



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMAS DE POSTGRADO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



***“Estudio cinético de la extracción de compuestos fenólicos en corteza de *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus* y su evaluación antifúngica”***

Tesis presentada a la

DIRECCIÓN DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

para optar al ***Grado de Magíster en Cs. de la Ing. c/m en Ingeniería Química***

Dr. Romel Jiménez Concepción, Director del Programa de Graduados en Ciencias de la Ingeniería, con mención en Ingeniería Química, saluda atentamente y tiene el agrado de invitarle al Examen de Grado del Sr. **Nicolás Fernando González Silva**, que se efectuará en el Auditorio Prof. Hugo Segura Gómez, 2do piso, Edificio Gustavo Pizarro Castro, el día martes 26 de diciembre de 2017 a las 15.00 hrs.

**Profesor Guía:**

Katherina Fernández E., Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

**Profesor Co-Guía:**

Miguel Pereira S., Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

**Profesor Comisión Interna:**

Alfredo Gordon S., Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

**Profesor Comisión Externa:**

Regis Teixeira M., Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente, Facultad de Cs. Forestales, Universidad de Concepción.

Concepción, 13 de Diciembre de 2017.

## RESUMEN

Las industrias forestales generan grandes cantidades de residuos, particularmente corteza, a causa de sus procesos industriales. La gran mayoría de estas industrias queman la corteza produciendo energía. Sin embargo, este proceso de combustión es de baja eficiencia y dañino para los equipos utilizados, debido a la gran cantidad de resinas que posee la corteza. Las especies *Eucalyptus globulus* (*E. globulus*) y *Eucalyptus nitens* (*E. nitens*), han cobrado gran importancia en Chile, abarcando el 33% de las plantaciones forestales totales del país en el año 2014. De éstas, se pueden extraer compuestos de alto valor agregado a partir de sus desechos, y con ello, aprovechar las propiedades antioxidantes de estos compuestos para formular un producto a escala laboratorio que posteriormente podría ser escalado a nivel industrial, utilizando un modo de extracción batch, siendo éste el más utilizado a escala laboratorio e industrial por su bajo costo energético.

El objetivo de este trabajo fue obtener extractos ricos en componentes fenólicos provenientes de la corteza de *E. nitens* y *E. globulus*, formulando la cinética de extracción y evaluando la resistencia que le confieren estos extractos a la degradación de madera de pino impregnada, atacada por hongos de pudrición.

Se muestrearon cortezas de árboles *E. nitens* y *E. globulus* de entre 10-12 años, del predio Los Castaños de Forestal Comaco. Se extrajeron componentes hidrofílicos de la corteza, mediante extracciones con metanol/agua según un diseño Box-Behnken con 3 factores: temperatura, razón sólido/líquido y concentración de metanol, siendo las respuestas rendimiento, fenoles totales y capacidad antioxidante. Con el óptimo del diseño se determinó y modeló la cinética de extracción de compuestos fenólicos a tres temperaturas para ambas especies. Se obtuvo el óptimo del diseño experimental a la mayor razón sólido/líquido (1:60), a una concentración del 51% de metanol en agua para ambas especies y a una temperatura de 46 y 53°C para *E. globulus* y *E. nitens*, respectivamente. Para ambas especies las etapas gobernantes en el proceso de extracción fueron identificadas como un proceso de difusión rápida o lavado y un proceso de difusión lenta. El modelo de difusión de Fick extendido a dos fases extractivas representó exitosamente la cinética de extracción de los compuestos fenólicos desde la corteza de eucaliptus a diferentes temperaturas consiguiendo valores de la desviación porcentual absoluta promedio menores al 6% para ambas especies. Tanto para *E. nitens* como *E. globulus*, la etapa gobernada por el proceso de lavado obtuvo coeficientes de difusión efectivos de mayor orden que la etapa gobernada por el proceso de difusión para las tres temperaturas en estudio.

Se realizaron dos ensayos antifúngicos: la determinación de la concentración mínima inhibitoria, en la cual se determinó la concentración de extracto a la cual se inhibe parcial o completamente una especie fúngica; y el ensayo de pérdida de masa, donde se probó el extracto sobre madera de pino y se evaluó si éste inhibió el crecimiento de la especie fúngica sobre el sustrato (madera de pino). Se validó el uso del extracto de la corteza de eucaliptus para ambas especies, como posible antifúngico para el hongo *Trametes versicolor*, obteniendo resultados de inhibición en los ensayos de concentración mínima inhibitoria y pérdida de masa en madera de pino. Para este último, los resultados visuales y cuantitativos fueron similares a los obtenidos para el tratamiento con el producto antifúngico comercial (ketoconazol). Para estudios futuros se recomienda un estudio económico y medio ambiental para un posible reemplazo del antifúngico comercial o una combinación entre el antifúngico comercial y el extracto obtenido en este trabajo el cual pudiese presentar mejoras en la capacidad antifúngica.