

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REVISION BIBLIOGRÁFICA	3
3.1. Características Generales	3
3.1.1. Descripción del género <i>populus</i>	3
3.1.2. Características genéticas	4
3.2. Características de la Madera de <i>Populus</i>	5
3.2.1. Características anatómicas	5
3.2.2. Propiedades físicas	5
3.2.3. Propiedades mecánicas	6
3.3. Principales Características del Género <i>Populus x Euroamericana CV.</i> I - 63/51	7
3.4. Calidad de la Materia Prima	7
3.5. Características de los Productos en Madera de Álamo	7
3.6. El Agua en la Madera	8
3.6.1. Agua libre	8
3.6.2. Agua higroscópica o de saturación	9
3.6.3. Agua de constitución	9
3.7. Secado de la Madera	10

3.8. Humedad de Equilibrio de la Madera	11
IV. METODOLOGÍA	12
4.1. Condición de la Materia Prima y sus Producto	12
4.2. Evaluación de la Cámara de Secado	13
4.2.1. Descripción de la cámara de secado	13
4.2.2. Medición de las condiciones de secado	16
4.2.2.1. Elaboración de ventanas de muestreo	18
4.3. Determinación de la Humedad Relativa del Ambiente y Contenido de Humedad de la Madera	20
4.3.1. Prueba de equipo	20
4.3.2. Determinación del peso anhidro y contenidos de humedad de la madera inicial y final	22
4.4. Velocidad del Aire	23
4.5. Cálculo del Número de Repeticiones del Proceso de Secado	24
4.6. Principales Defectos por Secado	25
4.6.1. Características de las deformaciones	26
4.7. Humedad de Equilibrio	29
V. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	30
5.1. Condiciones de Secado	30
5.2. Características que Presenta el Secador en el Momento de la	

Evaluación	33
5.3. Pérdidas de Calor	34
5.4. Contenido de Humedad Inicial y Final de la Madera	35
5.5. Efecto de la Operación de la Cámara de Secado en el Producto	36
5.6. Consecuencia de los Defectos en el Producto Final	39
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. BIBLIOGRAFÍA	44
IX. APÉNDICES	46
Apéndice 1. Condiciones de cada repetición	47
Apéndice 2. Pesos de la madera	53
Apéndice 3. Contenido de humedad	61
Apéndice 4. Defectos	65
Apéndice 5. Estampado del producto	75
5.1. Consecuencia de los defectos en el producto final	75
5.2. Rechazo y pérdidas de productos por estampado	76

X. ANEXOS

85

Anexo 1. Humedad de equilibrio

86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Contenido	Página N°
1.	Datos de densidad normal y porcentaje de contracciones de las especies más utilizadas en CCF.	6
2.	Promedio y desviación estándar del contenido de humedad final después del secador.	24
3.	Limite máximo (L. máx.) de los defectos que permite la máquina estampadora de la Compañía Chilena de Fósforo (CCF) ¹ .	26
4.	Condiciones ambientales promedio de Temperatura (T°), humedad relativa (HR), velocidad del aire (Va) y humedad de equilibrio (HEq) de cada ventana de muestreo de las 10 repeticiones (ver Apéndice 1).	31
5.	Condiciones del secador promedio en Temperatura (T°) y presión de vapor (PV) en cada momento de evaluación de las 10 repeticiones (ver Apéndice 1).	34
6.	Perdida de calor, diferencia de temperatura a la salida del radiador (sensor PT – 100) y temperatura en contacto directo con el producto.	35
7.	Promedios de Contenidos de Humedad Inicial y Final de Cada Repetición (ver Apéndice 3).	36
8.	Magnitud promedio y desviación estándar de cada defecto registrado en las repeticiones.	37

9. Paletas rechazadas por cada repetición y especificación del defecto más frecuente que sobrepasó los límites máximos de defecto (ver Apéndice 4).	38
10. Total de paletas rechazadas por cada repetición por doble o triple arqueadura (ver apéndice 4).	38
11. Relación Chf y porcentaje de paletas rechazadas (ver Apéndice 3).	39
12. Condiciones que presentó R1.	47
13. Condiciones que presentó R2.	48
14. Condiciones que presentó R3.	48
15. Condiciones que presentó R4.	49
16. Condiciones que presentó R5.	49
17. Condiciones que presentó R6.	50
18. Condiciones que presentó R7.	50
19. Condiciones que presentó R8.	51
20. Condiciones que presentó R9.	51
21. Condiciones que presentó R10.	52
22. Pesos de los productos, peso inicial, peso final y peso anhidro de	

R1, R2 y R3.	53
23. Pesos de los productos, peso inicial, peso final y peso anhidro de R4, R5 y R6.	55
24. Pesos de los productos, peso inicial, peso final y peso anhidro de R7, R8 y R9.	57
25. Pesos de los productos, peso inicial, peso final y peso anhidro de R10.	59
26. Contenidos de humedad final y inicial del producto de R1, R2, R3, R4 y R5.	61
27. Contenidos de humedad final y inicial del producto de R6, R7, R8, R9 y R10.	63
28. Cuantificación de defectos después de secado, arqueadura (Ar), torcedura (T), acanaladura (Ac), encorvadura (E).	65
29. Cuantificación de defectos después de secado, arqueadura (Ar), torcedura (T), acanaladura (Ac), encorvadura (E).	67
30. Cuantificación de defectos después de secado, arqueadura (Ar), torcedura (T), acanaladura (Ac), encorvadura (E).	69
31. Cuantificación de defectos después de secado, arqueadura (Ar), torcedura (T), acanaladura (Ac), encorvadura (E).	71
32. Cuantificación de defectos después de secado, arqueadura (Ar), torcedura (T), acanaladura (Ac), encorvadura (E).	73

33. Para determinar la humedad de equilibrio por medio de los datos de: Humedad relativa del aire y temperatura bulbo seco.

87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Contenido	Página N°
1.	Ingreso al secador desde los picadores por medio de correas transportadoras.	13
2.	a) Costado del secador mostrando los 3 niveles, se encuentra en proceso de ensamble. b) Costado del secador, tablero de control, sensores de temperatura e ingreso de vapor desde la caldera por medio de cañerías aéreas.	14
3.	a) Radiador y motor con aspas. b) costado del secador, tres radiadores y tres motores con aspas.	15
4.	a) Regulador manual de aire o vapor. b) tres reguladores y un extractor cilíndrico ajustable.	16
5.	a) Costado del secador, sensores de temperatura a continuación de radiadores. b) sensor de temperatura PT – 100 con panel digital.	17
6.	a) Perforaciones con taladro industrial, al costado del secador. b) perforaciones en cada nivel del secador y modulo.	17
7.	Equipo de medición Tri – Sence, sensores de temperatura, humedad relativa y velocidad del aire.	18
8.	Dimensiones entre ventanas de muestreo y su clasificación.	19

9.	a) Sensor de humedad relativa y temperatura. b) sensor introducido en ventana de muestreo en contacto directo con el producto.	19
10.	Balanza digital, se utilizó para pesar antes y después de los Secadores.	21
11.	a) Proceso de medición de condiciones dentro del secador. b) colecta de muestras equivalente a 50 productos (repetición) después de medición de defectos.	21
12.	a) Estufa de laboratorio. b) Balanza digital.	23
13.	Pie de metro digital.	26
14.	Defecto de arqueadura en paleta de pintura.	27
15.	Defecto de torcedura.	27
16.	Defecto de acanaladura.	28
17.	Defecto de encorvadura.	28
18.	Entrada del producto.	31
19.	a) Máquina de estampado, entrada del producto. b) salida del producto pasando por secado de estampado.	75
20.	a) Cliché en la máquina de estampado que se alimenta de tinta por medio de rodillos. b) recarga de tinta por medio de rodillo manual.	76

21.	El cuadro muestra la ranura por el cual se introducen en ocasiones las paletas.	77
22.	a: Tope metálico que presenta el ordenador de productos. b: Tope de correa transportadora que empuja los productos.	78
23.	Atascamiento, sobreposición de productos por deformación.	78
24.	Mal estampado.	79
25.	Línea corrida, presente en el sector izquierdo originando Mal estampado.	79
26.	a) Estampado desviado al costado derecho de la paleta en el ancho. b) Error de terminación en el estampado. Esquina mal impresa.	80
27.	Inicio del estampado muy en el extremo.	80
28.	a) Rajadura longitudinal. b) Astillamiento del extremo.	81
29.	Estampado de débil color en parte del logo.	81
30.	a) Estampado rechazado por mal centrado, cóncavo hacia abajo. b) Estampado rechazado por mal centrado, cóncavo hacia arriba.	82
31.	Desgarro del producto por mala posición en el ordenador.	83
32.	Ejemplos de doble defecto. a) Arqueadura doble y rajadura longitudinal. b) rajadura y mal estampado.	84