

## ZONAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE PINO PIÑONERO (*Pinus pinea* L.) EN CHILE

Avila, Alberto; Delard, Claudia y Loewe, Verónica<sup>4</sup>

### RESUMEN

*Pinus pinea* L. es una especie que ha sido ampliamente estudiada por INFOR porque además de producir madera, su valioso fruto comestible puede ser una alternativa para pequeños y medianos propietarios. Para promover su cultivo se determinaron zonas potenciales para su desarrollo; se utilizó información agroclimática, de suelos y requerimientos ecológicos de la especie, que fue procesada en un SIG.

Los resultados entregaron zonas aptas sin riego, clasificadas como: protección ambiental (1,9 millones de hectáreas), y de aptitud baja, media y alta para la producción de piñones. La superficie apta total para la producción frutal supera 6,5 millones de hectáreas; se modelaron también zonas potenciales considerando riego, donde la superficie apta se incrementó en 6,8% en relación a la sin riego. Estos antecedentes confirmaron la factibilidad de establecer la especie en una amplia área de Chile.

**Palabras clave:** Pino piñonero, Zonas potenciales, SIG, Piñones.

### SUMMARY

*Pinus pinea* L. has been widely studied by INFOR because besides wood production, its valued seed (Pine Nut) is an interesting productive alternative for small and medium landowners. In order to promote the cultivation of the species, zones where it might potentially grow were determined. It was used agro-climatic and soil information, and the ecological requirements of the species, which were processed in a GIS.

The obtained results delivered zones without irrigation, classified under four categories: environmental protection (1.9 million hectares), and low, medium and high fruit production. The suitable area for fruit production was over 6.5 million hectares. Potential zones were also modeled considering irrigation, where the suitable area increased 6.8 % in relation to the area without irrigation. The results confirmed the feasibility to establish the species in a wide area of Chile.

**Key words:** Stone Pine, Potential zones, GIS, Pine Nuts.

---

<sup>4</sup> Investigadores Instituto Forestal, Chile. aavila@infor.cl

## INTRODUCCIÓN

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) es originario de la cuenca del Mediterráneo. En su área de origen la especie coloniza y estabiliza suelos, y es importante por sus semillas comestibles. La cosecha de los conos de esta especie data del Paleolítico y su semilla es un importante producto en sus áreas de distribución natural (Prada *et al.*, 1997; Gil, 1999; Badal, 2001).

La especie fue introducida a Chile como ornamental y fue usada posteriormente en estabilización de dunas costeras, control de erosión y sombra para el ganado. Además, dadas las características de su madera y especialmente la producción de uno de los frutos secos de mayor valor en los mercados internacionales (INC, 2020), la especie presenta múltiples usos.

Considerando que esta especie puede ser establecida en suelos erosionados y con menor disponibilidad de agua, en comparación con frutales tradicionales, constituye un cultivo alternativo para pequeños y medianos propietarios que requieren de ingresos anuales como los obtenidos a partir de sus frutos.

Desde el año 2008 el Instituto Forestal ha desarrollado diversos proyectos de investigación para avanzar en modelos productivos para la producción de los piñones de esta especie, los que se complementan con la determinación de zonas potenciales para su uso en el país.

## METODOLOGÍA

Se estudiaron los requerimientos ecológicos de la especie y sobre la base de esta información se analizaron características de suelo y clima en una amplia zona del país comprendida entre las regiones de Coquimbo (29°10' Lat. S y 71°30' Long. O) y La Araucanía (39°24' Lat. S y 73°15' Long. O).

El trabajo se inició en un área piloto, las regiones de Bio Bio y Ñuble, desde la costa a la cordillera, entre los paralelos 36°01' y 38°28' S, para después, en base a esta experiencia, ampliar el trabajo a toda el área de estudio antes mencionada.

La información disponible corresponde a tres capas; una de temperaturas mínimas absolutas y medias anuales que contiene información mensual, una capa agroclimática (Cuadro N° 1) y una capa de información de suelos (Cuadro N° 2).

Todas las capas fueron procesadas en un Sistema de Información Geográfica (GISArcGis v9.3.1). Las capas corresponden a estudios regionales (1:500.000).

Para determinar los requerimientos ecológicos de la especie, se utilizó información de Loewe *et al.* (1998) y Mutke (2009), que incluye más de treinta parámetros obtenidos de estudios realizados en España.

Algunos parámetros fueron ajustados en base a información empírica obtenida de plantaciones establecidas en el país (Cuadro N° 3).

**Cuadro N° 1**  
**ATRIBUTOS DE LA CAPA DIGITAL AGROCLIMÁTICA**

<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
HR_ANUAL	Humedad Relativa Anual	%
HR_OCT_MAR	Humedad Relativa Octubre - Marzo	%
PLH	Período Libre de Heladas	días
TOT_MSECOS <sup>5</sup>	Total Meses Secos	meses
PP_ANUAL	Precipitación Media Anual	mm
PP_OCT_MAR	Precipitación Octubre - Marzo	mm
PP_SEP_NOV	Precipitación Septiembre - Noviembre	mm
PP_DIC_FEB	Precipitación Diciembre - Febrero	mm
PP_SEP_FEB	Precipitación Septiembre - Febrero	mm
TOTAL_HELA	Total Heladas	días
SH_OCT_MAR	Sin Heladas Octubre - Marzo	días
TMED_ANUAL	Temperatura Media Anual	°C
TMIN_ANUAL	Temperatura Mínima Media Anual	°C

**Cuadro N° 2**  
**ATRIBUTOS DE LA CAPA DIGITAL DE SUELOS**

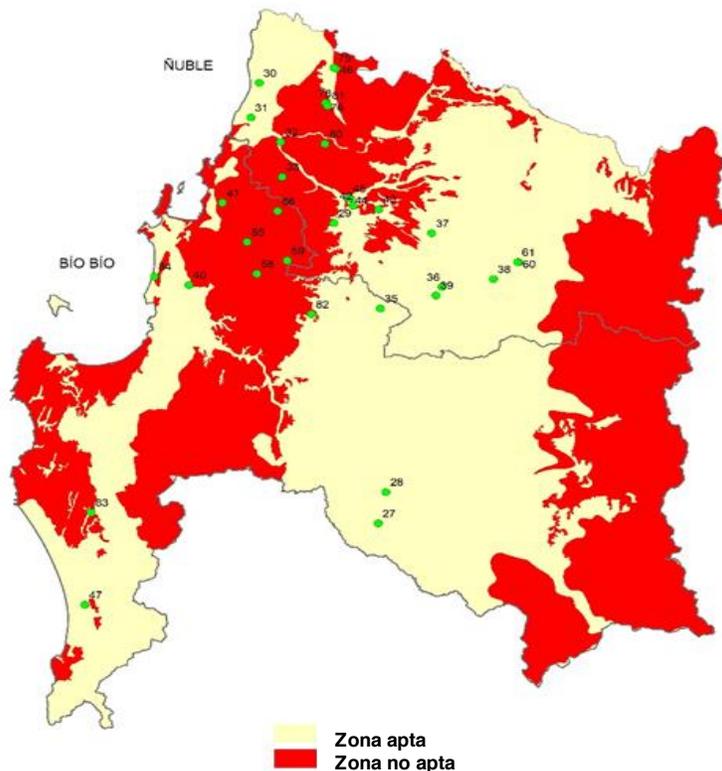
<b>Atributo</b>	<b>Descripción</b>
FIS	Fisiografía
TOP	Topografía
TEXTURA	Textura
DRE	Drenaje (bueno, moderado, malo)
PH1	pH H <sub>2</sub> O

**Cuadro N° 3**  
**REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS DEFINIDOS PARA PINO PIÑONERO**

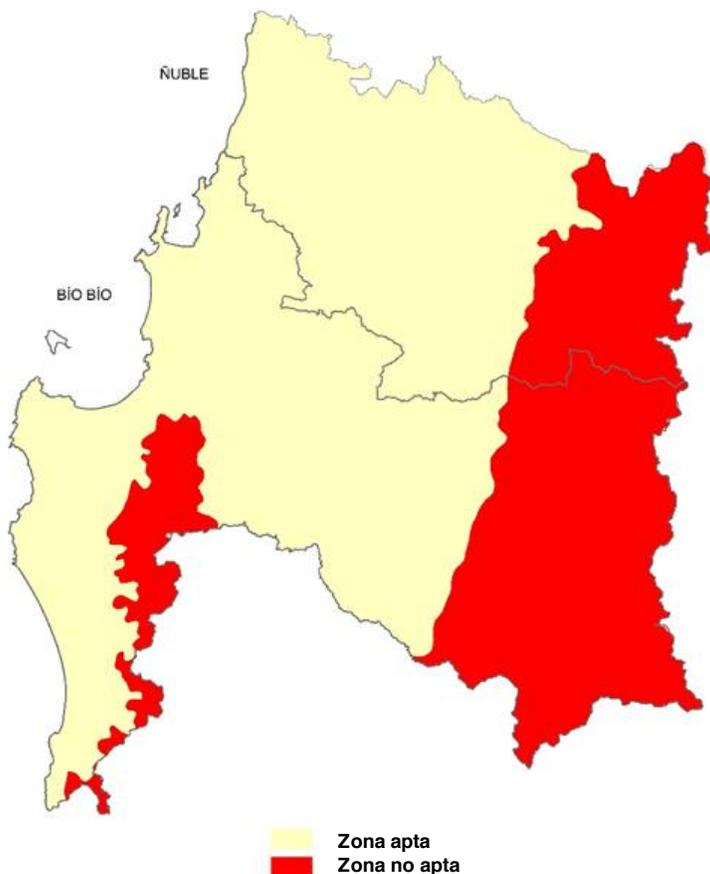
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Temperatura Media Anual	10,4-19,0 °C
Temperatura Mínima Absoluta	≥-12°C
Precipitación Anual	250-1.800 mm
Precipitación Primavera	95-356 mm
Precipitación Verano	12,1-198 mm
Meses Secos Anuales	Máximo 8

<sup>5</sup> Meses secos definidos por CORFO-UACH (1987)

Todos los parámetros fueron superpuestos (proceso de *overlay*) en el GIS y las zonas que coinciden con los requerimientos de la especie generaron un mapa preliminar de zonas adecuadas para pino piñonero en la región de Bio Bio (Figura N° 1). Paralelamente se creó una capa de puntos correspondientes a plantaciones de pino piñonero o árboles aislados de la especie prospectados en terreno, representados en color verde (Figura N° 1). Varios puntos cayeron dentro de zonas preliminarmente definidas como no adecuadas para la especie, razón por la que se efectuó una revisión de los parámetros, verificándose que la principal variable limitante era la textura de suelo clasificada como arcillosa. Dado que no había información más precisa sobre suelos en el país, se decidió no considerar esta variable, y se generó una nueva cartografía de zonas potenciales (Figura N°2).



**Figura N° 1**  
**MAPA PRELIMINAR DE ZONAS POTENCIALES PARA PINO PIÑONERO BASADO EN CARACTERÍSTICAS DE CLIMA Y SUELOS EN REGIONES DE ÑUBLE Y BIO BIO**

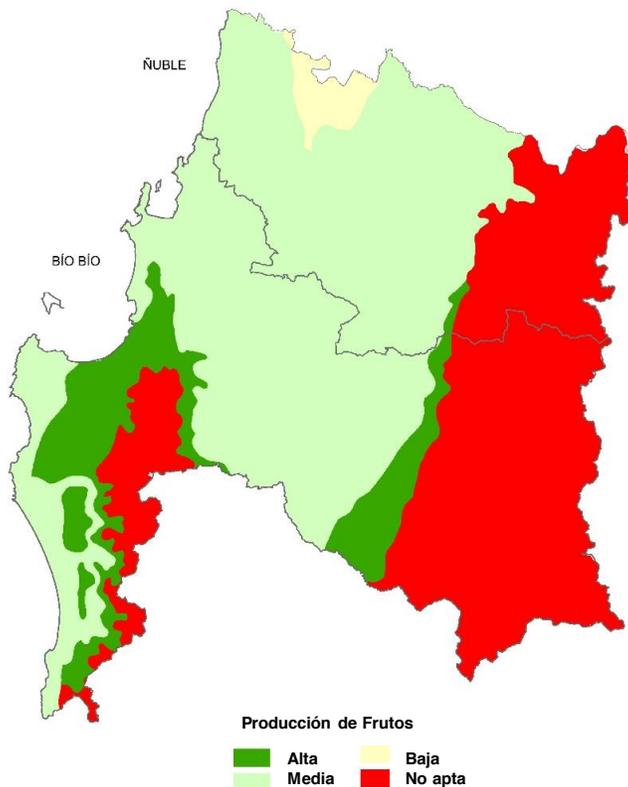


**Figura N° 2**  
**ZONAS POTENCIALES PARA PINO PIÑONERO BASADO EN CARACTERÍSTICAS DE CLIMA**  
**REGIONES DE ÑUBLE Y BIO BIO**

En base a Ruiz-Peinado *et al.* (2009) y Pérez *et al.* (2009), se establecieron clases de potencialidad dentro de las áreas adecuadas para la especie de acuerdo con parámetros de precipitaciones y de protección ambiental, definiendo zonas de baja, mediana y alta producción de frutos (Cuadro N° 4). Estos parámetros fueron modelados con GIS y se obtuvo una nueva cartografía para las regiones de Ñuble y Bio Bio (Figura N° 3).

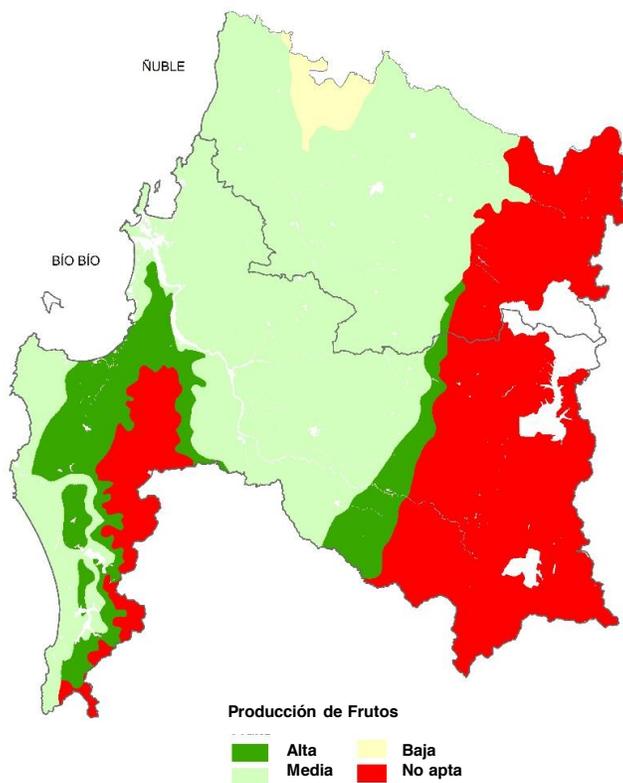
**Cuadro N° 4**  
**PARÁMETROS Y CATEGORÍAS DE ZONAS POTENCIALES PARA PINO PIÑONERO**

Categorías de Zonas Potenciales	Parámetros		
	Precipitación Anual (mm)	Precipitación Primavera (mm)	Precipitación Verano (mm)
Protección Ambiental	≥ 250 - 350	-	-
Baja Producción de Frutos	351 - 600	95 -165	12 - 68
Media Producción de Frutos	601 - 800	166 - 227	69 - 127
Alta Producción de Frutos	801 - 1.800	228 - 356	128 - 198



**Figura N° 3**  
**ZONAS POTENCIALES PARA PINO PIÑONERO POR CATEGORÍAS DE PRODUCCIÓN DE CONOS**  
**REGIONES DE ÑUBLE Y BIO BIO**

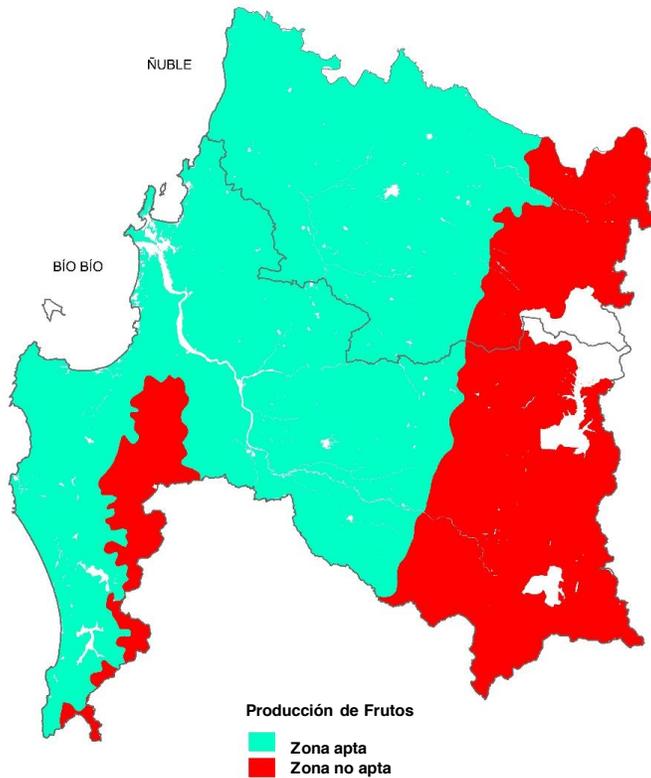
El área potencial fue ajustada incorporando el uso actual de los suelos, se descontaron las zonas urbanas, las áreas protegidas (SNASPE) y los principales cuerpos de agua, obteniéndose así el mapa final de zonas potenciales para la especie (Figura N° 4).



**Figura N° 4**  
**MAPA FINAL DE ZONAS POTENCIALES PARA PIÑO PIÑONERO**  
**REGIONES DE ÑUBLE Y BIO BIO**

Adicionalmente, se simularon las zonas potenciales con riego, situación en que las precipitaciones no constituyen una limitante para el desarrollo de la especie.

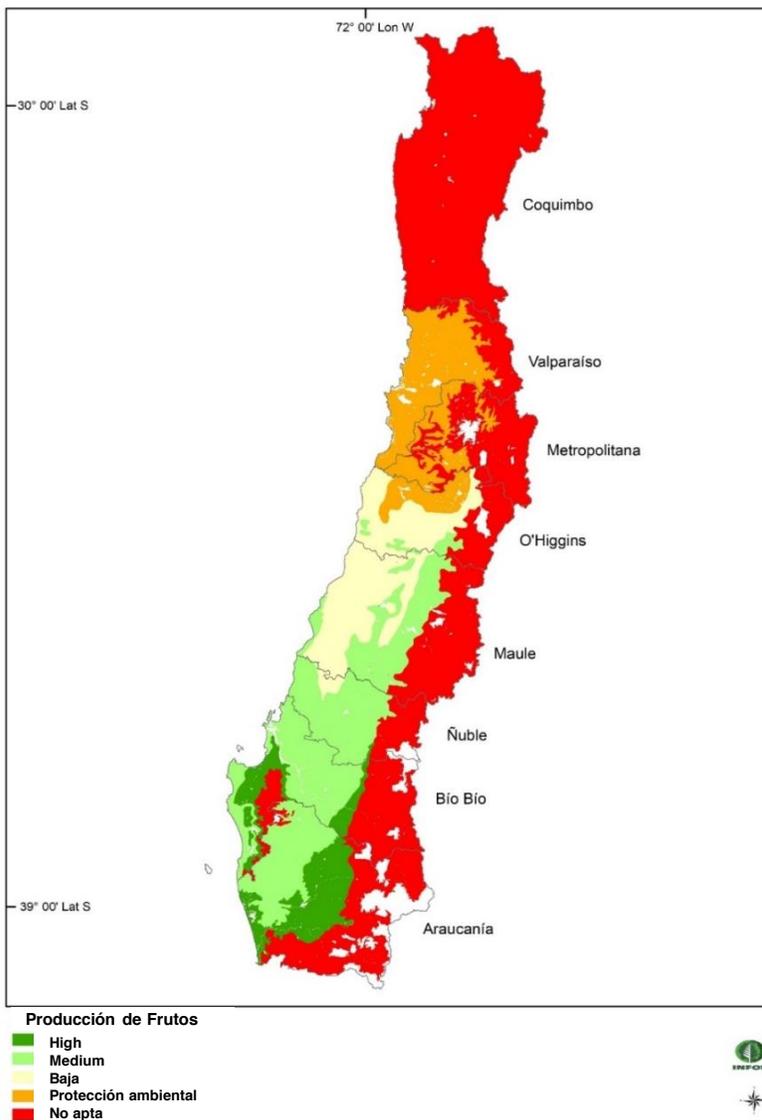
Las zonas potenciales con riego se pueden apreciar en la Figura N° 5. En este caso también están descontadas áreas urbanas, SNASPE y cuerpos de agua.



**Figura N° 5**  
**ZONAS POTENCIALES PARA PIÑO PIÑONERO CON RIEGO REGIONES DE ÑUBLE Y BIO BIO**

## RESULTADOS

El mapa final de zonas potenciales para pino piñonero sin riego entre las regiones de Coquimbo y La Araucanía se presenta en la Figura N° 6, y los detalles de áreas por región y categoría de uso se muestran en el Cuadro N° 5.



**Figura N° 6**  
**ZONAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE PINO PIÑONERO SIN RIEGO**  
**EN CHILE CENTRAL**

**Cuadro N° 5  
ZONAS POTENCIALES PARA PINO PIÑONERO SIN RIEGO  
EN CHILE CENTRAL**

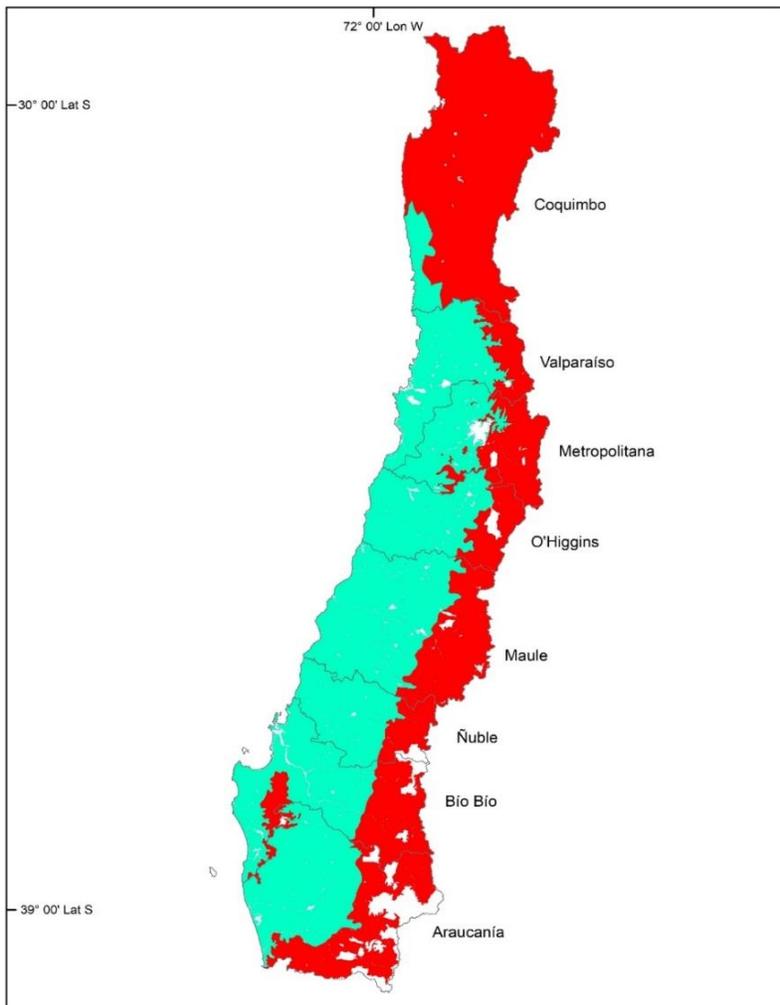
Región	Uso Potencial por Categoría				Total
	Protección Ambiental	Producción de Fruto			
		Baja	Media	Alta	
	(ha)				
Valparaíso	1.143.496	0	0	0	1.143.496
Metropolitana	500.324	0	0	0	500.324
O'Higgins	326.320	718.421	97.504	0	1.142.245
Maule	0	1.075.984	857.052	0	1.933.036
Ñuble	0	67.050	870.801	7.204	945.055
Bío Bío	0	0	989.426	397.234	1.386.660
Araucanía	0	0	828.992	786.232	1.615.224
<b>Total</b>	<b>1.970.140</b>	<b>1.861.455</b>	<b>3.643.775</b>	<b>1.190.670</b>	<b>8.666.040</b>

La región del Maule concentra las mayores superficies de zonas potenciales para baja y media producción de frutos, con el 22% del total. La zona potencial para producción media de frutos representa el 42% del total apto y se distribuye principalmente entre las regiones de Maule y La Araucanía. La zona potencial para producción alta de frutos representa el 14% del total y se concentra principalmente en Bio Bio y La Araucanía. Las regiones de Valparaíso y Metropolitana incluyen solo áreas en la categoría de protección ambiental. La región de Coquimbo no presenta zonas potenciales para la especie sin riego.

La zona potencial para la especie con riego se incrementa en 6,8% en relación a la zona potencial sin riego (Figura N° 7), principalmente por el efecto de las regiones del norte, y en este caso la región de Maule nuevamente presenta la mayor zona potencial (Cuadro N° 6).

**Cuadro N° 6  
ZONAS POTENCIALES PARA PINO PIÑONERO CON RIEGO  
CHILE CENTRAL**

Región	Apta	No Apta	Total
	(ha)		
Coquimbo	285.490	3.728.855	4.014.345
Valparaíso	1.180.470	363.734	1.544.204
Metropolitana	765.775	691.373	1.457.147
O'Higgins	1.142.245	424.251	1.566.496
Maule	1.933.036	1.018.679	2.951.716
Ñuble	945.118	310.673	1.255.791
Bio Bio	1.386.597	876.354	2.262.951
Araucanía	1.615.225	1.118.301	2.683.177
<b>Total</b>	<b>9.253.956</b>	<b>8.532.220</b>	<b>17.786.176</b>



Con riego

- Zona apta
- Zona no apta



**Figure N° 7**  
**ZONAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE PINO PIÑONERO CON RIEGO**  
**CHILE CENTRAL**

## DISCUSIÓN

Las zonas potenciales para pino piñonero exceden los 4,7 millones de hectáreas para producción de frutos media y alta, área que no considera otros usos del suelo, con la excepción de áreas urbanas, SNAPE y cuerpos de agua. De acuerdo a INFOR (2019) existen en el área de estudio 2 millones de hectáreas de plantaciones forestales, principalmente de pino radiata y eucaliptos, además de bosque nativos fuera del SNASPE y otros usos actuales del suelo, como agricultura y ganadería.

La zona potencial para la especie es importante, más de 8 millones de hectáreas sin riego, sextuplicando el área reportada por Loewe *et al.* (1998), en un estudio que incluyó más restricciones ecológicas y menos regiones, y confirma la buena adaptación ecológica de la especie en el país (Loewe *et al.*, 2016).

Según las predicciones de Santibáñez (2016), en las próximas décadas el país tendrá veranos más calurosos, con mayor evaporación y menores precipitaciones. Particularmente en la zona centro – sur se espera un mejoramiento en el rendimiento de especies forestales, como pino piñonero, además del desplazamiento y expansión de áreas para cultivos agrícolas. Sin embargo, estas predicciones son difíciles de cuantificar, razón por la que será necesario estudiar las áreas potenciales para pino piñonero más al sur de aquellas incluidas en este estudio. En las áreas del norte, el cultivo de pino piñonero orientado a la producción de frutos podrá presentar limitaciones climáticas, posiblemente reduciendo sus niveles productivos y acentuando su característica vecería (Mutke *et al.*, 2005) debido a su sensibilidad climática (Gordo *et al.*, 2005).

La cartografía de este estudio debe ser considerada como referencial para la especie, dada la escala de la información empleada y la presencia de otros usos de los suelos dentro del área de estudio.

Considerando el creciente interés por la especie entre propietarios, que se ha traducido en la plantación de más de 2.000 ha durante los últimos años, y las cambiantes condiciones climáticas, el pino piñonero se torna una interesante y productiva alternativa para diferentes áreas del país.

## CONCLUSIONES

El territorio chileno tiene condiciones adecuadas para la expansión del cultivo de pino piñonero. Existe más de un millón de hectáreas con alto potencial para la producción de su fruto sin riego, superficie que se concentra en las regiones del sur. Hay también más de 3,5 millones de hectáreas aptas para la producción media de frutos.

Resulta también interesante que la especie constituye una alternativa desde el punto de vista ambiental, siendo posible establecerla dentro de un área de casi 2 millones de hectáreas con fines de protección de suelos. Si se considera riego, el área potencial para la especie se incrementa en un 6,8%, lo que ofrece la alternativa de emplearla en 587.916 hectáreas adicionales si se emplea esta práctica de cultivo, especialmente en las regiones del norte.

Dado el interés por la especie observado en los años recientes y la posibilidad de enfrentar el cambio climático con su cultivo, el pino piñonero es una interesante alternativa productiva para el país.

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por INNOVA-CORFO, el Ministerio de Economía Turismo y Desarrollo (código 07CT9 IUM-51 entre 2008 y 2012) y el Ministerio de Agricultura. Se agradece también al Dr. Sven Mutke por su valiosa contribución en el proceso del presente trabajo.

## REFERENCIAS

**Badal, E., 2001.** La recolección de piñas durante la prehistoria en la Cueva de Nerja (Málaga). En Villaverde V Ed. De neandertales a cromañones, el inicio del poblamiento humano en las tierras valencianas. Universidad de Valencia, España. p. 101–104.

**CORFO - UACH, 1987.** Árboles frutales: Situación y potencial en el sur de Chile. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) - Universidad Austral de Chile (UACH). Chile. 59 p.

**Gil, L., 1999.** La transformación histórica del paisaje: la permanencia y la extinción local del pino piñonero. En Marín F., Domingo J., Calzado A. eds. Los montes y su historia, una perspectiva política, económica y social. Universidad de Huelva, España. p. 151-185.

**Gordo, A. J.; Mutke, S. y Gil, L., 2005.** Consecuencias del cambio climático en la producción de piña en los pinares continentales de *Pinus pinea* L. Actas del IV Congreso Forestal Español: 127. [En línea] Disponible en: <http://www.secforestales.org/buscador/pdf/4CFE05-029.pdf> [Consulta: 8-9-2011].

**INC, 2020.** Statistical Review: Pine Nuts. NUTFRUIT, 79 (1), 82. International Nut and Dried Council.

**INFOR, 2019.** Anuario Forestal 2019. Instituto Forestal, Chile. Boletín Estadístico N°168. Santiago, Chile. 214 p.

**Loewe, V.; Toral, M.; Delard, C.; López, C. y Urquieta, E., 1998.** Monografía de pino piñonero (*Pinus pinea*). Santiago, Chile, CONAF; INFOR; FIA. 81 p.

**Loewe, V.; Balzarini, M.; Álvarez, A.; Delard, C. and Navarro, R., 2016.** Fruit productivity of Stone Pine (*Pinus pinea* L.) along a climatic gradient in Chile. Agricultural and Forest Meteorology, 223, 203–216. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.04.011>

**Mutke, S., 2009.** Informe Estadía en Chile, 4-17 Octubre 2009 en el marco del proyecto El piñón comestible del Pino piñonero (*P. pinea*): un negocio atractivo para Chile. 41 p.

**Mutke, S.; Gordo, J. and Gil, L., 2005.** Cone yield characterization of a Stone Pine (*Pinus pinea* L.) clone bank. Silvae Genetica; 54:197-189.

**Pérez, J.; Sarmiento, L. A.; Santamaría, E.; Sevillano, E. y Fernández, A., 2009.** Áreas potenciales de *Pinus radiata* D. Don en el Bierzo. En Sociedad Española de Ciencias Forestales ed. V Congreso Forestal Español: Montes y Sociedad: saber qué hacer. 13 p.

**Prada, M. A.; Gordo, J.; De Miguel, J.; Mutke, S.; Catalán, G.; Iglesias, S. y Gil, L., 1997.** Las regiones de procedencia de *Pinus pinea* L. en España. Organismo Autónomo de Parques Naturales, Madrid, España.

**Ruiz-Peinado, R.; López, E.; Alonso, R.; Roig, S.; Sánchez, O. y Montero, G., 2009.** Áreas potenciales del rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) en la Comunidad de Madrid: aproximación a partir de la teoría de campos. Actas del V Congreso Forestal Español: Montes y Sociedad: saber qué hacer. 9 p.

**Santibáñez, F., 2016.** Expo - Seminario: Sector Silvoagropecuario de la región de los Ríos. Oportunidades y Desafíos ante el Cambio Climático. 31/8/2016 CECS, Carpa de la Ciencia. [http://www.infor.gob.cl/images/pdf/1\\_Seminario\\_Cambio\\_Climatico\\_FSantibanez.pdf](http://www.infor.gob.cl/images/pdf/1_Seminario_Cambio_Climatico_FSantibanez.pdf).

