

Volumen 21 N° 2
Agosto 2015

ISSN 0718 - 4530 Versión impresa
ISSN 0718 - 4646 Versión en línea

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL



**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**



VOLUMEN 21 N° 2

**CIENCIA E
INVESTIGACION
FORESTAL**

AGOSTO 2015

**INSTITUTO FORESTAL
CHILE**

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una revista científica, arbitrada, periódica y seriada del Instituto Forestal, Chile, que es publicada en abril, agosto y diciembre de cada año.

Director	Fernando Rosselot Téllez	INFOR	Chile
Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR - IUFRO	Chile
Consejo Editor	Santiago Barros Asenjo	INFOR - IUFRO	Chile
	Braulio Gutiérrez Caro	INFOR	Chile
	Juan Carlos Pinilla Suárez	INFOR - IUFRO	Chile
Comité Editor	José Bava	CIEFAP	Argentina
	Leonardo Gallo	INTA	Argentina
	Mónica Gabay	SAYDS	Argentina
	Heinrich Schmutzhenhofer	IUFRO	Austria
	Marcos Drumond	EMBRAPA	Brasil
	Sebastiao Machado	UFPR	Brasil
	Antonio Vita	UCH	Chile
	Juan Gastó	UC	Chile
	Miguel Espinosa	UDEC	Chile
	Sergio Donoso	UCH	Chile
	Vicente Pérez	USACH	Chile
	Camilo Aldana	CONIF	Colombia
	Glenn Galloway	CATIE	Costa Rica
	José Joaquín Campos	CATIE	Costa Rica
	Ynocente Betancourt	UPR	Cuba
	Carla Cárdenas	MINAMBIENTE - IUFRO	Ecuador
	Alejandro López de Roma	INIA	España
	Isabel Cañelas	INIA - IUFRO	España
	Gerardo Mery	METLA - IUFRO	Finlandia
	Markku Kanninen	CIFOR	Indonesia
	José Antonio Prado	MINAGRI	Chile
	Concepción Lujan	UACH	México
	Oscar Aguirre	UANL	México
	Margarida Tomé	UTL - IUFRO	Portugal
	Zohra Bennadji	INIA - IUFRO	Uruguay
	Florenia Montagnini	U. Yale - IUFRO	USA
	John Parrotta	USDA FS - IUFRO	USA
Oswaldo Encinas	ULA	Venezuela	
Ignacio Díaz-Maroto	USC	España	

Dirección



Instituto Forestal
Sucre 2397 - Casilla 3085 - Santiago, Chile
Fono 56 2 3667115 Fax 56 2 2747264
Correo electrónico sbarros@infor.gob.cl

La Revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas.

Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa consulta, siempre que se cite como fuente a Ciencia e Investigación Forestal, INFOR, Chile.

SUPERFICIE DE SUELOS POTENCIALMENTE DISPONIBLE PARA FORESTACIÓN REGIÓN DEL BIOBÍO

Ávila, Alberto¹ y Muñoz, Juan Carlos¹

RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar la superficie de suelos de aptitud preferentemente forestal potencialmente disponible para forestación y su ubicación en la región del Biobío.

Mediante un Sistema de Información Geográfico (SIG) se procesó coberturas digitales provenientes de distintas fuentes de información, correspondientes a plantaciones forestales, bosque nativo y capacidad de uso de los suelos.

Como resultado se obtuvo las superficies potencialmente disponibles para la forestación en la región, según provincias y comunas, índice de desarrollo humano (IDH), clase capacidad de uso del suelo y categorías de erosión.

La superficie de suelos potencialmente disponible para forestación en la región es de 351.540 ha.

Palabras clave: Plantaciones forestales, Región del Biobío, Superficie disponible para forestación, IDH.

SUMMARY

Main objective of this study is to determine the forest soil areas potentially available to afforestation and its location at the Biobío region.

Through a Geographic Information System (GIS) different digital covers, including planted forests, native forests and soil use capacity class were processed.

The obtained results are the forest soil potential areas available to afforestation in the region according to provinces and communes, human development index (HDI), soil use capacity and erosion categories.

The total soil area potentially available to afforestation in the region is 351,540 ha.

Key words: Planted forests. Biobío Region, Available area to afforestation, HDI.

¹ Ingenieros forestales, investigadores, Instituto Forestal, Sede Biobío. Chile. aavila@infor.cl jmunoz@infor.cl

INTRODUCCIÓN

El sector forestal chileno se puede definir como la integración de los recursos forestales suelos y bosques nativos y plantados con todas sus funciones ambientales, económicas y sociales; las grandes, medianas y pequeñas industrias asociadas a estos recursos; los propietarios; las instituciones del Estado; y todo el recurso humano directa e indirectamente involucrado en el bosque, la industria y la instituciones; integración que constituye un importante pilar del desarrollo nacional.

El 45% de la superficie continental de Chile corresponde a suelos cuyo uso potencial es forestal (33,8 MM² ha), el 21% del territorio está cubierto por bosques nativos (13,5 MM ha) y plantaciones (2,4 MM ha), lo que conforma una cubierta forestal de unos 16 millones de hectáreas (INFOR, 2014).

El Estado mantiene bajo conservación o protección una superficie de 14,5 MM ha dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (19% de la superficie nacional), en el cual están representados los principales ecosistemas forestales del país, incluyendo unos 4 MM ha de bosques nativos.

Actualmente no existe deforestación, la sustitución de bosques nativos no está permitida, toda intervención sobre los bosques está regulada por el Estado y la reforestación es obligatoria.

Los bosques plantados, que representan el 15% de la cubierta forestal nacional, son hoy la base de una desarrollada y creciente industria forestal, que consume unos 40 MM m³/año, casi en su totalidad proveniente de las plantaciones, para la producción de pulpa, madera aserrada, tableros y otros productos.

El sector forestal genera anualmente unos US\$ 6 mil millones como retorno de exportaciones y da empleo directo a más de 120 mil personas e indirecto a más 180 mil personas (INFOR, 2014; CORMA, 2014; Lignum, 2014).

Sin embargo, desde los tiempos de La Colonia y hasta mediados del siglo pasado, la apertura de tierras para uso agrícola y ganadero, grandes incendios forestales y la sobre utilización de los bosques nativos dejaron como herencia extensas superficies de suelos forestales desarbolados y en procesos de erosión y bosques nativos degradados, fraccionados y empobrecidos en su composición de especies, situación que dejó a la forestación de los primeros y a la recuperación y manejo sostenible de los segundos como grandes desafíos sectoriales.

Estos desafíos fueron ya abordados en la segunda mitad del siglo pasado, a través del establecimiento de plantaciones y el desarrollo de la capacidad industrial derivada con grandes esfuerzo públicos y privados, la creación de una institucionalidad forestal pública y la regulación estatal sobre el uso de los bosques, sin embargo se mantienen estos desafíos como las principales metas sectoriales para el presente siglo.

En lo referente a las plantaciones forestales, la investigación, la legislación de fomento a la forestación y al manejo de las nuevas plantaciones y los esfuerzos del sector público al principio y principalmente del sector privado después han permitido la creación de nuevos recursos forestales mediante bosques plantados a un ritmo medio cercano a las 100 Mha/año desde mitad de los años 70 del siglo pasado.

Esta tasa anual de plantación tenía inicialmente una fuerte componente de forestación, pero a medida que el consumo industrial aumenta la componente reforestación también lo hace y la tasa de incremento de la superficie plantada es menor.

² MM: Millones M: Miles

Durante los últimos años la legislación de fomento a la forestación ha sufrido interrupciones, su vigencia concluía en 1994, el cuerpo legal (DL N° 701 de 1974) fue modificado y extendido hasta que finalmente caduca en 2012.

Actualmente se encuentra en trámite legislativo una nueva extensión de esta legislación de fomento y se planea al corto plazo el estudio, elaboración y promulgación de una nueva legislación al respecto.

Estas interrupciones en la aplicación de la política de fomento a las plantaciones ha reducido aún más la forestación y si bien la tasa de plantación se mantiene alta (95 Mha en 2013) la componente forestación cae sustancialmente (6.600 ha en 2013) (INFOR, 2014) y esto afecta principalmente al segmento de pequeños y medianos propietarios (PYMP), quienes habían tenido una interesante participación, reuniendo casi un tercio de la superficie plantada en el país.

Respecto de la superficie disponible para forestación en el país no existen cifras debidamente fundadas, aunque la cifra de uso potencial forestal de los suelos (33,8 MM ha), comparada con la actual cubierta forestal del país (16 MM ha), sugiere que la superficie disponible para nuevos bosques plantados es muy importante y con frecuencia son mencionadas cifras de varios millones de hectáreas.

No obstante, las grandes superficies consideradas como potencialmente disponibles se reducen en la práctica en forma importante por diversas razones entre las que se encuentran ubicación, altitud, accesibilidad, limitantes climáticas para las principales especies forestales actualmente en uso, régimen de propiedad y otras.

Contrariamente, estas superficies se pueden incrementar en alguna medida por suelos agrícolas o ganaderos de secano, en los cuales estas actividades ya no rentan debido a la degradación de los suelos, su ubicación u otras razones.

El Estado ha desplegado importantes esfuerzos para mantener una fuerte base de información en materia de caracterización, localización y cuantificación de los recursos forestales del país.

INFOR en los años 60 del siglo pasado desarrolla la tipología del bosque nativo, definiendo y caracterizando los Tipos Forestales, y realiza los primeros inventarios forestales regionales y nacionales que localizan y dimensionan estos recursos.

Posteriormente, INFOR ha mantenido un programa de investigación permanente en torno al Monitoreo de los Ecosistemas Forestales conformados tanto por los bosque nativos como los plantados, mediante el cual actualiza la superficie de plantaciones anualmente y determina sus existencias madereras en períodos de 3 a 4 años; y trabajo similar desarrolla respecto de los boques nativos actualizando sus existencias volumétricas en períodos también de 3 a 4 años.

Por su parte, el Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF (1999) desarrolla el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile definiendo localización y superficie de estos recursos.

En consecuencia, el país dispone de información completa y actualizada sobre sus recursos forestales, su ubicación, sus características y sus existencias, información desagregada a nivel regional, provincial y comunal con la cartografía digital correspondiente. Sin embargo, no se han desarrollado estudios respecto de la superficie potencialmente disponible para ampliar las plantaciones forestales en el país.

INFOR aborda en 2014 el trabajo de determinación de la superficie potencialmente disponible para forestación en el país, empezando por la región del Biobío, que tiene ya más de 0,9

millones de hectáreas plantadas y reúne gran parte de la capacidad industrial instalada en el país para el aprovechamiento de estos recursos.

El estudio fue llevado a cabo en la sede Biobío de INFOR en Concepción dentro del programa institucional Inventario Forestal Continuo de las plantaciones.

Se empleó para ello diferentes coberturas digitales y un sistema de información geográfica con el objeto de delimitar aquellas superficies de suelos forestales actualmente desprovistos de plantaciones o bosques nativos por provincias y comunas.

Las superficies así segregadas fueron caracterizadas según capacidad de uso de los suelos y categorías de erosión de estos y complementariamente se incorporó una variable de carácter social dada por un índice de desarrollo humano. Los resultados obtenidos son los que se entregan en este artículo.

Pasos siguientes en esta línea de trabajo sería repetirlo en otras regiones hasta completar en primera instancia aquellas comprendidas entre Valparaíso y Los Lagos, y en una segunda instancia incorporar Aysén y Magallanes, y tal vez también Coquimbo.

Progresivamente se podrán incorporar otras variables relacionadas con suelo, clima, tenencia de la tierra, y otras con el fin de extraer de la superficie potencialmente disponible aquella realmente disponible y, más aún, definir por ejemplo áreas prioritarias de forestación, especies recomendables y otros elementos de juicio que puedan guiar la ampliación de las plantaciones forestales en el país según objetivos específicos en cada caso, sean estos productivos o ambientales.

OBJETIVOS

El objetivo general del estudio es determinar la superficie de suelos forestales potencialmente disponible para forestación y su distribución en la región del Biobío.

Más específicamente, se intenta determinar la superficie de suelos potencialmente disponible para forestación según clase de capacidad de uso y categoría de erosión de estos, división administrativa de la región (provincias y comunas) y su vinculación con una dimensión social determinada por el índice de desarrollo humano (IDH).

MATERIAL Y MÉTODO

Fueron empleadas diferentes coberturas digitales, de distintas fuentes, que fueron procesadas utilizando el programa ArcGis™ y proyectadas al Datum WGS84 huso 18.

Las coberturas digitales empleadas son las siguientes:

- Clase Capacidad de Uso de los Suelos y Categorías de Erosión (CIREN, 1999)
- Plantaciones forestales a diciembre del año 2012 (INFOR, 2013)
- Catastro de Bosque Nativo VIII región, Actualización (CONAF, 2008)
- Límites Comunales región del Biobío (ODEPA, 2013)

Las coberturas de suelos, bosque nativo y límites comunales fueron obtenidas del Geoportail Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) del Ministerio de Agricultura, en donde están

las coberturas de CIREN 1999, la de CONAF 2008 y la de ODEPA 2013.

Para incorporar la componente social a este estudio se utilizó la información disponible sobre el Índice de Desarrollo Humano (IDH) al año 2003 para las comunas de Chile, elaborada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en conjunto con el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN).

Se entiende por desarrollo humano al proceso mediante el cual se aumentan las capacidades y opciones de las personas.

El IDH se concentra en medir las capacidades humanas en tres dimensiones esenciales; salud, educación e ingresos. Sus valores oscilan entre 0 y 1 y este último valor representa la situación ideal (PNUD-MIDEPLAN, 2005).

La característica principal de esta clasificación es su ordenamiento relativo, es decir, se ordenaron las comunas respecto de su valor de IDH, y luego se formaron cinco grupos con igual número de comunas cada uno (quintiles).

El primer grupo corresponde al 20% de las comunas con menor valor de IDH, el segundo al 20% de comunas que le sigue según los valores de desarrollo humano, y así sucesivamente hasta el grupo 5, que corresponde al 20% de las comunas con mayor valor de IDH.

Cada grupo se identificó con los conceptos muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto nivel de logro (PNUD-MIDEPLAN, 2005).

La Figura N° 1 muestra los resultados de este estudio para la región del Biobío.

Es preciso señalar que con posterioridad al año 2003, año del estudio de IDH, fueron creadas las comunas de Hualpén y Alto Biobío.

En los casos de estas nuevas comunas se asumió el valor IDH de la comuna de la cual provenían, Talcahuano y Santa Bárbara, respectivamente.

La cobertura digital de plantaciones forestales corresponde a la generada dentro del programa Inventario Forestal Continuo de INFOR, en su parte actualización de plantaciones (2012), y se refiere a la superficie de plantaciones en pie al momento de la actualización.

Esta última cobertura incluye la información proveniente de las empresas en convenio con INFOR y aquella otra sobre pequeños y medianos propietarios (PYMP) que INFOR levanta anualmente.

La cobertura de suelos de CIREN, indica las Clases de Capacidad de Uso de estos, I a VIII, definidas como:

- I: Suelos agrícolas con pocas limitaciones.
- II: Suelos con ligeras limitaciones al desarrollo de cultivos (pendientes hasta 5%)
- III: Suelos suavemente inclinados (pendientes hasta 8%)
- IV: Suelos que pueden presentar riesgo de erosión por pendientes (hasta 15%) o profundidad no superior a 40 cm. Es la última categoría de suelos arables.
- V: Suelos inundados pobremente drenados a muy pobremente

drenados.

- VI: Suelos cuyo uso es ganadero o forestal y son moderadamente escarpados
- VII: Suelos de uso fundamentalmente forestal o ganadero y son escarpados.
- VIII: Suelos de uso limitado a vida silvestre, recreación o protección de hoya hidrográficas.
- NC: Categoría adicional "No Corresponde", que se refiere a situaciones en que a los suelos no se les asigna algún uso productivo, como zonas urbanas, lagunas, cajas de río.

Esta cobertura no posee información en algunos sectores de la Cordillera de Los Andes, por lo que no es posible estimar la superficie potencial en dichas áreas.

Las categorías de erosión, también incorporadas en la cobertura de suelos de CIREN, son las siguientes:

- Sin erosión: Suelos que no presentan alteraciones o signos de pérdidas de suelo.
- Erosión ligera: Suelos poco alterados, ligeramente inclinados u ondulados, que pueden tener en torno al 20% de pérdida de suelo.
- Erosión moderada: Erosión laminar o de manto de nivel medio. El suelo original se ha perdido entre 40 y 60%.
- Erosión severa: Erosión laminar o de manto intensiva. La pérdida de suelo original es de 60 a 80% y presenta ocasionalmente surcos o cárcavas.
- Erosión muy severa: Zonas donde se visualiza el subsuelo o el material parental. La pérdida de suelo original es sobre el 80% y normalmente se encuentran surcos y cárcavas activas.

Las descripciones de las categorías de erosión fueron tomadas de CIREN (2006) y de Flores *et al.* (2010).

De los campos de Clase de Capacidad de Uso que entrega la cobertura digital de suelos se seleccionó aquellos considerados como No Arables, es decir aquellos que no son aptos para el laboreo y cuyo uso recomendado es preferentemente el forestal.

En la región estos suelos no arables suman 2.097.030 ha y corresponden a 334.095 ha clase VI, 1.290.217 ha clase VII y 472.718 ha clase VIII (Figura N° 2):



Figura 1
ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO POR COMUNAS, REGIÓN DEL BIOBÍO

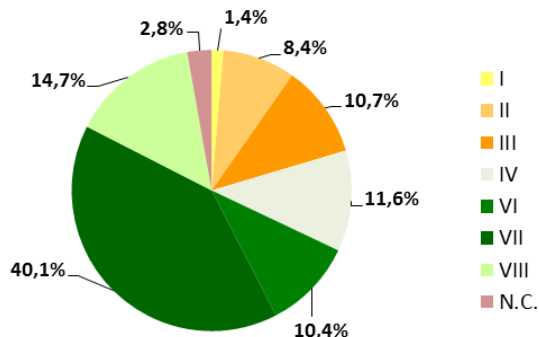


Figura N°2
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE SUPERFICIE POR CLASE DE CAPACIDAD USO DE SUELO

A la superficie segregada con la restricción Clase de Capacidad de Uso del Suelo, se le descontó también la Clase VIII, dado que corresponde a suelos cuyo uso está reducido a la protección y vida silvestre.

De igual forma se quitaron los polígonos correspondientes a las siguientes variaciones especiales de suelo: Corrientes de lava, terrenos rocosos, pantanos (humedales), ríos, quebradas, esteros y escarpes, obteniéndose de esta forma la cobertura de suelos con capacidad de uso forestal de la región del Biobío.

A la superficie así obtenida se le descontó la cobertura de plantaciones forestales, incluyendo tanto los polígonos correspondientes a plantaciones en pie y también aquellos de cosechas forestales, dado que de acuerdo a la legislación vigente deben ser reforestados en un plazo de 3 años desde la corta.

Esto último se realizó mediante el comando de análisis ArcGis™ Erase, que sustrae la superficie en donde se sobreponen ambas coberturas digitales y crea una nueva cobertura.

Similar procedimiento se empleó para descontar la cubierta dada por el catastro de bosque nativo, restando los polígonos de uso actual bosque nativo, y se extrajeron igualmente las superficies de áreas silvestres protegidas del Estado (SNASPE), nieves y glaciares, áreas urbanas e industriales. Finalmente se descontaron también aquellos polígonos producidos durante el proceso cuya superficie era inferior a 1 ha.

La cobertura final resultante corresponde a la superficie potencialmente disponible para la forestación, la cual mediante el proceso denominado Intersect en ArcGis™ se sobrepuso con la cobertura de límites comunales, la que a su vez está vinculada a una categoría de IDH.

RESULTADOS

Al aplicar la primeras restricciones, suelos arables y clase VIII, se obtiene la cobertura de suelos de aptitud forestal de la región y entrega como resultado una superficie total de 1.456.866 ha. Se incorporaron después las coberturas de capacidad de uso, categorías de erosión y división administrativa según provincias, y la superficie así obtenida corresponde a suelos de Clases de

Capacidad de Uso VI y VII, muy mayoritariamente Clase VII que son los suelos típicamente forestales (77%) y representan aproximadamente el 40% del área total regional, y sin cubierta forestal por provincias y comunas (Cuadro N° 1 y Figura N° 4).

Cuadro N°1
SUPERFICIE DE SUELOS DE APTITUD FORESTAL, SEGÚN CLASE DE CAPACIDAD DE USO
Y CATEGORÍA DE EROSIÓN POR PROVINCIA

Clase Capacidad Uso del Suelo	Categoría Erosión	Provincia				Total
		Arauco	Biobío	Concepción	Ñuble	
		(ha)				
VI	Ligera	46.551	18.479	26.979	39.552	131.561
	Moderada	0	54.440	3.282	37.455	95.177
	Sin Erosión	14.031	61.562	301	31.463	107.357
Total VI		60.582	134.481	30.562	108.470	334.095
VII	Ligera	248.163	20.621	53.875	49.953	372.612
	Moderada	55.119	81.676	161.369	114.129	412.293
	Severa	2.166	55.479	30.211	90.842	178.698
	Muy Severa	0	29.237	10.892	30.237	70.366
	Sin Erosión	8.061	25.226	2.119	7.078	42.484
	S/Información	16.991	28.304	1.023	0	46.318
Total VII		330.500	240.543	259.489	292.239	1.122.771
Total		391.082	375.024	290.051	400.709	1.456.866

En el procesamiento se incorporaron las cubiertas de plantaciones forestales (en pie y cosechadas) y la correspondiente a bosques nativos, descontándose estas superficies a la de suelos de aptitud forestal, para obtener así la superficie potencialmente disponible para forestación en la región, que arroja un total de 351.540 ha.

Esta superficie potencialmente disponible para forestación está constituida en un 70,8% por suelos de Clase de Capacidad de Uso VII y un 29,2% por suelos de Clase VI (Cuadro N° 2 y Figuras N° 4 y N° 5).

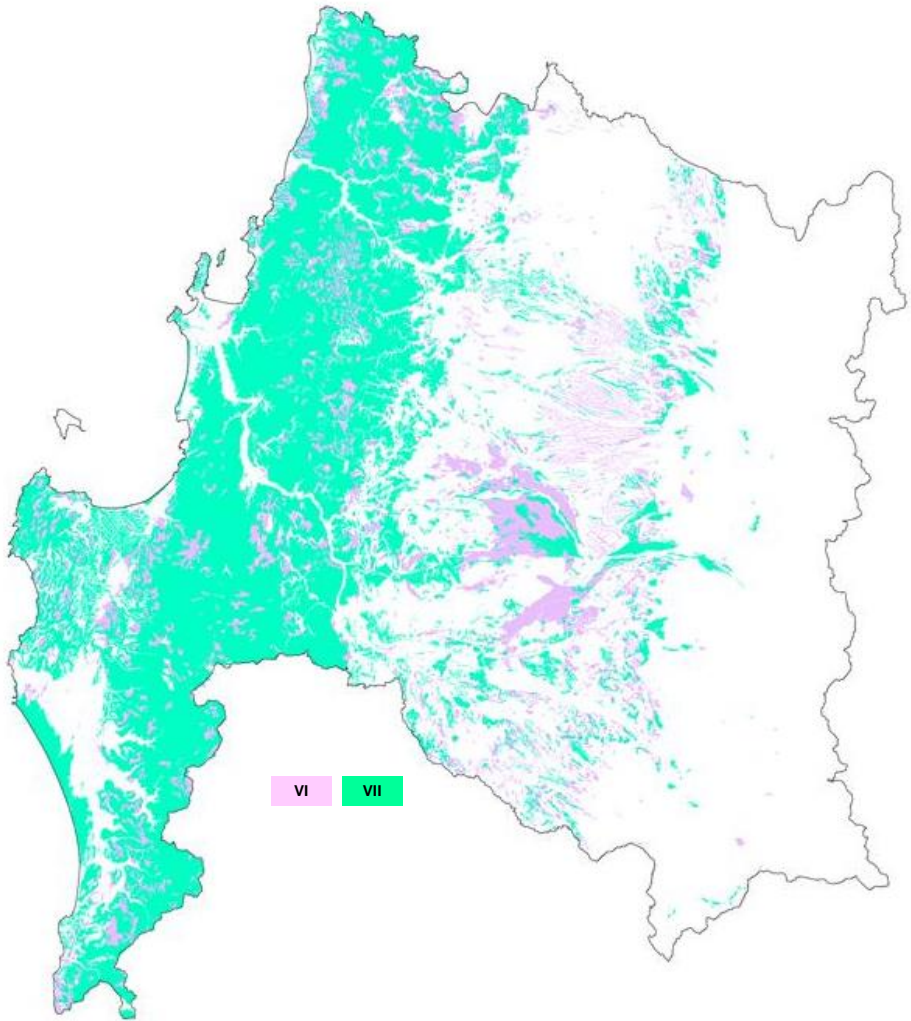


Figura N°4
SUELOS DE APTITUD FORESTAL REGIÓN DEL BIOBÍO

Cuadro N° 2
SUPERFICIE DE SUELOS POTENCIALMENTE DISPONIBLES PARA FORESTACIÓN SEGÚN CLASE DE
CAPACIDAD DE USO Y CATEGORÍA DE EROSIÓN POR PROVINCIA

Capacidad Uso del Suelo	Categoría Erosión	Provincia				Total
		Arauco	Biobío	Concepción	Ñuble	
		(ha)				
VI	Ligera	5.222	8.995	7.797	19.858	41.872
	Moderada	0	14.299	2.469	12.949	29.717
	Sin Erosión	6.178	14.259	198	10.334	30.969
Total VI		11.400	37.553	10.464	43.141	102.558
VII	Ligera	29.375	3.093	3.067	8.976	44.511
	Moderada	3.160	16.212	30.226	23.699	73.297
	Severa	602	17.666	8.857	42.714	69.839
	Muy Severa	0	13.904	5.929	11.844	31.677
	Sin Erosión	4.326	7.580	986	3.940	16.832
	S/Información	3.637	8.821	368	0	12.826
Total VII		41.100	67.276	49.433	91.173	248.982
Total		52.500	104.829	59.897	134.314	351.540

De acuerdo a la división administrativa por provincias, es posible apreciar que la mayor superficie se encuentra en la provincia de Ñuble (38,2%) y la siguen la provincia de Biobío (29,8%), la provincia de Concepción (17,1%) y la provincia de Arauco (14,9%).

Respecto de las categorías de erosión, en los suelos clase VI el 69,8% de la superficie presenta erosión ligera a moderada, en tanto que en aquellos de clase VII la erosión es severa a muy severa en un 40,8% de su superficie.

El deterioro de los suelos resalta en las provincias de Ñuble y Biobío, en donde alrededor de la mitad (59,6% y 46,9%, respectivamente) de la superficie de suelos clase VII potencialmente disponibles para forestación muestra erosión severa a muy severa.

La provincia de Arauco en tanto muestra la menor degradación de suelos, con solo el 1,4% de la superficie de suelos clase VII potencialmente disponibles para forestación con erosión severa.

Se incorporó finalmente la división administrativa de la región por comunas y se obtuvo la distribución de superficies potencialmente disponibles para forestación según comunas, clases de capacidad de uso de los suelos, categorías de erosión y sus correspondientes categorías de índice de desarrollo humano (IDH), para cada una de las provincias de la región del Biobío (Cuadros N° 3, N° 4, N° 5 y N° 6).

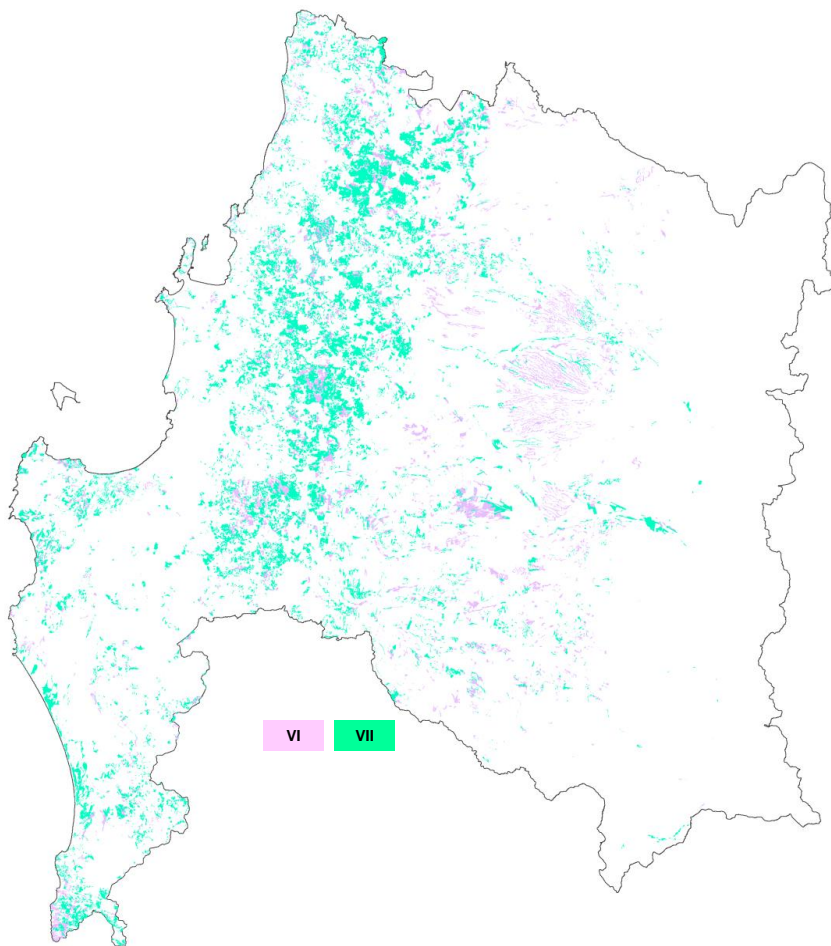


Figura N°5
SUPERFICIE POTENCIALMENTE DISPONIBLE PARA FORESTACIÓN
POR CLASE DE CAPACIDAD USO DEL SUELO

Cuadro N° 3
SUPERFICIE POTENCIALMENTE DISPONIBLE PARA FORESTACIÓN SEGÚN COMUNA, IDH, CLASES DE
CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS Y CATEGORÍAS DE EROSIÓN
PROVINCIA DE ARAUCO

Comuna	IDH	Capacidad Uso del Suelo	Categorías de Erosión					Total
			L	M	S	SE	SI	
			(ha)					
Arauco	Alto	VI	1.094	0	0	1.653	0	2.747
		VII	8.460	875	0	133	104	9.573
Total Arauco			9.554	875	0	1.786	104	12.320
Cañete	Bajo	VI	587	0	0	378	0	965
		VII	2.996	209	0	2.058	1.427	6.689
Total Cañete			3.583	209	0	2.435	1.427	7.655
Contulmo	Muy Bajo	VI	1.473	0	0	222	0	1.695
		VII	6.339	11	0	0	0	6.351
Total Contulmo			7.812	11	0	222	0	8.045
Curanilahue	Bajo	VI	475	0	0	0	0	475
		VII	915	1.524	602	0	0	3.041
Total Curanilahue			1.390	1.524	602	0	0	3.516
Lebu	Muy Bajo	VI	176	0	0	1.272	0	1.449
		VII	2.446	391	0	76	727	3.640
Total Lebu			2.622	391	0	1.348	727	5.089
Los Álamos	Bajo	VI	239	0	0	60	0	299
		VII	1.169	149	0	118	1.379	2.815
Total Los Álamos			1.408	149	0	178	1.379	3.113
Tirúa	Muy Bajo	VI	1.178	0	0	2.593	0	3.771
		VII	7.050	0	0	1.941	0	8.991
Total Tirúa			8.228	0	0	4.534	0	12.762
Total provincia			34.597	3.160	602	10.503	3.637	52.500

L: Ligera
M: Moderada
SI: Sin Información

S: Severa:
SE: Sin erosión

En la provincia de Arauco el 49,3% de la superficie potencialmente disponible para la forestación se ubica en comunas con IDH calificado como muy bajo, en tanto el 27,2% está en comunas con IDH bajo.

El 78,2 % de esta superficie potencial provincial corresponde a la Clase de Capacidad de Uso del Suelo VII. Destaca que mayoritariamente estos suelos presentan erosión ligera (65,9%) o sin erosión (20,0%).

Las comunas de Tirúa y Arauco, presentan superficies disponibles por sobre las 10.000 ha.

Cuadro N° 4
SUPERFICIE POTENCIALMENTE DISPONIBLE PARA FORESTACIÓN SEGÚN COMUNA, IDH, CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS Y CATEGORÍAS DE EROSIÓN. PROVINCIA DE BIOBÍO

Comuna	IDH	Capacidad Uso del Suelo	Categorías de Erosión						Total
			L	M	S	MS	SE	SI	
			(ha)						
Alto Biobío	Muy Bajo	VI	78	0	0	0	0	0	78
		VII	71	0	0	0	0	0	71
Total Alto Biobío			149	0	0	0	0	0	149
Antuco	Bajo	VI	0	358	0	0	227	0	584
		VII	127	386	0	0	1.720	0	2.233
Total Antuco			127	744	0	0	1.947	0	2.818
Cabrero	Muy Bajo	VI	15	160	0	0	1.879	0	2.055
		VII	116	0	742	64	314	772	2.008
Total Cabrero			131	160	742	64	2.193	772	4.062
Laja	Bajo	VI	1.935	0	0	0	544	0	2.478
		VII	710	964	2.083	479	164	38	4.438
Total Laja			2.644	964	2.083	479	708	38	6.917
Los Angeles	Medio	VI	161	643	0	0	8.034	0	8.838
		VII	529	633	904	0	2.216	5.620	9.902
Total Los Angeles			690	1.275	904	0	10.250	5.620	18.740
Mulchén	Bajo	VI	5	3.931	0	0	10	0	3.946
		VII	15	1.019	2.730	0	11	34	3.809
Total Mulchén			20	4.950	2.730	0	22	34	7.756
Nacimiento	Bajo	VI	937	1.543		0	426	0	2.906
		VII	324	4.818	3.233	4.502	0	81	12.958
Total Nacimiento			1.261	6.361	3.233	4.502	426	81	15.865
Negrete	Muy Bajo	VI	4	0	0	0	119	0	123
		VII	0	60	48	0	0	1.736	1.844
Total Negrete			4	60	48	0	119	1.736	1.967
Quilaco	Muy Bajo	VI	24	1.455	0	0	0	0	1.478
		VII	447	595	143	0	0	0	1.185
Total Quilaco			470	2.049	143	0	0	0	2.663
Quilleco	Bajo	VI	15	2.413	0	0	2.425	0	4.853
		VII	124	434	483	0	1.426	258	2.725
Total Quilleco			138	2.847	483	0	3.851	258	7.578
San Rosendo	Bajo	VI	130	273	0	0	0	0	403
		VII	42	17	406	1.101	0	27	1.592
Total San Rosendo			172	289	406	1.101	0	27	1.996
Santa Bárbara	Muy Bajo	VI	0	1.869	0	0	58	0	1.928
		VII	2	1.624	211	0	55	0	1.893
Total Santa Bárbara			2	3.493	211	0	113	0	3.820
Tucapel	Bajo	VI	1.457	518	0	0	481	0	2.456
		VII	185	675	0	0	1.135	0	1.996
Total Tucapel			1.642	1.193	0	0	1.616	0	4.452
Yumbel	Muy Bajo	VI	4.234	1.136	0	0	56	0	5.426
		VII	401	4.989	6.681	7.758	539	254	20.621
Total Yumbel			4.634	6.125	6.681	7.758	595	254	26.047
Total			12.087	30.511	17.666	13.904	21.839	8.821	104.828

El 45,2% de la superficie potencial disponible para la forestación en la provincia del Biobío, se ubica en comunas con IDH bajo, y el 36,9% presentan IDH muy bajo. Mayoritariamente corresponden a la Clase VII (64,2%) y en cuanto a erosión en el 29,1% esta es moderada, en el 20,8%, no la hay y en el 16,8% es severa. Yumbel es la comuna con mayor superficie disponible a nivel regional y junto con las comunas de Los Angeles y Nacimiento poseen superficies superiores a las 10.000 ha.

Cuadro N° 5
SUPERFICIE POTENCIALMENTE DISPONIBLE PARA FORESTACIÓN SEGÚN COMUNA, IDH, CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS Y CATEGORÍAS DE EROSIÓN. PROVINCIA DE CONCEPCIÓN

Comuna	IDH	Capacidad Uso del Suelo	Categorías de Erosión						Total
			L	M	S	MS	SE	SI	
Chiguayante	Muy Alto	VII	0	273	0	0	0	0	273
Total Chiguayante			0	273	0	0	0	0	273
Concepción	Muy Alto	VI	133	0	0	0	87	0	220
		VII	0	2.033	192	0	0	0	2.225
Total Concepción			133	2.033	192	0	87	0	2.445
Coronel	Alto	VI	98	0	0	0	0	0	98
		VII	974	0	0	0	73	102	1.149
Total Coronel			1.072	0	0	0	73	102	1.247
Florida	Muy Bajo	VI	2.959	64	0	0	0	0	3.024
		VII	0	12.701	2.607	1.327	0	0	16.635
Total Florida			2.959	12.765	2.607	1.327	0	0	19.659
Hualpén	Alto	VI	162	0	0	0	0	0	162
		VII	401	0	0	0	0	0	401
Total Hualpén			564	0	0	0	0	0	564
Hualqui	Bajo	VI	965	0	0	0	0	0	965
		VII	343	6.022	1.459	0	879	0	8.703
Total Hualqui			1.308	6.022	1.459	0	879	0	9.667
Lota	Bajo	VI	0	0	0	0	12	0	12
		VII	9	0	0	0	0	0	9
Total Lota			9	0	0	0	12	0	21
Penco	Medio	VI	161	0	0	0	56	0	218
		VII	30	295	718	0	0	0	1.044
Total Penco			192	295	718	0	56	0	1.261
San Pedro de la Paz	Muy Alto	VI	10	0	0	0	43	0	53
		VII	170	0	0	0	0	110	279
Total San Pedro de la Paz			180	0	0	0	43	110	332
Santa Juana	Muy Bajo	VI	1.339	2.405	0	0	0	0	3.744
		VII	189	4.840	1.658	4.602	33	156	11.478
Total Santa Juana			1.528	7.245	1.658	4.602	33	156	15.222
Talcahuano	Alto	VI	164	0	0	0	0	0	164
		VII	637	0	0	0	0	0	637
Total Talcahuano			801	0	0	0	0	0	801
Tomé	Medio	VI	1.805	0	0	0	0	0	1.805
		VII	313	4.061	2.223	0	0	0	6.597
Total Tomé			2.119	4.061	2.223	0	0	0	8.402
Total			10.864	32.695	8.857	5.929	1.184	368	59.895

Concepción es la única provincia de la región que presenta las cinco categorías de IDH en sus comunas y en el 58,2% de la superficie potencial para la forestación este índice se ubica en el nivel muy bajo. Mayoritariamente esta superficie pertenece a la Clase Capacidad de Uso del Suelo VII (82,5%) y en cuanto a las categorías de erosión, el 54,6% está clasificado como erosión moderada, el 24,7% pertenece a severa o muy severa y el 20,1% a erosión ligera o sin erosión. Las comunas de Florida y Santa Juana presentan superficies potenciales por sobre las 10.000 ha.

Cuadro N° 6
SUPERFICIE POTENCIALMENTE DISPONIBLE PARA FORESTACIÓN SEGÚN COMUNA, IDH, CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS Y CATEGORÍAS DE EROSIÓN. PROVINCIA DE ÑUBLE

Comuna	IDH	Capacidad Uso del Suelo	Categorías de Erosión					Total
			L	M	S	MS	SE	
(ha)								
Bulnes	Muy Bajo	VI	0	76	0	0	1.807	1.883
		VII	0	267	218	0	429	914
Total Bulnes			0	343	218	0	2.236	2.797
Chillán	Alto	VI	5	226		0	591	821
		VII	148	406	1.719	235	605	3.113
Total Chillán			153	632	1.719	235	1.195	3.934
Chillán Viejo	Alto	VI	80	222	0	0	524	826
		VII	0	1.189	611	17	1.112	2.929
Total Chillán Viejo			80	1.411	611	17	1.636	3.755
Cobquecura	Muy Bajo	VI	926	209	0	0	1.293	2.428
		VII	1.259	4.309	371	37	0	5.977
Total Cobquecura			2.185	4.519	371	37	1.293	8.405
Coelemu	Muy Bajo	VI	1.858	24	0	0	0	1.882
		VII		4.723	47	0	0	4.770
Total Coelemu			1.858	4.747	47	0	0	6.652
Coihueco	Muy Bajo	VI	100	554	0	0	27	680
		VII	8	896	0	0	0	904
Total Coihueco			108	1.450	0	0	27	1.585
El Carmen	Muy Bajo	VI	6.103	1.054	0	0	0	7.157
		VII	35	2.446	0	0	215	2.696
Total El Carmen			6.139	3.499	0	0	215	9.853
Ninhue	Muy Bajo	VI	156	2.687	0	0	197	3.041
		VII	1.166	0	8.461	95	0	9.722
Total Ninhue			1.322	2.687	8.461	95	197	12.763
Ñiquén	Muy Bajo	VI	3	43	0	0	1.028	1.074
		VII	41	19	0	0	0	60
Total Ñiquén			44	62	0	0	1.028	1.134
Pemuco	Muy Bajo	VI	2.201	0	0	0	10	2.211
		VII	0	238	133	0	44	415
Total Pemuco			2.201	238	133	0	54	2.626
Pinto	Muy Bajo	VI	1.913	311	0	0	0	2.225
		VII	206	924	0	0	69	1.199
Total Pinto			2.119	1.235	0	0	69	3.423
Portezuelo	Muy Bajo	VI	379	660	0	0	0	1.039
		VII	0	0	8.093	34	0	8.127
Total Portezuelo			379	660	8.093	34	0	9.166

Cuadro N° 6. Continuación

Quillón	Muy Bajo	VI	0	1.120	0	0	164	1.284
		VII	275	1.813	5.699	5.743	54	13.583
Total Quillón			275	2.932	5.699	5.743	218	14.867
Quirihue	Muy Bajo	VI	415	1.722	0	0	1.162	3.299
		VII	4.002	2.138	3.513	1.678	0	11.331
Total Quirihue			4.416	3.860	3.513	1.678	1.162	14.629
Ranquil	Muy Bajo	VI	707	734	0	0	0	1.441
		VII	0	2.331	2.161	563	127	5.182
Total Ranquil			707	3.064	2.161	563	127	6.622
San Carlos	Bajo	VI	13	1.394	0	0	1.090	2.497
		VII	1.443	503	2.096	408	0	4.450
Total San Carlos			1.456	1.897	2.096	408	1.090	6.947
San Fabián	Muy Bajo	VI	20	370	0	0	0	390
		VII	0	12	0	0	0	12
Total San Fabián			20	382	0	0	0	402
San Ignacio	Muy Bajo	VI	1.849	0	0	0	176	2.025
		VII		338	13	0	464	815
Total San Ignacio			1.849	338	13	0	640	2.840
San Nicolás	Muy Bajo	VI	429	714	0	0	1.034	2.177
		VII	275	162	5.086	25		5.548
Total San Nicolás			704	876	5.086	25	1.034	7.725
Treguaco	Muy Bajo	VI	46	805	0	0	178	1.029
		VII	32	582	4.462	3.010	0	8.085
Total Treguaco			77	1.387	4.462	3.010	178	9.114
Yungay	Medio	VI	2.656	23	0	0	1.054	3.733
		VII	86	404	31	0	820	1.341
Total Yungay			2.742	427	31	0	1.874	5.074
Total			28.835	36.648	42.714	11.844	14.273	134.314

La provincia de Ñuble en tanto presenta la mayor superficie potencial para la forestación en la región y el 85,3% de esta pertenece a comunas con IDH calificado como muy bajo. Las comunas de Quillón, Quirihue y Ninhue presentan superficies superiores a las 10.000 ha.

El 67,9% de la superficie potencial provincial, corresponde a la Clase de Capacidad de Uso del Suelo VII. La categoría erosión severa representa el 31,8% de la superficie provincial potencial; seguida de suelos con erosión moderada (27,3%) y erosión ligera (21,5%).

En la región del Biobío existen diez comunas con superficies potencialmente disponibles mayores a 10.000 ha, las que acumulan 162.874 ha, representando el 46,3% de la superficie potencial regional.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La región del Biobío tiene una superficie total de 3,71 millones de hectáreas, y el 43,84% de esta superficie corresponde a suelos de las Clases de Capacidad de Uso VI y VII (1,62 millones de hectáreas), muy mayoritariamente Clase VII (1,29 millones de hectáreas), lo que confirma que esta es una región con fuerte vocación forestal.

De la superficie de suelos forestales, 351.540 ha (21,6%) son suelos potencialmente disponibles para forestación, superficie que se obtiene al descontar las cubiertas actuales de bosque nativo y plantaciones forestales, además de variantes como escoriales de lava, cursos de

agua y otros que se extraen del análisis. La superficie obtenida en el estudio ha sido definida como potencialmente disponible, dado que en la práctica esta disponibilidad está condicionada por múltiples otros factores no incluidos en esta primera aproximación.

La región del Biobío concentra la mayor parte de la industria forestal del país y el 38% de las plantaciones forestales nacionales. La superficie de suelos potencialmente disponible para la forestación corresponde al 9,5% de la superficie regional (3,71 millones de hectáreas), al 24% de los suelos forestales (bosque nativo y plantaciones forestales), y equivale al 38,2% de la superficie regional actual de plantaciones (0,92 millones de hectáreas).

La superficie de suelos potencialmente disponible para forestación está compuesta en un 70,8% por suelos clase VII (248.982 ha) y el 29,1% restante por suelos clase VI.

En los suelos clases VI y VII potencialmente disponibles para forestación, el 28,9% de la superficie presenta erosión severa a muy severa (101.516 ha), situación que afecta principalmente a aquellos de clase VII, los que debiesen ser objeto de políticas que fomenten su recuperación.

De acuerdo a la división administrativa de la región según provincias, la superficie de suelos potencialmente disponible para forestación se concentra en las dos de mayor tamaño, 38,2% (134.314 ha) en la provincia de Ñuble, un 29,8% (104.828 ha) en la provincia de Biobío; les siguen con un 17,1% (59.895 ha) la provincia de Concepción y con un 14,9% (52.500 ha) la provincia de Arauco.

En materia de erosión de suelos, resaltan las provincias de Ñuble y Biobío en las cuales sobre un tercio de la superficie potencialmente disponible para forestación, está dada por suelos con erosión severa a muy severa. Contrariamente, la provincia de Arauco presenta la menor degradación de suelos, con el 1% de aquellos potencialmente disponibles para forestación en la categoría erosión severa.

Al aplicar la división administrativa según comunas se encuentra que en todas ellas (54) existe superficie potencialmente disponible para forestación y destacan 10 comunas en que esta es superior a 10.000 ha; 2 en la provincia de Arauco, 3 en la provincia de Biobío, 2 en la provincia de Concepción y 3 en la provincia de Ñuble, y estas en conjunto reúnen el 46% de la superficie total potencialmente disponible para forestación en la región.

Al analizar la superficie potencialmente disponible con el Índice de Desarrollo Humano (IDH), se aprecia que esta se distribuye principalmente en comunas con IDH muy bajo 214.089 ha (60,9%) y bajo (22,3%).

La provincia de Ñuble acumula 114.604 ha de la superficie potencial en comunas del quintil con menor IDH. De las diez comunas con superficie potencial disponible por sobre las 10 mil hectáreas, siete de ellas (Yumbel, Florida, Santa Juana, Quillón, Quirihue, Ninhue y Tirúa) presentan IDH muy bajo. Estos antecedentes debiesen orientar tanto políticas públicas, como acciones de privados, para focalizar los recursos en comunidades locales y consecuentemente mejorar el desarrollo regional.

Dada la escala de trabajo y la información con que se alimentó el SIG, con distintos grados de resolución espacial y fechas de elaboración, los resultados tienen validez para grandes áreas, a nivel comunal. Análisis más detallados, para zonas específicas, requieren necesariamente de información más precisa.

Desde el punto de vista silvícola, sería de gran interés ahondar el análisis realizado incorporando variables de clima, como precipitación media anual (isoyetas), duración del período seco y temperaturas mínimas absolutas (isotermas), con el fin de delimitar áreas en donde habría que emplear especies forestales distintas a las habitualmente empleadas en la forestación.

Una cantidad de otras variables deben ser incorporadas para una mejor definición de las superficies disponibles para forestación, relacionadas con topografía y accesibilidad, distancias a centros industriales o de acopio y otras muy importantes relacionadas con la propiedad y el dominio y el uso actual del suelo. Las primeras muy probablemente reducirían las superficies disponibles en la práctica en las zonas orientales de las provincias de Ñuble y Biobío, y las segundas son las que podrían explicar las superficies disponibles hacia las zonas costeras de las provincias de Arauco, Concepción y Ñuble.

En este último caso, suelos clase VI cuyo uso actual es ganadería, viñedos u otros se descontarían de la superficie disponible para forestación, igual cosa ocurriría con áreas con atomización de la propiedad que podría ser la situación en algunas comunas de la costa como Tomé, Lebu y otras, y evidentemente con áreas en donde hay conflictos de propiedad como es el caso principalmente de comunas del sur de la provincia de Arauco.

La incorporación de las variables mencionadas y otras permitiría afinar la información en materia de superficies disponible para forestación y especies a emplear, y probablemente sería un valioso apoyo en la aplicación de políticas públicas orientadas al fomento estatal para la forestación, considerando la priorización de áreas a cubrir y los principales objetivos de la forestación, que podrían estar enfocados en aspectos productivos, en la generación de empleos, en la conservación de suelos, en la regulación de escorrentías, en la producción de biomasa para energía, en la captura de carbono u otros fines, tal vez con montos diferenciados según comunas y objetivos de la forestación.

No obstante lo anterior, los resultados de este estudio, sobre superficies potencialmente disponibles para forestación en la región, se espera sean antecedentes orientadores para la gestión de las autoridades regionales, para las empresas forestales de la región y para pequeños y medianos inversionistas interesados en el establecimiento de plantaciones forestales.

REFERENCIAS

CIREN, 2006. Zonificación de Erosión y Fragilidad de los Suelos del Secano Costero de las Regiones VI y VII. Boletín Técnico de Resultados. Santiago, Chile. 65p.

CONAF, CONAMA, BIRF, 1999: Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF.

CORMA, 2014. Aportes a la Economía. Empleo. [En línea] <http://www.corma.cl/perfil-del-sector/aportes-a-la-economia/empleo> [consulta: 14 julio 2014].

Flores, Juan; Martínez, Eduardo; Espinosa, Marión; Henríquez, Gabriel; Avendaño, Pablo; Torres, Patricio y Ahumada, Isaac, 2010. Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile; Región del Bío Bío. Publicación N°148 CIREN. Santiago, Chile. 47p.

INFOR, 2013. Anuario Forestal 2013. Boletín estadístico N°140. Instituto Forestal. Santiago, Chile. 148 p.

INFOR, 2014. Estadísticas Forestales. Instituto Forestal. [En línea] http://wef.infor.cl/consultas_linea/consultaenlinea.php [consulta: 28 junio 2014].

Lignum, 2014. Concentración del *Cluster* Forestal. Revista Julio año 24 N°150. pp.34-37.

ODEPA, 2013. ICET. Sistema de Consulta Estadístico Territorial, Cartografía Digital. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA. [en línea] <http://icet.odepa.cl/>

PNUD - MIDEPLAN. 2005. Las trayectorias del desarrollo humano en las comunas de Chile (1994-2003). N°11 Temas de desarrollo sustentable. Santiago, Chile. 150p.

APLICACIÓN DE LA PARAMETRIZACIÓN A *Eucalyptus nitens* DEL MODELO 3-PG A ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE LA ESPECIE EN GALICIA, ESPAÑA.

Pérez Cruzado, César³; Vega Nieva, Daniel⁴; Veja, Guillermo⁵; Basurco, Fernando⁶; Muñoz, Fernando⁷ y Rodríguez Soalleiro, Roque¹

RESUMEN

Eucalyptus nitens tiene una importancia creciente en el norte de España como especie de plantación alternativa a *Eucalyptus globulus* en áreas frías o muy afectadas por plagas y enfermedades. Se presentan los resultados de crecimiento y mortalidad de 3 ensayos de procedencias de *Eucalyptus nitens* situados en Galicia, norte de España.

Los ensayos se ubicaron en suelos ácidos, a latitud próxima a 43°N, altitud de 650 a 700 m, con condiciones climáticas atlánticas y se midieron desde los 3 a los 8 años (un ensayo) y 14 años (2 ensayos). Un total de 11 procedencias estaban representadas, totalizando 1440 pies evaluados.

La reciente parametrización del modelo de proceso 3-PG para plantaciones comerciales de *Eucalyptus nitens* (procedencias Barrington Tops y, particularmente, Macalister) se ha empleado para evaluar el comportamiento de las distintas procedencias analizadas.

Las predicciones del modelo indicaron crecimientos medios a los 14 años de 21,3 y 28,7 m³ sin corteza/ha/año, con diámetros medios con corteza de 21 y 23,4 cm. En la parcela de menor profundidad del suelo, evaluada a los 8 años, los valores anteriores fueron de 7 m³/ha/año y 10,3 cm, respectivamente.

Varias procedencias mostraron muy buenos niveles de crecimiento, con valores observados próximos a los estimados por 3-PG o incluso superiores: Barrington Tops (1200 m, central-NSW), Macalister (central-VIC), Anembo Trig (southern-NSW), Tallaganda (southern-NSW), New England (northern-NSW) o Noojee-Matlock (central-VIC).

Un segundo grupo de procedencias mostró resultados inferiores a los predichos por el modelo: Brown Mountains (southern-NSW), Toorong Plateau (central-VIC) o Barrington Tops a 1450 m.

Dos procedencias presentan resultados muy por debajo de los predichos: Bendoc (VIC) y Errinundra Plateau (VIC), ambas asimiladas actualmente a la especie *Eucalyptus denticulata*.

Se discuten las posibles estrategias a considerar para la adaptación del modelo 3-PG a distintas procedencias o materiales genéticos mejorados que se comienzan a emplear en plantaciones comerciales.

Palabras clave: *Eucalyptus nitens*, procedencias, modelo 3-PG.

³Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela, España, roque.rodriguez@usc.es

⁴Escuela de Ingeniería Forestal. Universidad de Vigo, Pontevedra, España, danieljvn@gmail.com

⁵Servicio de montes. Xunta de Galicia, Pontevedra, España, guillermo.vega_alonso@xunta.es

⁶Grupo Empresarial ENCE, Lourizán, Pontevedra, España, fbasurco@ence.es

⁷Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, fmunoz@udec.cl

SUMMARY

Eucalyptus nitens has an increasing importance in northern Spain as an alternative species to *Eucalyptus globulus* in cold areas or in strongly pest and diseases affected areas. Growth and mortality results from three *Eucalyptus nitens* provenances trials located at Galicia, northern Spain are presented.

The trials were established in acid soils, close to 43° NL, 650 to 700 masl, under Atlantic climate conditions, and were measured since 3 years old to 8 years old (one trial) and 14 years old (two trials). A total of 11 provenances were represented with a total of 1,440 evaluated trees.

The recent process model 3-PG parameterization for *Eucalyptus nitens* commercial planted forests (provenances Barrington Tops and, particularly, Macalister) has been used to evaluate the different analyzed provenances performance.

The model predictions indicate 21.3 and 28.7 m³/ha without bark a year mean growths at 14 years, with 21 and 23.4 cm with bark mean diameters. While the plot with the minor soil deep, evaluated at 8 years, shows for the same variables 7 m³/ha/year and 10.3 cm, respectively.

Several provenances registered very good growth levels with observed values close to those estimated through 3-PG or even higher: Barrington Tops (1,200 m, Central-NSW), Macalister (Central-VIC), Anembo Trig (Southern-NSW), Tallaganda (Southern-NSW), New England (Northern-NSW) o Noojee-Matlock (Central-VIC).

A second provenances group registered lower results than those predicted by the model: Brown Mountains (Southern-NSW), Toorongo Plateau (Central-VIC) and Barrington Tops (1,450 m, Central-NSW).

Two provenances show results much lower than those predicted: Bendoc (VIC) and Errinundra Plateau (VIC), both provenances currently known as another species; *Eucalyptus denticulata*.

Possible strategies to consider for the 3-PG model adaptation to different provenances or improved genetic materials used now in commercial planted forests are discussed.

Key words: *Eucalyptus nitens*, provenances, 3-PG model.

INTRODUCCIÓN

Eucalyptus nitens ocupa en el norte de España una superficie que estimada en 30.000 ha en las provincias de Lugo, Coruña, Santander, Vizcaya y Oviedo, que constituyen la Cornisa Cantábrica Ibérica, en las regiones de Galicia, Cantabria, País vasco y Asturias. La difusión de las plantaciones de la especie se debe a los propietarios particulares y a los contratos de plantación con particulares establecidos por empresas pasteras, fundamentalmente el grupo ENCE y la papelera SNIACE. A partir de una difusión inicial en áreas muy frías para *Eucalyptus globulus*, a altitudes superiores a los 400-500 m, y ubicaciones interiores con heladas frecuentes, *Eucalyptus nitens* se ha difundido más recientemente en zonas de menor altitud, debido a su menor susceptibilidad a *Gonipterus scutellatus* o *Mycosphaerella* spp. Actualmente en Galicia la mayoría de las nuevas plantaciones de eucaliptos corresponden de hecho a esta especie, dados los problemas sanitarios que afectan a *Eucalyptus globulus*.

El proceso de introducción de la especie comenzó con trabajos de recogida de semillas realizados en Australia durante 1989, en colaboración entre el INIA España, la empresa española ENCE y el CSIRO australiano. Se recogieron durante un periodo de 3 meses un total de 11 procedencias de *Eucalyptus nitens* (además de otras especies), ubicadas tanto en Nueva Gales del Sur (NSW) como en Victoria (VIC), estados australianos.

El listado de lugares de recogida se ha adaptado a las revisiones recientes sobre poblaciones y procedencias de la especie (Hamilton *et al.*, 2008) y se muestra en el Cuadro N° 1. A partir de la colección de semillas, que correspondió a una representación sistemática de la procedencia, y no a familias concretas de buen comportamiento, se cultivó plantas en el CIF Lourizán (Xunta de Galicia) y el grupo ENCE estableció en abril y mayo de 1992 tres parcelas de ensayo, que continuaron midiéndose hasta octubre de 2000 (sitio de Lalín, perdido por incendio a los 8 años) y junio/octubre de 2006 (Xermade y Antas de Ulla, 14 años), que son las que se emplean en este trabajo.

Cuadro N° 1
DESCRIPCIÓN DE LAS PROCEDENCIAS EN ENSAYO

Denominación	Población y Procedencia	Lote Semillas	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Tallaganda	BJA1 Southern NSW	16301	35° 52' S	149° 30' E	1105
Barrington Tops	BAR1 Northern NSW	16304	31° 58' S	151° 30' E	1200
Brown Mountain	BWN Southern NSW	16307	36° 38' S	149° 24' E	1100
Errinundra Plateau	ERR1 <i>E. denticulata</i>	16310	37° 21' S	148° 51' E	1000
Macalister	SKN Northern Central VIC	16364	37° 27' S	146° 27' E	1150
Toorongo Plateau	TVA Southern Central VIC	16365	37° 48' S	146° 17' E	900
Noojee Mt. Matlock Rd.	UY1 Northern Central VIC	16367	37° 39' S	146° 08' E	1000
Anembo Trig	BJA2 Southern NSW	12120	35° 52' S	149° 30' E	1400
Bendoc	ERR2 <i>E. denticulata</i>	12155	37° 12' S	148° 52' E	1070
New England	BRN Northern NSW	14907	30° 29' S	152° 24' E	1560
Barrington Tops	BAR2 Northern NSW	14908	31° 55' S	151° 30' E	1450

Paralelamente a estos trabajos, y en particular a partir de 1993, se fomentan las plantaciones comerciales de la especie, empleándose la procedencia Barrington Tops hasta 1995, y Macalister a partir de esa fecha y hasta la actualidad. Empleando parcelas correspondientes a esas plantaciones comerciales se ha propuesto recientemente una parametrización del modelo 3-PG para la especie (Pérez Cruzado *et al.*, 2011a). El Modelo de proceso 3-PG (Landsberg y Waring, 1997) se ha mostrado como un modelo de base ecofisiológica capaz de simular la productividad forestal de forma independiente a la cíclica noción del índice de sitio, habiéndose empleado en *Eucalyptus* tanto en Australia (Sands and Landsberg, 2002) como en Europa (Fontes

et al., 2006) o Iberoamérica. La primera referencia sobre su aplicación en *Eucalyptus nitens* deriva precisamente de Chile, donde el modelo se empleó para evaluar la calidad de estación en la región del Bío Bío (Rodríguez et al., 2009), aunque se aporta solo parcialmente la parametrización propuesta para el empleo del modelo a esta especie.

El objetivo de este trabajo es evaluar el crecimiento diamétrico de las 11 procedencias de *Eucalyptus nitens* en comparación con el que predeciría el modelo 3-PG considerando las condiciones estacionales de los tres sitios de ensayo, así como sugerir opciones de adaptación del modelo al uso progresivo de materiales genéticos mejorados. Se pretende adicionalmente proponer la parametrización para el norte de España para su ensayo y validación con parcelas de otros ámbitos geográficos

MATERIAL Y MÉTODO

La parametrización del modelo 3-PG para *Eucalyptus nitens* ha supuesto la asignación de 45 parámetros, de los cuales 21 fueron ajustados o medidos directamente en parcelas experimentales (Pérez Cruzado et al., 2011a). Dos valores propuestos por Rodríguez et al. (2009) para las temperaturas mínimas y máximas para crecimiento en Chile fueron considerados aplicables al norte de España (Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2
PARÁMETROS DEL 3-PG PROPUESTOS PARA *Eucalyptus nitens* EN EL NORTE DE ESPAÑA

Parámetro	Símbolo (unidades)	Específico	Parametrización	Valor
Relaciones alométricas y partición				
Ratio de partición follaje:tallo para B = 2cm	p_2	Especie	Ajustado En	0.17
Ratio de partición follaje:tallo para B = 20cm	p_{20}	Especie	Ajustado En	0.12
Constante en relación tallo:díametro	a_S	Especie	Ajustado En	0.092
Exponente en relación tallo:díametro	n_S	Especie	Ajustado En	2.45
Máxima fracción de NPP a raíces	η_{R_x}	Especie	Defecto Eg	0.80
Mínima fracción de NPP a raíces	η_{R_n}	Especie	Referencias En	0.10
Modificador de temperatura y heladas				
Temperatura mínima para crecimiento	T_{min} (°C)	Especie	Rodríguez et al. (2009) En	2
Temperatura óptima para crecimiento	T_{opt} (°C)	Especie	Propuesta En	15
Temperatura máxima para crecimiento	T_{max} (°C)	Especie	Rodríguez et al. (2009) En	32
Días pérdida producción por día de helada	d_F (days)	Especie	Fontes et al. (2006) Eg	1
Desfronde y reciclado de raíces				
Tasa máxima desfronde	γ_{F_x} (/mes)	Ambas	Referencias En	0.022
Tasa desfronde masas muy jóvenes	γ_{F_0} (/mes)	Ambas	Defecto Eg	0.001
Edad con desfronde = $\frac{1}{2}(\gamma_{F_x} + \gamma_{F_0})$	t_{F} (meses)	Ambas	Defecto Eg	12
Turnover medio de raíces	γ_R (/mes)	Ambas	Defecto Eg	0.015
Conductancia				
Máxima conductancia del dosel	g_{C_x} (m s ⁻¹)	Especie	Defecto Eg	0.02
Máxima conductancia estomática	g_{S_x} (m s ⁻¹)	Especie	Defecto Eg	0.006
Respuesta estomática a VPD	k_g (k Pa ⁻¹)	Especie	Defecto Eg	0.05
Conductancia de capa límite del dosel	g_B (m s ⁻¹)	Ambas	Defecto Eg	0.2

Cuadro N° 2. Continuación

Efectos de fertilidad				
Valor de m cuando FR = 0	m_0	Especie	Defecto Eg	0
Valor de f_N cuando FR = 0	f_{N0}	Especie	Landsberg <i>et al.</i> (2003) Eg	0.6
Modificador de humedad del suelo				
Ratio de humedad que produce $f_\theta = 0.5$	c_θ	Estación	Textura franco arenosa	0.6
Esponente del ratio de humedad en f_θ	n_θ	Estación	Textura franco arenosa	7
Modificador de edad				
Máxima edad para definir edad relativa	years	Especie	Observado En	20
Exponente de edad relativa en f_{age}	n_{age}	Especie	Ajustado En	5.7
Edad relativa que produce $f_{age} = 1/2$	r_{age}	Especie	Ajustado En	0.86
Area foliar específica				
Area foliar específica a edad 0	SLA_0 ($m^2 kg^{-1}$)	Especie	Ajustado En	12.5
Area foliar específica hojas adultas	SLA_1 ($m^2 kg^{-1}$)	Especie	Referencias En	4.2
Edad a la que $SLA = (SLA_0 + SLA_1)/2$	t_{SLA} (years)	Especie	Observado En	4
Mortalidad y autoclareo				
Tasa de mortalidad para edades adultas	γ_{Nx} (% year ⁻¹)	Estación (SI 17, 11)	Ajustado En	1.8, 0.6
Tasa de mortalidad brinzales	γ_{N0} (% year ⁻¹)	Estación (SI 17, 11)	Ajustado En	0.7, 0.25
Edad con tasa de mortalidad en la mediana	$t_{\gamma N}$ (year)	Estación (SI 17, 11)	Ajustado En	9, 9
Parámetro forma función mortalidad	$n_{\gamma N}$	Especie	Defecto Eg	1
Máxima biomasa tallo para 1000 trees ha ⁻¹	w_{Sx1000}	Especie	Ajustado En	285
Fracción de biomasa por árbol muerto	m_F, m_R, m_S	Especie	Observado En	0.32
Fracción de ramas y corteza				
Fracción de ramas y corteza a edad 0	p_{B0}	Especie	Ajustado En	0.71
Fracción de ramas y corteza masas maduras	p_{B1}	Especie	Ajustado En	0.2
Edad a la que $p_B = (p_{B0} + p_{B1})/2$	t_{pB} (years)	Especie	Ajustado En	3.66
Densidad básica				
Densidad básica mínima pies jóvenes	ρ_{min} (Mg m ⁻³)	Especie	Ajustado En	0.32
Densidad básica máxima pies adultos	ρ_{max} (Mg m ⁻³)	Especie	Observado En	0.51
Edad a la que $\rho = (\rho_{min} + \rho_{max})/2$	t_ρ (años)	Especie	Ajustado En	7.16
Producción e intercepción radiación				
Máxima eficiencia fotosintética dosel	α_{Cx} (mol mol ⁻¹)	Especie	Proposed En	0.07
Ratio NPP/GPP	γ	No	Defecto Eg	0.47
Coefficiente de extinción de PAR	k	Especie	Defecto Eg	0.5
Edad de cierre de dosel	t_c (años)	Ambas	Observado En	3
Máx prop precipitación evaporada por el dosel	l_{Cx}	Especie	Referencias En	0.32
LAI para máxima intercepción	LIC	Especie	Defecto Eg	2

Se indica la especificidad para la especie, la estación o ambas, así como la forma de parametrización.

Los valores por defecto corresponden a los propuestos por Sands and Landsberg (2002) para *Eucalyptus globulus*.

En: *Eucalyptus nitens*. Eg: *Eucalyptus globulus*.

Referencias indica trabajos concretos consultables en Pérez Cruzado *et al.* (2011b).

La aplicación de 3-PG se realizó considerando una edad de inicialización de 3 años y los valores medios de biomasa de hojas, tallo y raíces de cada uno de los tres sitios de ensayo.

Se empleó la aplicación 3-PGpjs 2.5 (Sands, 2002), empleando la serie observada de datos climáticos desde la inicialización en 1995 hasta 2000 (una parcela) o 2006 (dos parcelas).

Cuadro N° 3
CARACTERÍSTICAS ESTACIONALES DE LOS SITIOS DE ENSAYO

Parámetro Estacional	Optimo	Xermade	Antas	Lalín
Precipitación (mm)		2180	1176	1787
Temperatura media (°C)		11,1	11,5	10,6
Radiación solar anual		147,1	156	156,5
pH (agua)	5,5	4,4	4,3	4,4
Materia orgánica (%)	10	10	9,8	5,6
N (%)	0,5	0,43	0,5	0,21
P (kg ha ⁻¹)	200	13	36	9
K (kg ha ⁻¹)	400	230	450	170
Mg (kg ha ⁻¹)	300	76	324	164
Ca (kg ha ⁻¹)	650	279	830	100
Profundidad de suelo (cm)	100	50	85	20
Arena (%)	60	79	80	72
Limo (%)	25	14,7	16	16
Arcilla (%)	15	6,3	4	12
Material de partida	-	Esquistos	Granitos	Esquistos
Fertility rate (FR, ajustado)		0,62	0,66	0,40
Capacidad de retención de agua (mm)		145	170	30

Los parámetros de suelo corresponden a los 30 cm superiores.

RESULTADOS

Las predicciones del modelo indicaron crecimientos medios a los 14 años de 21,3 y 28,7 m³ sin corteza/ha año, con diámetros medios con corteza de 21 y 23,4 cm.

En la parcela de Lalín, evaluada a los 8 años, los valores anteriores fueron de 7 m³/ha año y 10,3 cm, respectivamente. Los resultados del sitio de ensayo de Lalín, el de peor calidad de estación con suelo muy superficial y elevada altitud, son los que muestran mayores desviaciones entre diámetros observados y predichos por 3-PG, obteniéndose subestimaciones del crecimiento real que pueden achacarse a un comportamiento adecuado de la única procedencia representada en el sitio (Tallaganda, BJA1) o a una tendencia a subestimaciones de la parametrización propuesta para 3-PG en estaciones de mala calidad.

En la parcela de Xermade la aplicación del modelo indica subestimaciones iniciales, con buenas predicciones globales a los 14 años, aunque los comportamientos de cada procedencia son muy variables (Figura N° 1). Dadas las poblaciones para las que se realizó la parametrización, sería esperable que BAR, SKN y UY1 se adaptasen mejor al modelo. ERR1 presenta los peores resultados, con una desviación negativa a los 14 años de -27%. BJA1 y Toorong (TVA) presentan también desviaciones negativas, así como, en menor medida, BWN. El resto de las procedencias, entre las que puede destacarse Macalister (SKN) por su rápido crecimiento inicial, forma un grupo con desviaciones positivas a los 14 años, superiores al 10%. La otra población de Northern Central VIC, UY1, muestra un comportamiento muy similar a SKN. La mejor procedencia en este sitio es Barrington Tops (BAR1, 1200 m), que supera siempre al material de la misma procedencia recogido a mayor altitud (BAR2, 1450 m), y al resto de las procedencias desde los 8 años.

La parcela de Antas de Ulla es la que muestra una mejor correspondencia entre los resultados globales de crecimiento y los predichos por 3-PG, aunque con una tendencia general a subestimar los resultados de las mejores procedencias, entre las cuales se sitúan BAR, SKN o

UY1. SKN (Macalister) supera a todas las demás ya desde los 3 años y se sitúa siempre por encima del 20% de diferencia de crecimiento respecto al modelo 3-PG, dando UY1 resultados ligeramente inferiores en este sitio. ERR tiene un comportamiento malo, al igual que Bendoc (ERR2), procedencia no representada en el sitio de Xermade, y que también corresponde a *Eucalyptus denticulada*. Toorongo (TVA) muestra un mal comportamiento en todas las edades, lo que coincide con el sitio antes analizado, pero sin embargo Tallaganda (BJA1) muestra en la parcela de Antas un buen resultado, con desviaciones positivas siempre superiores al 10%. New England (BRN) proporciona malos crecimientos en este sitio, mientras que en el anterior se situaba en el grupo de mejores procedencias. Barrington Tops a 1200 m (BAR1) aporta buenos resultados, siempre superiores al material recogido a mayor altitud. Anembo Trig (misma población que Tallaganda, recogida a 1400 m, BJA2) da buenos crecimientos, mostrándose como una procedencia estable, al igual que Macalister (SKN) o Barrington Tops (BAR1).

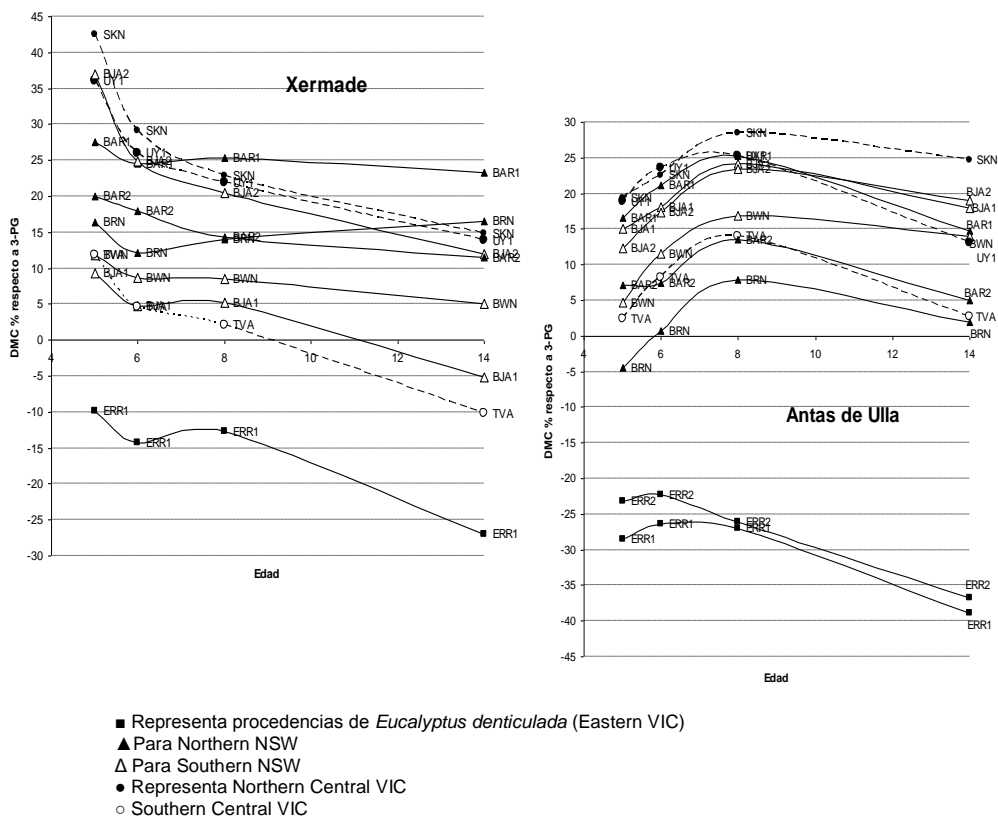


Figura N° 1
RESULTADOS DEL DMC DE LAS PROCEDENCIAS ENSAYADAS
EN COMPARACIÓN A LAS PREDICIONES DEL 3-PG

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las tres poblaciones con resultados más estables corresponden a tres procedencias distintas según lo establecido por Dutkowski *et al.* (2001): Barrington Tops es una procedencia de Northern NSW, Anembo Trig (BJA2) correspondería a Southern NSW y Macalister (SKN) a Northern Central Victoria.

Las dos poblaciones representadas de Northern Central VIC proporcionaron buenos resultados, ya que UY1 creció solo ligeramente por debajo de SKN.

Sorprende en este último caso el buen comportamiento de procedencias de NSW en áreas de introducción con máximo invernal de precipitaciones, según lo indicado por Hamilton *et al.* (2008).

La tendencia general en las plantaciones recientes es a un interés por materiales mejorados genéticamente, lo que en España se ha abordado desde dos perspectivas diferentes:

-Pequeños pero eficientes programas de mejora desarrollados por papeleras como SNIACE, basados en selección de individuos sobresalientes en sus ensayos, plantaciones y en viejos arboretos, injerto de aproximación y establecimiento de pequeños huertos semilleros, con consumo local de semilla para acuerdos de plantación con particulares.

-Importación de materiales mejorados procedentes de Tasmania que se comercializan con escasa información de procedencias o familias, dada la exclusión de los eucaliptos como especies de obligado cumplimiento de la normativa española de materiales forestales de reproducción. Existen indicios de buenos comportamientos en crecimiento en altura desde el primer momento en materiales con 20% de ganancia en volumen, pero la selección no se ha realizado en las condiciones ibéricas.

El modelo 3-PG, así como otros modelos ecofisiológicos, tienen potencial de uso en la evaluación de ensayos genéticos, al depender las predicciones de las condiciones de medio concretas de cada parcela.

El principal inconveniente deriva de que las predicciones de 3-PG son a nivel de rodal, por lo que en ensayos con materiales genéticos distribuidos en grupos reducidos de árboles, como los ensayos en análisis, la competencia entre pies produce rápidamente dominancia de los mejores materiales, lo que reduce el crecimiento de los peores por competencia asimétrica.

Se concluye que la parametrización actual puede considerarse adecuada para la mayoría de las procedencias que muestran una buena adaptación.

Una opción de adecuación del modelo a materiales mejorados es la asignación de distintos parámetros en función del material genético, particularmente en lo que respecta a alometría, ya que el modelo presenta mucha sensibilidad a esos parámetros. Sin embargo, al tratarse de materiales de semilla que muestran alta variabilidad el proceso parece inabordable.

El procedimiento parece solo aplicable para un número limitado de materiales de los que exista mucha información disponible, véase la parametrización a clones de *Eucalyptus grandis* desarrollada por Almeida *et al.* (2004).

Una opción hasta que no se disponga de suficiente información es el uso de multiplicadores de crecimiento, que contraen el eje temporal derivando en la obtención de dimensiones comerciales en periodos de tiempo más cortos (Carson *et al.*, 1999).

REFERENCIAS

- Almeida, A. C.; Landsberg, J. J. and Sands, P. J., 2004.** Parameterisation of 3-PG model for fast-growing *Eucalyptus grandis* plantations. *For. Ecol. Manage.* 193, 179-195
- Carson, S. D.; Garcia, O. and Hayes, J. D., 1999.** Realized gain and prediction of yield with genetically improved *Pinus radiata* in New Zealand. *For. Sci.* 45, 186--200
- Dutkowski, G. W.; Potts, B. M.; Williams, D. R.; Kube, P. D. and Mc Arthur, C., 2001.** Geographic genetic variation in Central Victorian *Eucalyptus nitens*. In: IUFRO Symposium on developing the Eucalpt for the future. INFOR, Valdivia, Chile.
- Fontes, L.; Landsberg, J.; Tomé, J.; Tomé, M.; Pacheco, C. A.; Soares, P. and Araujo, C., 2006.** Calibration and testing of a generalized process-based model for use in Portuguese *Eucalyptus* plantations. *Can. J. For. Res.* 36 (12), 3209-3221
- Hamilton, M.; Joyce, K.; Williams, D.; Dutkowski, G. and Potts, B., 2008.** Achievements in forest tree improvement in Australia and New Zealand 9. Genetic improvement of *Eucalyptus nitens* in Australia. *Australian Forestry* 71 (2), 82-93.
- Landsberg, J. J. and Waring, R. H., 1997.** A generalized model of forest productivity using concepts of radiation use efficiency, carbon balance and partitioning. *For. Ecol. Manage.* 95, 209-228
- Pérez Cruzado, C.; Alvarez Rodríguez, E.; Muñoz, F.; Basurco, F.; Riesco, G. y Rodríguez Soalleiro, R., 2011a.** Estrategias de parametrización del modelo ecofisiológico 3-PG. Una aplicación a plantaciones de *Eucalyptus nitens*. III Reunión del grupo de modelización de la SECF. Lugo, 4-6/05/2011
- Pérez Cruzado, C.; Muñoz Sáez, F.; Basurco, F.; Riesco, G. and Rodríguez Soalleiro, R., 2011b.** Combining empirical models and the process-based model 3-PG to predict *Eucalyptus nitens* plantation growth in Spain. *Forest Ecology and Management* 262 (6), 1067-1077
- Rodríguez, R.; Real, P.; Espinosa, M. and Perry, D .A., 2009.** A process-based model to evaluate site quality for *Eucalyptus nitens* in the Bio-Bio Region of Chile. *Forestry* 82 (2), 149-162
- Sands, P. J., 2000.** 3-PGpjs - a user-friendly interface to 3-PG, the Landsberg and Waring model of forest productivity. Cooperative Research Centre for Sustainable Production Forestry and CSIRO Forestry and Forest Technical Report 29, Ed 2.2., 1-22.
- Sands, P. J. and Landsberg, J. J., 2002.** Parameterisation of 3-PG for plantation grown *Eucalyptus globulus*. *For. Ecol. Manage.* 163, 273–292

**ANTECEDENTES DE DESARROLLO Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE VARIEDADES
HIBRIDAS ENTRE *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus* EN CHILE
EXPERIENCIA CMPC⁸**

Medina, Alex⁹; Emhart, Verónica⁹; Navarrete, Ricardo¹⁰;
Rothen, Berta⁹; Labra, Marcela⁹ y Velilla, Edgardo⁹

RESUMEN

El programa de híbridos de CMPC comenzó a inicios de la década del 90 del siglo pasado y se ha orientado desde entonces a desarrollar clones de variedades híbridas que por una parte maximicen las ganancias en rendimiento (ADT pulpa/ha) y calidad de fibra, y que por otra permitan alcanzar una mejor adaptabilidad y homogeneidad de plantaciones en cada condición de sitio de CMPC.

La estrategia Híbrida de CMPC se ha basado en el desarrollo de poblaciones sintéticas teniendo como material parental principal, genotipos selectos de *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus*, más una batería de especies complementarias. Todo ello ha permitido generar en los últimos 10 años más de 150 mil progenies híbridas y testear en ensayos clonales más de 3.500 clones.

En el presente trabajo se evalúan y discuten los resultados de las etapas de cruzamiento y calidad de la semilla de tres años de cruces de las variedades híbridas F1 entre *E. nitens* y *E. globulus* y sus retrocruces y se presentan también los resultados de crecimiento a los 4 años de ensayos clonales en tres condiciones de sitios, para las mismas variedades híbridas.

Con la presentación de estos resultados se busca entregar antecedentes referenciales altamente valiosos y elementos de discusión asociadas a la selección de especies y variedades híbridas de alto potencial de productividad en sitios chilenos y de similares características de otras latitudes.

Palabras claves: *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus globulus*, Híbridos

⁸ Forestal Mininco SA. Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC)

⁹ CMPC, Chile, alex.medina@forestal.cmpc.cl

¹⁰ IMF, Ricardo.navarrete@imf.cl

SUMMARY

The CMPC hybrid program started at the 90s decade and since then it has been oriented to develop hybrid varieties that will maximize pulp yield (ADT /ha) and pulp quality, and improve the adaptability and homogeneity of forest plantation at any CMPC site.

The hybrid strategy has been based on developing multiespecific hybrid populations with *E. nitens* and *E. globulus* as parental materials. Thus, in the last 10 years the CMPC hybrid program has generated more than 150 thousand hybrid progenies and planted around 3.500 clones on clonal test.

In this paper three years of accumulated data on crossing and seed quality are evaluated for F1 En x Egg hybrid varieties and its backcross. In addition the performance of clones at age 4 in three different soil type for the same hybrid varieties is also evaluated.

The results presented in this paper represent a valuable referential material to be used for companies and researcher in their breeding programs.

Key words: *Eucalyptus nitens*, *Eucayptus globulus*, Hybrids

INTRODUCCIÓN

En programas de mejoramiento genético operativos la hibridación está siendo usada ampliamente en el desarrollo de clones que permitan superar el desempeño de los mejores materiales de especies puras, esto en rasgos de productividad, calidad de madera, resistencia a enfermedades o tolerancia a algún estrés ambiental. Entre los géneros con mayor desarrollo de materiales híbridos operativos se encuentra sin duda el género *Populus* donde prácticamente el 100% de las plantaciones productivas manejadas se basan en clones híbridos (Zamudio *et al.* 2008).

Para el género *Pinus* el desarrollo de clones híbridos es más reciente, sin embargo ya existen híbridos de *P. elliotii* x *P. caribaea* var. *Hondurensis*, *P. patula* x *P. tecunumanii* y *P. patula* x *P. oocarpa* que están siendo usados operacionalmente por diversas empresas al Sur de África, en zonas específicas de Queensland, Australia, y en el norte de Argentina (CAMCORE, 2007).

Por su parte los programas de mejora genética del género *Eucalyptus* a nivel mundial y especialmente en países como Brasil, Sud África, Argentina y Chile, han tenido un cambio creciente hacia el desarrollo de clones híbridos. Esto ha llevado a una mayor oferta y superficie plantada de clones híbridos de alto desempeño, complementando la oferta de materiales de especies puras y en algunos casos, especialmente en Brasil, los clones híbridos están sosteniendo el 100% de programas de plantaciones en varias empresas forestales.

La hibridación entre especies forestales puede generarse en forma espontánea en bosques naturales y plantaciones o bien en forma asistida a través de programas de cruzamientos controlados. La hibridación natural permite aumentar la variación genética de una especie y generalmente se genera entre especies cercanas taxonómicamente y en contacto geográfico. Por su parte, la hibridación asistida como herramienta de generación de nuevas variedades genéticas es mucho más agresiva y rompe estas barreras taxonómicas y geográficas, es así que es común encontrar en la literatura cruza híbridas entre especies de géneros distintos como *Castanea* x *Populus*, *Cupressus* x *Chamaecyparis* y otras (Wright, 1962).

En el caso de género *Eucalyptus*, existe un gran número de especies, más de 800 especies y subespecies definidas morfológicamente, que cubren un amplio rango geográfico y de sitios en sus poblaciones originales. Muchas de estas especies presentan en forma individual características altamente deseables de adaptabilidad a sitios específicos y aplicaciones industriales. Así las cruza interespecíficas posibilitan el desarrollo de híbridos capaces de manifestar ganancias simultáneas en los atributos individuales de ambos padres, esto sumado a la ocurrencia de heterosis, vigor híbrido donde las progenies híbridas presentan desempeños superiores al de sus progenitores, constituye las bases biológicas de la creación de individuos superiores a través de la hibridación.

Hasta el momento no existen bases teóricas consistentes que permitan predecir las formas de transmisión de características de padres a hijos en cruza híbridas interespecíficas. Así, si bien existe una tendencia en las características de la madera a ser transmitida de forma proporcional desde padre y madre a su progenie, no existe un patrón de heredabilidad claro en rasgos de viabilidad de la semilla, crecimiento y adaptación (Volker, 2002).

Para muchos programas de mejora genética de eucalipto en el mundo, la hibridación interespecífica ha constituido la forma más rápida y eficiente de obtener altas ganancias genéticas en atributos de interés industrial y por su parte la clonación la forma más rápida y eficiente de incorporar estas ganancias a las plantaciones y procesos industriales.

En general el programa de híbridos de CMPC ha seguido un enfoque probabilístico donde la chance de encontrar clones híbridos superiores radica en la capacidad del programa de generar y testear una gran cantidad de genotipos a partir de las especies de interés ya

reconocidas, además de la incorporación de especies de características complementarias.

El programa de híbridos de CMPC tiene como objetivo general producir variedades con mayor rendimiento, mejor adaptabilidad y homogeneidad que genotipos puros. Operativamente, el programa busca mantener 3 o más clones híbridos de ADT/ha/año igual o superior a los mejores genotipos puros de *E. nitens* y *E. globulus*, en cada condición de sitio.

Algunos objetivos específicos del programa de híbridos son aumentar la variabilidad genética intra-específica de *E. globulus* y *E. nitens* por medio de la hibridación entre éstas y otras especies de interés que aporten a los objetivos de mejora, generar nuevas variedades de genotipos de *Eucalyptus* adaptados a un rango más amplio de sitios que los definidos actualmente para *E. globulus* y *E. nitens*, y generar opciones estratégicas alternativas y de mayor plasticidad a las especies tradicionales, como resguardo frente a plagas, enfermedades y oportunidades de mercado.

El programa de híbridos CMPC ha puesto un gran énfasis en el desarrollo de clones de cruza entre materiales elite de las especies *E. nitens* y *E. globulus* (Figura N° 1). Con esta variedad se busca generar clones que combinen el alto crecimiento y tolerancia al frío de *E. nitens* con la calidad de madera y enraizamiento de *E. globulus*, logrando variedades con un desempeño superior a los mejores genotipos puros de cada especie pura, por condición de sitio.

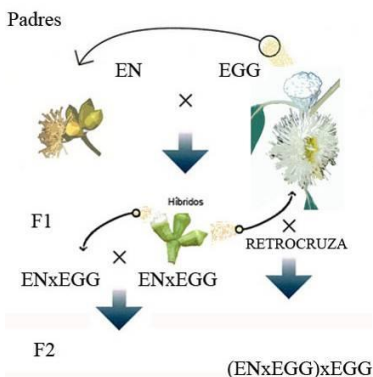


Figura N° 1
ESQUEMA GENERACIONES HÍBRIDAS *E. nitens* POR *E. globulus*

Los híbridos de primera generación entre dos especies son denominados F1, en esta etapa es prioritario lograr una gran cantidad de cruza F1 *E. nitens* x *E. globulus*, en adelante ENxEgg, de modo de aumentar la chance de encontrar clones de buen enraizamiento.

No obstante, no existe ninguna razón genética para creer que a través de híbridos F1, con contribuciones de 50 a 50% desde los progenitores, se lograrán las mejores ganancias. Así retrocruzas o cruza introgresivas (cruzas de genotipos híbridos con uno de los padres originales) pueden ser más apropiadas cuando se busca dar mayor probabilidad de ocurrencia a características de uno de los padres.

Este es el caso de retrocruzas de (EnxEgg) xEgg, (75% Egg y 25% En), donde se busca aumentar la capacidad de enraizamiento y dar mayor énfasis a las propiedades de la madera en un híbrido que ya presenta una alta tasa de crecimiento y tolerancia al frío.

Como notación escrita, en una cruce híbrida (AxB), A se refiere a la madre y B al padre o donante de polen.

Una vez que se logran buenos híbridos F1 es posible pasar a la segunda generación de híbridos F2 al cruzar genotipos F1 no emparentados. Actualmente se han desarrollado cruces F2 en ensayos de campo esperando ser evaluados, sin embargo los esfuerzos se han centrado en el desarrollo de híbridos F1 y retrocruces.

El material para el desarrollo de estas cruces F1 ha sido en su mayoría las mejores familias de *E. nitens* de procedencia Nueva Gales del Sur y Victoria Central de Australia como madres y polen de clones operacionales de Egg de buen enraizamiento y alto rendimiento pulpable.

OBJETIVOS

El presente documento tiene como objetivo entregar antecedentes generales del programa clonal híbrido de eucalipto de CMPC Chile y resultados relevantes de información capturada durante varias temporadas en parámetros de cruces y crecimiento volumétrico de variedades híbridas entre *E. nitens* y *E. globulus*.

Estos antecedentes, si bien no son totalmente extrapolables a otras condiciones y materiales genéticos, constituyen información referencial útil para otros programas de cruces híbridas y pone en perspectiva el alto potencial de productividad de clones híbridos de estas variedades en suelos y sitios de alta importancia para Chile y países con similitudes climáticas.

MATERIAL Y MÉTODO

Cruzamientos Híbridos y Parámetros Seminales

En el presente capítulo se entregarán resultados de parámetros de cruzamientos controlados, de la calidad de semilla y de la habilidad de enraizamiento de clones producidos en estas cruces, para las variedades híbridas F1 EnxEgg, las retrocruces (EnxEgg)xEgg y Eggx(EnxEgg).

Es importante destacar que los antecedentes aquí descritos corresponden a resultados obtenidos de los programas operacionales de cruce por lo tanto no existe un balance ni diseños experimental en variables de interés tales como clones usados como madres, fuentes de polen, número de aislaciones y otros aspectos.

Así, en cada variedad híbrida se realizaron un número variable de aislaciones por año, en que se utilizaron igualmente un número variables de familia. El resumen del número de familias y aislaciones realizadas se describe en el Cuadro N° 1.

Los cruzamientos controlados de todas las variedades híbridas y *E. nitens* fueron realizados bajo el método tradicional de aislación con bolsa.

Por su parte, en *E. globulus* las cruces se realizaron bajo la técnica OSP (*one stop pollination*) en la que se realiza un retiro del anillo estaminal post antesis (Harbard *et al.*, 2000).

Estas cruces fueron realizadas en distintos huertos semilleros clonales de CMPC sobre madres seleccionadas por sus atributos de productividad floral y además *ranking* en volumen y densidad para las madres de *E. nitens* y *E. globulus*.

Cuadro N° 1
CRUZAS HÍBRIDAS POR VARIEDAD Y POR AÑOS DE CRUZAMIENTO

Especie*	Item	Años						Total
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	
(EnxEgg)xEgg	Familias	8	4	19	12	34	1	78
	Flores aisladas	229	173	732	434	1.270	54	2.893
EgbxEgg	Familias		10		4	10	23	47
	Flores aisladas		466		83	500	1.259	2.308
Eggx(EnxEgg)	Familias	8	2					10
	Flores aisladas	424	66					490
EnxEgg	Familias	20	51	12	27	15		125
	Flores aisladas	220	1.017	448	636	285		2.606
Total General	Familias	36	67	31	43	59	24	260
	Flores aisladas	873	1.721	1.180	1.154	2.055	1.313	8.297

* Egg: *Eucalyptus globulus ssp globulus* Egb: *Eucalyptus globulus ssp bicostata* En: *Eucalyptus nitens*

Desempeño de Clones Híbridos en Ensayos Clonales

Un eslabón de gran importancia en la estrategia de selección de clones híbridos de CMPC corresponde a los ensayos clonales T1. El objetivo del ensayo T1 consiste en hacer selección rápida de una gran cantidad de clones candidatos.

El ensayo T1 presenta un diseño de un árbol por parcela, 20 réplicas y es establecido en una serie de 4 a 8 sitios dependiendo de las variedades evaluadas.

Una vez evaluados los ensayos T1 y seleccionados los mejores clones, estos candidatos son propagados y llevados a un ensayo de validación de estructura de bloques y muy bien replicados.

Los ensayos evaluados en el presente trabajo corresponden a tres ensayos T1, los que fueron establecidos en suelos de arcilla con riego, arcilla seco y granítico de baja altura. La información detallada de estos ensayos se presenta en el Cuadro N° 2.

La medición normal de estos ensayos se realiza a los 2 y 4 años. Con la medición de los 4 años es posible evaluar, además del volumen, la densidad de la madera de los clones candidatos a través del instrumento Pilodyn.

El mencionado instrumento permite medir la resistencia a la penetración, variable medida en mm y altamente correlacionada con la densidad básica de la madera.

Si bien el Pilodyn no entrega la densidad real, su alta correlación con la variable permite hacer un *ranking* de los clones en función de la densidad.

Cuadro N° 2
INFORMACION GENERAL DE ENSAYOS CLONALES EVALUADOS

Item	Código 267	Código 267	Código 77
Año plantación	2006	2006	2006
Tipo suelo	Arcilla con Riego	Arcilla Secano	Granítico
Altitud (msnm)	200	220	100
Comuna	Mulchén	Mulchén	Nacimiento
Predio	Alicahue	Casas Quemadas	Santa Adriana
Precipitación (mm/año)	1200 - 1500	1200 - 1500	1200 - 1500
Diseño	STP	STP	STP
Repeticiones	20	20	20
Tratamientos	47	233	123
Controles	12	12	13
Arboles ensayo	1680	5280	3200
Espaciamiento (m)	2 x 3,5	2 x 3,5	2 x 3,5
Superficie (ha)	1,2	3,7	2,2
Fecha plantación	17 Nov.	24 Oct.	20 Oct.
Fertilización NPK (g/planta)	150	150	150
Preparación suelo	Casilla manual	Casilla manual	Casilla manual

Se presentan y discuten los resultados de la medición a los 4 años de volumen y Pilodyn para las variedades En, Egg, EnxEgg y (EnxEgg)x Egg. El volumen individual se obtuvo a través de dos funciones de volumen desarrolladas por la empresa. La función de volumen de Egg fue usada para cubicar las variedades Egg y la retrocruza, mientras que la función de En fue utilizada en la cubicación de En y el Híbrido F1.

Con los datos de volumen y Pilodyn se generó una variable que se denominó Índice de Fibra (IF). Esta se calcula a través del producto del volumen por el inverso del Pilodyn. Este índice representa un indicador de la productividad de fibra de cada clon y permite realizar un ranking de alta precisión y bajo costo.

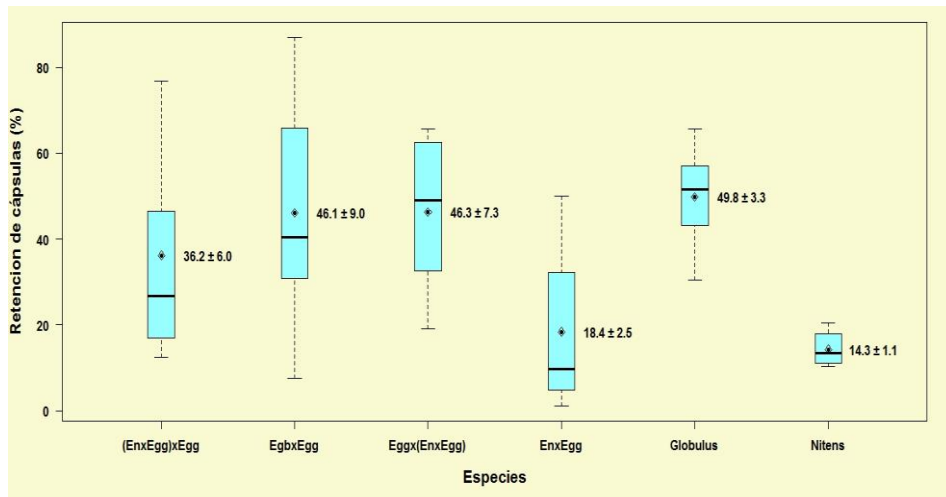
Finalmente tanto el volumen como el índice de fibra se presentan en términos de ganancias relativas porcentuales respecto a la media de cada réplica. Así, esta transformación de las variables Vol e IF permite estimar la superioridad promedio de cada clon respecto al promedio de todos los clones del ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de Cruzas y Seminales

- Retención de Capsulas

Los resultados de retención o set de capsulas, expresados como el número de capsulas cosechadas dividido por el número total de flores polinizadas, se presentan en la Figura N° 2, y los resultados del test de comparación de medias entre especies para las variables retención de cápsulas se presentan en el Cuadro N° 3.



Boxplot es construido considerando la variación a través de las madres cruzadas en las distintas temporadas de cruza

Figura N° 2
RETENCIÓN DE CAPSULAS PARA DISTINTAS VARIETADES HÍBRIDAS Y PURAS DE EUCALIPTO

Cuadro N° 3
RESULTADOS DE TEST DE MEDIA PARA EL EFECTO ESPECIES, PARA LOS RASGOS RETENCIÓN DE CAPSULAS, SEMILLAS POR CÁPSULA Y CAPACIDAD GERMINATIVA

Especie	Retención de Cápsula (%)	Semillas/Cápsula (N°)	Capacidad Germinativa (%)
Egg	49.8 a	30.5 a	79.7 a
(EnxEgg)xEgg	36.2 a	4.0 c	51.7 b
EgbxEgg	46.1 a	4.2 c	49.2 b
Eggx(EnxEgg)	46.3 a	15.5 b	59.5 b
EnxEgg	18.4 b	1.6 c	32.5 c
En	14.3 b	2.5 c	60.0 b

(Test de media $p=0,05$)

De los resultados obtenidos se desprende que la variedad o especie con mayor retención de capsulas fue *E. globulus*, con un 49,8%, seguida muy de cerca por las variedades Eggx(EnxEgg) y EgbxEgg, con un 46,3% y 46,15% de retención, respectivamente. La retrocruza (EnxEgg)x Egg obtuvo un 36,2% de retención mientras que la variedad F1 EnxEgg y *E. nitens* lograron una retención considerablemente menor, 18,4% y 14,3%, respectivamente.

Los resultados de test de media para la retención de capsulas confirman la existencia de diferencias significativas entre especies y permiten confirmar la existencia de dos grupos; grupo "a" compuesto por Egg y las variedades con mayor cercanía híbrida a esta especie Eggx(EnxEgg), EgbxEgg y (EnxEgg)x Egg y altos niveles de retención, y un segundo grupo "b" compuesto por En y el híbrido F1 EnxEgg. Las altas tasas de retención observadas en el grupo "a" son esperadas considerando las mayores similitudes anatómicas y compatibilidad de estructuras florales de la especie madre con el polen paternal.

Por su parte, los resultados para En y su híbrido F1 son en general bajos y menores a algunos valores encontrados en la literatura. Al respecto, Tibbits (1989), en un estudio de polinización controlada de *E. nitens*, reporta valores de 45% de retención para cruzas controladas puras de *E. nitens* y 23% para cruzas EnxEgg. Volker (2002) reporta valores promedio de retención de capsulas de 61% para EggxEgg, 22% para Egg autocruza, 23% para EnxEgg, 29% para EnxEn y 10% para En autocruza.

Son varios los autores que describen un efecto maternal en la taza de retención de capsulas al igual que en el número de semillas por capsula en eucalipto (Tibbits, 1989; Volker, 2002).

Así, es posible encontrar madres con buen set al ser cruzadas con una amplia variedad de pólenes y otras con mal set independiente del polen. Esta variación es evidente en el gráfico de caja donde se aprecia, en especial en las variedades híbridas, una alta variación entre madres. Teniendo esto en consideración y haciendo una revisión más detallada de la variación del set a través de las madres se observa que para la variedad F1, de las 45 madres cruzadas 7 presentaron un set mayor al 40%.

Es importante mencionar que en la colección de cruzas híbridas evaluadas en este estudio no se hizo una selección de madres bajo sus méritos de cruzabilidad, sino más bien de acuerdo a su oferta de yemas florales en la temporada.

Actualmente en CMPC el programa de cruzas híbridas, especialmente en las variedades F1 y retrocruzas, considera parámetros de retención y cruzabilidad al momento de seleccionar las madres.

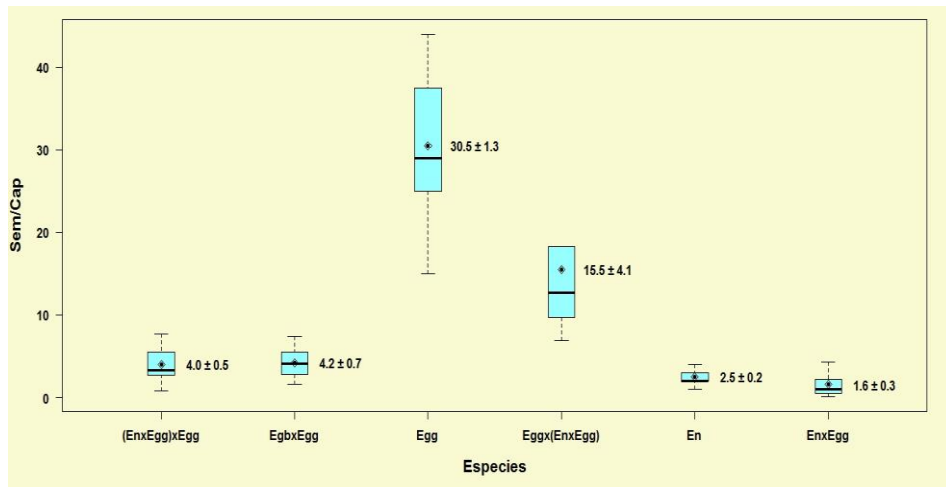
Lo anterior, junto a una buena selección y mantención del polen y un manejo de precisión del huerto de cruzas, ha permitido aumentar considerablemente los sets de cruzas y con ello mejorar la eficiencia y costos del programa de híbridos.

- Semillas por Capsula

Los resultados de productividad de fruto, expresados como semillas por cápsula (sem/cap) se presentan en la Figura N° 3 y los resultados del test de comparación de medias entre especies para semillas por cápsula son lo presentados en el Cuadro N° 3.

En la Figura N° 3 es posible apreciar que existe una alta variación de este parámetro entre variedades híbridas. El test de media permite confirmar la significancia de estas diferencias y agrupar las 6 variedades en tres grupos; grupo "a" compuesto por Egg con alto número de semillas por cápsulas, grupo "b" compuesto por la variedad Eggx(EnxEgg) y finalmente un grupo "c" con menos de 4 sem/cap conformado por las variedades (EnxEgg)x Egg, EgbxEgg, EbxEgg y En.

Estos resultados armonizan con los entregados por Volker (2002) que reporta valores promedios de 38,4 sem/cap para cruzas EggxEgg; 3,7 sem/cap para EnxEgg y 6,4 sem/cap para cruzas de EnxEn.



Boxplot es construido considerando la variación a través de las madres cruzadas en las distintas temporadas de cruza.

Figura N° 3
SEMILLAS POR CAPSULA PARA DISTINTAS VARIEDADES HIBRIDAS Y PURAS DE EUCALIPTO

- Capacidad Germinativa

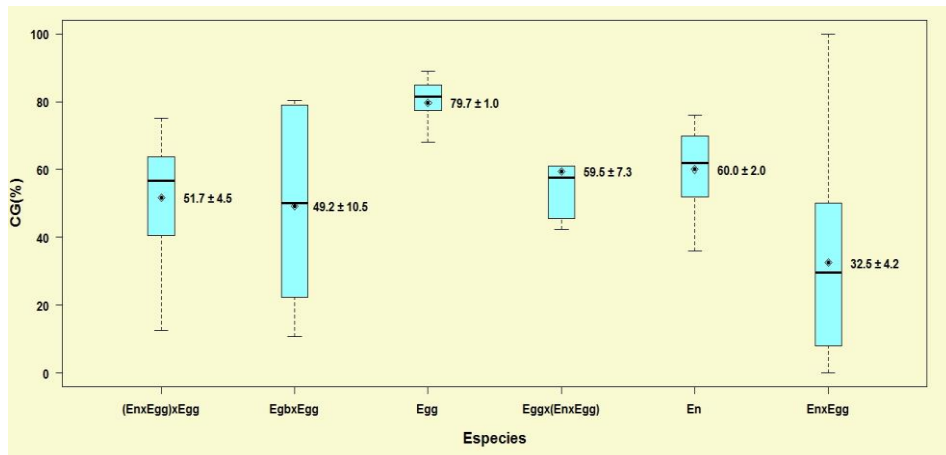
Los resultados denotan una importante variación en la capacidad germinativa, con diferencias significativas entre Egg, la variedad F1 EnxEgg y un tercer grupo compuesto por las variedades restantes.

Con la excepción de Egg que presentó un buena CG, todas las otras variedades presentaron valores moderados de CG, siendo la variedad F1 EnxEgg la de menor tasa de germinación, 32,5%.

Es importante señalar que la germinación se realizó bajo dos protocolos de tratamientos pregerminativos desarrollados para Egg y En. Así, la variedad F1 EnxEgg fue tratada bajo el protocolo de En mientras que las otras variedades híbridas fueron tratadas bajo el protocolo de Egg.

La diferencia entre ambos protocolos es básicamente el mayor tiempo de remojo de la semilla de En (48 horas) en una solución de con ácido giberélico a 300 ppm.

Los resultados de la capacidad germinativa (CG) expresada como el valor porcentual de la razón entre el número de semillas germinadas partido por el total de semillas viables sembradas se presentan en la Figura N° 4 y los resultados del test de comparación de medias entre especies para el rasgo capacidad germinativa son los presentados en el Cuadro N° 3.



Boxplot es construido considerando la variación a través de las madres en las distintas temporadas de cruza

Figura N° 4
CAPACIDAD GERMINATIVA PARA DISTINTAS VARIEDADES HÍBRIDAS Y PURAS DE EUCALIPTO

Desempeño de Clones Híbridos en Ensayos Clonales

- Resultados para Arcilla con Riego

Los resultados del volumen e índice de fibra se presentan en términos de ganancias relativas porcentuales del volumen (GR-Vol) y del índice de fibra (GR-IF) ordenados de mayor a menor en función del *ranking* de la GR-Vol (Figura N° 5).

Las barras de la Figura N° 5 han sido coloreadas según la variedad del tipo de material, donde Clon-F1 (azul) representan todos los clones candidatos de la variedad EnxEgg. Por su parte, los controles también han sido agrupados según su tipo. Clon-En (negro) corresponde a los genotipos control de En propagados por semilla. Ctrial-Hib OP (rojo) en tanto identifica a los controles híbridos que se usan operativamente. Esta nomenclatura es la misma en los gráficos presentados para los tres ensayos evaluados.

Es posible observar que alrededor del 50% de los genotipos evaluados presentaron una GR-Vol positiva. También se aprecia que existen 5 clones (10% del total) de la variedad F1 que presentan una GR-Vol superior al 50% y están por encima del mejor control, en este caso un control de En.

Por otra parte, a través de la curva de GR-IF se observa que tanto los mejores y peores clones en volumen fueron y prácticamente en el mismo orden, los mejores y peores del *ranking* por su índice de fibra, lo que refleja una alta correlación de este índice con los valores extremos de volumen.

Por el contrario se observa una menor correspondencia entre el *ranking* de las dos variables en los genotipos con GR-Vol cercanos a cero. Un ejemplo claro de esto se presenta en el único clon de Egg (barra color verde), el cual presenta una GR-Vol del 13% y una GR-IF del 48%.

Más específicamente, la evaluación de este ensayo indica que de los 40 clones evaluados 8 (40%) presentaron una GR-Vol y un GR-IF mayor al 40% y todos son de la variedad

F1. Se aprecia también que 5 de estos clones tuvieron un desempeño mayor al mejor control, lo que otorga una gran potencial de selección de clones para ser llevados al ensayo de validación.

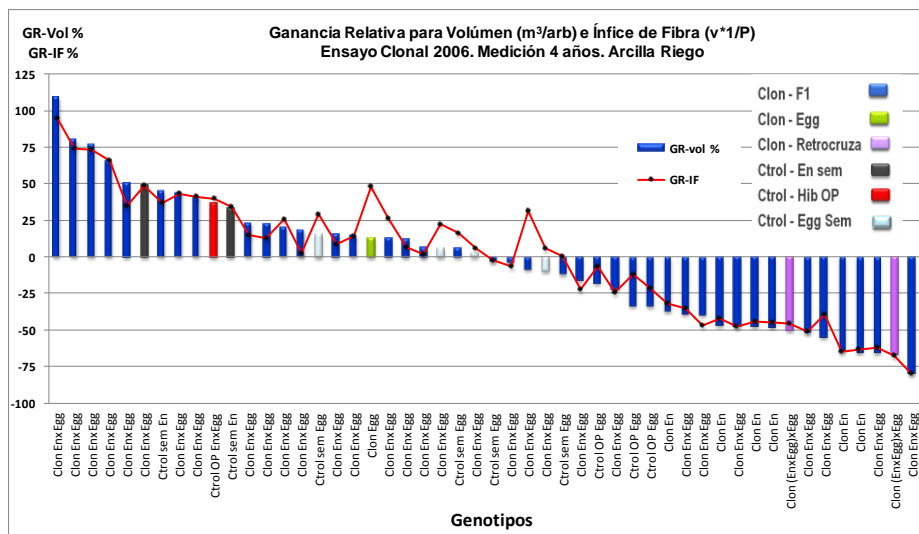


Figura N° 5
GANANCIA RELATIVA PARA VOLUMEN E ÍNDICE DE FIBRA PARA LOS MEJORES 50 GENOTIPOS DEL RANKING POR VOLUMEN. ENSAYO ARCILLA RIEGO

- Resultados para Arcilla sin Riego

Los resultados para el ensayo establecido en un suelo de arcilloso sin riego se observan en la Figura N° 6.

De los 245 genotipos presentes en este ensayo, solo 137 fueron medidos con Pilodyn, de ellos 11 corresponden a controles y los restantes 126 al mejor 54% de clones en su ranking volumétrico. Los análisis de GR-Vol y GR-IF se realizaron en este sub set de 137 genotipos.

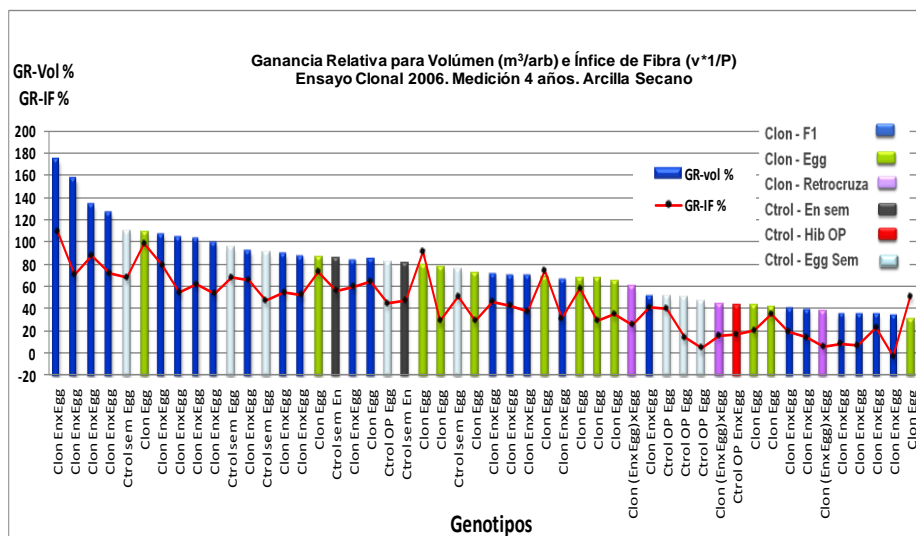
Del análisis de los resultados se desprende que 61 (48%) clones candidatos presentaron GR-Vol positivas. La gran amplitud de las GR-Vol (173% a -70%) denota una alta variabilidad del volumen entre clones.

Del análisis de la Figura N° 6 se puede rescatar que el mejor control corresponde a un genotipo de Egg de semilla con un 108% de GR-Vol y un 98% en GR-IF lo cual es esperable ya que en arcilla seco Egg tiene un buen desempeño general.

En términos de clones candidatos, existen 4 clones EnxEgg que superan al mejor control seguidos por un clon candidato de Egg el que presenta una alta GR-IF.

Se puede indicar también que existen 36 genotipos con GR-Vol mayor al 50%, de ellos 28 corresponden a clones candidatos donde 17 corresponden a clones F1, 10 a Egg y uno a retrocrusa.

Estos 28 candidatos (12% del total presente en el ensayo) constituyen materiales de alto potencial y califican para ser llevados a la serie de ensayos de validación.



**Figura N° 6
GANANCIA RELATIVA PARA VOLUMEN E ÍNDICE DE FIBRA PARA LOS MEJORES 50 GENOTIPOS DEL
RANKING POR VOLUMEN. ENSAYO ARCILLA SECANO**

- Resultados para Suelo Granítico

De los 136 genotipos presentes en este ensayo, solo 110 fueron medidos con Pilodyn y conforman el subconjunto de datos sobre el cual se realizó el análisis de GR-Vol y GR-IF aquí presentado.

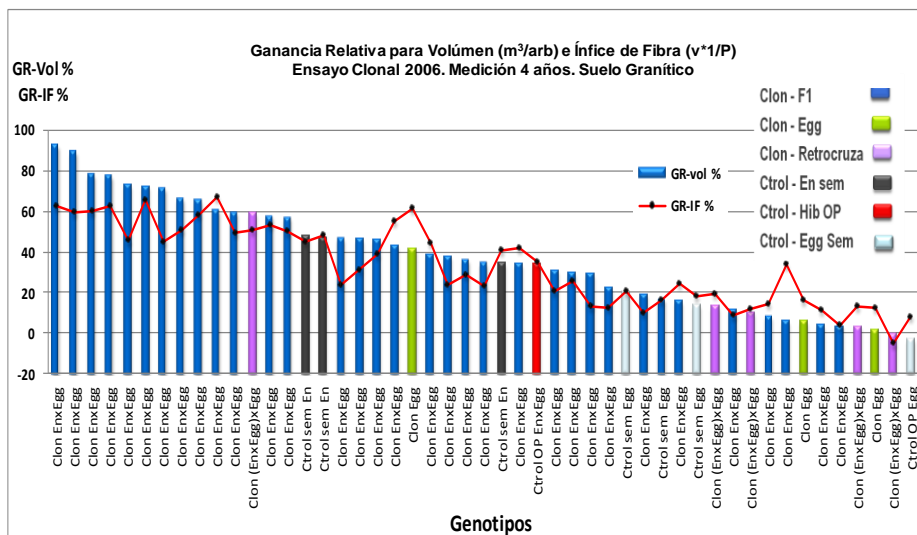
Los resultados para el ensayo establecido en un suelo de granítico se observan en la Figura N° 7.

Al revisar los datos evaluados se puede observar que 47 genotipos (42%) presentaron GR-Vol positiva.

El material control de mejor desempeño en este sitio fue En llegando a un 47% de GR-Vol y un 44% en GR-IF.

Respecto a los clones candidatos, de los 123 clones evaluados en el ensayo 19 presentaron una GR-Vol mayor al 40%. De ellos, un clon corresponde a una retrocruza, un clon a Egg y 17 a la variedad EnxEgg.

Es interesante ver como la mayor densidad de este clon de Egg le otorga una mayor GR-IF (61%) respecto a muchos de los clones mejor posicionados en el ranking de GR-Vol.



**Figura N° 7
GANANCIA RELATIVA PARA VOLUMEN E ÍNDICE DE FIBRA PARA LOS MEJORES 50 GENOTIPOS DEL
RANKING POR VOLUMEN. ENSAYO SUELO GRANÍTICO**

CONCLUSIONES

La evaluación de la retención de cápsulas manifiesta la existencia de dos grupos de especies, uno compuesto por Egg y las variedades con mayor cercanía híbrida a esta especie Eggx(EnxEgg), EgbxEgg y (EnxEgg)x Egg los que manifiestan altos niveles de retención, y un segundo grupo compuesto por En y el híbrido F1 EnxEgg con menores tasas e retención.

Para la variable semillas por cápsula también se observaron variaciones significativas entre especies, siendo nuevamente Egg la especie con mejor desempeño con una media de 30,1 sem/cap, seguido por la variedad Eggx(EnxEgg) con 15,5 sem/cap. Las especies restantes presentaron valores menores a 4,2 sem/cap.

Para la capacidad germinativa los resultados denotan una variación significativa entre especies con un alto desempeño para Egg 80% CG y moderado para el resto de las especies.

El registro y conocimiento a nivel de variedades, madres y familias de los atributos de retención de cápsulas, productividad del fruto (sem/cap) y capacidad germinativa, entre otras, es elemental y de alto impacto en la eficiencia y éxito de un programa de cruza híbridas. En la medida que se logra un mejor manejo de estas variables se reducen los costos del programa, se acelera la evaluación de familias híbridas elite y se aumenta la probabilidad de seleccionar clones de alto desempeño.

La evaluación del desempeño de clones candidatos en ensayos T1 en tres condiciones de sitio reflejó una alta adaptabilidad y potencial de selección de clones de la variedad EnxEgg en las tres condiciones de sitio. Por su parte los clones de Egg también presentaron un excelente desempeño en arcilla sin riego.

REFERENCIAS

CAMCORE, 2007. Boletín de Noticias CAMCORE para México y Centro América. 2007. Volumen 1, número 4. En: http://www.camcore.org/publications/documents/boletincamcore2007_4octubre.pdf

Harbard, J. L.; Griffin, R.; Espejo, J. E.; Centurion, C. and Russell, J., 2000. 'One stop pollination' a new technology developed by Shell Forestry technology unit. In: Dungey HS, Dieters MJ, Nikles DG (eds) Proceedings of QFRI/CRC-SPF symposium: hybrid breeding and genetics of forest trees. Department of Primary.

Tibbits, W. N., 1989. Controlled pollination studies with Shining Gum (*Eucalyptus nitens* (Deane and Maiden) Maiden). *Forestry* 62, 111-126

Volker, P. W., 2002. Quantitative genetics of *Eucalyptus globulus*, *E.nitens* and their F₁ hybrid. PhD thesis, University of Tasmania.

Wright, J. W., 1962. Genetics of forest tree improvement. Rome. FAO Forestry and Forest Products Studies No. 16. 399 p.

Zamudio, A. F.; Baettig, P. R. y Guerra, G. F., 2008. Origen y futuro del cultivo del álamo en Chile. Universidad de Talca (Chile). Centro Tecnológico del Álamo.

USO DE *Trichoderma harzianum* Rifai COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN PRODUCCIÓN EN VIVERO DE *Eucalyptus globulus* Labill.

Penon, E.; Craig, E.¹¹; Giachino, V.; De Falco, P.; Sobero y Rojo, M.;
Rodríguez, P. y Tornatore, A.

RESUMEN

En Argentina se producen anualmente un promedio de 55 millones de plantines forestales de distintas especies de pinos y eucaliptos principalmente. La gran heterogeneidad de crecimiento del material resultante y la alta incidencia de enfermedades en la etapa de vivero (producidas por hongos como *Rhizoctonia spp.*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.* y *Botrytis cinerea*), así como la mortandad o menor crecimiento derivado de condiciones de estrés hídrico durante las primeras etapas de la implantación a campo son problemas conocidos en el sector forestal. En la producción se utilizan grandes cantidades de agroquímicos y nuevas tecnologías asociadas con sustratos inertes y fertiirrigación. El mercado forestal a nivel mundial exige plantas de calidad, pero cuya producción sea sustentable teniendo en cuenta aspectos ambientales, económicos y sociales.

El objetivo de este estudio fue evaluar durante el ciclo de cultivo en vivero de *Eucalyptus globulus* Labill, el uso del hongo *Trichoderma harzianum* Rifai como una alternativa productiva de bajo impacto ambiental en su acción como promotor de crecimiento. Se utilizó sustrato de siembra forestal compuesto principalmente por turba y perlas volcánicas (Terrafertil) esterilizado previamente. Se mezcló el sustrato de siembra con *Trichoderma harzianum* y se aplicó fertilizante de liberación lenta a todos los tratamientos (8 g/bandeja). Las formulaciones del hongo fueron en talco y en turba y en las dosis recomendadas por los marbetes. Se sembraron semillas de *Eucalyptus globulus* de rodal semillero, de procedencia local (INTA 25 de Mayo, Provincia de Buenos Aires). Se utilizaron bandejas de 40 celdas de 90 ml y el diseño fue completamente aleatorizado con 6 repeticiones: T1 Testigo, T2 *Trichoderma harzianum* en talco 10g/bandeja (10×10^8 unidades colonia / bandeja), T3 *Trichoderma harzianum* en talco 20 g/bandeja (20×10^8 unidades colonia/ bandeja), T4 *Trichoderma harzianum* cepa Th1 en turba al 5% en volumen (16×10^9 unidades colonia/ bandeja), T5 *Trichoderma harzianum* cepa Th1 en turba al 10% en volumen (32×10^9 unidades colonia/ bandeja). Para evaluar crecimiento y desarrollo de las plantas, a los 5 meses, se midieron: altura, diámetro al cuello, Índice de Dickson, biomasa aérea y biomasa radical.

Al principio y al final del ensayo se determinó el número de unidades formadoras de colonia de *Trichoderma harzianum*. Los datos fueron analizados estadísticamente por ANOVA y LSD. En todos los casos se utilizó el programa estadístico INFOSTAT, 2009 ©. En el análisis de varianza se observó que todas las variables son significativas excepto la biomasa radical. Las variables que mejor respuesta tuvieron a los tratamientos son la altura y la biomasa aérea. Al final del ensayo, los tratamientos T4 (cepa Th1 con $4,26 \times 10^7$ ufc/g) y T3 (cepa T22 a $2,66 \times 10^6$ ufc/g) mostraron plantas significativamente más altas que el testigo (+15 %) y de mayor biomasa aérea (+40 %), respecto al testigo ($p < 0.05$). Respecto a la evolución de las unidades formadoras del hongo durante el ensayo, T3, T4 y T5 tuvieron alta sobrevivencia, llegando al final del ensayo con concentraciones, aunque menores que las iniciales, consideradas efectivas. Las cepas Th1 y T22 de *Trichoderma harzianum* promovieron el crecimiento de la altura y biomasa aérea de plantas en vivero de *Eucalyptus globulus*. Es importante evaluar el tipo de formulación del hongo y su sobrevivencia en las distintas condiciones de cultivo de plantas en vivero para poder recomendar diferentes alternativas de manejo.

Palabras clave: *Eucalyptus globulus*, Viveros, *Trichoderma harzianum*, promotor crecimiento.

¹¹ Universidad Nacional de Luján, Argentina. craigelena@yahoo.com.ar

SUMMARY

Argentina produces an annual average of 55 million different species forest seedlings, mainly pine and eucalypts species. The vast heterogeneity of resulting material growth and the high incidence of disease in the nursery stage (produced by fungi such as *Rhizoctonia spp.*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, and *Botrytis cinerea*) as well as the mortality or lower growth derived of water stress conditions during the early plantation stages are well known issues in the forest sector. For producing plants large amounts of chemicals and new technologies associated with inert substrates and fertirrigation are used. The global forest markets demands quality plants, but produced under sustainable methods considering environmental, economic and social matters.

The study objectives were to evaluate the nursery culture cycle in *Eucalyptus globulus* Labill, the use of *Trichoderma harzianum* Rifai fungi strains as a low environmental impact productive alternative and their action as a growth promoter. Tree planting substrate composed primarily of peat and volcanic pearls (Terrafertil) previously sterilized was used. Substrate was mixed with *Trichoderma harzianum* and slow release fertilizer was applied to all treatments (8 g/ tray). Fungi formulations were talc and peat and the doses recommended by the tags. Seeds were from local source (INTA May 25, Province of Buenos Aires) seed orchard stands. Used trays were 40 cells of 90 ml each under a completely randomized design with 6 replications: T1 Control, T2 *Trichoderma harzianum* in talc 10g/tray (10×10^8 colony units / tray), T3 *Trichoderma harzianum* in talc 20 g/tray (20×10^8 colony units/tray), T4 *Trichoderma harzianum* strain in peat Th1 5% by volume (16×10^9 colony units/tray), T 5 *Trichoderma harzianum* strain Th1 in peat 10% by volume (32×10^9 units colony tray). To evaluate plants growth and development, at 5 months, height, collar diameter, Dickson Index, aboveground biomass and root biomass were measured.

At the beginning and the end of the assay the number of colony forming units of *Trichoderma harzianum* was determined. The data were statistically analyzed by ANOVA and LSD. In all cases the statistical program INFOSTAT, 2009 © was used. In the variance analysis was observed that all variables are significant except root biomass. Variables that had better response to treatment are height and biomass. At the end of the trial, under the treatments T4 (Th1 strain with 4.26×10^7 cfu/g) and T3 (T22 strain to 2.66×10^6 cfu/g) plants were significantly higher than the control (+15%) and also higher in biomass (+ 40%), compared to the control ($p < 0.05$). Regarding to the the fungi evolution in forming units during the test, T3, T4 and T5 had high survival, reaching the end of the test concentrations, although lower than the initial considered effective. Th1 and T22 *Trichoderma harzianum* strains promoted the growth in height and plant biomass in the nursery seedlings. It is important to evaluate the fungi formulation type and its survival in the different nursery plants culture conditions to recommend different management alternatives.

Key Words: *Eucalyptus globulus*, nursery, *Trichoderma harzianum*, growth promotion.

INTRODUCCIÓN

En Argentina se producen anualmente un promedio de 55 millones de plantines forestales de distintas especies de pinos y eucaliptos, principalmente. Existe una gran heterogeneidad de calidad del material producido y una alta incidencia de enfermedades producidas por hongos en la etapa de vivero.

El mercado forestal a nivel nacional y mundial exige plantas de calidad, pero cuya producción sea sustentable teniendo en cuenta aspectos ambientales, económicos y sociales. Los microorganismos con efectos benéficos sobre las plantas tienen un potencial considerable como biofertilizantes y como agentes de biocontrol.

Pueden distinguirse tres grandes grupos: fijadores de nitrógeno, hongos micorrízicos y promotores del crecimiento vegetal, entre los que se encuentran bacterias y hongos (Kloeper *et al.*, 1989).

La gran mayoría de los microorganismos del suelo tienen la función de descomponer la materia orgánica del suelo, pero algunos son capaces de eliminar microorganismos patógenos de raíces. Este tipo de patógenos puede no causar síntomas evidentes de enfermedad pero sí disminuir el crecimiento y rendimiento de las plantas, por lo tanto, uno de los mecanismos que tienen los hongos para promover el crecimiento de las plantas es precisamente eliminando los patógenos que lo deprimen. Este no es el único mecanismo de los hongos promotores del crecimiento, también son capaces de solubilizar micronutrientes, de incrementar la absorción y de producir reguladores de crecimiento vegetal. Tienen la capacidad de bloquear sitios de infección de los patógenos, ya que colonizan en forma competitiva las raíces. También puede haber una misma especie de hongo que se comporta tanto como promotor del crecimiento como antagonista.

El género *Trichoderma* fue introducido por Persoon alrededor de 200 años atrás y se trata de un hongo anamórfico aislado principalmente del suelo como descomponedor de materia orgánica. La actividad micoparasítica y la producción de antibióticos, fueron demostradas por primera vez en *Trichoderma* por Weiding en 1932 y algunas de las modernas aplicaciones biotecnológicas de este hongo como agente de biocontrol son derivadas de estos primeros trabajos.

Recientemente, algunos autores han podido identificar modos de acción de *Trichoderma spp.* como biocontrolador e identificaron mecanismos explicados por acción de enrollamiento-estrangulación de las hifas de *Trichoderma* sobre las hifas del patógeno *Rhizoctonia solani* y la secreción por parte del biocontrolador de inhibidores hidrosolubles que detienen el desarrollo del patógeno (Anees *et al.*, 2010).

Para el caso específico de los hongos promotores del crecimiento del género *Trichoderma*, su aplicación ha producido en varias especies incremento de la velocidad y porcentaje de germinación, reducción de los efectos causados por condiciones de estrés ambiental (Björkman *et al.*, 1998), aumento de la altura de las plantas, aumento de peso seco y tamaño de las raíces, adelantamiento de los momentos de floración y cosecha, aumento del número de flores por planta y mayor tamaño de los frutos (Kleifeld y Chet, 1992; Varaschin *et al.*, 2000; Gasoni *et al.*, 2001). Sin embargo, solo algunos de los mecanismos involucrados están dilucidados.

OBJETIVO

El objetivo de este estudio fue evaluar durante el ciclo de cultivo en vivero de *Eucalyptus globulus* Labill el uso del hongo *Trichoderma harzianum* Rifai en su acción como promotor de crecimiento, como una alternativa productiva de bajo impacto ambiental que minimice el uso de agroquímicos.

MATERIAL Y MÉTODO

La producción de plantas y su evaluación se realizó en el invernáculo del sector forestal de la Universidad Nacional de Lujan, ubicada en Luján, a 34° 35' LS y 59° LO, Buenos Aires, Argentina.

Para la crianza de las plantas, se utilizaron bandejas de 40 celdas de 90 ml, se utilizó sustrato forestal comercial esterilizado al que se agregó fertilizante de liberación lenta para todos los tratamientos.

Se sembraron semillas de *Eucalyptus globulus* de rodal semillero, de procedencia local (INTA 25 de Mayo, Provincia de Buenos Aires, Argentina).

El diseño fue completamente aleatorizado con 6 repeticiones. En los tratamientos de *Trichoderma* se utilizaron las cepas Th1 y T22. Las formulaciones del hongo fueron en talco y en turba en distintas dosis (Cuadro N° 1), con los siguientes tratamientos:

T1: Testigo

T2: *Trichoderma harzianum* cepa T22 en talco 10g/bandeja (10×10^8 unidades colonia/ bandeja)

T3: *Trichoderma harzianum* cepa T22 en talco 20 g/bandeja (20×10^8 unidades colonia/ bandeja)

T4: *Trichoderma harzianum* cepa Th1 en turba al 5% en volumen (16×10^9 unidades colonia/ bandeja)

T5: *Trichoderma harzianum* cepa Th1 en turba al 10% en volumen (32×10^9 unidades colonia/ bandeja)

No se realizaron aplicaciones de plaguicidas durante el desarrollo del ensayo. Para evaluar el crecimiento y desarrollo de las plantas, a los 5 meses se midieron: altura, biomasa aérea y biomasa radical.

Al principio y al final del ensayo se determinó el número de unidades formadoras de colonia de *Trichoderma harzianum*.

Los datos fueron analizados estadísticamente por ANOVA y test de medias LSD. En todos los casos se utilizó el programa estadístico INFOSTAT, 2009 ©.

Cuadro N° 1
TRATAMIENTOS APLICADOS EN EL ENSAYO

Tratamientos	Dosis de <i>Trichoderma</i> Inicial
T1 - Testigo	Cero
T2 - 10 g talco/bandeja	10×10^8 unidades colonia/ bandeja – Cepa T22
T3 - 20 g talco/bandeja	20×10^8 unidades colonia/ bandeja – Cepa T22
T4 - 5% turba en volumen	16×10^9 unidades colonia/ bandeja – Cepa Th1
T5 - 10% turba en volumen	32×10^9 unidades colonia/ bandeja – Cepa Th1

RESULTADOS

En el análisis de varianza se observó que las variables que mejor respuesta mostraron a los tratamientos fueron la altura, el diámetro del cuello, la biomasa aérea y el índice de Dickson.

En la primera evaluación de altura y biomasa total de las plantas, a los 3 meses de la siembra, se observa que los tratamientos T4 y T5 formulados con turba, presentan plantas significativamente más altas que el testigo (+24%) y mayor biomasa aérea (+37%) respecto del testigo ($p < 0.001$) (Cuadro N° 2).

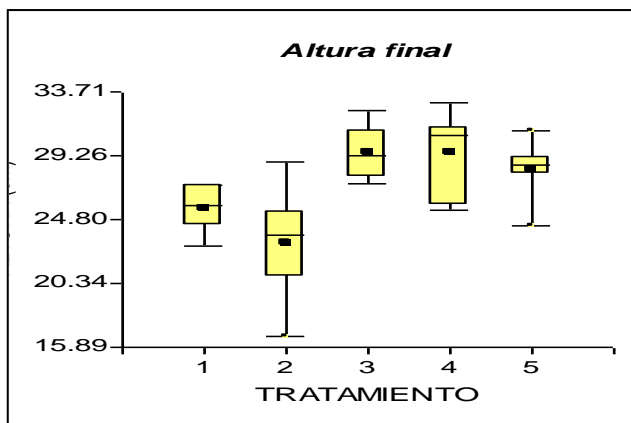
En la evaluación final en tanto, a los 5 meses de edad de las plantas, los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron plantas significativamente más altas que el testigo (+15%), de mayor diámetro del cuello (+33%) y de mayor biomasa aérea (+40%), respecto al testigo ($p < 0.05$) Cuadro N° 2 y Figura N° 1).

En la biomasa radicular no se observó diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro N° 2
ALTURA DE LAS PLANTAS A LOS 3 Y 5 MESES

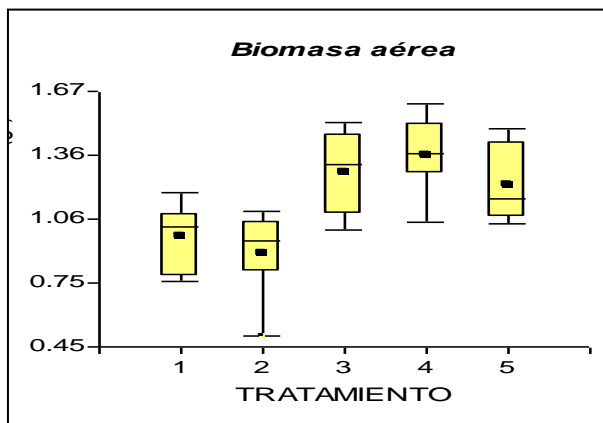
Tratamientos	3 meses		5 meses	
	Medias (cm)	Test LSD	Medias (cm)	Test LSD
T2	15,00	A	23,18	A
T1	15,58	A	25,57	AB
T3	17,13	B	28,30	BC
T5	19,33	C	29,45	C
T4	19,53	C	29,48	C

LSD: Distinta letra indica diferencia significativa ($p < 0,05$)



Las cajas indican los cuartiles 25 y 75. Los puntos centrales la media.

Figura N° 1
ALTURA DE LAS PLANTAS A LOS 5 MESES



Las cajas indican los cuartiles 25 y 75.
Los puntos centrales la media.

Figura N° 2
BIOMASA TOTAL DE LAS PLANTAS A LOS 5 MESES

Para el índice de Dickson solo el tratamiento 4 se diferencia testigo (T1). Los tratamientos 3, 4 y 5 alcanzan valores superiores al testigo incrementando su calidad (Olivo y Buduba, 2006) mejorando potencialmente la sobrevivencia de la planta en implantación (Cuadro N° 3 y Figura N° 3).

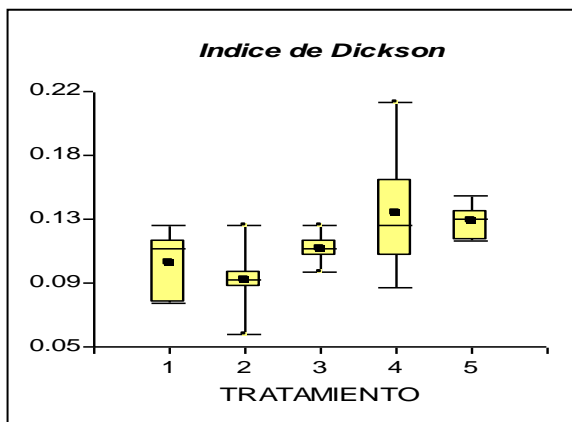
En el Cuadro N° 4 se muestran los valores de concentración final de *T. harzianum*. La evolución de las unidades formadoras del hongo durante el ensayo indica que T4 y T5 tuvieron buena sobrevivencia, partiendo de 10^9 unidades colonia/ bandeja de la Cepa Th1 llegaron al final del ensayo con concentraciones de 10^5 , las que aunque menores que las iniciales pueden considerarse efectivas.

Es de destacar que la cepa T22 tuvo una disminución de unidades de formadoras de colonias más marcada, con una caída desde 10^8 hasta llegar a 10^3 .

CUADRO N° 3
ÍNDICE DE DICKSON DE LAS PLANTAS A LOS 5 MESES

Tratamiento	Medias	LSD
T2	0,10	A
T1	0,11	AB
T3	0,12	ABC
T5	0,13	BC
T4	0,14	C

LSD: Distinta letra indica diferencia significativa (p 0,05)



Las cajas indican los cuartiles 25 y 75.
Los puntos centrales la media

Figura N° 3
INDICE DE DICKSON DE LAS PLANTAS A LOS 5 MESES

Cuadro N° 4
CONCENTRACIÓN FINAL DE *Trichoderma harzianum*

Treatmento	Concentración Final
T1	Cero
T2	1×10^3 unidades colonia/ bandeja
T3	1×10^3 unidades colonia/ bandeja
T4	1×10^5 unidades colonia/ bandeja
T5	4×10^5 unidades colonia/ bandeja

CONCLUSIONES

Las cepas *Th1* y *T22* (mayor dosis) de *Trichoderma harzianum* promovieron el crecimiento en altura, diámetro del cuello y biomasa aérea de plantas en vivero de *Eucalyptus globulus*.

El efecto fue más notorio a los 3 meses desde la siembra.

Los mayores índices de Dickson en el tratamiento 4 definen una planta de mejor calidad y una posible mayor supervivencia a campo. La mayor heterogeneidad de índice en el tratamiento 4 puede deberse a la dificultad de lograr una distribución homogénea del formulado en turba en el sustrato.

Es importante evaluar el tipo de formulación del hongo y su sobrevivencia en las distintas

condiciones de cultivo de plantas para poder recomendar distintas posibilidades de manejo del mismo en el vivero.

La sobrevivencia de *Trichoderma harzianum* resultó ser mayor en la formulación sobre turba.

REFERENCIAS

Anees, Muhammad; Tronsmo, Arne; Edel-Hermann, Veronique; Gordon Hjeljord, Linda; Heraud, Cecile and Steinberg, Christian, 2010. Characterization of Field Isolates of *Trichoderma* Antagonistic Against *Rhizoctonia solani*. Fungal Biology: 114 (2010) Pags. 691 - 701.

Bjorkman, T.; Blanchard, L. M. and Harman, G. E., 1998. Growth Enhancement of *Shrunken-2 (Sh2)* Sweet Corn by *Trichoderma harzianum* 1295-22: Effect of Environmental Stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(1): 35-40.

Gasoni, L.; Cozzi, J.; Kobayashi, K.; Yossen, V.; Zumelzu, G.; Babbit, S.; and Kahn, N., 2001. Yield Response of Lettuce and Potato to Bacterial and Fungal Inoculants Under Field Conditions in Cordoba (Argentina). Journal in Plant Disease and Protection. 108, 530 - 535.

Kleifeld, O. and Chet, I., 1992. *Trichoderma harzianum* – Interaction with Plants and Effect on Growth Response. Plant and Soil 144: 267-272.

Kloepper, J. W.; Lifshitz, R. and Zablutowicz, R. M., 1989. Free Living Bacterial Inocula for Enhancing Crop Productivity. Tibtech 7: 39-44 (1989).

Olivo, Verónica y Buduba, Carlos, 2006. Influencia de Seis Sustratos en el Crecimiento de *Pinus ponderosa* Producido en Contenedores Bajo Condiciones de Invernáculo. Bosque 27(3): 267-271, 2006.

Varaschin, C.; Astiz Gassó, M. y Properi, A., 2000. Growth Promotion with *Trichoderma spp.* Formulations in Four Crops During Early Stages. Abstracts 5th International Pgr Workshop, 137. Córdoba, Argentina.

Yossen, V.; Zumelzu, G.; Gasoni, L. y Cozzi, J., 1999. Eficiencia de La Solarización y Agentes Promotores de Crecimiento de las Plantas en el Rendimiento de Acelga (*Beta vulgaris* L.) – XXIV Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y X Congreso Latinoamericano de Fitopatología. México. Abs. 114.

RESUMEN

El proceso para el establecimiento de Sistemas Agroforestales (SAF) en la pequeña y mediana propiedad, implica completar una serie de etapas que tienen el objetivo de lograr que estos sistemas sean adoptados por el usuario final y cumplan con sus objetivos sociales, ambientales y productivos. Este proceso debe considerar la gran heterogeneidad de tipos de propietarios que existen en el sector silvoagropecuario, entre los que lógicamente se encuentran las comunidades indígenas. Dentro de este proceso se cuentan diversas etapas de trabajo, las cuales se han ido estructurando en base a la experiencia que se ha alcanzado en los últimos años en que el Instituto Forestal (INFOR) ha fomentado estos sistemas agroforestales, en conjunto con otras Instituciones del ámbito público y del privado.

La primera etapa, es el acercamiento a instituciones y actores claves presentes en el territorio que se desea intervenir, dados por la variedad de instituciones y profesionales vinculados a la agricultura que se relacionan con los propietarios. Esta etapa es fundamental para llegar adecuadamente al propietario, pues estas instituciones y actores han logrado un alto nivel de confianza y credibilidad con los posibles usuarios finales de los SAF, aspectos de importancia en la relación con ellos, además de un buen conocimiento del territorio. Es posible así informar adecuadamente a los propietarios sobre los SAF y sus ventajas para la pequeña propiedad, ya que un alto porcentaje de ellos admite no conocer estas prácticas.

Posteriormente viene la etapa de convocatoria y difusión de los sistemas, que implica charlas de inducción sobre estos y su aplicabilidad en la pequeña propiedad, y la descripción de casos prácticos, que permitan incentivar la demanda por ellos. Seguidamente se debe realizar, a solicitud expresa de los propietarios interesados, una evaluación en terreno para definir de manera conjunta y participativa, el o los sistemas agroforestales apropiados y del interés del propietario, evaluando la factibilidad técnica de los mismos y el ordenamiento predial que involucraría, y generando con esto un consenso técnico entre las partes.

Paralelamente se analiza la factibilidad de lograr financiamiento y acceso a incentivos estatales, decidiendo la opción más conveniente para el propietario. El fomento y los incentivos pueden provenir de diferentes fuentes, como DL 701, SIRSD-S, PDI, PRODESAL, apoyo de organismos gubernamentales o no gubernamentales, además de financiamiento directo del propietario. A continuación se elabora el plan de manejo agroforestal, que es presentado a las instituciones respectivas que bonifican estos modelos para contar con los recursos necesarios para ejecutar las labores de establecimiento, una vez que este plan es aprobado.

El presente trabajo describe este proceso en un caso práctico en la Comunidad Indígena Manuel Quilapi, en la comuna de Los Sauces, para el cual se integraron objetivos productivos, intereses y aportes de instituciones y profesionales, y los intereses socio productivos de la comunidad, llegándose a un consenso que finalmente permitió que la comunidad pudiera establecer durante el año 2011 los SAF en el predio El Pastal de Curaco.

Palabras claves: Sistemas Agroforestales, Pequeña Propiedad, Comunidades Indígenas.

SUMMARY

The process to establish Agroforestry Systems (AFS) in small and medium properties involves a series of steps to reach the end user and meet their social, environmental and productive objectives. This process must consider the great owners diversity existing in the forestry and agricultural sectors, among them are of course indigenous communities.

The process has various work stages which have been structured over the basis of experience achieved in recent years by the Chilean forestry Institute (INFOR) in promoting agroforestry systems, in conjunction with other public and private sectors institutions.

The first stage is the approach to institutions and key actors in the territory who could participate related to the wide institutions and professionals variety involved in agriculture and connected to the owners. This stage is critical to adequately reach the owner, as these institutions and actors have achieved a high level of trust and credibility with potential end users of the AFS and have a clear knowledge on the territory, allowing an appropriate information to the users on AFS and their benefits to the small property, since a high percentage of users have not information on this kind of practices.

Afterwards induction talks about the AFS and their applicability to small property are necessary to encourage demand for the systems. Obtained the owner interest, a field evaluation to jointly define the appropriated systems to establish has to be carried out. In parallel, the feasibility to achieve funding from different sources, as DL 701, SIRSD-S, PDI or PRODESAL and the owner capacity to directly invest some funds have to be analyzed. Following step is to prepare a management plan to present to the funding institution and approved it start the systems establishment.

This paper describes the process to establish AFS in the case of the Manuel Quilapi Indigenous Community in 2011 at the El Pastal de Curaco farm, in the Los Sauces Commune.

Key words: Agroforestry Systems, Small Properties, Indigenous Community.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agroforestales, son técnicas de uso múltiple del suelo tendientes a optimizar la productividad silvoagropecuaria de unidades prediales rurales a través de la generación de ingresos provenientes de la producción agrícola, pecuaria y forestal en un mismo sitio. Los sistemas agroforestales consideran para su implementación aspectos como la potencialidad productiva de los suelos y la diversidad productiva que normalmente desarrollan los propietarios rurales. La agroforestería se ha posicionado como una alternativa interesante y viable para mejorar la rentabilidad de las unidades prediales de pequeños y medianos propietarios, mejorar su sustentabilidad y con ello ciertamente mejorar la calidad de vida del habitante rural.

La versatilidad de estos modelos implica que de acuerdo a las componentes que incorpora y combina (agrícola, pratense y forestal) existan diferentes modelos. Estos pueden ser sistemas silvopastorales, donde se combina el ámbito pratense con el forestal; silvoagrícolas, que integran una componente agrícolas con la forestal; y también están las cortinas cortavientos, donde la componente forestal genera mejores condiciones de desarrollo a la actividad agrícola y/o pratense. Estos sistemas permiten diversificar la producción y mejorar las condiciones ambientales, con la incorporación de la componente forestal como un complemento a las actividades agrícolas y ganaderas tradicionales, permitiendo que estas se desarrollen de manera conjunta y en el mismo sitio.

Dadas sus ventajas, los SAF han despertado en los últimos años un creciente interés del

sector público por fomentarlos, considerándolos una real posibilidad de desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida del habitante rural, y una demanda por ellos también creciente por parte de los pequeños y medianos propietarios, incluidas las comunidades, situación que ha llevado a INFOR a mantener un programa permanente difusión y fomento de estos sistemas y su establecimiento la pequeñas y medianas propiedades rurales.

OBJETIVOS

Entregar antecedentes y describir el proceso de gestión para el establecimiento de sistemas agroforestales en una Comunidad Indígena, como elemento de apoyo a nuevas iniciativas de trabajos para la implementación de Sistemas Agroforestales en territorios a pequeñas y medianas propiedades rurales.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para lograr el objetivo de establecer sistemas agroforestales, bajo las condiciones actuales de financiamiento mediante instrumentos de fomento que apoyan el establecimiento de estos sistemas, se siguió una estrategia metodológica consistente en etapas de trabajo tendientes a lograr los vínculos, consensos, recursos y sinergias necesarias para el correcto establecimiento de los SAF más adecuados a las características y necesidades productivas, en este caso, de la Comunidad Indígena Manuel Quilapi.

Etapas I. Vinculación con Organizaciones Claves

Es fundamental que antes de cualquiera intervención que se quiera hacer dentro de un territorio rural, se generen los vínculos necesarios con organizaciones y actores claves que apoyan directamente a los pequeños y medianos propietarios en su actividad productiva.

La importancia de esta etapa es que la cultura rural aún da mucha importancia a la confianza que el propietario tiene en las personas o instituciones con las que se relaciona, por lo tanto si no se ha logrado esa confianza de manera directa, necesariamente se debe establecer el vínculo con estos actores claves. Esta estrategia ha resultado la mejor vía para llegar en forma adecuada a los propietarios.

Este vínculo inicial con los actores claves no deja de tener sus complejidades propias, dadas fundamentalmente por el desconocimiento mayoritario de estos actores sobre qué son los SAF y cuáles son sus ventajas. El primer paso por tanto es entregar antecedentes detallados sobre los SAF y sus ventajas, y cómo abordar a los propietarios para los adopten. Se debe lograr que todos los reconozcan estos sistemas como una real alternativa productiva para el mundo rural, y para así comprometerlos en esta tarea, dado que es claro que cada uno de ellos aporta en sus funciones, metas, intereses y esfuerzos al éxito de estos sistemas.

En el caso particular del proceso desarrollado para la Comunidad Manuel Quilapi, la primera vinculación se produce con la I. Municipalidad de Los Sauces, a través del programa PRODESAL, el cual es financiado conjuntamente con el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). El PRODESAL trabaja directamente apoyando a pequeños propietarios y comunidades indígenas en sus actividades productivas prediales.

Se trata de un servicio de fomento productivo, cuyos principios orientadores se basan en la inclusividad, diferenciación de la atención, focalización de la intervención en los principales puntos críticos de los sistemas productivos o emprendimientos económicos y ayuda a la articulación, facilitando alianzas y acuerdos, para que finalmente los esfuerzos realizados se constituyan en ejes de desarrollo económico, social, humano y medioambiental. Es en estas amplias funciones que los SAF han resultado interesantes, dado que constituyen una alternativa

productiva más que va en apoyo del pequeño productor considerando un desarrollo sustentable de su predio y actividad.

Un segundo actor clave es, sin duda, el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), el cual, enmarcado dentro de su misión de generar capacidades y apoyar con acciones de fomento el desarrollo productivo sustentable de la pequeña agricultura, desde el nivel central ha apoyado directamente el desarrollo de la Agroforestería, financiando el Programa Agroforestal Nacional (PAN), que abarca desde la región de Coquimbo a la región de Magallanes, que ha sido llevado adelante por INFOR, y dentro del cual se enmarca el trabajo en descripción.

En el caso particular de la comuna de Los Sauces, la vinculación es directa con el Área INDAP que atiende esta comuna, específicamente el Área Purén. A través de INDAP se generan los importantes vínculos con los equipos técnicos del PRODESAL, PDTI, grupos PDI y SAT, que apoyan a la gestión de establecer los SAF. Además, facilita los vínculos con pequeños propietarios y comunidades indígenas, organizaciones campesinas y locales, entre otros, los cuales son el grupo objetivo del Programa que lleva a cabo INFOR.

Adicionalmente, esta institución es importante en aplicar los instrumentos de fomento asociados al establecimiento de los SAF, esto a través del SIRSD-S, el cual cofinancia la componente agropecuaria de los mismos, sistemas silvopastorales en su conjunto, cortinas cortavientos y biofiltros. Facilita también el acceso a créditos y en especial al crédito de enlace forestal, que permite a propietarios lograr financiamiento.

Otro actor clave es la Corporación Nacional Forestal (CONAF), ya que esta institución tiene como principal función administrar la política de fomento forestal que es fundamental para la implementación de los SAF, ya hace posible financiamiento para aplicar estos sistemas en terreno.

Se genera un nexo importante con el programa de extensionistas que lleva adelante CONAF, cuya misión es asesorar técnicamente a pequeños propietarios y comunidades indígenas del sector en busca de apoyar el desarrollo económico y social del mundo rural.

En este sentido, el apoyo recibido por este Programa de CONAF fue vital para lograr el ingreso del plan de intervención, incluyendo la propuesta técnica consensuada, realizar los ajustes técnicos y administrativos requeridos, traduciéndose todo esto en la aprobación del respectivo plan de manejo o de intervención.

Finalmente, es preciso mencionar a los operadores privados de SIRSD-S y Forestal, los cuales son vitales, ya que son el nexo necesario entre los instrumentos de fomento y los propietarios. Esto no deja de ser complejo, ya que el operador es un ente privado y como tal su actividad se basa en realizar actividades que le sean rentables. Por ello el lograr vincularse con ellos es fundamental, pues en rigor ellos son los encargados de la presentación y posterior ejecución de los planes de intervención o manejo.

Para la situación particular de la Comunidad Manuel Quilapi, la etapa de presentación del plan fue ejecutada por el extensionista de CONAF, pero este profesional finalmente no ejecuta las actividades de establecimiento, por lo que se requiere la intervención del operador forestal, quien finalmente es el encargado de ejecutar las tareas de establecimiento de los SAF.

Con todos estos actores, se realizan encuentros donde se entregan antecedentes de la gestión de intervención del territorio y charlas divulgativas de los SAF, que como se señaló anteriormente, cumplen la función de entregar las ventajas de estos sistemas a profesionales y técnicos vinculados a los propietarios. Además se realizan reuniones de coordinación y organización para la siguiente etapa de este proceso.



Figura N° 1
REUNIÓN DE DIFUSIÓN DE SAF CON EL EQUIPO TÉCNICO
DE APOYO RURAL DE LA MUNICIPALIDAD DE LOS SAUCES

Etapa II. Convocatoria y Difusión

Esta etapa consiste en organizar encuentros con propietarios o comunidades indígenas, conjuntamente con los actores claves ya indicados, en la que a través de presentaciones didácticas y gráficas se entregan antecedentes claros y concisos sobre qué son los sistemas agroforestales, cuáles son sus ventajas, las diferentes especies que pueden ser utilizadas dependiendo de las condiciones agroclimáticas existentes en los predios, los productos que estas generan, y la importancia del ordenamiento predial, que evidentemente debe considerar la vocación productiva de los suelos. De la misma forma, se muestran antecedentes gráficos de SAF establecidos en predios privados de otras comunas, lo que permite que se pueda observar los resultados de estos sistemas (Figura N° 2).

Es en esta oportunidad en que se produce el interés o demanda, la cual es capitalizada a través de una inscripción para la siguiente etapa, de intervención, que se traduce en la generación de la propuesta agroforestal a implementar.



Figura N° 2
CHARLA DE DIFUSIÓN MIEMBROS DE LA COMUNIDAD

Etapa III. Consenso de Propuestas Agroforestales

Esta etapa es probablemente la más importante, es en ella donde se debe llevar a la práctica la teoría entregada anteriormente. En terreno se debe evaluar el SAF más adecuado a las condiciones agroecológicas del espacio físico del predio en que el propietario desea establecer estos modelos, y en esta etapa debe consensuarse lo técnico con los intereses del propietario.

Es común que los propietarios tengan una idea algo vaga de los sistemas que quieren establecer, por lo que un objetivo específico en esta parte del proceso es la comprensión clara del modelo por parte del propietario. Resulta complicado a veces consensuar las combinaciones productivas más adecuadas para satisfacer los intereses productivos del propietario. Logrado el consenso, este se traduce en una ficha técnica preliminar para la etapa de definición del plan de intervención, y es factible comenzar con el proceso de preparación del programa de establecimiento.

Es muy conveniente que esta etapa de terreno se pueda desarrollar de manera conjunta con los profesionales vinculados al proceso de presentación definitiva de la propuesta y su posterior implementación, esto es profesionales vinculados a los SAF, extensionistas de programas de forestación y operadores privados. En terreno se debe lograr consensuar la mayor cantidad de criterios que permitan asegurar el adecuado establecimiento, tanto desde el punto de vista técnico como del operativo.

En el caso de la Comunidad Manuel Quilapi, se realizaron dos visitas tendientes a lograr este objetivo. La primera la efectuó personal de INFOR con los miembros de la comunidad y se logró el común acuerdo respecto de los aspectos técnicos y de algunos aspectos operativos. En la segunda visita participaron la Presidenta de la Comunidad, personal de CONAF de la Provincial de Malleco, el Extensionista de CONAF para la Comuna de Los Sauces y el Coordinador INFOR. El objetivo de esta segunda visita fue evaluar en terreno aspectos técnicos, consensuar criterios y revisar la factibilidad de financiamiento a través del plan de manejo al instrumento de fomento a la forestación (D.L. 701) que administra CONAF. Gracias a estas dos vistas fue posible generar la propuesta de intervención que se describe en la siguiente etapa.

Etapa IV. Generación de Planes de Intervención, Financiamiento y Ejecución

Como se señaló anteriormente, una vez alcanzados los consensos técnicos y socio-productivos entre las partes, comienza el proceso de la generación de los planes de intervención para ser presentado al o los programas de fomento disponibles para los pequeños y medianos propietarios rurales, esto es SIRSD-S (INDAP-SAG) y el DL 701 (CONAF). Estos dos instrumentos son compatibles y pueden ser utilizados simultáneamente para un mismo predio, en tanto no se bonifique dos veces una misma práctica (Ej. Construcción de cercos).

El establecimiento del sistema es un proceso en el cual la componente forestal y la agropecuaria tienen distinta estacionalidad; la primera debe ser establecida en invierno en tanto que la segunda, dependiendo de su tipo, habrá que incorporarla en otoño o en primavera. En consecuencia, no es posible el establecimiento del sistema completo en un mismo momento. La decisión de a qué sistema de financiamiento presentar primeramente el plan de intervención deberá considerar estos aspectos y también el flujo de las necesidades de financieras.

En el caso de la Comunidad Manuel Quilapi se inició el proceso con la presentación del plan de intervención (plan de manejo) a CONAF, a través del extensionista de esta institución, plan que consideró todos los aspectos técnicos y socio productivos consensuados. Con este plan de manejo fue posible hacer un ordenamiento predial basado fundamentalmente en el establecimiento de forestaciones de deslindes en forma de cortinas cortavientos entre las divisiones de hecho existentes para cada miembro de la comunidad, logrando con ello que la gran mayoría de la superficie total del predio quede con un sistema productivo ordenado y protegido, que se espera sea productivamente sustentable. Este plan de manejo fue aprobado por CONAF y será bonificado

en la temporada siguiente.

Los costos de establecimiento exigen los recursos necesarios y estos pueden provenir de dos vías. La primera es el financiamiento directo por parte del propietario, que asumiría estos costos para recibir la bonificación al año siguiente, sin embargo esta opción normalmente es improbable, dada las economías de subsistencia habituales de los pequeños propietarios. La segunda vía es el financiamiento por parte del Estado que, conocida esta realidad, entrega una opción a través del instrumento conocido como crédito de enlace y, a través de INDAP, otorga un crédito equivalente al 80% del valor de la bonificación futura. Este crédito es pagado directamente a INDAP por CONAF, una vez que esta ha certificado que la plantación se ejecutó de acuerdo a lo comprometido en el plan de manejo respectivo y que la plantación tenga un mínimo de un 75% de prendimiento.

Sin embargo, en este caso surgió una tercera vía de financiamiento que evitó el endeudamiento de la comunidad. Los recursos provinieron de una tercera entidad, privada, que los proporcionó a través del trabajo conjunto con un operador forestal privado.

Esta tercera entidad fue el Departamento de Acción Social (DAS), dependiente del Obispado de Temuco, orientado a la promoción social desarrollada a través de programas de capacitación técnica, promoción humana y líneas de crédito a favor de campesinos y pequeños y micro-empresarios del medio rural y urbano.

Dentro de este marco la Fundación Good Planet y la empresa ONF Conosur SA (ONFCS), suscribieron un contrato de asistencia técnica con el fin de generar un sumidero voluntario de carbono atmosférico a través del establecimiento de plantaciones forestales a beneficio de pequeños propietarios, esencialmente comuneros Mapuches.

Posteriormente el DAS y la ONFCS suscribieron un convenio de colaboración en virtud del cual el DAS recibe los fondos aportados por ONFCS y se compromete a efectuar la administración de dichos aportes para apoyar el establecimiento de plantaciones forestales. Este mecanismo permitió contar con los recursos necesarios para los trabajos en la comunidad, los cuales serán recuperado por el DAS directamente vía la bonificación de CONAF.

El DAS actúa a través de un operador privado encargado y responsable de ejecutar adecuadamente el plan de manejo aprobado.

Esta forma de financiamiento fue consensuada con los miembros de la comunidad, los cuales aceptaron esta modalidad a través de la firma de un convenio entre las partes interesadas que salvaguarda los intereses de los involucrados.

Disponible el financiamiento, interviene el operador privado que ejecuta las labores de establecimiento, esto es desmalezado previo a la plantación si es necesario, construcción de cercos, gestión de insumos (plantas y fertilizantes), preparación de suelo, y plantación. En estas labores se dio prioridad a los mismos comuneros como mano de obra local, lo cual tiene un impacto adicional en su economía.

RESULTADOS

Cumplidas las etapa descritas, los resultados se traducen en un plan de manejo aprobado, que considera la forestación de más de 15 ha bajo la modalidad de cortinas cortavientos, que generan una superficie bajo uso agroforestal de más de 100 ha.

Las especies utilizadas, de acuerdo a los intereses de los propietarios y acordadas en las visitas conjuntas realizadas a terreno, fueron pino, eucalipto, aromo y álamo.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Sin duda que los SAF han demostrado ser bastante interesantes para los propietarios como una real alternativa productiva para implementar en sus sistemas tradicionales, ya que son considerados como un complemento a las actividades que ellos normalmente desarrollan en sus campos.

Las instituciones y diferentes actores en la promoción y fomento de estos sistemas se han vinculado y comprometido crecientemente con estas prácticas. Se las considera viables y aplicables y una buena forma de incentivar la forestación y el uso adecuado de los suelos y de mejorar las condiciones de vida de pequeños propietarios y comunidades.

El proceso para consolidar estos sistemas en una propiedad resulta complejo. Es fundamental que sea participativo y que intervengan los diferentes actores que permiten un resultado exitoso. Es indispensable superar el bajo conocimiento sobre estos sistemas de algunos actores y propietarios, y seleccionar y diseñar los sistemas a aplicar en forma consensuada con los interesados siguiendo las etapas descritas en este trabajo.

El desarrollo del Programa Agroforestal de INFOR, apoyado por INDAP, ha reducido paulatinamente las barreras dadas por la falta de conocimiento de estos sistemas en algunos actores y propietarios mediante una permanente difusión y empleando con fines demostrativos sistema ya establecidos, pero aún hay mucho trabajo por hacer al respecto para su consolidación y una más amplia aplicación.

La incorporación de los sistemas agroforestales como prácticas bonificables en los instrumentos de fomento SIRSD-S y de Fomento forestal, han significado un gran avance para permitir su fomento en la pequeña y mediana agricultura. Sin embargo, estos necesariamente deben ser sometidos a evaluaciones permanentes y de mejora continua, que permitan mejorar los procesos y también complementar estos instrumentos.

Dada la precaria economía de pequeños propietarios y comunidades, el tema del financiamiento de estos sistemas es clave para su fomento. Las consideraciones técnicas y las tablas de costos de los instrumentos de fomento deben ser realistas y efectivos de acuerdo al impacto que se quiere lograr. La situación particular de financiamiento lograda para la Comunidad Manuel Quilapi, resultó ser muy conveniente, pero es una situación no necesariamente replicable ni replicable a gran escala.

En el caso de la comunidad en estudio, 32 miembros comenzaron con el proceso, es decir en conjunto con ellos se visitaron los lugares asignados dentro del predio para su uso (división de hecho), sin embargo solamente 8 de ellos establecieron cortinas cortavientos y otros 4 quedaron pendientes para el próximo año. Las razones de los restantes para no incorporarse son variadas, principalmente el no querer destinar superficie actualmente en uso agropecuario para la forestación, aun conociendo las ventajas productivas de los SAF. Otras causas, de índole más personal y familiar, finalmente los hacen desistir de involucrarse, y en menor medida detalles referidos a la época de plantación y otras decisiones técnicas que no necesariamente fueron entendidas por algunos de ellos.

La metodología descrita se puede perfeccionar sin duda, pero entrega antecedentes claves de cómo abordar la tarea de fomentar los sistemas agroforestales en el futuro. Este proceso debe ser sometido a una permanente mejora, que permita optimizar aspectos técnicos, financieros y ambientales, lo que sin duda se traducirá en un mejoramiento de las propuestas, un eficiente uso de los recursos y un sustancial impacto positivo en las economías rurales y, por encadenamiento, en la actividad agropecuaria del país. Todo lo anterior es una tarea pendiente que debe abordarse en el corto plazo e incorporar a todos y cada uno de los actores involucrados con el desarrollo del sector silvopagropecuario de Chile.

RECONOCIMIENTOS

INFOR y el autor desean agradecer a todos los que de una u otra forma participaron de este proceso y que significó el éxito de esta empresa. Al Sr. Ramón Vilchez, Alcalde de la I. Municipalidad de Los Sauces; a los equipos técnicos PRODESAL de la Comuna de Los Sauces representados por la Srta. Mireya Torres, el Sr. Claudio Albornoz y el Sr. Pedro Colipi; a la Sra. María Angélica Meyer, Jefa del Área Purén de INDAP; al Sr. Roberto Leslie, Director Regional de CONAF IX Región; a la Sra. Mónica González de DEFOR regional Temuco de CONAF; al Sr. Jorge Salvo, Jefe Provincial de Malleco; a los señores Carlos Palma y Jorge Muñoz de la oficina Provincial Malleco de CONAF, por involucrarse directamente en todo este proceso; al Sr. Rodrigo Parra, extensionista CONAF Comuna de Los Sauces, quien con mucha dedicación logró ingresar los estudios técnicos de la Comunidad que posteriormente fueron aprobados por CONAF; al Sr. Andrés Vilaboa del DAF del Obispado de Temuco por apoyar el proceso de establecimiento y al Sr. Mauricio Leonelli, operador forestal y ejecutor de las actividades de establecimiento.

Finalmente, los agradecimientos a los miembros de la Comunidad Manuel Quilapi, por haber confiado en el equipo para guiarlos en este proceso de establecimiento del SAF en su campo, especialmente a la Sra. Juana Cayupan, Presidenta de la Comunidad, quien con su personal interés y confianza incentivó a la comunidad a embarcarse en esta iniciativa.

RESUMEN

Una de las principales áreas de investigación del Instituto Forestal chileno (INFOR) se refiere a la Recuperación y Manejo de Bosques Nativos. En esta área inició una línea de investigación enfocada a lingue (*Persea lingue* (R. et Pav.) Nees ex Kopp), una especie nativa y endémica que ocurre naturalmente entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos. Esta especie, debido a su valiosa madera y los altos contenidos de taninos en su corteza, fue intensamente utilizada en el pasado, al punto que en la actualidad sus bosques comerciales se encuentran prácticamente extinguidos, restando solo renovales surgidos de las cortas anteriores.

Los principales objetivos de esta línea de investigación apuntan tanto a la conservación de la especie como a su recuperación para nuevos bosques comerciales. Sin embargo, la casi desaparición de sus bosques valiosos para la producción de madera ha llevado a una falta de interés por la especie y a una insuficiente información acerca de su silvicultura y crecimiento.

Como primeros pasos para la recuperación de esta especie se efectuó una prospección de rodales remanentes y una revisión de la información disponible sobre su silvicultura y propiedades de su madera. Estas acciones se efectuaron en la región del Biobío, donde cuatro rodales fueron seleccionados y caracterizados respecto de las principales variables de rodal; DAP (cm), altura (m), composición de especies y densidad (árb/ha).

Se planea ampliar la información reunida efectuando nuevas prospecciones en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, de modo de conformar una base completa de información que constituya un debido respaldo para la investigación del lingue en los próximos años.

Palabras claves: Lingue (*Persea lingue* (R. et Pav.) Nees ex Kopp), silvicultura, propiedades de la madera, conservación, recuperación de bosque nativo.

SUMMARY

The Chilean Forestry Institute (INFOR) is carrying out a research line on Native Forests Recovering and Management and under this line has started a research on Lingue (*Persea lingue* (R. et Pav.) Nees ex Kopp), a Chilean endemic native species present from the Valparaíso to the Los Lagos regions. Due to its fine and valuable wood and its high bark tannins content the species was strongly used in the past and nowadays commercial forests are almost extinguished and remains only second growth forests as a product of the previous overuse of this resource.

Main objectives of this research are both, the species conservation and its recovering towards new commercial forests. However, due to the current lack of commercial Lingue stands low is the interest on the species and scarce the information on its silviculture and growth.

As a first step to recover the species, a survey was carried out to increase the knowledge on the remaining stands and a review on the available information related to its silviculture and wood properties was also developed. This first step was focused on the Biobío region and four

stands were selected and characterized through the main stand variables, DBH (cm), height (m), species composition and density (trees/hectare).

The obtained information is a first basis, but in a second step a new survey is planned in order to include the La Araucanía, Los Ríos and Los Lagos regions, south to Biobío, to conform a complete information basis on the species to support further research.

Key words: Lingue (*Persea lingue* (R. et Pav.) Nees ex Kopp), silviculture, Wood properties, conservation, native forests recovering.

INTRODUCCIÓN

Una de las áreas de investigación del Instituto Forestal (INFOR), organismo de investigación forestal del Estado de Chile, adscrito al Ministerio de Agricultura, se enfoca en la Silvicultura y Manejo de Ecosistemas Forestales Nativos y Exóticos, y una de las líneas de investigación dentro de esta área está orientada a la Recuperación y Manejo Ecosistémico de Recursos Forestales Nativos, línea que ha sido abordada desde los inicios de INFOR generando en los años 60 del siglo pasado la Tipología del Bosque Nativo y desarrollando los primeros inventarios nacionales y provinciales de estos recursos, y elaborando posteriormente y hasta la actualidad una cantidad de publicaciones técnicas relativas a la dinámica y silvicultura de los diferentes tipos forestales.

Dentro de este marco, INFOR ha iniciado recientemente una línea de trabajo orientada a la recuperación de lingue, una especie nativa y endémica del país que en el pasado fue intensamente utilizada por la calidad de su madera y por los cortientes vegetales contenidos en su corteza, sobre la cual la información existente hoy en día es insuficiente dado que sus poblaciones con valor comercial fueron prácticamente extinguidas y restan solo renovals surgidos de las cortas anteriores.

Con el fin de conformar una base de información actual sobre la especie se efectuó una recopilación bibliográfica y se buscó rodales naturales con lingue en la región del Biobío. Los rodales seleccionados fueron muestreados y caracterizados, generando la información que se presenta en este trabajo y que describe la situación actual de la especie en la región.

El objetivo de esta iniciativa es contribuir a la conservación y recuperación de lingue para fines comerciales mediante la generación de información que permita el establecimiento de plantaciones para estos efectos que pueden enriquecer los tipos forestales en los que participa aumentando su frecuencia en ellos y la calidad de los árboles.

Con el fin de ampliar la base de información se planea en el futuro próximo repetir este trabajo en las regiones de más al sur en la distribución natural de la especie, cubriendo La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

ANTECEDENTES DE LA ESPECIE

Lingue (*Persea lingue* (R. et Pav.) Nees ex Kopp) es una especie endémica de Chile, perteneciente a la familia *Lauraceae*, que se distribuye naturalmente desde el río Aconcagua hasta Chiloé (33° a 41° LS), siendo más común en los bosques de Malleco, Cautín y Valdivia. En el área norte se la considera una especie vulnerable, aquí crece en las quebradas, asociándose con peumo (*Cryptocarya alba* (Mol.) Looser), canelo (*Drimys winteri* J.R. et G. Forst.), arrayán (*Luma apiculata* (DC.) Burret) y boldo (*Peumus boldus* Mol.). En el área sur se asocia con roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.), laurel (*Laurelia sempervirens* (R. et P.) Tul.) y mañío de hojas

largas (*Podocarpus saligna* D. Don.); en esta área se la considera una especie fuera de peligro (Rodríguez *et al.*, 1983).

Descripción de la Especie

Se trata de un árbol siempreverde de fuste recto que puede alcanzar hasta 30 m de altura y hasta 80 cm de diámetro. La corteza es gruesa y rugosa de color café a ceniciento, con protuberancias distribuidas uniformemente en su superficie. Su follaje es denso, pero con escasas ramas.

Generalmente no forma bosques puros, es una especie semitolerante que se asocia en su área de distribución con los tipos forestales Esclerófilo y Palma chilena en el área norte y participa en los tipos forestales Siempreverde y Roble-Raulí-Coihue hacia el sur. Sus hojas son muy características, similares a las del palto (*Persea americana* Mill.), de igual familia y género, de color verde oscuro y revés blanquecino.

La copa es compacta y sus hojas son perennes, de forma elíptica con 6 a 7 cm de largo y 3,5 cm de ancho, tienen una disposición alterna en las ramillas, con el nervio medio prominente. Al secarse toman un color escarlata brillante. Las flores son hermafroditas, dispuestas en panojas laxas, amarillas. El fruto es una drupa ovalada, lisa, de 12 a 15 mm de largo, negro-violácea en la madurez, rica en taninos y de gusto amargo.

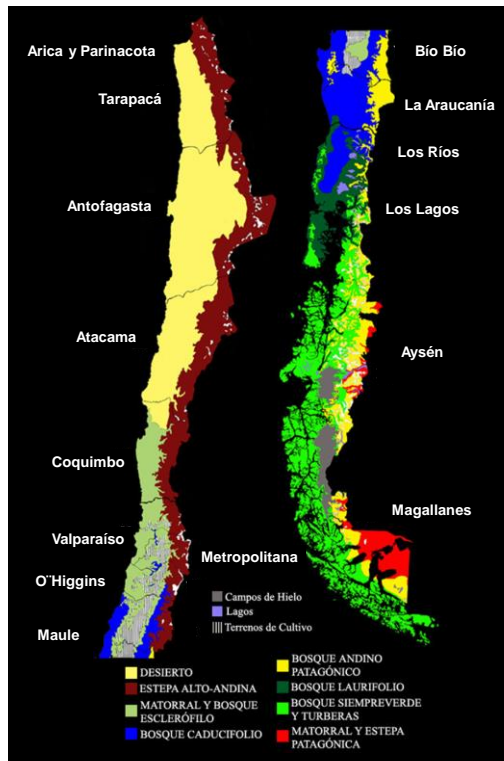
Se le atribuye a la especie un crecimiento lento, aun cuando este puede ser muy variable según las condiciones del sitio. En situaciones favorables su tronco puede alcanzar dimensiones madereramente utilizables antes de los 100 años (Cuevas, 1983).



Figura N° 1
ASPECTO DEL ÁRBOL Y DETALLE DE HOJAS Y FRUTOS

Asociaciones Vegetales

De acuerdo con la clasificación vegetacional de Gajardo (1994), el lingue se encuentra en las siguientes asociaciones vegetales:



(Fuente: Gajardo 1994)

**Figura N° 2
ASOCIACIONES VEGETALES**

Especie común, presente entre el 50 y 75% de los casos, en:

Región:	Matorral y Bosque Esclerófilo
Subregión:	Bosque Esclerófilo
Formación Vegetal:	Bosque Esclerófilo Costero
Asociación Vegetal:	Belloto – Patagua (<i>Beilshmedia miersii</i> (Gay) Kosterm.) – (<i>Crinodendron patagua</i> Mol.) Temú – Patagua (<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i> (Hooker et Arnott) Niedenzu) - (<i>Crinodendron patagua</i> Mol.)

Especie representativa, presente entre el 75 y 100% de los casos, en:

Región:	Matorral y Bosque esclerófilo
Subregión:	Bosque Esclerófilo
Formación Vegetal:	Bosque Esclerófilo Montano
Asociación Vegetal:	Lingue - Chequén (<i>Luma chequen</i> (Mol.) A.Gray)

Región:	Bosque Caducifolio
Subregión:	Bosque Caducifolio Montano
Formación Vegetal:	Bosque Caducifolio de Precordillera

Asociación Vegetal: Roble – Lingue
Subregión: Bosque Caducifolio del Llano
Formación Vegetal: Bosque Caducifolio del Sur
Asociación Vegetal: Roble – Laurel

Región: Bosque Laurifolio
Subregión: Bosque Laurifolio de Valdivia
Formación Vegetal: Bosque Laurifolio Valdiviano
Asociación Vegetal: Lingue – Ulmo

Especie acompañante, presente entre el 25 y 50% de los casos, en:
Región: Bosque Caducifolio
Subregión: Bosque Caducifolio Montano
Formación Vegetal: Bosque Caducifolio de Precordillera
Asociación Vegetal: Coihue – Mañío Hojas Largas

Región: Bosque Laurifolio
Subregión: Bosque Laurifolio de Valdivia
Formación Vegetal: Bosque Laurifolio Valdiviano
Asociación Vegetal: Coihue – Mañío Hojas Largas

Propagación

Según la experiencia del Vivero Quivolgo, el Lingue debe propagarse utilizando una semilla macerada o limpiada a mano, con una estratificación en almácigo en otoño, utilizando una mezcla de suelo compuesta de *compost*, tierra de jardín y arena. El repique debe hacerse a bolsa en cuanto la planta cuente con dos hojas¹². La especie presenta una buena germinación.

Pinilla y Navarrete (2013) mencionan que un estudio realizado por la Universidad Austral evaluó el efecto de medios de cultivo suplementados con componentes hormonales sobre la capacidad morfogénica de lingue. El proceso de germinación *in vitro* se inició 15 días después del establecimiento embrionario, observándose inicialmente la aparición del epicotilo. A los 30 días del establecimiento, se registró un 100 % de emergencia de las vitroplantas. En ellas se observó un adecuado desarrollo del hipocotilo, de aspecto vigoroso, y no hubo presencia de contaminación fúngica o bacteriana.

En otro estudio mencionado por los mismos autores se pudo constatar que la especie puede ser propagada vegetativamente a través de estacas. Entre los niveles de temperatura probados el más adecuado es 21°C. Sin embargo, a medida que se aumentó la temperatura, se observó una tendencia a una mayor producción de raíces. Para todos los niveles de temperatura se obtuvo una baja supervivencia, que varió entre 29 y 35%. En vivero las estacas tuvieron una supervivencia cercana al 50%.

Un estudio de Cob *et al.* (2010) señala que el cultivo *in vitro* de *Persea lingue* a partir de secciones apicales de microtallos, utilizando como material vegetal inicial embriones maduros, arrojó resultados exitosos. Asimismo, se evidencia la viabilidad en las fases de proliferación y elongación caulinar como etapas clave en el proceso de propagación vía organogénesis *in vitro*.

Usos

Sus hojas son empleadas en medicina popular como astringente. Las hojas son tóxicas para el ganado.

Su corteza tiene un gran contenido de taninos (cerca de 25%), por lo que se la empleó

¹² <http://www.cblltda.cl/index.php/redes-sociales/11-produccion/118-lingue>

ampliamente en curtiduría y también como material tintóreo para teñir de café.

Su madera es de color amarillo o rojizo, liviana, compacta y de gran estabilidad dimensional. Es de excelente calidad para mueblería y construcciones, liviana, pero compacta y fácil de trabajar. Lamentablemente la especie se ha usado en forma intensa, de modo que los ejemplares maderables son muy escasos, quedando en los bosques naturales solo renovals remanentes de talas anteriores.

La madera de lingue fue muy utilizada en mueblería, pisos (tablas y *parquets*), revestimientos interiores, puertas, ventanas, enchapados y también en otros usos como embarcaciones, mangos de herramientas y otros.



Figura N° 3
APARIENCIA DE LA MADERA DE LINGUE

Características de la Madera

Existe una marcada diferenciación entre la albura y el duramen, siendo este último de color heterogéneo, café claro con tinte rojizo y dorado. La albura, en tanto, presenta un color amarillento (Cuevas, 1983). Los anillos de crecimiento son notorios pero escasamente delimitados. Los vasos son solitarios, con diámetros entre los 60 y 180 micrómetros, y largos entre 0,2 y 0,8 milímetros. Los radios medulares son heterogéneos, uniseriados a tetraseriados, con 12 y hasta 30 células de altura. El parénquima longitudinal es escaso y se encuentra rodeando a los vasos (Díaz-Vaz et al., 1986).

- Propiedades Físicas y Mecánicas

Según Pérez (1983) las propiedades físicas y mecánicas de la madera permiten calificarla como de resistencia mecánica mediana, en situación similar a tino (*Weinmannia trichosperma* Cav.), alerce ((*Fitzroya cupressoides* (Molina) I. M. Johnst.), ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.), coihue ((*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Blume), raulí (*Nothofagus alpina* (P. et E.) Oerst.) y roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Blume).

En los Cuadros N° 1 y N° 2 se entregan las principales propiedades físicas y mecánicas de la madera.

**Cuadro N° 1
PROPIEDADES FÍSICAS**

Propiedad	Estado Verde			Estado Seco (CH=12%)		
	Aparente	Básica	Anhidra	Aparente	Básica	Anhidra
Densidad (kg/m ³)	855	491	612	618	530	581
Durabilidad	Madera moderadamente durable de la cual se espera una vida útil superior a 5 años e inferior a 15 años, cuando está en servicio y sin tratamiento preservante, usada en contacto con el suelo bajo condiciones climáticas normales en Chile.					
Contracción (%)	Desde el Estado Verde a CH = 0%					
	Tangencial		Radial		Volumétrica	
	9,0		4,5		13,5	

(Fuente: Pérez, 1983).
CH: Contenido de Humedad

**Cuadro N° 2
PROPIEDADES MECÁNICAS**

Propiedad	Unidad	Verde	Seco CH = 12%
Flexión Estática			
Tensión en Límite Proporcional	kg/cm ²	294,0	315,0
Módulo de Ruptura	kg/cm ³	505,0	790,0
Módulo de Elasticidad	t/cm ²	81,5	102,5
Tenacidad			
Resistencia Rotura Tangencial	N * cm.	2.503,6	1.945,6
Resistencia Rotura Radial	N * cm.	1.811,0	1.679,1
Compresión Paralela			
Tensión en Límite Proporcional	kg/cm ²	180,0	320,0
Tensión Máxima	kg/cm ³	231,0	445,0
Módulo de Elasticidad	t/cm ²	100,0	123,2
Compresión Normal			
Tensión en Límite Proporcional	kg/cm ²	42,0	95,0
Tensión Máxima	kg/cm ²	-	-
Cizalle			
Tensión Rotura Tangencial	kg/cm ²	71,0*	111,0*
Tensión Rotura Radial	kg/cm ²		
Tracción Normal			
Tensión Rotura Tangencial	kg/cm ²	45,0*	58,0*
Tensión Rotura Radial	kg/cm ²		
Dureza (Janka)			
Resistencia Normal a las Fibras	Kg	310,0	415,0
Resistencia Paralela a las Fibras	Kg	340,0	505,0

(Fuente: Pérez, 1983).
CH: Contenido de Humedad *Valores medios para tangencial y radial.

- Preservación

De acuerdo a su tratabilidad, entendida como la facilidad con que un líquido atraviesa la madera en respuesta a una diferencia de presión, y la retención que se logra con diferentes preservantes en el proceso, se clasifica a la madera según la dificultad de tratarla. De acuerdo a esto lingue es una madera difícil de tratar (Cuadro N° 3), solo se calificaría como tratable la madera de albura empleando CCA.

**Cuadro N° 3
TRATABILIDAD**

Preservante	Difícil de Tratar $R < 120 \text{ kg/m}^3$		Tratable $120 \leq R \leq 240 \text{ kg/m}^3$		Fácil de Tratar $R > 240 \text{ kg/m}^3$	
	Albura	Duramen	Albura	Duramen	Albura	Duramen
Hidrosoluble Tipo CCA		X	X			
A base de pentaclorofenol	X	X				
Creosota	X	X				

(Fuente: Pérez, 1983).

- **Secado**

Siendo algo poco habitual en las maderas nativas del sur de Chile, lingue es fácil de secar en forma natural. Se calcula que se requiere un año por cada centímetro de espesor. Durante el proceso, las tablas de lingue no se tuercen ni doblan y las dimensiones cortadas en barracas no se alteran notablemente (Hall y Witte, 1998).

En secado artificial, el Lingue presenta algunas complicaciones en el proceso. A veces aparecen células colapsadas y grietas en cara y cabeza. La temperatura recomendable promedio no debería exceder los 65° C (Hall y Witte, 1998). Después de secada es dimensionalmente estable.

- **Trabajabilidad y Encolabilidad**

No existen estudios tecnológicos que definan las variables técnicas que otorgan una calidad superficial óptima para la madera de lingue, cuando es sometida a procesos de cepillado, lijado, torneado y moldurado. La misma situación se repite con la aptitud de la madera para formar uniones encoladas, sean de uso interior o exterior.

- **Chapas**

No existen registros de estudios tecnológicos en el área de chapas foliadas. En este ámbito hay que definir las temperaturas adecuadas de maceración de la madera, el rendimiento del proceso, las calidades de chapas, y la temperatura de secado óptima de las láminas.

- **Extraíbles**

La corteza del lingue tiene un gran porcentaje de taninos (25% aproximadamente), sustancia empleada en la curtiembre. En la medicina popular se utilizan sus hojas como astringentes (Hall y Witte, 1998).

Aspectos de Manejo

En términos generales, la especie no es muy exigente respecto de suelo y clima (Díaz-Vaz *et al.*, 1986), pero en el centro del país requiere terrenos bastante húmedos. Crece en terrenos más o menos profundos y húmedos, generalmente bajo los 700 msnm. No es mayormente exigente en cuanto a la luz, se la puede plantar a sol o semisombra. Debe recibir riego de abundante a medio. Se le pueden efectuar podas de formación, de estimulación de dominancias apical o lateral o de limpieza. De crecimiento rápido, en tres años puede alcanzar 2,5 m. Retoña vigorosamente luego de talados los árboles.

No existen estudios a nivel de la especie, sino que para las asociaciones boscosas conocidas como tipos forestales. Lingue es una especie frecuente en los Tipos Forestales Esclerófilo, Siempreverde y Roble-Raulí-Coihue. En estos tipos forestales el lingue participa como una especie secundaria y las experiencias silviculturales existentes para ellos están normalmente orientadas a las especies principales.

Un ejemplo de lo anterior es la información técnica generada por INFOR¹³, que indica que de acuerdo a investigación y seguimiento en el Tipo Forestal Siempreverde o renovales de este, se ha identificado una alta variabilidad y complejidad de esta comunidad vegetal, lo que dificulta la indicación de prescripciones concretas.

Se ha identificado una serie de situaciones de desarrollo de estos bosques, atendiendo a su estado de conservación, condición de sitio y composición arbórea, y se ha originado un conjunto de recomendaciones de intervención que conforman en gran parte las Normas de Adhesión que regulan el manejo de los bosques nativos de acuerdo a la legislación vigente.

Estas normas, para el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue que incluye a lingue, son pautas silviculturales de manejo aplicable a los renovales de este tipo forestal, están vigentes desde el año 1994 y nacen como una opción a los planes de manejo convencionales para el bosque nativo regulados por el Decreto Ley 701 y el Decreto Supremo N°259. Sin embargo, se han detectado limitaciones en su aplicación práctica, entre las que se cuentan su concepción de corto plazo, la falta de efectividad para promover intervenciones técnicamente adecuadas en el bosque, las dificultades de control en terreno debido a la heterogeneidad del recurso forestal y el excesivo tiempo y esfuerzo necesarios para la fiscalización efectiva del manejo (Olave y Cabello, 1995, cit. por Lara *et al.*, 1999).

Se restringe la aplicación de estas normas a rodales no mayores de 20 ha, con un límite de 500 ha por predio, que pertenezcan a los siguientes subtipos forestales definidos en esta norma:

- Renovales de Roble-Raulí
- Renovales de Coihue
- Renovales de Roble-Raulí que incluyen Coihue
- Renovales de Roble-Raulí con especies tolerantes
- Renovales de Coihue con especies tolerantes

Donoso *et al.* (1999) señalan que para aplicar silvicultura apropiada a los bosques del Tipo Forestal Siempreverde es fundamental, debido a su complejidad y fragilidad, tener claras las características y restricciones del suelo, de la topografía, de las precipitaciones y de la interacción que se produce entre ellas; también conocer las características autoecológicas y la ecología de la regeneración de todas las especies del bosque en que se pretenda intervenir.

Asimismo, estos autores establecen y justifican que en las situaciones de bosques del tipo Siempreverde, alterados o no, y con presencia de varios estratos y una alta concentración de individuos tolerantes con diámetros bajos y medios, no deben aplicarse métodos de tala rasa o árbol semillero, a objeto de evitar pérdidas en la regeneración. No obstante, de no existir la situación anterior, sería posible aplicar talas rasas en fajas alternas o en bosquetes, puesto que la mayor parte de las especies acomoda sus requerimientos de luz o sombra, temperatura y humedad a estas intervenciones. Finalmente, concluyen que debido a las características del medioambiente y a la composición y estructura de estos bosques, los métodos recomendables a futuro serían los de protección y los de selección.

La idea es que a través de los métodos de cortas en fajas y de protección, se llegue en el mediano plazo a bosques un poco más simples y productivos en los que se apliquen solo métodos

¹³ www.gestiónforestal.cl

de protección uniforme y selección, respetándose al máximo las funciones naturales de los bosques.

Situación Actual

La situación actual del lingue es de bastante desconocimiento, debido fundamentalmente a la intensa utilización anterior, que disminuyó su superficie y sus existencias madereras, originando que su madera prácticamente desapareciera del mercado.

Esta situación ha conducido a un escaso interés por la especie y a la falta de incentivos para su estudio y recuperación.

Es necesario un esfuerzo por redescubrir esta especie a nivel nacional, conservarla y recuperarla, ya que no solo es importante por su valiosa madera sino también por su rol en los nichos ecológicos que ocupa, en los cuales se desarrolla fauna y flora del país.

Un aspecto interesante sería prospectar su uso y mercado para madera de pequeñas dimensiones, que puede ser obtenida del manejo sostenible de renovales y que podría ser de gran valor para pequeños productores en el ámbito de la mueblería u otros usos de gran valor agregado.

RODALES ESTUDIADOS

Para la descripción de rodales naturales de lingue se seleccionaron diferentes sectores en la Región del Bío-bío con el fin de establecer parcelas temporales y recopilar las principales variables de interés.

Inicialmente se recopiló información acerca de la presencia de rodales naturales en la región, recurriendo para esto a información del Catastro Vegetacional (CONAF-CONAMA-BIRF, 1999), a diversos antecedentes derivados de la experiencia de los investigadores de INFOR y a otras fuentes.

Se efectuó una prospección de bosques en la región intentando seleccionar distintas y frecuentes situaciones de crecimiento, desde renoval hasta estado adulto, estableciendo la presencia de lingue a través de agrupaciones de árboles en una misma superficie. Las situaciones seleccionadas para el estudio son las indicadas en el Cuadro N° 4 y Figuras N° 4 a N° 8.

Cuadro N° 4
UBICACIÓN DE RODALES SELECCIONADOS

Rodal	Comuna	Nombre	Coordenadas		Altitud (msnm)
			Latitud	Longitud	
1	El Carmen	El Huemul	0250269	5912354	510
2	Cañete	El Descanso, camino Piedra del Águila	0659922	5815376	614
3	Contulmo	Cuesta Contulmo	0655549	5787659	367
4	Nacimiento	Los Patos Carrizal	0680306	5853104	732



Figura N° 4
UBICACIÓN RODALES SELECCIONADOS

Rodal 1

Sector: El Huemul
 Comuna: El Carmen
 Propietario: Hernán Sandoval
 Coordenadas: 19H 0250269 - 5912354
 Parcela: Rectangular de 1000 m² (50m x 20m)
 Especies asociadas: Roble, mañío, peumo, canelo, avellano (*Gevuina avellana* Mol.), olivillo (*Aextoxicon punctatum* R. et Pav.)



Figura N° 5
RODAL 1. ELCARMEN

Rodal 2

Sector: El Descanso, camino Piedra del Águila
 Comuna: Cañete
 Propietario: Ramón Mora
 Coordenadas: 18H 0659922 - 5815376
 Parcela: Rectangular de 1000 m² (50m x 20m)
 Especies asociadas: Roble, coihue, avellano, olivillo, arrayán.



Figura N° 6
RODAL 2. CAÑETE

Rodal 3

Sector: Cuesta Contulmo
 Comuna: Contulmo
 Coordenadas: 18H 0655549 - 5787659
 Parcela: Rectangular de 1000 m² (50m x 20m)
 Especies asociadas: Coihue, avellano, tineo, arrayán.



Figura N° 7
RODAL 3. CONTULMO

Rodal 4

Sector: Los Patos, Carrizal
 Comuna: Nacimiento
 Coordenadas: 18H 0680306 - 5853104
 Parcela: Rectangular de 1000 m² (50m x 20m)
 Especies asociadas: Roble, avellano, arrayán.



Figura N° 8
RODAL 4. NACIMIENTO

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y RESULTADOS

Los resultados de las variables de rodal medidas en cada uno de los rodales muestreados se presentan a continuación.

Diámetro

Los valores registrados para el diámetro a la altura del pecho (DAP) en cada rodal muestreado se presentan en el Cuadro N° 5.

Cuadro N° 5
VALORES DE DAP OBTENIDOS SEGÚN RODAL

Rodal	Número Árboles (árb/ha)	Media (cm)	D.E.	Valor Mínimo (cm)	Valor Máximo (cm)
Cañete	86	12,9	4,5	5,0	25,0
Contulmo	44	13,8	5,6	5,0	25,2
El Carmen	29	36,3	15,7	10,5	59,7
Nacimiento	555	9,20	2,6	4,2	18,8

Destaca el alto valor de DAP registrado en El Carmen, rodal que corresponde a una situación de mayor desarrollo, lo que se refleja también en que es el rodal con el menor número de árboles de lingue presente por hectárea.

Por el contrario, el menor valor se registró en el rodal de Nacimiento, en donde se observó una situación de un mucho mayor número de árboles, situación que corresponde a una etapa de crecimiento juvenil en un monte bajo con un alto número de árboles y varios retoños por pie, situación originada después de una corta (Figura N° 9).

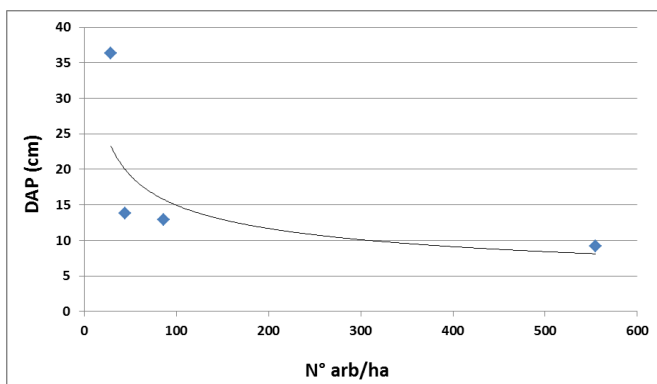
Situación similar se aprecia en los valores mínimos y máximos registrados en cada rodal, en donde se registran valores de DAP superiores y también valores mínimos semejantes, lo que es

consecuencia de los procesos de competencia y regeneración presentes en los rodales.

Esta situación también puede ser observada al relacionar el DAP obtenido en cada rodal, con el número de árboles de lingüe presente por hectárea (Figura N° 10).



**Figura N° 9
RODAL NACIMIENTO**



**Figura N° 10
DAP PROMEDIO SEGÚN NÚMERO DE ÁRBOLES**

Se observa claramente que a medida que aumenta el número de árboles disminuye el valor del DAP, lo que es normal en los rodales en donde una mayor competencia se refleja en un menor valor del diámetro.

Esto refleja las distintas condiciones de crecimiento muestreadas, desde situaciones de alta densidad de árboles (Nacimiento) hasta situaciones de mayor desarrollo (El Carmen).

Se observan también dos situaciones intermedias que también son concordantes al observar los DAP obtenidos.

Altura

Los valores de las alturas registradas en cada rodal se indican en el Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6
VALORES DE ALTURA OBTENIDOS SEGÚN RODAL

Rodal	Número Árboles (árb/ha)	Media (m)	D.E.	Valor Mínimo (m)	Valor Máximo (m)
Cañete	86	12,3	3,8	3,0	20,5
Contulmo	44	11,3	3,2	5,0	17,7
El Carmen	29	20,2	5,7	8,4	30,2
Nacimiento	555	10,5	1,5	6,3	13,6

Al igual que en el caso del DAP, destaca el mayor valor en altura registrado en el rodal de El Carmen, con algo más de 20 m, lo que como ya se comentó corresponde a una situación de mayor desarrollo, reflejada también en el menor número de árboles.

Por el contrario, en los otros tres rodales se observa una altura similar bordeando los 10 m y los valores mínimos y máximos de altura son muy diferentes, lo que es consecuencia de los procesos de competencia presentes en los rodales.

Esta situación también puede ser observada al relacionar la altura obtenida en cada rodal, con el número de árboles de lingue presente por hectárea (Figura N° 11).

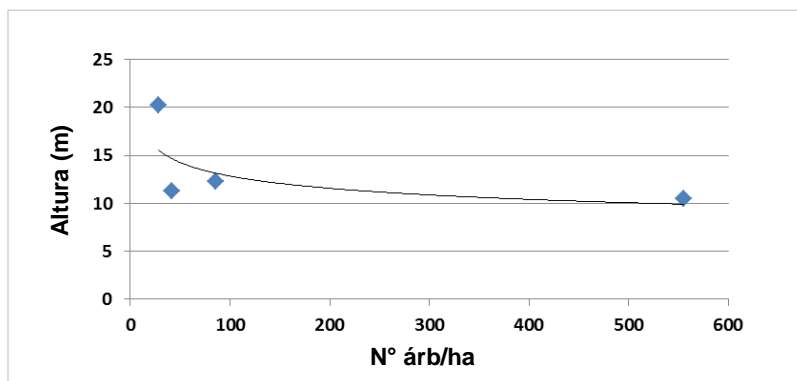


Figura N° 11
ALTURA PROMEDIO SEGÚN NÚMERO DE ÁRBOLES

Se observa que a medida que disminuye el número de árboles aumenta la altura de los árboles de lingue, lo que es normal en este tipo de rodales, en donde además de la competencia interespecífica, existe competencia con otras especies presentes.

Relación Altura - Diámetro

La relación Altura – DAP (Figura N° 12) obtenida de todos los rodales muestreados indica valores esperables para formaciones vegetales de este tipo y no presentan mayores desviaciones.

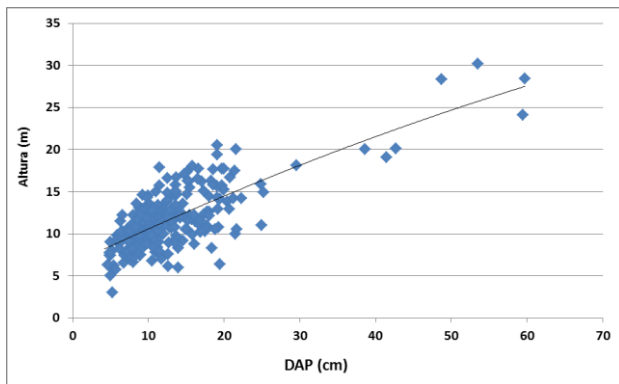


Figura N° 12
RELACIÓN ALTURA - DAP RODALES MUESTREADOS

Se aprecia un desarrollo normal de la relación Altura - DAP, en la cual a medida que aumenta el DAP aumenta la altura de los árboles. Se destacan los valores de DAP máximos registrados y como ello corresponden a árboles de mayor altura.

La tendencia es semejante en los distintos rodales como puede observarse en la Figura N° 13, que muestra separadamente la relación Altura – DAP para los distintos rodales.

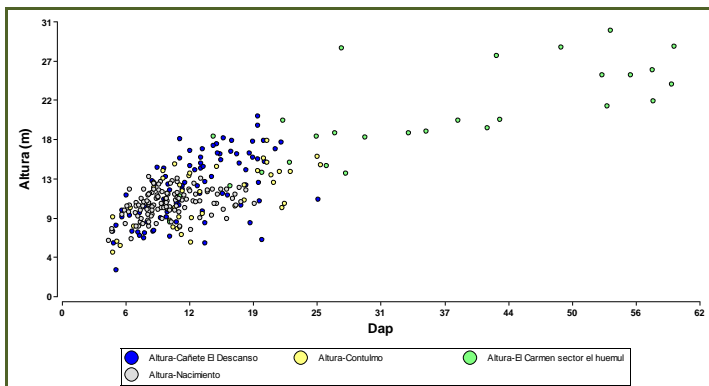


Figura N° 13
RELACIÓN ALTURA - DAP SEGÚN RODAL

Se observan claramente los mayores valores de altura alcanzados en el rodal de El Carmen, y los menores en el de Cañete. Las distribuciones son las esperadas en formaciones forestales, con tendencias claras en la relación.

Área Basal

El área basal es una medida de la ocupación del sitio por una especie determinada y relaciona el diámetro de los árboles con su frecuencia en la unidad de superficie.

Los valores del área basal encontrados en lingue en cada rodal muestreado se presentan gráficamente en la Figura N° 14.

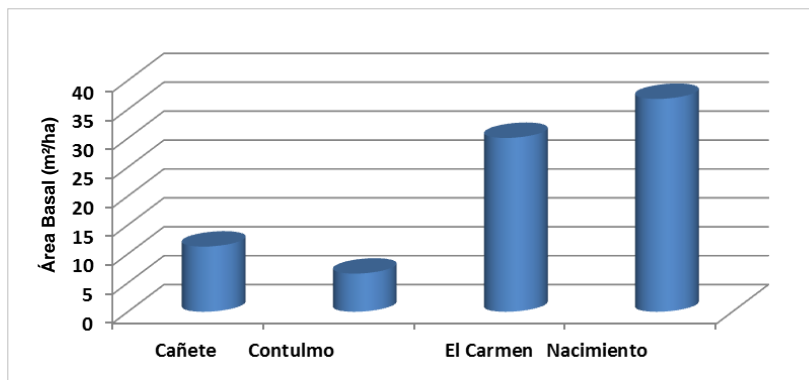


Figura N° 14
ÁREA BASAL REGISTRADA EN LOS RODALES

Los mayores valores de área basal se relacionan directamente con situaciones de mayor número de árboles (Nacimiento) o de mayores diámetros (El Carmen).

Por su relación directa con el número de árboles, esta variable es un indicador para posibles esquemas de manejo a aplicar según objetivos productivos, intentando establecer una adecuada relación en la ocupación del sitio entre el número de árboles y el crecimiento de ellos. También es una variable relevante para el desarrollo de modelos de crecimiento o rendimiento.

Distribución Espacial

Se tomó la información sobre la distribución espacial de los árboles dentro de la parcela, de modo tal que se puede visualizar gráficamente la distribución de los árboles registrados en las parcelas de 1/10 ha correspondientes a los 4 rodales estudiados (Figuras N° 15, N° 16, N° 17 y N° 18).

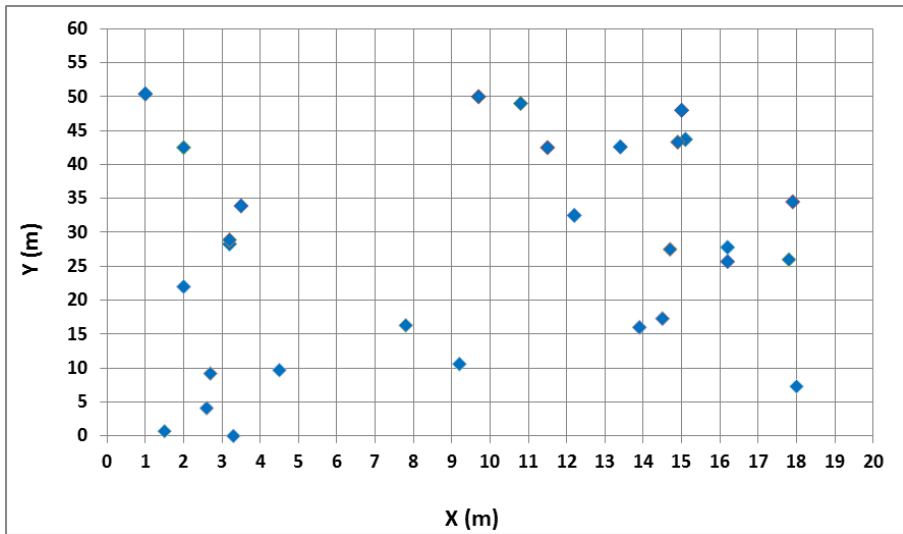


Figura N° 15
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÁRBOLES DE LINGUE RODAL EL CARMEN

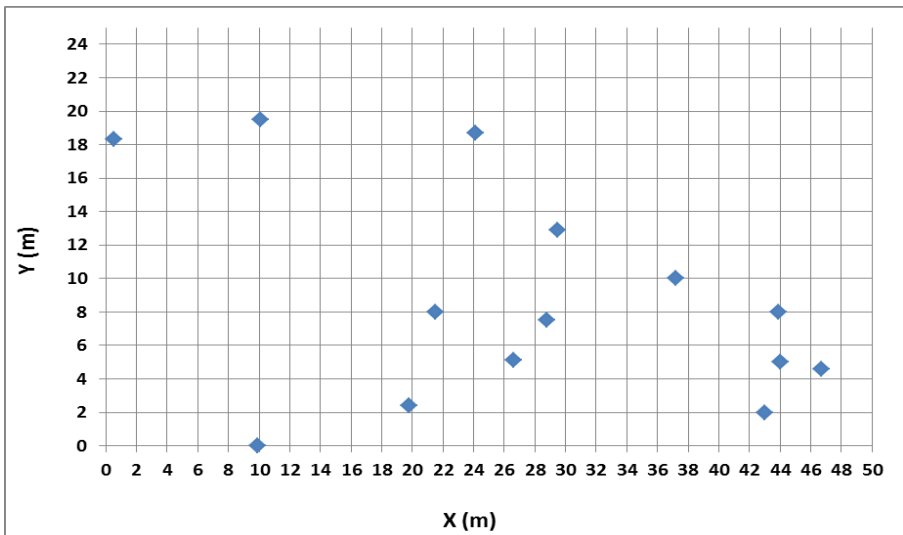


Figura N° 16
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÁRBOLES DE LINGUE RODAL CONTULMO

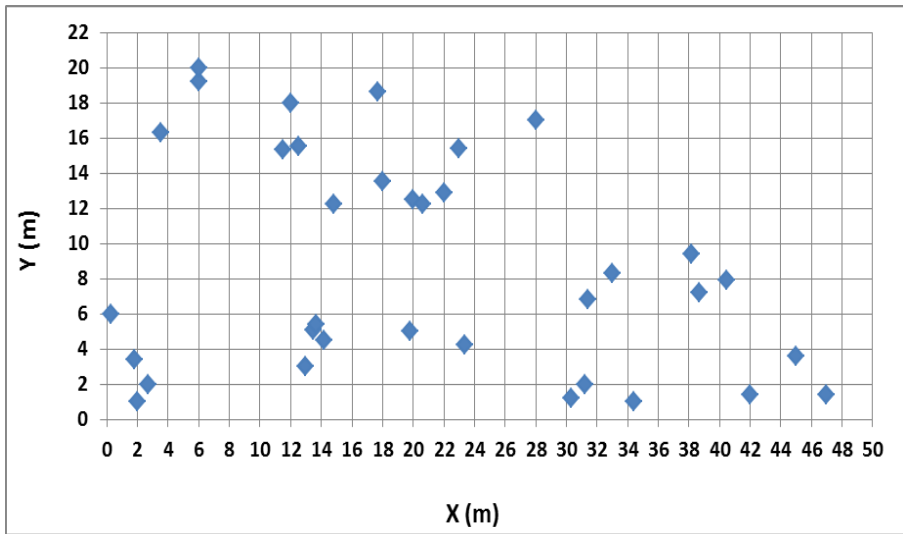


Figura N° 17
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÁRBOLES DE LINGUE RODAL CAÑETE

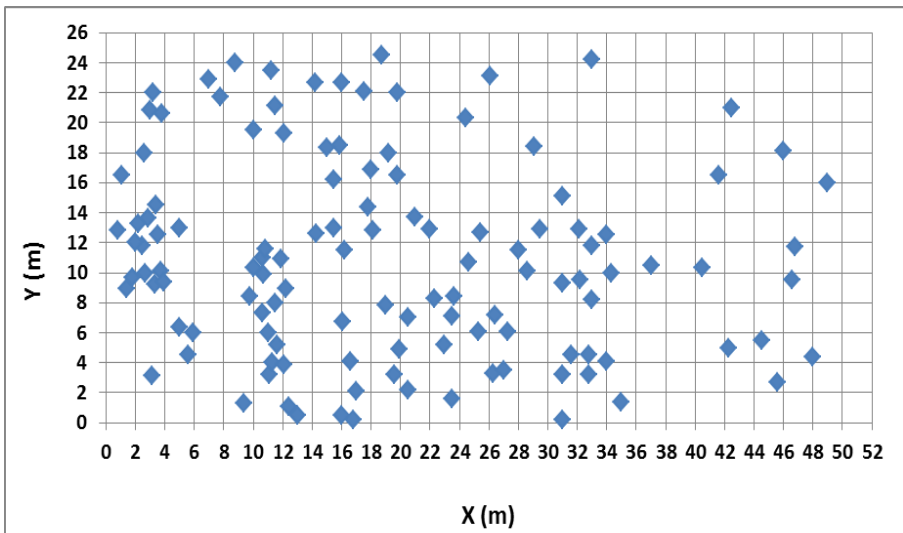


Figura N° 18
DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ÁRBOLES DE LINGUE RODAL NACIMIENTO

Distribución de Frecuencias de Diámetros y Alturas

En los Cuadros N° 7 y N° 8 se muestra las frecuencias de DAP y Altura, respectivamente, obtenidas para cada uno de los rodales.

Estas distribuciones permiten revisar la situación de los rodales y establecer las opciones de manejo a seguir de acuerdo con su estado actual y el objetivo de este manejo, incluyendo intervenciones con fines productivos, sanitarios u otros, como establecimiento de áreas productoras de semillas.

Cuadro N° 7
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE DIÁMETRO OBTENIDAS SEGÚN RODALES

Rodal	Clase	Límite Inferior (cm)	Límite Superior (cm)	Marca de Clase (cm)	Frecuencia	Frecuencia Relativa (%)
Cañete	1	5,0	8,3	6,7	16,0	19
	2	8,3	11,7	10,0	22,0	26
	3	11,7	15,0	13,3	19,0	22
	4	15,0	18,3	16,7	15,0	17
	5	18,3	21,7	20,0	13,0	15
	6	21,7	25,0	23,3	1,0	1
Contulmo	1	5,0	9,0	7,0	9,0	20
	2	9,0	13,1	11,1	16,0	36
	3	13,1	17,1	15,1	5,0	11
	4	17,1	21,2	19,1	8,0	18
	5	21,2	25,2	23,2	6,0	14
El Carmen	1	10,5	22,8	16,7	7,0	24
	2	22,8	35,1	29,0	7,0	24
	3	35,1	47,4	41,3	6,0	21
	4	47,4	59,7	53,6	9,0	31
Nacimiento	1	4,2	5,8	5,0	49,0	9
	2	5,8	7,4	6,6	89,0	16
	3	7,4	9,1	8,3	160,0	29
	4	9,1	10,7	9,9	125,0	23
	5	10,7	12,3	11,5	70,0	13
	6	12,3	13,9	13,1	27,0	5
	7	13,9	15,6	14,7	20,0	4
	8	15,6	17,2	16,4	11,0	2
	9	17,2	18,8	18,0	4,0	1

Cuadro N° 8
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE ALTURAS OBTENIDAS SEGÚN RODALES

Rodal	Clase	Límite Inferior (cm)	Límite Superior (cm)	Marca de Clase (cm)	Frecuencia	Frecuencia Relativa (%)
Cañete	1	3,0	5,9	4,5	1,0	1
	2	5,9	8,8	7,4	17,0	20
	3	8,8	11,8	10,3	22,0	26
	4	11,8	14,7	13,2	18,0	21
	5	14,7	17,6	16,1	21,0	24
	6	17,6	20,5	19,0	7,0	8
Contulmo	1	5,0	7,5	6,3	5,0	12
	2	7,5	10,1	8,8	12,0	29
	3	10,1	12,6	11,4	8,0	19
	4	12,6	15,2	13,9	13,0	31
	5	15,2	17,7	16,4	4,0	10
El Carmen	1	8,4	13,9	11,1	3,0	11
	2	13,9	19,3	16,6	11,0	39
	3	19,3	24,8	22,0	6,0	21
	4	24,8	30,2	27,5	8,0	29
Nacimiento	1	6,3	7,5	6,9	3,0	2
	2	7,5	8,7	8,1	13,0	11
	3	8,7	10,0	9,3	22,0	18
	4	10,0	11,2	10,6	43,0	36
	5	11,2	12,4	11,8	30,0	25
	6	12,4	13,6	13,0	10,0	8

Composición de Especies

En cada rodal muestreado fue posible observar que lingue se presenta en conjunto con otras especies nativas.

La composición arbórea registrada y las principales variables de rodal según especie y rodal se indican en los Cuadros N° 9 y N° 10 y gráficamente en las Figuras N° 19 y N° 20.

**Cuadro N° 9
DAP SEGÚN ESPECIE Y RODAL**

Rodal	Especie	Media (cm)	D.E.	Valor Mínimo (cm)	Valor Máximo (cm)	N°
Cañete	Arrayan	7,9	1,7	5,5	11,1	12
	Avellanillo ¹⁴	10,1	3,6	6,1	18,6	17
	Avellano	9,8	3,3	5,2	18,4	69
	Canelo	8,5	0,0	8,5	8,5	1
	Coigue	29,8	22,5	10,6	62,2	4
	Lingue	12,9	4,6	5,0	25,0	86
	Olivillo	14,2	6,2	9,8	18,6	2
	Roble	25,3	12,6	8,5	52,0	10
Contulmo	Arrayan	8,1	2,4	5,7	17,3	29
	Avellanillo	12,1	0,0	12,1	12,1	1
	Avellano	11,8	4,0	5,8	20,3	60
	Coigue	42,6	12,4	17,4	62,8	18
	Lingue	13,8	5,6	5,0	25,2	44
	Maqui ¹⁵	8,1	1,9	5,4	10,0	5
	Radal ¹⁶	8,4	0,0	8,4	8,4	1
	Tineo	5,8	0,4	5,5	6,4	4
Ulmo	12,7	0,0	12,7	12,7	1	
El Carmen	Avellanillo	17,7	9,1	10,6	31,1	4
	Avellano	32,3	10,4	19,5	50,5	8
	Canelo	31,4	13,4	21,9	40,8	2
	Lingue	36,3	15,7	10,5	59,7	29
	Maño	21,8	6,8	12,8	40,4	25
	Olivillo	9,8	3,0	7,0	17,6	19
	Peumo	19,0	3,4	13,4	22,7	6
Roble	69,9	27,8	45,3	100,0	3	
Nacimiento	Arrayan	5,9	2,27	4,3	8,5	3
	Avellano	11,2	2,98	4,1	17,5	38
	Lingue	9,19	2,63	4,2	18,8	555
	Roble	30,43	6,56	23,3	39,2	4

¹⁴ *Lomatia dentada* (Ruiz & Pav.) R. Br.

¹⁵ *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz

¹⁶ *Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels. ex Macbr.

**Cuadro N° 10
ALTURA SEGÚN ESPECIE Y RODAL**

Rodal	Especie	Media (m)	D.E.	Valor Mínimo (m)	Valor Máximo (m)
Cañete	Arrayan	6,8	2,0	3,0	10,0
	Avellanillo	9,6	3,5	4,0	14,8
	Avellano	10,4	2,4	6,0	17,5
	Canelo	9,9	1,0	9,9	9,9
	Coigue	16,0	6,2	10,3	23,3
	Lingue	12,3	3,8	3,0	20,5
	Olivillo	13,9	3,3	11,6	16,2
	Roble	21,6	5,2	11,9	26,8
Contulmo	Arrayan	7,7	2,4	2,5	15,8
	Avellanillo	14,3	1,0	14,3	14,3
	Avellano	12,0	2,7	7,3	17,3
	Coigue	26,3	5,9	10,7	35,5
	Lingue	11,3	3,2	5,0	17,7
	Maqui	8,9	2,0	6,6	11,0
	Radal	6,6	1,0	6,6	6,6
	Tineo	6,3	0,5	6,0	7,0
	Ulmo	10,0	1,0	10,0	10,0
El Carmen	Avellanillo	14,3	4,1	8,7	18,5
	Avellano	17,6	3,5	13,7	25,0
	Canelo	20,1	5,7	16,1	24,1
	Lingue	20,2	5,7	8,4	30,2
	Mañío	16,5	2,6	12,8	22,9
	Olivillo	9,3	2,9	5,0	13,3
	Peumo	16,7	5,0	7,6	22,0
	Roble	24,6	6,5	19,2	31,8
Nacimiento	Arrayan	6,9	0,14	6,8	7,0
	Avellano	12,0	1,9	9,2	15,1
	Lingue	10,5	1,5	6,3	13,6
	Roble	17,4	0,7	16,6	17,8

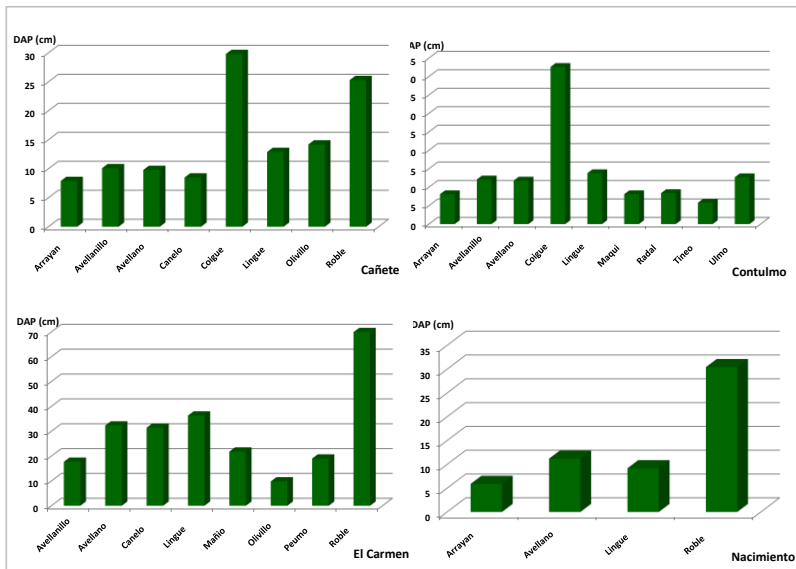


Figura N° 19
DAP SEGÚN ESPECIE Y RODAL

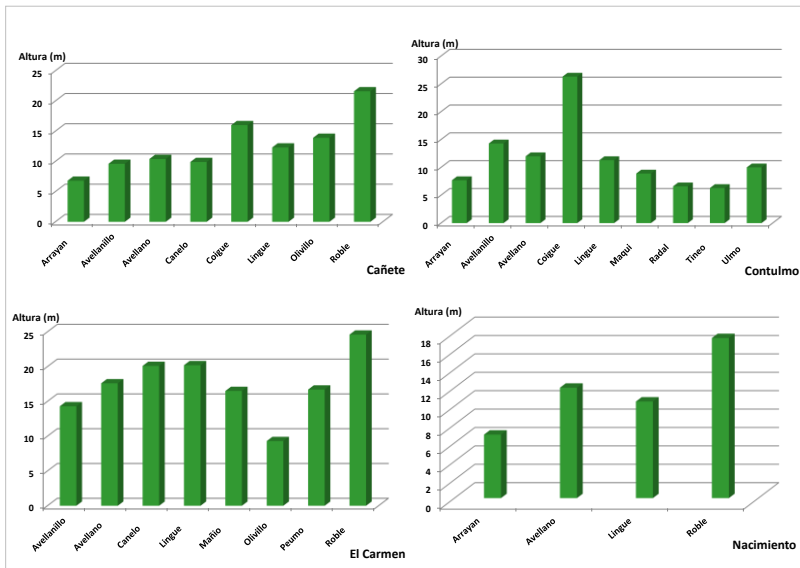


Figura N° 20
ALTURA SEGÚN ESPECIE Y RODAL

CONCLUSIONES

La información reunida en los rodales muestreados en la región del Biobío confirma que lingue no conforma bosques puros y que es una especie secundaria en los tipos forestales en los que participa. En el caso de la región, es frecuente en los bosques de Malleco, principalmente en el Tipo Forestal Roble-Raulí-Coihue, en sectores interiores y en sectores del valle central y la cordillera de la costa.

Los rodales estudiados reflejan diversas situaciones de formaciones naturales de lingue en la región, desde bosque adulto, donde se aprecian diámetros superiores y un menor número de fustes, hasta rodales de monte bajo, con abundante retoñación y diámetros y alturas menores. En los distintos rodales estudiados la especie aparece asociada con arrayán, avellanillo, avellano, canelo, coihue, maqui, mañío, olivillo, peumo, radal, roble, tineo y ulmo.

La participación de lingue se aprecia muy variable en las situaciones muestreadas, con densidades medias de 29 a 555 árb/ha; diámetros medios de 9,2 a 36,3 cm, con máximos de 59, cm y mínimos de 4,2 cm; y alturas medias de 10,5 a 22,2 m, con máximos de 30,2 m y mínimos de 13,6 m. Esta fuerte variabilidad obedece a diferentes calidades de sitio y a intervenciones extractivas anteriores que han reducido la densidad o han generado montes bajos con numerosos retoños desde las cepas.

Los mayores diámetros máximos registrados en los rodales estudiados se dan para lingue, canelo, avellano y roble (36,3; 31,4; 32,3 y 69,9 cm, respectivamente) en el rodal de El Carmen, en tanto que los mayores diámetros máximos para coihue se encontraron en el rodal de Contulmo (42,6 cm).

Lingue es una importante especie maderera para usos como la mueblería fina y puertas, ventanas y revestimientos interiores en la construcción, para los cuales a menudo se buscan maderas valiosas y decorativas, fáciles de secar y trabajables y estables en sus dimensiones. Lamentablemente, los bosques comerciales de esta especie se encuentran prácticamente desaparecidos como producto de su intensa utilización en el pasado sin prácticas de manejo forestal sostenible.

La situación planteada genera necesidades de investigación para la conservación de la especie y para su recuperación como especie productiva y esta investigación debe cubrir todos los eslabones de la cadena productiva, desde su propagación y manejo silvícola posterior hasta su utilización, incluyendo aspectos como cosecha, aserrío, secado, terminaciones, foliado o debobinado y otros.

El trabajo realizado en los rodales de la región del Biobío es un primer paso para una base de información sobre el recurso, pero esta prospección deberá ampliarse hacia el resto de la distribución natural de la especie, principalmente hacia la parte sur de esta en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y los Lagos.

Una vez establecida la base de información se dispondrá de antecedentes para establecer rodales semilleros; para desarrollar técnicas de manejo silvícola en renovales y en bosque adulto con el fin de apoyar la aplicación de la legislación vigente sobre fomento a la recuperación y manejo del bosque nativo; y para obtener material para investigación en procesos productivos y desarrollo de productos.

Importantes trabajos inmediatos en la dirección indicada serían los raleos y aclareos en renovales de los tipos forestales en los que participa la especie, técnicas que pueden ofrecer en el mediano plazo bosques comerciales nuevamente. En bosques adultos en tanto, intervenciones silvícolas como plantaciones de enriquecimiento en fajas o en claros pueden contribuir a la recuperación de las formaciones naturales en el mediano y largo plazo. Respecto de esto último, Donoso y Soto (2010) indican que especies semitolerantes, como el lingue, se han desarrollado

muy bien bajo la cobertura de plantaciones jóvenes de coihue y en menor medida bajo la cobertura de raulí. La investigación señala que las plantaciones bajo protección o en claros de dosel parecerían presentarse como una gran oportunidad en todos los ecosistemas forestales del centro-sur de Chile y sería necesario profundizar en estudios tales como el efecto de la productividad bajo diversas condiciones de sitio, interacciones con la vegetación acompañante y efectos de la intensidad lumínica sobre el desarrollo de plantaciones.

Lo anterior requiere en lo inmediato de disponer de material de propagación genéticamente adecuado y de buena calidad, lo cual exige de apropiadas áreas productoras de semillas y del desarrollo de protocolos para la producción de plantas de buena calidad y para el establecimiento de plantaciones. Investigaciones a un horizonte de tiempo mayor serían el establecimiento de huerto semilleros a partir de material seleccionado y un posterior programa de mejoramiento genético.

Tanto en materia de conservación como de mejoramiento genético de lingue, sería conveniente establecer algunos rodales con procedencias y progenies de toda el área de distribución natural de la especie, con el fin de preservar su variabilidad genética. Estos rodales tendrían que ser establecidos en fajas o en bosquetes bajo la protección de bosques de los tipos forestales en donde existe lingue. Esta medida sería también el primer paso para un futuro programa de mejoramiento genético de la especie a partir de una población de mejoramiento constituida con material genético adecuado.

REFERENCIAS

Cob, J.; Sabja, A. M.; Ríos, D.; Lara, A.; Donoso, P.; Arias, L. y Escobar, B., 2010. Potencial de la organogénesis como estrategia para la masificación in vitro de *Persea lingue* en la zona centro-sur de Chile. Revista Bosque (Valdivia) v.31 n.3 Valdivia 2010.

Cuevas, E., 1983. Maderas nativas chilenas de interés en el comercio internacional. CONAF-FAO.

CONAF-CONAMA-BIRF, 1999. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile.

Díaz-Vaz, J. E.; Poblete, H.; Juacida, R. y Devlieger, F., 1986. Maderas Comerciales de Chile.

Donoso, P. J.; González, M. E.; Escobar, B.; Basso, I. y Otero, L., 1999. Viverización y plantaciones de Raulí, Roble y Coihue. En: Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. Eds. D. C. Donoso, C. y Lara, A. Universitaria, Santiago, Chile. pp. 177-244.

Donoso, P. y Soto, D., 2010. Plantaciones con especies nativas en el centro-sur de Chile: Experiencias, desafíos y oportunidades. Revista Bosque Nativo 47: 10 - 17, 2010

Gajardo, R., 1994. La Vegetación Natural de Chile: Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. 1ra ed. Santiago, Chile. 165 p. En: http://museo.florachilena.cl/Regiones_Vegetales/regiones_vegetales.htm

Hall, M. y Witte, J., 1998. Maderas del sur de Chile. Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED).

Lara, A.; Donoso, C.; Donoso, P.; Nuñez, P. y Cavieres, A., 1999. Normas de manejo para raleo de renovales del tipo forestal Roble-Raulí-Coihue. En Silvicultura de los Bosques Nativos de Chile. Eds. Lara, A. y Donoso, C.

Pérez, V., 1983. Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. CONAF-FAO.

Pinilla, J. C. y Navarrete, T., 2013. Reporte de prácticas silvícolas en bosques naturales de la zona centro sur, La situación de lingue y *Salix* chileno en la región del Bío Bío para su uso potencial en bosques plantados. Proyecto 3: Investigación forestal manejo y recuperación de bosque nativo. INFOR – MINAGRI 2013. 94p.

Rodríguez, R., Matthei, O. y Quezada, M., 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile. 408 pp.

REGLAMENTO DE PUBLICACION

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una publicación técnica, científica, arbitrada y seriada, del Instituto Forestal de Chile, en la que se publica trabajos originales e inéditos, con resultados de investigaciones o avances de estas, realizados por sus propios investigadores y por profesionales del sector, del país o del extranjero, que estén interesados en difundir sus experiencias en áreas relativas a las múltiples funciones de los bosques, en los aspectos económicos, sociales y ambientales. Se acepta también trabajos que han sido presentados en forma resumida en congresos o seminarios. Consta de un volumen por año, el que a partir del año 2007 está compuesto por tres números (abril, agosto y diciembre) y ocasionalmente números especiales.

La publicación cuenta con un Consejo Editor institucional que revisa en primera instancia los trabajos presentados y está facultado para aceptarlos, rechazarlos o solicitar modificaciones a los autores. Dispone además de un selecto grupo de profesionales externos y de diversos países, de variadas especialidades, que conforma el Comité Editor. De acuerdo al tema de cada trabajo, este es enviado por el Editor a al menos dos miembros del Comité Editor para su calificación especializada. El autor o los autores no son informados sobre quienes arbitran su trabajo y los trabajos son enviados a los árbitros sin identificar el o los autores.

La revista consta de dos secciones; Artículos Técnicos y Apuntes, puede incluir además artículos de actualidad sectorial en temas seleccionados por el Consejo Editor o el Editor.

- **Artículos:** Trabajos que contribuyen a ampliar el conocimiento científico o tecnológico, como resultado de investigaciones que han seguido un método científico.
- **Apuntes:** Comentarios o análisis de temas particulares, que presenten enfoques metodológicos novedosos, representen avances de investigación, informen sobre reuniones técnicas o programas de trabajo y otras actividades de interés dentro del sector forestal o de disciplinas relacionadas. Los apuntes pueden ser también notas bibliográficas que informan sobre publicaciones recientes, en el país o en el exterior, comentando su contenido e interés para el sector, en términos de desarrollo científico y tecnológico o como información básica para la planificación y toma de decisiones.

ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

Artículos

Los trabajos presentados para esta sección deberán contener Resumen, *Summary*, Introducción, Objetivos, Material y Método, Resultados, Discusión y Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. En casos muy justificados Apéndices y Anexos.

Título: El título del trabajo debe ser representativo del efectivo contenido del artículo y debe ser construido con el mínimo de palabras.

Resumen: Breve descripción de los objetivos, de la metodología y de los principales resultados y conclusiones. Su extensión máxima es de una página y al final debe incluir al menos tres palabras clave que faciliten la clasificación bibliográfica del artículo. No debe incluir referencias, cuadros ni figuras. Bajo el título se identificará a los autores y a pie de página su institución y dirección. El **Summary** es evidentemente la versión en inglés del Resumen.

Introducción: Como lo dice el título, este punto está destinado a introducir el tema, describir lo que se quiere resolver o aquello en lo que se necesita avanzar en materia de información, proporcionar antecedentes generales necesarios para el desarrollo o

compresión del trabajo, revisar información bibliográfica y avances previos, situar el trabajo dentro de un programa más amplio si es el caso, y otros aspectos pertinentes. Los Antecedentes Generales y la Revisión de Bibliografía pueden en ciertos casos requerir especial atención y mayor extensión, si así fuese, en forma excepcional puede ser reducida la Introducción a lo esencial e incluir estos puntos separadamente.

Objetivos: Breve enunciado de los fines generales del artículo o de la línea de investigación a que corresponda y definición de los objetivos específicos del artículo en particular.

Material y Método: Descripción clara de la metodología aplicada y, cuando corresponda, de los materiales empleados en las investigaciones o estudios que dan origen al trabajo. Si la metodología no es original se deberá citar claramente la fuente de información. Este punto puede incluir Cuadros y Figuras, siempre y cuando su información no resulte repetida con la entregada en texto.

Resultados: Punto reservado para todos los resultados obtenidos, estadísticamente respaldados cuando corresponda, y asociados directamente a los objetivos específicos antes enunciados. Puede incluir Cuadros y Figuras indispensables para la presentación de los resultados o para facilitar su comprensión, igual requisito deben cumplir los comentarios que aquí se pueda incluir.

Discusión y Conclusiones: Análisis e interpretación de los resultados obtenidos, sus limitaciones y su posible trascendencia. Relación con la bibliografía revisada y citada. Las conclusiones destacan lo más valioso de los resultados y pueden plantear necesidades consecuentes de mayor investigación o estudio o la continuación lógica de la línea de trabajo.

Reconocimientos: Punto optativo, donde el autor si lo considera necesario puede dar los créditos correspondientes a instituciones o personas que han colaborado en el desarrollo del trabajo o en su financiamiento. Obviamente se trata de un punto de muy reducida extensión.

Referencias: Identificación de todas las fuentes citadas en el documento, no debe incluir referencias que no han sido citadas en texto y deben aparecer todas aquellas citadas en éste.

Apéndices y Anexos: Deben ser incluidos solo si son indispensables para la comprensión del trabajo y su incorporación se justifica para reducir el texto. Es preciso recordar que los Apéndices contienen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos contienen información complementaria que no es de elaboración propia.

Apuntes

Los trabajos presentados para esta sección tienen en principio la misma estructura descrita para los artículos, pero en este caso, según el tema, grado de avance de la investigación o actividad que los motiva, se puede adoptar una estructura más simple, obviando los puntos que resulten innecesarios.

PRESENTACION DE LOS TRABAJOS

La Revista acepta trabajos en español, inglés y portugués, redactados en lenguaje universal, que pueda ser entendido no solo por especialistas, de modo de cumplir su objetivo de transferencia de conocimientos y difusión al sector forestal en general. No se acepta redacción en primera persona.

Formato tamaño carta (21,6 x 27,9 cm), márgenes 2,5 cm en todas direcciones, interlineado sencillo y un espacio libre entre párrafos. Letra Arial 10. Un tab (8 espacios) al inicio de cada párrafo. No numerar páginas. Justificación ambos lados. Extensión máxima trabajos 25 carillas para artículos y 15 para Apuntes. Usar formato abierto, no formatos predefinidos de Word que dificultan la edición.

Primera página incluye título en mayúsculas, negrita, centrado, letra Arial 10, una línea, eventualmente dos como máximo. Dos espacios bajo éste: Autor (es), minúsculas, letra 10 y llamado a pie de página indicando Institución, país y correo electrónico en letra Arial 8. Dos espacios más abajo el Resumen y, si el espacio resulta suficiente, el *Summary*. Si no lo es, página siguiente igual que anterior, el *Summary*.

En el caso de los Apuntes, en su primera página arriba tendrán el título del trabajo en mayúscula, negrita, letra 10 y autor (es), institución, país y correo, letra 10, normal minúsculas, bajo una línea horizontal, justificado a ambos lados, y bajo esto otra línea horizontal. Ej:

EL MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE COMO MOTOR DE EMPRENDIMIENTO DEL MUNDO RURAL: LA EXPERIENCIA EN CHILE. Víctor Vargas Rojas. Instituto Forestal. Ingeniero Forestal. Mg. Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente. vvargas@infor.cl

Título puntos principales (Resumen, *Summary*, Introducción, Objetivos, etc) en mayúsculas, negrita, letra 10, margen izquierdo. Solo para Introducción usar página nueva, resto puntos principales seguidos, separando con dos espacios antes y uno después de cada uno. Títulos secundarios en negrita, minúsculas, margen izquierdo. Títulos de tercer orden minúsculas margen izquierdo.

Si fuesen necesarios títulos de cuarto orden, usar minúsculas, un tab (7 espacios) y anteponer un guion y un espacio. Entre sub títulos y párrafos precedente y siguiente un espacio libre. En sub títulos con más de una palabra usar primera letra de palabras principales en mayúscula. No numerar puntos principales ni sub títulos.

Nombres de especies vegetales o animales: Vulgar o vernáculo en minúsculas toda la palabra, seguido de nombre en latín o científico entre paréntesis la primera vez que es mencionada la especie en el texto, en cursiva (no negrita), minúsculas y primera letra del género en mayúsculas. Ej. pino o pino radiata (*Pinus radiata*).

Citas de referencias bibliográficas: Sistema Autor, año. Ejemplo en citas en texto; De acuerdo a Rodríguez (1995) el comportamiento de..., o el comportamiento de... (Rodríguez, 1995). Si son dos autores; De acuerdo a Prado y Barros (1990) el comportamiento de ..., o el comportamiento de ... (Prado y Barros, 1990). Si son más de dos autores; De acuerdo a Mendoza *et al.* (1990), o el comportamiento ... (Mendoza *et al.*, 1990).

En el punto Referencias deben aparecer en orden alfabético por la inicial del apellido del primer autor, letra 8, todas las referencias citadas en texto y solo estas. En este punto la identificación de la referencia debe ser completa: Autor (es), año. En negrita, minúsculas, primeras letras de palabras en mayúsculas y todos los autores en el orden que aparecen en la publicación, aquí no se usa *et al.* A continuación, en minúscula y letra 8, primeras letras de palabras principales en mayúscula, título completo y exacto de la publicación, incluyendo institución, editorial y otras informaciones cuando corresponda. Margen izquierdo con justificación ambos lados. Ejemplo:

En texto: señalaron que... (Yudelevich *et al.*, 1967) o Yudelevich *et al.* (1967) señalaron ...

En referencias:

Yudelevich, Moisés; Brown, Charles y Elgueta, Hernán, 1967. Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Instituto Forestal. Informe Técnico N° 27. Santiago, Chile.

Expresiones en Latín, como *et al.*; *a priori* y otras, así como palabras en otros idiomas como *stock*, *marketing*, *cluster*, *stakeholders*, *commodity* y otras, que son de frecuente uso, deben ser escritas en letra cursiva.

Cuadros y Figuras: Numeración correlativa: No deben repetir información dada en texto. Solo se acepta cuadros y figuras, no así tablas, gráficos, fotos u otras denominaciones. Toda forma tabulada de mostrar información se presentará como cuadro y al hacer mención en texto (Cuadro N° 1). Gráficos, fotos y similares serán presentadas como figuras y al ser mencionadas en texto (Figura N° 1). En ambos casos aparecerán enmarcados en línea simple y centrados en la página. En lo posible su contenido escrito, si lo hay, debe ser equivalente a la letra Arial 10 u 8 y el tamaño del cuadro o figura proporcionado al tamaño de la página.

Cuadros deben ser titulados como Cuadro N° , minúsculas, letra 8, negrita centrado en la parte superior de estos, debajo en mayúsculas, negritas letra 8 y centrado el título (una línea en lo posible). Las figuras en tanto serán tituladas como Figura N° , minúscula, letra 8, negrita, centrado, en la parte inferior de estas, y debajo en mayúsculas, letra 8, negrita, centrado, el título (una línea en lo posible). Si la diagramación y espacios lo requieren es posible recurrir a letra Arial *narrow*. Cuando la información proporcionada por estos medios no es original, bajo el marco debe aparecer entre paréntesis y letra 8 la fuente o cita que aparecerá también en referencias. Si hay símbolos u otros elementos que requieren explicación, se puede proceder de igual forma que con la fuente.

Se aceptan fotos en blanco y negro y en colores, siempre que reúnan las características de calidad y resolución que permitan su uso.

Abreviaturas, magnitudes y unidades deben estar atentas a la Norma NCh 30 del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se empleará en todo caso el sistema métrico decimal. Al respecto es conveniente recordar que la unidades se abrevian en minúsculas, sin punto, con la excepción de litro (L) y de aquellas que provienen de apellidos de personas como grados Celsius (°C). Algunas unidades de uso muy frecuente: metro, que debe ser abreviado **m**, metro cúbico **m³**, metro ruma **mr**; o hectáreas **ha**.

Llamados a pie de página: Cuando estos son necesarios, serán numerados en forma correlativa y deben aparecer al pie en letra 8. No usar este recurso para citas bibliográficas, que deben aparecer como se indica en Referencias.

Archivos protegidos; "sólo lectura" o PDF serán rechazados de inmediato porque no es posible editarlos. La Revista se reserva el derecho de efectuar todas las modificaciones de carácter formal que el Comité Editor o el Editor estimen necesarias o convenientes, sin consulta al autor. Modificaciones en el contenido evidentemente son consultadas por el Editor al autor, si no hay acuerdo se recurre nuevamente al Consejo Editor o a los miembros del Comité Editor que han participado en el arbitraje o calificación del trabajo.

ENVIO DE TRABAJOS

Procedimiento electrónico. En general bastará enviar archivo Word, abierto al Editor (sbarros@infor.gob.cl). El autor deberá indicar si propone el trabajo para Artículo o Apunte y asegurarse de recibir confirmación de la recepción conforme del trabajo por parte del Editor.

Cuadros y figuras ubicadas en su lugar en el texto, no en forma separada. El Editor podrá en algunos casos solicitar al autor algún material complementario en lo referente a cuadros y figuras (archivos Excel, imágenes, figuras, fotos, por ejemplo).

Respecto del peso de los archivos, tener presente que hasta 5 Mb es un límite razonable para los adjuntos por correo electrónico. No olvidar que las imágenes son pesadas, por lo que siempre al ser pegadas en texto Word es conveniente recurrir al pegado de imágenes como JPEG o de planillas Excel como RTF.

En un plazo de 30 días desde la recepción de un trabajo el Editor informará al autor principal sobre su aceptación (o rechazo) en primera instancia e indicará (condicionado al arbitraje del Comité Editor) el Volumen y Número en que el trabajo sería incluido. Posteriormente enviará a Comité Editor y en un plazo no mayor a 3 meses estará sancionada la situación del trabajo propuesto. Si se mantiene la información dada por el Editor originalmente y no hay observaciones de fondo por parte del Comité Editor, el trabajo es aceptado como fue propuesto (Artículo o Apunte), editado y pasa a publicación cuando y como se informó al inicio. Si no es así, el autor principal será informado sobre cualquier objeción, observación o variación, en un plazo total no superior a 4 meses.

CIENCIA E INVESTIGACIÓN FORESTAL

ARTICULOS	PÁGINAS
SUPERFICIE DE SUELOS POTENCIALMENTE DISPONIBLE PARA FORESTACIÓN REGIÓN DEL BIOBÍO. Alberto Ávila C. y Juan Carlos Muñoz B. Chile.	7
APLICACIÓN DE LA PARAMETRIZACIÓN A <i>Eucalyptus nitens</i> DEL MODELO 3-PG A ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE LA ESPECIE EN GALICIA, ESPAÑA. Pérez Cruzado, César; Vega Nieva, Daniel; Vega, Guillermo; Basurco, Fernando; Muñoz, Fernando y Rodríguez Soalleiro, Roque. España.	27
ANTECEDENTES DE DESARROLLO Y POTENCIAL PRODUCTIVO DE VARIEDADES HÍBRIDAS ENTRE <i>Eucalyptus nitens</i> y <i>Eucalyptus globulus</i> EN CHILE. EXPERIENCIA CMPC. Medina, Alex; Emhart, Verónica; Navarrete, Ricardo; Rothen, Berta; Labra, Marcela y Velilla, Edgardo. Chile	37
USO DE <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN PRODUCCIÓN EN VIVERO DE <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. Penon, E.; Craig, E.; Giachino. V.; De Falco, P.; Sobero y Rojo, M.; Rodriguez, P. y Tornatore, A. Argentina.	51
APUNTES	
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA COMUNIDAD INDÍGENA MANUEL QUILAPI, COMUNA DE LOS SAUCES, REGIÓN DE LA ARAUCANÍA. Lucero, Alejandro. Chile.	61
LINGUE (<i>Persea lingue</i> (R. et Pav.) Nees ex Kopp) EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO. Pinilla, Juan Carlos; Luengo, Karina y Navarrete, Mauricio. Chile.	71
REGLAMENTO DE PUBLICACIÓN	97

