

## Approaches to the economic valuation of non-timber products from the Alto Paraná Atlantic forests, Paraguay

## Aproximaciones a la valoración económica de productos no maderables del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay

Natalia Peralta-Kulik\*; Stella Mary Amarilla Rodríguez; Lidia Pérez de Molas; Jorge González Villalba

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. Ruta Mariscal José Estigarribia, km 10.5, Campus UNA. San Lorenzo, Paraguay.

\*Corresponding author: natalia.peralta@agr.una.py; tel.: +595 972 861 635.

### Abstract

**Introduction:** The economic valuation of ecosystem services provided by forests is a necessary effort for the sustainable management of forest ecosystems.

**Objective:** Estimating the economic direct use value expressed by non-timber forest products (NTFPs) of the Alto Paraná Atlantic forests, Paraguay.

**Materials and methods:** The study was carried out in a 1-ha permanent monitoring plot and the direct market price method was used. Non-timber species were identified and classified according to their uses, they were prioritized according to commercial importance and national market reference prices were applied.

**Results and discussion:** A total of 36 species with potential non-timber uses (medicinal, ornamental, food and handicraft) were identified, among which the following were prioritized: *Didymochlaena truncatula* (Sw.) J. Sm., *Miltonia* sp., *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., *Thaumatococcus bipinnatifidum* (Schott. ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo, *Billbergia nutans* H. Wendl. ex Regel, *Acianthera* sp. and *Chusquea ramosissima* Lindm. The medicinal category was the strongest category (71 %). The economic value of the prioritized NTFPs with ornamental uses and market prices per unit was 2270 USD·ha<sup>-1</sup>.

**Conclusions:** The economic value of NTFPs from the Alto Paraná Atlantic forests represents a reference value indicating the important role of non-timber products in the sustainable management of tropical forests.

**Keywords:** tropical forest; ecosystem services; medicinal use; ornamental use; direct use value

### Resumen

**Introducción:** La valoración económica de los servicios ecosistémicos que brindan los bosques es un esfuerzo necesario para el manejo sostenible de los ecosistemas forestales.

**Objetivo:** Estimar el valor económico de uso directo expresado a través de los productos forestales no maderables (PFNM) del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay.

**Materiales y métodos:** El estudio se llevó a cabo en una parcela permanente de monitoreo de 1 ha y se utilizó el método directo de precios de mercado. Las especies no maderables se identificaron y se clasificaron de acuerdo con sus usos, se priorizaron según su importancia comercial y se aplicaron precios referenciales del mercado nacional.

**Resultados y discusión:** Se identificaron 36 especies con posibles usos no maderables (medicinal, ornamental, alimenticio y artesanal), entre las cuales se priorizaron: *Didymochlaena truncatula* (Sw.) J. Sm., *Miltonia* sp., *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., *Thaumatococcus bipinnatifidum* (Schott. ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo, *Billbergia nutans* H. Wendl. ex Regel, *Acianthera* sp. y *Chusquea ramosissima* Lindm. La categoría medicinal fue la mejor representada (71 %). El valor económico de los PFNM priorizados con usos ornamentales y precios de mercado por unidad fue 2270 USD·ha<sup>-1</sup>.

**Conclusiones:** El valor económico de los PFNM del Bosque Atlántico del Alto Paraná constituye un monto de referencia que representa el rol importante de los productos no maderables en el manejo sustentable de los bosques tropicales.

**Palabras clave:** bosque tropical; servicios ecosistémicos; uso medicinal; uso ornamental; valor de uso directo.

## Introduction

Forests provide a diversity of ecosystem goods and services at local, regional and global scales, on which many communities depend (Morgan et al., 2022). Despite this, deforestation in the tropics continues inexorably with serious implications for biodiversity conservation, climate regulation and ecosystem services. Rapid expansion of the agricultural frontier, livestock and illegal logging have converted the world's last remnants of tropical forest into isolated patches, a situation that endangers the continuity of this ecosystem (Da Ponte et al., 2017).

The Alto Paraná Atlantic forests (APAF) is one of the most threatened tropical forests in the world. In this regard, only 9% of the original forest cover remains in Paraguay, mostly in a highly fragmented and degraded state (Da Ponte et al., 2017; World Wide Fund for Nature [WWF], 2016). As mentioned by Peralta-Kulik et al. (2018), additional forest valuation efforts are still needed in Paraguay, because of the need for information on the specific ecosystem services for each ecoregion and the economic value they could report by the best-known direct uses such as timber, fuelwood and some non-timber forest products.

Non-timber forest products (NTFP) are part of the so-called provisioning services within the categories of ecosystem services (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005). In Paraguay, although considerable progress has been made in the field of forest economic value research (Merenciano et al., 2018; Peralta-Kulik et al., 2018; Quevedo et al., 2013, 2021), the evaluation of NTFPs is still a pending task, taking into account broad conservation or sustainable forest management objectives.

According to Balvanera et al. (2012), in Latin America there are notable differences in the study of ecosystem services, reflecting the specific historical context, pressures and needs of each nation. A set of conceptual and methodological approaches have been used for environmental economic valuation in the region, inspired by the research of Costanza et al. (1997). Regarding specific research on the economic valuation of NTFPs, Argentina has made progress in the estimation of the use of medicinal, food and dye plants (Sarmiento et al., 2020, 2022). Other examples are the study of Duchelle et al. (2012) and Frey et al. (2019) in Brazil and the United States, respectively, although there is scarce information on this type of research (Frey et al., 2019; Sarmiento et al., 2022).

Small et al. (2017) mention that the challenge of valuing non-material benefits remains. According to Sarmiento et al. (2020) it is necessary to analyze

## Introducción

Los bosques proveen una variedad de bienes y servicios ecosistémicos a escala local, regional y global, de los cuales muchas comunidades dependen (Morgan et al., 2022). A pesar de ello, la deforestación en los trópicos continúa inexorablemente con implicaciones graves para la conservación de la biodiversidad, la regulación del clima y los servicios ecosistémicos. La expansión rápida de la frontera agrícola, la ganadería y la tala ilegal han convertido los últimos remanentes de bosque tropical del mundo en parches aislados, situación que pone en peligro la continuidad de este ecosistema (Da Ponte et al., 2017).

El Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA) es uno de los bosques tropicales más amenazados en el mundo. Al respecto, en Paraguay solo queda 9% de la cobertura forestal original, en su mayoría, en un estado altamente fragmentado y degradado (Da Ponte et al., 2017; Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF], 2016). Como mencionan Peralta-Kulik et al. (2018), en Paraguay aún son necesarios esfuerzos adicionales de valoración del bosque, debido a la necesidad de información sobre los servicios ecosistémicos específicos para cada ecoregión y el valor económico que podrían reportar a través de los usos directos más conocidos como la madera, la leña y algunos productos forestales no maderables.

Los productos forestales no maderables (PFNM) forman parte de los llamados servicios de aprovisionamiento dentro de las categorías de los servicios ecosistémicos (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio [MEA], 2005). En Paraguay, aunque se ha progresado de manera considerable en el campo de la investigación del valor económico del bosque (Merenciano et al., 2018; Peralta-Kulik et al., 2018; Quevedo et al., 2013, 2021), la evaluación de los PFNM sigue siendo una tarea pendiente, al tener en cuenta objetivos amplios de conservación o manejo forestal sostenible.

De acuerdo con Balvanera et al. (2012), en América Latina existen diferencias notables en el estudio de servicios ecosistémicos, que reflejan el contexto histórico particular, las presiones y necesidades de cada nación. Se ha utilizado un conjunto de enfoques conceptuales y metodológicos para la valoración económica ambiental en la región, inspirados desde el trabajo de Costanza et al. (1997). Con respecto a las investigaciones específicas de valoración económica de PFNM, Argentina ha avanzado en las estimaciones sobre el uso de plantas tanto medicinales y alimenticias como tintóreas (Sarmiento et al., 2020, 2022). Otros ejemplos son los trabajos de Duchelle et al. (2012) y Frey et al. (2019) en Brasil y Estados Unidos, respectivamente, aunque existe escasa información de este tipo de investigaciones (Frey et al., 2019; Sarmiento et al., 2022).

other values of ecosystem services such as biodiversity conservation, carbon sequestration or water quality in the region. Currently, the literature recognizes the need to integrate biophysical, economic and sociocultural assessments to support decision making related to integrated ecosystem management (Peralta-Kulik et al., 2018; Sarmiento et al., 2022).

The objective of this research was to estimate the economic direct use value expressed by NTFP in the Alto Paraná Atlantic forests, Paraguay to complement other economic valuations of the same forest that suggest greater competitiveness of this ecosystem compared to other land uses. It is important to emphasize that this is a pioneering study at the national level and that it was carried out in a permanent biodiversity monitoring plot. The economic estimation facilitates decision making by those responsible for the management and conservation of forest ecosystems, to maintain the provision of ecosystem services in the long term, facilitate mechanisms to contribute to landscape connectivity and value the goods and services derived from the forest in a more complete manner.

## Materials and Methods

### Study area

The sampling area corresponded to a permanent biodiversity monitoring plot in the Alto Paraná Department, Eastern Region of Paraguay (25° 30' 35.41" S - 54° 43' 15.33" W) with an elevation of 252 m. According to Dinerstein et al. (1995), the area is considered as the Alto Paraná Atlantic Forest Ecoregion and, according to the classification of the Secretariat of the Environment (SEAM, 2013), Alto Paraná Ecoregion. The climate is characterized by frequent rainfall ranging from 1300 to 1800 mm per year; the temperature can increase up to 42 °C in the summer months (December-March), while it can decrease to 0 °C during the winter (May-August) (Da Ponte et al., 2017). Field measurements were conducted in 2017 between spring and summer, recording an average precipitation of 1600 mm and 20 °C

The total area of the studied forest was 104 ha. The plot under study (100 m x 100 m = 1 ha) responds to the design described by Contreras et al. (1999). Data was gathered by using an inventory of species with NTFP characteristics in which tree individuals with DBH  $\geq$  10 cm and individuals of non-tree species (epiphytes and terrestrial) were considered. Species were identified by direct observation of their macromorphological characters, using binoculars, bark stripper and field guides. Scientific names were assigned according to the Flora of the Southern Cone database of the Darwinion Institute (2022).

Small et al. (2017) mencionan que aún persiste el reto de valorar los beneficios no materiales. De acuerdo con Sarmiento et al. (2020) es necesario analizar otros valores de los servicios ecosistémicos como los de conservación de biodiversidad, captura de carbono o calidad del agua en la región. En la actualidad, la literatura reconoce la necesidad de integrar evaluaciones biofísicas, económicas y socioculturales para apoyar la toma de decisiones relacionadas con el manejo integrado de ecosistemas (Peralta-Kulik et al., 2018; Sarmiento et al., 2022).

El objetivo de la presente investigación fue estimar el valor económico de uso directo expresado a través de los PFNM del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay, para complementar otras valoraciones económicas del mismo bosque que sugieran mayor competitividad de este ecosistema frente a otros usos de la tierra. Se debe resaltar que este estudio es pionero a nivel país y que se realizó en una parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad. La estimación económica facilita la toma de decisiones de los responsables del manejo y conservación de los ecosistemas forestales, para mantener la provisión de servicios ecosistémicos a largo plazo, facilitar mecanismos para contribuir a la conectividad del paisaje y valorar los bienes y servicios derivados del bosque de manera más completa.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El área de muestreo correspondió a una parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad en el Departamento Alto Paraná, Región Oriental de Paraguay (25° 30' 35.41" S - 54° 43' 15.33" O) con una elevación de 252 m. Según Dinerstein et al. (1995), el área se considera como la Ecorregión Bosque Atlántico de Alto Paraná y, de acuerdo con la clasificación de la Secretaría del Ambiente (SEAM, 2013), Ecorregión Alto Paraná. El clima se caracteriza por lluvias frecuentes que fluctúan entre 1300 y 1800 mm por año; la temperatura puede aumentar hasta 42 °C en los meses de verano (diciembre-marzo), mientras que puede disminuir hasta 0 °C durante el invierno (mayo-agosto) (Da Ponte et al., 2017). Las mediciones de campo se realizaron en el 2017 entre primavera y verano, registrando un promedio de precipitación de 1600 mm y 20 °C.

La superficie total del bosque estudiado fue de 104 ha. La parcela bajo estudio (100 m x 100 m = 1 ha) responde al diseño descrito por Contreras et al. (1999). Los datos se obtuvieron por medio de un inventario de especies con características de PFNM en el que se consideraron individuos arbóreos con DAP  $\geq$  10 cm e individuos de especies no arbóreas (epífitas y terrestres). Las especies se identificaron por observación directa

### Estimating the direct use value expressed by NTFP

The floristic lists of species with potential non-timber uses were elaborated in the permanent monitoring plot, ordered by family, where the scientific name, common name and uses were specified according to the available literature (Céspedes et al., 2008; Gauto et al., 2016; Pin et al., 2009; Suárez & Mereles, 2006). In turn, species were classified according to the guidelines on NTFP classes established by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 1994).

Two criteria were used to prioritize the NTFP registered: (a) NTFP of commercial importance, where those of greatest demand in the national market were considered using focus groups of six researchers from different disciplines with extensive knowledge of the subject, and (b) NTFPs that are priced per unit by the market, as in the case of species with ornamental uses.

The direct use value (DUV) expressed by NTFP was calculated by multiplying the number of individuals of the species ( $N_i$ ) by local prices ( $Pr$ , PYG = guaraní) with the formula  $DUV = \sum [(N_{i_1} * Pr_1) + (N_{i_2} * Pr_2) + (N_{i_3} * Pr_3) + \dots (N_{i_n} * Pr_n)]$  (Rodríguez et al., 2016).

The prices correspond to those of the national market for 2017, for which different bidders were considered to obtain an average that represents the final reference price for each species. The values used were the sales prices for final consumers.

Field data were recorded in electronic spreadsheets for analysis and interpretation and were processed by applying filters and dynamic tables using the Microsoft Excel program.

## Results

### Identification of non-timber forest products

The floristic list of species with possible non-timber uses, recorded in the permanent biodiversity monitoring plot, was divided into two groups: non-arboreal (epiphytes and terrestrial) and arboreal. Table 1 shows the floristic list of the first group. Of the 11 non-arboreal species, most were epiphytes with possible ornamental uses, although medicinal and food uses were also found (Table 1). It is also important to mention that ferns (Pteridophyta) and other non-tree species belonging to the Acanthaceae, Amaranthaceae, Araceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Orchidaceae and Piperaceae families with possible ornamental uses were observed in the understory. The latter were not included in the floristic list because they were only identified up to family level.

de sus caracteres macromorfológicos, con ayuda de binoculares, descortezador y guías de campo. Los nombres científicos se asignaron conforme a la base de datos Flora del Cono Sur del Instituto Darwinion (2022).

### Estimación del valor de uso directo expresado a través de los PFMN

Los listados florísticos de especies con posibles usos no maderables se elaboraron en la parcela permanente de monitoreo, ordenados por familia, donde se especificó el nombre científico, el nombre común y los usos según la literatura disponible (Céspedes et al., 2008; Gauto et al., 2016; Pin et al., 2009; Suárez & Mereles, 2006). A su vez, las especies se clasificaron de acuerdo con las directrices sobre clases de PFMN que establece la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1994).

Para la priorización de los PFMN registrados se aplicaron dos criterios: (a) PFMN de importancia comercial, donde se consideraron aquellos de mayor demanda en el mercado nacional, a través de grupos focales de seis investigadores de varias disciplinas con conocimiento amplio del tema, y (b) PFMN que el mercado les asigna precios por unidad, como es el caso de especies con usos ornamentales.

El valor de uso directo (VUD) expresado a través de los PFMN se calculó multiplicando el número de individuos de la especie ( $N_i$ ) por los precios locales ( $Pr$ , PYG = guaraní) con la fórmula  $VUD = \sum [(N_{i_1} * Pr_1) + (N_{i_2} * Pr_2) + (N_{i_3} * Pr_3) + \dots (N_{i_n} * Pr_n)]$  (Rodríguez et al., 2016).

Los precios corresponden a los del mercado nacional para el año 2017, para lo cual se consideraron distintos oferentes con el fin de obtener un promedio que represente el precio de referencia final de cada especie. Los valores utilizados fueron los precios de venta para los consumidores finales.

Los datos de campo se consignaron en planillas electrónicas para su análisis e interpretación y se procesaron mediante la aplicación de filtros y tablas dinámicas utilizando el programa Microsoft Excel.

## Resultados

### Determinación de los productos forestales no maderables

El listado florístico de especies con posibles usos no maderables, registradas en la parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad, fue dividido en dos grupos: no arbóreas (epífitas y terrestres) y arbóreas. El Cuadro 1 presenta el listado florístico del primer

**Table 1. Non-tree species with potential non-timber uses in the Alto Paraná Atlantic forests, Paraguay.****Cuadro 1. Especies no arbóreas con posibles usos no maderables en el Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay.**

No./ Núm	Family/ Familia	Species/ Especie	Common number/ Nombre común	Uses/ Usos
1	Araceae	<i>Thaumatococcus</i> <i>bipinnatifidum</i> (Schott. ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo	Guembé	Ornamental use (epiphytic or in pots <sup>1</sup> ) and food use (sweet fruit consumed roasted or raw <sup>1</sup> )/ Uso ornamental (epífita o en macetas <sup>1</sup> ) y alimenticio (fruto dulce consumido asado o crudo <sup>1</sup> )
2	Bromeliaceae	<i>Billbergia nutans</i> H. Wendl. ex Regel	Karaguata'i	Ornamental
3	Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J. S. Muell.) Stearn	Suelta con suelta	Ornamental
4	Cactaceae	<i>Rhipsalis cereuscula</i> Haw.	Suelta con suelta	Ornamental and medicinal. Infused stems are used as a digestive and anti-inflammatory for ovaries and bone fractures <sup>2</sup> / Ornamental y medicinal. Los tallos en infusión se usan como digestivo y antiinflamatorio para ovarios y fractura de huesos <sup>2</sup>
5	Didymochlaenaceae	<i>Didymochlaena</i> <i>truncatula</i> (Sw.) J. Sm.	Helecho de monte	Ornamental
6	Orchidaceae	<i>Miltonia</i> sp.	Desconocido	Ornamental
7	Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	Orquídea burrito	Ornamental
8	Orchidaceae	<i>Acianthera</i> sp.	Unknown	Ornamental
9	Piperaceae	<i>Peperomia</i> <i>circinnata</i> Link <sup>3</sup>	Yatevu ka'a	Medicinal. The whole plant is used as a refreshing <sup>2</sup> , for hepatitis, as an antipyretic, diuretic and depurative <sup>2</sup> / Medicinal. La planta entera se utiliza como refrescante <sup>2</sup> , para la hepatitis, como antipirético, diurético y depurativo <sup>2</sup> .
10	Piperaceae	<i>Piper regnellii</i> (Miq.) C. D C.	Jaguarundi	Medicinal. Fresh leaves and in infusion or decoction are used as an antitussive, expectorant and for bronchitis and asthma <sup>2,3</sup> . Leaves and stems in infusion are used to relieve toothache and digestion problems <sup>3</sup> / Medicinal. Las hojas frescas y en infusión o decocción se usan como antitusivo, expectorante y para la bronquitis y asma <sup>2,3</sup> . Las hojas y tallos en infusión se usan para aliviar dolores de muelas y problemas de digestión <sup>3</sup> .
11	Poaceae	<i>Chusquea ramosissima</i> Lindm.	Tacuaembó	Ornamental and medicinal. The internode sap and the charred and pulverized stems are used as a hemostatic for wounds <sup>2</sup> . Stems are used as a thinning agent <sup>2</sup> / Ornamental y medicinal. La savia en sus entrenudos y el tallo carbonizado y pulverizado se emplean como hemostático de heridas cortantes <sup>2</sup> . Los tallos se usan como adelgazante <sup>2</sup>

\**Peperomia cyclophylla* literature; however, according to Zanotti et al. (2012) are synonym. Source: Compiled by the author based on Céspedes et al. (2008)<sup>1</sup>, Pin et al. (2009)<sup>2</sup> and Gauto et al. (2016)<sup>3</sup>.

\*Literatura de *Peperomia cyclophylla*; sin embargo, de acuerdo con Zanotti et al. (2012) son sinónimos. Fuente: Elaboración propia con base en Céspedes et al. (2008)<sup>1</sup>, Pin et al. (2009)<sup>2</sup> y Gauto et al. (2016)<sup>3</sup>.

The floristic list of the second group consists of 25 species identified, where most of them correspond to medicinal uses, followed by food, ornamental and handicraft uses (Appendix 1).

Therefore, a total of 36 species were recorded which, according to the FAO (1994) classification, correspond to three classes of non-timber forest products: food (class a), medicinal (class b) and other plants and plant derivatives, which include ornamental and handicraft uses (class e). Appendix 2 shows the full list of both groups with their respective categories of non-timber uses, where the same species can have more than one category of use. Medicinal (75 %) and ornamental (31 %) uses were the best represented.

#### Estimating direct use value expressed by NTFP

Among the 36 species with potential non-timber uses, the following with ornamental uses were prioritized: *Thaumatococcus bipinnatifidum* (Schott. ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo (guembé), *Billbergia nutans* H. Wendl. ex Regel (karaguata'i), *Didymochlaena truncatula* (Sw.) J. Sm. (helecho de monte), *Miltonia* sp. (desconocido), *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl. (orquídea burrito), *Acianthera* sp. (desconocido) and *Chusquea ramosissima* Lindm. (tacuarembó). Table 2 details the economic value of the seven prioritized species. The economic value of *D. truncatula* was the highest, which is explained by the dense characteristic of the understory, composed mostly of the aforementioned fern.

The economic direct use value of goods, expressed by NTFP, for the seven species with ornamental uses that have a national market price per unit, was

grupo. De las 11 especies no arbóreas, la mayoría fueron epífitas con posibles usos ornamentales, aunque también se encontraron usos medicinales y alimenticios (Cuadro 1). Cabe mencionar que en el sotobosque se observaron helechos (Pteridophyta) y otras especies no arbóreas que corresponden a las familias Acanthaceae, Amaranthaceae, Araceae, Asteraceae, Bromeliaceae, Orchidaceae y Piperaceae con posibles usos ornamentales. Estas últimas no se incluyeron en el listado florístico debido a que solo se determinaron hasta el nivel de familia.

El listado florístico del segundo grupo consta de 25 especies identificadas, donde la mayoría corresponde a usos medicinales, seguido de usos alimenticios, ornamentales y artesanales (Apéndice 1).

Por tanto, se registró un total de 36 especies que, según la clasificación de la FAO (1994), corresponden a tres clases de productos forestales no maderables: alimenticios (clase a), medicinales (clase b) y otras plantas y derivados vegetales, en el que se incluyen los usos ornamentales y artesanales (clase e). El Apéndice 2 presenta la lista completa de estos grupos con sus respectivas categorías de usos no maderables, donde una misma especie puede contar con más de una categoría de uso. Las mejor representadas fueron las de uso medicinal (75 %) y ornamental (31 %).

#### Estimación del valor de uso directo expresado a través de los PFTM

De las 36 especies con posibles usos no maderables se priorizaron las siguientes con usos ornamentales: *Thaumatococcus bipinnatifidum* (Schott. ex Endl.) Sakur.,

**Table 2. Direct use value (DUV) of goods expressed by non-timber forest products from the Alto Paraná Atlantic forests, Paraguay.**

**Cuadro 2. Valor económico de bienes de uso directo (VUD), expresado a través de productos forestales no maderables del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay.**

Number/ Número	Species/ Especie	Number of trees (Ni)/ Número de individuos (Ni)	Price (Pr) per unit (PYG)/ Precio (Pr) por unidad (PYG)	Ni*Pr (PYG)
1	<i>Thaumatococcus bipinnatifidum</i>	18	50 000	900 000
2	<i>Billbergia nutans</i>	9	50 000	450 000
3	<i>Didymochlaena truncatula</i>	125	40 000	5 000 000
4	<i>Miltonia</i> sp.	17	200 000	3 400 000
5	<i>Oeceoclades maculata</i>	10	150 000	1 500 000
6	<i>Acianthera</i> sp.	1	200 000	200 000
7	<i>Chusquea ramosissima</i>	20	45 000	900 000
VUD (PYG-ha <sup>-1</sup> )				12 350 000

Source: compiled by the author based on reference prices of the Paraguayan domestic market (PYG = guaraní), año 2017.

Fuente: elaboración propia con base en precios referenciales del mercado nacional de Paraguay (PYG = guaraní), año 2017.

12350000 PYG·ha<sup>-1</sup> or 2270 USD·ha<sup>-1</sup>. This estimate allows us to recognize that the value of NTFPs in the APAF ecoregion, in monetary terms, is at least the reference amount obtained in this research. This estimate is the first at the level of a permanent biodiversity monitoring plot that considers a highly required direct use value component (different from the economic value of standing timber), due to the pressure on the last forest remnants of Paraguay. These forests, even under degraded conditions, contribute directly and indirectly to the production of ecosystem services necessary for human well-being; therefore, this estimate represents an important contribution, since in many cases the lack of information and economic valuation data led to a prolonged undervaluation of the forest in Paraguay.

## Discussion

The results not only provided information on the monetary value of NTFPs in the Alto Paraná Atlantic forests, but also provided relevant qualitative information for the design of conservation strategies for important forest fragments in the country.

Forest products such as fruits, wild animals, honey, medicines, fibers and fuel are part of the livelihood strategies of forest-dependent communities in Paraguay and have both livelihood and commercial value (Walcott et al., 2015). Meanwhile, FAO (2014) indicates that forest food gathering is also considered important when other food sources fail.

In Paraguay, several authors report varying numbers of species, including native and introduced species used as medicinal plants, which easily exceed 300 species (Degen de Arrúa et al., 2019). In this research, the medicinal category was the best represented (71 %), which supports that cited by Dujak et al. (2015) on the deep-rooted use of native plants for medicinal purposes in the Paraguayan popular culture. Medicinal plants are widely used as traditional medicine in the country, both in rural and urban communities (Ferro, 2019). In a study carried out in the communities of Itá Azul and San Gervasio (Guairá Department), Degen de Arrúa and González (2014) reported 68 species of medicinal use distributed in 35 families, the most important were Asteraceae (19 %), Rutaceae (9 %) and Fabaceae, Lamiaceae and Verbenaceae (6 % each); 53 % of the reported species were native. These authors observed that these communities are not involved in the commercialization of medicinal plants, but use them for self-consumption via direct extraction from their habitat or from small domestic crops. The authors mention that ethnopharmacobotanical knowledge is passed verbally from one generation to the next, mainly by women.

Calazans & Mayo (guembé), *Billbergia nutans* H. Wendl. ex Regel (karaguata'i), *Didymochlaena truncatula* (Sw.) J. Sm. (helecho de monte), *Miltonia* sp. (desconocido), *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl. (orquídea burrito), *Acianthera* sp. (desconocido) y *Chusquea ramosissima* Lindm. (tacuarembó). El Cuadro 2 detalla el valor económico de las siete especies priorizadas. El valor económico de *D. truncatula* fue el más alto, lo que se explica por la característica densa del sotobosque, compuesto mayormente del mencionado helecho.

El valor económico de bienes de uso directo, expresado a través de los PFTM, considerando las siete especies con usos ornamentales que cuentan con precio de mercado nacional por unidad, fue de 12350000 PYG·ha<sup>-1</sup> o 2270 USD·ha<sup>-1</sup>. Dicha aproximación permite reconocer que el valor de los PFTM de la ecorregión BAAPA, en términos monetarios, es como mínimo, el monto referencial obtenido en la presente investigación. Esta estimación es la primera a nivel de parcela permanente de monitoreo de la biodiversidad que considera un componente de valoración de uso directo muy requerido (distinto del valor económico de la madera en pie), debido a la presión sobre los últimos remanentes forestales de Paraguay. Estos, aún en condiciones de degradación, contribuyen de manera directa e indirecta en la producción de servicios ecosistémicos necesarios para el bienestar humano; por tanto, dicha estimación representa un aporte importante, ya que en muchos casos la falta de información y datos de valoración económica conllevaron a una subvaloración prolongada del bosque en Paraguay.

## Discusión

Los resultados no solo permitieron conocer el monto referencial de los PFTM del Bosque Atlántico del Alto Paraná en términos monetarios, sino que también aportaron información cualitativa relevante para proyectar estrategias de conservación de fragmentos forestales importantes del país.

Los productos del bosque como frutos, animales silvestres, miel, medicinas, fibras y combustible forman parte de las estrategias de sustento de las comunidades dependientes de los bosques en Paraguay y tienen un valor tanto de sustento como comercial (Walcott et al., 2015). Por su parte, la FAO (2014) indica que la recolección de alimentos en los bosques también se considera importante cuando otras fuentes de alimentación fallan.

En Paraguay, varios autores señalan cantidades variables de especies, entre las nativas y las introducidas que se emplean como medicinales, las cuales fácilmente superan las 300 especies (Degen de Arrúa et al., 2019). En esta investigación, la categoría medicinal fue la

On the other hand, Soria and Basualdo (2015) mention that plants marketed in Paraguay for medicinal purposes, mainly from their natural habitat, are threatened in their survival. They are also affected by the overexploitation to which they are subjected for commercial use, either locally or internationally, when they represent raw material for herbal medicines, in more industrialized processes for phytotherapeutics or various industrial processes.

As for the ornamental uses of NTFPs, due to its subtropical nature and varied habitats that respond to this type of climate, Paraguay has an important diversity of orchids. The largest orchid collections cited in the country come from the Eastern Region (Schinini, 2010). Rolón et al. (2002) described 61 orchid species in the Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, a protected area located in a transition zone between the Alto Paraná Atlantic forests and Cerrados. Among the common species in this research, we found *Miltonia* sp., *O. maculata* and *Acianthera* sp., all commercialized nationally for ornamental uses.

The native peoples of Paraguay selectively extract wood for the production of handicrafts for sale in the cities and have explored options for the sustainable harvesting of traditional forest resources for commercial use, such as yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.); however, detailed information on the financial contributions of NTFPs to the livelihoods of indigenous and other local populations is not available (Walcott et al., 2015).

Gauto et al. (2016) note that the uses of palms are many and highlight the practice of traditional handicrafts as a particularity of these communities, using the leaves of *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (pindó) as the main material, a species recorded in the forest of the present study.

A study by Dujak et al. (2015) determined 100 plant species linked to food in two communities (Mbyá - Guaraní) inhabiting the APAF. The species were distributed in 41 botanical families and 83 genera. At the generic level, the most representative ones correspond to *Citrus* and *Campomanesia*. These include: *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, *S. romanzoffiana*, *Carica papaya* L., *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC., *Inga uraguensis* Hook. & Arn., *Maclura tinctoria* (L.) Steud. ssp. *tinctoria*, *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman, *Chloroloma gonocarpa* (Mart. & Eichler) Baill. ex Aubrév. and *T. bipinnatifidum*, which were also recorded in this research.

The NTFPs found in this research are similar to those recorded in other studies in Latin America, showing that medicinal and ornamental uses are the best represented (López & Cavelier, 2007); however, there

mejor representada (71 %), lo cual sustenta lo citado por Dujak et al. (2015) sobre el uso muy arraigado de plantas nativas con fines medicinales en la cultura popular paraguaya. Las plantas medicinales se utilizan ampliamente como medicina tradicional en el país, tanto en las comunidades rurales como urbanas (Ferro, 2019). En un estudio realizado en las comunidades de Itá Azul y San Gervasio (Departamento de Guairá), Degen de Arrúa y González (2014) reportaron 68 especies de uso medicinal distribuidas en 35 familias, las más importantes fueron Asteráceas (19 %), Rutáceas (9 %) y Fabáceas, Lamiáceas y Verbenáceas (6 % cada una); 53 % de las especies reportadas fueron nativas. Estos autores observaron que dichas comunidades no se dedican a la comercialización de las plantas medicinales, sino que las utilizan para autoconsumo mediante la extracción directa de su hábitat o a partir de pequeños cultivos domésticos. Los autores mencionan que el conocimiento etnofarmacobotánico se transmite oralmente de una generación a otra a través de las mujeres, principalmente.

Por otro lado, Soria y Basualdo (2015) mencionan que las plantas que se comercializan en Paraguay con fines medicinales, y que provienen principalmente de su hábitat natural, están amenazadas en su supervivencia. Influye también la sobrexplotación a la que son sometidas para su uso comercial, ya sea local o internacionalmente, cuando constituyen materia prima de medicamentos herbarios, en procesos más industrializados para fitoterápicos o procesos industriales diversos.

En cuanto a los usos ornamentales de los PFNM, debido a su naturaleza subtropical y hábitats variados que responden a este tipo de clima, Paraguay posee una diversidad importante de orquídeas. Las mayores colecciones de orquídeas citadas del país provienen de la Región Oriental (Schinini, 2010). Rolón et al. (2002) describieron 61 especies de orquídeas en la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú, un área protegida que se ubica en una zona de transición entre las ecorregiones Bosque Atlántico del Alto Paraná y Cerrados. Entre las especies comunes en esta investigación se encuentran *Miltonia* sp., *O. maculata* y *Acianthera* sp., todas comercializadas a nivel nacional para usos ornamentales.

Los pueblos originarios de Paraguay extraen madera selectivamente para la elaboración de artesanías con fines de venta en las ciudades y han explorado opciones para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales tradicionales para su uso comercial, como es el caso de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.); sin embargo, no se dispone de información detallada sobre las contribuciones financieras de los PFNM a los medios de sustento de indígenas y de otras poblaciones locales (Walcott et al., 2015).



are variations compared to other publications in the region, where food use is the second-best represented category (Aguirre et al., 2019).

At the local level there are still few published experiences on ecosystem services valuation (Merenciano et al., 2018); for example, in the Humid Chaco ecoregion the economic value of direct use of goods (standing timber with 20 timber species) was estimated at 2586850 PYG·ha<sup>-1</sup> or 476 USD·ha<sup>-1</sup> (Merenciano et al., 2018). Another forest valuation effort in Paraguay is that of Peralta-Kulik et al. (2018) in the Alto Paraná ecoregion (APAF), where the economic values of direct (standing timber with 16 timber species) and indirect (carbon stored with 414 t CO<sub>2</sub>e·ha<sup>-1</sup>), at 4269622 PYG·ha<sup>-1</sup> or 785 USD·ha<sup>-1</sup> and 652528 PYG·ha<sup>-1</sup> or 120 USD·ha<sup>-1</sup>, respectively. These amounts are values below those found in this research. These differences demonstrate the importance of considering NTFPs in sustainable management or other forest ecosystem conservation actions. According to Costanza et al. (2017) it is common that trees for timber are quantified and valued, but the services of climate regulation, flood control, and recreational opportunities are not considered. As a result, the contribution of such services to human well-being is ignored in policy decision making. Therefore, environmental economic valuation aims to demonstrate that functioning, intact and standing ecosystems produce valuable services that often outweigh the results of their extraction and exploitation.

Regarding the economic value of NTFPs in the region, some experiences can be reported in rural areas in the province of Santiago del Estero, Argentina, using the contingent valuation method, where the values were 61 USD·year<sup>-1</sup> for medicinal uses, 1602 USD·year<sup>-1</sup> for dye species and 1237 USD·year<sup>-1</sup> for food plants (Sarmiento et al., 2020). The results expressed in monetary terms demonstrate the importance of the services that native forests provide to local communities.

Variations between the present estimate and the economic values of the forest reported in other studies were possibly due to the use of different valuation methods, different ecoregions and the inclusion of non-timber products, which, in turn, differ according to the categories of uses considered. Furthermore, as mentioned by Luswaga and Nuppenau (2020), the flow of benefits depends on the conservation condition of the forest, which is a result of management and may vary between approaches.

Paraguay has a tradition in the use and consumption of NTFPs (Walcott et al., 2015); however, their real value and potential are not known, a situation that is reflected in the limited qualitative and quantitative

Gauto et al. (2016) señalan que los usos de las palmeras son numerosos y destacan la práctica de la artesanía tradicional como una particularidad de dichas comunidades, para lo cual utilizan las hojas del *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (pindó) como material principal, especie registrada en el bosque del presente estudio.

En un estudio realizado por Dujak et al. (2015) se determinaron 100 especies vegetales vinculadas a la alimentación en dos comunidades (Mbyá – Guaraní) que habitan el BAAPA. Las especies se distribuyeron en 41 familias botánicas y 83 géneros. A nivel genérico, los más representativos corresponden a *Citrus* y *Campomanesia*. Entre ellas se citan: *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg, *S. romanzoffiana*, *Carica papaya* L., *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC., *Inga uraguensis* Hook. & Arn., *Maclura tinctoria* (L.) Steud. ssp. *tinctoria*, *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman, *Chloroluma gonocarpa* (Mart. & Eichler) Baill. ex Aubrév. y *T. bipinnatifidum*, las cuales también se registraron en la presente investigación.

Los PFNM hallados en esta investigación son similares a los registrados en otros estudios de América Latina, donde los usos medicinal y ornamental son los mejor representados (López & Cavelier, 2007); sin embargo, existen variaciones con respecto a otras publicaciones de la región, donde la segunda categoría mejor representada es la de uso alimenticio (Aguirre et al., 2019).

A nivel local existen aún pocas experiencias publicadas sobre evaluación de 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 con 20 especies maderables) en 2586850 PYG·ha<sup>-1</sup> o 476 USD·ha<sup>-1</sup> (Merenciano et al., 2018). Otro esfuerzo de valoración del bosque en Paraguay es el de Peralta-Kulik et al. (2018) en la ecorregión Alto Paraná (BAAPA), donde se estimaron los valores económicos de bienes de uso directo (madera en pie con 16 especies maderables) e indirecto (carbono almacenado con 414 t CO<sub>2</sub>e·ha<sup>-1</sup>), en 4269622 PYG·ha<sup>-1</sup> o 785 USD·ha<sup>-1</sup> y 652528 PYG·ha<sup>-1</sup> o 120 USD·ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Estos montos constituyen valores por debajo del obtenido en la presente investigación. Tales diferencias demuestran la importancia de considerar a los PFNM en el manejo sostenible o en otras acciones de conservación de ecosistemas forestales. De acuerdo con Costanza et al. (2017) es común que los árboles para madera sean cuantificados y valorados, pero los servicios de regulación del clima, control de inundaciones y oportunidades recreativas no son considerados. Como resultado, la contribución de dichos servicios al bienestar humano es ignorada en la toma de decisiones políticas. Por lo anterior, a través de la valoración económica ambiental se pretende demostrar que los ecosistemas en funcionamiento, intactos y en pie producen servicios valiosos que a menudo son mayores que los resultados de su extracción y explotación.

information. Even in other Latin American countries it is mentioned that studies of NTFPs, in economic terms, are scarce (Anastacio-Martínez et al., 2016).

The use of natural resource assessments to inform decision makers is limited and most studies are qualitative in nature (Schaafsma et al., 2014). These are generally quite localized; that is, they focus on one forest or community and the results do not incorporate the heterogeneity of ecosystem services. According to Schaafsma et al. (2014), these gaps induce the risk that NTFP values are completely omitted from strategic decision-making processes if site-specific information is not available, leading to potentially severe effects on local welfare in forest-dependent areas. According to Daily et al. (2009), there is a growing need at the national and international policy level for projections at large spatial scales of the economic values that local communities extract from forests, including that of NTFPs.

Ecosystem services and their valuation are a tool to contribute to the sustainable well-being of humanity (Costanza et al., 2017). Furthermore, in cases where the value of NTFPs is recognized, there is a relevant potential incentive to maintain standing forests. It is therefore necessary to consider the integrity of forest ecosystems and recognize the multiple ecosystem services that should be incorporated into economic estimates (Morgan et al., 2022), including non-timber products. In this context, it should be considered that the advantages of the methodology suggested in this research are the simplicity to evaluate NTFPs individually, the limited number of data required and the simplicity of the method to be reproduced in other ecoregions. Meanwhile, the main limitation typical of economic valuations based on market price methods which, as argued by Turner et al. (2016), is that they only work for ecosystem services that are traded in the market (mainly provisioning services). It should also be mentioned that the approximate amounts in this research correspond to partial values, since non-tree species determined at family level or with different uses were not considered; however, it is a useful tool to have an approximation of the values of the forest via its NTFPs, which traditionally have not been included in the economic valuation.

Finally, it should be mentioned that while exclusively economic approaches can to some extent interpret ecosystem services in publicly understandable metrics, they also hinder the description of cultural components (Loc et al., 2018). As Kenter et al. (2015) indicate, a combination of monetary and non-monetary valuation processes and deliberative assessment processes are required for the generation of sustainable ecosystem options to be possible.

En cuanto al valor económico de PFTM en la región se pueden mencionar algunas experiencias en áreas rurales en la provincia de Santiago del Estero, Argentina, a través del método de valoración contingente, donde los valores obtenidos fueron: 61 USD·año<sup>-1</sup> para usos medicinales, 1602 USD·año<sup>-1</sup> para especies tintóreas y 1237 USD·año<sup>-1</sup> para plantas alimenticias (Sarmiento et al., 2020). Los resultados expresados en términos monetarios demuestran la importancia de los servicios que los bosques nativos brindan a las comunidades locales.

Las variaciones entre la presente estimación y los valores económicos del bosque reportados en otros estudios se debieron posiblemente a la utilización de métodos de valoración diferentes, ecoregiones distintas y la inclusión de los productos no maderables que, a su vez, se diferencian según las categorías de usos consideradas. Además, como mencionan Luswaga y Nuppenau (2020), el flujo de beneficios depende del estado de conservación del bosque, el cual es resultante de la gestión y puede variar entre enfoques.

En Paraguay existe tradición en el aprovechamiento y consumo de PFTM (Walcott et al., 2015); sin embargo, su valor real y potencial no son conocidos, situación que se refleja en la escasez de información tanto cualitativa como cuantitativa. Incluso en otros países de América Latina se menciona que los estudios de los PFTM, en términos económicos, son escasos (Anastacio-Martínez et al., 2016).

El uso de evaluaciones de los recursos naturales para informar a los tomadores de decisiones es limitado y la mayoría de los estudios son de naturaleza cualitativa (Schaafsma et al., 2014). Por lo general, estos son bastante localizados; es decir, se centran en un bosque o comunidad y los resultados no capturan la heterogeneidad de los servicios ecosistémicos. Según Schaafsma et al. (2014), estos vacíos inducen el riesgo de que los valores de los PFTM se omitan por completo en los procesos de toma de decisiones estratégicas si no se dispone de información específica del sitio, lo que conlleva efectos potencialmente graves sobre el bienestar local en las áreas que dependen del bosque. Según Daily et al. (2009), existe necesidad creciente a nivel de políticas nacionales e internacionales de proyecciones a grandes escalas espaciales de los valores económicos que las comunidades locales obtienen de los bosques, incluido el de los PFTM.

Los servicios ecosistémicos y su valoración constituyen una herramienta para contribuir al bienestar sustentable de la humanidad (Costanza et al., 2017). Asimismo, en los casos en que el valor de los PFTM es reconocido, existe incentivo potencial relevante para mantener los bosques en pie. Es necesario considerar, por tanto, la integridad de los ecosistemas forestales

## Conclusions

The economic value of direct use expressed by non-timber forest products (NTFPs) of the Alto Paraná Atlantic forests, Paraguay, was estimated at 2270 USD·ha<sup>-1</sup> for seven ornamental species with a market price (*Thaumatococcus bipinnatifidum*, *Billbergia nutans*, *Didymochlaena truncatula*, *Miltonia* sp., *Oeceoclades maculata*, *Acianthera* sp. and *Chusquea ramosissima* Lindm.). This reference amount represents the important role of non-timber products in the sustainable management of tropical forests. Therefore, it reaffirms the need for additional forest valuation efforts in Paraguay that include NTFPs and other ecosystem services not yet addressed, using similar methodologies to generate useful information for decision makers on a comparable level, taking into account the information gaps at the country level for each ecoregion.

## Acknowledgments

The authors would like to thank the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Paraguay (CONACYT) for providing funding to promote scientific production through the Paraguayan Program for the Development of Science and Technology (PROCIENCIA).

*End of English version*

## References / Referencias

- Aguirre, Z., Rivera, M., & Granda, V. (2019). Productos forestales no maderables de los bosques secos de Zapotillo, Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 26(2), 575–594. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26204>
- Anastacio-Martínez, N., Franco-Maass, S., Valtierra-Pacheco, E., & Nava-Bernal, G. (2016). Aprovechamiento de productos forestales no maderables en los bosques de montaña alta, centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(37), 21–38. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i37.49>
- Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., Hall, J., Lara, A., Laterra, P., Peña-Claros, M., Silva Matos, D. M., Vogl, A. L., Romero-Duque, L. P., Arreola, L. F., Caro-Borrero, A. P., Gallego, F., Jain, M., Little, C., de Oliveira Xavier, R., ...Poorter, L. (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services*, 2, 56–70. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.006>
- Céspedes, G., Weber, E., & González, G. (2008). *Especies útiles de la flora paraguaya: frutos comestibles*. Asunción, Paraguay: Proyecto Etnobotánica Paraguaya.
- Contreras, F., Leaño, C., Licona, J., Dauber, E., Gunnar, L., Hager, N., & Caba, C. (1999). *Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo*. BOLFOR, PROMABOSQUE. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnacg821.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacg821.pdf)

y reconocer los múltiples servicios ecosistémicos que deben ser incorporados en las estimaciones económicas (Morgan et al., 2022), entre ellos los productos no maderables. En este sentido, se debe considerar que las ventajas de la metodología sugerida en esta investigación son la simplicidad para evaluar los PFNM de manera individual, el número limitado de datos requeridos y la facilidad con la que el método puede ser reproducido en otras ecorregiones. En tanto, la limitación principal típica de las valoraciones económicas basadas en métodos de precios de mercado que, como afirman Turner et al. (2016), es que solo funcionan para servicios ecosistémicos que se transan en el mercado (principalmente servicios de aprovisionamiento). Se debe tener en cuenta, además, que los montos aproximados en esta investigación corresponden a valores parciales, ya que no se consideraron especies no arbóreas determinadas a nivel de familia ni con usos diferentes; sin embargo, constituye una herramienta útil para contar con una aproximación a los valores del bosque a través de sus PFNM, los cuales tradicionalmente no han sido incluidos en la valoración económica.

Finalmente, debe mencionarse que, si bien los enfoques exclusivamente económicos pueden hasta cierto punto interpretar a los servicios ecosistémicos en métricas comprensibles para el público, también obstaculizan la descripción de los componentes culturales (Loc et al., 2018). Como señalan Kenter et al. (2015), se requiere de una combinación de procesos de valoración monetarios y no monetarios, y procesos de evaluación deliberativos para que sea posible la generación de opciones sustentables para los ecosistemas.

## Conclusiones

El valor económico de uso directo expresado a través de los productos forestales no maderables (PFNM) del Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay, se estimó en 2270 USD·ha<sup>-1</sup> considerando siete especies de uso ornamental que cuentan con precio de mercado (*Thaumatococcus bipinnatifidum*, *Billbergia nutans*, *Didymochlaena truncatula*, *Miltonia* sp., *Oeceoclades maculata*, *Acianthera* sp. y *Chusquea ramosissima* Lindm.). Tal monto de referencia representa el rol importante de los productos no maderables en el manejo sustentable de los bosques tropicales. Por tanto, se reafirma la necesidad de esfuerzos adicionales de valoración del bosque en Paraguay que incluyan los PFNM y otros servicios ecosistémicos aún no abordados, a través de metodologías similares que permitan generar información útil para los tomadores de decisiones sobre una base comparable, teniendo en cuenta los vacíos de información a nivel país para cada ecorregión.

- Costanza, R., Déarge, R., de Groot, R. S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., & O'Neill, R. (1997). The total value of the world's ecosystem services and natural capital. *NATURE*, 387, 253–260. [https://www.researchgate.net/publication/40197297\\_The\\_value\\_of\\_the\\_world's\\_ecosystem\\_services\\_and\\_natural\\_capital\\_Nature](https://www.researchgate.net/publication/40197297_The_value_of_the_world's_ecosystem_services_and_natural_capital_Nature)
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., & Grasso, M. (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>
- Da Ponte, E., Mack, B., Wohlfart, C., Rodas, O., Fleckenstein, M., Oppelt, N., Dech, S., & Kuenzer, C. (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. <https://doi.org/10.3390/f8100389>
- Daily, G., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P., Mooney, H., Pejchar, L., Ricketts, T., Salzman, J., & Shallenberger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: Time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 21–28. <https://doi.org/10.1890/080025>
- Degen de Arrúa, R., & González, Y. (2014). Plantas medicinales utilizadas en las comunidades de Itá Azul y San Gervasio (Paraguay). *Revista de Fitoterapia*, 14(2), 153–166. [https://www.fitoterapia.net/php/descargar\\_documento.php?id=4318&doc\\_r=sn&num\\_volumen=37&secc\\_volumen=5964](https://www.fitoterapia.net/php/descargar_documento.php?id=4318&doc_r=sn&num_volumen=37&secc_volumen=5964)
- Degen de Arrúa, R., González, F., & Ferro, E. (2019). Ethonobotanical issues on medicinal plants from Paraguay. In J. L. Martínez, A. Muñoz-Acevedo, & M. Rai (Eds.), *Ethnobotany: Local knowledge and traditions* (p. p. 232–254). CRC Press.
- Dinerstein, E., Olson, D., Graham, A., Webster, S., & Primm, M. (1995). *A Conservation assessment of the terrestrial ecoregions of America and the Caribbean*. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/957541468270313045/pdf/multi-page.pdf>
- Duchelle, A. E., Guariguata, M. R., Less, G., Albornoz, M. A., Chavez, A., & Melo, T. (2012). Evaluating the opportunities and limitations to multiple use of Brazil nuts and timber in Western Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 268, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.023>
- Dujak, M., Ferrucci, M., Vera, M., Pineda, J., Chaparro, E., & Brítez, M. (2015). Registros sobre las especies vegetales alimenticias utilizadas por dos comunidades indígenas Mbyá - Guaraní de la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Itapúa - Paraguay. *Steviana*, 7, 25–47. [https://doi.org/10.56152/StevianaFacenV7A2\\_2015](https://doi.org/10.56152/StevianaFacenV7A2_2015)
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being: current state and trends*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.754.aspx.pdf>
- Ferro, E. (2019). Las plantas medicinales en el Paraguay. *Revista Virtual de la Sociedad Paraguaya de Medicina Interna*, 6(2), 9–10. <https://doi.org/10.18004/rvspmi/2312-3893/2019.06.02.09-010>
- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). (2016). *Bosque Atlántico*. [https://www.wwf.org.py/?295150/Bosque-Atlntico-3-pases-](https://www.wwf.org.py/?295150/Bosque-Atlntico-3-pases-148-millones-de-personas-uno-de-los-bosques-ms-valiosos-del-mundo)
- Agradecimientos**
- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Paraguay (CONACYT) por facilitar los recursos económicos a través del Programa Paraguayo para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología (PROCIENCIA) para el fomento de la producción científica.
- Fin de la versión en español**
- 148-millones-de-personas-uno-de-los-bosques-ms-valiosos-del-mundo
- Frey, G., Chamberlain, J., & Schmidt, J. (2019). Estimating the value of forests for provisioning non-timber forest products to market: concepts, approaches, and case studies. *Agricultural and Resource Economics Review*, 49(1), 91–116. <https://doi.org/10.1017/age.2019.17>
- Gauto, I., Dujak, M., Guerrero, A., & Stauffer, F. (2016). Botánica de las palmeras del Paraguay: familia Arecaceae. *Rojasiana*, 15(1), 25–39. [http://www.qui.una.py/files/publicaciones/rojasiana/Vol15/4ROJASIANA\\_151\\_Junio\\_2016.pdf](http://www.qui.una.py/files/publicaciones/rojasiana/Vol15/4ROJASIANA_151_Junio_2016.pdf)
- Instituto de Botánica de Darwinion. (2023). *Flora del Conosur. Catálogo de plantas vasculares*. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/Especies.asp>
- Kenter, J., O'Brien, L., Hockley, N., Ravenscroft, N., Fazey, I., & Irvine, K. (2015). What are shared and social values of ecosystems? *Ecological Economics*, 111, 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.01.006>
- Loc, H., Ballatore, T., Irvine, K., Thi Hong, N., Thi Cam, T., & Shimizu, Y. (2018). Socio-geographic indicators to evaluate landscape cultural ecosystem services: a case of Mekong Delta, Vietnam. *Ecosystem Services*, 31C, 527–542. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.11.003>
- López, R., & Cavellier, I. (2007). Productos forestales no maderables en los Andes colombianos: una aproximación a su conocimiento y monitoreo. En D. Armenteras & N. Rodríguez (Eds.), *Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005* (pp. 91–104). Instituto Alexander von Humboldt.
- Luswaga, H., & Nuppenau, E. (2020) Participatory forest management in West Usambara Tanzania: what is the community perception on success? *Sustainability*, 12(3), 925. <https://doi.org/10.3390/su12030921>
- Merenciano, A., Musálem, K., Laino, R., Rey, J., Cruz-Alonso, V., El Raiss, Z., Brun, V., Chaparro, P., Lubián, A., González, J., Amarilla, S., Aranda, M., & Enciso, C. (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>
- Morgan, E., Buckwell, A., Guidi, C., García, B., Rimmer, L., Cadman, T., & Mackey, B. (2022). Capturing multiple forest ecosystem services for just benefit sharing: the basket of benefits approach. *Ecosystem Services*, 55. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101421>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1994). *Consulta de expertos sobre productos*

- forestales no madereros para América Latina y el Caribe. FAO. <http://www.fao.org/docrep/019/t2354s/t2354s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2014). *State of the world's forests: enhancing the socioeconomic benefits from forests*. FAO. <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/418450/>
- Peralta-Kulik, N., Ayala, L., Amarilla, S., Pérez de Molas, L., & González, J. (2018). Valoración económica de bienes de uso directo e indirecto de un bosque de la Ecorregión Alto Paraná, Paraguay. *Paraquaria Natural*, 6(2), 8–13. [https://doi.org/10.32525/PARAQUARIANAT.2018\(6\):8.13](https://doi.org/10.32525/PARAQUARIANAT.2018(6):8.13)
- Pin, A., González, G., Marín, G., Céspedes, G., Cretton, S., Christen, P., & Roguet, D. (2009). *Plantas medicinales del Jardín Botánico de Asunción*. Proyecto Etnobotánica Paraguaya.
- Quevedo, M. L., Amarilla, S. M., & González, J. D. (2013). Determinación del potencial económico del bosque en una finca tipo en el distrito de Horqueta, región Oriental del Paraguay. *Investigación Agraria*, 11(1), 60–65. <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/42>
- Quevedo, M. L., Pérez de Molas, L. F., Tomaz Folmann, W., Amarilla, S. M., Gamarra Ruíz Díaz, L., Peralta-Kulik, N., Silva Palacios, X. M., Nogueira Dias, A., & de Magalhaes Miranda, G. (2021). Valoración económica, composición, estructura y diversidad florística del bosque mesoxerofítico semicaducifolio de *Schinopsis balansae* Engl., Ecorregión Chaco Húmedo, Paraguay. *Investigación Agraria*, 23(2), 101–110. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2021.diciembre.2302689>
- Rodríguez, L., Curetti, G., Garegnani, G., Grilli, G., Pastorella, F., & Paletto, A. (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. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000100005>
- Rolón, C., Olmedo, B., Marchi, P., & Vera, M. (2021). *Orquídeas de Mbaracayú. Una guía de las especies de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú*. Ed. Rojasiana. [https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload\\_editores/u454/LIBRO-ORQUIDEAS-DE-MBARACAYU.pdf](https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/LIBRO-ORQUIDEAS-DE-MBARACAYU.pdf)
- Sarmiento, M., Bruno, C., & García, J. (2022). Disposición a pagar para conservar servicios ecosistémicos de provisión en bosques nativos en Santiago del Estero, Argentina. *Investigación Agraria*, 24(1), 14–22. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2022.junio.2401705>
- Sarmiento, M., Bruno, C., & Guerrero, N. (2020). Advances in determining the value and importance of useful plants for rural populations in Santiago del Estero, Argentina. *Modern Concepts & Developments in Agronomy*, 6(4). <https://doi.org/10.31031/mcda.2020.06.000642>
- Schaafsma, M., Morse-Jones, S., Posen, P., Swetnam, R., Balmford, A., Bateman, I., Burgess, N., Chamshama, S., Fisher, B., Freeman, T., Geoffrey, V., Green, R., Hepelwa, A., Hernández-Sirvent, A., Hess, S., Kajembe, G., Kayharara, G., Kilonzo, M., Kulindwa, K., ... Turner, R. (2014). The importance of local forest benefits: economic valuation of non-timber forest products in the eastern arc mountains in Tanzania. *Global Environmental Change*, 24, 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.08.018>
- Schinini, A. (2010). Orquídeas nativas del Paraguay. *Rojasiana*, 9(1-2), 11–316. <https://qui.una.py/volumen-91-2-2010/>
- Secretaría del Ambiente (SEAM). (14 de enero, 2013). Resolución N° 614 por la cual se establecen las ecorregiones para las regiones oriental y occidental del Paraguay. [https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/07/res\\_seam\\_614-2013.pdf](https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/07/res_seam_614-2013.pdf)
- Small, N., Munday, M., & Durance, I. (2017). The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits. *Global Environmental Change*, 44, 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.03.005>
- Soria, N., & Basualdo, I. (2015). Recursos fitogenéticos: conservación de las especies medicinales en Paraguay. *Dominguezia*, 31(1), 41–47. Retrieved from [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/910895/recursos-fitogeneticos-conservacion-de-las-especies-medicinales\\_E0UK6B7.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/910895/recursos-fitogeneticos-conservacion-de-las-especies-medicinales_E0UK6B7.pdf)
- Suárez, M., & Mereles, M. (2006). Los árboles medicinales utilizados en la comunidad de Paso Jovái, Departamento de Guairá, Paraguay. *Rojasiana*, 7(2), 91–115. [http://www.who.una.py/files/publicaciones/rojasiana/Vol%207%20\(2\)%202006/6\\_Los%20arboles%20medicinales.pdf](http://www.who.una.py/files/publicaciones/rojasiana/Vol%207%20(2)%202006/6_Los%20arboles%20medicinales.pdf)
- Turner, K., Anderson, S., González-Chang, M., Costanza, R., Courville, S., Dalgaard, T., Dominati, E., Kubiszewski, I., Ogilvy, S., Porfirio, L., Ratna, N., Sandhu, H., Sutton, P., Svenning, J., Turner, G., Varennes, Y., Voinov, A., & Wratten, S. (2016). A review of methods, data, and models to assess changes in the value of ecosystem services from land degradation and restoration. *Ecological Modelling*, 319, 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.07.017>
- Walcott, J., Thorley, J., Kapos, V., Miles, L., Woroniecki, S., & Blaney, R. (2015). *Maapeo de los beneficios múltiples de REDD+ en Paraguay: utilización de la información espacial para apoyar la planificación del uso de la tierra*. [https://redd.unfccc.int/uploads/4831\\_2\\_1-mapeo\\_2C\\_informacion\\_espacial\\_para\\_planificacion\\_uso\\_de\\_tierra\\_redd\\_2B.pdf](https://redd.unfccc.int/uploads/4831_2_1-mapeo_2C_informacion_espacial_para_planificacion_uso_de_tierra_redd_2B.pdf)
- Zanotti, C., Suescún, M., & Mathieu, G. (2012). Sinopsis y novedades taxonómicas de peperomia (piperaceae) en la Argentina. *Darwiniana*, 50(1), 124–147. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2014.501.369>

**Apéndice 1. Especies arbóreas con posibles usos no maderables en el Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay.**

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	Usos
1	Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	Palmito	Alimenticios <sup>1</sup>
2	Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Pindó	Ornamental. Alimenticio: frutos dulces y comestibles <sup>2</sup> . Medicinal: La raíz en decocción se usa como diurético <sup>3</sup> . Purgante, antihipertensivo, antirreumático, para la diabetes y dificultades con la circulación sanguínea. Combinado con hojas de otras especies se emplea como abortivo <sup>3,4</sup> . Artesanal: fibras utilizadas para confección de ropa, redes y canastas <sup>1,2</sup> .
3	Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Karova guasu	La infusión de la corteza, en forma de mate o de tereré, se emplea para el dolor de espalda, inflamación, enfriamiento y mal humor <sup>4</sup> . La infusión caliente de la corteza se utiliza para lavar las llagas y heridas <sup>4</sup> .
4	Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J. S. Mill.	Guajayvi	Las hojas se utilizan como cicatrizante y contra la sífilis <sup>3</sup> .
5	Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Colita	Las hojas en decocción se utilizan como cardiotónico y depurativo de la sangre <sup>3</sup> .
6	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamón	El fruto se utiliza como digestivo y laxante <sup>3</sup> . Las flores secas en infusión se utilizan contra la bronquitis <sup>3</sup> . Las flores masculinas se usan contra la tos y asma <sup>3</sup> .
7	Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Jacarati'a	Los frutos son dulces y comestibles <sup>2</sup> .
8	Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link. ssp. <i>pruinosa</i> (Vogel) Fortunato & Wunderlin	Pata de buey	Las hojas frescas, en decocción o con el tereré, se usan para afecciones hepáticas y renales, diabetes, dolores de garganta y en molestias de la piel <sup>3</sup> y como antiinflamatorio.
9	Fabaceae	<i>Inga uraguensis</i> Hook. & Arn.	Inga guasu	Fruto dulce y comestible <sup>2</sup> . El polvo de las semillas se utiliza como narcótico <sup>2</sup> ; además, es una especie melífera <sup>2</sup> .
10	Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Yvyra paje	La corteza en decocción se utiliza contra la gota, como antirreumática y expectorante <sup>3</sup> . El polvo de la corteza se emplea como desinfectante de heridas y llagas <sup>3</sup> .
11	Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Kurupa'y ra	La corteza en decocción se utiliza como desinfectante de heridas <sup>4</sup> .
12	Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taub.	Yvyra pyta	La corteza se utiliza para afecciones respiratorias, faringitis, amigdalitis, desinfectante bucal o de heridas, cicatrizaciones difíciles <sup>1</sup> .
13	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	La corteza en infusión es de uso antipirético. El polvo de la corteza hervida y frutos en decocción se utilizan para golpes y hematomas, heridas internas y como astringente <sup>3</sup> .
14	Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Katigua pyta	La infusión de la corteza se emplea para la diarrea <sup>2</sup> .
15	Moraceae	<i>Ficus</i> sp.	Guapo'y	El látex y la corteza se emplea para inflamación, golpes, moretones y reuma <sup>4</sup> .
16	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud. ssp. <i>tinctoria</i>	Tata jyva	El fruto se consume crudo y en dulces <sup>2</sup> . La corteza seca se usa para la hepatitis <sup>3</sup> ; el fruto fresco para dolor del riñón <sup>3</sup> ; el látex para extraer los dientes y contra el dolor de muelas <sup>3</sup> . También se emplea para la fiebre, tos, dolores de pecho, cuerpo y heridas traumáticas <sup>3</sup> .
17	Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	Ñandypa mi	La infusión de las hojas se utiliza como adelgazante <sup>4</sup> .

**Apéndice 1. Especies arbóreas con posibles usos no maderables en el Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay. (cont.)**

Núm.	Familia	Especie	Nombre común	Usos
18	Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guavira pyta	Los frutos se consumen frescos y sirven para elaborar licores <sup>2</sup> . La infusión de los brotes se emplea como antiparasitario <sup>4</sup> . La infusión de las hojas secas se usa como astringente, antidiarreico y tónico estomacal; el fruto como purificador de la sangre <sup>3</sup> . Especie ornamental y melífera <sup>2</sup> .
19	Myrtaceae	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	Yvaporoit	La infusión de la corteza se emplea para problemas digestivos <sup>4</sup> y la del fruto maduro para problemas estomacales <sup>4</sup> .
20	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Jagua pinda	La raíz tiene uso purgante <sup>3</sup> . Las hojas y semillas en decocción se usan como antídoto contra mordeduras de serpientes y arañas <sup>3</sup> .
21	Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Yvyra ovi	La corteza en decocción se emplea como antipirético y digestivo y, en forma de gárgaras, como desinfectante <sup>3</sup> . También tiene uso antidiabético y para combatir úlceras <sup>3</sup> . La infusión de la corteza se emplea para problemas de sinusitis <sup>4</sup> .
22	Sapotaceae	<i>Chloroluma gonocarpa</i> (Mart. & Eichler) Baill. ex Aubrév.	Agua'i	Los frutos se utilizan para elaboración de dulces <sup>2</sup> .
23	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk. ssp. <i>marginatum</i>	Pykasu rembi'u	La infusión de las hojas se emplea como adelgazante y contra la diabetes <sup>4</sup> .
24	Solanaceae	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	Hu'i moneha	La infusión de las hojas se utiliza para la tos y los frutos como calmantes <sup>3</sup> .
25	Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Amba'y	Las hojas se utilizan para la tos y como expectorante, en ocasiones con jaguarundi <sup>3</sup> .

Fuente: elaboración propia con base en Gauto et al. (2016)<sup>1</sup>, Céspedes et al. (2008)<sup>2</sup>, Pin et al. (2009)<sup>3</sup>, Suárez y Mereles (2006)<sup>4</sup>.

Fuente: elaboración propia con base en Gauto et al. (2016)<sup>1</sup>, Céspedes et al. (2008)<sup>2</sup>, Pin et al. (2009)<sup>3</sup>, Suárez y Mereles (2006)<sup>4</sup>.

**Apéndice 2. Especies no maderables identificadas según sus usos (M: medicinal; O: ornamental; Al: alimenticio; Ar: artesanal) en el Bosque Atlántico del Alto Paraná, Paraguay.**

Núm.	Especie	Usos			
		M	O	Al	Ar
1	<i>Thaumatococcus bipinnatifidum</i> (Schott. ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo		x	x	
2	<i>Billbergia nutans</i> H. Wendl. ex Regel		x		
3	<i>Rhipsalis baccifera</i> (J. S. Muell.) Stearn		x		
4	<i>Rhipsalis cereuscula</i> Haw.	x	x		
5	<i>Didymochlaena truncatula</i> (Sw.) J. Sm.		x		
6	<i>Miltonia</i> sp.		x		
7	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.		x		
8	<i>Acianthera</i> sp.		x		
9	<i>Peperomia circinnata</i> Link	x			
10	<i>Piper regnellii</i> (Miq.) C. D C.	x			
11	<i>Chusquea ramosissima</i> Lindm.	x	x		
12	<i>Euterpe edulis</i> Mart.			x	
13	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	x	x	x	x
14	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	x			
15	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J. S. Mill.	x			
16	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	x			
17	<i>Carica papaya</i> L.	x		x	
18	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.			x	
19	<i>Bauhinia forficata</i> Link. ssp. <i>pruinosa</i> (Vogel) Fortunato & Wunderlin	x			
20	<i>Inga uraguensis</i> Hook. & Arn.	x		x	
21	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	x			
22	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	x			
23	<i>Peltophorum dubium</i> (Sprengel) Taub.	x			
24	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	x			
25	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	x			
26	<i>Ficus</i> sp.	x			
27	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud. ssp. <i>tinctoria</i>	x		x	
28	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	x			
29	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	x	x	x	
30	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	x		x	
31	<i>Pisonia aculeata</i> L.	x			
32	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	x			
33	<i>Chloroloma gonocarpa</i> (Mart. & Eichler) Baill. ex Aubrév.	x		x	
34	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk. ssp. <i>marginatum</i>	x			
35	<i>Solanum granuloso-leprosum</i> Dunal	x			
36	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	x			

Fuente: elaboración propia con base en Gauto et al. (2016), Céspedes et al. (2008), Pin et al. (2009), Suárez y Mereles (2006).