

Valoración económica de la reserva de Carbono del recurso arbóreo del Parque Dr. Claudio Pavetti, Asunción, Paraguay

Economic valuation of the Carbon reserve of the arboreal resource of the Dr. Claudio Pavetti Park, Asunción, Paraguay

Lidia Florencia Pérez de Molas^{1*}, Lila Mabel Gamarra Ruiz Díaz¹ y Carlos Roberto Sanquetta²

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Central, Paraguay.

² Universidade Federal de Paraná, Faculdade de Engenharia Florestal. Curitiba, Paraná, Brasil.

RESUMEN

La conservación de las áreas verdes urbanas proporcionan beneficios de mitigación y adaptación al cambio climático, además de ofrecer servicios ecosistémicos para las poblaciones locales, donde la valoración económica de los bienes resulta una alternativa confiable para dicha finalidad. El objetivo del presente estudio fue determinar la biomasa total y el valor económico de la reserva de Carbono del recurso arbóreo del Parque Dr. Claudio Pavetti. Fue realizado un inventario forestal identificando y midiendo todos los árboles con $d_{1,30\text{ cm}} \geq 10\text{ cm}$. Para la estimación de la biomasa total se aplicó la ecuación alométrica para la ecorregión Chaco Húmedo. Para la valoración económica se utilizó el precio promedio del primer semestre del año 2020, del valor de los Derechos de Emisión de la Unión Europea (EUA) reflejados en la Bolsa del Sistema Europeo de Negociación de CO_2 (SENDECO₂). Fueron identificados 94 individuos, pertenecientes a 22 especies, 21 géneros y 13 familias botánicas. Las especies que obtuvieron mayor valor de Carbono acumulado fueron *Peltophorum dubium* ($54,62\text{ Mg ha}^{-1}$), *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* ($23,56\text{ Mg ha}^{-1}$), *Pterogyne nitens* ($18,75\text{ Mg ha}^{-1}$) y *Parapiptadenia rigida* ($12,21\text{ Mg ha}^{-1}$). La biomasa total estimada fue de $281,86\text{ Mg ha}^{-1}$, lo que equivale a $132,47\text{ Mg ha}^{-1}$ de C y $485,74\text{ Mg ha}^{-1}$ de $\text{CO}_2\text{ eq}$. El valor económico del servicio ecosistémico de la reserva de C asciende a $168,11\text{ US\$ ha}^{-1}$.

Palabras clave: Servicio ecosistémico, Carbono, ecuación alométrica, Áreas verdes urbanas

ABSTRACT

The conservation of urban green areas provides benefits of mitigation and adaptation to climate change, in addition to offering ecosystem services for local populations, where the economic valuation of the goods is a reliable alternative for this purpose. The objective of this study was to determine the total biomass and the economic value of the Carbon reserve of the arboreal resource in the Dr. Claudio Pavetti Park. A forest inventory was carried out identifying and measuring all the trees with $d_{1,30\text{ cm}} \geq 10\text{ cm}$. For the estimation of the total biomass, the allometric equation for the Humid Chaco ecoregion was applied. For the economic valuation, the average price of the first semester of 2020 was used, considering the value of the Emission Rights of the European Union (EUA) reflected in the Stock Exchange of the European CO_2 Trading System (SENDECO₂). 94 individuals were identified belonging to 22 species, 21 genera and 13 botanical families. The species that obtained the highest accumulated Carbon value were *Peltophorum dubium* (54.62 Mg ha^{-1}), *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (23.56 Mg ha^{-1}), *Pterogyne nitens* (18.75 Mg ha^{-1}) and *Parapiptadenia rigida* (12.21 Mg ha^{-1}). The estimated total biomass was 291.58 Mg ha^{-1} , which is equivalent to 137.04 Mg ha^{-1} of C and 502.49 Mg ha^{-1} of $\text{CO}_2\text{ eq}$. The economic value of the ecosystem service of the reserve for C amounts to $\text{US\$ }168.11\text{ ha}^{-1}$.

Key words: Ecosystem service, Carbon, allometric equation, Urban green areas

INTRODUCCIÓN

La degradación del ecosistema por actividades antrópicas se ha considerado una de las causas principales del cambio climático. La mitigación a dicho fenómeno representa un desafío global, pues en pos de la modernización y el mejoramiento de la calidad de vida, se ha realizado grandes impactos al entorno

natural, tal que la idea de una convivencia armónica con la naturaleza se ha vuelto cada vez más lejana.

La acelerada transformación de las áreas urbanas, en particular de la ciudad de Asunción y su Área Metropolitana, debido principalmente al aumento de su población sumado a la migración rural hacia las ciudades (DGEEC, 2015) y la expansión de los grandes proyectos de construcciones edilicias en altura e

*Autor para correspondencia:

lidia.perezmolasm@agr.una.py

Conflicto de interés:

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Licencia:

Artículo publicado en acceso abierto con una licencia Creative Commons CC-BY

Contribución de autoría:

Todos los autores realizaron contribuciones sustanciales en la concepción y diseño de este estudio, al análisis e interpretación de datos, a la revisión del manuscrito y la aprobación de la versión final. Todos los autores asumen la responsabilidad por el contenido del manuscrito.

Historial:

Recibido: 25/01/2021;
Aceptado: 08/03/2022

Periodo de Publicación:

Enero-Junio de 2022

Editor invitado:

Juan Venancio Benítez Núñez



infraestructura, son fuente de constante presión sobre las áreas verdes históricamente existentes en la metrópoli desde hace centenares de años. Antiguos barrios de Asunción, han experimentado grandes transformaciones en su espacio territorial en las últimas décadas.

La disminución de árboles y consecuentemente, de espacios verdes trae diferentes consecuencias ambientales, desequilibrios ecológicos, reducción de humedad atmosférica, aumento de temperatura y contaminación (Meza, Velázquez Ramírez y Larrucea Garritz, 2017; Morales, Piedra Castro, Romero Vargas y Bermúdez Rojas, 2018), lo cual requiere de grandes esfuerzos de gestión para contrarrestarlos y donde la valoración económica puede ser una herramienta eficaz y complementaria para lograr mitigar dichos aspectos (Costanza et al., 2017) al mismo tiempo de servir en la gestión más eficiente de los servicios ambientales de las áreas verdes.

Las áreas verdes urbanas podrían ser incorporadas dentro de la aplicación del concepto de sostenibilidad, pues la percepción y valoración de una ciudad sostenible incluye cubrir diferentes aspectos relacionados a la calidad de vida de sus habitantes en función del impacto ambiental producido (Pinzón y Echeverri 2010). La conservación de las áreas verdes urbanas proporcionan beneficios de mitigación y adaptación al cambio climático, para la biodiversidad en sí, además de ofrecer servicios ecosistémicos para las poblaciones locales (Saito, 1990; Arnberger, 2006; Oliveira et al., 2011; Demuzere et al., 2014), por lo cual, numerosas estrategias están basadas en la gestión adecuada de los espacios verdes en las ciudades (Gill, Handley, Ennos y Pauleit, 2007; Bowler, Buyung-Ali, Knight y Pullin, 2010; Alamgir, Turton, MacGregor y Lesley, 2016), así como el Proyecto "Asunción ciudad verde de las Américas – vías a la sustentabilidad", liderado por el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible e implementado por diferentes instituciones y entidades, donde se busca mejorar la calidad de vida en Asunción y su Área Metropolitana, al lograr ciudades más sostenibles y resilientes, integrando el transporte, la gestión de residuos sólidos y el manejo de las áreas verdes a la planificación urbana.

El Parque Dr. Claudio Pavetti fue declarado "Patrimonio Natural de la Ciudad de Asunción" conforme a resolución de la Junta Municipal de la Ciudad de Asunción N° 5219/13 y forma parte del Catálogo del Patrimonio histórico, urbanístico y ambiental conforme Ordenanza Municipal N° 35/1996, donde el espíritu de pertenencia y sentimiento que sienten y transmiten los pobladores locales hacia esta área verde, le da más valor aún.

Teniendo en cuenta lo expuesto, además de la importancia a nivel internacional de que la Capital

de Asunción fuera declarada "Capital verde de Iberoamérica" en el marco de la XII Asamblea Plenaria de la Unión de Ciudades Capitales Iberoamericanas (UCCI) en el año 2015 por poseer 45,38 m² de áreas verdes públicas y privadas por habitante (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015), y sobre todo, la escasa información sobre el tema de valoración económica (Rivarola y Amarilla, 2015; Kopcow, Amarilla y González, 2017), el objetivo del presente estudio fue determinar la biomasa total y el valor económico de la reserva de Carbono presente en el recurso arbóreo del Parque Dr. Claudio Pavetti.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio fue realizado a partir del inventario forestal ejecutado en un fragmento de vegetación presente en el Parque Dr. Claudio Pavetti en el año 2017. El mismo está localizado en Asunción, Paraguay. Posee una superficie de 2,3 ha y se encuentra inserto dentro de la ecorregión Chaco Húmedo (Dinerstein et al., 1995) (Figura 1). La temperatura media anual es de 22-23°C y la precipitación media anual de 1400-1600 mm. Según Holdridge (1969) el área de estudio se ubica dentro de la zona de Vida Bosque Templado Húmedo.

Algunas especies características de la ecorregión Chaco Húmedo y que se conservan en el Parque estudiado son: *Peltophorum dubium* (yvyra pyta), *Pterogyne nitens* (yvyraro), *Ruprechtia laxiflora* (yvyra piu guasu), *Parapiptadenia rigida* (kurupa'yrã), *Terminalia triflora* (Guajayvi sa'yju), *Cordia americana* (guajayvi), *Enterolobium contortisiliquum* (timbo), *Chrysophyllum gonocarpum* (aguai), *Holocalyx balansae* (yvyra pepe), *Cynophalla flexuosa* (indio kumanda), *Eugenia myrcianthes* (yva hai), *Calycophyllum multiflorum* (palo blanco), *Handroanthus heptaphyllus* (tajy hu), *Zanthoxylum petiolare* (tembetary morotí) y *Achatocarpus praecox* var. *praecox* (palo tinta) (Peña-Chocarro, De Egea Juvenil, Vera, Maturo y Knapp, 2006; Vogt, 2012; Vogt, 2013). El Parque lleva el nombre de Dr. Claudio Pavetti (1904-1986), en memoria a su ex propietario, quien fuera un renombrado botánico y profesor de la Universidad Nacional de Asunción por muchos años (Vatteone de Scappini, 2017).

Análisis de los datos

Se midieron y registraron datos de especie, altura total y diámetro a la altura de pecho de todos los individuos con $d_{1,30} \geq 10$ cm. La identificación de las especies fue realizada a través de la observación directa de los caracteres macromorfológicos y la actualización de los nombres científicos por medio del Catálogo del Conosur del Instituto Botánica Darwinion (Zuloaga y Belgrano, 2018).

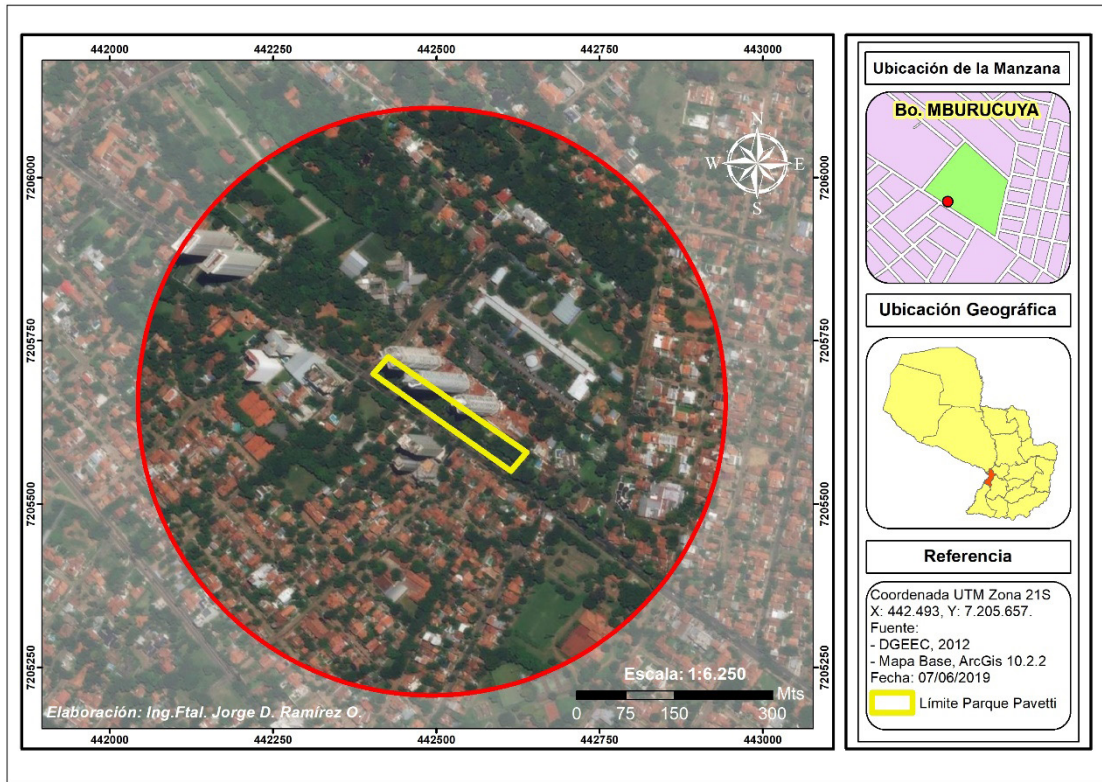


Figura 1. Ubicación del Parque Dr. Claudio Pavetti.

Se estimó la biomasa total por medio del modelo alométrico propuesto por Sato et al. (2015) (1) para el Chaco Húmedo. Para la selección de este modelo fue analizada la amplitud de los datos en relación a la variable diámetro, además de otros parámetros como el coeficiente de determinación ($R^2 = 0,97$) y el error estándar residual ($RSE = 0,24$) (Sanquetta, 2002).

$$\text{Biomasa total} = 0,0690 \times (D^2 H)^{0,9932} \quad (1)$$

Donde: D = Diámetro a la altura de pecho ($d_{1,30}$)

H = Altura

Para el cálculo de Carbono acumulado fue utilizado el factor medio padrón del IPCC (2006) sugerido para bosques subtropicales (0,47). La reserva de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2_{eq}) se calculó multiplicando el valor de la conversión estequiométrica de la masa del elemento C para la molécula de CO_2 (Sanquetta et al., 2018).

Para la valoración económica se utilizó el método basado en valores de mercado, tomando como referencia el precio promedio del primer semestre del año 2020, del valor de los Derechos de Emisión de la Unión Europea (EUA) reflejados en la Bolsa del

Sistema Europeo de Negociación de CO_2 (SENDECO₂, 2020), entidad perteneciente al mercado de cumplimiento, el cual fue de 0,29 € por Mg ha^{-1} de CO_2_{eq} .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron identificados, medidos y registrados 94 individuos, pertenecientes a 22 especies, 21 géneros y 13 familias botánicas, de las cuales, 15 especies (68%) están citadas como características de la ecorregión Chaco Húmedo (Peña-Chocarro et al., 2006; Vogt, 2012; Vogt, 2013). Las especies que obtuvieron mayor valor de Carbono acumulado fueron *Peltophorum dubium* ($54,62 \text{ Mg ha}^{-1}$), *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* ($23,56 \text{ Mg ha}^{-1}$), *Pterogyne nitens* ($18,75 \text{ Mg ha}^{-1}$) y *Parapiptadenia rigida* ($12,21 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Tabla 1).

Estos valores están asociados, principalmente, al número de individuos registrados para cada especie y al área total que ocupan, donde el $d_{1,30}$ promedio de los individuos fue de 76,6 cm y la altura total promedio fue de 28,1 m.

Cabe resaltar que las especies que presentaron mayores valores de biomasa total corresponden a la familia Fabaceae, la cual posee gran representatividad en la flora dendrológica del país y adaptabilidad de las

Tabla 1. Valores de la reserva de biomasa (Mg ha^{-1}) y Carbono (Mg ha^{-1}) de las especies registradas.

Especie	Biomasa total Mg ha^{-1}	Carbono total Mg ha^{-1}
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	116,21	54,62
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	50,13	23,56
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	39,91	18,76
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	25,97	12,21
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	8,89	4,18
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill.	8,11	3,81
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	7,06	3,32
<i>Cedrela</i> aff. <i>odorata</i> L.	5,57	2,62
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	4,04	1,90
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	3,93	1,85
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	3,20	1,51
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	2,35	1,10
<i>Eugenia myrcianthes</i> Nied.	2,25	1,06
<i>Calycophyllum multiflorum</i> Griseb.	2,21	1,04
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	0,81	0,38
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) Presl	0,33	0,15
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	0,25	0,12
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	0,18	0,08
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A.St.-Hil. & Tul.	0,16	0,07
<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb. var. <i>praecox</i>	0,13	0,06
<i>Ceiba</i> sp.	0,11	0,05
<i>Plinia peruviana</i> (Poir.) Govaerts	0,04	0,02
Total	281,86	132,47

especies a diferentes condiciones de suelo y clima (Bernardi, 1984), además de la flexibilidad en su uso. Estas especies, cuya abundancia y dominancia determinaron estos valores, son pioneras en su gran mayoría y parecen estar relacionadas con procesos ecológicos secundarios (Spichiger, Bertoni y Loizeau, 1992; Lorenzi, 2016).

El valor económico del servicio ecosistémico de la reserva de Carbono para el área de estudio asciende a $168,11 \text{ US\$ ha}^{-1}$ ($142,46 \text{ € ha}^{-1}$). Lo que significa que, de no realizar proyectos y/o programas que impulsen la conservación de esta área, se perdería el monto equivalente a $1.214,36 \text{ Mg CO}_2_{\text{eq}}$. Merenciano González et al. (2018), en un estudio de valoración de un sistema silvopastoril, estimaron $254,08 \text{ Mg ha}^{-1}$ de CO_2 ha^{-1} para el componente bosque, lo que equivale a un valor económico de $134 \text{ US\$ ha}^{-1}$ en bonos de Carbono, con el mismo sistema de negociación y para la misma ecorregión.

López et al. (2018), en un estudio de Carbono aéreo en el arbolado urbano de la ciudad de Chapultepec, México, obtuvieron un valor de 24.217 Mg , para un área de $49,73 \text{ ha}$, donde de acuerdo al valor de

SENDECO₂ (2020) utilizado para este estudio, se estimaría un valor de $438,82 \text{ US\$ ha}^{-1}$ de bonos de Carbono. Según el primer reporte del Inventario Forestal Nacional del Paraguay a la UNFCCC (2015), la biomasa total estimada para el estrato Bosque Subhúmedo Inundable del Río Paraguay (correspondiente al Chaco Húmedo en este estudio) fue de $199,56 \text{ Mg ha}^{-1}$, lo que corresponde a $92,69 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C y $339,86 \text{ Mg ha}^{-1}$ de CO_2_{eq} , lo que significaría un valor en bonos de Carbono de $83,40 \text{ US\$ ha}^{-1}$.

Estas variaciones pueden estar asociadas a diversos factores, como la estructura y composición de las comunidades vegetales, topografía, actividades antrópicas (Brown, Gillespie y Lugo, 1989; Chave et al., 2005; Mandal y Joshi, 2014) y el criterio de inclusión de las especies durante el inventario.

El valor económico encontrado resulta ínfimo en términos monetarios, sin embargo, si se ampliara esta investigación con la adición de otras numerosas áreas verdes existentes en Asunción, posibilitaría un aumento considerable en el valor económico del bien intangible en términos de captura de Carbono.

CONCLUSIONES

Fue posible estimar la biomasa total y determinar el valor económico de la reserva de Carbono presente en el recurso arbóreo del Parque Dr. Claudio Pavetti, donde este tipo de estudios abre la posibilidad de crear mecanismos financieros para la gestión del mismo, por lo que, a pesar de que el valor obtenido en esta investigación represente un monto exiguo para la mejora y mantenimiento del Parque, resulta de gran oportunidad para iniciar un proceso en el cual se obtengan mayores beneficios relacionados a su sostenibilidad.

Otros estudios más abarcativos de las múltiples funciones y servicios que proveen las áreas verdes urbanas, podrían incluir la valoración de servicios ecosistémicos, que aunque existentes y reconocidos, no fueron contemplados en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. For. Jorge Ramírez por la elaboración del mapa de ubicación.

A la Dra. Mónica Cáceres por los documentos y antecedentes facilitados sobre el Parque Dr. Claudio Pavetti.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alamgir, M., Turton, S., MacGregor, C. y Lesley, P. (2016). Ecosystem services capacity across heterogeneous forest types: understanding the interactions and suggesting pathways for sustaining multiple ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 566-567:584-595.
- Arnberger, A. (2006). Recreation use of urban forests: An inter-area comparison. ELSEVIER. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), p. 135-144.
- Bernardi, L. (1984). Contribución a la dendrología paraguaya 1: Apocynaceae, Bombacaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Mimosoideae, Caesalpinoideae, Papilionatae. Ginebra: Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, *Missouri Botanical Garden. Boissiera*, 35, 341 p.
- Bowler, D., Buyung-Ali, L., Knight, T. M. y Pullin, A. (2010). "Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence". *Landscape and Urban Planning*, 97(3), p. 147-155.
- Brown, S., Gillespie, A. y Lugo, A. E. (1989). Biomass estimation methods for Tropical Forests with applications to Forest Inventory data. *Forest Science*, 35, p. 881-902.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., ... Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145, p. 87-99.
- Costanza, R., De Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L. Sutton, P., ... 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.

- Demuzere, M., Orru, K., Hridrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., ... Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. ELSEVIER. *Journal of Environmental Management*, 146, p. 107-115.
- Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, A. S., Bookbinder, M. P., ... Ledec, G. (1995). *Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones de América Latina y el Caribe*. Banco Mundial para la Naturaleza. Washington D.C., US, 135 p.
- DGEEC (2015). *Paraguay, proyección de la población por sexo y edad, según distrito, 2000-2025*. Asunción: Instituto Nacional de Estadística, Dirección General de Estadística, Encuestas y Censos, Secretaría Técnica de Planificación, , 583 p.
- Gill, S. E., Handley, J. E., Ennos, A. R. & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of green infrastructure". *Built Environment*, 33(1), p. 115-133.
- Holdridge, L. R. (1969). *Estudio ecológico de los bosques de la región oriental del Paraguay. Proyecto de Desarrollo Forestal y de Industrias Forestales*, FAO: SF/PAR/15. Documento de Trabajo N°. 1, Asunción, Paraguay. 19 p.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. (ed.). Published: IGES, Japan.
- Kopcow, R. R., Amarilla, S. M. y González, J. D. (2017). Servicios ecosistémicos en humedales y bosques de la Reserva Natural Morombí, Paraguay. *Paraquaria Natural*, 5(2), 32-36.
- Lorenzi, H. (2016). Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Instituto Plantarum de estudos de flora. Vol. 3 (2 ed.). São Paulo, 384 p.
- Mandal, G. & Joshi, S. P. (2014). Analysis of vegetation dynamics and phytodiversity from three dry deciduous forests of Doon Valley, Western Himalaya, India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 7(3), p. 292-304.
- Merenciano González, A. M., Musalém, K., Laíno, R., Rey Benayas, J. M., Cruz-Alonso, V., El Raiss Cordero, Z., ... Enciso, C. (2018). Servicios ecosistémicos en el Chaco Húmedo: retos para el manejo basado en los ecosistemas. *Ecosistemas*, 27(2), 115-125.
- Meza, M. C., Velázquez Ramírez, L. & Larrucea Garriz, A. (2017). Recuperación de Áreas Verdes Urbanas: La importancia del diagnóstico fitosanitario para la intervención. *Legado de Arquitectura y Diseño*, 1, 22. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/4779/477951390005/html/>
- Morales, V., Piedra Castro, L., Romero Vargas, M. & Bermúdez Rojas, T. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades de Costa Rica. *Biología Tropical*, 66, (4). Recuperado de: <https://www.>

- redalyc.org/jatsRepo/449/44959684007/html/index.html#B2
- Oliveira, S., Andrade, H. & Vaz, T. (2011). The cooling effect of green spaces as a contribute to the mitigation of urban heat: a case study in Lisbon. *Building and environment*, 46, 2186-2194.
- Ordenanza N°. 35 del 27 de diciembre de 1996. Junta Municipal de Asunción, Paraguay.
- Peña-Chocarro, M. C., De Egea Juvinel, J., Vera, M., Maturo, H. & Knapp, S. (2006). Guía de árboles y arbustos del Chaco húmedo. The Natural History Museum, Guyra Paraguay, Fundación Moisés Bertoni y Fundación Hábitat y Desarrollo. Asunción. 291 p.
- Resolución N°. 5219 del 17 de julio del 2013. Junta Municipal de Asunción, Paraguay.
- Rivarola, J. A. y Amarilla, S. M. (2015). Servicios ecosistémicos y potencial económico de los humedales de la estación biológica Tres Gigantes. *Paraquaria Natural*, 3(2), 12-18.
- Saito, I. (1990). Study of the effect of Green areas on the thermal environment in an urban area. *Energy and Building*, 15-16, 493-498.
- Sanquetta, C. R. (2002). Métodos de determinação de biomassa florestal. En Sanquetta, C. R., Watzlawick, L. F., Balbinot, R., Ziliotto, M. A. B., Gomes, F. (ed.). *As florestas e o carbono*. Curitiba: Ed. dos Autores, p. 119-140.
- Sanquetta, C. R., Corte, A. P. D., Pelissari, A. L., Tomé, M., Maas, G. C. B. & Sanquetta, M. N. I. (2018). Dinâmica em superfície, volume, biomassa e carbono nas florestas nativas brasileiras: 1990 – 2015. Universidade Federal do Paraná, *Biofix Scientific Journal*, 3(1), p. 193-198.
- Sato, T., Saito, M., Ramírez, D., Pérez de Molas, L. F., Toriyama, J., Herebia, E., ... Vera de Ortíz, M. (2015). Development of Allometric Equations for Tree Biomass in Forest Ecosystems in Paraguay. *JARQ*, 49(3), p. 281-291.
- SENDECO. (2020). *Sistema electrónico de negociación de derechos de emisión de Dióxido de Carbono*. Recuperado de: <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>
- Spichiger, R., Bertoni, B. S. & Loizeau, P. A. (1992). Los bosques del Alto Paraná en Paraguay. *Candollea*, 47, p. 219-250.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). *Nivel de Referencia de las Emisiones Forestales por Deforestación en la República del Paraguay para pago por resultados de REDD+ bajo la CMNUCC*. Recuperado de: https://redd.unfccc.int/files/2016_submission_frel_paraguay_es.pdf
- Vatteone de Scappini, A. (2017). *Ka'aguy yvoty: orquídeas naturales de nuestros bosques*. Litocolor, Asunción, Paraguay. 463 p.
- Vogt, C. (2012). Composición de la Flora Vasculare del Chaco Boreal, Paraguay II. Dicotyledoneae: Acanthaceae-Fabaceae. *Steviana*, 4, p. 65-116.
- Vogt, C. (2013). Composición de la Flora Vasculare del Chaco Boreal, Paraguay III. Dicotyledoneae: Gesneriaceae-Zygophyllaceae. *Steviana*, 5, p. 5-40.
- Zuloaga, F. O. y Belgrano, M. J. (ed.). (2018). *Catálogo de las plantas vasculares del cono sur*. Instituto de Botánica Darwinion. Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Recuperado de: <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/FA.htm>.