

POTENCIAL DEL SECANO INTERIOR DE LA REGION DEL MAULE PARA LA PRODUCCION DE BIOMASA

Santelices Rómulo⁴, Espinoza Sergio¹, Cabrera Antonio¹

RESUMEN

Se presenta un estudio de potencialidad del secano interior de la región del Maule en Chile para la obtención de biomasa en turnos de corta rotación con las especies *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis* y *Eucalyptus cladocalyx* manejadas bajo silvicultura intensiva.

Palabras clave: Secano interior, biomasa, *Eucalyptus*.

SUMMARY

A study to determine suitable areas to establish short rotation *Eucalyptus* for biomass production in the drylands of Maule region is presented. Analyzed species to estimate the potential surface in the area are *Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus tereticornis* and *Eucalyptus cladocalyx*.

Keywords: Drylands, biomass, *Eucalyptus*.

⁴ Universidad Católica del Maule, Centro de Desarrollo para el Secano Interior. Chile. rsanteli@ucm.cl.

INTRODUCCIÓN

Chile, al igual que otros países no tiene grandes reservas de petróleo o gas natural y debe importar estos combustibles. Este problema nacional justifica el estudio y desarrollo de fuentes de energía alternativas, cuya materia prima sea local.

En este contexto, la biomasa y la bioenergía tienen un rol fundamental que jugar, especialmente en terrenos donde su producción no compita por los suelos con la agricultura con fines alimentarios, contribuyendo así a recuperar suelos degradados, a secuestrar emisiones de CO₂ y a generar empleos a nivel rural.

En este ámbito, el secano interior de la región del Maule, con una superficie aproximada de 544 mil hectáreas, representa una buena oportunidad dadas sus condiciones de sitio que, si bien resultan marginales para cultivos forestales tradicionales (con rotación mayor a 15 años), posee características adecuadas para el desarrollo de proyectos de bioenergía con cultivos de corta rotación.

Esta área geográfica está asociada a una condición particular, que se caracteriza por su pluviometría concentrada en 3 a 4 meses de invierno y un período de sequía de 7 a 9 meses. Cerca del 60% de las lluvias anuales se concentran durante los 3 meses de invierno, el otoño se presenta con alta probabilidad de lluvia centrado solo en el mes de mayo. En las otras estaciones se reduce la caída pluviométrica anual a un 15% en primavera y solo a un 2% en verano (Osorio *et al.*, 1995). Este régimen hídrico coincide con los meses en que las temperaturas son pocos favorables para el crecimiento vegetal, constituyéndose en una limitante para la producción.

Para tierras de secano la bioenergía ha sido identificada como una alternativa factible de desarrollar. Sin embargo y a pesar de la creciente demanda energética, no se cuenta con información precisa a nivel comunal o provincial en lo relativo a la obtención sustentable de cantidades suficientes de biomasa con las calidades requeridas para abastecer una planta transformadora. Tampoco existe el conocimiento específico de las especies que se podrían explotar en terrenos en que no se compita por los suelos con la producción agrícola para fines alimentarios.

Se ha generado información acerca del potencial de los desechos del sector forestal para la generación de energía, sabiéndose que en la Región del Maule, estos podrían aportar unos 95 MW de potencia instalada (CNE-GTZ, 2008).

Para la región hay cierta información sobre la superficie potencial para establecer cultivos energéticos (CIREN-ODEPA 2010), sin embargo está el detalle de superficie por comuna ni se analiza el efecto de la tenencia de la tierra, que incide en la disponibilidad real de tierras. En el caso de las plantaciones con especies del género *Eucalyptus* se señala que existe un área potencial de 1,8 millones de hectáreas para toda la región.

En base a lo anterior, la presente propuesta plantea identificar el potencial que tiene el secano interior de la región del Maule para el desarrollo de proyectos de energía.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es estimar la superficie potencial existente en el secano interior de la región del Maule para establecer cultivos de corta rotación con especies del género *Eucalyptus* con fines energéticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Primero se determinó la superficie del secano interior en la Región del Maule, para esto se consideró la línea divisoria de aguas sobre los cordones montañosos, diferenciando la Cordillera de la Costa por el oeste y la Depresión Intermedia por el este, donde se produce el efecto "sombra de lluvias" en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa.

Este proceso se realizó a través del uso del programa ArcGis versión 9.3 con la herramienta *Query Builder*, utilizando las capas temáticas de curvas de nivel (cada 25 m), cuyo rango de altitud estuvo entre los 600 y 700 msnm y cotas de altura (con un promedio de 700 m). Una vez determinada la superficie de secano se procedió a elaborar monografías de requerimientos ecofisiológicos (suelo y clima) para las especies *Eucalyptus globulus* subespecie *maidenii* F.Muell., *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus tereticornis* Sm. y *Eucalyptus cladocalyx* F. Muell.

Con esta información, utilizando las capas temáticas de suelo (textura) y clima (precipitación y temperatura) y mediante la utilización de las herramientas *Query Builder* e *Intersect* (*Analysis Tools* → *Overlay*) de ArcGis 9.3, se elaboró la cartografía para estimar la superficie potencial para establecer cultivos de *Eucalyptus* spp. en el secano interior de la Región del Maule.

RESULTADOS

Los resultados indican que la superficie total del secano interior del Maule es de 544.000 ha (Figura N° 1), mientras que la superficie potencial de cultivo para las especies del género *Eucalyptus* con fines energéticos en el secano interior de la región es de aproximadamente 100.000 ha, superficie que corresponde mayoritariamente a suelos sin uso o con matorral esclerófilo abierto o muy abierto.

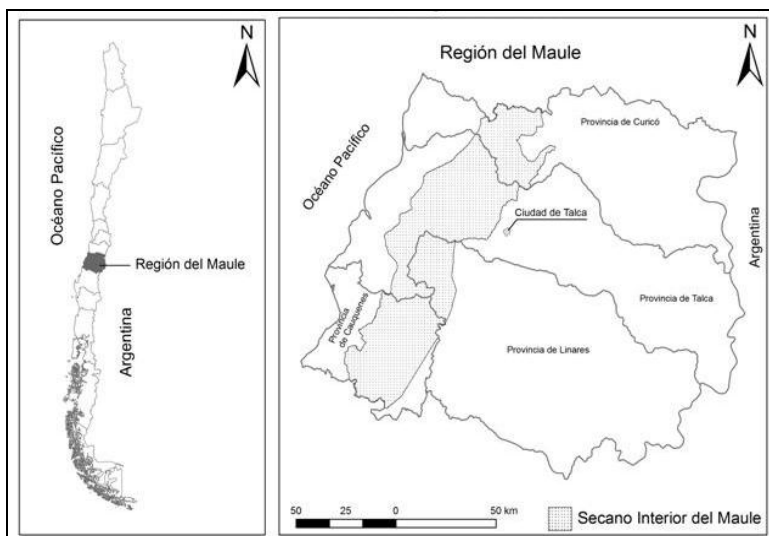


Figura N° 1
SECANO INTERIOR DE LA REGIÓN DEL MAULE

En el caso de *E. camaldulensis* y *E. cladocalyx*, la superficie potencial bordea las 100.000 ha (Figuras N° 2 y N° 4), en tanto que en el caso de *E. maidenii* y *E. tereticornis* esta superficie potencial solo alcanza aproximadamente a las 16 mil y 21 mil hectáreas, respectivamente (Figuras N° 3 y N° 5), debido principalmente a las restricciones en cuanto a la precipitación (deben ser mayores de 600 mm y 540 mm).

De acuerdo al mapa de Uso Actual del Suelo en la Región del Maule, el área potencial para el cultivo de *Eucalyptus* no considera el uso de terrenos destinados a la agricultura, sino que se estaría sobreponiendo en un 100% con zonas desprovistas de vegetación o con coberturas arbóreas muy bajas (ej: matorral abierto, matorral muy abierto).

A continuación se presentan las principales características de las especies en estudio y en el Cuadro N°1 se resumen sus requerimientos climáticos y edáficos.

- ***Eucalyptus globulus* ssp. *maidenii* F. Muell. Tasmanian Blue Gum**

Especie de rápido crecimiento que se desarrolla bien en regiones templadas. Requiere suelos profundos con buena humedad y texturas arenosas a arcillosas, aunque no tolera suelos inundados. Posee una moderada tolerancia a las heladas.

Es común en suelos derivados de materiales parentales granito y granodiorita y no crece bien en suelos calcáreos. En su distribución natural se le observa en suelos costeros pobres y con problemas de sequía. En esos lugares se ha sugerido que la aplicación de fertilizantes puede contribuir a la mortalidad por sequía debido a que aumenta el uso del agua, siendo la mejor alternativa, el manejo de la densidad y control de malezas.

En sitios con bajas precipitaciones se han registrado rendimientos del orden de los 12-14 m³/ha/año. En cuanto al rendimiento por procedencias, se ha observado que las procedencias Otways y Jeeralang de Victoria; y Pelverata, King Island y Flinders Island, de Tasmania, son las más estables en todos los ambientes (CSIRO, 2009; Garau *et al.*, 2008).

- ***Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. River Red Gum**

Especie tolerante a sequía, altas temperaturas, inundaciones periódicas y moderada salinidad.

En Australia se la ha usado ampliamente para recuperar suelos degradados (escombreras de minas, terrenos inundables y con alta salinidad) y es la especie más plantada en áreas mediterráneas. Tiene un amplio rango de distribución, encontrándose desde zonas calurosas y subhúmedas, hasta regiones áridas y semiáridas.

Se presenta en suelos arcillosos pesados y también arenosos. Hay registros también de crecimiento en suelos calcáreos. Posee un profundo sistema radicular y rápido crecimiento cuando hay disponibilidad de agua.

Algunas procedencias son tolerantes a heladas moderadas. También posee una excelente capacidad para rebrotar, llegando a hacerlo más de 5 veces.

A nivel de procedencias se han registrado diferencias para características como crecimiento, propiedades de la madera, tolerancia a salinidad, sequía, heladas, y contenidos de aceites en las hojas, siendo la procedencia Lake Albacutya de Victoria, la más adecuada para zonas mediterráneas.

En cuanto al manejo, en suelos compactos con *hardpan* se recomienda subsolado a 1 m de profundidad (CSIRO, 2009; Barton y Montagu, 2006).

- ***Eucalyptus tereticornis* Sm. Forest Red Gum**

Especie de rápido crecimiento con buena tolerancia a la sequía.

Las procedencias de la zona sur de Australia pueden tolerar sequía, heladas, suelos inundados y salinidad leve.

Posee buena capacidad de rebrotar y se desarrolla en suelos con baja fertilidad, alto pH y buen drenaje.

Ha sido utilizada para recuperación de suelos degradados. En zonas con bajas precipitaciones la especie crece bien en suelos que experimentan inundaciones. Los suelos donde crece la especie van de suelos aluviales, a arenas gruesas y arcillas inundables.

A nivel de procedencias, los mejores resultados en áreas de secano se han obtenido con Mount Garnet, Helenvale, Mareeba y 'Ravenshoe' de Queensland y Papua Nueva Guinea (CSIRO, 2009; Ginwal, 2009).

- ***Eucalyptus cladocalyx* F. Muell. Sugar Gum**

Presenta crecimiento moderado y buena capacidad para rebrotar.

Crece bien en zonas con precipitaciones del orden de los 400-600 mm/año, distribuidas en invierno.

Se adapta a una variedad de suelos, creciendo incluso en suelos calcáreos con baja fertilidad, sin embargo no tolera inundaciones y suelos arenosos muy delgados. No tolera bien temperaturas muy bajas y heladas cuando joven. Presenta una moderada tolerancia a la salinidad.

A nivel de procedencias, Port Lincoln de South Australia es la más tolerante a la sequía (CSIRO, 2009; Ruthrof *et al.*, 2003).

**Cuadro N° 1
RESUMEN REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS DE LAS CUATRO ESPECIES**

Especie	pp (mm/año)	Temperatura				Textura Suelo
		MAX (°C)	MIN (°C)	ABS (°C)	MEDIA (°C)	
<i>E. globulus ssp. maidenii</i>	600-1500	13-31	-1 a 12	-8	4-18	Arcillosa-limosa; limosa
<i>E. camaldulensis</i>	350-2000	22-41	0 a 14	-5	18-29	Arcillosa-limosa; arcillosa
<i>E. cladocalyx</i>	350-1010	23-34	1 a 11	-	12-21	Arenosa; arenosa-limosa
<i>E. tereticornis</i>	540-3180	21-35	-1 a 17	-8	9-26	Arcillosa-limosa; limosa

(Fuente: CSIRO, 2009; Benell *et al.*, 2007; Hobbs *et al.*, 2009a 2009b; Neumann *et al.*, 2006)

pp = precipitación media anual; MAX = Temperatura máxima mes más calido; T° MIN = Temperatura mínima mes más frío; T°ABS = Temperatura mínima absoluta; T° MEDIA = Temperatura media anual.

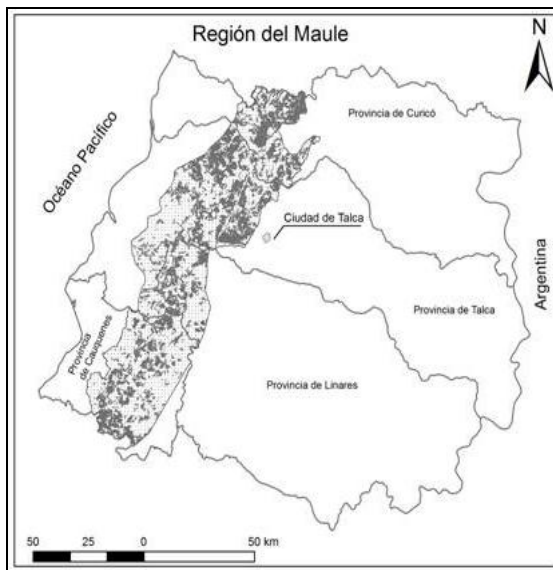


Figura N° 2
SUPERFICIE POTENCIAL DE *Eucalyptus camaldulensis* EN EL SECANO INTERIOR

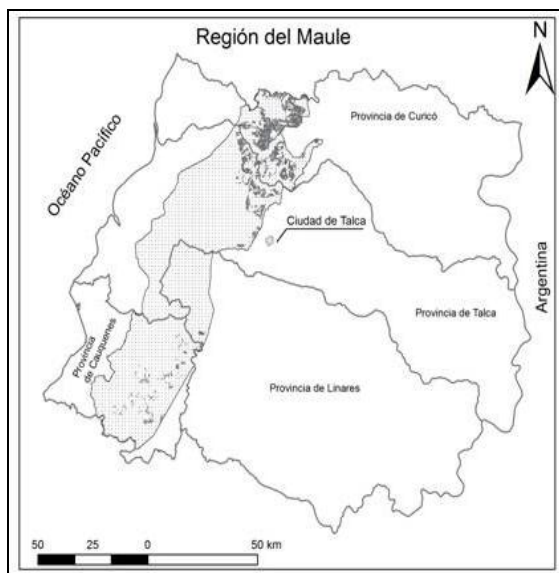


Figura N° 3
SUPERFICIE POTENCIAL DE *Eucalyptus tereticornis* EN EL SECANO INTERIOR

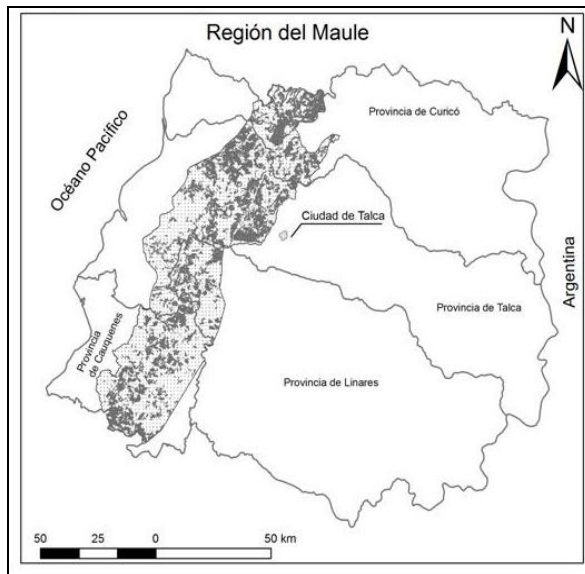


Figura N° 4
SUPERFICIE POTENCIAL DE *Eucalyptus cladocalyx* EN EL SECANO INTERIOR



Figura N° 5
SUPERFICIE POTENCIAL DE *Eucalyptus globulus ssp maidenii* EN EL SECANO INTERIOR

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El secano interior de la región del Maule presenta una superficie de ~100 mil ha con condiciones biofísicas aceptables para el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus* para abastecer de biomasa a plantas generadoras de energía eléctrica y/o térmica.

La mayor parte de esta superficie está desprovista de vegetación, erosionada o cubierta con matorral esclerófilo (principalmente estepa de *Acacia caven* Mol.) predominando formaciones arbustivas con una cobertura de copa inferior al 10%, ubicadas en terrenos con pendientes entre 0% a 30%, que no se considerarían como bosque, razón por la que la normativa aplicable (Reglamento Técnico DL 701) no establece restricciones para su corta.

Sin embargo, esta información resulta aún muy general todavía en términos de la superficie potencial real, debido a que en dicho espacio se configuran una serie de factores socioeconómicos y de competitividad que reducen la posibilidad de aprovechamiento de dichas áreas. Se desconoce el modelo de tenencia de la tierra y su impacto en la disponibilidad real de tierras para implementar proyectos de generación de energía a base de biomasa. Esto genera el desafío futuro de analizar el modelo de tenencia de la tierra en este sector, junto con la determinación de la real disponibilidad de sus propietarios para participar en este tipo de proyectos.

Es necesario introducir al modelo inicial de potencialidad coberturas adicionales sobre uso actual del suelo (áreas de uso agrícola, ganadero, forestal y otros) y ocupación del territorio (concesiones diversas o derechos adquiridos sobre la tierra) para así poder estimar el potencial real en superficie con el que cuenta esta región y generar información para que los actores involucrados en el negocio puedan tomar sus decisiones de inversión.

De acuerdo a la realidad de los pequeños productores en esta área, que en su mayoría (más del 90%) manejan una agricultura de subsistencia, se considera necesario pensar en un sistema asociado como modelo de negocios para la introducción del cultivo de *Eucalyptus*, dando opción al agricultor de aprovechar cosechas trianuales.

Otro aspecto que es de suma importancia en tierras de secano es el manejo aplicado a las plantaciones. Es necesario definir una silvicultura específica para cultivos de corta rotación, especialmente en terrenos de secano, con el propósito de generar y aumentar el conocimiento sobre este tipo de cultivos en aspectos tales como especies y procedencias adecuadas, densidades y marcos de plantación apropiados, reciclaje de nutrientes, propiedades físicas y químicas de la biomasa, sistemas de cosecha y logística, entre otros.

El manejo con fines energéticos aplicado ya se está desarrollando en otros países, por ejemplo, en la India, donde los terrenos disponibles para los cultivos energéticos son tierras muy degradadas, las plantaciones de *Eucalyptus* son manejadas teniendo en consideración mejoramiento genético, fertilización y riego. Las condiciones de sitio también son extremas, registrándose temperaturas por sobre los 46° C en el día y 0° C por la noche durante el verano; las precipitaciones no sobrepasan los 300 mm/año y los suelos son de arena gruesa con baja capacidad de retención de agua (Tewari *et al.*, 2002).

REFERENCIAS

Bennell, M.; Hobbs, T. J. and Ellis, M., 2007. Evaluating agroforestry species and industries for lower rainfall regions of southeastern Australia. FloraSearch 1a. Report to the Joint Venture Agroforestry Program (JVAP) and CRC for Plant-based Management of Dryland Salinity. Publication No. 07/079. 232 p.

CNE-GTZ, 2008. Potencial de Biomasa Forestal. Potencial de generación de energía por residuos del manejo forestal en Chile. Publicado por: Proyecto Energías Renovables No Convencionales en Chile (CNE/GTZ). José Bertran Spichiger, Eduardo Morales Verdugo. 56 p.

Barton, C. V. M. and Montagu, K. D., 2006. Effect of spacing and water availability on root shoot ratio in *Eucalyptus camaldulensis*. Forest Ecology and Management. 221: 52–62.

CSIRO, 2009. Trees for Farm Forestry: 22 Promising Species. A report for the RIRDC/Land & Water Australia/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program Revised and Edited by Bronwyn Clarke, Ian McLeod and Tim Vercoe. 239 p.

Garau, A. M.; Lemcoff, J. H.; Ghersa, C. M. and Beadle, C. L., 2008. Water stress tolerance in *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *maidenii* (F. Muell.) saplings induced by water restrictions imposed by weeds. Forest Ecology and Management. 255: 2811–2819.

Ginwal, H. S., 2009. Provenance and family variation in growth performance of *Eucalyptus tereticornis* (Sm.) in a provenance cum progeny trial in Midnapore, India. Forest Ecology and Management. 258: 2529–2534.

Hobbs, T. J.; Bennell, M. and Bartle, J., 2009a. Developing Species for Woody Biomass Crops in lower rainfall southern Australia. FloraSearch 3a. Report to the Joint Venture Agroforestry Program and Future Farm Industries CRC. Publication No. 09/043. 242 p.

Hobbs, T. J.; Bennell, M.; Huxtable, D.; Bartle, J.; Neumann, C.; George, N.; O'Sullivan W. and McKenna, D., 2009b. Potential agroforestry species and regional industries for lower rainfall southern Australia. Florasearch 2. A report for the RIRDC / L&WA / FWPA / MDBC Joint Venture Agroforestry Program Future Farm Industries CRC. 138 p.

Neumann, C.; Hobbs, T.; Bennell, M.; Huxtable, D.; Bartle, J.; George, B. and Grundy, I., 2006. FloraSearch – Developing broadscale commercial revegetation industries in low rainfall regions of southern Australia. Veg Future 06: the conference in the field. 11 p.

CIREN-ODEPA, 2010. Mapas de zonificación de aptitud productiva del territorio nacional de especies vegetales con potencial de producción de biocombustibles. Informe Final. 235 p.

Osorio, J.; Ortega, S.; González, P. y Fuentes, P., 1995. Caracterización Agroecológica de la VII Región del Maule. Escuela de Agronomía, Facultad de Recursos Naturales, Universidad de Talca. Talca. 50 p.

Ruthrof, K. X.; Loneragan, W. A. and Yates, C. J., 2003. Comparative population dynamics of *Eucalyptus cladocalyx* in its native habitat and as an invasive species in an urban bushland in south-western Australia. Diversity and Distributions. 9: 469–483.

Tewari, V.; Verma, A. and Kumar, K., 2002. Growth and yield functions for irrigated plantations of *Eucalyptus camaldulensis* in the hot desert of India. Bioresource Technology. 85:137–146.