

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MADERAS



SIMULACIÓN DE ESFUERZOS DE SECADO EN
MADERA DE *Eucalyptus nitens*

Tesis presentada en el Departamento de Ingeniería en Maderas de la
Universidad del Bío-Bío, para la obtención del grado de
Doctor en Ciencias e Industrias de la Madera

NATALIA DE LOS ÁNGELES PÉREZ PEÑA

Director de Tesis : Dr. Rubén Ananías
Co-director de Tesis : Dr. Carlos Salinas
Co-director de Tesis : Dr. Alain Cloutier

CONCEPCIÓN - CHILE

2016

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue simular los esfuerzos producidos durante el proceso de secado en madera de *Eucalyptus nitens*.

La metodología incluyó la determinación experimental de las deformaciones, los coeficientes de mecano-sorción y las variaciones de humedad. Se implementó un modelo para el fenómeno físico esfuerzo/deformación y se modelaron los efectos transitorios no uniformes inducidos por la variación del contenido de humedad de los esfuerzos y las deformaciones. El modelo matemático lo constituyó un sistema de ecuaciones diferenciales parciales no lineales de segundo orden, que fueron integrados numéricamente a través del método de volúmenes de control basado en elementos finitos, sobre la base del cual se simularon los esfuerzos y deformaciones durante el secado de *Eucalyptus nitens*.

Los resultados mostraron una mayor intensidad de los esfuerzos y deformaciones tangenciales durante el secado de la madera, permitiendo una mejor comprensión del comportamiento frente al secado de la madera sólida de *Eucalyptus nitens*. Lo cual contribuirá a aliviar el colapso y las tensiones de secado, tendiente a optimizar los programas de secado de *Eucalyptus nitens*, para el desarrollo de productos de madera sólida.

PREFACIO

Este trabajo de tesis doctoral fue parte del proyecto de investigación Fondecyt 1110500: “Drying aptitude of *Eucalyptus nitens*”. Fue realizado bajo la dirección del Dr. Rubén Ananías, profesor del Departamento de Ingeniería en Maderas de la Universidad del Bío-Bío y codirigido por el Dr. Carlos Salinas, profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Bío-Bío y por el Dr. Alain Cloutier, profesor del Departamento de Ciencias de la Madera y Forestales de la Universidad Laval.

El documento es presentado en la forma de memoria de tesis con artículos, que son presentados en los capítulos 2, 3 y 4.

Artículo I: **Hygromechanical strains during the drying of *Eucalyptus nitens* boards.**
N. Pérez, A. Cloutier, F. Segovia, C. Salinas, V. Sepúlveda, L. Salvo, R.A. Ananías.
2016. *Maderas. Ciencia y Tecnología* 18(2):235-244.

Artículo II: **Perpendicular mechano-sorptive strains during moisture desorption from *Eucalyptus nitens* specimens.**
N. Pérez, F. Segovia, C. Salinas, R.A. Ananías.
2016. *BioResources* 11(4): 8277-8284. DOI: 10.15376/biores.11.4.8277-8284.

Artículo III: **Simulation of drying stresses in *Eucalyptus nitens* wood.**
N. Pérez, C. Chávez, C. Salinas, R.A. Ananías. Paper submitted to *Bioresources* journal.

Los resultados obtenidos en este trabajo fueron presentados en las siguientes conferencias:

- **Perpendicular mechano-sorptive strain during desorption of *Eucalyptus nitens* boards.**
N. Pérez, A. Cloutier, C. Salinas, V. Sepúlveda, L. Salvo, R.A. Ananías.
5th International Scientific Conference on Hardwood Processing (ISCHP2015),
September 2015, Université Laval, Québec, Canada.
- **Stresses and deformations during the drying of *Eucalyptus nitens* wood.**
N. Pérez, R.A. Ananías, C. Salinas, A. Cloutier.
Colloque annuel du CRMR, May 2014, Université du Québec, Trois-Rivières,
Canada.
- **Deformations and drying stresses in *Eucalyptus nitens*.**
N. Pérez, V. Sepúlveda, R.A. Ananías, C. Salinas, E. Baradit.
Annual Meeting of International Academy of Wood Science (IAWS), October
2013, Nanjing Forestry University, Nanjing, China.
- **Modelación de los esfuerzos de secado de *Eucalyptus nitens*.**
N. Pérez.
I Encuentro de Investigación de estudiantes de postgrado, Octubre 2012,
Universidad del Bío Bío, Chillán, Chile.