

Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Carrera de Ingeniería Forestal

Proyecto de Trabajo Final de Carrera:

Regeneración de especies nativas en plantaciones de
***Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze**

Estudiante:

Rodrigo Lopes Canadell
N° Legajo: 28203/8
DNI: 36630426
Mail: rodrigolopescanadell@gmail.com
Teléfono: +54 9 11 3250-2814

Directora:

Micaela Medina
Curso de Ecología Forestal - LISEA

CoDirectora:

Magali Pérez Flores
Curso de Ecología Forestal - LISEA

Lugar y Fecha de Presentación:

La Plata, Buenos Aires, Argentina - Febrero de 2022

Modalidad: Investigación

ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	6
Objetivo general	6
Hipótesis 1	7
Hipótesis 2	7
Objetivos específicos	7
MATERIALES Y MÉTODOS	8
Área de estudio	8
Diseño de muestreo	8
Análisis de fotografías hemisféricas	9
Uso previo	10
Bosque nativo circundante	10
Análisis de datos	12
Análisis estadístico	13
RESULTADOS	13
Estructura forestal	13
Uso previo y bosque nativo circundante	16
Composición, riqueza y abundancia de la regeneración	17
Densidad de renovales por clase de tamaño	19
Relación entre la abertura de dosel y la densidad de renovales	19
Efecto del uso previo sobre la densidad de renovales	20
Efecto del uso previo sobre la riqueza de renovales	21
Efecto del uso previo en la densidad de individuos según familia	22
DISCUSIÓN	23
CONCLUSIONES	26
AGRADECIMIENTOS	27
BIBLIOGRAFÍA	27
ANEXO	32

RESUMEN

El Bosque Atlántico Sur es considerado un ecosistema de alto valor ecológico debido a la gran diversidad de especies que alberga, tanto animales como vegetales, siendo a su vez muchas de estas especies endémicas. El avance de la frontera agrícola y la urbanización llevaron a la reducción de su superficie hasta alcanzar valores críticos, y a la degradación de los remanentes boscosos. En la actualidad, la provincia de Misiones en Argentina conserva la mayor proporción de superficie original de bosque y en mejor estado de conservación.

Diversos estudios demuestran que existe una importante diferencia entre el impacto que producen los cultivos agrícolas y el que producen las plantaciones forestales, siendo menor en este último caso y en muchas ocasiones incluso beneficioso. En este sentido las plantaciones forestales, mediante prácticas silviculturales acordes, pueden contribuir con la regeneración y supervivencia de especies nativas, amortiguando el impacto ecológico producido por los cultivos agrícolas monoespecíficos y la urbanización. En el presente trabajo se estudió la regeneración de especies arbóreas nativas en plantaciones de *Araucaria angustifolia* en la localidad de San Pedro (Misiones, Argentina). Para su estudio se consideraron variables estructurales de la plantación (densidad, área basal y abertura del dosel), el uso previo del suelo y la proporción de bosque nativo circundante. Las variables estructurales fueron medidas en 32 puntos distribuidos equitativamente en 8 plantaciones, en cada punto se establecieron 3 parcelas concéntricas de diferente tamaño, según el tamaño de renovales a medir y se evaluó su regeneración utilizando la densidad total de renovales y por clase de tamaño. En las parcelas de mayor tamaño se midió el perímetro de todas las araucarias de la plantación y se tomó una fotografía hemisférica en el centro de cada una para estimar la abertura del dosel. A su vez el uso previo y la proporción de bosque nativo circundante fueron estudiados mediante el análisis de imágenes satelitales.

Debido a las similitudes en edad, densidad inicial de plantación y prácticas silvícolas realizadas, las plantaciones evaluadas resultaron ser homogéneas en cuanto a su estructura, por lo que no se pudo relacionar a la regeneración de renovales con los respectivos parámetros (densidad, área basal y abertura del dosel). Si bien la respuesta dependió de la clase de tamaño de los renovales, sí se halló una relación positiva entre la densidad y riqueza de estos y las variables uso previo bosque nativo y proporción de bosque nativo circundante. Estos resultados refuerzan el conocimiento sobre la capacidad de las plantaciones forestales para regenerar especies nativas en su interior y la importancia de los remanentes boscosos para contribuir con el aporte de propágulos, en la búsqueda de prácticas silvícolas ecológicamente sustentables.

INTRODUCCIÓN

El Bosque Atlántico Sur, ubicado originalmente en un amplio territorio del sur de Brasil, noreste de Argentina y este de Paraguay, es un ecosistema de alto valor ecológico debido a la gran diversidad de especies que alberga, tanto animales como vegetales, y al gran porcentaje de especies endémicas, siendo considerado en la actualidad uno de los lugares de mayor importancia para la conservación de la biodiversidad a nivel global (Myers et al., 2000). Sin embargo, la explotación desmedida a lo largo del tiempo y el cambio constante de uso del suelo llevaron a que el territorio ocupado por el Bosque Atlántico se vea reducido notablemente, conservando para el año 2009 entre el 11% y 16% de su superficie original (Ribeiro et al., 2009). El avance de la frontera agrícola en el sur de Brasil y este de Paraguay produjeron la eliminación del bosque presente en las mencionadas zonas de cada país prácticamente en su totalidad (Ribeiro et al., 2009). Los escasos remanentes de bosque se encuentran en diferentes estados de degradación, con baja presencia de especies de árboles de alto valor maderero, como por ejemplo de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucaria, pino paraná), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro misionero), *Cordia americana* (L.) Gottschling & J.S. Mill. (guayubira), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. (loro negro), *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (anchico colorado) y *Nectandra angustifolia* (Schrad.) Nees & Mart. (laurel negro). La porción de bosque presente en Argentina se encuentra principalmente en la provincia de Misiones, donde ocupa cerca de un 40% de su superficie (MAyDS 2017). Sin embargo, al igual que en los países vecinos, el bosque ha sido reemplazado en muchas áreas por cultivos agrícolas y plantaciones forestales. De acuerdo con la última actualización del Segundo Inventario Forestal de la provincia de Misiones (SIFIP 2015), para el año 2014 la superficie ocupada por plantaciones forestales era de 409.008 hectáreas, de las cuales el 83% se encontraba plantado con *Pinus* spp, el 11% con *Eucalyptus* spp, ambas especies exóticas y de rápido crecimiento, y el 6% (16.500 ha. aproximadamente) por plantaciones de *A. angustifolia*. Esta última especie presenta características únicas, ya que se trata de una especie nativa y el manejo convencional contempla turnos de rotación más largos que los de las especies exóticas (Rambo, 2000).

A nivel mundial se han realizado numerosos estudios para comprender el valor ecológico de las plantaciones forestales en la búsqueda de minimizar sus impactos ambientales negativos (Haggar et al., 1997; Hartley, 2002; Lindenmayer et al., 2006;

Lugo,1997). Por ejemplo, se ha encontrado que en las plantaciones forestales puede desarrollarse vegetación nativa de forma espontánea (Cabanne et al., 2007, Cusack & Montagnini, 2004; Haggard et al., 1997; Medina, 2020; Pietrek & Branch, 2011; Trentini et al., 2017), la cual aporta alimento y refugio para diversas especies animales (Dracup et al., 2015), manteniendo a su vez las propiedades fisicoquímicas del suelo y su actividad biológica (Baba et al., 2011). En Misiones, los estudios en vegetación se han realizado principalmente en plantaciones de *Pinus* sp y *A. angustifolia*, en ambos casos con el fin de identificar y analizar aquellos factores que se relacionan directamente con la regeneración de árboles nativos dentro de las plantaciones. Los estudios realizados en las plantaciones de *Pinus* sp. demostraron que las prácticas silvícolas como los raleos favorecen el desarrollo de vegetación espontánea, asociado a la liberación de recursos lumínicos y subterráneos (Trentini et al., 2017). Además, los turnos de rotación más largos favorecen el desarrollo de árboles nativos relacionados con un mayor tiempo de crecimiento y llegada de semillas a la plantación (Ritter et al., 2018); y se ha encontrado mayor riqueza y abundancia de renovales de árboles nativos en plantaciones con mayor cercanía al bosque nativo, vinculadas a una mayor disponibilidad de semillas (Cusack & Montagnini, 2004; Dummel et al., 2013; Ritter et al., 2016).

Los estudios realizados en plantaciones de *A. angustifolia* presentaron resultados similares, tanto la riqueza como la abundancia de árboles nativos regenerados espontáneamente debajo del dosel de las araucarias se relacionan positivamente con la edad de la plantación y el tiempo desde la última intervención (Medina et al., 2020). Estas variables fueron asociadas a diferentes grupos ecológicos, hallándose mayor abundancia de especies demandantes de luz en plantaciones con menor edad y con menor tiempo desde el último raleo (Medina, 2020). En este estudio se sugirió que el menor tiempo desde la última intervención podría estar relacionado con una mayor abertura del dosel, ocasionada por la reducción del área basal como consecuencia de los raleos y/o cosecha de araucaria. La cantidad y la calidad de la luz son de suma importancia para la regeneración, establecimiento y crecimiento de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas debajo del dosel (Jelaska et al., 2006). Existen distintas metodologías para el estudio de luz incidente, aquellas que suelen llamarse metodologías directas y las que se denominan metodologías indirectas. Las directas, como su nombre lo indica, son aquellas que miden la cantidad y calidad de luz, en muchos casos a través de sensores remotos de radiación (Promis & Cruz, 2009). Por su parte, las metodologías indirectas, las estiman basándose en la medición de algún otro parámetro. Entre estos métodos indirectos, el análisis de fotografías hemisféricas del dosel permite calcular de forma sencilla la abertura del dosel (Promis & Cruz, 2009), la cual determina la luz incidente que puede alcanzar el suelo o los estratos inferiores (Jennings et al., 1999). Sin embargo, las plantaciones de *A. angustifolia* estudiadas

previamente por Medina (2020), presentan características únicas comparadas con plantaciones de *A. angustifolia* típicas para la zona de estudio, ya que la mayoría tienen edades mayores a 50 años, mientras que la edad promedio de la mayoría de las plantaciones comerciales de la *A. angustifolia* es de 30-35 años. Otra característica distintiva de las plantaciones estudiadas por Medina (2020) es el gran desarrollo de especies herbáceas, y/o arbustivas además de especies arbóreas en los estratos inferiores (Pérez Flores et al., 2020), por lo que es necesario complementar la información estudiando plantaciones de *A. angustifolia* con un manejo más convencional para la zona.

El uso previo también ha sido identificado como un factor que influye en la regeneración de árboles nativos dentro de plantaciones. Si bien no se ha podido establecer una relación directa entre el uso previo y la composición específica de renovales, sí se detectaron diferencias entre las plantaciones que presentan un uso previo de bosque nativo y aquellas de uso previo agrícola u otra plantación (Medina, 2020; Ritter et al., 2016). Por otro lado, a escala de paisaje, la proporción de bosque nativo circundante y la conectividad del mismo han sido propuestas como variables de suma importancia tanto para la conservación de especies animales como vegetales en plantaciones forestales (Lindenmayer et al., 2006). Los estudios realizados por Ritter (2018) en plantaciones de Pino en Misiones, demostraron una relación positiva entre la regeneración de renovales y el bosque nativo circundante, obteniendo los mejores resultados de correlación entre ambas variables utilizando radios de 300 metros y parches de bosque nativo con una superficie mínima de 1 hectárea. A su vez, como práctica de manejo a escala de paisaje, el autor propone mantener una cobertura igual al 25-30% de la superficie contenida en el radio antes mencionado a fin de favorecer la regeneración espontánea. Este estudio tiene como objetivo general analizar la contribución de las plantaciones comerciales de *A. angustifolia* a la conservación de especies arbóreas del Bosque Atlántico de Misiones.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de la abertura del dosel, el bosque nativo circundante y el uso previo del suelo sobre la regeneración de especies nativas debajo de plantaciones de *A. angustifolia* manejadas con similares prácticas silvícolas.

Hipótesis 1

La estructura forestal de las plantaciones (densidad, área basal y abertura de dosel) condiciona el ingreso de la luz incidente al interior de las plantaciones, que alcanzará los estratos inferiores y permitirá el establecimiento y desarrollo de especies arbóreas. Se espera encontrar mayor abundancia y riqueza de renovales relacionadas a una menor densidad y área basal de la plantación y/o mayor abertura del dosel.

Hipótesis 2

El bosque nativo circundante, así como el uso previo a la instalación de las plantaciones, influye en la disponibilidad de propágulos, esperándose encontrar mayor abundancia y riqueza de renovales de especies arbóreas nativas en plantaciones con uso previo de bosque nativo, como en aquellas plantaciones con mayor disponibilidad de bosque nativo circundante.

Objetivos específicos

- Caracterizar la estructura forestal de plantaciones comerciales de *A. angustifolia* mediante el área basal, la densidad de individuos y la abertura del dosel.
- Determinar el uso previo a las plantaciones y el bosque nativo circundante.
- Describir la composición, riqueza, abundancia y distribución por clase de tamaño de la regeneración de especies arbóreas que crecieron espontáneamente debajo de plantaciones de *A. angustifolia*.
- Evaluar el efecto de la abertura del dosel de las plantaciones de *A. angustifolia* sobre la regeneración espontánea de árboles nativos.

- Evaluar el efecto del uso previo de las plantaciones de *A. angustifolia* y del bosque nativo circundante sobre la regeneración espontánea de árboles nativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se trabajó con datos provenientes de la campaña realizada en el predio de la empresa Forestal Belga S.A., ubicada en la localidad de San Pedro en la provincia de Misiones (26°33'21" S, 53°54'56" N). La empresa cuenta con plantaciones de *A. angustifolia*, *Pinus* sp y una amplia superficie de bosque nativo

El clima de la región se caracteriza por temperaturas medias anuales de 21,2°C, con medias mínimas de 15,9°C en julio y medias máximas de 26,4°C en enero. El régimen de precipitación es isohigro con valores medios de 1865 mm/año, con valores máximos de 2925 mm/año y mínimos de 889 mm/año (Silva et al., 2019). El campo se encuentra en la zona de distribución de *A. angustifolia* perteneciente a la Provincia fitogeográfica Paranaense dentro del Dominio Amazónico (Cabrera, 1976). Según Cabrera (1976) la misma se caracteriza por un dosel emergente dominado por *A. angustifolia* y un dosel superior formado por *Nectandra angustifolia* (Schrad.) Nees & Mart. (laurel negro), *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (guatambú blanco), *Cedrela fissilis* Vell. (cedro misionero), *Cordia americana* (L.) Gottschling J.S. Mill (guayubira), entre otras.

Diseño de muestreo

Se seleccionaron ocho plantaciones de *A. angustifolia* con edades entre 32 y 35 años, las cuales recibieron similares tratamientos silvícolas. Según lo expuesto por el encargado en la entrevista inicial, cuatro plantaciones corresponden a una primera rotación, donde el uso previo fue el bosque nativo, y las cuatro restantes corresponden a una segunda rotación de plantaciones de araucaria. En cada una de las plantaciones se instaló

una transecta de 90 metros, sobre la cual se seleccionaron 4 puntos separados por 30 metros entre sí y alejados al menos 20 metros de los caminos de circulación, con la intención de disminuir los efectos de borde. En cada uno de los puntos se establecieron tres parcelas circulares concéntricas, una de 25 m², una de 100 m² y una parcela más grande de 300 m². En las mismas se identificaron y se midieron el DAP de todos los individuos arbóreos mayores a 50 cm de altura: en las parcelas de 25 m² se identificaron y midieron aquellos renovales con una altura mayor o igual a 50 cm y menores que un 1 cm de DAP (renovales clase 1); en las parcelas de 100 m², renovales mayores o iguales a 1 cm de DAP y menores a 5 cm de DAP (renovales clase 2); en las parcelas de 300m², los renovales mayores o iguales a 5 cm y menores a 10 cm de DAP (renovales clase 3). Además, en estas últimas se midió el perímetro de todas las araucarias de la plantación. La medición tanto del DAP como del perímetro se realizó a 1,3 m de altura con respecto al suelo, correspondiente a la altura estándar a la que se toma el DAP. Para considerar a los individuos dentro de la parcela se contempló que el centro de los fustes esté dentro del límite establecido. En los casos de individuos con bifurcaciones a partir de 1,3 m de altura, se tomó únicamente la bifurcación de mayor tamaño, para evitar la sobreestimación del número de individuos.

La recopilación de datos a campo fue realizada en jornadas diarias, durante cinco días consecutivos, por un único equipo de trabajo conformado por cuatro integrantes. Como herramientas en la toma de datos se utilizó un GPS, donde se cargaron las coordenadas de cada punto, cintas métricas utilizadas para medir los perímetros, calibre para la medición de DAP, soga referenciada para medir los límites de la parcela, machetes para abrir los caminos de circulación entre puntos, cuadernos, lapiceras e indumentaria acorde para el trabajo a campo.

Análisis de fotografías hemisféricas

Para obtener la abertura del dosel de las distintas plantaciones en cada punto se tomaron fotografías hemisféricas utilizando una cámara digital con lente Sigma 8mm montada sobre un trípode, las mismas fueron tomadas a una altura de 1,3 metros y la cámara fue dispuesta siempre con la misma orientación respecto al norte magnético. En gabinete, cada imagen se analizó mediante el programa GLA (Gap Light Analyzer). Inicialmente se seleccionó una de las cuatro imágenes tomadas en cada punto, intentando elegir aquella que se consideró más acorde para el análisis. Para realizar el análisis cada

imagen seleccionada fue cargada y analizada individualmente, además se cargaron en el programa los parámetros correspondientes a la zona geográfica donde fueron tomadas las fotografías, las características de la cámara y las del lente. A su vez, en cada imagen se identificó y marcó el norte geográfico (corregido previamente según el norte magnético y la posición del centro magnético a la fecha), y los límites de la misma, con el fin de que el programa la reconozca y cree una imagen de trabajo paralela donde se llevó adelante el análisis. La nueva imagen fue transformada por el programa en una imagen en blanco y negro, donde se ajustó manualmente el contraste y la luminosidad deseada, para luego analizarla y determinar el porcentaje de abertura de dosel, según el porcentaje de píxeles que se encuentren en negro y aquellos que se encuentren en blanco. Los píxeles en negro corresponden a aquellas áreas de la imagen ocupadas por dosel, mientras que los píxeles en blanco corresponden al área de la imagen libre de dosel y a partir de la cual se obtiene el porcentaje de abertura.

Uso previo

Para corroborar si el uso previo de las plantaciones fue bosque nativo u otra plantación, se realizó un estudio del área mediante la utilización de imágenes satelitales, utilizando la plataforma del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) para descargar las imágenes y el programa QGIS 3.10.14 para el análisis de las mismas.

Se descargó una imagen proveniente del satélite Landsat 1 conformada por cuatro bandas espectrales (bandas 4, 5, 6 y 7) con una resolución espacial de 80 metros, correspondiente a septiembre de 1980, fecha anterior a la instalación de las plantaciones medidas en la campaña. Se realizó una corrección atmosférica de las bandas y se las combinó de forma RGB=745, donde la banda del infrarrojo cercano (banda 7) se visualiza en rojo, la banda del verde visible (banda 4) se visualiza en verde y la banda del rojo visible (banda 5) se visualiza en azul.

Bosque nativo circundante

Se consideró el bosque nativo circundante a la superficie expresada en porcentaje de bosque nativo presente en un radio de 300 metros alrededor de cada parcela, siguiendo lo propuesto por Ritter (2016). El análisis se realizó mediante la implementación de imágenes satelitales, utilizando la plataforma del Servicio Geológico de Estados Unidos

(USGS) para descargar las imágenes y el programa QGIS 3.10.14 para el análisis de las mismas.

Se descargó una imagen proveniente del satélite Sentinel-2 conformada por un total de doce bandas con distinta resolución espacial, la cual varía entre 10 y 60 metros según el tipo de banda. La misma corresponde a noviembre de 2019, fecha en la que se realizó el viaje de campaña y se tomaron los datos a campo, y se seleccionó considerando una nubosidad atmosférica menor al 30%.

Las bandas fueron corregidas atmosféricamente y combinadas entre sí para obtener una imagen de trabajo donde se puedan distinguir las distintas áreas que conforman el paisaje: plantaciones de *A. angustifolia*, plantaciones de *Pinus sp*, bosque nativo, caminos, entre otros. Se seleccionó una combinación de bandas RGB=834, todas con una resolución espacial de 10 metros, donde la banda del infrarrojo cercano (banda 8) se visualiza en rojo, la banda del verde visible (banda 3) se visualiza en verde y la banda del rojo visible (banda 4) se visualiza en azul. Se recortó la imagen combinada para delimitarla al área de trabajo, para esto se realizó un recorte mediante capa de máscara utilizando una capa vectorial con un polígono creado manualmente. Con la nueva imagen de trabajo recortada se realizó una clasificación de cobertura mediante el complemento Automatic Classification Plugin y se clasificó la imagen en áreas de plantación, áreas de bosque nativo y áreas sin cobertura arbórea. Si bien esta clasificación no permite distinguir plantaciones de *A. angustifolia* de plantaciones de *Pinus sp*, ni caminos de suelos recién labrados, es la clasificación que mejor se ajustó a los parámetros buscados entre distintas clasificaciones realizadas (Figura 1).

Paralelamente a la clasificación se creó una capa vectorial con áreas buffer de 300 metros de radio alrededor de cada uno de los puntos tomados a campo, es decir que se crearon 32 áreas buffer. Se realizó una intersección entre la capa con coberturas clasificadas y la capa de áreas buffer, obteniendo una nueva capa que posee las coberturas y sus superficies para cada una de las áreas buffer (Anexo). La información obtenida de esta intersección, asentada en la tabla de atributos de la capa, fue exportada como hoja de cálculo. A partir de la distribución de áreas, según la clasificación realizada, se calculó el porcentaje de bosque nativo en cada área buffer. Por último, se calculó el porcentaje de bosque nativo circundante por plantación promediando las cuatro áreas buffer.

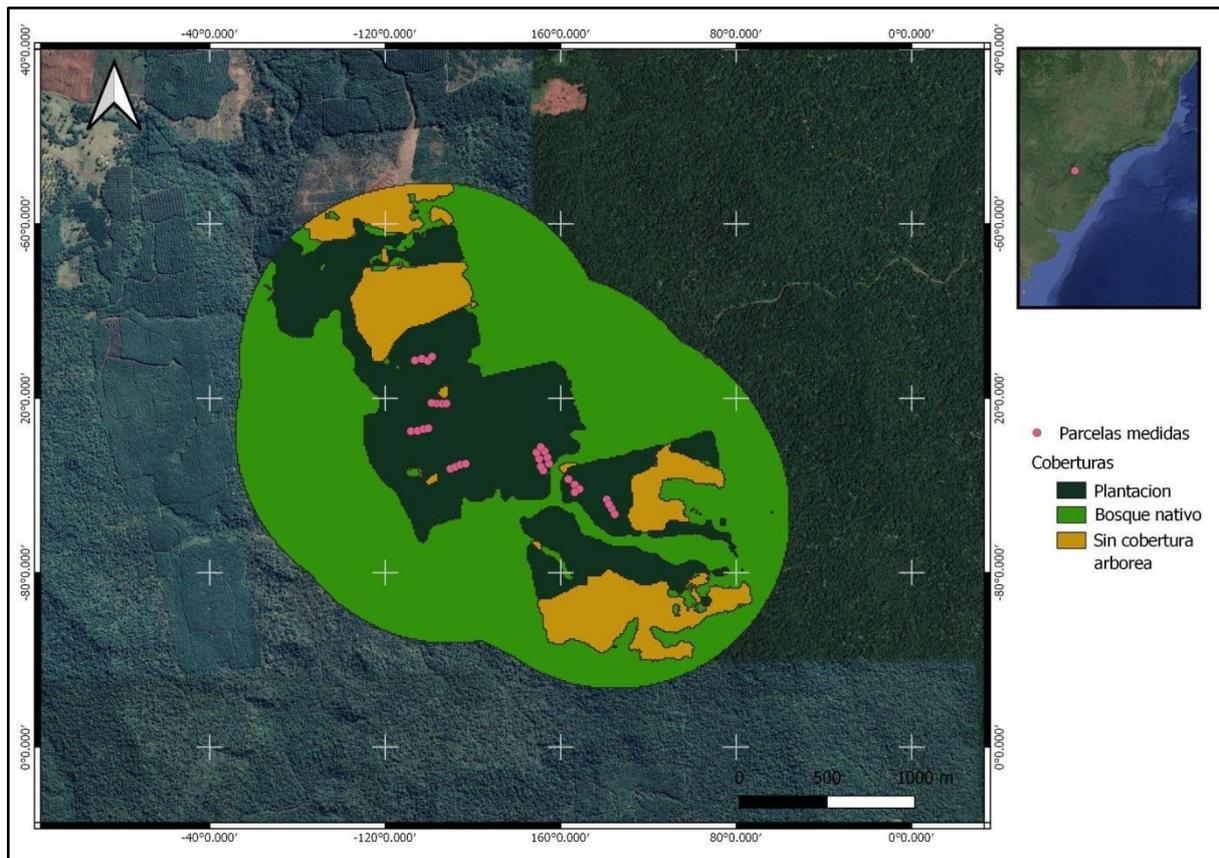


Figura 1: Clasificación de coberturas vegetales en el área bajo estudio.

Análisis de datos

Se utilizaron los datos de perímetro de los individuos de *A. angustifolia* mayores a 10 cm de DAP para estimar el área basal por hectárea de cada punto teniendo en cuenta la superficie de las parcelas (300m^2) y se promedió el área basal de los cuatro puntos para obtener el área basal de cada plantación. La densidad de las plantaciones se estimó según el número de individuos por punto y la superficie de la parcela, y luego se promedió la densidad de cada punto para estimar la densidad de la plantación. En este estudio se determinará el número de individuos por hectárea y el área basal, expresada en m^2 por hectárea, como medidas absolutas de la densidad (Wabo, 1999). Las medidas de densidad pretenden dar una idea del grado de ocupación del terreno o de agrupamiento de sus árboles, y tienen aplicaciones diversas; en el presente trabajo se la utilizó para relacionarla con la presencia y diversidad de renovales, total y según las clases establecidas (clase 1, clase 2 y clase 3). El procedimiento para calcular la densidad de renovales por clase de tamaño, representativa de la abundancia de los mismos, fue similar al empleado para

calcular la densidad de las plantaciones, utilizando la superficie de la parcela correspondiente para la estimación de la densidad general y la de cada clase, 25 m² para renovales clase 1, 100 m² para renovales clase 2 y 300 m² para los renovales clase 3.

Los datos de abertura de dosel se obtuvieron al analizar las imágenes hemisféricas seleccionadas y, al igual que en los casos anteriores, se utilizó la abertura de dosel de cada punto y se estimó la abertura de dosel de cada plantación promediando los valores de abertura de los cuatros puntos correspondientes a la misma.

Análisis estadístico

En primer lugar, se analizó si entre las plantaciones había diferencias significativas, considerando por un lado la estructura forestal (densidad, área basal y abertura del dosel) y por el otro el uso previo y el bosque nativo circundante. Luego se evaluó si las diferencias observadas se correspondían con diferencias en la densidad y riqueza de renovales que espontáneamente se establecieron debajo del dosel de araucarias, considerando la densidad y riqueza por clase de tamaño y la total. En el caso de la abertura del dosel solo se evaluaron los renovales clase 1, ya que la clase 2 y 3 exceden el límite de altura dado por el trípode (1,3 m de altura). Por último, se evaluó la distribución de la densidad de renovales de las familias con mayor abundancia según el uso previo de las plantaciones y el porcentaje de bosque nativo circundante, considerando las distintas clases de renovales. En todos los casos se utilizaron análisis de la varianza (ANOVA). Previamente se comprobaron los supuestos de los modelos, en caso de no cumplirse, se utilizaron métodos no paramétricos. En todos los casos se hizo uso del programa estadístico INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2008).

RESULTADOS

Estructura forestal

La densidad promedio de las ocho plantaciones fue de 610 Ind/Ha con un desvío estándar de 144, el área basal tuvo una media de 32,5 m²/Ha con un desvío estándar de

7,65, y la abertura de dosel presentó una media del 13,2 % con un desvío estándar de 2,78. No se encontraron diferencias significativas entre las plantaciones en las variables densidad y área basal. En la variable abertura del dosel se encontraron diferencias entre las plantaciones FBP5 y FBP7, con valores mayores, y FBP2 y FBP3, con valores menores de abertura (Figura 2).

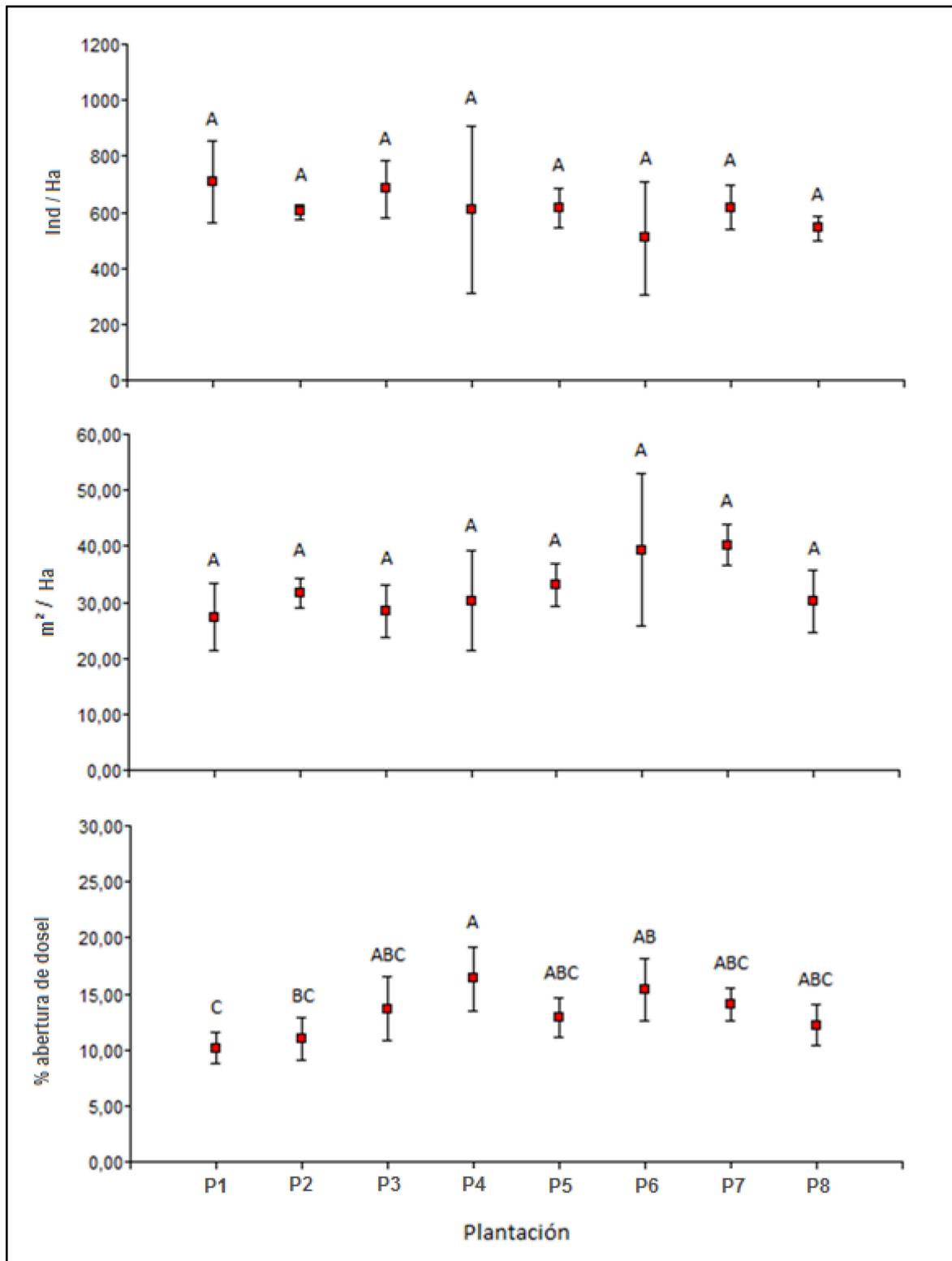


Figura 2: Densidad de individuos (Ind/Ha), área basal (m²/Ha) y abertura de dosel (% abertura de dosel) de las distintas plantaciones. Las letras A,B,C representan categorías según el análisis estadístico realizado, aquellas plantaciones que compartan al menos una letra no presentan diferencias significativas entre sí.

Uso previo y bosque nativo circundante

Si bien la resolución espacial de las imágenes provenientes del Landsat 1 no permite realizar una interpretación en detalle, con la combinación de bandas seleccionada (RGB=745) se logró diferenciar aquellas zonas ocupadas por plantaciones, bosque nativo o suelo desnudo, corroborando que efectivamente los usos previos mencionados por el encargado del campo son correctos. De esta manera queda definido que las plantaciones 1, 2, 3 y 8 tienen como uso previo otra plantación, mientras que las plantaciones 4, 5, 6 y 7 tienen como uso previo bosque nativo.

Las plantaciones que presentaron mayor porcentaje de bosque nativo circundante fueron las plantaciones que tuvieron como uso previo el bosque nativo, analizando tanto las diferencias entre plantaciones (p -valor $<0,0001$) (Figura 3) como considerando la variable uso previo como categórica (p -valor $<0,0001$) (Figura 4). El uso previo y el bosque nativo circundante se evalúan de forma conjunta, dado que el efecto que ambas variables ejercen en la densidad y riqueza de renovales no se pueden analizar por separado. Se mencionará a las mismas únicamente bajo el término de uso previo con el fin de simplificar la estructura de los análisis y resultados.

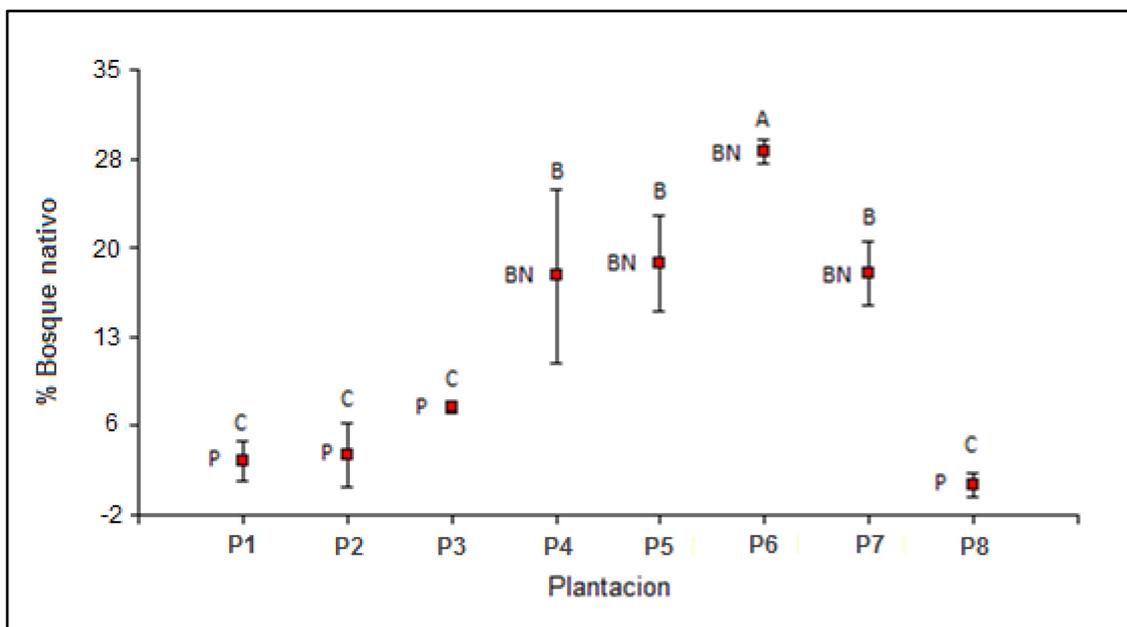


Figura 3: Porcentaje de bosque nativo circundante a las parcelas medidas en cada plantación. Las letras A, B, C representan categorías según el análisis estadístico realizado,

aquellas plantaciones que comparten al menos una letra no presentan diferencias significativas entre sí. Plantaciones clasificadas según uso previo: BN= Bosque nativo; P= Plantación.

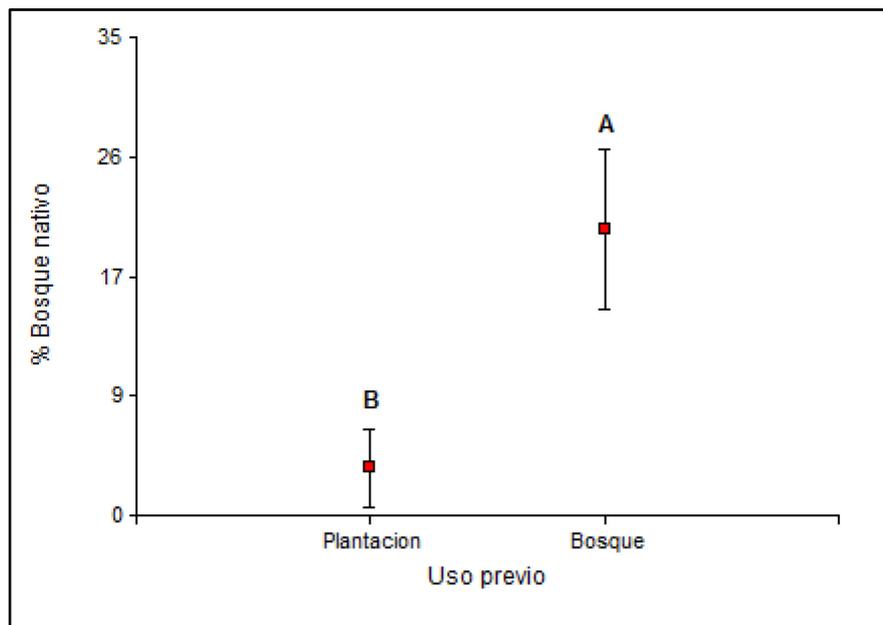


Figura 4: Diferencias entre las plantaciones respecto al porcentaje de bosque nativo circundante, según sus usos previos. Las letras A,B representan categorías según el análisis estadístico realizado.

Composición, riqueza y abundancia de la regeneración

Se encontraron un total de 545 renovales, distribuidos en 53 especies, 44 géneros y 22 familias (Anexo). Si bien existe una gran diversidad de familias, la abundancia de las mismas difiere entre sí, existiendo cinco familias (Aquifoliaceae, Fabaceae, Lauraceae, Sapindaceae, Urticaceae) que prevalecen por sobre las otras, conformando el 70% del total de renovales medidos (Figura 5).

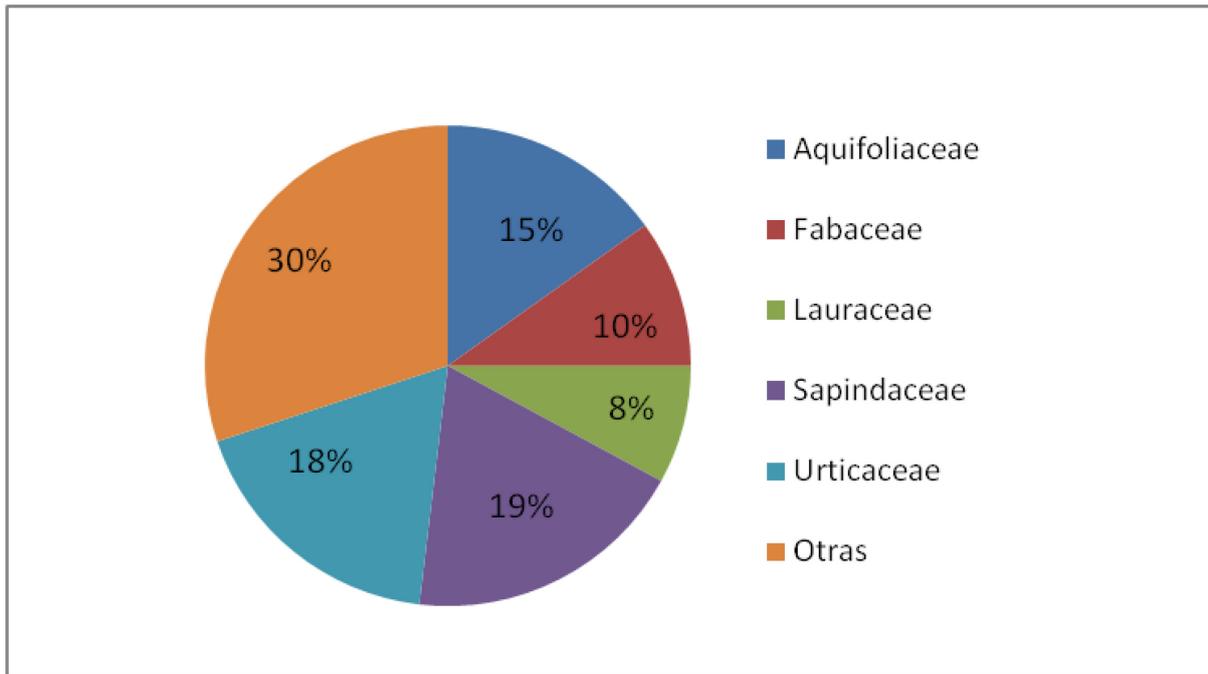


Figura 5: Distribución de las familias encontradas en las parcelas bajo estudio.

Al igual que la abundancia de las familias, la abundancia de las distintas especies analizadas se caracterizó por la dominancia de tres especies (*Matayba elaeagnoides* Radlk (camboata blanco), *Ilex brevicuspis* reissek (yerba señorita) y *Urera baccifera* (L.) Gaudich (urera)), las cuales abarcaron 37% del total de renovales analizados (Figura 7), diferenciándose del resto de las especies que representaron individualmente menos del 5%.

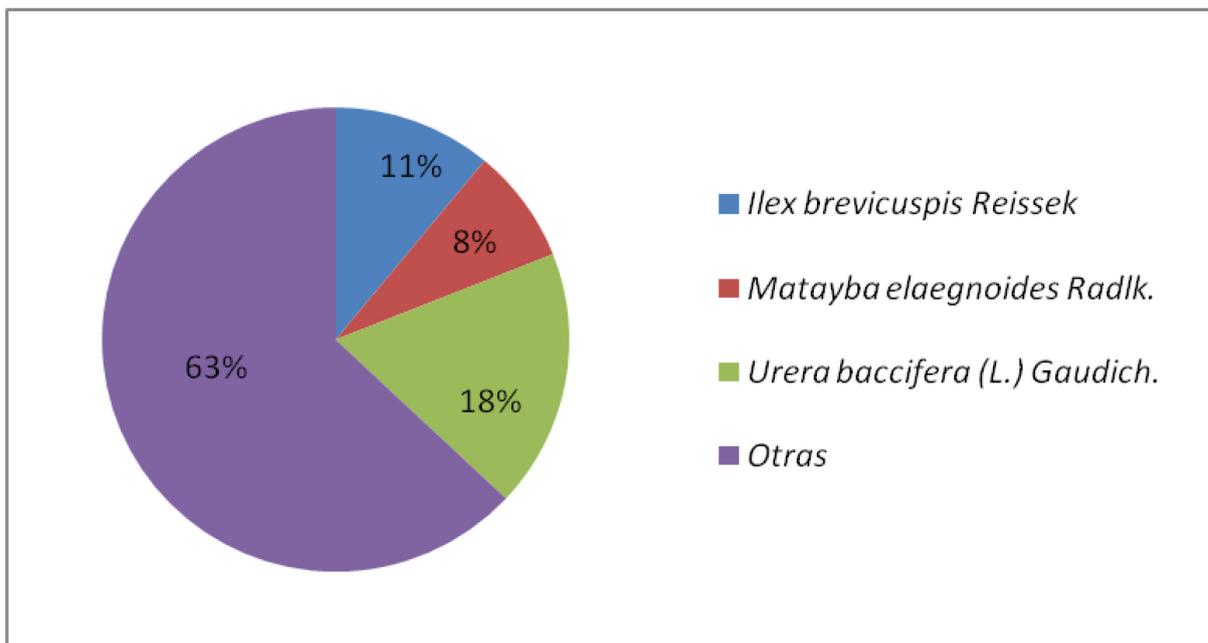


Figura 6: Distribución de las especies encontradas en las parcelas bajo estudio.

Densidad de renovales por clase de tamaño

El análisis de densidad de renovales por clase de tamaño sin diferenciar entre plantaciones dio como resultado una media de 527 Ind/Ha para la clase 1 con un desvío estándar de 772, una media de 1825 Ind/Ha para la clase 2 con un desvío estándar de 1137 y una media de 606 Ind/Ha para la clase 3 con un desvío estándar de 498 (Figura 7).

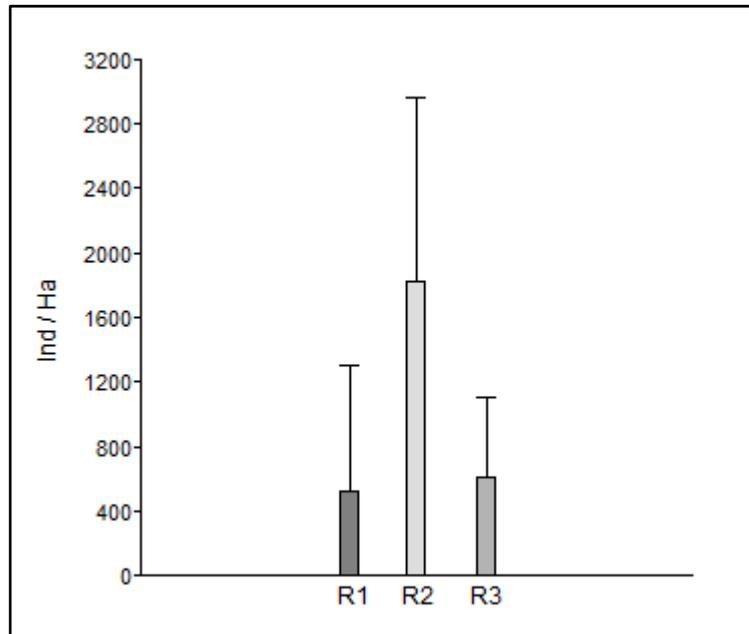


Figura 7: Densidad y desvío de renovales hallados en plantaciones de *A. angustifolia* clase 1 (R1), renovales clase 2 (R2) y renovales clase 3 (R3). R1 (renovales clase 1): Altura mayor o igual a 50 cm y menores que un 1 cm de DAP; R2 (renovales clase 2): mayores o iguales a 1 cm de DAP y menores a 5 cm de DAP; R3 (renovales clase 3): DAP mayor o igual a 5 cm.

Relación entre la abertura de dosel y la densidad de renovales

Se realizó un análisis de correlación entre la densidad de renovales clase 1 (altura mayor o igual a 50 cm y menores que un 1 cm de DAP) y la abertura del dosel por parcela, con el fin de identificar si las diferencias en la abertura del dosel se ven reflejadas en la densidad de renovales. Según el análisis realizado no existe correlación entre ambas las variables (P-valor > 0,05) (Figura 8).

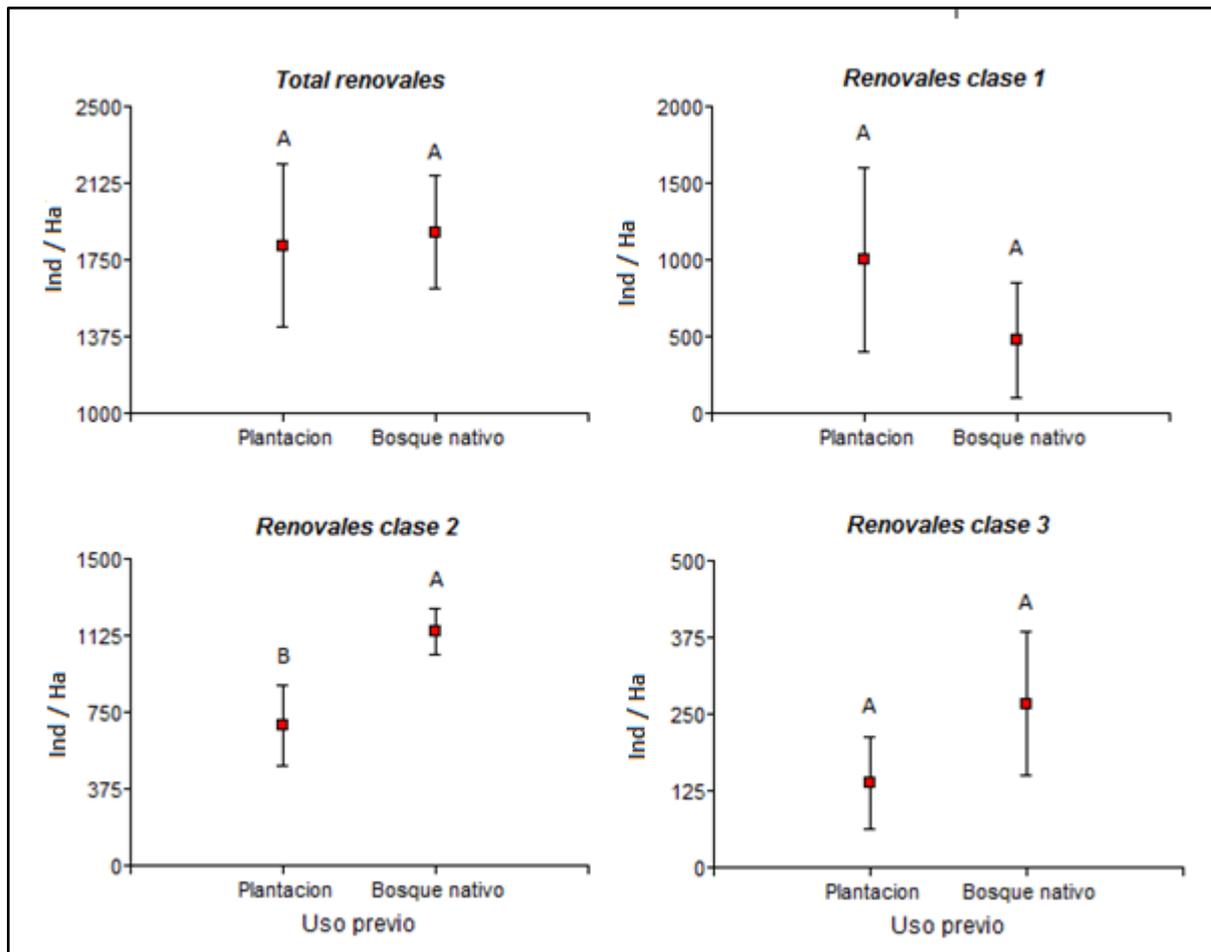


Figura 9: Densidad de renovales total y por clase, considerando el uso previo de las plantaciones. Las letras A,B representan categorías según el análisis estadístico realizado, existen diferencias significativas únicamente cuando las variables analizadas no poseen ninguna letra en común.

Efecto del uso previo sobre la riqueza de renovales

La riqueza de especies total, como la riqueza de los renovales 2 y 3 fue mayor en las plantaciones que presentaron uso previo bosque nativo y mayor porcentaje de bosque nativo circundante (uso previo), pero sin diferencias significativas. Sin embargo, sí se obtuvieron diferencias significativas (P -valor= 0,04) para los renovales 1, donde se encontró una mayor riqueza de renovales en las plantaciones que tenían como uso previo otra plantación y menor porcentaje de bosque nativo circundante (Figura 10).

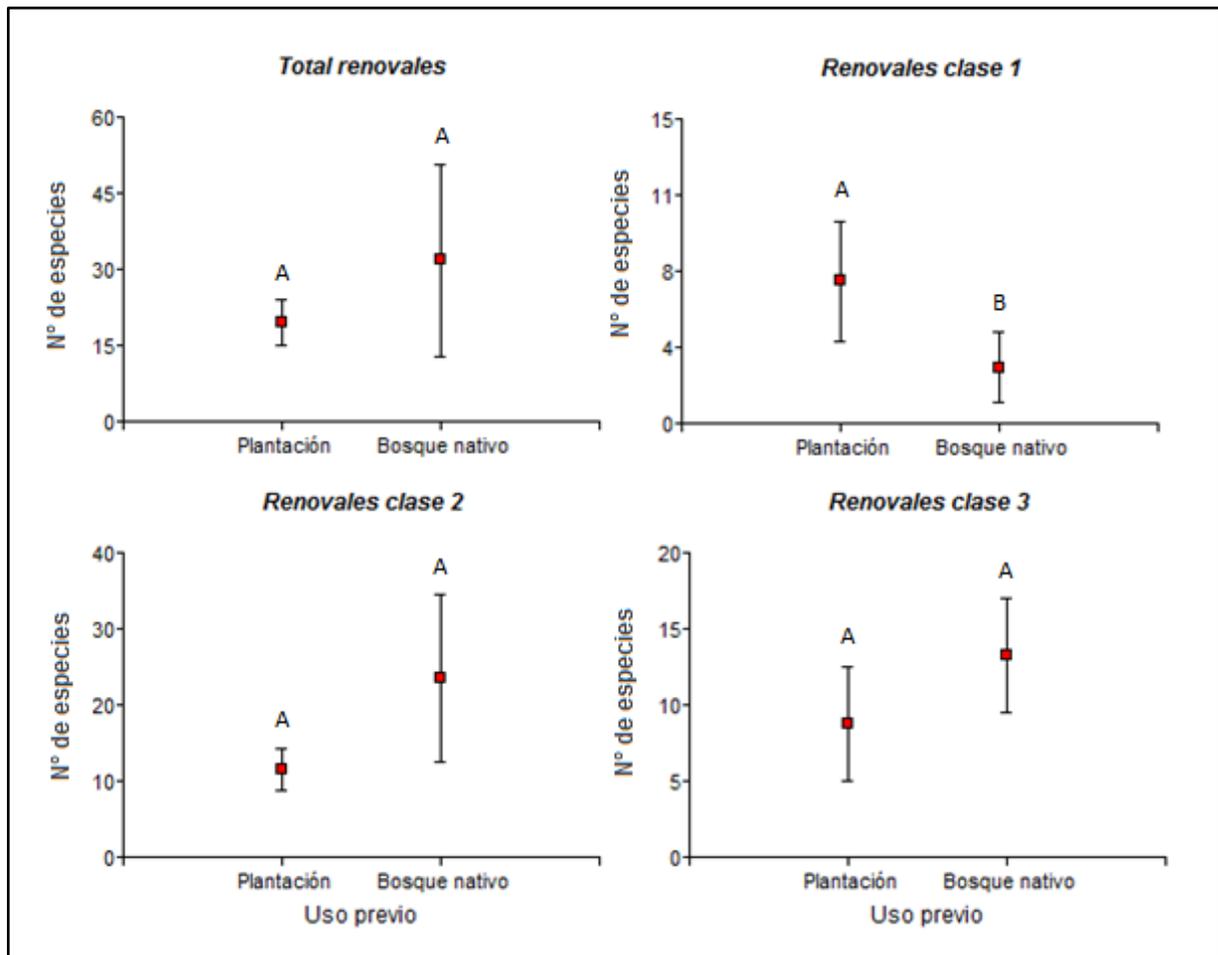


Figura 10: Riqueza de renovales total y por clase, considerando el uso previo de las plantaciones. Renovales clase 1: Altura mayor o igual a 50 cm y menores que un 1 cm de DAP; renovales clase 2: mayores o iguales a 1 cm de DAP y menores a 5 cm de DAP; renovales clase 3: DAP mayor o igual a 5 cm. Las letras A,B representan categorías según el análisis estadístico realizado, existen diferencias significativas únicamente cuando las variables analizadas no poseen ninguna letra en común.

Efecto del uso previo en la densidad de individuos según familia

Las plantaciones con uso previo bosque nativo y mayor porcentaje de bosque nativo circundante (uso previo) presentaron mayor abundancia de las especies pertenecientes a la familia Fabaceae y Urticaceae considerando los renovales clase 2 y clase 3 (P -valor $<0,05$). En el caso de los renovales clase 1, si bien presentaron una leve tendencia a mayor densidad en las plantaciones con uso previo otra plantación, no existieron diferencias significativas en ninguna de las cinco familias estudiadas (Figura 11).

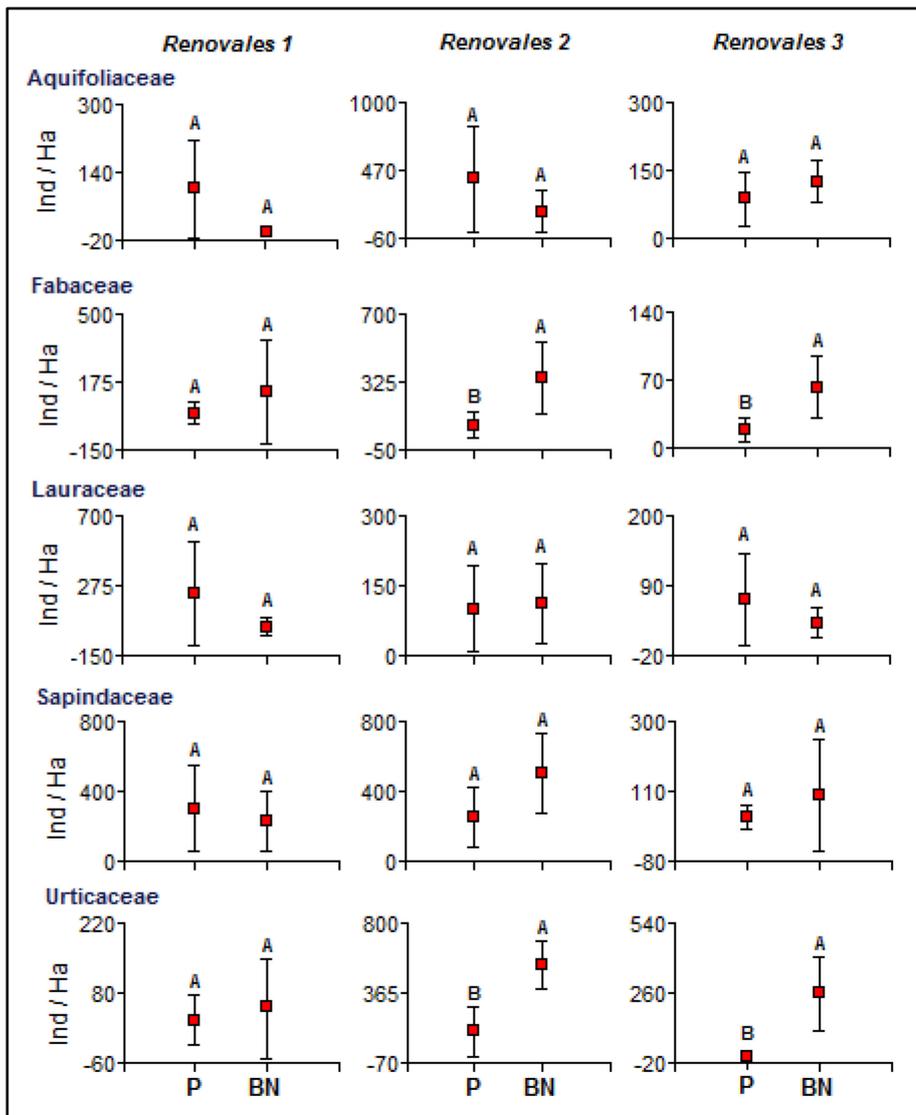


Figura 11: Densidad de renovales (Ind/Ha) por familia y por clase de tamaño según uso previo de las plantaciones. Renoval 1: renoval clase 1; Renoval 2: renoval clase 2; Renoval 3: renoval clase 3; P: uso previo plantación; BN: uso previo bosque nativo. Las letras A, B representan categorías según el análisis estadístico realizado, existen diferencias significativas únicamente cuando las variables analizadas no poseen ninguna letra en común.

DISCUSIÓN

Considerando las variables estudiadas para determinar la estructura de las plantaciones, la abertura del dosel fue la única que presentó diferencias significativas entre algunas de las plantaciones medidas, no estando relacionada con la densidad de plantación

ni con el área basal. La similitud en edad, densidades de plantación inicial y tratamientos silvícolas realizados explican que no se hayan encontrado diferencias significativas tanto en la densidad como en el área basal. Al analizar la variable abertura del dosel a nivel de parcela, con el fin de obtener un resultado con mayor detalle y precisión, se encontraron diferencias de hasta un 11% entre las parcelas. Sin embargo, no se encontró correlación entre esta variable y la densidad de renovales (clase 1). Este resultado difiere con lo obtenido por Trentini (2016) para plantaciones de pino en Misiones, quien encontró diferencias en la densidad de renovales arbóreos nativos ante diferencias en la abertura del dosel de un 6%. Esta disparidad en los resultados obtenidos podría deberse a las distintas metodologías empleadas en ambos trabajos, mientras que en el presente trabajo se estudian diversas variables en un mismo momento temporal, Trentini (2016) centra su estudio únicamente en la relación entre la abertura del dosel y la regeneración de renovales, utilizando una metodología de muestreo que se basa en la realización de raleos de distinta intensidad (30% y 50%), y la medición de abertura del dosel y regeneración de renovales a los 0,1,6 y 12 meses desde el raleo. En el presente trabajo no se encontraron o se encontraron de forma muy escasa renovales de especies altamente demandantes de luz (*Trema micrantha*, *Solanum granulosum-leprosum* y *Cecropia pachystachya*, entre otras), por lo que se puede inferir que no existieron raleos en los últimos años que permitan la liberación de recursos y el establecimiento de estas especies. A su vez, los renovales clase 1 están sometidos a numerosos factores cuyos efectos son difíciles de cuantificar, como la depredación y heterogeneidad microclimática, por lo que presentan una alta variabilidad, pudiendo cambiar su densidad y riqueza en periodos de tiempo cortos según la época del año y las condiciones ambientales del entorno, como sugiere Ritter (2016), aspectos que se deben tener en cuenta cuando se obtienen conclusiones con base en estos estudios. Por otro lado, la densidad de plantación (610 ± 144 Ind/Ha) y área basal ($32,5 \pm 7,65$ m²/Ha) de las plantaciones estudiadas fueron altas y sin diferencias significativas entre sí, en comparación con las plantaciones de araucaria medidas en Misiones por Medina (2020), quien al analizar rodales con edades de entre 13 y 67 años, encontró valores de densidad de plantación entre 67 Ind/Ha y 683 Ind/Ha, y valores de área basal entre 12,5 m²/Ha y 45,05 m²/Ha.

Considerando todas las clases de renovales se encontraron 53 especies correspondientes a 22 familias y 44 géneros en 32 parcelas medidas, mientras que Medina (2020) encontró un total de 98 especies correspondientes a 37 familias y 71 géneros en 112 parcelas medidas, utilizando la misma metodología de medición. La diferencia en la cantidad de especies se puede explicar por la menor intensidad de muestreo, la homogeneidad de las plantaciones y la elevada densidad de plantación y área basal. Cinco familias conformaron el 70% del total de renovales medidos mientras que tres especies conformaron

el 37%. De las cinco familias con mayor abundancia de individuos, tres (Fabaceae, Lauraceae y Sapindaceae) se corresponden con tres de las cuatro familias con mayor abundancia de individuos encontradas por Medina (2020). Estos resultados se ajustan a un patrón de dominancia de pocas especies, frecuentemente hallado en la vegetación espontánea que regenera en plantaciones forestales comerciales (Geldenhuys, 1997; Cusack & Montagnini, 2004). Si bien en el presente trabajo no se pudo medir la riqueza del bosque nativo para contrastar la riqueza hallada en las plantaciones, se trata de un número elevado de especies si se tienen en cuenta las especies encontradas por Medina et al. (2020) en el bosque nativo circundante a plantaciones de araucaria en el noreste de Misiones (83 especies). Por su parte, en estudios realizados en plantaciones de pino en Misiones, encontraron un total de 80 especies arbóreas nativas en 12 plantaciones adultas medidas, con una densidad de 232 ± 97 Ind/Ha y un área basal de $25,03 \pm 5,35$ m²/Ha, estableciendo cuatro puntos de medición por plantación y dos parcelas concéntricas por punto, una parcela de 100 m² para los renovales mayores a 1,3 m de altura y una parcela de 25 m² para los renovales mayores a 0,3 m y menores a 1,3 m de altura (Dummel & Pinazo 2013). Los estudios realizados por Ritter (2018) en plantaciones de pino en Misiones mostraron que la riqueza y densidad total de renovales se ve afectada negativamente con el aumento del área basal, siendo bajas para aquellas plantaciones que presentaban un área basal de 30 (m²/Ha) o superior.

La distribución de renovales según las clases establecidas difirió de la clásica distribución en forma de J-invertida, al igual que lo encontrado por Cusack & Montagnini (2004), quienes al analizar la regeneración de tres tamaños de renovales en plantaciones de seis especies madereras distintas, encontraron mayor densidad en las clases de tamaño intermedio. Esta distribución, asociada normalmente a etapas sucesionales avanzadas (Arturi et al., 1998), puede deberse a la edad de las plantaciones, la falta de disturbios y la alta ocupación por parte de las mismas (altos valores de densidad y área basal). Los resultados difieren de lo obtenido por Medina (2020) en plantaciones de araucaria en el noreste de Misiones, donde la distribución de renovales utilizando la misma clasificación (Clase 1, 2 y 3) presentó la forma de j-invertida, lo que podría estar asociado a plantaciones con menor área basal y expuestas a una mayor frecuencia de disturbios.

La ausencia de diferencias significativas en la densidad total de renovales entre los diferentes usos previos y proporciones de bosque nativo circundante podría deberse a respuestas diferenciales según especie y tamaños de renovales, así como reportó Ritter (2016). La tendencia a una mayor densidad y riqueza en uso previo bosque nativo y mayor porcentaje de bosque nativo para los renovales de clase 2 y 3 se corresponde con las hipótesis planteadas para ambas variables. Sin embargo, los resultados obtenidos para la clase 1 se contraponen a lo encontrado por Ritter (2018), quien al analizar la variable

bosque nativo circundante únicamente encontró una relación positiva con dichos renovales, siendo indiferente para los renovales clase 2 y clase 3. Estas distribuciones podrían estar relacionadas con la instalación de los renovales en distintos momentos de la plantación: los renovales clase 2 y clase 3 probablemente se instalaron cuando las plantaciones tenían menor ocupación de sitio y fueron favorecidos por la cercanía al bosque nativo y el uso previo bosque nativo, mientras que los renovales clase 1 se habrían instalado con las plantaciones en edades avanzadas y la ocupación de sitio en ese momento podría haber sido mayor debido a la presencia de renovales clase 2 y clase 3, siendo menor en aquellas plantaciones con uso previo otra plantación. A su vez, los renovales clase 1 podrían verse afectados por daños de herbivoría, los cuales pueden suponerse mayores en las plantaciones cercanas al bosque nativo, por ser este el hogar primario de las especies causantes de los mismos (Lindenmayer et al, 2003).

Si bien, el estudio realizado aporta información valiosa para entender el desarrollo y dinámica de especies arbóreas nativas en el interior de plantaciones convencionales de araucaria, es importante mencionar las limitaciones encontradas durante el desarrollo del trabajo para aportar experiencias que enriquezcan futuros estudios. Por un lado, la alta variabilidad de la clase 1 es un aspecto a evaluar ya que realizar conclusiones en base a estas puede ser difícil. Por otro lado, es necesario explorar y profundizar aspectos como el efecto de la densidad de plantación, el efecto de las variables bosque nativo circundante y uso previo de manera aislada, diferencias funcionales de las especies, el rol del banco de semillas, el aporte proveniente de la lluvia de semillas, la distancia de dispersión y la capacidad de rebrote de las especies presentes, para disponer de conocimientos que permitan desarrollar estrategias para el manejo a nivel de rodal y a nivel de paisaje.

CONCLUSIONES

Las plantaciones de *Araucaria angustifolia* manejadas de manera tradicional pueden generar un ambiente adecuado para la regeneración espontánea y supervivencia de especies arbóreas nativas. La proporción bosque nativo circundante y el uso previo bosque nativo se relacionaron positivamente con la regeneración de renovales. Si bien en este estudio no se encontró relación entre la regeneración espontánea de árboles con la estructura de las plantaciones, dada la homogeneidad de las mismas, estas variables deben

considerarse al momento de planificar las plantaciones si se pretende generar un ambiente productivo más diverso.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Forestal Belga S.A. por permitir el muestreo, a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP) por brindar los medios para la realización del viaje de campaña, a Luis Ritter por la ayuda con el reconocimiento de especies, a Lisandro Lofeudo por el trabajo a campo, a María Rosa Derguy por la ayuda con la clasificación de coberturas, a Micaela Medina y Magali Pérez Flores por el acompañamiento a lo largo del trabajo realizado y a los evaluadores Carolina Alejandra Pérez y Marcelo Fabián Arturi.

BIBLIOGRAFÍA

Arturi, M. F., H. R. Grau, P. G. Aceñolaza & A. D. Brown. (1998). Estructura y sucesión en bosques montanos del Noroeste de Argentina. *Revista de Biología Tropical*, 46(3), 525-532.

Baba, M., S. Abe, M. Kasai, T. Sugiura & H. Kobayashi. (2011). Contribution of understory vegetation to minimizing nitrate leaching in a Japanese cedar plantation. *Journal of Forest Research*, 16(6), 446–455.

Brockhoff, E. G., H. Jactel, J. A. Parrotta, C. P. Quine, & J. Sayer. (2008). Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity?. *Biodiversity and Conservation*, 17(5), 925-951.

Cabanne, G. S., G. A. Zurita, S. H. Seipke & M. I. Bellocq. (2007). Range expansion, density and conservation of the Araucaria Tit-spinetail *Leptasthenura setaria* (Furnariidae) in Argentina: the role of araucaria *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae) plantations. *Bird Conservation International*, 17(04):341-349.

Cabrera, A.L. (1976). Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de 528 Agricultura y Jardinería, Tomo II, Fascículo 1, Ed. Acme, Buenos Aires.

Carrere, R. (2000). Las plantaciones forestales vistas desde el Norte y desde el Sur. *Ecología política*, (19), 92-98.

Cusack, D. & F. Montagnini. (2004). The role of native species plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. *Forest Ecology and management*, 188(1-3), 1-15.

Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada & C.W. Robledo. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Dracup, E. C., D. M. Keppie & G. J. Forbes. (2015). Woodland mouse and vole response to increased structural diversity following midrotation commercial thinning in spruce plantations. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(8), 1121–1131.

Dummel, C. J. & M. A. Pinazo. (2013). Efecto de variables de paisaje y de rodal sobre la diversidad de especies arbóreas en el sotobosque de plantaciones de *Pinus taeda* en la provincia de Misiones, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 34(3), 331-342.

Geldenhuys, C. J. (1997). Native forest regeneration in pine and eucalypt plantations in Northern Province, South Africa. *Forest Ecology and Management*, 99(1-2), 101-115.

Haggar, J., K. Wightman & R. Fisher. (1997). The potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 99(1-2), 55-64.

Hartley, M. J. (2002). Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests. *Forest Ecology and Management*, 155(1-3), 81–95.

Jelaska, S. D., O. Antonić, M. Božić, J. Križan & V. Kušan. (2006). Responses of forest herbs to available understory light measured with hemispherical photographs in silver fir–beech forest in Croatia. *Ecological modelling*, 194(1-3), 209-218.

Jennings, S. B., N. D. Brown & D. Sheil. (1999). Assessing forest canopies and understorey illumination: canopy closure, canopy cover and other measures. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 72(1), 59-74.

Lindenmayer, D. B., J. F. Franklin & J. Fischer. (2006). General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 131(3), 433–445.

Lindenmayer, D. B., R. J. Hobbs & D. Salt. (2003). Plantation forests and biodiversity conservation. *Australian Forestry*, 66(1), 62-66.

Lugo, A. E. (1997). The apparent paradox of reestablishing species richness on degraded lands with tree monocultures. *Forest Ecology and Management*, 99(1-2), 9–19.

Luna, C. & M. Fontana. (2017). Estado de los bosques de *Araucaria angustifolia*: especie nativa en peligro crítico. State of the *Araucaria angustifolia* forests: native species in critical danger. *Revista Estudios Ambientales-Environmental Studies Journal*, 5(2), 79-93.

Medina, M. (2020). Patrones de regeneración de árboles nativos en plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze del noreste de Misiones (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).

Medina, M., M. Pérez Flores, J. F. Goya, P. I. Campanello, M. A. Pinazo, L. J. Ritter & M. F. Arturi. (2020). Native tree regeneration in native tree plantations: understanding the contribution of *Araucaria angustifolia* to biodiversity conservation in the threatened Atlantic Forest in Argentina. *Austral Ecology*, 45(2), 229-239.

Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. Da Fonseca & J. Kent. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858.

Pérez Flores, M., J. M. Cellini, M. F. Arturi, M. Medina, M. C. Plaza Behr, L. J. Rier & M. V. Lencinas. (2020). Plantas del sotobosque en el noreste de Misiones, Argentina ¿Qué conservan las plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) respecto del bosque nativo? *Historia Natural*, 10(2): 147-164.

Pietrek, A. G. & L. C. Branch. (2011). Native plantations as an important element for biodiversity in vanishing forested landscapes: A study of the near threatened araucaria tit spinetail (*Leptasthenura setaria*, Furnariidae). *Austral Ecology*, 36(1), 109-116.

Promis, A., & G. Cruz. (2009). Fotografías hemisféricas: un método para estimar estructuras del dosel arbóreo e iluminación en el interior del bosque. *Revista Bosque Nativo*, 44, 12-15.

Rambo B. (2000) *A Fisionomia do Rio Grande do Sul: Ensaio de Monografia Natural*, 3rd edn. Editora Unisinos, São Leopoldo.

Ribeiro, M.C., J.P. Metzger, F. Ponzoni, A.C. Martensen & M. Hirota. 2009. Brazilian Atlantic Forest: how much is left and how the remaining forest is distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation*, 142:1141-1153.

Ritter, L. J., J. F. Goya, M. A. Pinazo, P. Campanello, R. Eichelberger, L. Rojas & M. Arturi. (2016). Mecanismos de establecimiento de árboles nativos en plantaciones de *Pinus taeda* L. en el N de Misiones, Argentina.

Ritter, L. J., Campanello, P. I., Goya, J. F., Pinazo, M. A., & 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.

SIFIP. Sistema de información Foresto Industrial de la Provincia de Misiones. (2015). Disponible en [INFORME SIFIP ACTUALIZACION 2014.pdf](#). Acceso: Junio 2021.

Silva, F., T. J. Haberle, H. Müller, R. Münz & J. M. Visentini. (2019). Normales del clima de la región de Montecarlo.

Trentini, C. P., P. I. Campanello, M. Villagra, L. Ritter, A. Ares & G. Goldstein. (2017). Thinning of loblolly pine plantations in subtropical Argentina: Impact on microclimate and understory vegetation. *Forest Ecology and Management*, 384, 236-247.

Wabo, E., Silvicultura. (1999). Tema: Estructura y densidad. Disponible en https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/7412/mod_folder/content/0/Material%20Basico/05_Nociones_de_Muestreo.pdf . Último acceso Junio 2021.

ANEXO

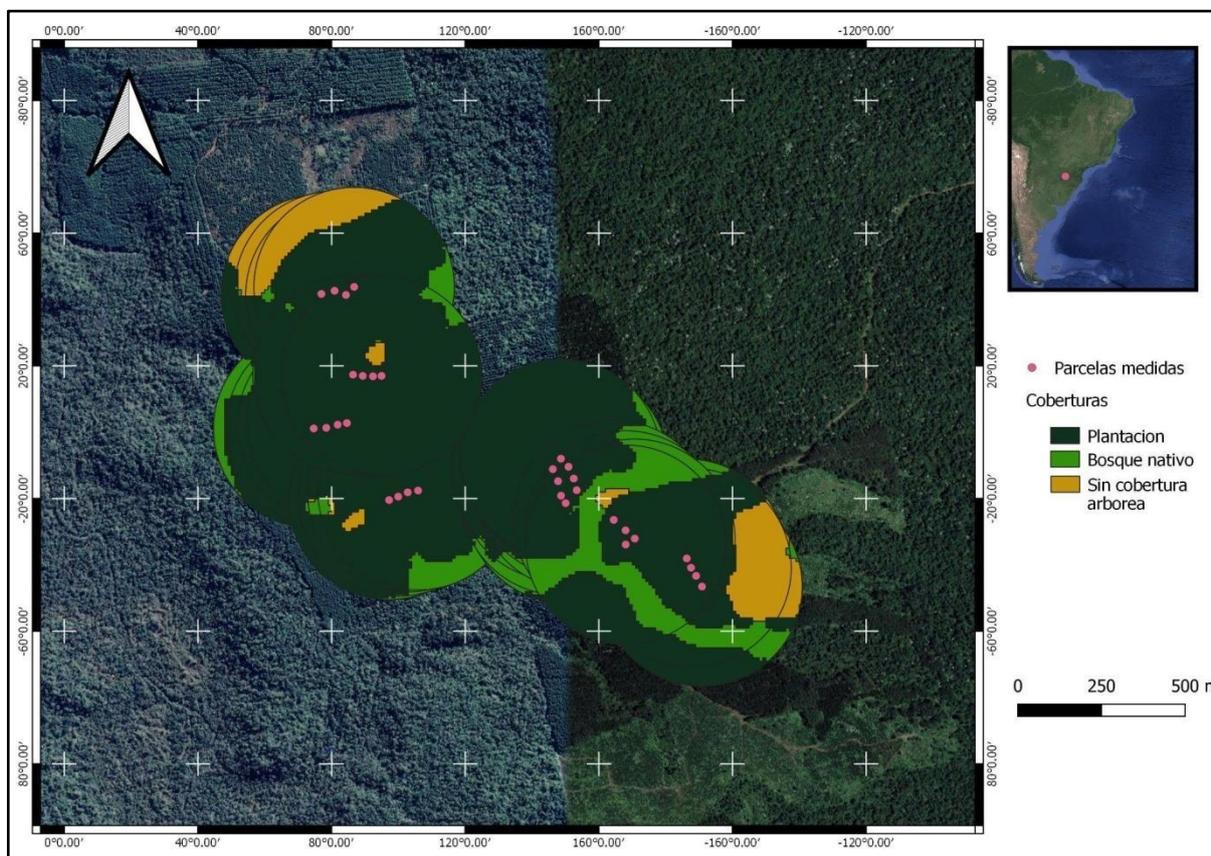


Figura 12: Clasificación de coberturas según áreas buffer.

Tabla 1. Familias y especies encontradas en los rodales bajo estudio. R1= renovales clase 1, R2= renovales clase 2, R3= renovales clase 3.

Familia	Especie (autor)	R1	R2	R3
Apocynaceae		0	3	2
	<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.		2	1
	<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A.DC.		1	1
Aquifoliaceae		4	44	34
	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	3	33	23
	<i>Ilex paraguayensis</i> A. St.-Hil	1	11	11
Boraginaceae		1	9	1
	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling J-S Mill	1	8	1

<i>Cordia trichotoma</i> (Vell) Arráb. Ex Steud		1	
Caricaceae			1
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.)A. DC			1
Celtidaceae		1	1
<i>Celtis</i> sp		1	1
Erythroxylaceae	1	11	2
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	1	11	2
Euphorbiaceae		2	5
<i>Alchornea triplinerva</i> (Spreng.) Müll. Arg			2
<i>Sapium haemospermum</i> Müll. Arg.		1	1
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.			1
<i>Tetrorchidium</i> sp		1	1
Fabaceae	6	35	13
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart.		3	2
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.		7	9
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.		2	1
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli		1	
<i>Inga</i> sp		1	
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	1	3	1
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel.	3	3	
<i>Muelleria campestris</i> (Mart. ex Benth.) M.J. Silva & A.M.G. Azevedo	1	14	
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan.	1	1	
Lauraceae	10	17	16
<i>Nectandra angustifolia</i> (Schrad.) Nees & Mart.	5	6	4
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees Mart. Ex Nees	1	4	5
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez			1
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	2	5	3
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	2	2	3
Melastomataceae		3	1
<i>Miconia pusilliflora</i> (DC.) Naudin		3	1
Meliaceae	4	5	6
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart	1		1
<i>Cedrella fissilis</i> Vell.		5	5
<i>Guarea macrophylla</i>	3		
Myrtaceae		7	1
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.		5	
<i>Eugenia involucrata</i>		2	1
Palmae	1		7
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (cham.) Glassman	1		7
Primulaceae		7	1

<i>Myrsine balansae</i> (Mez) Arechav.		1	
<i>Myrsine parvula</i> (Mez) Otegui		6	1
Rosaceae	1	3	12
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. Et Schldtdl.) D. Dietr	1	3	12
Rutaceae	2	3	1
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.		2	
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg. ssp. <i>Fagara</i>	1		
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	1	1
Salicaceae	2	5	4
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	2	3	3
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		2	1
Sapindaceae	21	60	22
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil, A. Juss. Cambess) Hieron. Ex Nederl.	7	17	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	4	13	5
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	1	8	4
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	9	22	13
Sapotaceae	2	1	2
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. Arn.) Radlk.	2	1	2
Solanaceae	1	9	6
<i>Cestrum</i> sp		2	
<i>Solanaceae</i> sp		1	
<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal			6
<i>Vassobia breviflora</i> (Sendtn.) Hunz.	1	6	
Tiliaceae		5	11
<i>Luehea divaricata</i> Mart. Zucc.		5	11
Urticaceae	3	53	42
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.	3	53	42
<hr/>			
No Sp		9	3
Total	59	292	194
<hr/>			