

Diversidad de especies vegetales en bosques con distintos grados de perturbación en la Reserva Natural Itabó, Itaipú Binacional, Paraguay

Imas, H^{1*}; Silva, H²; Mereles, F³⁻⁴

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Maestría en Biología de la Conservación

²Superintendencia de Gestión Ambiental, Dirección de Coordinación Ejecutiva, Itaipú Binacional, Paraguay

³Investigador Asociado, Centro para el Desarrollo de la Investigación Científica (CEDIC), Asunción-Paraguay

⁴Programa Nacional de Incentivo a Investigadores, Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología, (PRONII-CONACYT), Paraguay

*E-mail del autor: heltonimas@hotmail.com

Diversidad de especies vegetales en bosques con distintos grados de perturbación en la Reserva Natural Itabó, Itaipú Binacional, Paraguay. Como parte del trabajo sobre el rol de los servicios ecosistémicos que presenta el Bosque del Alto Paraná (Paraguay), se calculó el Índice de Diversidad Vegetal que presenta. Se seleccionaron dos tipos de bosques: modificado y no modificado en la Reserva Natural Itabó, de la Entidad Binacional Itaipú, Ecorregión Alto Paraná, departamento Alto Paraná, Paraguay. El objetivo fue el de comparar la diversidad vegetal entre ambos bosques. Para la determinación de la diversidad, se calculó la abundancia absoluta y relativa de las especies arbóreas en aquellos individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 10 cm o más, en una superficie de 1ha en cada tipo de bosque. Se utilizaron varios índices, entre los que se destacan los de Margalef y Menhinik, que proporcionan datos de la riqueza de especies vegetales, y se basan en el número total de individuos y el número total de especies. También se trabajó con el índice de Shannon-Wiener, que relaciona el número de individuos con cada una de las especies de la muestra presentes en la parcela. Se utilizó el Índice de Simpson, que considera la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar, sean de la misma especie y finalmente se calculó la similitud de especies, según Jaccard, Sorensen y Morisita-Horn. Los resultados indican que ambos bosques no presentan diferencias significativas en cuanto a la diversidad de especies, ambos comparten entre el 43 y 60% de las especies, con un 54% de similitud.

Palabras claves: Abundancia absoluta y relativa, Índices de Diversidad, Ecorregión Alto Paraná, Paraguay

Plant species diversity in forests with different degrees of disturbance in the Itabó Natural Reserve, Itaipú Binacional, Paraguay. As part of the work on the role of the ecosystem services performed by forests, the Plant Diversity Index was calculated. In the Itabó Natural Reserve of the Itaipu Binational Entity, Alto Paraná Ecoregion, Alto Paraná Department, two types of forests were selected: modified and unmodified. The objective was to compare plant diversity between both forests. For the determination of diversity, the absolute and relative abundance of tree species of those individuals with a diameter-at-breast-height (BHD) of 10 cm or more on a surface of 1 ha for each type of forest is calculated. Several types of indexes were used, among which those of Margalef and Menhinik stand out, which specify the data of the richness of the plant species, and are based on the total number of individuals and the number of species. The Shannon-Wiener index was also used, which relates the number of individuals with each of the species in the sample present in the plot. The Simpson index was

used, which considers the probability that two randomly selected individuals will be of the same species; and finally, the similarity of species was calculated according to Jaccard, Sorensen, and Morisita-Horn. The results indicated that the two forests do not show significant differences in the diversity of species, both share between 43 and 60% of the species, with a 54% similarity.

Keywords: Absolute and relative abundance, Index of Plant Diversity, forest, Alto Paraná Ecorregion, Paraguay

INTRODUCCIÓN

Los Servicios Ecosistémicos constituyen todos aquellos beneficios obtenidos por la humanidad de un ecosistema, del cual dependen (Costanza *et al.*, 1997). Entre los ecosistemas terrestres, los bosques otorgan una gran variedad de estos servicios (Balvanera, 2012) y para valorarlos adecuadamente, se necesita conocer cuáles son las especies vegetales que los componen y su diversidad específica. Igualmente lo es el valor que presentan los ecosistemas boscosos para la conservación de la biodiversidad, ya sea como proveedores de alimentos, hábitat, o por su mismo valor de existencia, (De Bello *et al.*, 2010, Casanoves *et al.*, 2011).

El bosque sub-tropical húmedo y semi-deciduo del Alto Paraná se extiende desde la costa Atlántica hasta el Este de Paraguay. Fue clasificado por Eiten (1974) como Bosque Tropical Siempre-verde Mesofítico o Bosque Tropical de Hoja Ancha, Mesofítico Deciduo. Se caracteriza por estar integrado por especies típicas de climas subtemplado-cálido, (Mori *et al.*, 1981; López *et al.*, 1987; Keel *et al.*, 1993). Según algunos autores, se denomina como Mata Atlántica o Bosque Atlántico (Dinerstein *et al.*, 1995, Davis *et al.*, 1997, Di Bitetti *et al.*, 2003) y más específicamente

como Bosque Atlántico del Alto Paraná (BAAPA) en la región Oriental del Paraguay. Este bosque constituye la porción más continental del Bosque Atlántico y posee una rica diversidad (Cartes, 2000 y 2005). Para este bosque se han citado más de 70 especies de plantas, todas amenazadas de extinción y 50 consideradas como vulnerables, muchas de gran valor comercial y endémicas del mismo (Cartes, 2000, 2005; Fundación Moisés Bertoni, 1994). En su estado natural el BAAPA se caracteriza por no formar una gran masa continua, debido a que sus especies son altamente dependientes del tipo de suelo (Mereles, 2004), alternándose con sabanas más o menos abiertas, que según Cartes (2004) presentan un gradiente Sur-Norte y Este-Oeste. Debido a que el área que ocupan estos bosques se caracteriza por la heterogeneidad edáfica, no son uniformes en su composición florística, ya que muchas de sus especies son propias de determinados tipos de suelos (Mereles, 2004).

La explotación antrópica de los ecosistemas boscosos ha sido una constante en todo el mundo. Esto también ha sucedido y continúa en ambas regiones naturales del Paraguay, y muy especialmente en la Ecorregión Alto Paraná. Esta última, característica de la región Oriental, ha sido el blanco principal, a causa de la calidad forestal de la madera de las es-

pecies que habitan en estos bosques. En la actualidad, debido a la intensa deforestación, solo quedan remanentes boscosos dentro de las Reservas Nacionales que corresponden al 25% de superficies boscosas contemplada dentro de la Ley 422/73 (Forestal). Estas áreas protegidas están completamente rodeadas de áreas de cultivo de commodities pertenecientes al complejo soja.

En muchos casos estos remanentes, sobre todo aquellos que forman parte de reservas forestales de propiedades privadas, ya se encuentran muy degradados, la mayoría de ellos inconexos entre sí, y con pocas probabilidades de resiliencia y homeostasia alguna. Por este motivo rige la Ley “Que prohíbe las actividades de transformación y conversión de superficies con cobertura de bosques en la región Oriental”, conocida como Ley de Deforestación Cero o pausa ecológica vigente hasta el 2025. La destrucción de estos bosques tiene como principal consecuencia potencial, la pérdida de especies aún no conocidas y/o mencionadas para el país.

Respecto de la pérdida de las especies, González Parini (2005) menciona varios ítems: - los endemismos encontrados en el bosque alto paranaense, - las especies amenazadas, -la falta de conocimientos básicos como los taxonómicos y etnobotánicos y -los conocimientos estructurales de los bosques; como herramientas indispensables para la conservación. Sin embargo prácticamente ninguno de estos puntos fueron tomados en cuenta durante la pausa ecológica.

Es por ello que urge el desarrollo de metodologías para cuantificar el valor de las especies arbóreas y de los bosques o

remanentes de éstos, para el servicio de conservación (Hoffmann *et al.*, 2010; Bennet y Saunders, 2010).

El objetivo del trabajo fue el de calcular los Índices de Diversidad de ambos tipos de bosques, modificado y no modificado, para posteriormente compararlos entre si y, observar las diferencias significativas. Con esto se generará una herramienta más para facilitar lineamientos de manejo en las reservas naturales estudiadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos tipos de bosques de la Reserva Natural Itabó, Ecorregión Alto Paraná (Acevedo *et al.*, 1992), una de las unidades de conservación de la Itaipú Binacional del lado paraguayo y cuya gran masa es conocida en la actualidad como Bosque Atlántico del Alto Paraná, Figura 1. Se seleccionaron dos tipos de bosques: uno de ellos no modificado, BNM [25° 04' 34" S - 54° 42' 35" W] y sin evidencias de perturbaciones antrópicas importantes y el otro modificado, BM [25° 04' 00" S - 54° 42' 40" W], ubicado en una zona utilizada anteriormente con fines agropecuarios previo a la creación de la reserva, en el año 1982, Figura 2.

Composición florística

Abundancia

El método demandó el diseño de parcelas de 10.000 m² con 100 m x 100 m de lado, divididas en 25 cuadrantes de 400 m², 20 m x 20 m de lado cada uno (Lamprecht, 1990). La selección de las parcelas se realizó al azar, en los dos ti-

pos de bosques. Se consideraron aquellos individuos cuyos fustes tuvieran un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm. Todos los árboles fueron marcados con chapas y georreferenciados, para facilitar su posterior localización.

Se calculó la abundancia absoluta y relativa de los individuos dentro de las parcelas, con el diámetro mencionado, Figuras 3 y 4.

Para cada árbol, se registraron los siguientes datos:

-Nombre científico y nombre vernáculo,

-Diámetro a la altura del pecho (DAP), medido a aproximadamente 1.30 m del suelo

-Altura total del mismo en m

-Diámetro de copa en m, entendiéndose esto como la proyección al suelo de dos diámetros perpendiculares de la copa de cada árbol.

Las identificaciones taxonómicas de las especies en muchos casos fueron hechas in situ. Para aquellas especies que no pudieron ser identificadas a campo, se realizaron colectas botánicas de los ejemplares, y fueron determinadas en gabinete. Las mismas se encuentran depositadas en el Herbario de Itaipú.

Posteriormente se elaboró un listado de las especies identificadas en ambos tipos de bosques, para cada parcela (Tabla 1).

Índices de diversidad y similitud

La diversidad es el número de especies en una unidad de área, medida por varios métodos. Existen diversos tipos de diversidad y para este trabajo se tuvo en cuenta la diversidad alfa (α), que es

la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Smith, 1997). Para este trabajo, se utilizaron los siguientes índices:

Índices de Riqueza Específica (Margalef, 1969), según la siguiente fórmula:

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

En donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Índice de Diversidad de Menhinik (Margalef, 1969), también basado en la relación entre el número de especies y el número total de individuos, el que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra. Para este cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$D_{mn} = \frac{S}{N}$$

El cálculo de abundancia relativa de las especies arbóreas se utilizó para determinar el Índice de Equidad de Shannon-Wiener (H') y el Índice de Dominancia y Diversidad de Simpson (D).

El Índice de Shannon-Wiener (Margalef, 1969), relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas, presentes en la muestra. Además, mide la uniformidad de distribución de los individuos entre las especies, mediante la fórmula:

$$H = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

En donde:

p_i = igual a la proporción entre n_i y N
 n_i = número de individuos de la especie i

El Índice de dominancia de Simpson (Margalef, 1969), considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie. Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

p_i = igual a la proporción entre n_i y N
 n_i = número de individuos de la especie i
 Finalmente se comparó la diversidad de especies arbóreas entre ambas parcelas evaluadas a través de la prueba t de Hutcheson (Margalef, 1969), a un nivel de

confianza del 95%. Esta prueba es utilizada para observar la existencia de diferencia significativa entre el índice de diversidad de Shannon entre dos muestras. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{S^2_{H_a} + S^2_{H_b}}}$$

Donde:

H_a y H_b : Índices de diversidad de Shannon para los dos sitios

$S^2_{H_a}$ y $S^2_{H_b}$: Varianza de cada sitio evaluado.

RESULTADOS

Área de estudio



Figura 1. Mapa y ubicación de la Reserva Natural Itabo en el Paraguay y el departamento de Alto Paraná. Fuente: Itaipú (2016)

Composición florística y estructura diamétrica



Figura 2. Ubicación de los Bosques estudiados en la Reserva Biológica de Itabó. Itaipú (2016)

Tabla 1. Lista de especies que aparecen en ambas parcelas: BM y BNM

Familia	Especies	BNM	BM
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> Burkart	x	
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> Hieron.	x	
Cyatheaceae	<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	x	
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul		x
Annonaceae	<i>Annona cacans</i> Warm.	x	x
Apocynaceae	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg	x	
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engler	x	x
Salicaceae	<i>Banara arguta</i> Briq.	x	
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	x	
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	x	x
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	x	
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	x	
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	x	x
Salicaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	x	x
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	x	x

Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	x	x
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	x	x
Bombacaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Ravenna	x	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	x	x
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	x	
Cardiopteridaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	x	x
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.		x
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill.	x	x
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	x	x
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	x	x
Asparagaceae	<i>Cordyline sellowiana</i> Kunth		x
Rubiaceae	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Benth. & Hook. ex Müll. Arg.	x	
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	x	
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton		x
Sapindaceae	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	x	x
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.		x
Lauraceae	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	x	x
Myrtaceae	<i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg) Kiaersk.	x	
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	x	
Moraceae	<i>Ficus enormis</i> (Mart. ex Miq.) Miq.		x
Fabaceae	<i>Guibourtia hymenaeifolia</i> (Moric.) J. Léonard		x
Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos		x
Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	x	x
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	x	x
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	x	x
Fabaceae	<i>Inga uraguensis</i> Hook. & Arn.		x
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart. ex DC.	x	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.		x
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	x	
Tiliaceae	<i>Luehea candicans</i> Mart.		x
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	x	x
Fabaceae	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.		x

Imas, H. et al., Diversidad vegetal en bosques de la Reserva Natural Itabó

Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	x	x
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	x	x
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	x	x
Fabaceae	<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	x	x
Myrtaceae	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	x	
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	x	x
Primulaceae	<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui	x	
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.		x
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	x	x
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	x	x
Lauraceae	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	x	x
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	x	x
Fabaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	x	x
Nyctaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.	x	
Myrtaceae	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	x	
Rosaceae	<i>Prunus subcoriacea</i> (Chodat & Hassl.) Koehne	x	
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i> Tul.		x
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	x	
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> Britton & Rose ex Britton & Killip		x
Solanaceae	<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	x	
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess. Boer	x	
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	x	x
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.		x
Salicaceae	<i>Xylosma venosa</i> N.E. Br.		x
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	x	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	x	x
Rutaceae	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.	x	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	x	x

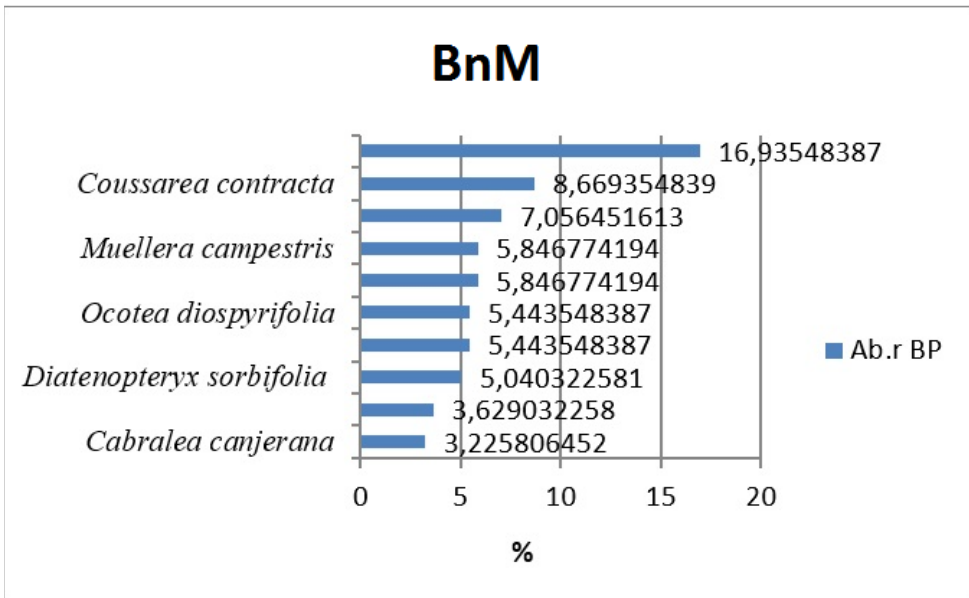


Figura 3. Abundancia relativa en el BnM, con las 10 especies más representativas (n= 498)

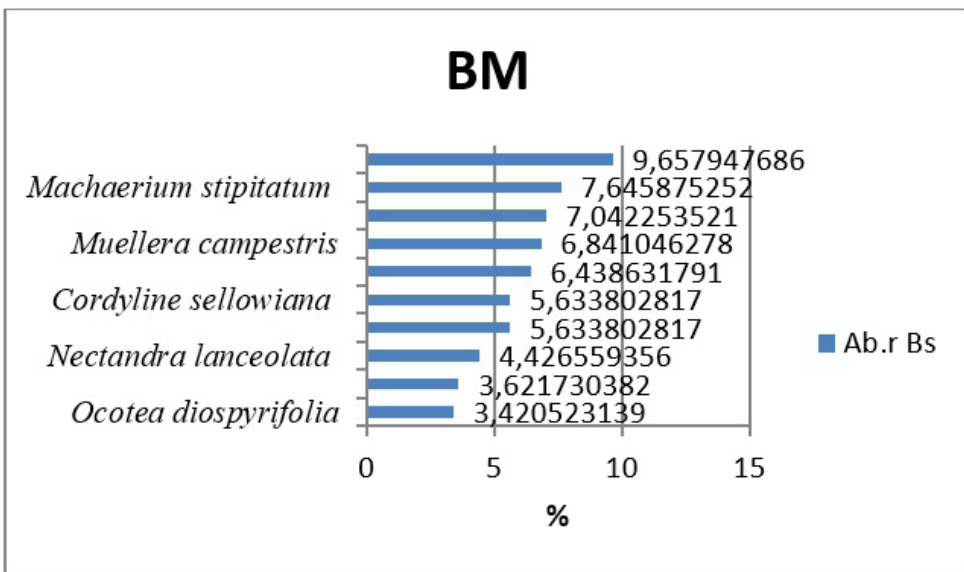


Figura 4. Abundancia relativa en el BM, con las 10 especies más representativas (n= 496)

Estructura diamétrica

Tabla 2 (a): Valores medios y desviación estándar del diámetro (DAP), diámetro de copa y altura y registrados para la parcela del BNM

DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)
22,55 +16,11	14,83 +6,56	6,41 +3,54

Tabla 2 (b): Valores medios y desviación estándar del diámetro (DAP), diámetro de copa y altura registrados para la parcela del BM

DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)
16,11 ±6,11	8,38 ± 2,53	4,77 ± 2,30

En el BNM fueron registrados individuos en clases diamétricas hasta 1.40 m, mientras que en el BM se registraron individuos en clases inferiores a 60.1 cm

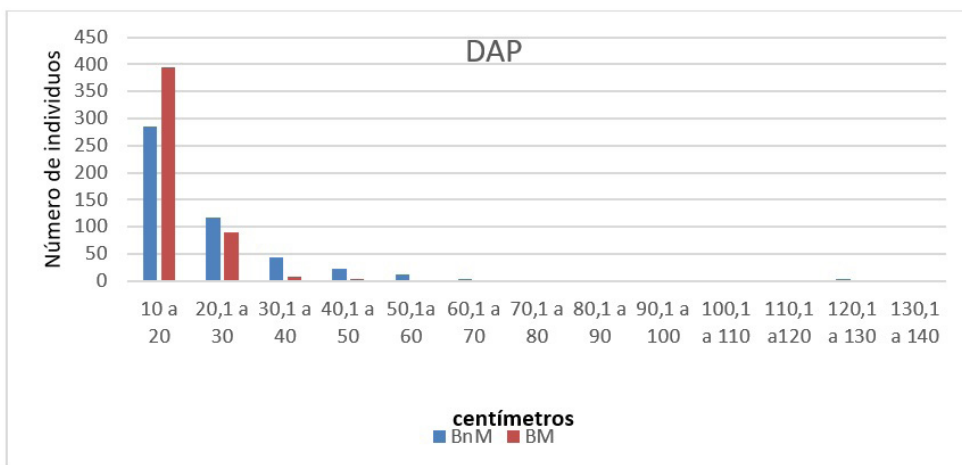


Figura 5: Distribución de individuos por clase diamétrica en el BNM y el BM

Índices de diversidad y similitud

Tabla 3: Valores de los índices de riqueza de especie de Margalef y Menhinick, para ambas parcelas

Parcela	Nro de árboles	Riqueza de especies	Índice de Margalef	Índice de Menhinick
BNM	496	57	9,02	2,56
BM	498	50	7,89	2,24

Tabla 4: Valores de índices de diversidad basado en la riqueza de especies según Shannon-Wiener y Simpson

Parcela	Índice de Shannon-Wiener (H')	Uniformidad de Shannon (E)	Índice de dominancia de Simpson (DSi)
BNM	3,23	0,80	0,94
BM	3,34	0,85	0,95

Similitud

Tabla 5: Similitud entre la diversidad de especies de ambas parcelas estudiadas según los índices de Jaccard, Sorensen y Morisita-Horn

Índice de Jaccard (Cj)	Coefficiente de Sorensen (Cs)	Índice de Morisita-Horn (CMH)
0,43	0,60	0,54

El resultado obtenido en la Prueba t de Hutcheson señala que no existen diferencias significativas en la diversidad de especies entre las dos parcelas ($p=0.086$).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De los estudios florísticos y forestales en las unidades de conservación de Itaipú Binacional lado paraguayo, se tienen registros desde principios de la década de 1990, con trabajos presentados por expertos (Romero Pereira y Pérez-Chena, s/f). En los mismos, se menciona que unas 262.407 ha correspondían a la vegetación natural y que los bosques ocupaban más de 200.500 ha. Las especies encontradas en ese período son similares a las encontradas en ambas parcelas y son típicas de los bosques húmedos semicaducifolios de la ecorregión Alto Paraná y que aparecen hoy en remanentes de bosques en los departamentos de Canindeyú, Caazapá, entre otros ejemplos de dichas especies son:

Balfourodendron riedelianum, *Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Holocalyx balansae*, *Syagrus romanzoffiana* y *Handroanthus heptaphyllus*, especies típicas de los bosques húmedos y semi-caducifolios. también conocidos como bosques paranaenses (Mereles, 2007) y acorde con lo determinado por Stutz de Ortega (1986), se trata de un bosque denso del tipo húmedo y semi-caducifolio, cuyo estrato arbóreo y arbustivo son similares a los estudiados por Stutz (1983), con componentes tales como: *Myrcarpus frondosus*, *Cedrela fissilis*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Syagrus romanzoffiana*, *Peltophorum dubium*, *Ocotea dyospirifolia*, *Nectandra megapotamica*, *Balfourodendron riedelianum*, *Diatenopterix sorbifolia*, *Cordia ecalyculata*, *Cabralea canjerana*, entre las más comunes.

La vegetación original del área boscosa de la Reserva Itabó, dentro del complejo Bosque Atlántico, ha sido reducida en gran parte y debido a su rica diversidad ha sido reconocida como un

Hotspots (Galindo y Gusmao da Cámara, 2003). No se tiene idea de las cifras de endemismos que pueden haber desaparecido por la gran pérdida de áreas boscosas que podrían haber albergado a alguna de estas especies. Según lo que se puede apreciar en los últimos reportes sobre endemismos para el Paraguay, la presencia de estos últimos se centra básicamente en las comunidades vegetales de los “Cerrados” en los departamentos de Concepción y Amambay, (González Parini, 2005; Peña-Chocarro y De Egea, 2018).

Los resultados de la estructura diamétrica señalan historias de uso diferentes entre ambos bosques. Tanto el BnM y BM mostraron una distribución de J invertida, lo que indica que el número de individuos desciende a medida que aumentan las medidas en el diámetro. Este tipo de distribución se asocia a una regeneración continua, donde la densidad de individuos en las categorías más pequeñas pueden considerarse suficientes para reemplazar a las clases diamétricas mayores, siendo esto un indicador de sustentabilidad para diversos tipos de bosques (Rubin *et al.*, 2006).

Sumado a este tipo de distribución, la presencia de árboles en categorías mayores sugiere el bajo grado de alteración también en el BnM. Por otro lado, la escasez de individuos en las clases intermedias y mayores por parte del BM, indicaría una alteración por disturbio, tales como entresaca, incendios, competencia, clima, insectos o enfermedades (Baker, 1996).

Comparando ambas parcelas, BM y BnM, las especies pioneras como *Machaerium stipitatum*, *Muelleria campes-*

tris, *Cedrela fissilis*, *Syagrus romanzoffiana* y *Peltophorum dubium*, sugieren que el BM se encuentra en un estado sucesional menos avanzado.

Con respecto a la diversidad específica, el resultado obtenido en la Prueba comparativa t de Hutcheson entre ambas PPM ($p=0.086$) (Cj y Cs), se puede inferir que ambas comparten entre el 43 y 60% de las especies y el índice de similitud basado en la abundancia de cada especie (CMH) señala una similitud del 54%.

Por lo tanto puede concluirse que ambos bosques presentan una diversidad de especies arbóreas bastante similar y que probablemente las diferencias puedan atribuirse a las especies pioneras que han ingresado a causa de la modificación antrópica, al igual que los tipos de suelos que caracterizan a cada una de las parcelas y que condicionan la aparición de unas u otras especies. También se destaca la capacidad natural que tienen los bosques degradados, una vez que los factores de degradación son retirados.

Finalmente, una de las mayores amenazas en este tipo de formaciones vegetales intertrópicas es el cambio climático, pues los bosques son piezas clave en el proceso de equilibrio entre el oxígeno, el anhídrido carbónico y la humedad atmosférica (López, 2016).

AGRADECIMIENTOS

A Itaipú Binacional por el apoyo logístico para la realización del trabajo. Especial agradecimiento a los técnicos del área de flora, Ingenieras Forestales Victoria Kubota y Laura Lombardo, de la Superintendencia de Gestión Ambien-

tal, Dirección de Coordinación Ejecutiva, por todo el apoyo realizado durante la toma de datos del trabajo y la lectura crítica del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, C., Fox, J., Gauto, R., Keel, S., Pinazzo, J. Spinzi, L., Sosa, W. y V. Vera. (1990). Áreas Prioritarias para la Conservación en la Región Oriental del Paraguay. Centro de Datos para la Conservación, Dirección de Parques Nacionales y Vida Silvestre, Sub-Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 99 pp.
- Baker, J.B. (1996). Uneven-aged silviculture for the loblolly and shortleaf pine forest cover types. United States Forest Service, Southern Research Station. Monticello, Arkansas. 64 pp.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas* 21: 136–147.
- Bennett, A., & Saunders, D. (2010). Habitat fragmentation and landscape change. *Conservation Biology for All*. Oxford University Press, Nueva York. 92 – 99.
- Cartes, J. L. (2000). Strategic Private Effort for the Conservation of Paraguayan Biodiversity. *Ecological Tropical Forest Research network news*: 31: 25-30.
- Cartes, J. L. (2005) (Ed.). *El Bosque Atlántico en Paraguay: biodiversidad, amenazas y perspectivas*. Asociación Guyra Paraguay, Conservation International (CI) & Center for Applied Biodiversity Science. Asunción. 235 pp.
- Casanoves, F.; Pla, L.; y Di Rienzo, J. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 77-85.
- Costanza, R.; Darge, R.; De Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; & O'Neill, R. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 6630 (387): 53–260.
- Davis, S. D., Heywood, V. H., Herrera-MacBRYDE, O., Villa-Lobos, J. & Hamilton, A. C. (1997). *Centre of Plants Diversity: a guide and strategy for their conservation*. The Americas 3. WWF-UICN.
- De Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J., Bardgett, & R., Berg, M. (2010). Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation* 19:2873-2893.
- Di Bitetti, M. S., Placci, G., & Dietz, L. A. (2003). A biodiversity visión for the Upper Parana Atlantic Forest Ecorregion: designinn biodiversity conservation landscape and setting priorities conservation action. WWF – Fundación Vida Silvestre Argentina.
- Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P. y Ledeg, G. (1995). Una evaluación del estado

- de conservación de las eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe. WWF – World Bank. Washington, D. C. 135 pp.
- Eiten, G. (1974). An outline of the vegetation of South America. 5th. Symp. Congr. Int. Primatol. Soc. 529-545.
- Fundacion Moises Bertoni. (1994). Datos de la flora del BAAPA no publicados, inéditos. Fundación Moisés Bertoni, Asunción.
- Galindo-Leal, C. & Gusmao Da Camara, I. de. (2003). The Atlantic Forest of South America: biodiversity, status, threats, and Outlook. Center for Applied Biodiversity Science. Conservation International. States of the Hotspots series. Washington, Covelo, London. Island Press. 372-380.
- Gonzalez Parini, H. (2005). Contribución al conocimiento de las plantas endémicas y amenazadas de la zona Este y Noreste del Paraguay oriental. En: CARTES, J. L., El Bosque Atlántico en Paraguay. Biodiversidad, Amenazas y Perspectivas. 91-104.
- Hoffmann, M., Hilton, C., Angulo, A., Bôhm, M., Broks, T.M; Butchart, S.H; & Carpenter, K.E. (2010). The impact of Conservation on the Status of the World's Vertebrates. *Science* 330:1503-1509.
- ITAIPU. (2016). Reserva Natural Itabó Plan de Manejo 2017 – 2021. Asunción, Paraguay. 140 pp.
- Keel. S., Gentry, A. H. & Spinzi, L. (1993). Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in Eastern Paraguay. *Conservation Biology* 7: 66-75.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas: posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Asociación Técnica Alemana (GTZ). Eschborn. 198 pp.
- Lopez, J. A., Little, E., Ritz, G. F., Rombold, J. S. y Hahn, W. (1987). Árboles comunes del Paraguay. Ñande Ybyra Mata Kuera. Cuenpo de Paz, Paraguay. 425 pp.
- López, M. J., Elizeche, K., Parra, A. y Rodas, O. (2016). Los bosques y el Cambio Climático. En: Aquino, L., Balbuena, C. y Monte Domeq, F., El Cambio Climático, los bosques y las medidas para reducir las emisiones provenientes de la deforestación. World Wildlife Fund (WWF, filial Paraguay), Proyecto ParLu, Ministerio Federal del Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Salvaguarda Nuclear de Alemania. 113 pp.
- Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., González, J., Lomas, P., & Montes, C. (2009). The assessment of ecosystem services provided by biodiversity: re-thinking concepts and research needs, En: Aronoff, J.B. (ed). *Handbook of Nature Conservation: Global, Environmental and Economic Issues*. Nova Science Publishers, New York. 261–282
- Margalef, R. (1969). *Ecología*. Ed. Omega, S. A. Barcelona. 901 pp.
- Mereles, F. (2004). Una contribución

- al conocimiento de las formaciones vegetales de dos cuencas en la región oriental del Paraguay: descripción y estado de conservación. *Rojasiana* 6(1): 43-70.
- Mereles, F. (2007). Diversidad vegetal en el Paraguay. En: Salas – Dueñas, D. & Facetti, J. Biodiversidad del Paraguay: una aproximación a sus realidades. Fundación Moisés Bertoni. Asunción. 89 - 90 pp.
- Mori, S. A., Boom, B. M. & Prance, G. T. (1981). Distributions patterns and conservation of Eastern Brazilian coastal forest tree species. *Brittonia* 33: 233-245.
- Peña-Chocarro, M. C. & De Egea, J. (2018). Checklist of the endemic vascular plants of Paraguay. *Phytotaxa* 384: 74 pp.
- Romero Pereira, C. y Pérez-Chena, D. s/f. Estudios florísticos en la margen derecha del río Paraná, área de Itaipú. 1er. Seminario de la Itaipú Binacional sobre Medio Ambiente. Itaipú Binacional. 115-129.
- Rubin, B.D., Manion, P.D., Faber-Langendoen, D. (2006). Diameter distributions and structural sustainability in forests. *For. Ecol. Management.* 222: 427-438.
- Salgado, B. (2015). La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. 10 pp.
- Smith, T.B., Wayne, R. K., Girman, D. J. & Bruford, M. W. (1997). A role for ecotones in generating rainforest biodiversity. *Science* 276. 1855-1857.
- Stutz, L. (1983). Etudes floristiques de divers stades secondaires des formations forestieres du Hout Parana (Paraguay oriental): Inventaire floristique d'une reserve forestiere. *Candollea* 38: 541-573.
- Stutz De Ortega, L. (1986). Etudes floristiques de divers stades des formations forestieres du Hout Parana (Paraguay oriental): Floraison, fructification et dispersion des espèces forestieres. *Candollea* 41(1): 121-144.