

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**DIRECCIÓN DE POSTGRADO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“PRETRATAMIENTO BIO-ORGANOSOLV PARA  
SACARIFICACIÓN Y FERMENTACIÓN DE MADERA DE *Pinus  
radiata* D. Don Y *Acacia dealbata* Link”**

**POR**

**CLAUDIO ANDRÉS MUÑOZ RIVEROS**

**Tesis para optar al Grado Académico  
de Doctor en Ciencias Forestales**

**CONCEPCIÓN – CHILE**  
**2007**

## RESUMEN

En este trabajo se evaluó la producción de etanol a partir de las maderas blandas, *Pinus radiata*, principal especie forestal plantada en Chile, y un híbrido de piceas (*Picea glauca* × *P. engelmannii*) que crece de forma natural en gran extensión de tierra en Canadá, y a partir de una madera dura, *Acacia dealbata*, agresiva especie que posee gran habilidad para rebrotar y crecer sobre terrenos muy pobres, erosionados y deforestados, y cuyo uso actual en Chile se limita a la producción de leña. Astillas de madera de *P. radiata* y *A. dealbata* fueron pretratadas biológicamente con los hongos de pudrición blanca *Ceriporiopsis subvermispora* y *Ganoderma australe* por 15, 30 y 60 días en condiciones de biopulpaje y, astillas de madera de árboles muertos de piceas por ataque del escarabajo de la corteza *Dendroctonus rufipennis* (Beetle-killed Hybrid Spruce, BKHS), fueron sometidos a deslignificación organosolv con etanol/agua (60/40, v/v) para obtener una fracción de pulpa rica en carbohidratos. De las pulpas obtenidas de las diferentes especies se produjo etanol por hidrólisis y fermentación separada (HFS) y por sacarificación y fermentación simultánea (SFS). La hidrólisis enzimática fue realizada usando una preparación de celulasa comercial (Celluclast), suplementada con una preparación de  $\beta$ -glucosidasa (Novozym 188), y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* fue utilizada para la fermentación de los azúcares liberados.

El pretratamiento bio-organosolv de astillas de madera de *P. radiata* y *A. dealbata* produjo un efecto favorable en la composición y posterior hidrólisis enzimática y fermentación de las pulpas. Bio-pulpas de *P. radiata* mostraron mayor contenido de glucanos (~90-93%) y menor contenido de lignina (~6-8%) que las pulpas control (~78-82% glucanos y 13-14% lignina). Bio-pulpas de *A. dealbata* también mostraron mayor contenido de glucanos (~94-95%) y menor contenido de lignina (~2-3%) que las pulpas control (~89-92% glucanos y 4-

5% lignina). En la HFS de bio-pulpas y pulpas control de *P. radiata*, la conversión de glucanos a glucosa fue ~100% y ~55% respectivamente, mientras que en *A. dealbata*, la conversión de glucanos a glucosa fue total para ambos tipos de pulpas (~100%). La SFS de bio-pulpas y pulpas control de *P. radiata* produjo 65,4% y 10,4% de etanol sobre el valor teórico (en base al contenido de hexosas presente en las pulpas), respectivamente, y 81,7% y 77,1% en bio-pulpas y pulpas control de *A. dealbata*. Estos resultados indican que el pretratamiento bio-organosolv produjo bio-pulpas con mayor contenido de glucanos y menor contenido de lignina, lo que se reflejó en una hidrólisis enzimática más eficiente y mayor producción de etanol que en pulpas de madera sin tratar.

Las pulpas de madera del híbrido *P. glauca x Picea engelmannii* muerta (BKHS) presentan mayor contenido de glucanos que las muestras de pulpa de madera sana (HHS) (~62-90% y ~53-84%, respectivamente) y menor contenido de xilanos (~0,1-3,4% y ~0,2-4,5%, respectivamente). BKHS fue más fácil de pretratar que HHS, ya que requirió menor severidad en el pretratamiento organosolv para alcanzar altos rendimientos de pulpas. BKHS y HHS sometidos a proceso organosolv con etanol, son buenos substratos para la producción de bioetanol, alcanzándose rendimientos de ~80% y ~70% sobre el valor teórico, respectivamente.