

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



**“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA  
ESPECIE CIPRES (*Cupresus sp.*) PROCEDENTE DE LA ZONA  
SAN BLAS, PROVINCIA CERCADO - TARIJA**

**Por:**

**SANDRA CASTILLO YURQUINA**

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

**Noviembre, 2018**

**TARIJA – BOLIVIA**

**V°B°**

.....  
M.Sc. Ing. Fidel Luis Ibarra Martínez  
**DOCENTE GUÍA**

.....  
M.Sc. Ing. Freddy Castro S.  
**DECANO de la F.C.A.F**

.....  
M.Sc. Ing. Luis Arandia M.  
**VICEDECANO de la F.C.A.F**

**APROBADA POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
M.Sc. Ing. Pedro Brozovich Farfán

.....  
Ing. Javier Ariel Castillo Gareca

.....  
M.Sc. Ing. Carlos Alberto Cossío Narváez

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

## **DEDICATORIA**

Con mucho amor y cariño a mi hija Celeste Torrez Castillo, e infinita admiración a mis padres Nicanor Castillo, Lucrecia Yurquina, y hermanos, Por haberme enseñado el respeto a las Personas, la responsabilidad de los compromisos y el afán de superación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por bendecirme y haber hecho realidad este sueño tan anhelado.

A mis padres por haberme apoyado y confiado en mí durante toda esta etapa, y por su esfuerzo de hacer de mí una mejor persona.

A la **Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”** por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.

A mi docente Guía, Ing. Fidel Ibarra Martínez, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación ha logrado en mí que pueda terminar este trabajo de investigación con éxito.

A todos mis amigos y amigas de Ingeniería Forestal.

## ÍNDICE

### INTRODUCCIÓN

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| INTRODUCCIÓN.....           | 1 |
| JUSTIFICACIÓN.....          | 2 |
| OBJETIVOS .....             | 2 |
| OBJETIVO GENERAL .....      | 2 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... | 2 |

### CAPÍTULO I

#### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

|  |    |
|--|----|
| 1. ASPECTOS GENERALES DEL CIPRÉS.....                  | 3  |
| DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA .....                         | 3  |
| a) Corteza .....                                       | 3  |
| b) Hojas .....   | 3  |
| c) Flores.....   | 4  |
| d) Semilla.....  | 4  |
| 1.1 MADERA.....  | 5  |
| 1.1.1 Partes del árbol.....                            | 5  |
| 1.1.2 Partes del tronco.....                           | 5  |
| 1.1.3 Microscopía de la madera.....                    | 6  |
| a) Coníferas.....                                      | 6  |
| 1.2 Propiedades físicas de la madera .....             | 7  |
| 1.2.1 Contenido de humedad.....                        | 7  |
| 1.2.2 Movimiento del agua en la madera.....            | 8  |
| 1.2.3 Formas de agua en la medara .....                | 8  |
| 1.2.4 Clasificación de la madera según su humedad..... | 8  |
| 1.2.5 Determinación del contenido de humedad.....      | 9  |
| a) Secado al horno o por pesadas.....                  | 9  |
| b) Xilohigrómetro eléctrico.....                       | 10 |
| c) Xilohidrómetro de resistencia.....                  | 10 |
| d) Método por destilación.....                         | 10 |
| 1.2.6 Máximo contenido de humedad .....                | 11 |
| 1.3 DENSIDAD.....                                      | 11 |
| 1.4 PESO ESPECÍFICO.....                               | 11 |
| 1.5 POROSIDAD.....                                     | 12 |
| 1.6 SORSIÓN DE LA MADERA (ABSORCIÓN).....              | 12 |
| 1.7 ENCOGIMIENTO DE LA MADERA .....                    | 12 |
| 1.7.1 Encogimiento transversal y volumétrico.....      | 13 |
| 1.8 IMPORTANCIA DE LA MADERA.....                      | 13 |

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y METODOLOGÍA**

|  |    |
|--|----|
| 2. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....                  | 14 |
| 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....               | 16 |
| 2.1.1 Clima.....   | 16 |
| 2.1.2 Temperatura.....                                       | 17 |
| 2.1.3 Precipitación.....                                     | 18 |
| 2.1.4 Velocidad y dirección de los vientos.....              | 19 |
| 2.1.5 Humedad relativa.....                                  | 19 |
| 2.1.6 Evaporación.....                                       | 19 |
| 2.1.7 Radiación solar.....                                   | 19 |
| 2.1.8 Suelos .....   | 20 |
| 2.1.9 Vegetación.....  | 20 |
| 2.1.10 Agricultura.....                                      | 21 |
| 2.2 MATERIALES.....  | 21 |
| 2.2.1 Fase de campo .....                                    | 21 |
| 2.2.2 Fase de aserradero.....                                | 22 |
| 2.2.3 Fase de laboratorio.....                               | 22 |
| 2.2.4 Fase de gabinete.....                                  | 22 |
| 2.3 METODOLOGÍA.....   | 23 |
| 2.3.1 Selección de muestras.....                             | 23 |
| 2.3.2 Definición de la población.....                        | 24 |
| 2.3.3 Selección de la zona.....                              | 24 |
| 2.3.4 Selección de los árboles.....                          | 24 |
| 2.3.5 Selección de las trozas.....                           | 24 |
| 2.3.6 Selección de las viguetas dentro de la troza.....      | 25 |
| 2.3.7 Obtención de las probetas dentro de las viguetas.....  | 27 |
| 2.3.8 Codificación de las probetas.....                      | 28 |
| 2.4 EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS..... | 29 |
| a) Estado verde.....   | 29 |
| b) Estado seco al aire.....                                  | 29 |
| c) Estado seco al horno.....                                 | 29 |
| 2.4.1 Contenido de humedad.....                              | 30 |
| 2.4.2 Peso específico y densidad básica.....                 | 31 |
| 2.4.3 Contracción .....                                      | 32 |
| 2.4.4 Tasa de estabilidad.....                               | 33 |
| 2.4.5 Humedad máxima.....                                    | 33 |

### **CAPÍTULO III ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

|   |    |
|---|----|
| 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS.....                          | 34 |
| a) Valor promedio (X) de los valores individuales por árbol.....        | 34 |
| b) Estimación de la varianza.....                                       | 35 |
| c) Determinación del coeficiente de variación.....                      | 36 |
| d) Calculo del intervalo de confianza para el valor promedio total..... | 37 |

### **CAPÍTULO IV PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS**

|  |    |
|--|----|
| 4. RESULTADOS PARA LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE CIPRÉS ( <i>Cupressus sp.</i> )..... | 40 |
| 4.1 Contenido de humedad.....  | 40 |
| 4.2 Peso específico aparente.....  | 40 |
| 4.3 Peso específico básico.....  | 41 |
| 4.4 Contracciones.....   | 41 |
| 4.5 Taza de estabilidad.....   | 41 |
| 4.6 Porosidad.....   | 42 |
| 4.7 Máximo contenido de humedad.....   | 42 |
| 4.8 Usos de las propiedades físicas del Ciprés ( <i>Cupressus sp.</i> ).....       | 42 |

### **CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|   |    |
|---|----|
| 5. CONCLUSIONES DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CIPRÉS ( <i>Cupressus sp.</i> )..... | 45 |
| 5.1 Peso específico.....  | 45 |
| 5.2 Contracción.....  | 45 |
| 5.3 Taza de estabilidad.....  | 45 |
| 5.4 Porosidad.....  | 45 |
| 5.5 RECOMENDACIONES.....  | 46 |

**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro N° 1: Rangos de clasificación climática de Caldas.....                                   | 16 |
| Cuadro N° 2: Rangos de clasificación de Lang.....   | 17 |
| Cuadro N° 3: Provincia Cercado Área Rural Temperatura media.....                                | 17 |
| Cuadro N° 4: Provincia Cercado Área Rural Temperatura media.....                                | 18 |
| Cuadro N° 5: Principales especies nativas de arbustos en la zona de San Blas                    | 20 |
| Cuadro N° 6: Cultivo frutícolas más comunes en San Blas.....                                    | 21 |
| Cuadro N° 7: Normas COPANT MADERAS.....   | 27 |
| Cuadro N° 8: Densidad verde, densidad seco al aire, densidad anhidra y<br>densidad básica ..... | 31 |
| Cuadro N° 9: Contracción seca al aire tangencial, radial y volumétrico.....                     | 32 |
| Cuadro N° 10: Determinación de las variaciones.....   | 35 |
| Cuadro N° 11: Valores estadísticos.....   | 37 |
| Cuadro N° 12: Análisis estadísticos.....  | 38 |
| Cuadro N° 13: Contracciones tangencial, radial y volumétrica.....                               | 41 |
| Cuadro N° 14: Tasa de estabilidad.....  | 42 |
| Cuadro N° 15: Datos de las propiedades físicas.....   | 43 |
| Cuadro N° 16: Resultados de las propiedades físicas.....  | 44 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Hojas del Ciprés.....                | 4  |
| Figura 2: Flor y Semilla.....                  | 4  |
| Figura 3: Mapa de Ubicación.....               | 15 |
| Figura 4: Trozado y Aserrado de la Madera..... | 26 |
| Figura 5: Orientación de las Probetas.....     | 28 |