balcarce.
- Ley 18.308. Ordenamiento territorial y desarrollo sostenible. Marco regulador general. Uruguay. Recuperado de: <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp9592225.htm>
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G. y Swift, M. J. (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(5325), 504- 509.
- Maynard, S., James, D. y Davidson, A. (2010). The development of an ecosystem services framework for South East Queensland. *Environmental Management*, 45(5), 881-895.
- MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca) (1994). Unidades de suelos CONEAT. MGAP-DGRNAR-CONEAT. Montevideo.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005). Ecosystems and human well-being. *Synthesis*.
- MEA (2007). A toolkit for understanding and action. Protecting Nature's services. Protecting ourselves.
- Molden, D., Schipper, L., De Fraiture, C., Faurés, J. M. y Vallée, D. (2007). Evaluación exhaustiva del manejo del Agua en Agricultura. Agua para la alimentación, agua para la vida. Londres: Inglaterra: Earthscan y Colombo: Instituto Internacional del Manejo del Agua.
- Moser, M., Prentice, C. y Frazier, S. (1996). A global overview of wetland loss and degradation.
- Olivé, L. (2011). Interdisciplina y transdisciplina desde la filosofía. *Ludus Vitalis*, XIX (35), 251-256.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, (325), 419-422.
- Paoletti, M. G. y Pimentel, D. (2000). Environmental risks of pesticides versus genetic engineering for agricultural pest control. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 12(3), 279-303.
- Parkyn, S. (2004). *Review of riparian buffer zone effectiveness. Technical Paper 2005*. Wellington, New Zealand: Ministry of Agriculture and Forestry.

- Paruelo, J. M., Golluscio, R. A., Guerschman, J. P., Cesa, A., Jouve, V. V. y Garbulsky, M. F. (2004). Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning: the case of the Patagonian steppes. *Global Ecology and Biogeography*, 13(5), 385-395.
- Paruelo, J. M., Guerschman, J. P. y Verón, S. R. (2005). *Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. Ciencia hoy*, 15(87), 14-23.
- Paruelo, J. M., Herrera, L. P., Moricz, M., Urrutia, R., Zaccagnini, M. E., Somma, D., Quispe, C., Giaccio, G., Milano, F., Barreda, M. y Darío Ceballos. Desde la discusión conceptual y metodológica a la acción. El uso del concepto de SE en el proceso de toma de decisiones.(2911). En: Litterra P., Jobbágy E. y Paruelo J. (Ed.), *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp.689-705). Buenos Aires, Argentina: INTA, Balcarce.
- Paruelo, J. M., Texeira, M., Staiano, L., Mastrángelo, M., Amdan, L. y Gallego, F. (2016). An integrative index of Ecosystem Services provision based on remotely sensed data. *Ecological indicators*, 71, 145-154.
- Pattanayak, S. K. (2004). Valuing watershed services: concepts and empirics from southeast Asia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(1), 171-184.
- Plummer, J. D. y Long, S. C. (2007). Monitoring source water for microbial contamination: evaluation of water quality measures. *Water research*, 41(16), 3716-3728.
- Pyke, D. A., Herrick, J. E., Shaver, P. y Pellant, M. (2002). Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. *Journal of range management*, 584-597.
- Raymond, C. y Brown, G. (2006). A method for assessing protected area allocations using a typology of landscape values. *Journal of environmental planning and management*, 49(6), 797-812.
- Raymond, C. M., Bryan, B. A., MacDonald, D. H., Cast, A., Strathearn, S., Grandgirard, A. y Kalivas, T. (2009). Mapping community values for natural capital and ecosystem services. *Ecological economics*, 68(5), 1301-1315.
- Reboratti, C. (2000). *Ambiente y sociedad: conceptos y relaciones* (No. 504.03 REB). Buenos Aires.
- Sala, O. E. y Paruelo, J. M. (1997). Ecosystem services in grasslands. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*, 19, 237-251.
- Schuman, G. E., Janzen, H. H. y Herrick, J. E. (2002). Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental pollution*, 116(3), 391-396.
- Scurlock, J. M. O. y Hall, D. O. (1998). The global carbon sink: a grassland perspective. *Global Change Biology*, 4(2), 229-233.
- Sherrouse, B. C., Clement, J. M. y Semmens, D. J. (2011). A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services. *Applied geography*, 31(2), 748-760.
- Soutullo, A., Bartesaghi, L., Achkar, M., Blum, A., Brazeiro, A., Ceroni, M., Gutiérrez, O., Panario, D. y Rodríguez-Gallego, L. (2012). Evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos de Uruguay. Informe Técnico. Convenio MGAP/PPR – CIEDUR/ Facultad de Ciencias/Vida Silvestre Uruguay/Sociedad Zoológica del Uruguay.
- Tommasino, H. (2003). El cultivo de arroz en Uruguay. Contribución a su conocimiento. MGAP- DIEA.

Montevideo, Uruguay.

Trimble, M., Iribarne, P., y Lázaro, M. (2014). Una investigación participativa en la costa uruguaya: características, desafíos y oportunidades para la enseñanza universitaria. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 32, 101-117.

Tucker, C. J. y Sellers, P. J. (1986). Satellite remote sensing of primary production. *International journal of remote sensing*, 7 (11), 1395-1416.

Van Riper, C. J., Kyle, G. T., Sutton, S. G., Barnes, M. y Sherrouse, B. C. (2012). Mapping outdoor recreationists' perceived social values for ecosystem services at Hinchinbrook Island National Park, Australia. *Applied Geography*, 35(1-2), 164-173.

Verón, S., Jobbágy, E., Gasparri, I., Kandus, P., Easdale, M., Bilenca, D., Murillo, N., Beltrán, J., Cisneros, J., Lottici, V., Manchado, J., Orúe, E. y Thompson, J. Complejidad de los servicios ecosistémicos y estrategias para abordarla. (2011). En: Lateral P., Jobbágy E. y Paruelo J. *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (pp.659-670). Buenos Aires, Argentina: INTA, Balcarce.

Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. y Melillo, J. M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499.

## Anexos

**Anexo 1.** Categorización de los ecosistemas según su prioridad para la gestión. V=valoración social, I=importancia de acuerdo a su provisión de SE, A=amenazas

Clasificación	Descripción
Muy alto	Incluye ecosistemas con: 1) valores altos de V, altos o muy altos de I y bajas o medias A; 2) valores altos de V, altos o muy altos de I y altas y muy altas A.
Alto	Incluye ecosistemas con: 1) valores altos de V, alto a muy altos de I y nulas A; 2) valores altos de V, medios de I y de bajas a muy altas A; 3) valores medios de V, de altas a muy altas I y de bajas a muy altas A; 4) valores medios o altos de V, altos o muy altos de I y nulas A; 5) valores altos de V, medios de I y nulas A; 6) valores muy bajos o bajos de V, altos o muy altos de I y altas o muy altas de A; 7) valores altos de V, de medios a muy altos de I y nulas A; 8) valores medios de V y de I y altas o muy altas A.
Medio	Incluye ecosistemas con: 1) valores muy bajos o bajos de V, medias I y de bajas a muy altas A; 2) valores medios de V, muy bajos o bajos de I y de bajas a muy altas A; 3) valores medios de V e I y de nulas a medias A; 4) valores muy bajos o bajos de V, de medias a muy altas I y nulas A; 5) valores medios y altos de V, muy bajos o bajos de I y nulas A; 6) valores muy bajos o bajos de V, alta o muy alta I y con bajas o medias A; 7) valores con altas V, muy baja a baja I y con bajas o medias A; 8) valores medios de V, media a alta I y nulas A; 9) valores muy bajos o bajos de V, altos y muy altos de I y nulas A.
Bajo	Incluye ecosistemas con: 1) valores muy bajos o bajos de V e I y de bajas a muy altas A; 2) valores muy bajos o bajos de V, medias I y nulas A; 3) valores con medias V, muy bajas o bajas I y con nulas A.
Muy bajo	Incluye ecosistemas con: 1) valores muy bajos o bajos de V e I y nulas o bajas A.