

Estado del arte sobre el pago por servicios ambientales en Paraguay: Dieciséis años de gestión

STELLA M. AMARILLA RODRÍGUEZ¹✉; RAFAELA LAINO²; CARMIÑA SOTO¹; KARIM MUSÁLEM³; NATALIA PERALTA KULIK¹; LUCÍA J. VILLALBA MARÍN¹; MARÍA L. QUEVEDO FERNÁNDEZ¹ & JORGE D. GONZÁLEZ VILLALBA¹

¹ Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Agrarias. Campus Universitario San Lorenzo. Paraguay. ² Centro de Investigación del Chaco Americano. Asunción, Paraguay. ³ Organización Mundial de Conservación WWF Paraguay. Asunción, Paraguay.

RESUMEN. Dado el aumento del interés académico en el tema del pago por servicios ambientales (PSA) a nivel global y su actual estado disperso, se presenta esta revisión enfocada en Paraguay con el fin de informar sobre el estado actual de la temática a nivel nacional y desarrollar nuevas perspectivas teóricas y metodológicas. Los principales objetivos de esta revisión son recopilar antecedentes de gestión y sistematización de información técnica, académica y científica relacionada con el PSA en Paraguay y contribuir a definir métodos de valoración económica para impulsar el PSA a nivel local y regional. Esto es parte de una estrategia para diseñar modelos de gestión ambiental que garanticen la provisión de servicios ambientales a largo plazo (16 años de análisis). El diseño del estudio fue cualitativo, documental bibliográfico y descriptivo, partiendo de la elaboración y análisis de una base de datos con 41 documentos técnicos que facilitó sistematizar y mapear la información. Los resultados muestran que 46% de los documentos analizados corresponden a literatura arbitrada, con cinco períodos de gestión identificados. El aspecto más trabajado fue la valoración económica de bienes y servicios ambientales, especialmente aquellos derivados del bosque, donde se han aplicado mayormente medidas técnicas de valoración basadas en métodos de mercado. No se encontraron publicaciones ni trabajos sobre la valoración del daño ambiental en el período analizado. Los estudios de valoración económica fueron importantes para el proceso de reglamentación del PSA vigente en Paraguay. Se concluye que si bien el mecanismo de PSA en Paraguay dio pasos importantes en los últimos 16 años, tanto el mercado como la política aún no se encuentran consolidados debido a nudos críticos identificados y relacionados con la falta de reglamentación de otras modalidades de certificación que contribuyan tanto a la producción sostenible como a estrategias de conservación.

[Palabras clave: valoración económica, servicios ambientales, servicios ecosistémicos, conservación, uso sostenible, desarrollo sostenible]

ABSTRACT. State of the art on payment for environmental services in Paraguay: Sixteen years of management. Due to the increasing academic interest in Payment for Environmental Services (PES) globally and the scattered state of PES in Paraguay, this paper presents a review of Paraguay to provide an overview of the current state of the subject at the national level and develop new theoretical and methodological approaches. The main objectives of this article are to compile the history of management and systematization of technical, academic, and scientific information on PES in Paraguay and contribute to defining economic valuation methods to enhance PES at the local and regional levels. This will serve as a strategy for designing environmental management models that guarantee the provision of long-term environmental services (16 years of analysis). The study design was qualitative, documentary, bibliographic and descriptive, based on the preparation and analysis of a database with 41 technical documents that facilitated the systematization and mapping of the information. Results show that 46% of the documents analyzed correspond to peer-reviewed literature, with five identified management periods. The most worked aspect was the economic valuation of environmental goods and services, especially those derived from the forest, where market-based valuation techniques based have been applied to a greater extent. As for the valuation of environmental damage, no publications or works were found during the studied period. Economic valuation studies were important for the current PES regulation process in Paraguay. that the Payment for Environmental Services (PES) mechanism in Paraguay has made significant progress over the past 16 years. However, both the market and policies related to PES are still not fully established due to critical issues identified, primarily the lack of regulation of other certification modalities that contribute to both sustainable production and conservation strategies. Hence, there is a need to address these challenges to ensure the effective implementation of PES in Paraguay.

[Keywords: economic valuation, environmental services, ecosystem services, conservation, sustainable use, sustainable development]

INTRODUCCIÓN

El mecanismo de pago por servicios ambientales (PSA), que se consolida a partir de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005), ha recibido críticas — especialmente en sus inicios— tales como que representa otra transferencia de poder a las corporaciones y a los sectores más ricos, que bajo condiciones de desigualdad, por ejemplo, podría resultar contraproducente para el manejo sustentable de los recursos naturales o que son variantes reformistas de los esquemas de intervención paternalista del Estado que perpetúan la dependencia y la vulnerabilidad de los legítimos propietarios de los recursos naturales (Coniff 2012; Flores Aguilar et al. 2018; Snilsveit et al. 2020). En tanto, el discurso predominante de los gobiernos y de los defensores de los PSA habla sobre el empleo de soluciones de mercado en lugar de los enfoques regulatorios tradicionales, como alternativa para reducir la deforestación, mejorar la cobertura forestal y aumentar los ingresos familiares, lo que en suma apunta a fomentar usos más eficientes y sostenibles de los servicios ambientales, que representa la esencia de los PSA (Herbert et al. 2010).

Si bien la eficacia y la pertinencia de los PSA —en particular, con relación a las hectáreas conservadas de bosque y los recursos económicos ejecutados— fueron analizadas por varias disciplinas (e.g., economía ambiental, economía de los recursos naturales, economía ecológica, antropología, geografía, etcétera), existen otras dimensiones no estudiadas en profundidad y que pueden ser útiles para entender los factores que influyen más decididamente en la efectividad del mecanismo de PSA (Flores Aguilar et al. 2018).

En Paraguay, en 2006 se aprueba la Ley N° 3001 de Valoración y Retribución de Servicios Ambientales como un mecanismo de compensación para aquellos propietarios que fueron privados de sus derechos de uso de sus recursos naturales, específicamente los bosques, en virtud de la Ley N°2425/04 de prohibición, en la Región Oriental, de las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques y sus prórrogas, vigentes hasta el año 2030. El espíritu de la Ley fue compensar, en parte, la rentabilidad que el propietario dejaría de obtener en actividades productivas como la agricultura o a la ganadería extensiva,

a cambio de la conservación (Florentín G, comunicación personal).

A 16 años de la promulgación de la normativa, la información sobre el PSA a nivel nacional y regional está aún dispersa, lo cual dificulta visualizar los conocimientos acumulados sobre el tema o indagar sobre nuevas orientaciones que ayuden a proyectar estrategias más flexibles que potencien iniciativas de conservación y de uso eficiente y sostenible de los recursos naturales. En consecuencia, surgen algunas interrogantes en torno al mecanismo, como ¿cuáles son las evidencias existentes que muestren de manera empírica el trabajo desarrollado en torno al mecanismo de PSA? Las evidencias existentes ¿son de calidad para evaluar la efectividad o logro de los objetivos pregonados en la normativa de PSA? ¿Sobre qué aspectos que hacen al PSA se desarrolló la mayor cantidad de conocimientos en Paraguay? La hipótesis de este trabajo es que la valoración económica de los servicios ambientales constituye el enfoque más desarrollado, cuyas contribuciones apoyaron el proceso de reglamentación de la Ley N° 3001/06 y que las evidencias existentes son de calidad para evaluar la efectividad del mecanismo de PSA.

Recabar estas evidencias se torna necesaria dado que África, América Latina, América del Sur y específicamente el Paraguay muestran tasas de deforestación muy superior a la media mundial. En este escenario, hay indicios de que los esquemas de mercado como los PSA son los mecanismos preferidos para conservar y restaurar los bosques.

Este artículo presenta una revisión de documentos técnicos, académicos y científicos sobre el PSA en Paraguay a través de un diagnóstico acabado de los últimos años (período 2006-2021), para dar a conocer el estado del arte y entender la problemática actual entorno al PSA a nivel nacional, con el objetivo de construir nuevas miradas teóricas y metodológicas sobre esta temática. Por ello, los objetivos principales del estudio fueron a) compilar los antecedentes de gestión y sistematización de la información técnica, académica y científica sobre el PSA en Paraguay, y b) enfatizar en la contribución de la valoración económica para potenciar el PSA a nivel local y regional como estrategia para diseñar modelos de gestión ambiental que aseguren la provisión de SA a largo plazo. Además, se espera que la revisión contribuya

a 1) destacar los aspectos relevantes del PSA local ya conocidos, 2) identificar los nudos críticos del PSA local, 3) conocer aproximaciones metodológicas aplicadas, 4) facilitar la prospección bibliográfica sobre el tema mediante la sistematización de datos, y 5) formular nuevas preguntas orientadas a la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales en Paraguay que puedan derivar en nuevos temas de investigación, nuevos mecanismos de PSA y esfuerzos sectoriales. Con esta información se pretende apoyar el marco teórico que permita en la práctica mantener a largo plazo la provisión de servicios ambientales de distintos ecosistemas, en condiciones locales de presiones y amenazas derivados de modelos de desarrollo económico que comprometen sustancialmente estas visiones.

Servicios ecosistémicos y servicios ambientales

En la literatura internacional no existe un claro consenso en la diferencia conceptual de los términos servicios ecosistémicos (SE) y servicios ambientales (SA) y tampoco se refleja explícitamente el origen de uno y otro. Sin embargo, en el ámbito académico-científico, en las últimas décadas se ha generado un debate en torno a la génesis y el reconocimiento de ambos términos, así como la búsqueda de políticas y mecanismos de mercado que permitan consolidarlos y darles utilidad efectiva en la protección del ambiente (Mora Vega 2012). Los términos SE y SA se pueden utilizar de forma indistinta, aunque por lo general difieren en su contexto. El primero se usa en contextos académicos y el segundo para armonizar con el léxico de secretarías o ministerios en el ramo (Balvanera and Cotler 2007). El concepto SE es el más extendido, sobre todo en la literatura relacionada con la ecología, mientras que en el área de economía se utiliza en mayor medida el término SA (Mora Vega 2012). La legislación argentina emplea el término SA como sinónimo de SE (Peixoto Batista et al. 2019). En Paraguay se maneja más el concepto de SA por estar más asociado al marco legal local, es decir, desde la promulgación de la Ley N° 3001/06 De Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales. Por su parte, el concepto de SE está más ligado al ámbito académico-científico en creciente desarrollo en el país.

En el marco de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio se precisa el concepto de SE para diferenciarlo del contenido económico relacionado con bienes y servicios

ambientales, empleados en los acuerdos de liberalización comercial entre países (MEA 2005). En esta conceptualización se incluye mantener la calidad del aire, del clima, las funciones hidrológicas, la provisión de la calidad de agua para consumo y el control de fenómenos naturales y de desechos. Las funciones ecosistémicas se definen como “características intrínsecas del ecosistema que permiten que el ecosistema mantenga su integridad” y se clasifican según los servicios, el tipo de uso o su aprovechamiento (Camacho and Solano 2010).

Se puede considerar como abundante la información académica, técnica y científica referida al tema de los SA y de los SE a nivel regional y global en los últimos 20 años (Daily 1997; De Groot et al. 2002; MEA 2005; Balvanera and Cotler 2007; Camacho and Ruiz Luna 2012; Costanza et al. 2017). No obstante, a nivel local, existe poca información publicada sobre la temática. Por ejemplo, en un estudio exploratorio sobre los SE que proveen los humedales del Pantanal a nivel sudamericano se resalta la escasa disponibilidad de datos en Paraguay y en Bolivia, en comparación con la información disponible en Brasil (Bedoya Serrati 2018).

Valoración económica y pago por servicios ambientales

La valoración económica, muy relacionada al PSA, es una herramienta para cuantificar en términos monetarios el valor de los bienes y SA independientemente de si cuentan o no con un precio o mercado definido (Amarilla 2009). Su finalidad principal es visibilizar los beneficios o costos asociados a los cambios en los ecosistemas, de manera que estos valores económicos se puedan integrar en la toma de decisiones.

Por lo general, se requieren métodos y técnicas basadas en la teoría económica y adaptadas a las condiciones locales para realizar una valoración económica, ya sea de externalidades positivas (e.g., actividades ambientales con mantenimiento o provisión de SA) o de externalidades negativas (e.g., actividades que generan cualquier tipo de contaminación o daño ambiental). En el primer caso, la valoración económica puede sugerir el monto en $\text{US}\$.ha^{-1}.a\tilde{no}^{-1}$ que un proveedor de servicio ambiental (poseedor de bosques y otros ecosistemas naturales o modificados) deba recibir por sus actividades de conservación o uso sostenible, es decir

por la oferta de servicios ambientales. En el segundo caso, la valoración económica puede sugerir el monto estimado del daño ambiental que deba ser pagado o compensado por el agente causante del daño, para internalizar o reconocer los costos ambientales de la utilización no sostenible de los recursos naturales (Sarmiento and Ríos 2009; Amarilla et al. 2019).

¿Cómo se mide el valor de un bosque o ecosistema?

A nivel general, y sobre todo en el ámbito académico y científico, existe un mayor consenso en la utilización de la ecuación del valor económico total (VET) para entender el alcance de una valoración económica (Amarilla 2009). Esta ecuación incluye diferentes tipos de valores de uso y de no uso que deben ser considerados en una estimación. El valor de uso (VU) se compone de la sumatoria de valores de uso directo, valores de uso indirecto y el valor de opción, mientras que el valor de no uso (VNU) se compone de un concepto de valor de existencia; este componente es el más intangible y de difícil estimación (Figura 1). La conceptualización del VET ha sido útil para explicar los distintos tipos de valores asociados a distintos tipos de usos, lo que también refleja el aspecto de la complejidad

en la valoración. Por otro lado, existe una falta de valoraciones económicas de, por ejemplo, el bosque, que incluyan al menos la mayor parte de sus usos o componentes, muchos de ellos sin precio ni mercado definidos, como el caso de los productos forestales no maderables como especies medicinales, ornamentales y comestibles, entre otros (Quevedo et al. 2021).

Principios del pago por servicios ambientales

Las definiciones clásicas de PSA señalan los siguientes elementos para que se los reconozca como un mecanismo financiero: una transacción voluntaria en la que el aumento, el mantenimiento o la provisión de SA (o prácticas de uso sostenible) que mantengan a largo plazo dicha provisión son reconocidos económicamente por al menos un comprador del SA y es ofrecido por al menos un proveedor, condicionado al aseguramiento de dicha provisión (Wunder et al. 2007; Sarmiento and Ríos 2009). El concepto de PSA proviene de la valoración económica y se enriquece como resultado social acumulativo, producto de innovaciones sociales, avances en el conocimiento científico y tecnológico sobre los ecosistemas y su vulnerabilidad. El pago tiene que ver con el concurso de intereses y de esferas de poder de diferentes actores sociales,

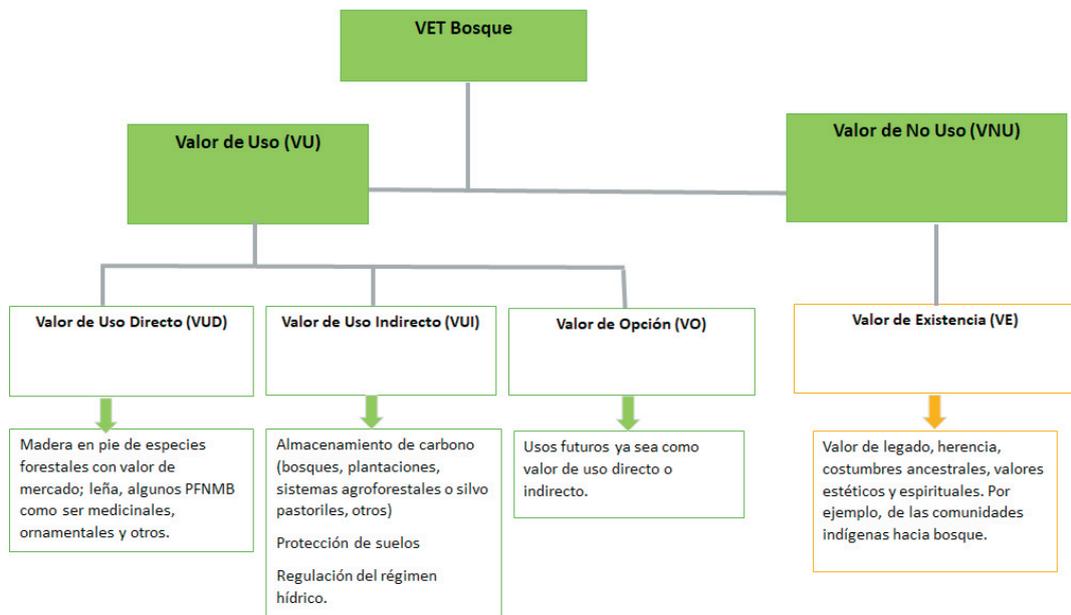


Figura 1. Representación del valor económico total del bosque. Adaptado de Amarilla (2009) y Peralta-Kulik et al. (2018a).

Figure 1. Representation of the total economic forest value. Adapted from Amarilla (2009) and Peralta-Kulik et al. (2018a).

de cambios organizativos e institucionales que dinamizan las interacciones entre la sociedad y la disponibilidad de recursos naturales (Camacho and Solano 2010). En esa dinámica social se generan nuevas formas de valorar o reconocer los beneficios de la naturaleza y los límites para acceder a alguno de los servicios de los ecosistemas, tales como el mantenimiento de la biodiversidad, la belleza escénica, las fuentes de recursos hídricos y la protección del suelo.

Los PSA constituyen una intervención económica innovadora para contrarrestar la pérdida global de la biodiversidad y las funciones de los ecosistemas, destacando el aspecto atractivo del mecanismo financiero, para lograr objetivos eficientes de conservación (Wunder et al. 2018). En la práctica, los resultados del PSA dependen de la interacción favorable entre el contexto donde se diseña e implementa cada esquema. Estos autores inspeccionaron un nuevo conjunto de datos globales, en el que algunos principios de diseño de PSA antes identificados o sugeridos desde las ciencias sociales y ajustados en la actualidad con la literatura disponible, señalaron principios como la focalización espacial basada en la realidad local, la necesidad de diversificar los mecanismos de pagos, incluyendo diversidad de modalidades, montos, escalas, etc., que siguen siendo aplicados de manera parcial a nivel global. Otros temas fundamentales identificados por los autores, en la definición de los principios, están referidos al cumplimiento de los aspectos de supervisión, monitoreo o condicionalidad del pago, por una efectiva conservación o provisión de SA, que rara vez es implementado en la mayoría de los países.

MATERIALES Y MÉTODOS

Enfoque de la investigación

La investigación se basa en un enfoque cualitativo, documental bibliográfico y descriptivo que consiste en revisar qué se ha escrito y publicado sobre el tema o área de la investigación; por esta razón se la puede considerar como una investigación de investigaciones. Asimismo, se recurrió a la técnica de estado del arte, utilizando como marco interpretativo la hermenéutica (Guevara Patiño 2016), que incluyó el análisis metódico, sistemático y cronológico de una base de datos documental sobre el avance científico en el tema.

Localización de la investigación

La cobertura del estudio es a nivel nacional (Figura 2). Se tuvieron en cuenta las particularidades de la Región Oriental y Occidental del país, y la división en ecorregiones según la Resolución N° 614/13 (SEAM 2013a) del actual Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) del Paraguay.

Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo integrada por todos los documentos técnicos, académicos y científicos en los cuales se trató el tema de PSA durante el período 2006-2021 (Figura 2). La mayoría de estos documentos fueron generados en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), y otros fueron elaborados en otras instituciones como el Centro de Investigación del Chaco Americano y la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FACEN) de la UNA. Los mismos han generado informaciones técnicas y académicas que sirvieron para acompañar el proceso de reglamentación de la Ley N° 3001/06, con mayor énfasis estudios de valoración económica de activos ambientales. Cabe señalar que la unidad de análisis solo incluyó estudios o publicaciones relacionados con la valoración económica con fines de generación de un PSA, y especialmente referidas a la operatividad de la Ley N° 3001/06. No se han incluido investigaciones o publicaciones referidas al abordaje de los SE *per se*. La unidad de análisis quedó constituida por 41 elementos (Tabla 1), e incluye artículos científicos y notas técnicas, tesis de grado y postgrado, trabajos en eventos científicos, trabajos de consultoría, libros y capítulos de libros.

Para localizar los documentos producidos y publicados en la Universidad Nacional de Asunción se utilizó el motor de búsqueda OPAC, insertando como restricciones de las palabras clave y el período de análisis empleado. Se utilizaron como palabras clave "servicios ambientales", "pagos por servicios ambientales" y "servicios ecosistémicos". En tanto, la prospección en la base de datos del Centro de Investigación del Chaco Americano se realizó a través de su página web. Otras búsquedas y localizaciones fueron hechas a través de motores de búsquedas como Google Académico y páginas en internet de organizaciones e instituciones a las cuales se llegó gracias a la experiencia y conocimiento de los investigadores.

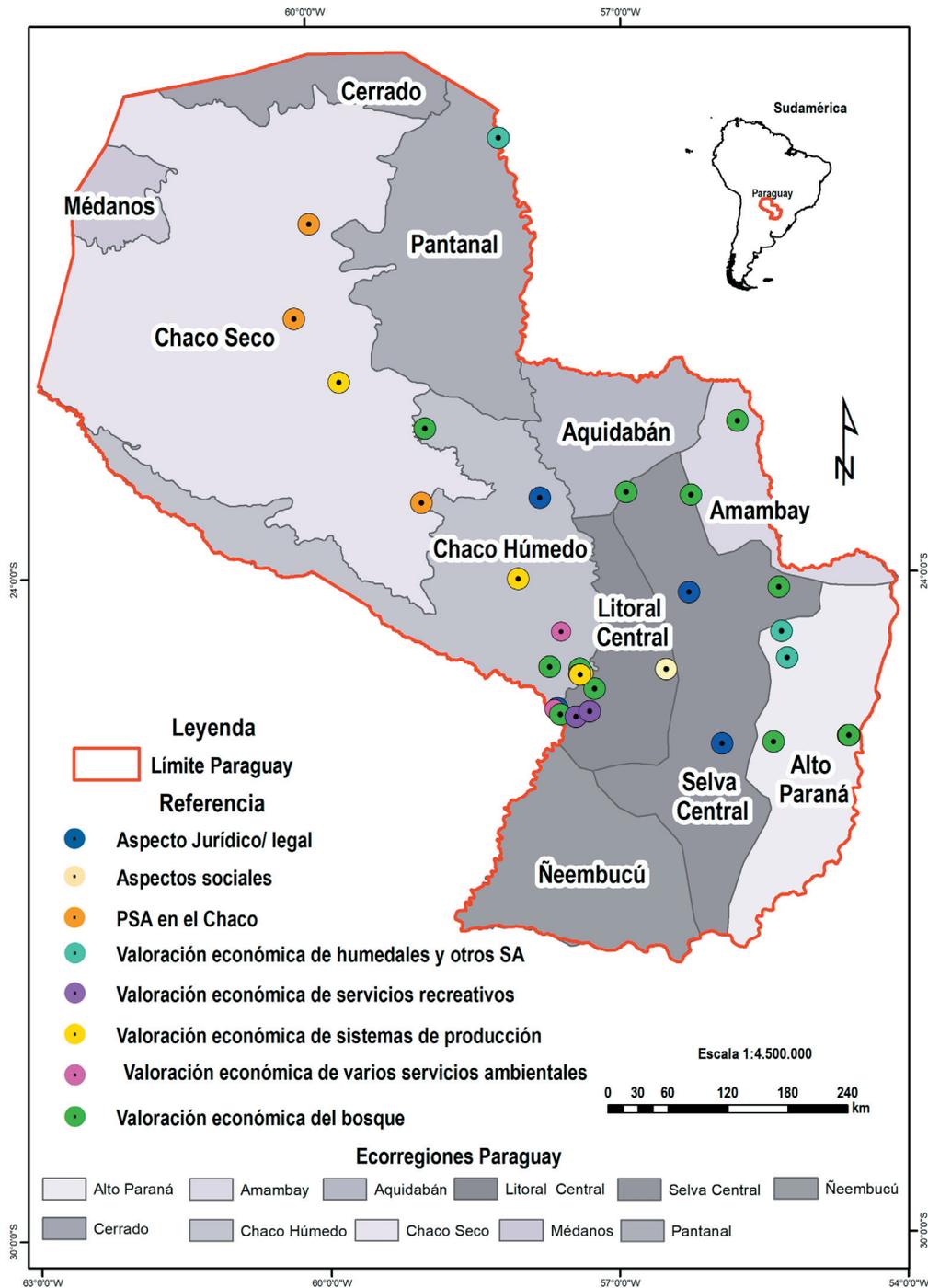


Figura 2. Base de datos y unidad de análisis de este estudio.

Figure 2. Study database and analysis unit of this study.

Procesamiento de análisis

Se combinó la tipología de revisiones (Vera Carrasco 2009), partiendo del enfoque exhaustivo y sistemático (todo lo publicado sobre el tema), con una complementación de revisión descriptiva para ofrecer una puesta al día sobre los conceptos o avances en áreas o

temas de constante evolución. Esta tipología es, además, valorada por su utilidad en el ámbito académico, esfera en que se originó la línea de investigación en valoración económica de SA y en la que se fomenta el afianzamiento del conocimiento en este tema. Este enfoque ha sugerido, por ello, la inclusión en la base

Tabla 1. Producción técnico-científica sobre pago por servicios ambientales en Paraguay 2006-2021.**Table 1.** Technical-scientific production on Payments for Environmental Services in Paraguay 2006-2021.

Categorías	Frecuencia	Porcentaje	Tipo de documento P: publicado, G: literatura gris	Tipo de ecosistemas/ ecorregión	Fuente
Artículos científicos y notas técnicas	11	27	P	Chaco húmedo, Alto Paraná, Pantanal	Quevedo et al. (2008), Arano et al. (2012), Rivarola y Amarilla (2015), Laino et al. (2017), Merenciano et al. (2018), Peralta-Kulik et al. (2018a), Quevedo et al. (2021)
Tesis de grado	11	27	G	Alto Paraná, Litoral central, Chaco húmedo	Quevedo et al. (2009), Radice (2011), Rivarola (2015), Becker (2015), Smith (2015), Zambrini (2016), González et al. (2017)
Trabajos en eventos	8	19	P	Chaco húmedo, Alto Paraná, Litoral central	Quevedo et al. (2011), Amarilla et al. (2019), Laino et al. (2019), Peralta-Kulik et al. (2019), Irún et al. (2019)
Resultados de Consultorías	5	12	P y G	Todas las ecorregiones	Amarilla and González (2009), Amarilla et al. (2014), WWF/IDEA (2014)
Tesis de postgrado	4	10	G	Alto Paraná	Vega (2013), Peralta-Kulik (2017), Ayala (2017), García (2017)
Libro o capítulo de libro	2	5	G	Todas las ecorregiones	Amarilla and González (2013), Aguilar and Segura Bonilla (2016)
Total	41	100			

de datos documental de resúmenes simples y expandidos presentados en eventos científicos, tesis de grado y postgrado, además de los artículos científicos publicados en el tema.

RESULTADOS

Pago por servicios ambientales en Paraguay

Se encontraron 41 documentos técnicos y científicos referentes a PSA en Paraguay; más de la mitad corresponde a artículos científicos, notas técnicas, libros o capítulos de libro (59%), y el resto corresponde a trabajos presentados en eventos, resultados de consultorías, tesis de grado y posgrado (Tabla 1). El 54% de estos documentos constituyen publicaciones catalogadas como literatura gris, y el 46% es literatura arbitrada publicada en los últimos cinco años. Por lo tanto, se resalta el esfuerzo más reciente de publicar las investigaciones en documentos científicos arbitrados, lo cual fortalece la línea de investigación en el tema. Los aspectos del PSA más analizados en los documentos fueron el ambiental (88% de los casos; n=36), el aspecto jurídico legal (10% de los casos; n= 4) y el aspecto social (2% de los casos; n=1). El 83% fue publicado en Paraguay (n=34) y el 17% en otros países (4 en Argentina, 1 en Costa Rica, 1 en México y 1 en España).

Como primeros estudios en el tema, que sirvieron para fortalecer la reglamentación de la Ley N° 3001/06, se destacan dos tesis de grado de la Carrera de Ingeniería Forestal de la FCA/UNA (Quevedo 2008; Radice 2011). En el año 2009, se publicó uno de los primeros artículos científicos en el tema (Quevedo et al. 2009). En el mismo año, también se publicó el primer estudio sobre la valoración económica del bosque para la Región Oriental del Paraguay (Amarilla 2009), documento a partir del cual se inició a la línea de investigación en el tema a nivel local (FCA/UNA) y cuyo principal producto ha sido la ecuación conocida como valor económico del bosque (VEB). Posteriormente, se publicó otro documento orientado a explicar el alcance de un mecanismo de PSA con énfasis en la región Occidental de Paraguay (Amarilla and González 2013). En tanto, el año 2013 puede ser considerado clave en el proceso de gestión de la Ley N° 3001/06 al establecerse las once ecorregiones en Paraguay según Resolución N° 614/13 (SEAM 2013a), con los valores nominales por ecorregión (VNE). Actualmente, estos VNE son los que se utilizan en el proceso de negociación de certificación de SA, a través de contratos entre propietarios oferentes de SA y otros actores considerados como los obligados a invertir en el mecanismo o adquirientes de certificados.

Se agrega para el año 2014 un documento de consultoría, de acceso restringido (Amarilla et al. 2014), referido al potencial del PSA para la Región Occidental realizado para el Proyecto Manejo Sostenible de Bosques de la ex Secretaría del Ambiente (SEAM), hoy Ministerio. Este último documento apoyó la cobertura del mecanismo para la Región Occidental del país. Además, se generaron investigaciones importantes en otros ecosistemas diferentes al bosque, como ser los humedales, los pastizales naturales y las áreas verdes urbanas, entre otros. Por otro lado, autores como Quevedo et al. (2011), Lubián (2014), Becker (2015), Rivarola y Amarilla (2015), Smith (2015), Zambrini (2016), Kopcow et al. (2017), Ayala (2017), García (2017), Peralta-Kulik (2017), Peralta-Kulik et al. (2018a), Peralta-Kulik et al. (2018b), Merenciano et al. (2018), Laino et al. (2019), Portillo (2020), Irún (2020), Quevedo et al. (2021) y Peralta-Kulik et al. (2021) desarrollaron trabajos que permitieron proyectar el concepto de los SA y visualizar con mayor facilidad el potencial del mismo, incluso con alcances diferentes tanto para la Región Oriental y Occidental del país. Se resalta la contribución de Aguilar y Segura (2016), quienes exponen el caso de Paraguay en un estado del arte en metodologías de valoración de SE y daño ambiental en América Latina.

De acuerdo con el grado de madurez o afianzamiento en el tema de PSA, las producciones se pueden clasificar en cinco períodos: latente, inicial, afianzamiento, reajustes y solvente o maduro (Figura 3). Así, el período de 2006-2008 puede ser considerado como latente o embrionario; se caracterizó por una limitada capacidad técnica para avanzar

en los estudios de valoración económica, y con ello, el diseño de mecanismos de PSA en particular. El período de inicio de esfuerzos abarca de 2009-2011 dado que se dieron los primeros trabajos sobre valoración económica, principalmente del bosque, con el objetivo de apoyar la reglamentación de la Ley N° 3001/06 e impulsar su operatividad.

El período de afianzamiento abarcó desde 2012-2014 y se caracterizó por una mayor capacidad técnico-científica en el tema, en especial a cuestiones metodológicas sobre valoración económica (e.g., la priorización de los componentes del VET). Le sigue un período de reajustes, entre 2015 y 2019, caracterizado por la prioridad de información tratando de afinar los estudios de valoración con enfoques metodológicos más robustos. Por ejemplo, más de un componente del VET, intentando incluir la valoración económica de SA como ser el almacenamiento de carbono o el abordaje de los productos no maderables del bosque. A nivel de la reglamentación de la Ley también se registraron avances importantes, pero no suficientes.

Finalmente, el período solvente o maduro, que se extiende desde el año 2020 en adelante y corresponde a la etapa de cálculos más completos, tratando de minimizar los aspectos de subjetividad en las valoraciones y mejora del enfoque interdisciplinar en los diferentes estudios, con mayor capacidad técnica y científica en el tema, debido a una mayor articulación entre los actores involucrados al tema del PSA a nivel local. Derivado del análisis se propuso un mapa conceptual de los períodos de avance en la producción técnico-científica en torno al PSA en Paraguay (Figura 3).

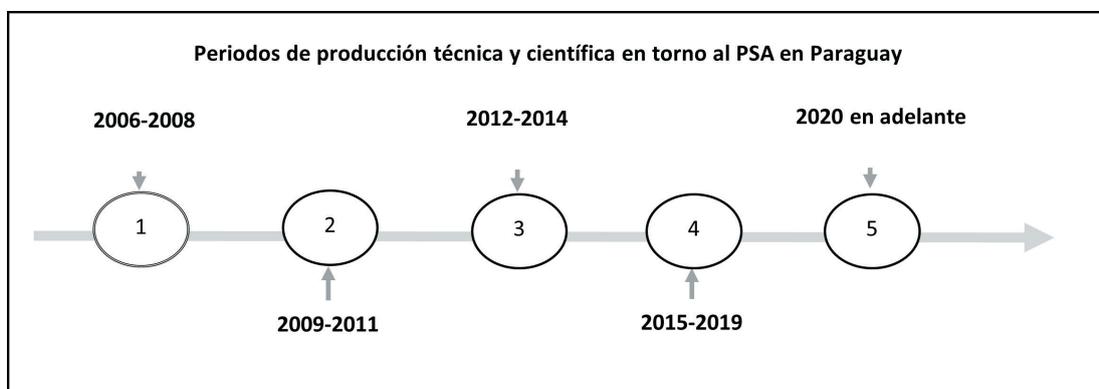


Figura 3. Períodos de avance en la producción técnica y científica en torno al pago por servicios ambientales (PSA) en Paraguay.

Figure 3. Advance periods in the technical-scientific output of payment for environmental services (PES) in Paraguay.

Estos períodos de gestión evidencian, además, la importancia de la valoración económica de bienes y SA para la puesta en marcha de mecanismos de PSA, basados en las condiciones locales y el estado de conservación de los recursos naturales. En este sentido, el MADES finalmente ha podido establecer la metodología apropiada para determinar el valor del bien 'ambiente' en las distintas ecorregiones del país (Velázquez Llano 2018), estableciendo el concepto de valor nominal ecosistémico (VNE). A partir de la Resolución N° 1085/13 (SEAM 2013b) se aprueba la metodología denominada costo de oportunidad, basada en el VEB (Amarilla 2009; Aguilar and Segura 2016), ecuación básica que sirvió para proyectar el VNE aplicado en el mecanismo actual del PSA en Paraguay según la Resolución N° 1093/13 (SEAM 2013c) cuyas ecuaciones se comparan más abajo. El principal aporte de estas ecuaciones y metodologías fue poder contar con los valores nominales o montos de referencia para los procesos de negociación de certificados de servicios ambientales entre oferentes y adquirentes aplicados en el contexto del mecanismo.

Ecuación costo de oportunidad

$$VEB = \sum_{n=1}^N \frac{IN/ha/año \text{ por rubro} * (CPRI + CB + CG)}{N}$$

VEB: valor económico del bosque (Gs.ha⁻¹.año⁻¹)

n: 1,2,...N rubros

N: cantidad de rubros

IN.ha⁻¹.año⁻¹: ingreso neto del rubro (Gs.ha⁻¹.año⁻¹)

CPRI: coeficiente de producción para riesgo e incertidumbre de la inversión (0.5)

CB: coeficiente biológico

CG: coeficiente geográfico

Amarilla (2009)

Ecuación para el valor nominal ecosistémico

$$NE = \sum_{n=1}^N \frac{IN/ha/año \text{ por rubro} * (CPRI + PBG)}{N}$$

VNE: valor nominal ecosistémico (por ecorregión en Gs.ha⁻¹.año⁻¹)

n: 1,2,...N rubros

N: cantidad de rubros

IN.ha⁻¹.año⁻¹: ingreso neto del rubro y *commodities* por ecorregión

CPRI: coeficiente de producción para riesgo e incertidumbre de la inversión (0.5)

CBG: Ponderación biogeográfica de la zona (ecorregión)

SEAM (2013)

A pesar de los notables avances y esfuerzos, visualizados en estas publicaciones, existen varios tipos de SE que aún no fueron estudiados en el país, entre ellos se pueden citar los siguientes: control biológico de plagas, regulación de enfermedades, regulación eólica, tratamiento residual, reciclaje de nutrientes, polinización, recarga de acuíferos (mantenimiento de caudales base) y control de la salinización, entre otros. Además, aún existe el desafío de valorar de manera completa los SA que brinda cada ecorregión, reto que obliga a poner en marcha estrategias de cooperación en materia de investigación y gestión.

A grandes rasgos, se puede mencionar como aspectos favorables que impulsaron el mecanismo de PSA el interés de conservación de varios sectores en Paraguay y el apoyo técnico de la academia, la implementación de proyectos internacionales con financiamiento que permitió estudios de base, de importancia para los procesos de reglamentación de la Ley. Entre los aspectos que limitaron su desarrollo se mencionan la falta de mayor confianza en el mecanismo debido a cierta complejidad en su operatividad, el funcionamiento del mercado propuesto y la verdadera compensación por acciones de conservación, entre otros.

Metodologías de valoración económica

La revisión de los documentos muestra que se aplicaron en mayor medida técnicas de valoración basadas en métodos de mercado. Actualmente, se afinan metodologías orientadas a robustecer las estimaciones del VU directo del bosque y otros ecosistemas asociados, como las desarrolladas por Quevedo et al. (2021). La principal limitante en estos esfuerzos es la disponibilidad de datos referidos al valor real de mercado, por ejemplo, de la madera comercial o de la madera en pie, la leña y algunos productos forestales no maderables del bosque, con alta demanda

Tabla 2. Síntesis de estudios de valoración aplicados en Paraguay en el período 2006-2021.**Table 2.** Summary of economic valuation studies made in Paraguay 2006-2021.

Categoría	Documento o estudio	Método aplicado	Tipo de documento G: gris P: publicado
VE del bosque	Determinación del potencial económico del bosque (Quevedo 2008)	De mercado Costo de oportunidad	G
	Estudio de valoración económica de ecosistemas forestales de la Región Oriental (Amarilla 2009)	Costo de oportunidad	P
	Estimación del valor económico de los bosques Agropecuaria Kai Rague (Radice 2011)	De mercado Costo de oportunidad	G
	Valoración económica del bosque en la Finca Weaver (Vega 2013)	De mercado Costo de oportunidad	G
	Estimación del valor económico del bosque de la Estancia Sarovy (Smith 2015)	De mercado Inventario forestal Costo de oportunidad	G
VE del bosque, énfasis en usos directos (madera, leña y productos no maderables)	Análisis estructural y valoración económica de bienes de uso directo Ecorregión Alto Paraná, Paraguay (Peralta-Kulik 2017)	Inventario forestal Métodos de mercado Valor residual	P
	Valoración económica de bienes de uso directo en bosque mesoxerofítico semicaducifolio de <i>Schinopsis balansae</i> (Quevedo et al. 2021)	Inventario forestal Métodos de mercado Valor residual Ecuaciones alométricas	P
VE de humedales y bosques	Servicios ecosistémicos en humedales y bosques Reserva Mborombí (Kopcow 2011).	Costo de reemplazo	P
	Servicios Ecosistémicos y potencial económico de los humedales Estación Biológica Tres Gigantes (Rivarola and Amarilla 2015)	Métodos de mercado Costo de oportunidad	P
VE del almacenamiento de carbono en bosques	Valoración económica de almacenamiento de carbono en un bosque Ecorregión Alto Paraná (Ayala 2017)	Inventario forestal Aplicación de ecuaciones alométricas	P
	Valoración económica de la captura de carbono Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, (González Ortíz 2017)	Inventario forestal Ecuaciones alométricas	G
Aproximaciones a un VET	Aproximación a los valores de uso directo e indirecto del Parque Carlos Antonio López (Zambrini 2016)	Métodos de mercado Ecuaciones alométricas Valoración contingente	G
	Valoración económica de bienes de uso directo e indirecto, Ecorregión Alto Paraná (Peralta-Kulik et al. 2018a).	Inventario forestal Métodos de mercado Valor residual Ecuaciones alométricas	P
Combinación de varios métodos de valoración	Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo Paraguay (Merenciano et al. 2018)	Precios de mercado	P
VE de servicios recreativos en áreas verdes urbanas	Valoración económica de los servicios recreativos de la Ciclovía de Capiatá, Paraguay (Portillo et al. 2019)	Valoración contingente	P
	Valoración económica y percepción social de la Plaza General Bernardino Caballero (Irún 2020)	Valoración contingente	G
VE de productos no maderables del bosque	Aproximaciones a la valoración económica de productos no maderables del Bosque (Peralta-Kulik et al. 2022)	Método de mercado	P

Adaptado de Aguilar y Segura (2016)

local. Este aspecto dificulta la realización de una valoración económica más completa en las distintas ecorregiones del Paraguay (SEAM 2013a). Estas valoraciones ajustadas pretenden mejorar los mecanismos de PSA orientados al uso sostenible de los recursos o nuevas figuras de conservación que puedan potenciarse a nivel país (Tabla 3).

Existen experiencias de afinamiento en las metodologías de valoración del bosque. Se han usado enfoques de estudios interdisciplinarios en los que se potencian datos de inventarios forestales para robustecer las metodologías de valoración y para afinar datos del componente de uso directo como ser la madera y la leña, sujetos a la disponibilidad de valores de

mercado reales para estos bienes del bosque y según estado de conservación de los mismos (Quevedo et al. 2021).

La aplicación del método de valoración contingente ha sido una experiencia útil que logró combinar enfoques paramétricos y no paramétricos, aplicados inicialmente con mayor énfasis en la valoración económica de los servicios recreativos de áreas verdes urbanas (Portillo 2020; Irún 2020). Se lograron estimaciones más afinadas orientadas a la valoración económica de los servicios recreativos de áreas verdes urbanas bajo escenarios de mejora.

El principal vacío de información registrado corresponde a la valoración del daño ambiental (e.g., la valoración de daños originados por la deforestación o el cambio de uso de la tierra, como los incendios forestales, la pérdida de

suelos por erosión o salinización, el secado de nacientes y ríos, entre otros). Estos temas no han sido estudiados o no se encuentran disponibles hasta la fecha de elaboración de este análisis. En la Tabla 2 se presenta un resumen de los aspectos de valoración económica encontrados en 17 de los documentos analizados en este trabajo, en el resto (24 documentos) no se aplicaron métodos de valoración económica.

Para el avance en la valoración económica de los productos forestales no maderables se presentaron dificultades y limitaciones debido a que dichos insumos son considerados gratuitos. Como ejemplo de estos insumos se citan algunas especies medicinales, ornamentales y artesanales, que en algunos casos pueden obtenerse de manera gratuita sobre todo en zonas rurales. No obstante, existe información sobre el valor de mercado de algunos productos no maderables,

Tabla 3. Modalidades de mecanismo de PSA sugeridos y nuevos temas de investigación.

Table 3. Suggested PSE mechanism modalities and new research topics.

Modalidad/ Estado de reglamentación	Descripción	Ejemplo del PSA potencial	Temas de investigación
Bosques de protección o conservación Reglamentación parcial	Mitigación de GEI Hábitat para la biodiversidad	En áreas silvestres protegidas (ASP) declaradas En zonas de amortiguamiento de ASP En áreas protegidas urbanas Otras figuras de conservación (OMECA-UICN)	Valoración económica (VE) de fragmentos de bosques en zonas de amortiguamiento Análisis del paisaje, para resaltar el valor de conservación de estos fragmentos
Bosques protectores de causas hídricas No reglamentado	Protección de causas hídricas Mitigación de GEI Hábitat para la biodiversidad Protección contra la erosión	Generar incentivos a propietarios que cuentan con bosques protectores Impulsar nuevas franjas de protección Facilitar la conectividad del paisaje	VE de la doble función ecosistémica de los bosques protectores de recursos hídricos
Plantaciones forestales con especies nativas No reglamentado	Mitigación de GEI Provisión de materia prima Protección de suelos	Pago de incentivos por árbol en el sistema Monto mayor para especies nativas	VE de la dinámica del carbono en plantaciones con especies nativas y exóticas
Plantaciones forestales con exóticas No reglamentado	Mitigación de GEI Provisión de materia prima Protección de suelos	Pago de incentivos por árbol en el sistema. Pago menor para fines maderables	Análisis financiero del sistema de producción
Prácticas de conservación de suelos No reglamentado	Protección de suelos Provisión de materia prima Mitigación de GEI	Pago de incentivos por buenas prácticas ambientales: siembra directa, curvas de nivel, otros	VE en sistema de producción con prácticas conservacionistas
Sistemas agroforestales o silvopastoriles con especies nativas No reglamentado	Mitigación de GEI Protección de suelos Provisión de materia prima	Pago de incentivos por buenas prácticas ambientales	VE del sistema de producción y monto de pago por árbol en el sistema
Sistemas agroforestales o silvopastoriles con especies exóticas No reglamentado	Mitigación de GEI Protección de suelos Provisión de materia prima	Pago de incentivos por buenas prácticas ambientales	VE del sistema de producción

considerando el uso ornamental y medicinal. Por ejemplo, Zambrini (2016) encontró montos aproximados para corteza medicinal de especies como el Samu'u (*Ceiba* sp.) en 3.5 US\$/kg, para el cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) en 3.9 US\$/kg. El cálculo del almacenamiento de carbono y su posterior valoración económica han dado pasos importantes, al disponer de ecuaciones alométricas ajustadas para bosque, especies o ecosistemas del Paraguay (Sato et al. 2015).

El análisis realizado revela que el 76% (n=31) de los documentos no ha tenido contribución directa a la reglamentación de la Ley N° 3001/06, en tanto que el porcentaje restante contribuyó directamente al proceso de reglamentación. Sin embargo, han permitido avances fundamentales en los aspectos del conocimiento de los usos actuales, por ejemplo, modelos de producción ganadera sostenible, buenas prácticas de conservación de suelos en paisajes productivos, diversificación de la producción forestal con sistemas agroforestales y silvopastoriles. Por otro lado, información sobre el estado de conservación de los ecosistemas y ecorregiones como el Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), Chaco húmedo, Chaco seco, pantanal, litoral central y otros (Figura 2), donde se aplicaron las investigaciones con el aporte técnico científico del 90% (n=37) de los documentos.

Breve reseña sobre experiencias de PSA aplicados a nivel regional

Tomar contacto con las iniciativas y las experiencias en marcha sobre el PSA ayuda a visibilizar y ampliar la mirada sobre la forma en que cada país pone en marcha el operativo de retribución por estos servicios de la naturaleza, considerando su contexto particular o local. De allí, se considera útil proponer algunos modelos de PSA basados en experiencias regionales que podrían ser aplicados en el país y que se analizan en el período maduro actual para ajustes en la reglamentación de la Ley con vistas a su mayor alcance (Tabla 3).

Mecanismos de compensación vigentes en Paraguay

Se considera importante puntualizar en esta sección la operatividad del mecanismo de PSA en Paraguay (Servín et al. 2020), para mejor conocimiento y apreciación de conceptos como A) certificados de servicios ambientales (CSA) (son las constancias que avalan la

provisión de SA que brindan los bosques, otros ecosistemas asociados o usos de la tierra, las cuales son emitidas por el MADES luego de una verificación. Este proceso se denomina certificación y las constancias se dan por escrito por cierta cantidad de hectáreas certificadas); B) oferente de los CSA (es el propietario, empresa o ente con personería jurídica que posee los bosques u otros ecosistemas o usos de la tierra donde el MADES verifica y avala la provisión de SA a través de la certificación), y C) comprador o adquiriente de los CSA (es la persona física o jurídica, pública o privada que paga a un oferente por los SA de los que se beneficia directa o indirectamente).

Según la Ley N° 3001/06, existen tres situaciones en las cuales se tiene la obligación de invertir en servicios (adquirir CSA, sin perjuicio de las demás medidas de mitigación y conservación a las que se encuentren obligados), que son: 1) los responsables de obras o actividades definidas como de alto impacto ambiental que deban adquirir CSA como mecanismos de compensación o mitigación. Esta es la manera más aplicada en el mercado local de PSA en los últimos cinco años. Estas obras o actividades deben invertir el 1% de su presupuesto general en la compra de CSA; 2) a través de la vía judicial, en la que los jueces pueden obligar a la compra de CSA por daños o actividades pecuniarias. Hasta la fecha solo se ha registrado un caso bajo este mecanismo, y 3) aquella que señala a los agentes locales, propietarios o empresas que no han respetado la Ley N° 422/73 Forestal que establece la obligación de mantener el 25% de reserva legal de bosque natural en predios con superficies mayores o iguales a 20 ha, en todo el territorio nacional. Siendo este el mecanismo de menor aplicación y de mayor requerimiento en términos de necesidad de internalización de daños ambientales por deforestación o cambio de uso de la tierra, en ambas regiones del país.

Por otro lado, actualmente se encuentran reglamentadas tres de las cinco modalidades de SA que contempla la Ley N° 3001/06, para el régimen de PSA (Velázquez Llano 2018). Cualquier propietario que cumpla con las condiciones previstas por las reglamentaciones administrativas pertinentes, puede adherirse al régimen. Las modalidades son: a) bosques naturales (Resolución N°199/13) (SEAM 2013d): la operatividad consiste en realizar transacciones de CSA, en su mayor parte de tipo voluntarias, donde un propietario o empresa negocia o vende su CSA a un

adquiriente de los SA. La operatividad de este mecanismo articula aspectos legales de la Ley Forestal N° 422/73, que establece la obligación de mantener el 25% de reserva legal de bosque natural, en propiedades iguales o mayores a 20 hectáreas, siendo el área certificable bajo la modalidad de bosque, lo que corresponde al excedente de bosque (fuera del 25%). Actualmente existe una oferta importante bajo esta modalidad. Sin embargo, las principales limitaciones constituyen la complejidad del mecanismo, las exigencias administrativas y los costos de su gestión, claramente accesibles solo para grandes propietarios o empresas del país; b) pastizales naturales (Resolución N° 289/13) (SEAM 2013e): existe una metodología específica para el procedimiento en predios con predominancia de este tipo de ecosistema. Se necesita impulsar esta modalidad, sin afectar o solapar los procedimientos con las otras dos modalidades. Hasta la fecha se ha registrado un solo caso de certificación de pastizales naturales, y c) belleza escénica (Resolución N° 07/17) (SEAM 2017): se relaciona al proceso de certificación en áreas silvestres protegidas del país, ya sean de dominio público, privado o especial. Existen dudas o solapamiento de procedimientos con respecto a la primera modalidad. También la competencia que surge en la oferta de CSA entre privados y los de dominio público.

En este sentido, el país cuenta con 74 áreas certificadas al año 2022, lo que cubre una superficie de 780794 ha. De este total, 538298 ha corresponden al dominio público, en su mayoría áreas silvestres protegidas y 242496 ha son propiedades privadas. El mayor número de certificaciones se concretaron en el período solvente o maduro debido a los avances registrados a partir del año 2020. En términos de transacciones del mecanismo, se ha logrado compensar al menos 32.428 ha por un valor aproximado de US\$10 millones, según información disponible en la página web del MADES (mades.gov.py/areas-tematicas/servicios-ambientales). Quedan pendientes para su reglamentación la modalidad referida a protección de recursos hídricos y protección del suelo en el contexto de la Ley N° 3001/06.

DISCUSIÓN

Aspectos relevantes del PSA en Paraguay

El PSA en Paraguay ha contribuido a conservar fragmentos de bosques importantes, que en muchos casos no se encuentran con

alguna categoría de protección como las áreas silvestres protegidas, siendo uno de los aportes del mecanismo más visibles y relevantes dada la oferta para acceder al esquema del PSA que existe actualmente en el país. Hemos analizado que un aspecto crucial que la reglamentación de la Ley debe favorecer es la diversificación de las formas de pago para asegurar la sostenibilidad del mecanismo, es decir, reglamentar otras modalidades de servicios, acordes a la realidad local, siendo este aspecto parte del diseño del PSA que debe ser mejorado o en términos de algunos actores vinculados al mecanismo, flexibilizados.

En cuanto al mecanismo actual, en las condiciones señaladas, se precisa fortalecer el suministro de información, capacitación permanente en el tema para los actores estratégicos. Mayor credibilidad y confianza en el mecanismo es una tarea urgente, que no solo significa concretar una negociación de compra-venta de certificados, sino también la articulación eficiente del mecanismo en la política ambiental y sectorial del país. Para mejorar el diseño de implementación en el país, urge buscar herramientas que contribuyan a la agilización del mecanismo de PSA, dando facilidades, concesiones, exenciones tributarias o cualquier otro tipo de incentivos para los propietarios y actores relacionados, que logren dar competitividad al bosque y (otros ecosistemas) frente a las actividades productivas.

Los programas de PSA difieren por ello en sus prioridades y objetivos, sin embargo, este hecho no necesariamente obliga a diferencias en el diseño y en la implementación de los programas. Los implementadores de PSA pueden llegar a tomar los atajos prácticos equivocados y simplificar demasiado la funcionalidad del instrumento innovador (Wunder et al. 2018). Estos autores también señalan claramente las cuestiones y las complejidades del monitoreo biofísico y sus costos, además de aspectos clave como las sanciones que deban ser aplicadas a los que no cumplen con las reglas o normas, la falta de información completa, la incidencia de la corrupción y los elevados costos sociales para reducir estos aspectos.

Se deben potenciar tanto la definición como los aspectos logísticos del monitoreo, como los costos asociados al mismo, teniendo en cuenta sus modalidades. En lo referido al aseguramiento de las condiciones biofísicas con los respectivos planes de control contra

incendios, la regulación de las actividades extractivas ilícitas o de reducción de amenazas por ocupación de tierras, los derechos de propiedad y el aseguramiento en la provisión de los SA a largo plazo. Estos aspectos del monitoreo de las áreas certificadas bajo el mecanismo actual también son aspectos de mejora discutidos a nivel de los actores vinculados al PSA en Paraguay.

Se recomienda generar mayor confianza en el mecanismo de PSA por parte de los actores estratégicos, tanto en la aplicación de la Ley N° 3001/06 como en la adecuación de ciertos aspectos que simplifiquen el proceso administrativo dando un mayor dinamismo en los procedimientos de compra venta de los certificados. El PSA podría ser una estrategia efectiva para frenar el cambio de uso de la tierra que se está dando en la Región Occidental del Paraguay y posibilitar la conservación y conectividad del paisaje en la Región Oriental, los cuales se encuentran altamente fragmentados. Una fortaleza de la Ley N° 3001/06 es su vinculación con otras leyes ambientales del país como la Ley N° 422/73 Forestal y la Ley N° 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental, que apuntan al cumplimiento de los enfoques preventivos y otros compromisos asumidos por el país bajo convenios internacionales como el de Diversidad Biológica y el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Otro aspecto importante para generar mayor confianza en el mecanismo es el cumplimiento efectivo de la obligatoriedad de adquirir CSA por parte de los actores, propietarios o empresas que no han respetado la exigencia de la Ley N° 422/73 de conservar el 25% de reserva legal de bosque natural, reglamentada desde el año 1986. El cumplimiento eficiente de esta compensación podría dar sostenibilidad al mecanismo de PSA a corto plazo, siendo actualmente casi nula esta forma de adquisición de certificados. El debate actual a nivel de los actores estratégicos en torno al PSA en el Paraguay exige mayores evidencias de la eficiencia del mecanismo, así mismo es necesario mayor fluidez en el proceso de certificación. También se resalta el reclamo de los propietarios privados con CSA que no han logrado transacciones desde el año 2013, hecho que desanima a potenciales oferentes para involucrarse en los procesos o esquemas de PSA en el país.

Nudos críticos

Para que el mecanismo de PSA en Paraguay se vuelva robusto, es necesario observar algunas cuestiones que podrían tornarse en nudos críticos para su funcionamiento, como la adicionalidad del mecanismo, que debe estar claramente visible; es decir se debe demostrar que se lograron ganancias. Los procesos que fomenten la confianza y la transparencia en el sistema de PSA se tornan fundamentales. La participación más equitativa de actores en el mecanismo resulta necesaria, por lo que se propone fomentar y facilitar el involucramiento de actores con menores recursos económicos con respecto a los actores involucrados hasta la fecha. Este hecho haría al sistema más democrático. Por ejemplo, con respecto a la tenencia de la tierra se podrían establecer facilidades para la certificación en territorios ocupados por comunidades indígenas.

El PSA debe ir acompañado de otros mecanismos, dado que por sí solo no es probable que sea superior o más eficiente a otros mecanismos de conservación, como ser el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas de Paraguay (SINASIP). Por ejemplo, una mayor articulación con nuevos proyectos sectoriales y financiamiento climático, como la implementación del Proyecto Reforestación, Energía y Cambio Climático (PROEZA), con inversión del Fondo Verde del Clima (stp.gov.py/v1/marco-ambiental-y-social-del-proyecto-proeza). Esta articulación permitiría diseñar otras modalidades de PSA, como las plantaciones forestales o actividades de reforestación en varias escalas, potenciando el SA de secuestro y almacenamiento de carbono, entre otras. También existen otros aspectos de innovación como los enfoques de soluciones basadas en la naturaleza, de poco conocimiento y aplicación aún en Paraguay, pero con amplio potencial, sobre en cuanto a estrategias de conservación y uso sostenible de los recursos naturales.

En esta línea, una propuesta concreta del actual Plan Estratégico del SINASIP (MADES/PNUD 2020) es potenciar otras figuras de conservación en Paraguay; entre ellas, las áreas con CSA, los corredores biológicos, los territorios indígenas de conservación y las áreas verdes urbanas, fomentadas a nivel global como Otras Medidas Efectivas de Conservación - OMEC (UICN 2021).

El rol del Estado en los esquemas de PSA es otro aspecto que, si bien no constituye un nudo crítico, sí aparece en el debate. El Estado es propietario de grandes extensiones de recursos naturales como las áreas silvestres protegidas (ASP) y, en consecuencia, actúa como prestador de SA. Algunos sectores consideran que se produce una competencia desigual con los propietarios privados de recursos naturales, en especial propietarios de bosques, quienes no pueden comercializar los CSA porque el Estado asume gran parte de la transacción. Del mismo modo, conviene analizar si las condiciones legales están dadas para que el Estado lleve adelante estas transacciones, dado que ejerce el rol de juez y parte al mismo tiempo.

Nuevas preguntas orientadas a la conservación y al uso sostenible de los recursos naturales

En investigaciones sobre PSA realizadas en varios países surgieron interrogantes que también son consideradas válidas para la realidad de la región y del país. Algunas de estas son: ¿Cuán efectivo ha sido el régimen de PSA como mecanismo voluntario de conservación? El mecanismo de PSA ¿aviva la antigua polémica entre conservación y desarrollo? ¿Hay escenarios más apropiados para el PSA?

Ante estos interrogantes se han replanteado, al interior de la FCA/UNA, las líneas de investigación que permitan dar respuestas a las mismas o al menos facilitar procesos de construcción de modelos más eficientes en términos de conservación efectiva. Actualmente, se desarrollan investigaciones que procuran reflejar el VET de ecosistemas de importancia, priorizando estimaciones de valores de usos directos e indirectos y de opción (servicios ambientales/ecosistémicos) con el objetivo de dar competitividad al bosque y otros ecosistemas de importancia frente a otros usos de la tierra (Quevedo et al. 2021).

En Paraguay, es clave seguir sumando esfuerzos en el marco del manejo sostenible de los ecosistemas, resultando importante que nuevos estudios se centren en aproximar los valores que componen la ecuación del VET, teniendo en cuenta los bienes y servicios que frecuentemente no son considerados, como los productos forestales no maderables, los recursos genéticos y la polinización, entre otros (Peralta Kulik et al. 2018a). En ese sentido, se reafirma la necesidad de generar

informaciones robustas, de calidad y relevantes para la toma de decisiones políticas, a partir de investigaciones que estén correctamente diseñadas y ejecutadas.

Teniendo en cuenta los avances en el tema, se resalta la necesidad de una mayor apertura a pequeñas y medianas propiedades, participación justa y equitativa de comunidades indígenas o pueblos originarios y comunidades locales. Algunos esfuerzos locales recientes de certificación a favor de comunidades indígenas ya se reportan en el proyecto PROMESA Fase 2. Este proyecto co-ejecutado por el MADES y WWF, implementado por Conservation International con fondos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, logró 112256 hectáreas certificadas a favor de comunidades indígenas hasta diciembre del año 2022 en la Región Occidental (MADES/WWF 2022). Dichas certificaciones fueron factibles debido a la Resolución N° 193/20 del MADES, que estableció los requisitos y las condiciones para la adhesión de comunidades al régimen de servicios ambientales (MADES 2020). A pesar de ello, en noviembre del 2022, comunidades indígenas denunciaron dificultades para licitar por certificados del Ministerio de Obras Públicas (MOPC), afectando su posibilidad de concretar un pago por sus certificados.

Todas las propuestas de nuevos mecanismos de PSA y necesidades actuales de investigaciones en el tema apuntan a consolidar grupos de trabajo y estudios multidisciplinarios e interdisciplinarios para generar información más precisa para los tomadores de decisión. Un aspecto clave en este sentido es disponer de informaciones de base, sobre todo la información biofísica que, si bien se halla disponible, está dispersa. Esto hace suponer la necesidad urgente de contar con una base de datos a nivel país, que facilite la sistematización de la información, reduzca los esfuerzos en términos de tiempo y de recursos económicos. Estos son algunos aspectos clave que las instituciones prioritarias como el MADES e INFONA deberán considerar a corto plazo.

Temas de investigación y esfuerzos sectoriales sugeridos

La mayor parte de nuestros bosques actualmente se encuentran formados por sistemas simplificados desde el punto de vista de la biodiversidad, y son vulnerables a las perturbaciones y a las amenazas a las que se enfrentan. Esta vulnerabilidad se acentúa aun

más ante el escenario del cambio climático, que hace prevalecer fenómenos naturales más extremos. Tanto la inacción, como la continuidad con las mismas políticas, no representan las mejores decisiones para asegurar la generación a largo plazo de los servicios que estos ecosistemas proveen, muchos de ellos esenciales para el bienestar de la sociedad (Peralta-Kulik 2021). Por tanto, resulta prioritario promover acciones concretas encaminadas al logro de objetivos de conservación de la naturaleza. Las investigaciones realizadas en el país que reflejan la dinámica del bosque han permitido identificar algunos de los retos y las principales líneas de trabajo a desarrollar en el futuro más inmediato en torno a la sostenibilidad a largo plazo de los servicios ambientales: a) se enfatiza la necesidad de esfuerzos adicionales para conocer el valor económico ambiental de cada una de las ecorregiones y los distintos ecosistemas del país. Además de los SE provistos por los bosques, se recomiendan estudios de valoración económica de SA provistos por otros tipos de ecosistemas igual de importantes que los bosques, como, por ejemplo, los humedales, los pastizales naturales, los SE del suelo y los palmares. Además, se sugiere continuar con el monitoreo de los bosques a través de mediciones de parcelas permanentes para conocer las tendencias de la dinámica forestal, con miras al avance hacia escenarios de sostenibilidad; b) se debe tener en cuenta que es posible obtener información robusta, de calidad y relevante que sirva de base a las decisiones políticas a partir de estudios de valoración económica ambiental, siempre que los estudios estén bien diseñados y correctamente ejecutados. Para el método de valoración contingente en particular resulta necesario unificar la metodología a nivel local, para facilitar las comparaciones futuras. En ese sentido, por considerarse uno de los más robustos, se recomienda el análisis no paramétrico según el modelo de Kriström (1990); c) se sugiere poner especial énfasis en la ecorregión Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA), la cual es considerada como uno de los biomas con mayores prioridades mundiales para conservación y que, además, fue definido como una de las ecorregiones del país de prioridad más alta debido a que reporta el menor porcentaje de cobertura boscosa en comparación a su superficie original. Se debe tener en cuenta que aún existe escasa disponibilidad de información detallada sobre la estructura y dinámica del bosque en el país, y en particular sobre aquellos aspectos relacionados con la economía del carbono; d)

para futuras investigaciones en general, y en particular para el BAAPA, se recomienda la cuantificación de biomasa de lianas, palmas, helechos arborescentes y epífitas, los cuales constituyen un componente importante en este ecosistema. Se insta, además, a utilizar modelos alométricos que incorporen otras variables además del diámetro a la altura de pecho, como altura comercial, estructura de copa, entre otras, ya que suelen ser responsables de un alto porcentaje de la variación en la biomasa, evitando sobreestimaciones, y e) además de la captura de carbono, la belleza escénica y el albergue de la biodiversidad, se sugiere incorporar estudios de valoración económica de otros SE menos estudiados en nuestro país, como los SA hidrológicos, que incluyen el mantenimiento de caudales base en los cauces hídricos (Laino et al. 2016) y el control de la salinización mediante el mantenimiento de las aguas subterráneas salinas a un nivel de profundidad seguro (Glatzle et al. 2020), entre otros.

CONCLUSIONES

La valoración económica de los servicios ambientales, es decir los activos ambientales, constituye el enfoque más desarrollado en Paraguay en torno al avance del PSA según la Ley N° 3001/06, destacando su aporte en la mejora de instrumentos de regulación ambiental y política pública. El principal aporte de este estudio es la sistematización de la información académica y científica sobre el PSA en Paraguay a partir del análisis de 41 documentos elaborados entre el 2006 y el 2021. Esta sistematización constituye una herramienta útil de apoyo para la reglamentación total de la Ley N° 3001/06, así como para fortalecer las líneas de investigación en el tema, para priorizar estudios multidisciplinares, mejorando la producción científica. Se espera que esta sistematización también apoye la proyección del tema no solo a nivel país, sino también a nivel regional. Además, se espera que proporcione ideas prácticas para posicionar el tema, trascendiendo en la mirada interdisciplinar, para el avance hacia la sostenibilidad de los SA en Paraguay y en la región.

Esta compilación de antecedentes también pretende fortalecer y acompañar los esfuerzos de capacitación permanente en el tema, que vienen siendo desarrollados con enfoque participativo entre instituciones claves para la operatividad del mecanismo y la

academia. Este aspecto ha contribuido no solo a una mayor comprensión de las ventajas y desventajas de los PSA sino también ha permitido avances en la valoración económica señalados en el documento.

Se reafirma la necesidad de ampliar y robustecer los conocimientos en el tema, así como mejorar los mecanismos de sistematización y disponibilidad de la información para favorecer la toma de decisiones políticas, a partir de investigaciones

que estén correctamente diseñadas y ejecutadas. La valoración económica ambiental debe considerarse como un insumo más, en conjunto con otros factores políticos, sociales, ecológicos y culturales.

AGRADECIMIENTOS. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Paraguay (CONACYT) por facilitar los recursos económicos a través del Programa Nacional de Incentivo a Investigadores (PRONII) fomentando la producción científica.

REFERENCIAS

- Aguilar, B., and O. Segura. 2016. Estado del arte en metodologías de valoración de los servicios ecosistémicos y el daño ambiental. Cuadernos de Política Económica. Universidad Nacional Costa Rica, Centro Internacional de Política Económica, Heredia, Costa Rica.
- Amarilla, S. M. 2009. Estudio de valoración económica de ecosistemas forestales de la Región Oriental del Paraguay. Pp. 27-44 en Guía para la elaboración de proyectos MDL Forestales, FAO/SEAM/IDEA. Asunción, Paraguay.
- Amarilla, S. M., and J. D. González. 2013. Pago por servicios ambientales en la Región Occidental: Una opción para su conservación. Pp. 36-43 en F. Arano and J. De Egea (eds.). Conjugando producción y conservación en el Chaco Paraguayo. WCS-AVINA. Asunción, Paraguay.
- Amarilla, S. M., J. D. González, and M. L. Quevedo. 2014. Consultoría Servicios Ambientales. Región Occidental. Informe Final. Proyecto GEF Chaco. Secretaría del Ambiente, Asunción, Paraguay.
- Amarilla, S. M., N. Peralta-Kulik, J. D. González, M. L. Quevedo, and L. Pérez de Molas. 2019. Avances en la valoración económica de bienes y servicios ambientales en Paraguay. En I Seminario Internacional de valoración de servicios ecosistémicos. Universidad Nacional de Formosa, Formosa, Argentina.
- Arano, F., R. Ortiz Domínguez, H. Silva Imas, and J. De Egea. 2012. Potencial para un manejo forestal sostenible en un establecimiento ganadero del Chaco Húmedo. *Investigación Agraria* 14(2):113-118.
- Ayala, L. B. 2017. Valoración económica del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en un bosque representativo de la ecorregión Alto Paraná. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 115.
- Balvanera, P., and H. Cotler. 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta Ecológica* 85:8-15.
- Becker, Y. 2015. Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en sistemas silvopastoriles en un establecimiento ganadero en Villa Hayes, Presidente Hayes. Tesis Ing. Amb. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 68 pp.
- Bedoya Serrati, V. 2018. Exploring ecosystem services provided by the Pantanal Wetland, South America. Internship Report. Wageningen University and Research and WWF. Wageningen, Países Bajos. URL: tinyurl.com/4n92a7kw.
- Camacho, A., and V. Solano. 2010. Un nodo de cooperación técnica sobre los servicios ambientales en Costa Rica. Editado por B. Miranda and G. Toro. IICA, San José, Costa Rica.
- Camacho, V., and A. Ruiz Luna. 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Bio-ciencias* 1(4): 3-15. <https://doi.org/10.15741/revbio.01.04.02>.
- Conniff, R. 2012. ¿What's Wrong with Putting a Price on Nature? *Yale Environment* 360. URL: tinyurl.com/2p86r34y.
- Costanza, R., R. De Groot, L. Braat, I. Kubiszewski, L. Fioramonti, P. Sutton, S. Farberf, and M. Grassog. 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go. *Ecosystem Services* 28:1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>.
- Daily, G. C. 1997. *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington DC, USA. <https://doi.org/10.5790/hongkong/9789888208036.003.0001>.
- Daily, G. C., S. Alexander, P. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P. A. Matson, et al. 1997. Ecosystem services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology* 2:1-16
- De Groot, R., M. A. Wilson, and R. M. J. Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41:393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7).
- Flores Aguilar, A., M. Aguilar Robledo, H. Reyes Hernández, and M. Guzmán Chávez. 2018. Gobernanza ambiental y pagos por servicios ambientales en América Latina. *Sociedad y Ambiente* 6(16):7-31. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i16.1811>.
- García, M. V. 2017. Propuesta de áreas prioritarias para el pago por servicios ambientales en la región Occidental, Paraguay. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 155.
- Glatzle, A., R. Lambert, J. Núñez-Cobo, A. Smeenk, K. Musálem, and R. Laino. 2020. Groundwater dynamics, land cover and salinization in the dry Chaco in Paraguay. *Ecology and Hydrobiology* 20(2):175-182. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2019.10.003>.

- González Ortíz, F. 2017. Valoración económica de la captura de carbono como servicio ecosistémico en un bosque del BAAPA, Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, Departamento de Canindeyú. Tesis Ing. Amb. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 90.
- Guevara Patiño, R. 2016. El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Folios* 44:165-179. <https://doi.org/10.17227/01234870.44folios165.179>.
- Herbert, T., R. Vonada, M. Jenkins, R. Bayon, and J. M. Frausto Leyva. 2010. Fondos ambientales y pagos por servicios Ambientales: proyecto de capacitación de RedLAC para fondos ambientales. EKO Asset Management Partners, Rio de Janeiro, Brazil. Pp. 102.
- Iruín, N. 2020. Valoración económica y percepción social de la plaza Gral. Bernardino Caballero, Distrito de San Bernardino, Departamento de Cordillera, Paraguay. Tesis Ing. Amb. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 119.
- Kopcow, R., S. M. Amarilla, and J. D. González. 2017. Servicios ecosistémicos en humedales y bosques de la reserva Natural Morombí, Paraguay. *Paraquaria Natural* 5:32-36.
- Krístrom, B. 1990. A non-parametric approach to the estimation of welfare measures in discrete response valuation studies. *Land Economics* 66:135-139. <https://doi.org/10.2307/3146363>.
- Laino, R., M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial, R. Bello-Mendoza, F. Jiménez, F. Casanoves, and K. Musálem. 2016. Human pressure on water quality and water yield in the upper Grijalva river basin in the Mexico-Guatemala border. *Ecology and Hydrobiology* 16(3):149-159. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2015.12.002>.
- Laino, L. D., K. Musálem, and R. Laino. 2017. Perspectivas para un desarrollo sustentable: Un estudio de caso de producción ganadera en la Región del Chaco Paraguayo. *Población y Desarrollo* 23(45):95-106. [https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2017.023\(45\)095-106](https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2017.023(45)095-106).
- Laino, R., K. Musálem, L. Laino, A. Caballero, D. Bueno, and L. Aranda. 2019. Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo, producción y conservación en Paraguay. Pp. 329-336 in J. Rivera, P. Peri, J. Chará, M. Díaz, L. Colcombet, et al. (eds.). X Congreso internacional sobre sistemas silvopastoriles: por una producción sostenible. Libro de Actas. Editorial CIPAV, Cali, Colombia.
- Lubián, A. 2014. Valoración económica de sistemas de producción con inclusión de servicios ecosistémicos en el Bajo Chaco, Departamento de Presidente Hayes, Paraguay. Tesis Ing. Amb. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 96.
- MADES. 2020. Resolución 193/2020. Por la cual se establecen los requisitos y condiciones para que las comunidades indígenas puedan adherirse al Régimen de Servicios Ambientales en el marco de la Ley N° 3001/06 de Valoración y Retribución de los Servicios Ambientales. MADES, Asunción, Paraguay. URL: tinyurl.com/bdh46vnr.
- MADES/PNUD. 2020. Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas de Paraguay (SINASIP) 2020-2030. Proyecto Bosques para el Crecimiento Sostenible. Asunción, Paraguay. Pp. 249.
- MADES/WWF. 2022. Informe Técnico Cuatrimestral de Avance del Proyecto Promesa Fase 2. Uso innovador de un programa de incentivos de pago voluntario por servicios ambientales para evitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar las reservas de carbono en el complejo de bosque seco del Chaco, altamente amenazado, en el oeste de Paraguay - Año Fiscal 2022. Fondo Mundial de Medio Ambiente, Conservation International. Pp. 17.
- MEA. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. World Resources Institute. Vol. 4892. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4892.1.1>.
- Merenciano, A., K. Musálem, R. Laino, J. M. Rey Benayas, V. Cruz Alonso, Z. El Raiss, V. Brun, et al. 2018. Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo Paraguayo: Retos para el manejo basado en los ecosistemas. *Ecosistemas* 27(2): 115-125. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1531>.
- Mora Vega, R. 2012. Servicios ambientales y ecosistémicos: conceptos y aplicaciones en Costa Rica. *Puentes entre el Comercio y el Desarrollo Sostenible* 13:20-23.
- Peixoto Batista, J., J. Godfrid, and H. Stevenson. 2019. La difusión del concepto de servicios ecosistémicos en la Argentina. Alcances y resistencias. *Revista SAAP* 13:313-340. <https://doi.org/10.46468/rsaap.13.2.a4>.
- Peralta-Kulik, N. 2017. Análisis estructural y valoración económica de bienes de uso directo de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay. Pp. 146. [https://doi.org/10.32525/PARAQUARIANAT.2018\(6\):8.13](https://doi.org/10.32525/PARAQUARIANAT.2018(6):8.13).
- Peralta-Kulik, N., L. Ayala, S. M. Amarilla, L. Pérez de Molas, and J. D. González. 2018a. Valoración económica de bienes de uso directo e indirecto de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. *Paraquaria Natural* 6:8-13. [https://doi.org/10.32525/PARAQUARIANAT.2018\(6\):8.13](https://doi.org/10.32525/PARAQUARIANAT.2018(6):8.13).
- Peralta-Kulik, N., L. Pérez de Molas, and S. M. Amarilla. 2018b. Análisis estructural de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. *Investigación Agraria* 20(2):127-135. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2018.diciembre.127-135>.
- Peralta-Kulik, N. 2021. Análisis de la dinámica de un bosque de la formación Selva Paranaense, en parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad, Paisaje Protegido Laguna Yrendy, Departamento Alto Paraná, Paraguay. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Madrid, Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Alcalá, Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid, España. Pp. 107.
- Peralta-Kulik, N., S. M. Amarilla, L. Pérez de Molas, and J. D. González. En prensa. Aproximaciones a la valoración económica de productos no maderables del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay. *Revista Chapingo Series Forestales y Ambiente*.
- Portillo, P. 2020. Valoración económica de los servicios recreativos de la Ciclovía Ruta 1 de la Ciudad de Capiatá, Paraguay. Tesis Ing. Amb. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

Pp. 73.

- Quevedo, M. L. 2008. Determinación del potencial económico del bosque en una finca tipo en el Distrito de Horqueta, Región Oriental del Paraguay. Tesis Ing. For. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 95.
- Quevedo, M. L., S. M. Amarilla, and J. D. González. 2009. Determinación del potencial económico del bosque en una finca tipo en el Distrito de Horqueta, Región Oriental del Paraguay. *Investigación Agraria* 11:60-65.
- Quevedo, M. L., W. Folmann, S. M. Amarilla, F. Radice. 2011. Avances en los esquemas de pagos por servicios ambientales en el Paraguay. Memoria V Congreso Forestal Latinoamericano. Lima, Perú. URL: tinyurl.com/587rsncr.
- Quevedo, M. L., L. Pérez de Molas, W. Folmann, S.M. Amarilla, L. Gamarra, N. Peralta-Kulik, et al. 2021. Valoración económica, composición, estructura y diversidad florística del bosque mesoxerófito semicaducifolio de *Schinopsis balansae* Engl., Ecorregión Chaco Húmedo, Paraguay. *Investigación Agraria* 23:101-110. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2021.diciembre.2302689>.
- Radice, F. 2011. Estimación del valor económico de los bosques de la Agropecuaria Ka'i Ragüe en el Departamento de Amambay, Región Oriental del Paraguay. Tesis Ing. For. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 120.
- Rivarola, J., and S. M. Amarilla. 2015. Servicios ecosistémicos y potencial económico de los humedales de la estación biológica Tres Gigantes. *Paraguaria Natural* 3:12-18.
- Sarmiento, M., and N. A. Ríos. 2009. Factibilidad de implementación de un esquema de pagos por servicios ambientales en la cuenca Los Pericos-Manantiales, Jujuy, Argentina. *Quebracho* 17:64-76.
- Sato, T., M. Saito, D. Ramírez, L. F. Pérez de Molas, J. Toriyama, Y. Monda, Y. Kiyono, et al. 2015. Development of allometric equations for tree biomass in forest ecosystems in Paraguay. *Japan Agricultural Research Quarterly* 49(3): 281-291. <https://doi.org/10.6090/jarq.49.281>.
- Servín, J., A. Butlerov, V. Moralez, A. Esquivel, P. Roche, C. Duarte. 2020. Manual del régimen de servicios ambientales establecido en la Ley N° 3001/06. WWF. Asunción, Paraguay. Pp. 35. URL: tinyurl.com/bdhj4tpv.
- Smith, S. 2015. Estimación del valor económico del bosque en la Estancia Sarovy, Departamento Presidente Hayes, Región Occidental, Paraguay. Tesis Ing. Amb. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 76.
- Snilsveit, B., J. Stevenson, and L. Laurenz. 2020. El pago por servicios ambientales (PSA) sigue siendo una estrategia de alto riesgo para la mitigación del cambio climático hasta que evaluaciones de impacto más rigurosas puedan determinar sus efectos. Caracas: The Campbell Collaboration. URL: tinyurl.com/5x3j55bm.
- SEAM. 2006. Ley 3001/2006 De valoración y retribución de los servicios ambientales. Asunción, Paraguay.
- SEAM. 2013a. Resolución N° 614/13 Por la cual se establecen las ecorregiones para la Regiones Oriental y Occidental del Paraguay. Secretaría del Ambiente. Asunción, Paraguay.
- SEAM. 2013b. Resolución N° 1085/13 Por la cual se aprueba la metodología "Costo Oportunidad" para la valoración nominal de los certificados de servicios ambientales. Secretaría del Ambiente. Asunción, Paraguay.
- SEAM. 2013c. Resolución N° 1093/13 Por la cual se establece el valor nominal de los certificados de los servicios ambientales. Secretaría del Ambiente. Asunción, Paraguay. URL: tinyurl.com/y2p5tve5.
- SEAM. 2013d. Resolución N° 199/13 Por la cual se establecen las condiciones y requisitos para certificar servicios ambientales de bosques. Secretaria del Ambiente. Asunción, Paraguay.
- SEAM. 2013e. Resolución N° 289/13 Por la cual se aprueba la metodología técnica para la identificación de los índices de conservación de pastizales naturales relativo al cumplimiento de la Ley N° 3001/2006. Secretaria del Ambiente. Asunción, Paraguay.
- SEAM. 2017. Resolución N° 07/2017 Por la cual se establecen las condiciones y requisitos para certificar servicios ambientales de belleza escénica que producen las áreas silvestres protegidas. Secretaria del Ambiente. Asunción, Paraguay. <http://www.mades.gov.py/areas-tematicas/servicios-ambientales/normativa/>
- UICN. 2021. Reconocimiento y reporte de otras medidas efectivas de conservación basadas en áreas. Grupo de Trabajo de la UICN-CMAP sobre OMEC(2021). UICN. Gland, Suiza. Pp. 36. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2019.PATRS.3.es>.
- Vega, L. 2013. Valoración económica del bosque de la finca Weaver Ecorregión Amambay, Distrito Pedro Juan Caballero, Paraguay. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay. Pp. 91.
- Velázquez Llano, C. L. 2018. Ley 3001/2006 De valoración y retribución de servicios ambientales. Hacia la compensación de los impactos ambientales. *Revista Jurídica Universidad Americana* 6:1-11.
- Vera Carrasco, O. 2009. Cómo escribir artículos de revisión. *Rev. Méd. de La Paz* 15:63-69.
- Wunder, S., R. Brouwer, S. Engel, D. Ezzine-de-Blas, R. Muradian, U. Pascual, and R. Pinto. 2018. From principles to practice in paying for nature's services. *Nature Sustainability* 1:145-150. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0036-x>.
- Wunder, S., S. Wertz-Kanounnikoff, and R. Moreno-Sánchez. 2007. Pago por servicios ambientales: Una nueva forma de conservar la biodiversidad. *Gaceta Ecológica* 84:39-52.
- Zambrini, P. 2016. Aproximación a los valores de uso directo e indirecto del Parque Carlos Antonio López, Paraguay. Tesis Ing. Amb. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 92.