

Valoración económica de bienes de uso directo e indirecto de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay

NATALIA PERALTA KULIK

Ing. Amb. M.Sc. Egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay. nataliapkulik@gmail.com

LILIAN AYALA MEDINA

Ing. Amb. M.Sc. Egresada de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

STELLA AMARILLA RODRÍGUEZ

Prof. Ing. For. M.Sc. Directora de Postgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

LIDIA PÉREZ DE MOLAS

Prof. Ing. Agr. M.Sc. Docente investigadora de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

JORGE GONZÁLEZ VILLALBA

Prof. Ing. Agr. Dr. Vicedecano de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo, Paraguay.

DOI: 10.32525/PARAQUARIANAT.2018(6):8.13

ISSN 2309-5237

© Del/de los autor/es.

Es con licencia exclusiva a Guyra Paraguay.

Recibido: 2 de octubre de 2018

Aceptado: 30 del noviembre de 2018

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales sustentan una amplia gama de bienes y servicios necesarios para el bienestar humano. Sin embargo, el valor de estos no se incluye, a menudo, en el proceso político de toma de decisiones sobre manejo de recursos naturales. Analizar las propiedades de los ecosistemas, derivadas respectivamente de los servicios del ecosistema y de su valor de mercado, puede ser de utilidad para las instituciones en la fase decisiva. La importancia de cuantificar los servicios ecosistémicos en términos monetarios radica en el hecho de demostrar que los ecosistemas, con un manejo apropiado, pueden generar recursos financieros para que sean autosostenibles (Rodríguez *et al.* 2016, González y Rodríguez 2010).

En el Paraguay aún son necesarios esfuerzos adicionales de valoración del bosque, teniendo en cuenta la necesidad de información a nivel país sobre servicios ecosistémicos específicos para cada ecorregión. De acuerdo con Da Ponte *et al.*

RESUMEN

En el Paraguay aún son necesarios esfuerzos adicionales de valoración económica de los servicios ecosistémicos que brindan los bosques con el fin de contar con aproximaciones útiles para justificar económicamente el manejo sostenible de los ecosistemas forestales y esquemas de conservación eficiente. El objetivo de esta investigación fue estimar valores económicos de bienes de uso directo (expresado a través de madera en pie) e indirecto (expresado a través de carbono almacenado) de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. La investigación se llevó a cabo en una parcela permanente de monitoreo ubicada en el Centro de Formación de Técnico Superior Forestal del Departamento Alto Paraná (CEFOTEFOR-AP). Para la estimación del valor de uso directo se ha utilizado el método de valor residual y para el valor de uso indirecto, el método basado en ecuaciones alométricas diseñadas para el Bosque Atlántico del Alto Paraná. Los resultados permiten reconocer que el valor del bosque estimado en esta investigación fue de 4.922.150 Gs. ha⁻¹, monto de referencia que representa su alto potencial productivo y la importancia del manejo sostenible de los ecosistemas forestales.

PALABRAS CLAVE: madera en pie, carbono almacenado, valor residual, ecuaciones alométricas, servicios ecosistémicos.

ABSTRACT

In Paraguay additional efforts are still necessary to estimate the economic value of ecosystem services provided by forests in order to have useful economic justification of different approaches to sustainable management of forest ecosystems and efficient conservation schemes. The goal of this research was to estimate the economic values of direct use goods (expressed through standing timber) and indirect use goods (expressed through carbon stored) of a forest in the Alto Paraná Ecoregion, Paraguay. The research was carried out in a permanent monitoring plot located at the Centre of Vocational Training for Senior Technical Forestry Staff of the Alto Paraná Department (Centro de Formación de Técnico Superior Forestal del Departamento Alto Paraná, CEFOTEFOR-AP). The residual value method was employed to estimate the value of direct use goods while estimates of the value of indirect use goods or benefits were based on the allometric equations method designed for the Atlantic Forest of Alto Paraná. The results allow us to establish that the forest value estimated in this study was 4.922.150 Gs. ha⁻¹, reference amount that not only represents its high productive potential but also indicates the importance of sustainable management of forest ecosystems.

KEYWORDS: standing timber, carbon stored, residual value, allometric equations, ecosystem services.

económico obtenido en las investigaciones de valoración económica. Sin embargo, incluso una valoración que no abarque la totalidad de los servicios ecosistémicos puede ofrecer información útil a los tomadores de decisiones, cuando ésta se compara con los beneficios de la conversión (TEEB 2009).

MÉTODO

La investigación fue llevada a cabo en el año 2017, en una parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad ubicada en el Centro de Formación de Técnico Superior Forestal del Departamento Alto Paraná, Paraguay (CEFOTEFOR-AP) con coordenadas 25°30'35,41" S y 54°43'15,33" W. El sitio corresponde a la ecorregión Bosque Atlántico del Alto Paraná de acuerdo con Dinerstein *et al.* (1995) y según la clasificación de la SEAM, Secretaría del Ambiente (2013), corresponde a la Ecorregión Alto Paraná.

(2017), el Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA) en Paraguay es uno de los bosques tropicales más amenazados en el mundo; el rápido crecimiento de la deforestación ha resultado en la pérdida del 91% de su cobertura original. Por tanto, el objetivo de la investigación fue estimar valores económicos de bienes de uso directo (expresado a través de madera en pie) y de bienes de uso indirecto (expresado a través de carbono almacenado) de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay, en una parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad.

Es importante mencionar que el Valor Económico Total del bosque (VET) se refiere a la suma de los diversos tipos de valores del bosque. En el VET se distinguen los valores de uso y de no uso, mientras que entre los valores de uso se diferencian los de uso directo y de uso indirecto (Amarilla 2009). Cada vez que se hable del valor económico de la biodiversidad o de los bosques, se estará hablando de alguno de los valores mencionados o de la suma de algunos de ellos (Pearce 1993). Por tanto, el valor total del bosque será siempre mayor que el valor

Figura 1. Tipología para el valor económico total (VET).

$$\text{VALOR ECONÓMICO TOTAL}$$

$$\text{VET} = \text{VU} + \text{VNU} \quad \text{Reemplazando} \quad \text{VET} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VL} + \text{VE}$$

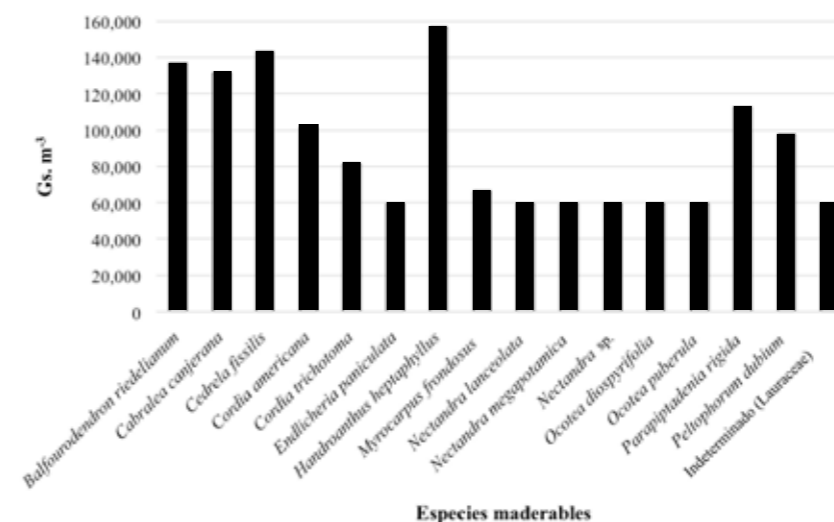
Donde:

VET: valor económico total
VUD: valor de uso directo
VU: valor de uso
VUI: valor de uso indirecto

VNU: valor de no uso
VO: valor de opción
VL: valor de legado
VE: valor de existencia

Fuente: adaptado de Amarilla (2009).

Figura 2. Valores residuales de las especies maderables de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay.



Acorde con el diseño descrito por Contreras *et al.* (1999), la parcela estudiada mide 100 m x 100 m totalizando 1 ha, y está dividida en 25 subparcelas de 20 m x 20 m (400 m²) cada una. El levantamiento de datos fue realizado por medio de un inventario de todos los individuos arbóreos con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm en cada subparcela. Los datos de campo utilizados fueron: (a) DAP, tomados a 1,30 m sobre el terreno, (b) altura total, de acuerdo a estimación por observación directa, (c) altura comercial, de acuerdo a estimación con distanciómetro digital y (d) especie, identificada conforme a la base de datos del Instituto Darwinion, Flora del Cono Sur (Zuloaga *et al.* 2008).

Para la estimación del valor de uso directo (VUD) expresado a través de madera en pie se utilizó la técnica indirecta de precio de mercado, específicamente el método de valor residual propuesto por Rideout y Hessel (1997). Los datos necesarios para el cálculo de los valores residuales de cada una de las especies maderables, tales como los precios corrientes de los cortes de madera comerciales, los costos de extracción y costos de transporte, fueron recabados por medio de visitas y contactos telefónicos a cuatro empresas aserradoras nacionales.

La determinación del valor de uso indirecto (VUI) expresado a través del carbono almacenado se realizó mediante el método indirecto basado en el uso de ecuaciones alométricas diseñada para la ecorregión del BAAPA según Sato *et al.* (2015).

$$BA = 0,0632 * (DAP^2 * H * \rho)^{0,9971}; BA = 0,0505 * (DAP^2 * H)^{0,9565}$$

Donde: BA: biomasa aérea, DAP: diámetro a la altura del pecho (1,30 m sobre el terreno), H: altura total del individuo, ρ : densidad anhidra de la madera.

Finalmente, el valor económico total (VET) del bosque bajo estudio se obtuvo a través de la sumatoria de los valores de uso directo e indirecto, VUD y VUI respectivamente (Figura 1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor de uso directo

En la parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad estudiada se registró un total de 470 individuos, pertenecientes a 24 familias botánicas, 53 géneros y 72 especies. De las 72 especies identificadas en la parcela, 16 tienen usos maderables con precios de mercado, considerando las especies forestales ofertadas en el mercado nacional (Guyra Paraguay 2014, López *et al.* 2002).

Los valores residuales de las especies maderables identificadas en la parcela bajo estudio se presentan en la Figura 2. Las especies con mayor valor residual fueron *Handroanthus heptaphyllus* (Lapacho), *Cedrela fissilis* (Cedro), y *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú). Cabe resaltar que corresponden a especies que figuran en la lista de gran importancia comercial del Instituto Forestal Nacional (INFONA).

En la Tabla 1 se detalla el valor económico de madera en pie obtenido para cada especie. *Handroanthus heptaphyllus* fue la especie con mayor valor de uso directo expresado a través de madera en pie. El valor económico de bienes de uso directo, expresado a través de madera en pie, para el bosque de la Ecorregión Alto Paraná estudiado, teniendo en cuenta 16 especies con precio de mercado nacional fue de 4.269.622 Gs. ha⁻¹ o 784,9 USD ha⁻¹.

A nivel local existen aún pocas experiencias publicadas sobre servicios ecosistémicos (Merenciano *et al.* 2018), por ejemplo, en la ecorregión Chaco Húmedo se estimó el valor económico de los bienes de uso directo (madera en pie) en 2.586.850 Gs. ha⁻¹ o 475,5 USD ha⁻¹ (Smith 2015), monto inferior al obtenido en la presente investigación. La diferencia puede deberse a que las especies maderables que se comercializan en el Paraguay son principalmente de la Región Oriental ya que los costos de transporte en la Región Occidental elevan los costos de conversión del árbol a un producto terminado.

Valor de uso indirecto

De los 470 individuos registrados en la parcela bajo estudio, se obtuvo un total de 242,01 t ha⁻¹ de biomasa aérea, lo equivalente a 120,914 t ha⁻¹ en carbono almacenado. De dicho carbono almacenado,

Tabla 1. Valor económico de bienes de uso directo, expresado a través de madera en pie de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay.

Nº	Especie	VCA (m³)	VR (Gs. m ⁻³)	VCA*VR (Gs.)
1	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	5,62	136.500	767.130
2	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	6,98	131.300	916.474
3	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0,61	143.140	87.315
4	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill.	4,64	101.500	470.960
5	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	0,10	81.500	8.150
6	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J. F. Macbr.	0,04	59.500	2.380
7	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	6,26	156.450	979.377
8	<i>Myrcarpus frondosus</i> Allemão	0,03	66.500	1.995
9	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart. ex Nees	1,16	59.500	69.020
10	<i>Nectandra megapota mica</i> (Sprengel) Mez	0,21	59.500	12.495
11	<i>Nectandra</i> sp.	0,08	59.500	4.760
12	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meissner) Mez	3,06	59.500	182.070
13	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	0,23	59.500	13.685
14	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,15	112.350	129.203
15	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taub.	6,41	97.350	624.014
16	Indeterminado (Lauraceae)	0,01	59.500	595
VUD (Gs. ha⁻¹)				4.269.622

VCA: volumen comercial aprovechable; VR: valor residual; VUD: valor de uso directo expresado a través de madera en pie. Fuente: basado en precios referenciales del mercado nacional, año 2017.

se obtuvo el total de dióxido de carbono equivalente (extraído) de la atmósfera por hectárea de las masas boscosas, que fue de 413,61 tCO₂e ha⁻¹. La media anual de los precios registrados del año 2017 en el sistema electrónico de negociación de derechos de emisión de dióxido de carbono (SENDECO₂ 2017), fue de 0,23 € tCO₂e⁻¹. Considerando el dióxido de carbono equivalente (extraído) de la atmósfera por hectárea y la media anual de los precios, se obtuvo que el valor económico de bienes de uso indirecto, expresado a través de carbono almacenado, de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná fue de 95,13 € ha⁻¹ o 652.528 Gs. ha⁻¹ o 119,95 USD ha⁻¹ (Tabla 2).

En una zona de conservación del BAAPA, el valor económico del servicio captura de carbono fue de 196,42 t ha⁻¹ de biomasa arbórea, lo equivalente a 98,21 t ha⁻¹ de

carbono almacenado, reflejando un valor económico de 235.790 Gs. ha⁻¹ o 43,3 USD ha⁻¹ (González 2017), monto por debajo del obtenido en esta investigación. Esta diferencia puede deberse a que en los bosques del BAAPA, a pesar de compartir características biogeográficas, podrían existir diferencias climáticas, geológicas y/u otros factores ambientales que influyan en la composición y estructura forestal (Peralta *et al.* 2018). Lo anterior se traduciría necesariamente en valores económicos diferentes, debido a que, en el caso de la utilización del método basado en ecuaciones alométricas, los resultados varían proporcionalmente, tanto con la densidad de la biomasa aérea como con la altura total de los árboles. Además, la composición florística también juega un rol importante debido a la densidad anhidra diferenciada por especie.

Tabla 2. Valor económico de bienes de uso indirecto, expresado a través de carbono almacenado de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay.

BA (t ha ⁻¹)	Carbono almacenado (t ha ⁻¹)	CO ₂ equivalente (tCO ₂ e ha ⁻¹)	Precio referencial (€ tCO ₂ e ⁻¹)	VUI	
				(€ ha ⁻¹)	(Gs. ha ⁻¹)
242,01	120,914	413,61	0,23	95,13	652.528

BA: biomasa aérea; CO₂: dióxido de carbono; VUI: valor de uso indirecto expresado a través de carbono almacenado. Fuente: basado en media anual de precios del sistema electrónico de negociación de derechos de emisión de dióxido de carbono (SENDECO₂ 2017) y en cotización de monedas del Banco Central del Paraguay, promedio general del mes de noviembre del año 2017.

Estudios de valoración económica de bienes de uso indirecto del bosque, aplicando metodologías similares como el de Razo *et al.* (2013), donde estimaron el carbono almacenado en árboles de oyamel (*Abies religiosa*) afectados por incendios en Hidalgo, México; obtuvieron valores inferiores (9,8 t ha⁻¹); pudiéndose comprobar que la densidad de biomasa varía en función de aspectos como: presencia de disturbios antrópicos, y/o fenómenos naturales, estado de conservación, y otros factores ya mencionados, tales como diferencias climáticas y/o geográficas, composición florística del bosque, condiciones ambientales/físicas de cada sitio, entre otros. Por otro lado, Plací y Di Bitetti (2005) mencionan que la biodiversidad no se encuentra distribuida en forma uniforme, ya que las diferentes combinaciones de temperatura, altitud, precipitación y otros factores han creado condiciones para que evolucionen grupos únicos de especies en áreas localizadas.

Valor económico total

El valor económico total del bosque bajo estudio, considerando bienes de uso directo (expresado a través de madera en pie) e indirecto (expresado a través de carbono almacenado) fue de 4.922.150 Gs. ha⁻¹ o 904,8 USD ha⁻¹. Nótese que el VET obtenido en esta investigación aún no refleja el real valor económico total del bosque. Para ello deben ser incluidos otros valores más complejos de estimar, sobre todo aquellos que caracterizan a la ecorregión, como el carbono almacenado en el suelo, la biodiversidad, el microclima local y los demás aportes del fragmento de bosque bajo estudio. Sin embargo, estas aproximaciones permiten contar con una primera base comparable en términos monetarios.

En la región, cada vez son más los estudios que aproximan el valor económico total del bosque (Iwan *et al.* 2017, Perni y Martínez 2012, Escobar y Erazo 2006); si bien constituyen herramientas útiles para los sitios donde se han llevado a cabo, las metodologías utilizadas difieren en gran medida entre sí. Por lo anterior, en el presente artículo no se realizan comparaciones entre los VETs disponibles.

Considerando, por un lado, que el BAAPA es uno de los bosques tropicales más amenazados en el mundo, quedando en el Paraguay solo el 9% de su cobertura forestal original, en su mayoría, en un estado altamente fragmentado y degradado (Da Ponte *et al.* 2017, WWF 2016), y por el otro, la importante suma estimada del VET obtenido en esta investigación; se puede afirmar que el bosque aún en condiciones de degradación o en estado secundario sigue siendo una importante fuente de provisión de servicios ecosistémicos, de allí la importancia de conservarlo y manejarlo de forma sostenible y aunar esfuerzos para estudiar su condición funcional.

Los enfoques económicos pueden hasta cierto punto interpretar a los servicios ecosistémicos en métricas comprensibles para el público, sin embargo, obstaculizan la descripción de los componentes culturales (Loc *et al.* 2018), por tanto, aún persiste el reto de valorar servicios ecosistémicos de bienes no materiales (Small *et al.* 2017). Localmente, aún son necesarias más investigaciones que abarquen otros servicios ecosistémicos no abordados en la literatura (Merenciano *et al.* 2018), utilizando metodologías similares para generar información útil para los tomadores de decisiones, sobre una base comparable.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación constituyen un avance hacia el valor económico total del bosque perteneciente a la Ecorregión Alto Paraná o también considerado Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA). Aunque las estimaciones presentadas son robustas, los valores en términos montarios siguen siendo considerados como aproximaciones. Sin embargo, incluso no abarcando la totalidad de los bienes y servicios que ofrece el bosque, se obtuvieron importantes valores monetarios que representan su alto potencial productivo y la importancia del manejo sostenible de los bosques, y en particular, considerando la situación del BAAPA, resulta urgente que los valores económicos asociados al manejo forestal sostenible sean conocidos por los distintos actores, y por sobre todo, traducidos en políticas, programas y toma de decisiones con acciones concretas que influyan en la restauración y conservación del bosque.

Los valores económicos de bienes de uso directo (expresado a través de madera en pie) e indirecto (expresado a través de carbono almacenado) obtenidos constituyen montos de referencia a los que deben ser incluidos otros tipos de valores más complejos de estimar. Por tanto, es clave seguir sumando esfuerzos en el marco del manejo sostenible de los bosques, resultando importante que nuevos estudios se centren en aproximar los demás valores que componen la ecuación del VET, teniendo en cuenta los demás bienes y servicios que frecuentemente no son considerados, como los productos forestales no maderables, los recursos genéticos, la polinización, los servicios culturales, y sobre todo aquellos que

sean de prioridad para la ecorregión, como la protección de suelos contra la erosión, el mantenimiento del ciclo de nutrientes en el suelo, la captación de agua a través de la protección o mantenimiento de nacientes, el mantenimiento de hábitats para la biodiversidad, el control del microclima local, el control o reducción de riesgos ante desastres naturales, la conectividad del paisaje, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a las siguientes entidades y personas: Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Instituto Forestal Nacional y equipo de trabajo del CEFOTESFOR-AP.

REFERENCIAS

Amarilla, S. 2009. Guía para elaboración de proyectos MDL forestales: estudio de valoración económica de ecosistemas forestales de la Región Oriental del Paraguay. FAO/SEAM/IDEA. Asunción. 27-44 pp.

Contreras, F., C. Leañó, J. Licona, E. Dauber, L. Gunnar, N. Hager y C. Caba. 1999. Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo. BOLFOR, PROMABOSQUE. Santa Cruz. 59 pp.

Da Ponte, E., B. Mack, C. Wohlfart, O. Rodas, M. Fleckenstein, N. Oppelt, S. Dech and C. Kuenzer. 2017. Assessing forest cover dynamics and forest perception in the Atlantic Forest of Paraguay, combining remote sensing and household level data. *Forests* 8(10): 1-21.

Dinerstein, E., D. Olson, D. Graham, A. Webster, S. Primm, M. Bookbinder and G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of America and the Caribbean. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Washington, DC. 174 pp.

Escobar, L. y A. Erazo. 2006. Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje. *Gestión y Ambiente* 9(1): 25-38.

González, D. y C. Rodríguez. 2010. Valoración del servicio ambiental secuestro de carbono: zona central de la Reserva Forestal Imataca, Estado Bolívar, Venezuela. *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, LACCEI'2010*.

González, F. 2017. Valoración económica de la captura de carbono como servicio ecosistémico en un bosque del BA-APA, Reserva Natural Del Bosque Mbaracayu, Departamento de Canindeyú. Tesis. Ing. Amb. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. 74 pp.

Guyra Paraguay. 2014. Informe monitoreo biológico colonia La Amistad y Reserva Kanguery: proyecto conservación de bosques del Paraguay REDD+ en: http://www.worldlandtrust.org/documents/annexe_4_biodiversity_monitoring_plan_in_spanish.pdf. Consultado el 25/09/2017.

Iwan, A., E. Guerrero, A. Romanelli y E. Boccanegra. 2017. Valoración económica de los servicios ecosistémicos de una laguna del sudeste bonaerense, Argentina. *Investigaciones Geográficas* 68: 173-189.

Loc, H., T. Ballatore, K. Irvine, N. Thi Hong, T. Thi Cam, and Y. Shimizu. 2018. Sociogeographic indicators to evaluate landscape cultural ecosystem services: a case of Mekong Delta, Vietnam. *Ecosystem Services* 31C:527-542.

López, J., E. Little, F. Ritz, J. Rombold y W. Hahn. 2002. Árboles comunes del Paraguay: ñande yvyra mata kuera. 2 ed. Cuerpo de Paz. Asunción. 458 pp.

Merenciano, A., K. Musálem, R. Laino, J. Rey, V. Cruz, Z. El Raiss, V. Brun, P. Chaparro, A. Lubián, J. González, S. Amarilla, M. Aranda y C. Enciso. 2018. Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo Paraguayo: retos para el ma-

nejo basado en los ecosistemas. *Ecosistemas* 27(2):115-125.

Pearce, D. W. 1993. *Economic Values and the Natural World*. Cambridge. The Massachusetts Institute of Technology Press.

Peralta, N., L. Pérez de Molas y S. Amarilla. 2018. Análisis estructural de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. *Investigación Agraria (en proceso de edición)*.

Perni, A. y J. Martínez. 2012. Valoración económica de los beneficios ambientales de la recuperación del Río Segura. *Semestre Económico* 15 (32): 15-40.

Plací, G. y M. Di Bitetti. 2005. Situación ambiental en la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná en: <http://www.fvsa.org.ar/situacionambiental-selva%20paranaense.pdf>. Consultado 04/06/2016.

Razo, R., A. Gordillo, R. Rodríguez, C. Maycotte y O. Acevedo. 2013. Estimación de biomasa y carbono almacenado en árboles de oyamel afectados por el fuego en el Parque Nacional "El Chico", Hidalgo, México. *Madera y Bosques* 19(2): 73-86.

Rideout, D. and H. Hessel. 1997. *Principle of forest and environmental economics*. Resource & Environmental Management, Fort Collins. Colorado. 285 pp.

Rodríguez, L., G. Curetti, G. Garegnani, G. Grilli, F. Pastorella y A. Paletto. 2016. La valoración de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas forestales: un caso de estudio en Los Alpes Italianos. *Bosque Valdivia* 37(1): 41-52.

Sato, T., M. Saito, D. Ramírez, L. Pérez de Molas, J. Toriyama, Y. Monda, Y. Kiyono, E. Herebia, N. Dubie, E. Duré, J. Ramírez and M. Vera de Ortiz. 2015. Development of allometric equations for tree biomass in forest ecosystems in Paraguay. *Japan Agricultural Research Quarterly* 49(3): 281-291.

SEAM (Secretaría del Ambiente, PY). 2013. Resolución No 1.093/13 "Por la cual se establece el valor nominal de los certificados de los servicios ambientales

para las ecorregiones de la Región Oriental y Occidental del Paraguay". Asunción.

SENDECO₂. 2017. Sistema electrónico de negociación de derechos de emisión de dióxido de carbono en: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>. Consultado el 21/05/2018.

Small, N., M. Munday and I. Durance. 2017. The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits. *Global Environmental Change* 44:57-67.

Smith, S. 2015. Estimación del valor económico del bosque de la estancia Sarovy, Departamento Presidente Hayes, Región Occidental, Paraguay. Tesis. Ing. Amb. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo. 76 pp.

TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity). 2009. La economía de los ecosistemas y la biodiversidad para los responsables de la elaboración de políticas nacionales e internacionales en: http://www.teebweb.org/media/2009/1/National-Executive-Summary_Spanish.pdf. Consultado el 04/09/2016.

WWF (World Wide Fund for Nature). 2016. Bosque Atlántico en <https://goo.gl/qCT57g>. Consultado el 15/06/2016.

Zuloaga, F., O. Morrone y M. Belgrano. 2008. Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). Instituto de Botánica Darwinion, Missouri Botanical Garden Press. St. Louis.