

# Conversión de rodales puros de *Araucaria angustifolia* en rodales mixtos con especies maderables nativas de la selva misionera

Flavia Y. Olguin<sup>1</sup>, Ana Paula Moretti<sup>2</sup>, Fermín Gortari<sup>3</sup>, Martín A. Pinazo<sup>4</sup>,  
Juan Marcelo Gauna<sup>5</sup>, Juan F. Goya<sup>6</sup>, Corina Graciano<sup>7</sup>

**Palabras claves:** plantaciones mixtas, especies maderables nativas, conservación

## Introducción

En la provincia de Misiones son deseables producciones forestales que puedan cumplir con múltiples objetivos y contar con sistemas más resilientes y menos vulnerables ante eventos climáticos y económicos más extremos. Las plantaciones mixtas son sistemas que permiten cumplir con múltiples objetivos, tanto de producción como de conservación, si las especies seleccionadas para su combinación son las adecuadas (Lamb et al. 2005; Brancalion and Chazdon 2017). La silvicultura de plantaciones mixtas es apropiada para producciones a pequeña escala, que sustentan su economía principalmente en la obtención de especies forestales nativas de alto valor económico (Vanclay et al. 2022). Además, las plantaciones mixtas resultan compatibles con planes de restauración y conservación cuando se encuentran insertas en zonas circundantes al bosque nativo, y pueden amortiguar la fragmentación y conectar remanentes de bosques nativos (Liu et al. 2018). Si bien existen experiencias con información valiosa de productividad y establecimiento exitoso de plantaciones mixtas a nivel mundial, la mayor parte de las combinaciones estudiadas fueron con especies exóticas. En este sentido, existe poca evidencia sobre los criterios para seleccionar y combinar especies, y son necesarios estudios específicos a nivel local con diferentes combinaciones de especies nativas que permitan generar información sobre las combinaciones más apropiadas. En una primera aproximación, la combinación de especies con requerimientos ecoló-

gicos diferentes podría reducir la competencia por el agua, luz y nutrientes, ya que tendrían diferentes requerimientos o las demandas ocurrirían en diferentes momentos (Zhang et al. 2012; Pretzsch and Schütze 2016). Es necesario resaltar que a nivel local no existe información del desempeño en plantaciones de especies forestales nativas del Bosque Atlántico, a excepción de *Araucaria angustifolia* (araucaria). Esta especie se produce en sistemas coetáneos monoespecíficos y la provincia de Misiones cuenta con alrededor de 16000 ha plantadas. El manejo tradicional local de la especie se realiza a baja densidades y la arquitectura de la copa da lugar a rodales con elevada incidencia de la luz en el sotobosque, respecto a otras plantaciones en la región o al bosque nativo. Sin embargo, las condiciones lumínicas van a depender no solo del manejo que se lleve a cabo en las plantaciones sino también de la edad de los rodales. De este modo, para asegurar el éxito en la conversión de rodales puros de araucaria a rodales mixtos disetáneos se debe tener en cuenta no solo la combinación de especies y sus requerimientos de sombra, sino además la edad y el área basal del rodal, que determinarán las condiciones micro-ambientales en el sotobosque que permitirán el establecimiento de la segunda especie plantada.

En este sentido, el objetivo principal de este estudio fue evaluar la conversión de rodales monoespecíficos de araucaria, especie heliófita, de alto valor maderero y nativa del Bosque Atlántico a rodales mixtos disetáneos mediante la combinación con especies con diferentes requerimientos de cobertura, y que actualmente su madera se obtiene exclusivamente del bosque nativo. Las preguntas que intentamos responder fueron si: ¿el do-

1 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones.

2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE); Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

3 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones.

4 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

5 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE); Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

6 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata; Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LI-SEA).

7 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE); Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Contacto: corinagraciano@agro.unlp.edu.ar

sel de las plantaciones de araucaria genera una cobertura apropiada para el establecimiento y óptimo crecimiento de especies intermedias en la sucesión? ¿cómo determinar de una forma práctica el sitio de plantación en relación a la competencia con araucaria?

### Materiales y métodos

Los ensayos fueron instalados en el Campo Anexo Manuel Belgrano (CAMB) de la EEA INTA Montecarlo, ubicado en la localidad de San Antonio, Misiones (26°03'20" S; 53°48'08" O) y que cuenta con alrededor de 450 ha plantadas con araucaria de diferentes edades. Se seleccionó un rodal de edad intermedia donde se plantó en la fila de plantación 50 plantines de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (cancharana) de 4 meses de edad en una parcela de 1000 (20m x 50m) (Figura 1). En una primera evaluación de establecimiento la plantación se hizo en uno de los rodales y dos años después se plantó en los otros 6 rodales, de 2 a 23 años de edad. En esos rodales se instalaron parcelas similares de *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hassl. (petiribí o loro blanco) y *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (yvyrá-pytá o caña fístula) como especies heliófitas, *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. (cancharana), *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (guatambú) y *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. (petiribí o loro negro) como especies tolerantes a la sombra. En todas las parcelas se registró la supervivencia contando las plantas vivas, el creci-

miento en diámetro del cuello (DAC) con calibre digital y la altura con cinta métrica. La competencia con araucaria se estimó mediante el cálculo del número de vecinos de diámetro mayor al individuo focal en un radio de 5m (NL). La competencia por herbáceas se registró en octubre de 2019 con una escala cualitativa: herbáceas de menor altura que el plantín, herbáceas de la misma altura que el plantín, y herbáceas que cubrían completamente al plantín.



Figura 1. Rodales de araucaria de edades intermedias donde se plantó cancharana: 14 años, 20 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup> (a); 17 años, 18 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup> (b); 21 años, 17 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup> (c); 23 años, 27 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup> (d)

### Resultados

La supervivencia de cancharana fue de 85 a 70 % en todos los rodales desde su plantación a la última medición. La altura de cancharana varió desde los 0,6 a los 12 m a 7 años de plantadas (Figura 2). El crecimiento de cancharana en los rodales fue similar, excepto para el rodal de mayor edad y área basal, donde el crecimiento fue menor. En cuanto al sitio de plantación, puede observarse en todos los rodales que a menor competencia mayor es la altura de las plantas de cancharana.

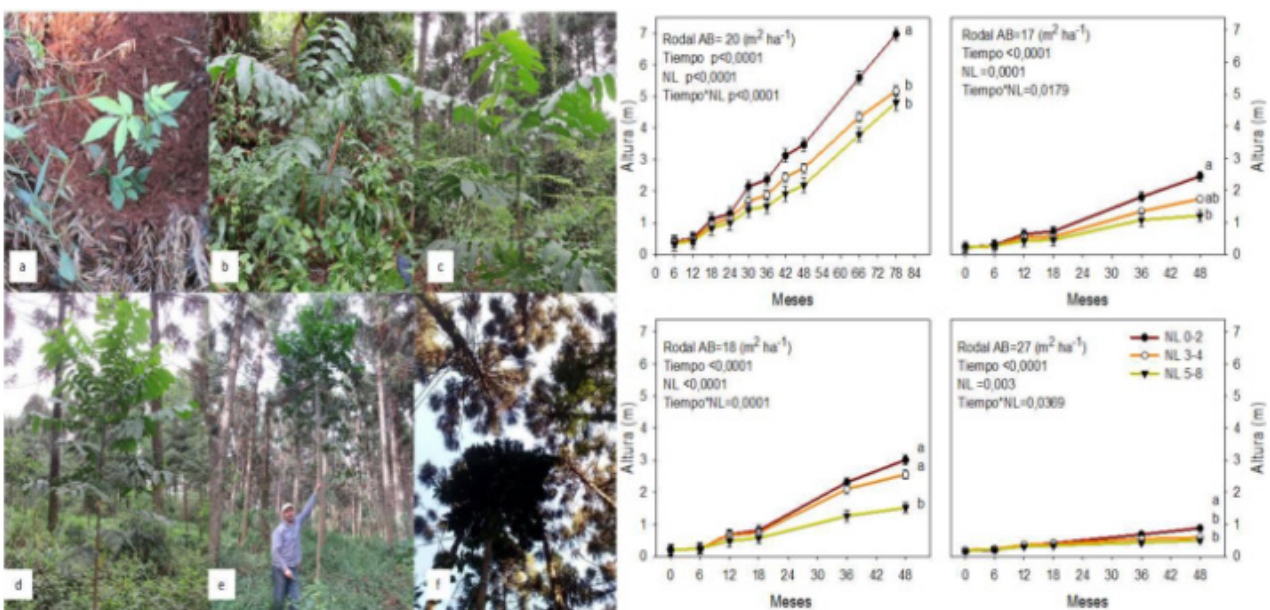


Figura 2. Izq: Plantas de cancharana durante su establecimiento en el rodal de araucaria: cancharana de 4 meses al momento de la plantación (a); de un año (b); dos (c); tres (d); cuatro (e) y siete (f). Der: Altura total de cancharana en los diferentes rodales de araucaria acorde al número de vecinos con diámetro mayor al individuo focal en un radio de 5m.

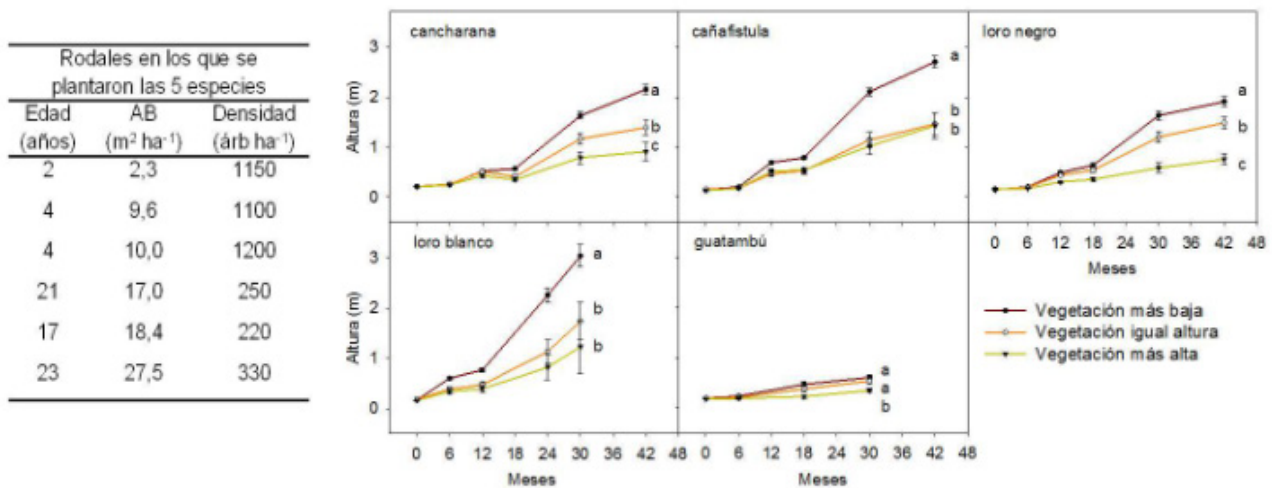


Figura 3: Altura de cinco especies nativas maderables plantadas bajo dosel de plantaciones de araucaria de 2 a 23 años, de acuerdo a la altura de la vegetación herbácea a los 18 meses de realizada la plantación.

En cuanto al crecimiento de las demás especies, sólo caña fístula creció más en los rodales jóvenes de 2 y 4 años, que, en los rodales de 17, 21 y 23 años. Por el contrario, loro negro creció más en los rodales de mayor edad y área basal. Loro blanco, guatambú y cancharana crecieron similar en todos los rodales independientemente de la edad y área basal (datos no mostrados). Es importante destacar que, para las cinco especies, en los rodales de mayor edad y área basal, el crecimiento fue mayor si tenían entre 0 y 2 araucarias en 5 m de radio. La presencia de más araucarias vecinas redujo el crecimiento de todas las especies. Sin embargo, en los rodales jóvenes, la presencia de araucarias vecinas al plantín no afectó el crecimiento de los árboles. Para las cinco especies, la cobertura herbácea presente a los 18 meses de plantadas afectó significativamente el crecimiento hasta ese momento, y su efecto se mantuvo al menos un año más (Figura 3). Las especies heliófitas (loro blanco y caña fístula) requieren que la cobertura sea más baja que la planta, mientras que el efecto de la cobertura herbácea en las especies intermedias no es tan marcado, aunque todas las especies lograron mayor altura si la vegetación herbácea era más baja o igual que el árbol.

### Discusión

El establecimiento de las cinco especies nativas maderables resultó exitoso en las plantaciones de araucaria. Este resultado demuestra que el dosel de las plantaciones de araucaria, aunque abiertos y con poca profundidad, brindan un amortiguamiento adecuado para el establecimiento de especies de la sucesión intermedia. Las plantaciones mixtas disetáneas dan

lugar a una mayor heterogeneidad ambiental, originada por los diferentes momentos de plantación, de las cuales se benefician ambas especies. La especie plantada primero tiene la ventaja de establecerse y crecer sin competencia interespecífica, y debe tolerar la insolación plena. La especie plantada más tarde, se beneficia de estar protegida por un dosel durante los primeros años, que amortigua altas y bajas temperaturas, reduce la velocidad del viento y la sequía del suelo en comparación con áreas deforestadas. Sin embargo, en el caso de cancharana, en el rodal de mayor edad y área basal (27 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), donde la cobertura es mayor, ningún microambiente fue lo suficientemente bueno para alcanzar mayores crecimientos, pero loro blanco y loro negro tuvieron elevado crecimiento en ese rodal. Sin embargo, cuando se analizó el micro sitio de plantación en relación al nivel de competencia individual, es decir, el número de araucarias en 5 m alrededor del plantín, encontramos que ese índice, muy sencillo de calcular, explicó bien el crecimiento esperable dentro de los rodales de mayor área basal. En los rodales jóvenes, la presencia de araucarias 5m alrededor del plantín no afecta el crecimiento de estas cinco especies. Sin embargo, si el rodal es más maduro, el nivel de competencia influye en el crecimiento. Se debería realizar la plantación de cualquiera de las cinco especies ensayadas en micro sitios con hasta dos vecinos de araucaria dentro de un radio de 5 m. Más aún, la competencia por herbáceas también afecta el crecimiento de los plantines. Las especies heliófitas (caña fístula y loro blanco) son las que más diferencian el crecimiento según tengan vegetación herbácea más baja, igual o más alta que el plantín, pero las es-

pecies de tolerancia intermedia a la sombra también crecen menos si están cubiertas por la vegetación herbácea. Por lo tanto, para maximizar el crecimiento de estas especies forestales bajo dosel de araucaria deberá considerarse el área basal del rodal: hasta 10 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal, la distancia del plantín a las araucarias no debe ser considerado para elegir el micrositio de plantación, pero en rodales de área basal mayor a 15 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> deben elegirse micrositios de plantación que tengan hasta 2 araucarias en 5 m alrededor del plantín. Para todas las especies y rodales, si se puede mantener la vegetación herbácea por debajo de la altura del plantín, el crecimiento será mayor.

### Conclusiones

El establecimiento de especies nativas del Bosque Atlántico bajo el dosel de plantaciones de araucaria de edades intermedias resultó exitoso. El dosel protegió a las plantas de cancharana de las bajas y altas temperaturas y resulta en un ambiente óptimo para su crecimiento y supervivencia. En la medida que el dosel genere una mayor cobertura, la luz que llega al sotobosque es menor y por tanto el crecimiento de los plantines también se reduce. En esas situaciones, hay que seleccionar el sitio de plantación que implique que el plantín tendrá un máximo de 2 araucarias en 5 m de radio. Aunque es necesario obtener información hasta el momento de cosecha para conocer el rendimiento de ambas especies, la conversión de los rodales puros de araucaria a rodales mixtos disetáneos con especies de la sucesión intermedia de alto valor maderable es posible y prometedora.

### Bibliografía

Brancalion PHS, Chazdon RL (2017) Beyond hectares: four principles to guide reforestation in the context of tropical forest and landscape restoration. *Restor Ecol* 25:491–496. <https://doi.org/10.1111/rec.12519>

Lamb D, Erskine PD, Parrota JA (2005) Restoration of Degraded Tropical Forest Landscapes. *Science* (80- ) 310:1628–1632. <https://doi.org/10.1126/science.1111773>

Liu CLC, Kuchma O, Krutovsky K V (2018) Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future. *Glob Ecol Conserv* 15: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00419>

Pretzsch H, Schütze G (2016) Effect of tree species mixing on the size structure, density, and yield of forest stands. *Eur J For Res* 135:1–22. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0913-z>

[org/10.1007/s10342-015-0913-z](https://doi.org/10.1007/s10342-015-0913-z)

Vanclay JK, Gregorio NO, Herbohn JL (2022) Competition in a Mixed - Species Planting with Four Contrasting Tree Species. *Small-scale For.* <https://doi.org/10.1007/s11842-022-09532-w>

Zhang Q, Chen YJ, Song L y., et al (2012) Utilization of lightflecks by seedlings of five dominant tree species of different subtropical forest successional stages under low-light growth conditions. *Tree Physiol* 32:545–553. <https://doi.org/10.1093/treephys/tps043>