

HISTORIA NATURAL

Tercera Serie | Volumen 10 (2) | 2020/147-164

PLANTAS DEL SOTOBOSQUE EN EL NORESTE DE MISIONES, ARGENTINA ¿QUÉ CONSERVAN LAS PLANTACIONES DE *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE (ARAUCARIACEAE) RESPECTO DEL BOSQUE NATIVO?

Plants from the understory in Northeastern Misiones, Argentina. What do the plantations of Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) preserve with respect to the native forest?

Magalí Pérez Flores^{1,6}, Juan Manuel Cellini², Marcelo F. Arturi¹, Micaela Medina¹, Maia C. Plaza Behr^{1,3}, Luis J. Ritter^{4,6} y María Vanessa Lencinas⁵

¹Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA), FCNyM y FCAyF, UNLP. Edificio de bosques Piso 1 Calle 130 n° 469 (1900) La Plata, Argentina. magaliperezflores@gmail.com

²Laboratorio de Investigaciones en Maderas (LIMAD), FCAyF, UNLP.

Edificio de bosques Piso 1 Calle 130 n° 469 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

³Instituto de Ecología Regional (IER - CONICET - UNT)

⁴Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.

⁵Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET). Av. Houssay 200 (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego, Argentina.

⁶CONICET

AZARA
FUNDACIÓN DE HISTORIA NATURAL

umai Universidad
Maimónides

Resumen. La vegetación del sotobosque juega un rol crucial en el funcionamiento de los ecosistemas forestales, respondiendo de un modo complejo a los disturbios, tales como cambios en la estructura forestal. El objetivo del presente trabajo fue comparar el sotobosque de plantaciones de *Araucaria angustifolia* con el del bosque nativo en el NE de Misiones, con la finalidad de evaluar su efecto en la conservación del sotobosque, a nivel de tipos biológicos y familias botánicas. Se seleccionaron 15 rodales de plantación y 15 zonas de bosque nativo remanente, aledañas a las mismas, donde se caracterizó la estructura forestal y el sotobosque, registrando para el mismo la cobertura por familia y tipo biológico (briofitas, helechos, pastos, cañas, hierbas, trepadoras, arbustos, árboles y otros). Se utilizaron análisis de varianza simples para la comparación de coberturas entre ambos sistemas, y entre plantaciones con diferente estructura forestal. Mediante análisis multivariados se compararon los ensambles de tipos biológicos entre bosque nativo y plantación. Aunque la cobertura de los tipos biológicos y familias difirió significativamente entre plantación y bosque nativo, algunos tipos biológicos y familias típicas del bosque nativo se encuentran con una representación similar en ambos sistemas. Asimismo, la cobertura de familias varió entre plantaciones con diferente densidad y área basal, de *Araucaria angustifolia* y total, por lo que un manejo de plantaciones que propicie la heterogeneidad estructural puede mejorar el valor de conservación de las mismas.

Palabras clave. Bosque Atlántico, biodiversidad, tipos biológicos, conservación.

Abstract. The plants in the understory play a key role in forest ecosystems, with complex responses to disturbances, as changes in the forest structure. The objective of this study was to compare the understory of *A. angustifolia* plantations and native forest in northeastern Misiones, in order to evaluate plantation effects on the understory conservation at level of plant families and plant life forms. 15 plantation units and 15 adjacent native forest zones were selected, where the forest structure and the cover of botanic families and plant life forms (bryophytes, ferns, grasses, canes, herbs, climbing plants, shrubs, trees and others) of the understory were characterized. We used one-way analysis of variance to test the difference in understory covers between plantations and native forests, as well as in plantations with different forest structure. Also, we performed multivariate analyses to compare life form assemblages. Although covers of each life form and family differed between plantations and native forests, some families and life forms typical from native forest were similarly represented in both systems. Also, cover of families varied among plantations with different *Araucaria angustifolia* and total density and basal area. Thus, a management that favors structural heterogeneity in araucaria plantations can enhance their conservation value for understory plants.

Key words. Atlantic Forest, biodiversity, plant life forms, conservation.

INTRODUCCIÓN

El Bosque Atlántico ha sido explotado y fragmentado, impactando sobre su diversidad y funciones ecológicas. Los bosques de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae), que forman parte del Bosque Atlántico, ocupaban a principios del siglo XX una superficie estimada en 20.000.000 ha. (Hueck, 1978), con cerca de 210.000 ha. en la provincia de Misiones, Argentina. La extracción forestal desmedida y la conversión a cultivos agrícolas y pasturas condujeron a una dramática disminución del bosque nativo, quedando sólo el 12,5% de la superficie original de Brasil y el 5% de la Argentina (Cozzo, 1960; Ribeiro *et al.*, 2009), con un alto grado de fragmentación, que compromete la conservación de la flora y fauna asociadas.

Las plantaciones forestales son reconocidas como una alternativa que reduce la necesidad de explotación de bosques nativos a la vez que, en muchos casos, favorece la conservación de la biodiversidad; más aún cuando se plantan especies nativas (Fonseca *et al.*, 2009). Dado que la vegetación del sotobosque cumple un rol crucial en el funcionamiento de los ecosistemas (Gilliam, 2007), su conservación es de vital importancia. La estructura del sotobosque responde de un modo complejo a los disturbios, tales como cambios en la estructura forestal, generando patrones heterogéneos de abundancia. Así, el manejo de las plantaciones (por ej.: densidad) puede influir sobre sus funciones de protección, como se observó en la regeneración de árboles nativos en plantaciones de *Pinus taeda* L. (Pinaceae) en la provincia de Misiones (Ritter *et al.*, 2018).

El objetivo del presente trabajo fue comparar aspectos estructurales y composicionales del sotobosque de plantaciones de *A. angustifolia* y del bosque nativo en el NE de Misiones, con la finalidad de eva-

luar su efecto en la conservación del sotobosque del bosque nativo, a nivel de tipos biológicos y familias botánicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron en el Campo Anexo Manuel Belgrano (CAMB), administrado por la Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA) en las cercanías de la ciudad de San Antonio, Misiones, Argentina (Figura 1). Se seleccionaron 15 rodales de plantaciones y 15 zonas de bosque nativo remanente, aledañas a las mismas (Figura 2).

Las plantaciones estudiadas tuvieron entre 53 y 68 años de edad, excediendo en todos los casos a la edad comercial (35 años). La densidad de los rodales de plantación varió entre 71 y 322 ind/ha., y su área basal entre 18 y 54 m²/ha. Asimismo, los árboles nativos colonizan las áreas plantadas, por lo que es posible encontrar, además de *A. angustifolia*, especies como *Matayba elaeagnoides* Radlk (Sapindaceae), *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart (Fabaceae) y *Nectandra angustifolia* (Schrad.) Nees & Mart (Lauraceae), que completan la ocupación del espacio, llegando a densidades totales que varían entre 267 y 597 ind/ha., con áreas basales totales entre 38 y 59 m²/ha..

El bosque nativo presenta una estructura forestal claramente diferente a la de las plantaciones (Tabla 1), con densidades significativamente menores de *A. angustifolia* y mayor presencia de otras especies (principalmente *Helietta apiculata* Benth (Rutaceae) y *M. elaeagnoides*), con menores diámetros a la altura del pecho (DAP).

A fin de comparar el efecto de distintas densidades de *A. angustifolia* sobre la cobertura de las distintas familias del sotobosque, se analizaron tres categorías (DA1 = ≤ 150 ind/ha., DA2 = > 150 ≤ 200 ind/ha. y DA3 =

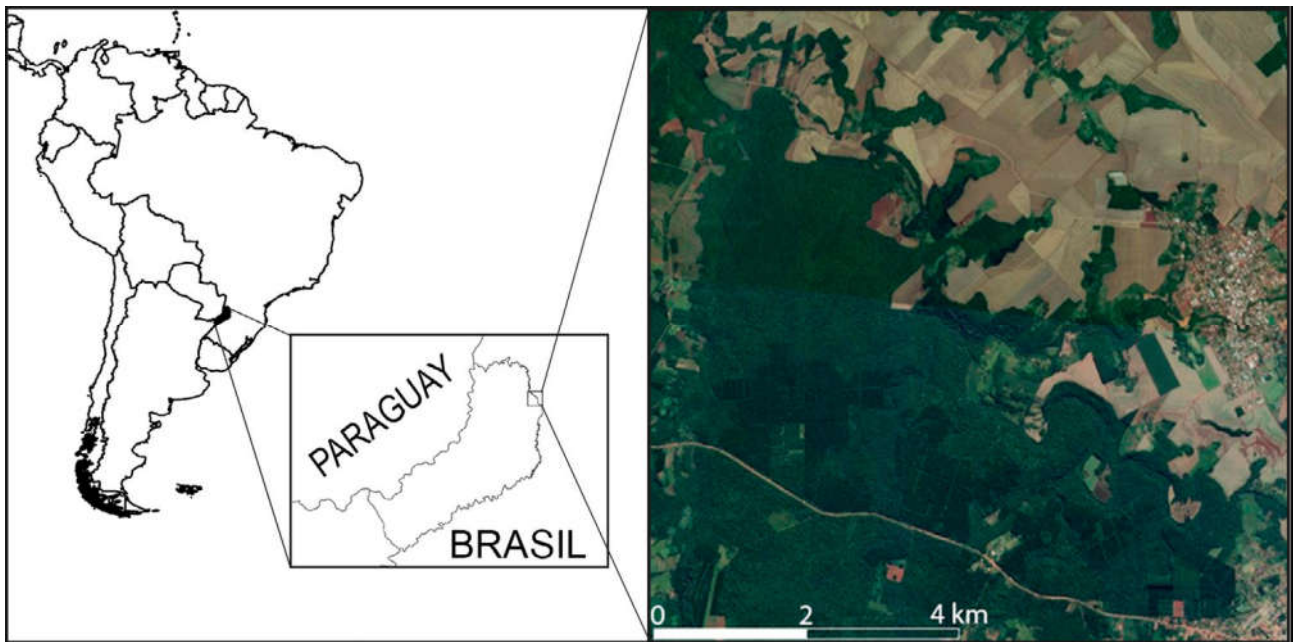


Figura 1 - Mapa de la ubicación del área de estudio e imagen satelital donde se pueden observar las plantaciones de *Araucaria angustifolia* inmersas en la matriz de bosque nativo.

>200 ind/ha.); y también se analizaron tres categorías considerando la densidad total (DT1 = ≤ 400 ind/ha., DT2 = $> 400 \leq 500$ ind/ha. y DT3 = > 500 ind/ha.). Asimismo, se analizaron tres categorías de área basal de *A. angustifolia* y total: ABA1 = ≤ 25 m²/ha., ABA2 = $> 25 \leq 35$ m²/ha. y ABA3 = > 35 m²/ha.; y ABT1 = ≤ 35 m²/ha., ABT2 = $> 35 \leq 45$ m²/ha. y ABT3 = > 45 m²/ha.

Para la caracterización del sotobosque en cada rodal de plantación y zona de bosque nativo se dispusieron aleatoriamente 5 subparcelas, alejadas al menos 30 m. desde el límite de cada sector, a fin de evitar el efecto de borde. El sotobosque se relevó en cada subparcela mediante una variación del método de intercepción puntual (Levy y Madden, 1933) sobre una transecta de 9 m de largo, registrando la cobertura por especie (asignada posteriormente a un tipo biológico y una familia botánica) cada 30 cm, hasta 1,3 m de altura. Los valores de cobertura por familia y tipo biológico por parcela se obtuvieron mediante el promedio de las 5 transectas y subparcelas. A los fines de esta investigación, se definieron los siguientes tipos biológicos: briofitas, hele-

chos, pastos (gramíneas herbáceas), cañas (gramíneas leñosas), hierbas (no incluye gramíneas), trepadoras, arbustos, árboles y otros.

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) simples para la comparación de cobertura por tipo biológico y familia botánica entre bosque nativo y plantación, y métodos no paramétricos (Kruskal-Wallis) en caso de incumplimiento de supuestos. Mediante análisis multivariados de componentes principales (PCA), se compararon los ensambles de tipos biológicos entre ambos sistemas, utilizando como matriz a la cobertura promedio de cada tipo biológico por parcela.

RESULTADOS

A lo largo de todo el estudio, las trepadoras fueron el tipo biológico más frecuente (presentes en el 88% de las transectas), seguidas por arbustos y helechos (87% y 85% respectivamente), que presentaron las mayores coberturas (32% y 35% respectivamente). La cobertura de los tipos biológicos



Figura 2 - **A.** Aspecto general del bosque nativo y **B.** de una plantación de *Araucaria angustifolia*.

(excepto trepadoras y briofitas) difirió significativamente entre plantación y bosque nativo (Tabla 2). Árboles, cañas y pastos presentaron mayores coberturas en bosque nativo, mientras que helechos, hierbas y arbustos presentaron mayores coberturas en plantación.

Los primeros dos ejes del PCA (que explicaron 52% de la varianza) permitieron resaltar las diferencias entre los sitios de plantación y bosque nativo, los que quedaron claramente diferenciados sobre el eje 1, según su composición por tipos biológicos

(Figura 3). La cobertura de trepadoras, pastos y árboles tendió a aumentar hacia el extremo positivo de ambos ejes, mientras las mayores coberturas de helechos, hierbas y arbustos se asociaron hacia el extremo negativo del eje 1; y briofitas, cañas y otros, al extremo negativo del eje 2. De esta manera, los sitios de bosque nativo estuvieron asociados a altas coberturas de árboles y cañas y bajas coberturas de arbustos y helechos, mientras que lo inverso ocurrió en las plantaciones.

Se detectaron 233 especies, pertenecien-

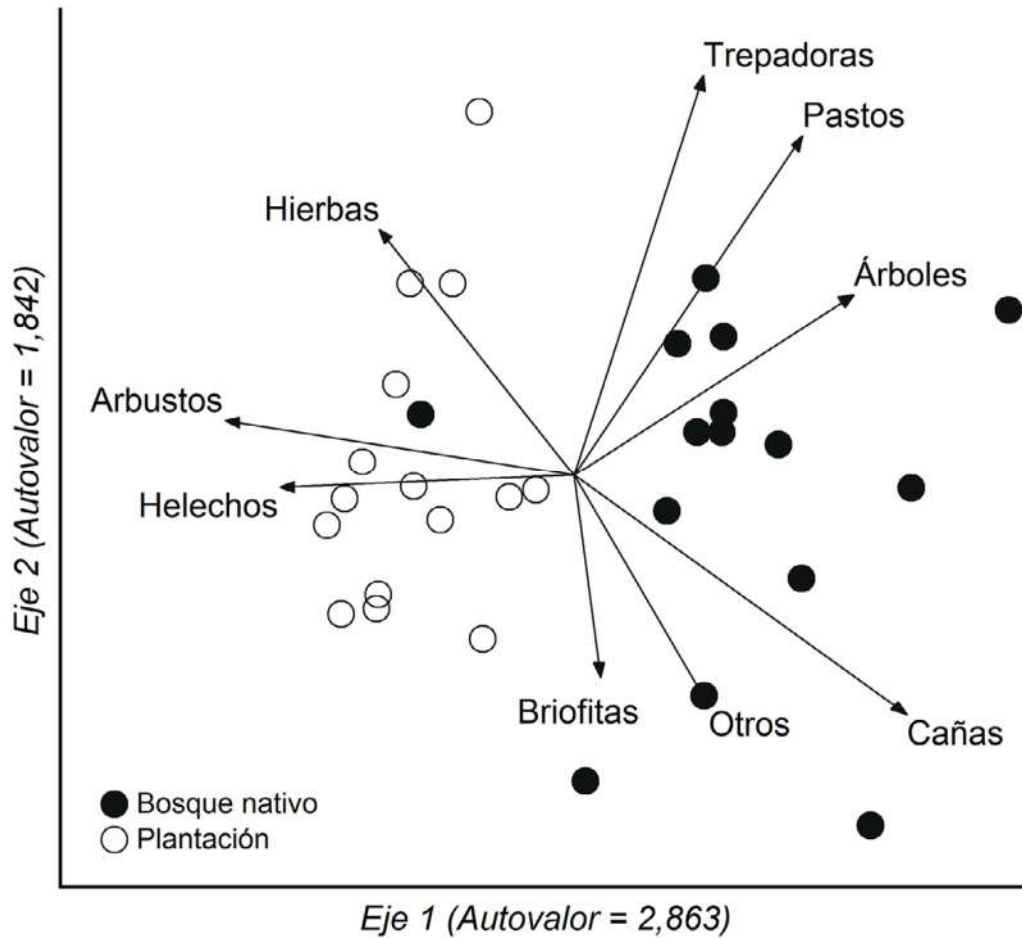


Figura 3 - Ordenamiento por análisis de componentes principales de las 30 parcelas según cobertura de tipos biológicos en el sotobosque.

tes a 60 familias botánicas (Anexo 2), siendo las más frecuentes Poaceae, presentes en el 83% de las subparcelas, Piperaceae (72%), Dryopteridaceae (67%), Rubiaceae (49%) y Melastomataceae (44%). Las familias que presentaron mayor cobertura promedio por parcela (Anexo 1) fueron Poaceae (29%), Piperaceae (22%), Dryopteridaceae (20%) y Melastomataceae (10%). Tres familias fueron exclusivas de plantación, y siete de bosque nativo (Anexo 1). Aunque Poaceae, Rubiaceae, Piperaceae y Dryopteridaceae se encontraron entre las más representadas tanto en bosque nativo como en plantación, lo hicieron con diferente orden de importancia, según frecuencia y cobertura, en cada sector (Figura 4). Ciertas

familias presentaron diferencias significativas en sus coberturas, con mayores valores en bosque nativo, mientras otras lo hicieron en plantación (Anexo 1).

La cobertura por familia mostró variaciones según la estructura forestal de las plantaciones. En cuanto a densidad de árboles, cuatro familias presentaron diferencias significativas: Dennstaedtiaceae ($DA1 > DA2-DA3$), Meliaceae ($DA1-DA2 < DA3$), Violaceae ($DA1-DA3 < DA2$) y Selaginellaceae, esta última con mayores valores en DT1 que en DT2, sin diferenciarse ninguna de estas de DT3. La cobertura de Meliaceae fue mayor en DT3 que en DT1 y DT2, con diferencias altamente significativas. En Sapindaceae se observaron diferencias mar-

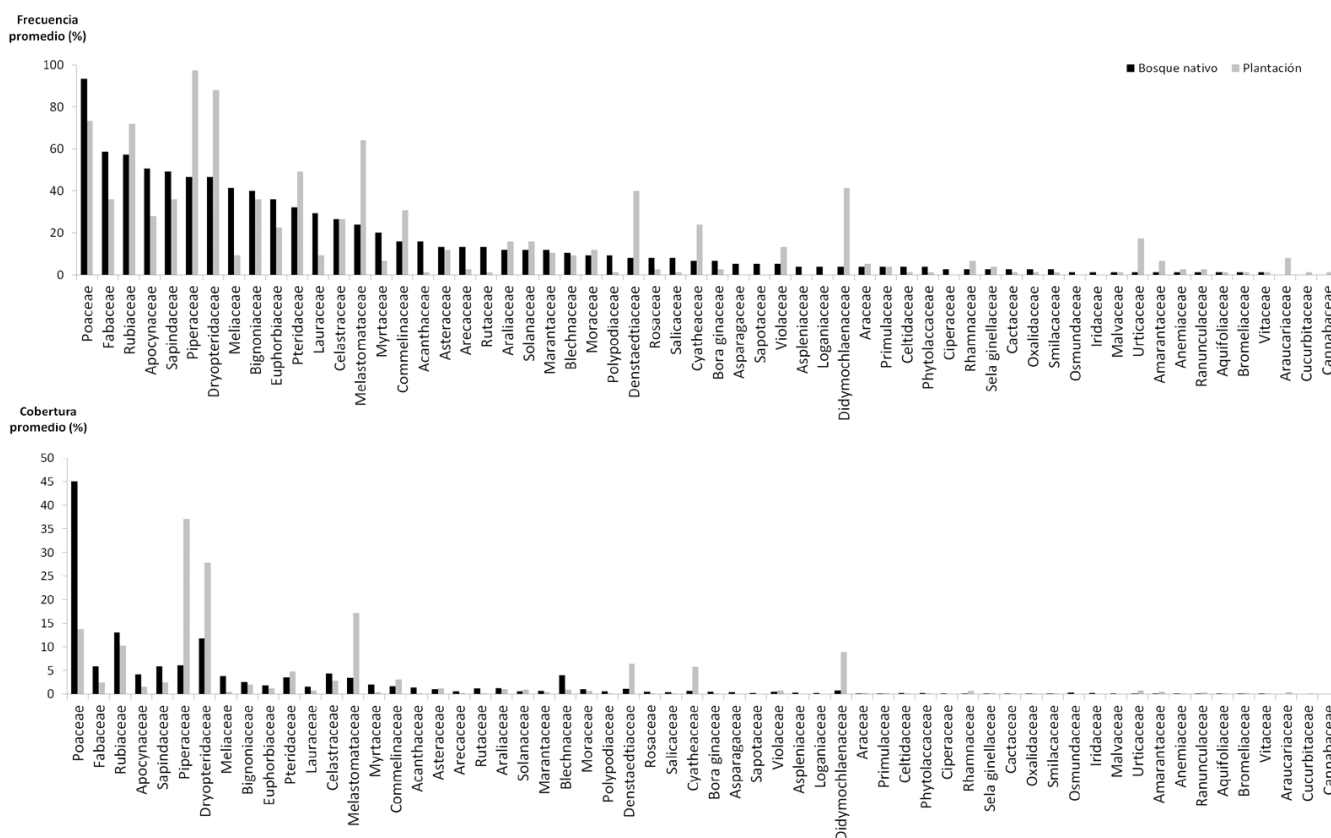


Figura 4 - Frecuencia y cobertura (ambas en %) de familias de plantas del sotobosque registradas en bosque nativo y plantación de *Araucaria angustifolia*.

ginales, con mayor cobertura en DT1 que DT2 y DT3. Por otra parte, y según el área basal, se detectaron diferencias significativas en la cobertura de tres familias: Asteraceae (ABA1 > ABA2 = ABA3), Solanaceae, con valores en ABA1 mayores que ABA2, ambas sin diferenciarse estadísticamente de ABA3, y Dennstaedtiaceae (ABT1 > ABT2 = ABT3). Se observaron diferencias marginales en Apocynaceae, con tendencia a una disminución en cobertura con el aumento del ABT y en Areaceae (ABA1 > ABA2 = ABA3).

DISCUSIÓN

Ante la pérdida del bosque nativo, las plantaciones de *A. angustifolia* pueden ser una útil herramienta de conservación, dado

que alojan una alta proporción de taxones del bosque nativo (Fonseca *et al.*, 2009). Sin embargo, tanto a nivel de tipos biológicos como familias, el sotobosque difiere del de bosque nativo: mientras ciertas familias de helechos y arbustos (por ej.: Dryopteridaceae, Piperaceae, Melastomataceae) están más representadas en las plantaciones; otras, principalmente de árboles y los pastos, se observan con más frecuencia y cobertura en el bosque nativo (por ej.: Poaceae, Fabaceae, Apocynaceae). Asimismo, como se ha mencionado frecuentemente en estudios que comparan sistemas productivos con sistemas naturales (Wang *et al.*, 2012), se encontró un tercer grupo de taxones, usualmente raros (familias en este caso), exclusivamente en bosque nativo (por ej.: Asparagaceae, Sapotaceae, Aspleniaceae). Además, tres familias del bosque

nativo (Cabrera, 1976) se hallaron sólo en plantación: Araucariaceae, Cannabaceae, Cucurbitaceae. En este sentido es destacable la función de conservación de las plantaciones, dado que no sólo son el hábitat de familias que se hallan actualmente en el bosque nativo, sino también de aquellas que en algún momento estuvieron y ya no, o al menos no con la representación suficiente como para que su abundancia sea captada por la metodología empleada. Esto incluye la regeneración de *A. angustifolia*, dada la escasa abundancia de estos árboles adultos en el bosque nativo remanente.

En línea con lo observado en la regeneración de árboles nativos en plantaciones de *Pinus taeda* L. (Ritter *et al.*, 2018) la capacidad de protección de las plantaciones de *A. angustifolia* sobre ciertos taxones, depende de la estructura forestal de las plantaciones y de sus requerimientos específicos, por lo que diferentes densidades y áreas basales generan condiciones heterogéneas apropiadas para distintas familias.

CONCLUSIÓN

El sotobosque de plantaciones de *A. angustifolia* conserva todos los tipos biológicos y muchas familias del bosque nativo. Sin embargo, algunas familias se presentan exclusivamente en la plantación, o en el

bosque nativo, generalmente con una sola especie, y bajas frecuencias y coberturas, sobre las que son necesarios más estudios para recomendar pautas que aseguren su conservación.

Por otra parte, las diferencias en el grado de ocupación de las plantaciones (en densidad o área basal) favorecen diferencialmente a algunas familias, por lo que un manejo de las plantaciones que genere heterogeneidad estructural dentro de las mismas, o a nivel de paisaje, podría mejorar su capacidad de conservación de plantas del sotobosque del bosque nativo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Universidad Nacional de La Plata y "Proyectos de Investigación Aplicada del Ministerio de Agroindustria de la Nación". Agradecemos a Renzo Eichelberger, Lucas Rojas y Sabrina Rodríguez por su colaboración en el trabajo de campo. Al INTA, particularmente a todo el personal del Campo Anexo Manuel Belgrano, que nos recibió muy cálidamente y facilitó el trabajo de campo. A Laura Iharlegui, Héctor A. Keller, Agustina Yañez, Gonzalo Marquez y Daniela Ocampo Terraza por su valiosa colaboración en la identificación de especies. En especial a Martín Pinazo y María Rosa Derguy por su incondicional apoyo y acompañamiento.

Tabla 1 - Caracterización de la estructura forestal del bosque nativo y las plantaciones evaluadas. Valores promedio de las variables registradas en las 15 parcelas de cada sector.

Sitio	Densidad de Araucaria (ind.ha ⁻¹)	Área basal de Araucaria (m ² .ha ⁻¹)	Densidad total (ind.ha ⁻¹)	Área basal total (m ² .ha ⁻¹)	DAP promedio (cm)
BN	12,1	1,1	514,6	24,0	21,4
PL	174,5	31,0	433,3	39,7	30,4

BN: Bosque nativo – PL: Plantación. DAP: diámetro a la altura del pecho (1,30 m).

Tabla 2 - Tabla de ANOVA y coberturas medias por tipo biológico por sector.

Sitio	Briofitas	Helechos	Pastos	Cañas	Hierbas	Trepadoras	Arbustos	Árboles	Otros
BN	0,4	21,4	19,3	25,3	8,4	15,7	19,7	16,7	1,1
PL	0,3	48,8	11,1	2,3	19,3	12,2	43,5	5,7	0,5
E	KW 0,7	F 16,4	F 4,6	F 40,7	F 7,8	F 1,6	F 17,3	KW 9,9	F 2,85
p	0,40	0,00	0,04	0,00	0,01	0,20	0,00	0,00	0,51

BN: Bosque nativo – PL: Plantación – E: Estadístico (F para ANOVA y KW para Kruskal-Wallis) - p: probabilidad asociada.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, A.L. (1976). *Regiones Fitogeográficas Argentinas: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Buenos Aires, Argentina: Editorial ACME S.A.I.C.
- Cozzo, D. (1960). Ubicación y riqueza de los bosques espontáneos de "pino Paraná" (*Araucaria angustifolia*) existentes en la Argentina. *Revista Forestal Argentina*, 4(2), 46-54.
- Fonseca, C.R.; Ganade, G.; Baldissera, R.; Becker, C.G.; Boelter, C.R.; Brescovit, A.D.; Campos, L.M.; Fleck, T.; Fonseca, V.S.; Hartz, S.M.; Joner, F.; Käffer, M.I.; Leal-Zanchet, A.M.; Marcelli, M.P.; Mesquita, A.S.; Mondin, C.A.; Paz, C.P.; Petry, M.V.; Piovensan, F.N.; Putzke, J.; Stranz, A.; Vergara, M. y Vieira, E.M. (2009). Towards an ecologically-sustainable forestry in the Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 142(6), 1209-1219.
- Hueck, K. (1978). *Los bosques de Sudamérica; ecología, composición e importancia económica*. Estocolmo, Suecia: GTZ.
- Gilliam, F.S. (2007). The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. *BioScience*, 57(10), 845-858.
- Levy, E.B. y Madden, E.A. (1933). The point method of pasture analysis. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 46, 267-279.
- Ribeiro, M.C.; Metzger, J.P.; Martensen, A.C.; Ponzoni, F.J. y Hirota, M.M. (2009). The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142, 1141-1153.
- Ritter, L.J.; Campanello, P.I.; Goya, J.F.; Pinazo, M.A.; y Arturi, M.F. (2018). Plant size dependent response of native tree regeneration to landscape and stand variables in loblolly pine plantations in the Atlantic Forest, Argentina. *Forest Ecology and Management*, 429, 457-466.
- Wang, H.F.; Lencinas M.V.; Friedman, C.R.; Zhu Z.X. y Qiu, J.X. (2012). Understory plant diversity assessment of Szemao pine (*Pinus kesiya* var. *langbianensis*) plantations in Yunnan, China. *Collectanea Botanica*, 31, 51-65.

Recibido: 02/10/2019 - Aceptado: 15/05/2020 - Publicado: 08/09/2020

Anexo 1 - Familias registradas en el estudio, listadas en orden decreciente de frecuencia total.

Familia	Frecuencia (%)			Cobertura (%)		
	BN	PL	Total	BN	PL	Total
<i>Exclusivas de BN</i>						
Asparagaceae (1)	5,3	-	2,7	0,4	-	0,2
Sapotaceae (2)	5,3	-	2,7	0,2	-	0,1
Aspleniaceae (1)	4,0	-	2,0	0,3	-	0,1
Loganiaceae (1)	4,0	-	2,0	0,2	-	0,1
Ciperaceae (1)	2,7	-	1,3	0,1	-	0,0
Osmundaceae (1)	1,3	-	0,7	0,3	-	0,1
Iridaceae (1)	1,3	-	0,7	0,2	-	0,1
<i>Exclusivas de PL</i>						
Araucariaceae (1)	-	8,0	4,0	-	0,4	0,2
Cucurbitaceae (1)	-	1,3	0,7	-	0,0	0,0
Cannabaceae (1)	-	1,3	0,7	-	0,0	0,0
<i>Comunes a ambos sistemas</i>						
Poaceae (31) ***	93,3	73,3	83,3	45,0	13,7	29,4
Piperaceae (6) ***	46,7	97,3	72,0	6,1	37,1	21,6
Dryopteridaceae (2) **	46,7	88,0	67,3	11,8	27,8	19,8
Rubiaceae (15)	57,3	72,0	64,7	13,1	10,3	11,7
Fabaceae (18) *	58,7	36,0	47,3	5,8	2,5	4,2
Melastomataceae (7) **	24,0	64,0	44,0	3,5	17,2	10,3
Sapindaceae (9) **	49,3	36,0	42,7	5,8	2,5	4,2
Pteridaceae (5)	32,0	49,3	40,7	3,6	4,8	4,2
Apocynaceae (9) **	50,7	28,0	39,3	4,2	1,6	2,9
Bignoniaceae (11)	40,0	36,0	38,0	2,6	2,0	2,3
Celastraceae (1)	26,7	26,7	26,7	4,3	2,9	3,6
Euphorbiaceae (9)	36,0	22,7	29,3	1,9	1,2	1,6
Meliaceae (6) **	41,3	9,3	25,3	3,8	0,5	2,2
Denstaedtiaceae (1) **	8,0	40,0	24,0	1,1	6,4	3,8
Commelinaceae (2)	16,0	30,7	23,3	1,7	3,2	2,4
Didymochlaenaceae (1) **	4,0	41,3	22,7	0,8	8,9	4,8
Lauraceae (6)	29,3	9,3	19,3	1,6	0,8	1,2

CONSERVACIÓN DEL SOTOBOSQUE EN PLANTACIONES DE *Araucaria angustifolia*

Cyatheaceae (1) **	6,7	24,0	15,3	0,6	5,7	3,2
Araliaceae (1)	12,0	16,0	14,0	1,3	1,0	1,1
Solanaceae (7)	12,0	16,0	14,0	0,5	0,9	0,7
Myrtaceae (11)	20,0	6,7	13,3	2,1	0,4	1,2
Asteraceae (9)	13,3	12,0	12,7	1,0	1,2	1,1
Marantaceae (2)	12,0	10,7	11,3	0,6	0,4	0,5
Moraceae (2)	9,3	12,0	10,7	1,0	0,6	0,8
Blechnaceae (3)	10,7	9,3	10,0	4,0	0,9	2,5
Urticaceae (1) **	1,3	17,3	9,3	0,0	0,8	0,4
Violaceae (2)	5,3	13,3	9,3	0,5	0,8	0,6
Acanthaceae (2) *	16,0	1,3	8,7	1,4	0,1	0,8
Arecaceae (1) **	13,3	2,7	8,0	0,6	0,2	0,4
Rutaceae (5)	13,3	1,3	7,3	1,2	0,0	0,6
Polypodiaceae (5)	9,3	1,3	5,3	0,6	0,0	0,3
Rosaceae (2)	8,0	2,7	5,3	0,4	0,1	0,3
Araceae (2)	4,0	5,3	4,7	0,1	0,2	0,2
Boraginaceae (2)	6,7	2,7	4,7	0,4	0,1	0,3
Rhamnaceae (2)	2,7	6,7	4,7	0,1	0,7	0,4
Salicaceae (2)	8,0	1,3	4,7	0,4	0,1	0,3
Amarantaceae (2)	1,3	6,7	4,0	0,1	0,4	0,3
Primulaceae (2)	4,0	4,0	4,0	0,1	0,2	0,2
Selaginellaceae (1)	2,7	4,0	3,3	0,1	0,2	0,2
Celtidaceae (1)	4,0	1,3	2,7	0,2	0,0	0,1
Phytolaccaceae (1)	4,0	1,3	2,7	0,2	0,0	0,1
Anemiaceae (1)	1,3	2,7	2,0	0,0	0,1	0,1
Cactaceae (2)	2,7	1,3	2,0	0,1	0,0	0,1
Oxalidaceae (1)	2,7	1,3	2,0	0,1	0,0	0,1
Ranunculaceae (1)	1,3	2,7	2,0	0,1	0,3	0,2
Smilacaceae (1)	2,7	1,3	2,0	0,1	0,1	0,1
Aquifoliaceae (2)	1,3	1,3	1,3	0,1	0,0	0,1
Bromeliaceae (2)	1,3	1,3	1,3	0,1	0,2	0,2
Vitaceae (2)	1,3	1,3	1,3	0,0	0,0	0,0
Malvaceae (2)	1,3	1,3	0,7	0,0	0,0	0,0

BN: Bosque nativo – PL: Plantación. Junto a las familias se indican las diferencias significativas en cobertura entre BN y PL observadas mediante ANOVA: * para diferencias marginales ($p < 0,1$); ** para diferencias significativas ($p < 0,05$); *** para diferencias altamente significativas ($p < 0,001$).

Anexo 2. Lista de especies de plantas vasculares presentes en el sotobosque del bosque nativo y las plantaciones relevadas, asignadas a las familias y los tipos biológicos correspondientes.

Especie	Familia	Tipo biológico
Helechos y licofitas		
<i>Anemia phyllitidis</i> (L.) Sw.	Anemiaceae	Helecho
<i>Asplenium claussenii</i> Hieron.	Aspleniaceae	Helecho
<i>Blechnum occidentale</i> L.	Blechnaceae	Helecho
<i>Lomaridium acutum</i> (Desv.) Gasper & V.A.O. Dittrich	Blechnaceae	Helecho
<i>Neoblechnum brasiliense</i> (Desv.) Gasper & V.A.O. Dittrich	Blechnaceae	Helecho
<i>Alsophila setosa</i> Kaulf.	Cyatheaceae	Helecho
<i>Dennstaedtia globulifera</i> (Poir.) Hieron.	Denstaedtiaceae	Helecho
<i>Didymochlaena truncatula</i> (Sw.) Sm.	Didymochlaenaceae	Helecho
<i>Ctenitis</i> sp.	Dryopteridaceae	Helecho
<i>Megalastrum connexum</i> (Kaulf.) A.R. Sm. & R.C. Moran	Dryopteridaceae	Helecho
<i>Osmunda spectabilis</i> Willd.	Osmundaceae	Helecho
<i>Campyloneurum</i> aff.	Polypodiaceae	Helecho
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	Polypodiaceae	Helecho
<i>Pleopeltis minima</i> (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai	Polypodiaceae	Helecho
<i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> (Raddi) Alston	Polypodiaceae	Helecho
Polypodiaceae 1	Polypodiaceae	Helecho
<i>Adiantopsis chlorophylla</i> (Sw.) Fée	Pteridaceae	Helecho
<i>Adiantopsis radiata</i> (L.) Fée	Pteridaceae	Helecho
<i>Doryopteris arifolia</i> Christ	Pteridaceae	Helecho
<i>Pteris deflexa</i> Link	Pteridaceae	Helecho
<i>Pteris denticulata</i> Sw.	Pteridaceae	Helecho
<i>Selaginella</i> sp	Selaginellaceae	Helecho
Gimnosperma		
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucariaceae	Árbol
Monocotiledóneas		
Araceae 1	Araceae	Hierba
<i>Spathicarpa hastifolia</i> Hook.	Araceae	Hierba
<i>Scleria</i> sp.	Ciperaceae	Hierba
<i>Commelina</i> sp.	Commelinaceae	Hierba
<i>Tradescantia</i> sp.	Commelinaceae	Hierba
<i>Trimezia spathata</i> (Klatt) Baker	Iridaceae	Hierba
<i>Ctenanthe</i> sp.	Marantaceae	Hierba

Monocotiledóneas		
Marantaceae 1	Marantaceae	Hierba
<i>Olyra sp.</i>	Poaceae	Pasto
<i>Pharus lappulaceus</i> Aubl.	Poaceae	Pasto
<i>Setaria vulpiseta</i> (Lam.) Roem. & Schult.	Poaceae	Pasto
<i>Setaria sp.</i>	Poaceae	Pasto
Poaceae 1	Poaceae	Pasto
Poaceae 2	Poaceae	Pasto
Poaceae 3	Poaceae	Pasto
Poaceae 4	Poaceae	Pasto
Poaceae 5	Poaceae	Pasto
Poaceae 6	Poaceae	Pasto
Poaceae 7	Poaceae	Pasto
Poaceae 8	Poaceae	Pasto
Poaceae 9	Poaceae	Pasto
Poaceae 10	Poaceae	Pasto
Poaceae 11	Poaceae	Pasto
Poaceae 12	Poaceae	Pasto
Poaceae 13	Poaceae	Pasto
Poaceae 14	Poaceae	Pasto
Poaceae 15	Poaceae	Pasto
Poaceae 16	Poaceae	Pasto
Poaceae 17	Poaceae	Pasto
Poaceae 18	Poaceae	Pasto
Poaceae 19	Poaceae	Pasto
Poaceae 20	Poaceae	Pasto
Poaceae 21	Poaceae	Pasto
Poaceae 22	Poaceae	Pasto
Poaceae 23	Poaceae	Pasto
Poaceae 24	Poaceae	Pasto
<i>Guadua trinii</i> (Nees) Nees ex Rupr.	Poaceae	Caña
<i>Merostachys sp.</i>	Poaceae	Caña
Bambusoideae leñosa 1	Poaceae	Caña
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Arecaceae	Otro
<i>Cordyline sellowiana</i> Kunth	Asparagaceae	Otro
<i>Bromelia balansae</i> Mez	Bromeliaceae	Otro
Bromeliaceae 1	Bromeliaceae	Otro

Dicotiledóneas

<i>Iresine diffusa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Amarantaceae	Hierba
Amarantaceae 1	Amarantaceae	Hierba
<i>Hydrocotyle</i> sp.	Araliaceae	Hierba
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Asteraceae	Hierba
Asteraceae 1	Asteraceae	Hierba
<i>Acalypha gracilis</i> Spreng.	Euphorbiaceae	Hierba
<i>Desmodium</i> sp.	Fabaceae	Hierba
<i>Miconia australis</i> (Cham.) R. Goldenb.	Melastomataceae	Hierba
Melastomataceae 1	Melastomataceae	Hierba
Melastomataceae 2	Melastomataceae	Hierba
Melastomataceae 3	Melastomataceae	Hierba
<i>Oxalis triangularis</i> A. St.-Hil.	Oxalidaceae	Hierba
<i>Piper mikanianum</i> (Kunth) Steud.	Piperaceae	Hierba
<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	Hierba
<i>Coccocypselum hasslerianum</i> Chodat	Rubiaceae	Hierba
<i>Coccocypselum pulchellum</i> Cham.	Rubiaceae	Hierba
<i>Geophila repens</i> (L.) I.M. Johnst.	Rubiaceae	Hierba
<i>Condylocarpon isthmicum</i> (Vell.) A.DC.	Apocynaceae	Trepadora
<i>Fischeria stellata</i> (Vell.) E. Fourn.	Apocynaceae	Trepadora
<i>Fischeria</i> sp.	Apocynaceae	Trepadora
<i>Forsteronia glabrescens</i> Müll. Arg.	Apocynaceae	Trepadora
<i>Forsteronia refracta</i> Müll. Arg.	Apocynaceae	Trepadora
<i>Macropharynx peltata</i> (Vell.) J.F. Morales, M.E. Endress & Liede	Apocynaceae	Trepadora
<i>Ruehssia macrophylla</i> (Humb. & Bonpl. ex Schult.) H. Karst.	Apocynaceae	Trepadora
<i>Lepidaploa balansae</i> (Hieron.) H. Rob.	Asteraceae	Trepadora
<i>Mikania lindleyana</i> DC.	Asteraceae	Trepadora
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Asteraceae	Trepadora
<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	Asteraceae	Trepadora
<i>Adenocalymma marginatum</i> (Cham.) DC.	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Amphilophium crucigerum</i> (L.) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Amphilophium vauthieri</i> DC.	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Amphilophium</i> sp.	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Bignonia sciuripabulum</i> (Hovel.) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Dolichandra uncata</i> (Andrews) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Fridericia chica</i> (Bonpl.) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	Trepadora

Dicotiledóneas		
<i>Fridericia mutabilis</i> (Bureau & K. Schum.) Frazão & L.G. Lohmann	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Pyrostegia venusta</i> (Ker Gawl.) Miers	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Tanaecium selloi</i> (Spreng.) L.G. Lohmann	Bignoniaceae	Trepadora
<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	Cactaceae	Trepadora
<i>Pristimera celastroides</i> (Kunth) A.C. Sm.	Celastraceae	Trepadora
<i>Wilbrandia</i> sp.	Cucurbitaceae	Trepadora
<i>Dalechampia</i> sp.	Euphorbiaceae	Trepadora
<i>Tragia paxii</i> Lourteig & O'Donell	Euphorbiaceae	Trepadora
<i>Tragia volubilis</i> L.	Euphorbiaceae	Trepadora
<i>Bauhinia</i> sp.	Fabaceae	Trepadora
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	Fabaceae	Trepadora
<i>Senegalia nitidifolia</i> (Speg.) Seigler & Ebinger	Fabaceae	Trepadora
<i>Senegalia velutina</i> (DC.) Seigler & Ebinger	Fabaceae	Trepadora
<i>Clematis bonariensis</i> Juss. ex DC.	Ranunculaceae	Trepadora
<i>Gouania ulmifolia</i> Hook. & Arn.	Rhamnaceae	Trepadora
<i>Rubus</i> sp.	Rosaceae	Trepadora
<i>Manettia luteo-rubra</i> (Vell.) Benth.	Rubiaceae	Trepadora
<i>Paullinia meliifolia</i> Juss.	Sapindaceae	Trepadora
<i>Serjania meridionalis</i> Cambess.	Sapindaceae	Trepadora
<i>Serjania</i> sp.	Sapindaceae	Trepadora
<i>Thinouia mucronata</i> Radlk.	Sapindaceae	Trepadora
<i>Smilax campestris</i> Griseb.	Smilacaceae	Trepadora
<i>Cissus striata</i> Ruiz & Pav.	Vitaceae	Trepadora
<i>Cissus</i> sp.	Vitaceae	Trepadora
<i>Justicia brasiliana</i> Roth	Acanthaceae	Arbusto
<i>Ruellia angustiflora</i> (Nees) Lindau ex Rambo	Acanthaceae	Arbusto
<i>Eupatorium</i> sp.	Asteraceae	Arbusto
<i>Mutisia campanulata</i> Less.	Asteraceae	Arbusto
<i>Tournefortia</i> sp.	Boraginaceae	Arbusto
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Celtidaceae	Arbusto
<i>Callianthe picta</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Donnell	Malvaceae	Arbusto
<i>Miconia discolor</i> DC.	Melastomataceae	Arbusto
<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae	Arbusto
<i>Seguieria aculeata</i> Jacq.	Phytolaccaceae	Arbusto
<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	Arbusto
<i>Piper amalago</i> L.	Piperaceae	Arbusto

<i>Piper hieronymi</i> C. DC.	Piperaceae	Arbusto
<i>Palicourea brevicollis</i> (Müll. Arg.) C.M. Taylor	Rubiaceae	Arbusto
<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	Rubiaceae	Arbusto
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schtdl.	Rubiaceae	Arbusto
<i>Psychotria</i> sp.	Rubiaceae	Arbusto
Rubiaceae 1	Rubiaceae	Arbusto
Rubiaceae 2	Rubiaceae	Arbusto
Rubiaceae 3	Rubiaceae	Arbusto
Rubiaceae 4	Rubiaceae	Arbusto
Rubiaceae 5	Rubiaceae	Arbusto
Rubiaceae 6	Rubiaceae	Arbusto
<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Sapindaceae	Arbusto
<i>Cestrum laevigatum</i> Schtdl.	Solanaceae	Arbusto
<i>Cestrum</i> sp.	Solanaceae	Arbusto
<i>Solanum trachytrichium</i> Bitter	Solanaceae	Arbusto
<i>Pombalia bigibbosa</i> (A. St.-Hil.) Paula-Souza	Violaceae	Arbusto
<i>Pombalia communis</i> (A. St.-Hil.) Paula-Souza	Violaceae	Arbusto
<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	Apocynaceae	Árbol
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Apocynaceae	Árbol
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Aquifoliaceae	Árbol
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Aquifoliaceae	Árbol
<i>Dasyphyllum</i> sp.	Asteraceae	Árbol
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill.	Boraginaceae	Árbol
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae	Árbol
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Árbol
<i>Bernardia pulchella</i> (Baill.) Müll. Arg.	Euphorbiaceae	Árbol
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Euphorbiaceae	Árbol
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Euphorbiaceae	Árbol
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	Euphorbiaceae	Árbol
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Fabaceae	Árbol
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae	Árbol
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Fabaceae	Árbol
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae	Árbol
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Fabaceae	Árbol
<i>Inga marginata</i> Willd.	Fabaceae	Árbol
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	Árbol

Dicotiledóneas		
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Fabaceae	Árbol
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Fabaceae	Árbol
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Fabaceae	Árbol
<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	Fabaceae	Árbol
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Fabaceae	Árbol
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Fabaceae	Árbol
<i>Cinnamomum</i> sp.	Lauraceae	Árbol
<i>Nectandra angustifolia</i> (Schrad.) Nees & Mart.	Lauraceae	Árbol
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart.	Lauraceae	Árbol
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	Árbol
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae	Árbol
Lauraceae 1	Lauraceae	Árbol
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Loganiaceae	Árbol
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Malvaceae	Árbol
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin	Melastomataceae	Árbol
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Meliaceae	Árbol
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	Árbol
<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae	Árbol
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Meliaceae	Árbol
<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	Meliaceae	Árbol
<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	Meliaceae	Árbol
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	Árbol
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess.Boer	Moraceae	Árbol
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Myrtaceae	Árbol
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Myrtaceae	Árbol
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.	Myrtaceae	Árbol
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Árbol
<i>Myrcia oblongata</i> DC.	Myrtaceae	Árbol
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand	Myrtaceae	Árbol
<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand	Myrtaceae	Árbol
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	Myrtaceae	Árbol
Myrtaceae 1	Myrtaceae	Árbol
Myrtaceae 2	Myrtaceae	Árbol
Myrtaceae 3	Myrtaceae	Árbol
<i>Myrsine balansae</i> (Mez) Otegui	Primulaceae	Árbol

<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui	Primulaceae	Árbol
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Rhamnaceae	Árbol
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltld.) D. Dietr.	Rosaceae	Árbol
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll. Arg.	Rubiaceae	Árbol
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Rutaceae	Árbol
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Rutaceae	Árbol
<i>Pilocarpus</i> sp.	Rutaceae	Árbol
Rutaceae 1	Rutaceae	Árbol
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	Rutaceae	Árbol
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	Árbol
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Salicaceae	Árbol
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.	Sapindaceae	Árbol
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	Sapindaceae	Árbol
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Sapindaceae	Árbol
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	Árbol
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Sapotaceae	Árbol
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Sapotaceae	Árbol
<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal	Solanaceae	Árbol
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	Solanaceae	Árbol
Solanaceae 1	Solanaceae	Árbol
Solanaceae 2	Solanaceae	Árbol
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	Urticaceae	Árbol
<i>Rhipsalis</i> sp.	Cactaceae	Otro
<i>Peperomia</i> sp.	Piperaceae	Otro
