

RAULÍ: OPCIÓN PRODUCTIVA EN EL SUR DE CHILE

Por Marco Flores Cortés¹
Pablo Donoso Hiriart²
Claudio Donoso Zegers³

Desde que entró en vigencia el Decreto Ley 701 en 1974 el sector forestal chileno ha experimentado un aumento considerable en la superficie plantada, llegando hoy a más de dos millones de hectáreas de plantaciones monoespecíficas, principalmente de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*. En el escenario actual es imperativo diversificar las plantaciones forestales, particularmente con especies nativas e idealmente con plantaciones mixtas, a las cuales se les atribuyen una serie de ventajas sobre los rodales puros, tales como mayor estabilidad frente a factores ambientales y biológicos, mejor uso del sitio, mayor diversidad y mayor valor estético (Donoso, 1993).

Raulí (*Nothofagus nervosa*) ha sido la especie nativa que ha concitado mayor interés para efectuar plantaciones, debido a las buenas características de su madera y buen crecimiento (Donoso et al., 1999). Las primeras plantaciones con especies nativas datan de 1952, en la Cordillera de Los Andes de la X Región. Con posterioridad, y especialmente a partir de la década de los 70 en el ex Complejo Forestal y Maderero Panguipulli, las tasas de plantaciones han ido aumentando, y son muchos los propietarios particulares, e incluso empresas, los que se han decidido a plantar esta especie.

En el marco del Convenio Ecología y Silvicultura de los Bosques Nativos, entre la CONAF y la Universidad Austral de Chile, se han concretado varias plantaciones de raulí en la provincia de Valdivia, con el objetivo de generar información de valor científico y a la vez útil para potenciales propietarios interesados en plantaciones con este tipo forestal. Un conjunto se estableció en distintas exposiciones y en

forma pura y mezclada a altitudes bajas, fuera de su rango natural de distribución, con la finalidad de observar el desarrollo de esta especie en estas condiciones. Este artículo reporta y discute los resultados de desarrollo de estas plantaciones en la Precordillera de la Costa de la comuna de San José de la Mariquina, provincia de Valdivia. Los objetivos específicos fueron: a) Evaluar el efecto de la exposición en el crecimiento y calidad de raulí en plantaciones puras y b) Evaluar el efecto de especies arbóreas competidoras (caducifolia o siempreverde) sobre el crecimiento y calidad de raulí.

Metodología

Los rodales en estudio están ubicados al suroeste de San José de la Mariquina, a una altitud de 50 metros, y corresponden a dos plantaciones puras de raulí (exposiciones norte y sur) y una mixta. Estas plantaciones fueron establecidas entre 1993 y 1994, y cada una tiene una superficie entre media y una hectárea. Las plantaciones se hicieron con plantas 1/1 a raíz desnuda, de un tamaño medio de 60 cms. de altura, producidas también en el marco del Convenio CONAF-UACH. Las plantas se insertaron en hoyos cultivados de aproximadamente 40 x 40 cms., pero en estas plantaciones no hubo desmalezado químico ni tampoco aplicación de fertilizantes.

En ambos rodales puros de raulí se efectuó un censo de todos los individuos, dejando fuera las hileras de árboles perimetrales. En el censo se midió DAP (diámetro a la altura del pecho), altura total y posición sociológica según la clasificación de copas de Kraft. Además, se evaluó la calidad, compuesta por cuatro



La especie *Nothofagus nervosa* es altamente considerada al momento de plantar, debido a su buena madera y gran crecimiento.

Cuadro 1. Esquema de evaluación de calidad (modificado de Weinstroer et al., 2003)	
Daño	Grosor de las ramas
1 Sin daño 2 Con daño o bifurcación sobre 6 mts. 3 Bifurcación abajo de 6 mts.	1 Ramas muy finas 2 Ramas finas 3 Ramas gruesas
Rectitud del fuste	Corte transversal del fuste
1 Recto 2 Ligeramente curvado 3 Fuertemente curvado y/o torcido	1 Forma circular 2 Ligeramente elíptico 3 Elíptico

criterios (cuadro 1). A cada individuo se le evaluó cada uno de los cuatro criterios, asignándole una calificación (1, 2 ó 3). Luego, se sumaron estas calificaciones, obteniéndose así un puntaje total por individuo, el cual define la calidad como 1 con puntaje 4 ó 5, 2 con puntaje 6, 7 u 8 y 3 con puntaje igual o superior a 9. También se consideró de calidad 3 cualquier individuo que presentara una calificación 3 en alguno de los cuatro criterios mencionados en el cuadro 1.

A partir de tablas de rodal resultantes del muestreo se crearon gráficos de distribución diamétrica, y se seleccionaron individuos para análisis fustal. La elección consignó cinco individuos de tamaño medio, cinco de tamaño pequeño y cinco de tamaño grande, todo con respecto al diámetro medio de cada plantación. De cada árbol seleccionado se extrajeron rodela cada 1,5 metro desde el nivel del suelo hasta un diámetro mínimo de 3 cms., además de una rodela a la altura del DAP y otra al tocón (0,3 mt.). En cada rodela se marcaron los puntos cardinales con el propósito de hacer dos mediciones para luego promediarlas.

A partir de la plantación mixta, cuya exposición es sur, y la plantación pura de exposición sur, fue posible encontrar cinco situaciones de raulí, en relación a sus competidores más cercanos. Las especies competidoras fueron: 1) tres caducifolias y una siempreverde, 2) tres siempreverdes y una caducifolia, 3) dos caducifolias y dos siempreverdes, 4) sólo caducifolias (raulí) y 5) cuatro siempreverdes. En cada situación se

midió DAP, altura total, posición sociológica y calidad de los raulíes analizados. Para que estas situaciones fuesen comparables entre sí fue necesario que raulí tuviese un nivel de competencia similar, por lo tanto en cada situación observada se calculó el área potencialmente aprovechable (APA), para lo cual se midió la distancia y el azimut desde el raulí a los competidores más cercanos, así como el DAP, la altura y la posición sociológica de estos competidores. En definitiva, se seleccionaron tres individuos para cada situación de competencia con valores de APA similares, y de cada uno se extrajeron dos tarugos de incremento.

Los análisis de crecimiento incluyeron Incremento Medio Anual (IMA), Incremento Corriente Anual (ICA) e Incremento Periódico Anual (IPA) para los últimos tres años. Los datos fueron obtenidos durante el invierno del año 2005.

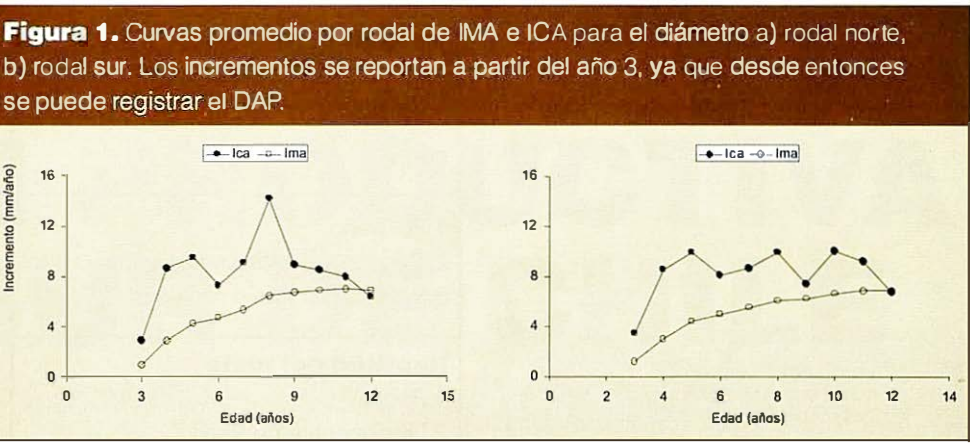
Resultados

Al cabo de 11 a 12 años, el rodal de exposición sur tiene un 84% de las plantas originales, a diferencia del rodal de exposición norte en que sólo un 50% de las plantas aún sobreviven. Como consecuencia, en el rodal de exposición norte los crecimientos en diámetro han sido muy similares a aquellos en exposición sur, a pesar de que en general el rodal de exposición norte muestra valores máximos de IMA e ICA mayores que en exposición sur, particularmente para los árboles de tamaño medio y grande (cuadro 2).

Para el promedio de los árboles analizados en cada plantación se observan tasas similares de IMA e ICA en ambas exposiciones (figura 1), sin presentarse diferencias significativas ($p=0,5$ para el IMA y $P= 0,9$ para el ICA). El ICA ha fluctuado alrededor de los 10 mm anuales y éste se encuentra en una tasa descendente. El punto de máximo IMA tiene particular importancia, ya que se trata de la intercepción de las curvas de IMA e ICA, momento que puede indicar la necesidad de un primer raleo. En altura, el IMA en la exposición sur fue mayor (0,86 mt. vs. 0,62 mt. en exposición norte, cuadro 3) y estadísticamente diferente a la exposición norte ($P=0,001$). En el caso del ICA, nuevamente la exposición sur obtuvo valores más altos (1,31 mt. vs. 1,03 mt. en la norte) y estadísticamente distintos ($p=0,016$); el IPA de los últimos tres años fue de 0,88 mt. para la exposición sur y de 0,42 mt. en exposición norte.

La plantación de exposición norte parece ya haber alcanzado su máximo IMA a los 8 años, mientras que la exposición sur, aún a los 12 años, se encuentra en una tasa ascendente (figura 2). El ICA es muy variable en ambas exposiciones, pero en la norte fluctúa en general alrededor de 0,4 mt. al año, prácticamente la mitad del de exposición sur. La plantación de exposición sur tiene una mejor calidad que la de exposición norte ($p=0,001$). En la primera el porcentaje de individuos de calidad 1, 2 y 3 fue de 53, 32 y 15%; en la de exposición norte estos porcentajes fueron 34, 34 y 32%.

El alto porcentaje de individuos con calidad 3 en el criterio "daño" para el rodal norte (cuadro 4) se debe principalmente a daños provocados por insola-



ción, lo cual es propio de plantaciones de rauli con esta exposición; en cuanto a la rectitud del fuste, ambos rodales presentaban árboles rectos con una muy baja participación de individuos con fuste curvado o torcido; el criterio "grosor de las ramas" generó resultados inesperados, ya que por la baja densidad del rodal norte se esperaba que en éste las ramas de los

za no arrojó diferencias significativas, las curvas de crecimiento en DAP, en plantaciones para individuos de rauli rodeados por individuos de hoja caduca o perenne, indican que la única situación donde ocurre un menor crecimiento es cuando rauli compite consigo mismo. Es decir, cuando está rodeado sólo de otros raulies (figura 3) y al comparar valores máximos

Cuadro 3. Valores máximos de IMA e ICA e IPA en altura (m), según exposición y tamaño de los individuos.						
	Norte			Sur		
	Pequeño	Medio	Grande	Pequeño	Medio	Grande
IMA	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,0
ICA	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	1,5
IPA	0,5	0,4	0,4	0,9	1,0	0,8

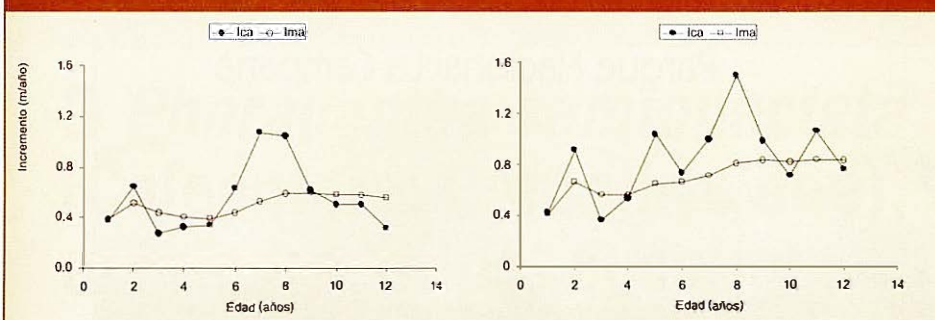
árboles fueran notablemente más gruesas que en el rodal sur, el cual casi dobla en densidad al rodal norte. Sobre el corte transversal del fuste, la causa de este resultado está dada por el efecto de los daños por insolación, que provocan que los fustes se desarrollen de forma elíptica.

A pesar de que el análisis de varian-

de ICA e IMA en las distintas situaciones, se observa un claro gradiente desde los casos que poseen mayor número de competidores perennifolios (4S) hacia las situaciones con más competidores caducifolios (4C). El ICA de rauli en las plantaciones mixtas va en ascenso hasta que la plantación tiene entre 8 y 10 años, después de lo cual comienza a descender. En cambio, el ICA en la plantación pura es relativamente parejo durante todo el período, y claramente inferior al de las plantaciones mixtas. El máximo IMA ocurre más tempranamente en la plantación pura (6 años) que en la mixta (9 años) (figura 4). Acerca de la calidad, no se encontraron diferencias significativas entre las situaciones, a pesar de que las situaciones 3S1C y 4C presentan la mayor concentración de individuos en la calidad

Cuadro 2. Valores máximos en diámetro (mm/año) de IMA e ICA, y valores de IPA para los últimos tres años, según exposición y tamaño de los individuos muestrados.						
	Norte			Sur		
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeño	Mediano	Grande
IMA	4,1	7,1	9,3	5,3	7,0	9,0
ICA	8,3	12,5	21,7	7,7	10,2	13,3
IPA	6,3	7,5	9,2	6,7	8,3	10,9

Figura 2. Curvas de Incremento Medio Anual (IMA) e Incremento Corriente Anual (ICA) en altura a) rodal norte, b) rodal sur.



1, mientras que la situación 1S3C, es decir raulies rodeados por otros tres raulies y una especie siempreverde, presenta el 72% de los individuos en la calidad 3.

Conclusiones

Rauli plantado a altitudes bajas de la provincia de Valdivia parece ser una buena alternativa de plantación sólo en exposiciones sur, donde los crecimientos en altura y la calidad de los árboles son muy superiores con respecto a lo ocurrido en exposiciones norte, y la mortalidad es mucho menor. Los resultados, además,

reflejan que conviene plantar rauli en forma mixta, rodeado al menos parcialmente por especies perennes, en especial coihue, que es una especie cuya tasa de crecimiento es un poco mayor y le otorga, por consiguiente, cierta protección al rauli. De manera adicional al crecimiento y la calidad de rauli, la plantación mixta puede ser más productiva, considerando las altas tasas de crecimiento de coihue en esta zona (Donoso et al., 2006) y que se trata de especies de fenologías, tolerancia y características radicales diferentes.

Figura 3. Curvas de Incremento Corriente Anual (mm) en DAP por situación.

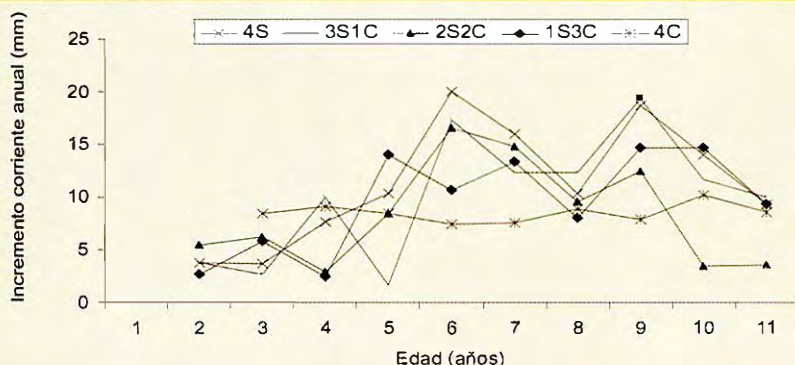
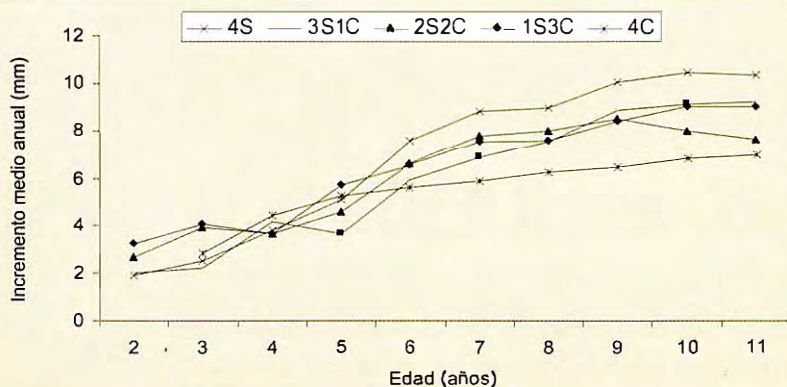


Figura 4. Curvas de Incremento Medio Anual en DAP por situación.



Cuadro 4. Participación de individuos en categoría 3 para los distintos indicadores de calidad señalados en el cuadro 2.

Criterio	Norte	Sur
	Participación (%)	
Daño	48	24
Rectitud del fuste	1,6	2
Grosor de las ramas	44	74
Corte transversal del fuste	6,4	0

Cuadro 5. Porcentaje de individuos según calidad y situación.

Calidad	Situación				
	4S	3S1C	2S2C	1S3C	4C
1	33	42	27	14	53
2	33	29	53	14	32
3	33	29	20	72	15

Los crecimientos presentados en este artículo corresponden a plantaciones hechas en praderas abandonadas, en que no hubo control de malezas ni fertilización. De aplicarse estos tratamientos, los crecimientos pueden ser sustantivamente mayores, como lo muestran algunas experiencias cercanas a Panguipulli, a altitudes levemente superiores (250 mts.), que están siendo evaluadas. ■

Bibliografía

- Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina; Variación, Estructura y Dinámica. 4ª ed. Chile, Editorial Universitaria. 484 p.
- Donoso, P.; González, M.; Escobar, B.; Basso, I.; Otero, L. 1999. Viverización y plantación de rauli, roble y coihue en Chile. Capítulo 7. In: Donoso, C.; Lara, A. Silvicultura de los bosques nativos. Chile, Universitaria. pp. 177-244.
- Donoso, P.; Donoso, C.; Utreras, F.; Zúñiga, A.; Soto, D. 2006. El majestuoso coihue valdiviano. Chile Forestal 318: 26-29.
- Wienstroer, Siebert, H.; Müller-Using, B. 2003. Competencia entre tres especies de *Nothofagus* y *Pseudotsuga menziesii* en plantaciones mixtas jóvenes, establecidas en la Precordillera Andina de Valdivia. Bosque 24(3): 17-30.