

Propiedades tecnológicas de la Madera. (Primera parte)

ISBN: 978-987-1375-51-6

Autores:

MSc. Ing. Estela Margarita Pan
Dr. Ing. Juan Carlos Medina
Ing. Agustín Pascual Ruiz
Téc. Qco. Ernesto Vidal Ruiz

Marzo de 2009

Título: Propiedades Tecnológicas de la Madera (Primera Parte)

Autor: Estela Margarita Pan y otros.

Diagramación interior:

Diseño de Tapa:

Corrección: a cargo del autor

1ª EDICIÓN

Fecha de publicación:

ISBN: 978-987-1375-51-6

Queda hecho el depósito que establece la ley 11.723

LIBRO DE EDICIÓN ARGENTINA

Propiedades Tecnológicas de la Madera (Primera Parte)

Estela Margarita Pan ... [et. al.]. – 1ª

ed. – Santiago del Estero: Lucrecia, 2009.

v. 1,219 p.; 15 x 21 cm.

ISBN 978-987-1375-51-6

1. Madera. 2. Tecnología. I. Pan, Estela Margarita

CDD 674

PRÓLOGO

No podría mi hermana haber elegido peor momento para pedirme que prologue su libro. Me refiero a una situación de emociones profundas de personas queridas que nos dejaban para pasar a la Paz Celestial; pero son esos los momentos donde todas las creencias y sentimientos convergen para tratar de encauzar y volver a comenzar.

Entonces, que mejor un libro para dar inicio a esta nueva etapa, esperanza basada en conocimientos y años de estudio, aprendizaje, sacrificio, mucho esfuerzo, poca remuneración, horas y días dejando el contexto familiar para poder cumplir con las vastas responsabilidades y deberes.

Por supuesto que, todo esto es vivencia de progenitores que educaban con el ejemplo del trabajo en pos de la felicidad familiar y buscando crecer como sociedad donde el bien común es precepto.

Es indudable que lo aquí presentado por la Ing. Estela Pan es una “herramienta” de estudio y de trabajo, donde el estudioso de la materia encontrará una solución o una posibilidad para discernir su estudio, esto es lo que considero “meritorio”, la acción docente sobre lo específico.

Solicito al Sr. Lector, considere estas palabras no como un prólogo, sino como una carta alentadora no sólo para la autora sino para todos aquellos que teniendo los conocimientos se predispongan y compartan por este medio los mismos relacionados con la madera, lo que acrecentará la profesión y creará la necesaria mística con la cual los objetivos propuestos siempre son alcanzados.

Santiago del Estero, 31 de Marzo de 2009.

José María Pan

Índice

1. Tecnología de la Madera	9
1.1 Introducción	9
1.2 Madera	13
1.3 Planos Anatómicos de Corte	16
1.4 Constitución de la Madera	17
1.4.1 Características Anatómicas	17
1.4.2 Características Químicas	24
1.4.3 Características Físico Mecánicas	25
1.5 La Madera	26
1.5.1 Metodologías o Normas para la Determinación de las Propiedades de las Maderas.	27
1.5.2 Toma de Muestras	29
2. Química de la madera	35
2.1 Química de la Madera: Definición	35
2.1.1 Composición Química Elemental de la Madera	35
2.1.2 Componentes Principales de la Madera	36
2.1.3 La Celulosa	39
2.1.4 Formación de la Pared Celular	43
2.1.5 Estructura de la Pared Celular	45
2.1.5.1 Laminilla Media	47
2.1.5.2 Pared Primaria	47
2.1.5.3 Pared Secundaria	47
2.1.5.4 Madera de reacción	49
2.1.5.5 Vacío de la pared celular	51
3. Propiedades Físicas de la madera	53
3.1 Consideraciones Generales	53
3.2 Propiedades Físicas: Definiciones	56
3.3 Peso Específico o Densidad: Generalidades	57
3.3.1 Peso Específico Real	61
3.3.2 Peso Específico Aparente	62
3.3.3 Peso Seco Volumétrico.	64
3.3.4 Determinación del Peso Específico Aparente	65
3.3.4.1 Medición del Peso	65
3.3.4.2 Medición del Volumen	66
3.3.5 Porosidad o Volumen de Espacios Vacíos en la Madera	69
3.3.6 Relación entre el P. Específico Aparente y la Humedad de la Madera ..	70
3.3.7 Factores que Influyen en la Variación del P. Específico de la Madera ...	73
3.3.7.1 Efectos de los Extractivos	73
3.3.7.2 Peso Esp. Aparente de las Maderas de Leño Temprano y Tardío ...	74
3.3.7.3 Espesor del Anillo de Crecimiento	74
3.3.7.4 Variaciones del P. Específico Aparente en el interior del tronco	75
3.3.8 Problemas de Aplicación	77
3.3.9 Determinación Experimental del Peso Específico Aparente.	79
3.3.10 Valores de Densidad Básica en Orígenes de Pinus taeda y Pinus elliottii var elliottii Plantados en Ingenio La Fronterita, Departamento. Famaillá, Tucumán, Argentina.	80
3.3.11 Valores de Densidad Básica y Peso Específico Aparente Anhidro en	

Progenies de Eucalyptus camaldulensis y Familias de Eucalyptus tereticornis.....	83
4. Humedad	85
4.1 Humedad de la Madera	85
4.1.1 Higroscopicidad	87
4.1.2 Contenido de Humedad	89
4.1.2.1 Expresiones del Contenido de Humedad	90
4.1.2.2 Determinación del Contenido de Humedad	92
4.1.2.3 Método por Dif. de Pesadas o Secado en Estufa de Laboratorio ...	93
4.1.2.4 Métodos Eléctricos o con Xilohigrómetro	94
4.1.2.5 Método por Destilación o Extracción	98
4.1.3 Estados del Agua en la Madera	99
4.1.3.1 Agua Libre	100
4.1.3.2 Agua Higroscópica	100
4.1.3.3 Agua de Constitución	101
4.1.4 Condiciones de la Madera Según su Contenido de Humedad	101
4.1.4.1 Definiciones de los Diferentes Estados de la Madera Según su Contenido de Humedad.	103
4.1.4.2 Humedad relativa del ambiente	110
4.1.4.3 Humedad Absoluta	114
4.1.4.4 Gradiente de Humedad de la Madera	114
4.1.5 Efecto del contenido de humedad en el peso específico	116
4.1.6 Variación de la Humedad en el Árbol	117
4.1.7 Problemas de aplicación	118
4.1.7.1 Determinación experimental del contenido de humedad por: Secado en estufa, por destilación con disolventes, por métodos eléctricos y determinación del gradiente de humedad.	119
5. Sorción en maderas	121
5.1 Introducción	121
5.2 Concepto de sorción en madera	123
5.2.1 Sorción química	124
5.2.2 Adsorción BET	127
5.2.3 Condensación Capilar.....	135
5.3 Histéresis de Sorción	139
5.3.1 Dependencia de la Isoterma con la Madera.....	142
5.3.2 Efecto de la temperatura	143
5.3.3 Teoría sobre la Histéresis de Sorción	144
5.3.4 Determinación Experimental de las Isotermas de Sorción	146
5.3.4.1 Métodos de las Soluciones Salinas	146
5.3.4.2 Método en Cámara de Climatización	148
5.4 Valores de Humedad de Eq. de 9 Esp. Nativas e Impl. del P. Chaqueño	150
5.5 Isotermas de Adsorción de 9 especies de Maderas del Parque Chaqueño.	151
5.6 Valores de Humedad de Eq. en diferentes orígenes de P. taeda y P. elliottii plantados en Famaillá, Tucumán, Argentina.	156
5.7 Isotermas de Adsorción de diferentes orígenes de P. taeda y P. elliottii	158
6. Hinchamiento y Contracción de la Madera	159
6.1 Conceptos básicos en la relación madera – agua	159
6.1.1 Definiciones de hinchamiento y contracción	162
6.1.2 Hinchamiento y Contracción Máxima	163
6.1.3 Relación Entre el Hinch. y la Contracción Volumétrica Máxima.	166

6.1.4 Hinchamiento y Contracción Lineal.	167
6.1.5 Det. de las fórmulas de hinch. y contr. volumétrica en maderas	170
6.1.6 Anisotropía del Hinchamiento y de la Contracción.	172
6.6.1 Efecto de la Contracción en la calidad de la Madera.	174
6.1.7 Coeficiente de Retractabilidad	185
6.1.8 Determinación del punto de saturación de las fibras.	190
6.1.9 Problemas de Aplicación	190
6.1.10 Determinación experimental de: hinchamiento y contracción lineal y volumétrica máxima, coeficiente de retractabilidad y punto de saturación de las fibras.	193
6.1.11 Valores de Hinchamientos y Contracciones totales, Coeficiente de Retractabilidad, Coeficiente de Hinchamiento, Hinchamiento Diferencial y Punto de Saturación de las Fibras de especies nativas e implantadas en Argentina.	195
6.1.12 Valores de Coeficientes de Retractabilidad Volumétricos en Orígenes de <i>P. taeda</i> y <i>P. elliottii</i> Plantados en Famaillá, Tucumán, Argentina.	197
6.1.13 Contracciones Totales, Coeficiente de Retractabilidad y Punto de Saturación de las Fibras de Orígenes de <i>E. camaldulensis</i> y <i>E. tereticornis</i> plantados en Santiago del Estero.	200
7. Bibliografía Consultada	205