



EFFECTOS DEL RALEO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE *Araucaria angustifolia* HASTA LOS 34 AÑOS EN EL NOROESTE DE MISIONES, ARGENTINA

Aldo KELLER¹, Ernesto CRECHI¹, Diego AQUINO¹, Sara BARTH¹, Mariano DI STASI²,
Cristhian CARAZZO², Diego CRISTALDO², Juan SCHAPOVALOFF²

RESUMEN

Araucaria angustifolia o pino Paraná es una especie nativa de la zona noreste de la provincia de Misiones. Durante décadas fue cultivada para el abastecimiento de industrias pulpables, aserrables y laminables, sobre todo en la zona noroeste de la provincia, alcanzando unas 30 mil hectáreas. Con el objetivo de evaluar diferentes manejos posibles a aplicar en plantaciones y definir las mejores opciones para abastecer a diferentes industrias, se instaló un ensayo con 7 tratamientos, donde se probaron diferentes combinaciones de intensidad (33 y 66% en términos de área basal) y frecuencia de raleos (cada 2, 4 y 6 años). Las mediciones se realizaron desde los 5 hasta los 34 años. Los resultados obtenidos muestran que el volumen total obtenido fue mayor cuando se realizaron raleos y no se diferenciaron de manera significativa los raleos suaves de los fuertes. Los diámetros de los árboles fueron mayores en los raleos fuertes. El manejo de las plantaciones de araucaria debería contemplar raleos más intensos para la obtención de madera gruesa. La frecuencia de los raleos no debería superar los 4-5 años. En turnos de 25 años o más las diferencias en el volumen total producido se minimizan entre las diferentes intensidades de raleo.

Palabras clave: *silvicultura, manejo forestal, pino paraná, volumen, productos*

1. INTRODUCCIÓN

Las plantaciones forestales comerciales son aquellas tendientes a producir la mayor cantidad de madera por unidad de superficie con la calidad más adecuada a su uso final, en el menor tiempo y de la forma más económica posible. La poda y el raleo son las prácticas silvícolas que condicionan en gran medida la cantidad y calidad de los productos a obtener y, por lo tanto, su rentabilidad.

Los raleos, cuando son realizados por lo bajo, pueden producir los siguientes beneficios: árboles y productos finales de mayor diámetro, utilización comercial de árboles dominados que probablemente morirían de seguir en pie, reducir los turnos de corta cuando se busca un determinado diámetro objetivo, uniformizar la forestación, eliminar árboles enfermos, regular el ritmo de crecimiento para mejorar la calidad de la madera, entre otros.

Un indicador de la ocupación del sitio fácil de determinar, y que también es adoptado para la toma de decisiones de manejo, es el área basal. Bajas intensidades de raleo, sean tal vez ideales para mantener el incremento volumétrico al máximo, pero por la frecuencia con que se deberían aplicar podrían no ser convenientes, tanto desde el punto de vista práctico como por su costo.

En el otro extremo, grandes remociones de volumen, producto de la aplicación de raleos intensos, tal vez sean una alternativa más económica, en términos de reducir el número de raleos, para alcanzar la densidad final deseada, pero como hay un límite en la respuesta de los árboles a esa apertura del dosel, si es esta muy fuerte, habrá una inevitable pérdida de volumen. Entre las situaciones extremas mencionadas, se deben evaluar y determinar los óptimos de intensidad y frecuencia de raleos a aplicar.

El objetivo de este trabajo fue determinar el crecimiento y producción de *Araucaria angustifolia* hasta los 34 años a partir de un ensayo de intensidades y oportunidades de raleo.

¹ INTA EEA Montecarlo, Misiones. keller.aldo@inta.gov.ar Tel 03751-480512

² ARAUCO ARGENTINA SA.



2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para evaluar el efecto de diferentes modalidades de raleo, en el año 1992, sobre una plantación de *Araucaria* de 5 años de edad, en propiedad de la empresa PECOM S.A (actualmente ARAUCO S.A), en Puerto Iguazú, Misiones (localizado a los 25° 45' 11" latitud S y 54° 33' 25" longitud O), se instaló un ensayo de intensidades y oportunidades de raleo. El suelo pertenece a la unidad cartográfica 9, denominado comúnmente rojo profundo (Mancini, 1964).

El ensayo posee una superficie de 5 hectáreas y un diseño de 3 bloques completos al azar con 2 niveles de intensidad (33 % -raleo suave- y 66 % -raleo fuerte- de la diferencia entre el área basal de cada parcela y el del testigo en cada oportunidad de raleo – mencionados en adelante como t1 y t2, respectivamente) y testigos (sin raleo - en adelante t0), con 3 niveles de oportunidad (cada 2, 4 y 6 años, aplicados hasta los 19 años – referenciados en adelante como f1, f2 y f3, respectivamente). Según las diferentes combinaciones posibles de intensidad y oportunidad de raleos se obtuvieron las siguientes denominaciones: t0, t1f1, t1f2, t1f3, t2f1, t2f2 y t2f3. Los raleos fueron por lo bajo y semiselectivos, con el siguiente orden de extracción: árboles dominados, árboles intermedios, árboles codominantes defectuosos. La densidad de la plantación a los 5 años, antes de aplicar los tratamientos fue de 1608 árboles ha⁻¹ y su área basal 28,7 m² ha⁻¹. Trabajos presentados anteriormente por Crechi et al. (2001, 2009 y 2019) muestran ya varios resultados y tendencias sobre este ensayo. Las mediciones del ensayo se realizaron a partir de los 5 años y con una frecuencia de 2 años.

Para la determinación del volumen total con corteza de cada árbol se utilizó la tabla de volumen para *Araucaria angustifolia* publicada por Keller y Crechi (2014) y por sumatoria se obtuvo el volumen total por parcela en cada medición, que finalmente fue convertido a volumen total (V_{tcc}, m³ ha⁻¹).

El volumen total con corteza acumulado hasta los 34 años (V_{tccac} m³ ha⁻¹) por tratamiento, fue calculado como el volumen total con corteza (V_{tcc}) presente a los 34 años más lo extraído en cada raleo. El volumen del árbol promedio (v_i, m³) en cada tratamiento a los 34 años fue calculado como el cociente entre el volumen presente y el número de árboles vivos. Los análisis estadísticos (ANOVA, Test de Tukey, 95 %) fueron realizados con el programa Infostat (Di Rienzo et al., 2020).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra el número de árboles en pie a los 34 años. En el caso del testigo sin raleos (t0), la diferencia entre la cantidad de plantas iniciales y finales a los 34 años, se debe a mortalidad natural, pudiendo esta ser por competencia, enfermedades u otras causas naturales. La mortalidad en este caso fue del 75 %, valor cercano al determinado por Keller et al. (2008) para el tratamiento de 1600 pl/ha a los 35 años, en un ensayo de densidades iniciales de plantación y sin raleos, de la misma especie. En los demás tratamientos, las densidades son las resultantes de los raleos aplicados, siendo muy marcado el efecto de la intensidad de los mismos, no así para las frecuencias.

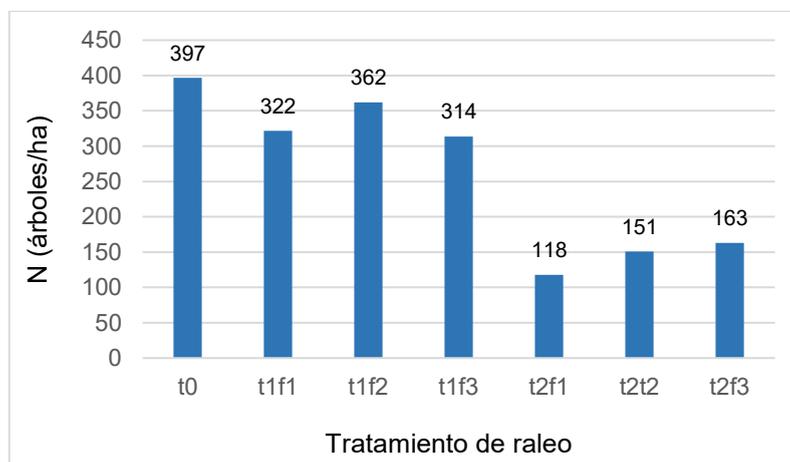


Figura 1. Densidad del rodal para diferentes tratamientos de raleo de *Araucaria angustifolia* a los 34 años de edad.



La Figura 2 muestra los diámetros promedio alcanzados en cada tratamiento a los 34 años. Las intensidades de los raleos aplicados han generado diferencias significativas entre los diámetros de los árboles, no así las oportunidades. En los raleos fuertes puede observarse una marcada tendencia hacia un menor diámetro promedio en la medida en que los raleos se hacen más espaciados en el tiempo, en tanto en los raleos suaves, los valores son más parecidos entre sí y no se manifiesta la misma tendencia que en el raleo fuerte.

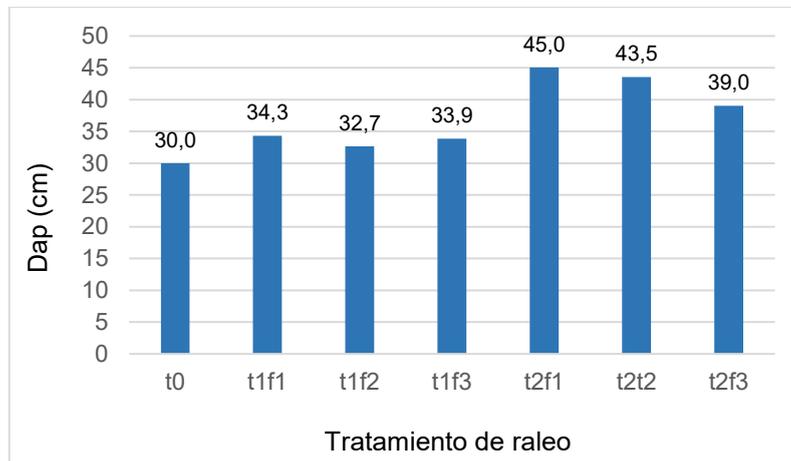


Figura 2. Diámetro promedio para diferentes tratamientos de raleo de *Araucaria angustifolia* a los 34 años de edad.

En la Figura 3 se muestran los volúmenes totales estimados al momento de la tala rasa (columnas verdes) y los acumulados a lo largo del ciclo de producción (columnas rojas), obtenidos por la suma del volumen al momento de la tala rasa más lo extraído en los raleos. Puede observarse que los raleos suaves son los que terminan acumulando más volumen a lo largo del ciclo. En cuanto a los tratamientos de raleo fuerte, puede observarse que hay un sacrificio en volumen total del orden del 12 % en esa búsqueda de árboles más gruesos con la finalidad de obtener productos de mayores dimensiones y mejores precios, tal como fue estimado también por Crechi et al. (2013) y Keller et al. (2019, 2020a), en ensayos similares con pino taeda, grevillea y pino híbrido, respectivamente. Los incrementos medios anuales en volumen calculados a los 34 años (IMA_{34}) variaron entre 9 – 12 y 14 $m^3 ha^{-1}año^{-1}$, para los tratamientos sin raleo y raleos suaves y fuertes, respectivamente.

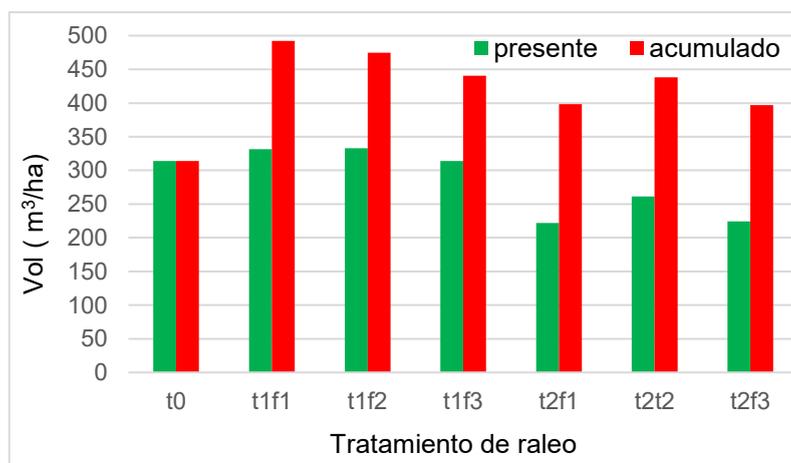


Figura 3. Volumen total presente y acumulado ($m^3 ha^{-1}$) de cada tratamiento de raleo de *Araucaria angustifolia* a los 34 años.

La Figura 4 muestra los volúmenes del árbol medio de cada tratamiento y puede apreciarse el efecto, principalmente, de la intensidad de los raleos aplicados, en tanto el efecto de las frecuencias de aplicación de estos raleos no es tan marcado. Las tendencias generales son similares a las comentadas para los diámetros promedio.

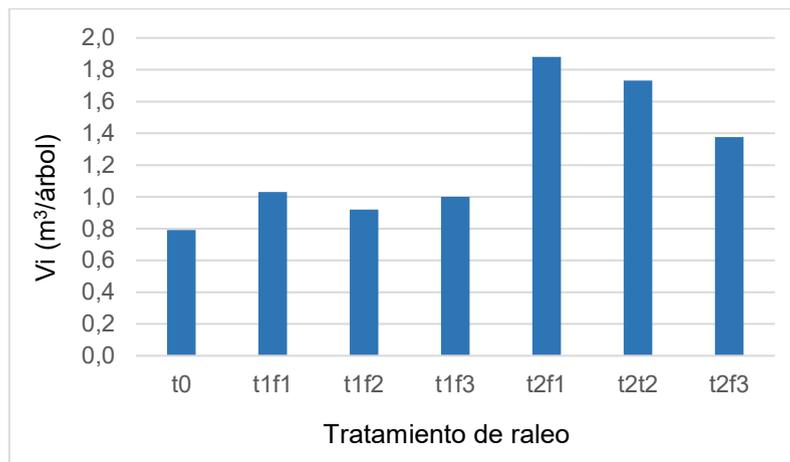


Figura 4. Volumen total del árbol promedio (m³) de cada tratamiento de raleo de *Araucaria angustifolia* a los 34 años.

La Figura 5 muestra el efecto del raleo cuando se buscan volúmenes de productos de mayores dimensiones; por ejemplo, en este caso, se muestra el volumen de productos mayores a 30 cm de diámetro en punta fina obtenido en cada tratamiento. Puede observarse que los tratamientos de raleos más fuertes son los que permiten obtener más volumen de este tipo de productos. Por lo tanto, si el objetivo es obtener un mayor volumen de productos gruesos, tal vez con fines aserrables para tablas o tirantes de grandes dimensiones o rollos laminables, debería orientar el manejo de las plantaciones hacia la ejecución de raleos más fuertes.

Esta Figura (Figura 5) indica que los tratamientos de raleo fuerte tienen una mayor potencialidad de producir trozas de mayores diámetros, por ejemplo, de 30 cm o más en punta fina con destino laminable. Al momento de la tala rasa, con los raleos fuertes se obtienen en promedio 90 m³ ha⁻¹ (43 % del volumen total), mientras que de los raleos suaves se obtienen unos 29 m³ ha⁻¹ (10 % del volumen total), en tanto que los raleos suaves o sin raleos, predominarían las trozas aserrables de dimensiones medias o finas.

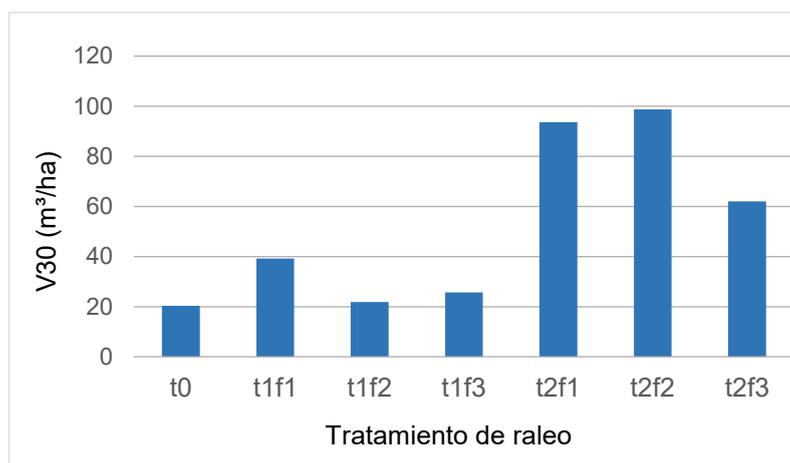


Figura 5. Volumen de diámetro mayor a 30 cm en punta fina (m³ ha⁻¹) de cada tratamiento de raleo de *Araucaria angustifolia* a los 34 años.

Según lo observado por Crechi et al. (2019), en el mismo ensayo, hasta los 21 años de edad, las diferencias entre volúmenes acumulados de raleos fuertes y suaves fueron estadísticamente significativas, mientras que, en este trabajo a los 34 años, ya no lo son. Después del último raleo, los diferentes tratamientos tienden a un valor asintótico de producción en volumen, tendencia también observada en ensayos similares con otras especies en esta región (pino híbrido, pino taeda y grevillea).

Esta tendencia a no presentar diferencias significativas a edades ya más avanzadas, también fue observada en un ensayo de raleo de *Grevillea* a los 20 años (Keller et al., 2019) y en uno de diferentes



densidades de plantación de *Araucaria*, entre 4444 y 625 plantas/ha. A partir de los 25-30 años, edades habituales de corta final de la especie en plantaciones de la región, se observó que un grupo de densidades comenzaron a presentar una tendencia a un valor asintótico común, en número de árboles, de área basal y de volumen, que luego fue generalizándose a todas ellas. A los 45 años ya no existen diferencias significativas entre todas las densidades (Keller et al., 2020b).

El menor volumen total debido a raleos más fuertes sería aceptable si el objetivo de la plantación es la producción de madera gruesa para destinos aserrables y laminables, ya que las diferencias de precio entre productos, sobre todo los laminables, suelen duplicar los precios de los productos aserrables finos y medios que predominan en los raleos suaves o en los esquemas sin raleos.

4. CONCLUSIONES

En general, las intensidades de raleo tienen un efecto significativo sobre la mayoría de las variables de estado del rodal, no así las oportunidades; los raleos suaves acumulan mayor volumen total, mientras que los raleos fuertes acumulan mayor proporción de volumen grueso y la tendencia es a triplicarlo.

Después del último raleo, los diferentes tratamientos tienden a un valor asintótico de producción en volumen similar en el tiempo.

El volumen del árbol medio tiende a duplicarse con los raleos más fuertes.

5. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CRECHI, E.; FASSOLA, H.; FRIEDL, R., FERNÁNDEZ, R.; DALPRÁ, L. 2001. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. sobre el crecimiento y la producción en el Noroeste de Misiones, Argentina". 2º Simposio Latino-Americano sobre manejo forestal. UFSM. Pós graduación en Ingeniería Forestal. Santa María, RS, Brasil. P 153-172.
- CRECHI, E.; KELLER, A.; FASSOLA, H.; FAHLER, J.; MALETTI, R. 2013. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Pinus taeda* L. sobre la producción de madera en el noreste de Misiones, Argentina. IV Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Iguazú. 2013.
- CRECHI, E. H.; KELLER, A. E.; MALETT, I R. 2019. Efectos de la intensidad y oportunidad del raleo sobre el crecimiento y la producción de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a los 21 años en el NO de Misiones, Argentina. XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo.
- CRECHI, E.; KELLER, A. 2019. Efectos del raleo sobre el crecimiento y la producción de madera de *Araucaria angustifolia* en el Noroeste de Misiones, Argentina. Libro: Avances en el conocimiento y tecnologías productivas de especies arbóreas nativas de Argentina. INTA. 2019. P 50-53.
- KELLER, A.; CRECHI, E.; FERNÁNDEZ, T. E. 2008. Efecto de la densidad de plantación sobre la producción en volumen de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en Misiones, Argentina, a los 35 años de edad. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. "2008 Año de las Ciencias"
- KELLER, A.; CRECHI, E. 2014. Ecuaciones de volumen y forma para *Araucaria angustifolia* (Bert.) Ktze cultivada en la zona norte de la provincia de Misiones, Argentina. XVI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado, Misiones, 15 al 17 de mayo de 2014.
- KELLER, A. E.; CRECHI, E. H.; KNEBEL, O. E.; AQUINO, D. O. 2019. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo sobre la producción volumétrica de *Grevillea robusta* A. a los 20 años en el sur de Misiones, Argentina. XVIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. INTA-FCF. Eldorado, 17, 18 y 19 de octubre de 2019.
- KELLER, A.; CRECHI, E. 2020a. Efecto de la densidad de plantación sobre la producción de *Araucaria angustifolia* en Misiones, Argentina. Resultados hasta los 45 años de edad. XXXIV Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, octubre de 2020.
- KELLER, A.; CRECHI, E. 2020b. Efectos del raleo sobre el crecimiento y la producción de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* hasta los 23 años en el noroeste de Misiones, Argentina. XXXIV Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, Octubre de 2020.
- MANCINI, L.; SANESI, G.; LASERRE, S. 1964. Informe Edafológico de la Provincia de Misiones. Misiones: I.N.T.A - Gobierno de la Provincia de Misiones. 102 p.