

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**



**ESTUDIO DEL TRATAMIENTO POR INMERSIÓN PROLONGADA
CALIENTE- FRÍO DE LA ESPECIE SUIQUILLO
(*Diatenopteryx Sorbifolia*) DE LA PROVINCIA ARCE
DEPARTAMENTO TARIJA**

Por:

YANET CONDORI LOPEZ

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Forestal.

Febrero del 2013

TARIJA - BOLIVIA

V°B°

Ing. Dionicio Cruz Díaz

PROFESOR GUÍA

MSc. Ing. Ismael Acosta Galarza

DECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

MSc. Ing. Linder Espinoza Márquez

VICEDECANO

**FACULTAD DE CIENCIAS
AGRÍCOLAS Y FORESTALES**

TRIBUNAL:

Ing. Pedro Brozovich Farfán

Ing. Adel Molina Ramírez

Ing. Ariel Castillo Gareca

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleadas en la elaboración del presente trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

AGRADECIMIENTOS

A mis queridos padres Florentino y Rosaura, por el apoyo económico y moral, que sin su ayuda hubiese sido difícil elaborar el presente trabajo.

A todos los docentes que me brindaron sus conocimientos en mi formación como profesional.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a:

Mi padre Florentino, al que debo lo que soy, que siempre fue un guía en el camino, por ser el principal motivo de superación en mi vida.

Mi madre Rosaura, por el apoyo, comprensión y colaboración que siempre me brinda.

Mis hermanos que siempre me están apoyando en los buenos y malos momentos.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

RESUMEN

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Pág.
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3

CAPÍTULO II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Distribución Geográfica de la Especie.....	4
2.2. Clasificación Taxonómica.....	4
2.3. Descripción Dendrológica.....	5
2.3.1. Árbol.....	5
2.3.2. Hojas.....	5
2.3.3. Inflorescencia.....	5
2.3.4. Fruto.....	6
2.3.5 Semillas.....	6
2.3.6. Usos.....	6
2.3.7. Característica de la Especie.....	7
2.4. Madera.....	7

2.4.1. Propiedades Tecnológicas.....	8
2.4.2. Propiedades Físicas	8
2.5. Humedad de la Madera	8
2.5.1. Contenido de Humedad	9
2.6. Formas del Contenido de Humedad.....	9
2.6.1 Agua Libre.	9
2.6.2. Agua Higroscópica.....	10
2.6.3. Agua de Constitución.....	10
2.7. Clasificación de la Madera Según su Humedad.....	10
2.7.1. Madera Verde.....	10
2.7.2. Madera Seca al Aire.....	11
2.7.3. Madera Seca en Cámara.....	11
2.8. Cambios Dimensionales de la Madera.....	11
2.9. Durabilidad Natural de la Madera.....	11
2.10. Composición Química de la Madera.....	12
2.10.1. Componentes Primarios... ..	13
2.10.2. Componentes Secundarios... ..	16
2.11. Agentes Biológicos que Causan el Deterioro de la Madera	16
2.12. Factores que Influyen en el Desarrollo de los Hongos.	17
2.12.1. Humedad.	17
2.12.2. Temperatura... ..	17
2.12.3. Oxígeno.....	17
2.12.4. Alimento.....	17
2.12.5. Valor de PH.....	18
2.13. Tipos de Hongos	18
2.13.1. Hongos Xilófagos	18
2.13.2. Mohos.....	18
2.13.3. Hongos Cromógenos.....	19
2.13.4. Hongos de Pudrición.....	19
2.13.5. Pudrición Parda o Destructiva... ..	20

2.13.6. Pudrición Blanca o Corrosiva...	20
2.13.7. Pudrición Blanda.....	21
2.14. Efectos de la Pudrición sobre las Propiedades de la Madera	21
2.15. Insectos Xilófagos.....	22
2.15.1. Orden Coleóptera	22
2.15.1.1 Familia Cerambycidae.	23
2.15.1.2. Familia Lictydae	23
2.15.1.3. Familia Anobidae	24
2.16.2. Orden Isóptera.....	25
2.16.2.1. Familia Kalotermitidae	25
2.16.2.2. Familia Rhinotermitidae... ..	26
2.17. Importancia de la Preservación... ..	26
2.17.1. Preservantes de la Madera.....	27
2.17.2. Requerimiento de un Buen Preservante	28
2.17.2.1. Toxicidad	28
2.17.2.2. Penetrabilidad.....	28
2.17.2.3. Permanencia	28
2.17.2.4. Inocuidad.....	29
2.17.2.5. No Corrosivos.	29
2.17.2.6. No Combustible... ..	29
2.17.2.7. De Fácil Aplicación	29
2.17.2.8. No Fitotóxicos.....	29
2.17.2.9. Económicos y Accesibles.....	30
2.18. Clasificación de los Preservantes	30
2.18.1. Creosotas	30
2.18.2. Preservantes Inorgánicos.....	31
2.18.2.1. Cobre-Cromo-Arsénico (Sales CCA)	32
2.18.2.2. Cobre-Cromo-Boro (Sales CCB).....	33
2.18.3. Preservantes Orgánicos.....	34
2.19. Métodos de Preservación de la Madera... ..	35

2.19.1. Método de Tratamiento Sin Presión.....	35
2.19.1.1. Pincelado y Pulverizado.....	35
2.19.1.2. Inmersión.	36
2.19.1.2.1. Inmersión Breve	36
2.19.1.2.2. Inmersión Prolongada	36
2.19.1.3. Baño Caliente - Frío.....	36
2.19.1.4. Tratamiento por Difusión.....	37
2.19.1.4.1. Difusión Simple	37
2.19.1.4.2. Doble Difusión.....	37
2.19.2. Método de Tratamiento con Presión	38
2.19.2.1. Procedimiento Bethell o Célula Llena	38
2.19.2.2. Procedimiento Ruenpig.....	39
2.19.2.3. Procedimiento Lowry.....	39
2.20. Conceptos de Absorción, Penetración y Retención	40
2.20.1. Absorción.....	40
2.20.1.1. Absorción Líquida.....	40
2.20.1.2. Absorción Sólida.....	40
2.20.2 Penetración.....	41
2.20.3. Retención	42
2.20.3.1. Retención Líquida....	42
2.20.3.2. Retención Sólida	43
2.20.3.3. Volumen Realmente Impregnado... ..	44

CAPÍTULO III
CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE MUESTREO

3.1. Descripción de la Zona de Estudio.....	45
3.2. Localización	45
3.3. Accesibilidad.....	46
3.4. Características Físicas	47
3.4.1. Geología	47
3.4.2. Geomorfología	47
3.4.3. Fisiografía	48
3.4.4. Suelo	48
3.5. Características Meteorológicas	48
3.5.1. Clima.....	48
3.5.2. Hidrología	49
3.6. Características Bióticas	50
3.6.1. Vegetación.	50
3.6.1.1. Estrato Arbóreo	50
3.6.1.2. Estrato Arbustivo....	52
3.6.1.3. Estrato Herbáceo	53
3.7. Aspectos Socioeconómicos.....	54
3.7.1. Uso Actual de la Tierra.	54
3.7.2. Vías de Comunicación	54
3.7.3. Población.....	54
3.7.4. Educación.....	55

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales.....	56
4.1.1. Materiales de Campo	56
4.1.2. Materiales de Aserradero	56
4.1.3. Material de Laboratorio	57
4.1.4. Material de Gabinete	57
4.2. Métodos.....	57
4.2.1. Selección y Colección de Muestras.....	57
4.2.1.1. Definición de la Población.....	58
4.2.1.2. Selección de la Zona	58
4.2.1.3. Selección de los Árboles	58
4.2.1.4. Selección de las Trozas	59
4.2.1.5. Selección de las Viguetas Dentro de las Trozas	59
4.2.1.6. Obtención de las Probetas Dentro de las Viguetas	59
4.2.1.7. Selección, Codificación y Secado de las Probetas.....	59
4.2.1.8. Determinación del Contenido de Humedad.....	60
4.2.1.9. Control del Contenido de Humedad.....	60
4.2.2. Estudio del Tratamiento por Inmersión Prolongada Caliente- Frío.....	61
4.2.3. Elección del Tratamiento.	61
4.2.3.1. Descripción del Preservante.....	61
4.2.3.2. Concentración de la Solución	62
4.2.3.3. Descripción del Tratamiento.....	62
4.2.3.4. Clasificación de los Tratamientos.	62
4.2.3.4.1. Determinación de la Absorción Líquida - Sólida.....	63
4.2.3.4.2. Determinación de la Penetración	64
4.2.3.4.3. Determinación de Retención Líquida – Sólida	65
4.2.3.4.4. Volumen Realmente Impregnado (Vi).....	65

CAPÍTULO V

PROCESAMIENTO DEL ENSAYO

5.1. Propiedades físicas.....	66
5.1.1. Determinación del contenido de humedad (CH%)	66
5.1.2. Densidad Básica (gr/cm ³)	69
5.2. Absorción	70
5.2.1. Cálculo Absorción Líquida y Sólida (kg/m ³).....	71
5.3. Cálculo Penetración Lateral Media (mm).....	73
5.4. Cálculo del Volumen Realmente Impregnado (Vi) (m ³)	76
5.5. Cálculo Retención Líquida y Sólida (kg/m ³)	78

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

6.1. Análisis Estadístico	80
6.1.1. Media Aritmética	80
6.1.2. Desviación Estándar	80
6.1.3. Coeficiente de Variación	80
6.1.4. Error Tipo de la Media	81
6.1.5. Límite de Confianza	81

CAPÍTULO VII
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Resultado del Tratamiento con Sal CCA, (<i>Diatenopteryx Sorbifolia</i>).....	84
7.1.1. Contenido de Humedad.....	84
7.1.2. Densidad Básica	84
7.1.3. Penetración Lateral Media mm	85
7.1.4. Absorción Líquida y Absorción Sólida kg/m ³	85
7.1.5. Retención Líquida y Retención Sólida kg/m ³	86

CAPÍTULO VIII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones	87
8.2. Recomendaciones	89

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Bibliografía Consultada	91
-------------------------------	----

ANEXOS

FIGURA N° 1 Obtención de la Probeta Desde el Árbol.	95
FIGURA N° 2 Tipos de Penetración	96
CUADRO N° 1 Agentes Destruedores de la Madera	97
CUADRO N° 2 Clasificación Según la Capacidad de Absorción Sólida.....	98
CUADRO N°3 Clasificación Según la Capacidad de Absorción Líquida	98
CUADRO N° 4 Clasificación de Penetración	99
CUADRO N° 5 Clasificación Según su Tratabilidad	99
Procesamiento de Datos de <i>Diatenopteryx Sorbifolia</i> (Suiquillo).	100
Resultados de Datos de <i>Diatenopteryx Sorbifolia</i> (Suiquillo).....	101
FOTO N° 1 Trozas para la Obtención de las Trozas	102
FOTO N° 2 Obtención de la Probeta.	102
FOTO N° 3 Balanza.....	103
FOTO N° 4 Recipiente donde se realizó el Tratamiento	103
FOTO N° 5 Probetas dentro del Recipiente.....	104
FOTO N°6 Probetas después del Tratamiento.....	104