

Universidad del Bío-Bío
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería en Maderas



Tesis

Presentada para la obtención del grado de
Magister en Ciencia y Tecnología de la Madera
por
William Broche Camejo

Modelación del secado convencional del coigue basada en el coeficiente global de transferencia de materia

Presentada en Concepción en el mes de Abril del 2000 ante la Comisión de Examen
compuesta por:

Director de tesis:	Dr. Rubén A. Ananías	Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería, Universidad del Bío-Bío.
Examinadores:	M. Sc. Misael Gutiérrez	Profesor Asociado, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.
	Dr. Carlos Salinas	Profesor Asistente, Facultad de Ingeniería, Universidad del Bío-Bío.
Presidente:	Dr. Mario Ramos	Profesor Asistente, Facultad de Ingeniería, Universidad del Bío-Bío.

Resumen

El objetivo principal del presente trabajo fue estudiar la cinética del secado convencional a baja temperatura del coigüe (*Nothofagus dombeyi*) por medio de una modelación simple. El modelo matemático utilizado consiste en un sistema de ecuaciones diferenciales parciales de primer orden resultante del balance de masa y entalpía en cada subsistema (aire-madera), para el cual se requiere conocer un coeficiente global de transferencia de materia (K_x). Para determinar este coeficiente se realizaron 4 experimentos variando la magnitud de las variables de secado. La solución del sistema de ecuaciones fue procesada numéricamente a través de diferencias finitas mediante una discretización temporal de primer orden. El modelo predijo adecuadamente el comportamiento transiente de la humedad y temperatura en el ambiente de secado y en la madera. Además, se realizó una correlación con las variables de secado para obtener K_x , las simulaciones realizadas con este coeficiente se ajustan satisfactoriamente a los datos experimentales.

Summary

The aim of this work was to model the kinetic of the low temperature convective drying of coigüe (*Nothofagus dombeyi*) based on a simple one-dimensional modeling. The differential system equations resulting from mass and enthalpy balance in each subsystem (air-wood) are characterised by a global mass transfer coefficient (K_x).

Four experiments were performed in order to verify the prediction capacity of the model. The differential system equations solutions were obtained with a finite difference method (FDM) performing a first order temporal discretization. The model predictions were in close agreement with the transient behaviour of the humidity and temperature in both, wood and the surrounding air. In addition, a correlation with the drying variables was made to obtain K_x . The simulations made with this correlated coefficient adjust satisfactorily to the experimental data.

Índice

LISTA DE SÍMBOLOS:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
1- INTRODUCCIÓN:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
2- OBJETIVOS:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
3- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1- FUERZAS CONDUCTORAS:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
3.2- MODELOS DE DIFUSIÓN:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
3.3- MODELOS DE TRANSPORTE	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
3.3.1- MODELOS DE TRANSPORTE BASADOS EN EL ENFOQUE DE LUIKOV.	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
3.3.2- MODELOS DE TRANSPORTE BASADOS EN EL ENFOQUE DE WHITAKER.	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
4- MATERIALES Y MÉTODOS	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
4.1- APARATOS EXPERIMENTALES	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
4.2- EXPERIMENTOS:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
4.3- METODOLOGÍA:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
4.3.1- CONTENIDO DE HUMEDAD EXPERIMENTAL.	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
4.3.2- TAMAÑO DE LA MUESTRA:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
4.3.3- MODELO MATEMÁTICO:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
4.3.3.1- Solución numérica en diferencias finitas (Modelo explícito).	¡Error!Marcador no definido.
4.4- CÁLCULO DE K_x MEDIANTE UNA CORRELACIÓN CON LAS VARIABLES DE SECADO:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
5- RESULTADOS	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
5.1- RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 1:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
5.2- RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 2:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
5.3- RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 3:	¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.

- 5.4- RESULTADOS DEL EXPERIMENTO 4:.....¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 5.5- RESULTADOS DE LA CORRELACIÓN:¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 6- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS: ¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 7- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:..... ¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 8- BIBLIOGRAFÍA:..... ¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 9- ANEXO 1: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DEL MODELO:¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 9.1- MASA ANHIDRA (M_B):¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.2- CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL AMBIENTE (X^*).¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.3- CONTENIDO DE HUMEDAD O PROPORCIÓN DE HUMEDAD DEL AIRE (w_s):¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.4- ÁREA DE TRANSFERENCIA (S):.....¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.5- VELOCIDAD DEL FLUJO MÁSIICO DEL AIRE (G):¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.6- CALOR ESPECÍFICO (Cp):¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.7- CALOR ESPECÍFICO DEL AGUA EN ESTADO LÍQUIDO (Cp_e^L):.....¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.8- CALOR ESPECÍFICO DE LA MADERA (Cp_s):.....¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.9- CALOR LATENTE DE EVAPORACIÓN DEL AGUA EN LA MADERA (Λ):¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.10- CÁLCULO DEL COEFICIENTE CONVECTIVO DE TRANSFERENCIA DE CALOR (H).¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.11- DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE HUMEDAD (K_x):
¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 9.12- DEMOSTRACIÓN QUE K_x ES UN COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE MASA:
¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 10- ANEXO 2: RESULTADOS ¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.**
- 10.1- RESULTADOS CARGA 1:.....¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 10.2- RESULTADOS CARGA 2:.....¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.
- 10.3- RESULTADOS CARGA 3:.....¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.

10.4- RESULTADOS DE LA CARGA 4:¡ERROR!MARCADOR NO DEFINIDO.