



Universidad de Concepción

Dirección de Postgrado

Facultad de Ciencias Forestales - Programa de Doctorado



**EXTRACCIÓN DE HEMICELULOSAS DE *Pinus radiata* PARA  
OBTENCIÓN DE BIOETANOL INTEGRADO CON LA  
PRODUCCIÓN DE CELULOSA KRAFT**

PABLO REYES CONTRERAS

CONCEPCIÓN-CHILE

2012

Profesor Guía: Regis Teixeira Mendonça

Dpto. de Manejo de Bosques y Medio Ambiente

Facultad de Ciencias Forestales

Universidad de Concepción

## RESUMEN

Las hemicelulosas son una fracción de polisacáridos de la madera que está formada por diferentes unidades de anhidroazúcar, dispuestas en diferentes proporciones y con diferentes sustituyentes, en donde las unidades monoméricas principales son  $\beta$ -D-glucosa,  $\beta$ -D-manosa,  $\beta$ -D-galactosa,  $\beta$ -D-xilosa y  $\beta$ -L-arabinosa. Las hemicelulosas representan cerca del 20-35% de la madera. Las maderas blandas, como el pino, posee mayoritariamente galactoglucomananos (20-25%). Para aprovechar estos componentes se propone integrar procesos de remoción, previo al pulpaje, de una fracción de las hemicelulosas y utilizarlas para la elaboración de biocombustible y biomateriales, por ejemplo, en el concepto de una biorefinería forestal. En este trabajo, hemicelulosas de *P. radiata* fueron extraídas bajo condiciones alcalinas, neutras y ácidas. Las hemicelulosas recuperadas fueron caracterizadas y fermentadas a etanol por la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Astillas con extracción parcial de hemicelulosas fueron sometidas a dos procesos alcalinos de pulpaje, uno de ellos fue el kraft y el otro fue el sulfito alcalino antraquinona (ASA) seguido de refinamiento en disco. Para el proceso kraft las condiciones evaluadas fueron 20-25% de álcali activo, 30% sulfidez, temperatura de cocción 170°C, factor H 1200 y relación licor: madera de 4:1. En el proceso ASA las condiciones evaluadas fueron 4,5 -7,5% NaOH y 10-17,5% Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, 0,1% antraquinona, temperatura de cocción 170°C, tiempo de reacción de 45 min y relación licor: madera de 5:1, seguido de refino en discos con diferentes consumos de energía. Los resultados muestran que *P. radiata* posee cerca de 28% hemicelulosas, de ellas el 65% de la composición corresponde a hexosas. Los contenidos de hemicelulosas extraídos varían entre 2 y 15 g/100g madera, siendo las condiciones ácidas y neutras las más efectivas en la remoción de hemicelulosas. La distribución de masa molar de las hemicelulosas indicó bajo  $\overline{Mw}$  en la mayoría de las muestras, especialmente en extracciones ácidas y neutras. La producción de etanol a partir de los hidrolizados hemicelulósicos demostró que los azúcares obtenidos a partir de extracciones ácidas (75 min, 170°C) y neutras (120 min, 120°C) son fermentados fácilmente a etanol, con rendimientos máximos de 73% y 71%, respectivamente. Pulpas con número kappa 30 se prepararon de la madera con diferente contenido de hemicelulosa residual (20 g/100g madera y 13 g/100 g de madera). El rendimiento de pulpa de la madera control fue de 47%, mientras que las maderas extraídas obtienen rendimientos de 44% y

37% (contenido inicial de hemicelulosa de 20 g/100g madera y 13 g/100 g de madera, respectivamente). Al refinar las pulpas en un molino PFI a 30°SR, las pulpas de madera extraída necesitaron 6% más de revoluciones en comparación con el control. Las propiedades de resistencia mecánica (índices de tensión, explosión, y rasgado) fueron ligeramente superiores o similares a la pulpa control. Pulpas ASA realizadas desde maderas con 25 y 50% menos hemicelulosas presentaron una fibrilación mas rápida, con menor contenido de rechazo que madera control. Las propiedades de resistencia mecanica de las pulpas ASA disminuyen al aumentar la cantidad de hemicelulosa removida durante las etapas previas al pulpaje, producto de una compresión lateral de tensión y cizallamiento de las fibras, lo que provoca una reduccion en la rigidez de la fibra.

Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que las hemicelulosas extraídas de *P. radiata* pueden ser una importante materia prima para la elaboración de bioetanol integrada con la producción de celulosa. Sin embargo las pulpas elaboradas sufren pérdidas de las propiedades físico-mecánicas cuya relevancia para la producción de papel deben ser evaluadas. Una alternativa de uso para estas pulpas con baja calidad, es la elaboración de papeles especiales o producción de pulpa soluble.

