



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

TITULO:

OPTIMIZACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD DE LA
MADERA DE *Eucalyptus saligna Smith* EN LA
PROVINCIA DE LOJA

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN
DEL TITULO DE INGENIERO FORESTAL

AUTORA: *Victoria Estefanía Moncada Betancourt*

DIRECTOR: *Ing. Héctor Maza Chamba Mg. Sc.*

LOJA – ECUADOR

2015

Ingeniero

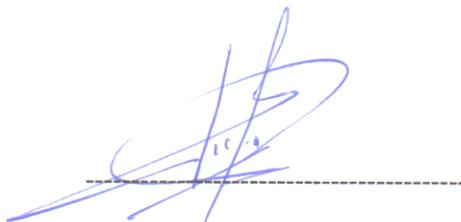
Héctor Maza Chamba Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

- CERTIFICO

Que en calidad de director de tesis titulada “OPTIMIZACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE *Eucalyptus saligna* SMITH EN LA PROVINCIA DE LOJA” de autoría de la señorita egresada VICTORIA ESTEFANÍA MONCADA BETANCOURT, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, junio de 2015



Ing. Héctor Maza Chamba Mg. Sc.

DIRECTOR

OPTIMIZACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE *Eucalyptus*
saligna SMITH EN LA PROVINCIA DE LOJA

TESIS DE GRADO

PRESENTADA AL TRIBUNAL CALIFICADOR COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA FORESTAL

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

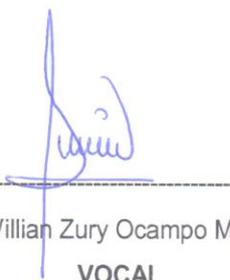
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

APROBADA POR:



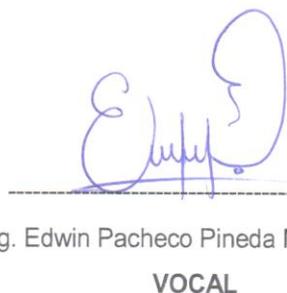
Ing. Luis Sinche Fernández Mg. Sc.

PRESIDENTE



VOCAL

Ing. William Zury Ocampo Mg. Sc.



VOCAL

Ing. Edwin Pacheco Pineda Mg. Sc.

AUTORÍA

Yo Victoria Estefanía Moncada Betancourt, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de los posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Victoria Estefanía Moncada Betancourt

Firma: .....

Cédula: 1105605628

Fecha: 22 de junio de 2015

**CARTA DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo Victoria Estefanía Moncada Betancourt, declaro ser autora del presente trabajo de tesis titulada **“OPTIMIZACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE *Eucalyptus saligna* Smith PROVENIENTE DE LA PROVINCIA DE LOJA”** como requisito para optar al grado de: Ingeniero Forestal, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en la red de información del país y del exterior, con la cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 24 días del mes de junio firma el autor:

Firma: .....

Autora: Victoria Estefanía Moncada Betancourt

Cédula: 1105605628

Dirección: Esteban Godoy, Loja, Ecu

Correo electrónico: vicky_10-05@hotmail.com

Teléfono: 3059886

Celular: 0986336225

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Héctor Maza Chamba Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Luis Sinche Fernández Mg. Sc.

Ing. Willian Zury Ocampo Mg. Sc.

Ing. Edwin Pacheco pineda Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación primeramente quiero agradecer a Dios, por permitirme culminar una meta más en mi vida.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, por compartir sus conocimientos teóricos y prácticos en mi formación profesional.

Un agradecimiento muy especial al personal que labora en el Centro de la Madera de la Universidad Nacional de Loja.

Al ingeniero Héctor Maza Chamba, quien mediante sus conocimientos supo guiar y contribuir al desarrollo del trabajo de investigación

A mis familiares, amigos y compañeros gracias por su apoyo incondicional y por las experiencias compartidas.

Gracias a todos

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a Dios, por ser mi guía, a mis padres Víctor Iván Moncada y Cecilia Betancourt por su apoyo incondicional, a mis hermanas Ivanova y Brighith, quienes de una u otra manera me motivaron para culminar con mis estudios, a mi abuelita Eumelia Soto (+) quien fue ejemplo de superación cada día de su vida.

Victoria Moncada

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Bosques Plantados	3
2.1.1 Plantación Forestal	3
2.2 Descripción de la Especie Seleccionada para el Estudio.....	3
2.2.1 <i>Eucalyptus saligna</i> Smith.....	3
2.3 Trabajabilidad de la Madera	4
2.3.1 Factores que Afectan el Corte de la Madera	5
2.3.2 Ensayos de Trabajabilidad	6
2.4 Estudios realizados sobre trabajabilidad en especies maderables	10
3. METODOLOGÍA	13
3.1 Ubicación del Área de Estudio	13
3.2 Ejecución de Ensayos	14
3.3 Elaboración de Probetas	14
3.4 Codificación de las Probetas	15
3.5 Realización de Ensayos	15
3.5.1 Ensayo de Cepillado.....	16
3.5.2 Ensayo de Lijado.....	17
3.5.3 Ensayo de Taladrado	18
3.5.4 Ensayo de Moldurado	20
3.5.5 Ensayo de Torneado.....	21
3.6 Evaluación de las Probetas	22
3.6.1 Evaluación del Cepillado	24
3.6.2 Evaluación del Lijado	24
3.6.3 Evaluación del Taladrado.....	25
3.6.4 Evaluación del Moldurado	26

3.6.5 Evaluación del Torneado.....	26
3.7 Optimización de Parámetros.....	26
3.8 Modelo estadístico que se utilizó para el análisis de datos	26
3.9 Metodología para la difusión de resultados.....	28
4. RESULTADOS	29
4.1 Ensayo de Cepillado	29
4.1.1 Calidad de superficie del cepillado	29
4.1.2 Velocidad óptima de cepillado.....	30
4.2 Ensayo de Lijado	31
4.2.1 Calidad de la superficie lijada con la lija N° 60.....	31
4.2.2 Calidad de la superficie lijada con la lija N°100.....	31
4.2.3 Remoción con lija 60 en función de la densidad básica de la especie de <i>Eucalyptus saligna</i>	32
4.3 Ensayo de Taladrado	33
4.3.1 Tiempos óptimos para el ensayo de taladrado	33
4.4 Ensayo de Moldurado.....	34
4.4.1 Velocidades óptimas de alimentación.....	35
4.5 Ensayo de Torneado	36
4.6 Difusión de Resultados.....	37
5. DISCUSIÓN.....	38
6. CONCLUSIONES.....	41
7. RECOMENDACIONES	42
8. BIBLIOGRAFÍA.....	43
9. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pág
Tabla 1. Sitios y Características del área de estudio.....	13
Tabla 2. Dimensiones y número de probetas por ensayo	14
Tabla 3. Gravedad del defecto según la extensión de la superficie defectuosa.....	23
Tabla 4. Factores de conversión para el cepillado, moldurado, taladrado, torneado y lijado	23
Tabla 5. Gravedad de los defectos en el ensayo de cepillado.....	24
Tabla 6. Registro de resultados del ensayo de lijado.....	25
Tabla 7. Esquema para el análisis estadístico.....	27
Tabla 8. Promedios de grados de calidad de los ensayos de cepillado con dos ángulos de corte de la especie <i>Eucalyptus saligna</i> proveniente de la provincia de Loja	29
Tabla 9. Velocidades de alimentación (Val) óptima y mínima del ensayo de cepillado de la especie <i>Eucalyptus saligna</i> , proveniente de la provincia de Loja	30
Tabla 10. Promedio de grados de calidad de la superficie lijada con la lija N° 60 en madera de <i>Eucalyptus saligna</i> procedente de la provincia de Loja.....	31
Tabla 11. Promedio de grados de calidad de la superficie lijada con la lija N° 100 en madera de <i>Eucalyptus saligna</i> procedente de la provincia de Loja.....	32
Tabla 12. Remoción de la suciedad con lija N 60 en función de la densidad específica y procedencia de la madera de <i>Eucalyptus saligna</i>	32
Tabla 13. Promedio de grados de calidad del ensayo de moldurado de la especie <i>Eucalyptus saligna</i> procedente de la provincia de Loja	34
Tabla 14. Velocidades de alimentación óptimas calculado, para moldurado de la madera de <i>Eucalyptus saligna</i> , proveniente de la provincia de Loja	35
Tabla 15. Tabla promedio de calificaciones del ensayo de taladrado de la especie <i>Eucalyptus saligna</i> , en la provincia de Loja.....	33
Tabla 16. Tiempo óptimo calculado del taladrado de madera de <i>Eucalyptus saligna</i> , proveniente de la provincia de Loja, expresado en segundos.....	34
Tabla 17. Promedio de defectos del ensayo de torneado de la especie <i>Eucalyptus saligna</i> , procedente de la provincia de Loja	36

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág
Figura 1. Ubicación del área de estudio	13
Figura 2. Secado de la madera al 17 % de Contenido de Humedad.....	15
Figura 3. Nomenclatura establecida para las probetas	15
Figura 4. Ángulos de corte para el ensayo de cepillado	16
Figura 5. Ensayo de cepillado de la especie <i>Eucalyptus saligna</i>	17
Figura 6. Ensayo de lijado de la especie <i>Eucalyptus saligna</i>	18
Figura 7. Brocas para metal y maderas tres puntas	19
Figura 8. Ensayo de taladrado de la especie <i>Eucalyptus saligna</i>	19
Figura 9. Cuchilla para ensayo de moldurado	20
Figura 10. Ensayo de moldurad de la especie <i>Eucalyptus saligna</i>	20
Figura 11. Cuchilla para ensayo de torneado	21
Figura 12. Ensayo de torneado de la especie <i>Eucalyptus saligna</i>	22
Figura 13. Zonas de evaluación en la probetas de moldurado.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	Pág
Anexo 1. Procesamiento de la madera para los ensayos de maquinado de la madera ..	48
Anexo 2. Proceso de la madera en el ensayo de cepillado	48
Anexo 3. . Proceso de la madera en el ensayo de lijado.....	49
Anexo 4. Proceso de la madera en el ensayo de moldurado.....	49
Anexo 5. Proceso de la madera en el ensayo de taladrado	50
Anexo 6. Proceso de la madera para el ensayo de torneado.....	50
Anexo 7. Ábaco para determinar las velocidades óptimas del cepillado	51
Anexo 8. Ábaco para determinar la remoción de lijado en función de la densidad	51
Anexo 9. Ábaco para determinar la velocidad óptima del moldurado	52
Anexo 10. Ábaco para determinar el tiempo óptimo de penetración para el taladrado en función de la densidad	52
Anexo 11. Grados de calidad para el ensayo de cepillado	53
Anexo 12. Grados de calidad de la superficie lijada	63
Anexo 13. Grados de calidad del ensayo de moldurado.....	67
Anexo 14. Grados de calidad del ensayo de taladrado	69
Anexo 15. Grados de Calidad del ensayo de torneado	73

TÍTULO:

**OPTIMIZACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE *Eucalyptus*
saligna SMITH EN LA PROVINCIA DE LOJA**

RESUMEN

El estudio se realizó con madera de plantaciones ubicadas en los sectores: Velacruz, Yaramine, Moras y Santa Teresa, de la provincia de Loja. El objetivo fue establecer los parámetros óptimos para los procesos de: cepillado, moldurado, taladrado, torneado y lijado de *Eucalyptus saligna*. Los ensayos se realizó bajo norma “Standar Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood- Base Materials” ASTM-D-1666-87 (1999). Se utilizó un total de 48 probetas distribuidas: 16 probetas con plano de corte radial, 16 con plano tangencial y 16 con plano oblicuo.

En el ensayo de cepillado se trabajó con ángulos de corte de 15 ° y 30° para cada plano de corte, para evaluar la calidad de superficie. El ensayo de lijado se trabajó con dos tipos de lijas N° 60 y N° 100 en donde se calculó el defecto de rayado y velloso en los tres planos de corte realizados. Para moldurado se consideró las variables plano de corte y defectos de grano, arrancado y velloso. El taladrado se trabajó con velocidades de giro de la broca: 500 y 1 000 r.p.m., se utilizó una broca de doble hélice de 1,3 cm de diámetro; se calificó la entrada y salida del orificio. El torneado se realizó con una cuchilla de perfil especial, tres ángulos de corte y dos velocidades de giro del portacuchillas: 500 y 1 000 r.p.m.; se calificó grano arrancado y velloso.

La madera de *Eucalyptus saligna* Smith, proveniente de la provincia de Loja, tiene un buen comportamiento en el proceso de labrado mecanizado; sin embargo cuando se procede al cepillado con ángulo de corte bajos (15°) y un plano tangencial la calidad de la superficie es excelente. Esta madera tiene buen comportamiento a los ensayos de lijado, moldurado, taladrado con las dos velocidades de giro de la broca. No obstante cuando la madera es sometida al proceso de torneado es recomendable trabajar con ángulos de corte de 35 °.

SUMMARY

The study was conducted with plantation located in the sectors: Velacruz, Yaramine, Moras and Santa Teresa, in the province of Loja. The aim was to establish the optimal parameters for processes: brushed, molding, drilling, turning and grinding of *Eucalyptus saligna*. The tests were conducted under standard "Standard Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Materials" ASTM-D 1666-1687 (1999). 16 specimens with radial cutting plane 16 with tangential plane and oblique plane 16: a total of 48 specimens were used distributed.

In the trial of brushed worked with cutting angles of 15 ° and 30 ° for each cutting plane, to assess the quality of surface. Sanding test worked with two types of sandpapers No. 60 and No. 100 in which the defect of striped and downy calculated in the three cutting planes made. Molding variables for the plane cutting and chipping grain defects, ripped and fluffy considered. Drilling is worked with rotational speeds of the drill: 500 and 1 000 rpm, drill bit double helix diameter of 1.3 cm was used; entry and exit hole scored. The turning is performed with a special blade profile three cutting angles and two rotational speeds of the knife holder 500 and 1 000 rpm; chipped grain is called, raised, hairy and started.

The wood of *Eucalyptus saligna* Smith, from the province of Loja, has a good performance in the machining process wrought; however when it comes to brushing with low cutting angle (15 °) and a tangential plane of the surface quality it is excellent. This wood has good behavior tests sanding, molding, drilling the two speeds of the drill. However when the timber is subjected to turning process it is advisable to work with cutting angles of 35 °.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es el país con mayor biodiversidad florística del mundo por su ubicación geográfica y variedad climática; esto conlleva a una diversidad de especies maderables con velocidad de crecimiento alto. Así mismo las especies exóticas como el *Eucalyptus saligna* se adaptado de manera excelente a las condiciones climáticas y de suelo de nuestro país, particularmente en la provincia de Loja.

En la provincia de Loja en el año 1962 se realizaron importantes programas de forestación y reforestación, en donde se hizo uso de especies exóticas, las cuales se han ido adaptando a los diferentes microclimas y tipos de suelo de la provincia de Loja, entre las especies que se utilizaron fueron: *Pinus radiata*, *Pinus patula*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus camaldulensis*, estas plantaciones se realizaron con el propósito de crear fuentes de trabajo para la población rural y producción de leña, postes y materiales de construcción (PREDESUR-CONADE 1994), (Acción Ecológica 2000). En el contexto nacional actualmente se estima que existe alrededor de 3,7 millones de hectáreas de tierras de vocación forestal, (Ecuador Forestal 2007).

El eucalipto es una especie originaria de Australia, ingresó al Ecuador en el año de 1865, bajo decreto del Presidente Gabriel García Moreno (Acción Ecológica 2000), esta especie se encuentra distribuida ampliamente en la sierra ecuatoriana, (Ministerio del Ambiente 2011). Esta especie es una de las más productivas con crecimiento rápido, por tanto tiene un turno de aprovechamiento corto; sin embargo su madera tiene una densidad media, resistente al ataque de los insectos perforadores, pero su estabilidad dimensional es baja con una gran cantidad de tensiones acumuladas, lo cual produce muchos defectos como grietas, rajaduras y torceduras luego del aserrado (Consulta personal Maza, 2014). En el caso particular de la madera de *Eucalyptus saligna*, presenta grano entrecruzado por la presencia de nudos, producto de un mal o ningún manejo silvicultural, por lo que se emplea muy poco en ebanistería (Medina 2003).

Las características negativas de esta especie de eucalipto ocasiona un gran desperdicio cuando se da valor agregado, por lo tanto es necesario analizar el comportamiento de la madera al ser sometida al labrado en diferentes máquinas para optimizar las variables de los diferentes procesos: cepillado, moldurado, taladrado, torneado, lijado (Cabrera y Tandazo 2014).

Con la optimización de procesos de trabajabilidad, se logra por una parte valorar la especie y por otra incorporarla al mercado dando valor agregado

En este contexto se desarrolló del presente trabajo de investigación y se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo General:

- Contribuir al conocimiento de las características de trabajabilidad de la madera de *Eucalyptus saligna* Smith proveniente de bosques plantados de la provincia de Loja, para un mejor aprovechamiento de esta especie.

Objetivos Específicos:

- Establecer los parámetros óptimos para los procesos de: cepillado, moldurado, taladrado, torneado y lijado de *Eucalyptus saligna*
- Difundir los resultados sobre la trabajabilidad de la madera de *Eucalyptus saligna* a los interesados para su conocimiento y aplicación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Bosques Plantados

2.1.1 Plantación Forestal

Una plantación forestal es un bosque proveniente del cultivo de árboles con fines comerciales o de conservación, el cual está integrado por especies introducidas o especies autóctonas (POSAF, 2004).

Según la CONIF (1998), las plantaciones forestales constituyen una opción importante de uso de tierras en el mundo tropical. Las reforestaciones actualmente se establecen con la finalidad del doble propósito: productor-protector, cumpliendo con muchas de las funciones de los bosques naturales. Si las plantaciones forestales se planifican correctamente, pueden ayudar a estabilizar y mejorar el ambiente. Sin embargo, para asegurar la conservación de las especies animales y vegetales y los ecosistemas locales, así como la estabilidad ecológica a nivel del paisaje, será preciso poner en práctica medidas complementarias contempladas en planes integrados de desarrollo y uso de tierras.

2.2 Descripción de la Especie Seleccionada para el Estudio

2.2.1 *Eucalyptus saligna* Smith

Esta especie se conoce, comúnmente, como eucalipto, pertenece a la familia de las Myrtaceae, es originaria de altas latitudes de Australia. Es un árbol de gran porte que alcanza hasta 55 m de altura, con muy buena forma y diámetros a la altura del pecho de hasta 2 m. se distingue del *Eucalyptus grandis* por la presencia de ligno-tuberculos, los cuales aparecen en plantas jóvenes en vivero, a nivel del cuello de la raíz. El árbol es de base recta y raíces profundas; la corteza es lisa, azulada mate, algunas veces verdosa o gris verdosa y se desprende en placas o flecos, dejando expuesta una capa amarillenta, en árboles maduros, la corteza en la base es gruesa, rugosa, persistente y agrietada. Posee raíces ligno-tuberculosas, ramilla delgadas, angulosas y de color verde amarillento a rosado (CATIE, 1986; FAO 1979; Gramajo, 1981; Ruiz, s.f.) citado por CATIE (1991).

Las hojas son opuestas en plantas jóvenes, pecioladas, más o menos elípticas. Luego son alternas persistentes, con peciolo cortos de inserción oblicua u horizontal, la lámina foliar es lanceolada, curvada, acuminada y delgada en la base, a veces falcadas,

glabra y coriácea; verde mate o verde oscuro en el haz y verde pálido en el envés, decoradas y con leve olor a ciniol, miden de 9 a 17 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho rosado (CATIE, 1986; FAO 1979; Gramajo, 1981; Ruiz, s.f.) citado por CATIE (1991).

La madera es usualmente rojiza, de textura áspera, generalmente tiene grano recto y a veces entrecruzado, por lo que en ocasiones muestra una figura ondulada; es moderadamente densa, fuerte, durable, relativamente fácil de trabajar, de preservar y tiene buen acabado (Poynton 1979; Boland *et al.* 1985; Ancántara 1975); citado por CATIE (1991).

2.3 Trabajabilidad de la Madera

Según Serrano (2000), el maquinado de la madera es una de las propiedades tecnológicas que influyen en la utilización o subutilización de las especies forestales maderables, ya que determina la facilidad o dificultad de su procesamiento a ser sometidas a las máquinas y herramientas por lo que su conocimiento, permite observar la calidad superficial que se obtendrá de la madera una vez elaborada en un producto final.

Los procesos de la industria carpintera se inician con la recepción de la madera transformada en el aserradero y terminan con la expedición de un artículo o producto de madera terminado (Parish, 2001).

Cuando en una madera se practica algún tipo de corte para encajarla en otra pieza de madera o metal, se dice que ha sido sometida a una operación de trabajabilidad. El machihembrado de tablas o el cajeadado de durmientes para colocar las placas de asiento sobre las que se instalan los rieles, son buenos ejemplos de trabajabilidad de la madera (JUNAC, 1988).

La industria de la carpintería produce muebles y materiales de construcción diversos, desde suelos de contrachapado hasta tejamaniles. En este documento se analizan las fases de transformación de la madera en lo que se refiere en operaciones trabajabilidad como ser cepillado, lijado, moldurado, taladrado y torneado. Además cabe mencionar que la trabajabilidad de la madera no siempre es homogénea para la especie de *Pinus patula*, ya que, puede existir variación en los acabados de trabajabilidad en los distintos planos (Meneses, 2011). No obstante en el caso de otras madera, como la especie

Tetrorchidium rubrivenium, en la cual existe homogeneidad en los acabados en los distintos planos de corte, (Plaza, 2009).

2.3.1 Factores que Afectan el Corte de la Madera

Según Ninin (1984), existen dos factores que afectan la resistencia de la madera al corte, los cuales se describen a continuación.

2.3.1.1 Factores inherentes a la madera

- Especie: las especies difieren entre si fundamentalmente en sus características anatómica y su composición química.
- Contenido de humedad: la resistencia de la madera baja a medida que aumenta el contenido de humedad; esto es a partir del estado anhidro y hasta el punto de saturación de las fibras. Por encima del punto de saturación de las fibras la resistencia de la madera ya no baja cuando aumenta el contenido de humedad. Además, lo antes mencionado puede generar aumentos en el coeficiente de fricción madera acero, lo cual limita la formación del tipo de viruta.
- Temperatura de la madera: las características de la madera bajan cuando es calentada. Este efecto es aumentado con madera verde y es menos significativo con madera seca. Cuando las temperaturas son reducidas por debajo del punto de congelación la tendencia persiste.
- Coeficiente de fricción en corte: el coeficiente de fricción entre la cara de corte de la herramienta y la viruta, influye en la distribución de las fuerzas y, por lo tanto, también sobre la formación de las virutas.
- Orientación del grano: la orientación del corte con respecto a los planos de la madera es de suma relevancia, pues se ha observado en muchos casos que puede existir una mayor diferencia de comportamiento y calidad, de superficies entre el plano tangencial y el plano radial, de una misma madera que entre varias especies.

2.3.1.2 Factores inherentes a las condiciones de corte

- Ancho de corte: en corte ortogonal, si la herramienta es más ancha que la pieza de madera, los esfuerzos de corte son directamente proporcionales al ancho de corte.
- Profundidad de corte: este término es sinónimo de espesor de la viruta antes de su deformación.

- Velocidad de corte: con velocidad de corte elevada, la inercia de la viruta, causa un efecto de mayor rigidez de la estructura de la madera y contribuye a que se produzca un seccionamiento limpio.
- Velocidad de alimentación: en la gran mayoría de los casos su relación con la velocidad de corte genera el espesor de viruta.

2.3.1.3 Factores inherentes a la herramienta

- Ángulo de corte: es el que determina la capacidad de corte de una herramienta. Los ángulos de cortes bajos o negativos exigen fuerzas de corte paralelas elevadas en la herramienta.
- Ángulo de hierro: es aquel que genera la resistencia de la madera hacia el corte.
- Ángulo libre: debe ser suficiente para garantizar el paso libre de la herramienta. La falta de este repercute en mayores exigencias energéticas y en defectos de las superficies.
- Ángulo de deslizamiento: es cuando se coloca el filo oblicuamente con respecto a su dirección de movimiento.
- Calidad de filo: las maderas tropicales presentan frecuentemente dificultades de procesamiento porque desgastan extraordinariamente las herramientas. El desgaste producido por efectos de la dureza de la madera ante la fragilidad de la herramienta se caracteriza por un proceso destructivo del filo, el cual empieza con el primer contacto con la madera.

2.3.2 Ensayos de Trabajabilidad

2.3.2.1 Cepillado

Según Moya, *et al* (2004), el cepillado es una de las operaciones más importantes en la elaboración de la mayoría de los productos de madera, y consiste en obtener una superficie plana y de buena calidad después del proceso de aserrío o bien durante la elaboración de un determinado producto. Aquella madera con mala calidad en cepillado tendrá poca aceptación en el mercado, principalmente en productos donde la calidad superficial es de gran importancia. Esta operación se efectúa en las primeras etapas de la línea de producción de los productos y permite obtener un grosor igual en las piezas y una superficie uniforme en las caras. El desbaste del material se efectúa con cuchillas

que son colocadas en un cabezal que gira mientras la madera es arrastrada en la mesa del cepillo mediante unos rodillos (Martínez y Martínez, 1996).

El cepillado es una de las operaciones de maquinado más importante, en este ensayo los resultados que se obtengan pueden mejorarse adecuando las variables que intervienen en esta operación a las características de la madera disponible. Tales variables pueden ser: las revoluciones por minuto del cabezal, tipo de cuchilla con diferentes aleaciones, número de marcas de cuchilla por centímetro, ángulos de corte de las cuchillas, velocidad de alimentación de la madera y afilado de las cuchillas. En la mayoría de los cepillos el único factor que se puede variar, dentro de los límites que la máquina lo permita, es la velocidad de avance del material, pues las revoluciones por minuto en el cabezal son fijas, así como el ángulo para colocar las cuchillas. Este último factor sí es posible modificarlo con la variación del ángulo de la punta de las cuchillas, logrando con esto tener diferentes ángulos de corte, los que dependiendo de la especie que se desea cepillar podrán ser más o menos eficientes (Martínez y Martínez, 1996).

2.3.2.2 Moldurado

El moldurado es el proceso de elaboración de la madera que consiste en dar una forma decorativa o funcional, normalmente en el borde de una pieza. (Muñoz y Flores, 1989). Este proceso se realiza en los cantos de la madera, con el objetivo de darles mejor terminado y apariencia; este trabajo es muy común observar en marcos de puertas, ventanas, cantos o esquinas de muebles, obteniendo gran variedad de formas en los perfiles de moldurados, pudiendo ser secciones rectas, curvas o combinadas.

La manufactura de las molduras generalmente se realiza en una máquina denominada trompo, moldurera o tupí, aunque también pueden ser elaboradas en un router. A estas máquinas se les coloca un cortador con la forma del perfil que se desea obtener. En el maquinado de estos perfiles se deberá obtener una superficie limpia y lista para someterse a la operación de lijado. Si es necesario dedicar tiempo para eliminar defectos quiere decir que algo en el proceso de moldurado no es apropiado, debido a que podría existir alguna falla en la herramienta que se esté utilizando o que la especie de madera que se sometió al proceso de moldurado no sea apropiado para este tipo de operación (Martínez y Martínez, 1996).

Tanto el moldurado como el cepillado es una operación de corte periférico, que permite dar a la madera perfiles muy variados a partir de las proyecciones de cuchillas de configuraciones variables, hay dos tipos de moldurados:

- Moldurado longitudinal.
- Moldurado transversal (en curva o recto).

Los dos tipos son utilizados en ebanistería, pero el primero es utilizado con más frecuencia en obras de construcción (Martínez y Martínez, 1996).

2.3.2.3 Taladrado

Según Herrera e Hidalgo (1984) el proceso de taladrado consiste en la realización de huecos sobre una pieza de madera, destinados a recibir tornillos, puntillas o cualquier otra pieza en forma de un cilindro. Este proceso se realiza para ensamblar a través de taquetes, espigas o tornillos, componentes de sillas, de muebles u otras piezas de madera; con taladros manuales o con taladros automáticos de varias brocas (Zavala y Vázquez, 2001).

Existen en general dos requisitos para llevar a cabo la operación de taladrado. El primero exige un alto grado de precisión, como es el caso del taladrado de huecos para tacos. El segundo tipo no necesita una gran precisión, sino una gran eficiencia de penetración, como es el caso de huecos para tornillos y pernos utilizados en obras estructurales. Es por esto que el tipo de broca por utilizar debe ser aquella que asegure, por un lado, la calidad y por otro, la eficiencia o rapidez de penetración (Serrano y Sáenz 2001). La calidad del taladrado tanto en la entrada de orificio como en la salida deben ser de excelente calidad, evitando al mínimo la formación de astillado.

2.3.2.4 Torneado

El torneado es una operación que consiste en darle forma cilíndrica a una pieza rectangular de madera, haciéndola girar en un torno sometiénola a la acción de una herramienta cortante. El torneado es importante cuando se tienen que fabricar artículos de madera como pies de lámparas, patas de cama, mangos para herramientas, partes para muebles y juguetes, entre otros (Moya et al. 2004).

Igualmente, Gorena (2009) menciona que el torneado es la operación en la cual mediante el uso de cuchillas, formones o gubias se le da la figura deseada a las piezas de

madera. Zavala y Vázquez (2001) afirman que el torno para madera, más que ninguna otra máquina-herramienta, constituye una unidad completa, capaz de producir trabajos terminados en el proceso de la madera.

2.3.2.5 Lijado

Según Gorena (s.f), lijar significa alisar, pulir, abrillantar o limpiar algo mediante el frotamiento con un objeto abrasivo, generalmente una lija. El lijado es una tarea fundamental en cualquier trabajo de acabado, como ser pintura, barniz, entre otros; esta operación tiene como finalidad corregir los defectos del proceso de cepillado, como son las marcas de viruta, huellas de cuchillas y posibles imperfecciones manifestadas como grano algodonoso, grano arrancado, o grano levantado, o cualquier otro defecto causado por otra operación en la madera. También, representa una de las últimas etapas en el proceso de maquinado de la superficie de las piezas de madera, antes de aplicar el acabado final, (Heinrich 1971).

Es importante mencionar que cualquier imperfección que no se pueda eliminar con el lijado, cuando se aplique el acabado el defecto se acentuará. De ahí la importancia de conocer los defectos que pueden aparecer en la superficie lijada y cómo eliminar parte de éstos. La graduación del grano de las lijas para el lijado de la madera, deberá de variar de acuerdo con los defectos que tenga la superficie que se desea someter al proceso de lijado. La graduación que se emplea para denominar a cada una de las calidades de lija, se refiere a la cantidad de perforaciones que tiene una malla por pulgada cuadrada, a través de la cual se hace pasar el abrasivo para ser depositado en la base de la lija (Martínez y Martínez, 1996).

El propósito del lijado es suprimir los defectos ocasionados por operaciones previas de maquinado y preparar la superficie de la madera para la aplicación de recubrimientos o acabados (pinturas, barnices etc.), y en algunas maderas para resaltar su veteado (Zavala y Vázquez 2001). A la par, Serrano y Sáenz (2001) mencionan que esta operación es requerida antes de dar acabado final a una superficie, la cual generalmente se divide en dos etapas: el primer proceso de lijado (remoción con lija N°60) pretende obtener una superficie lisa a partir de una superficie brusca, consecuencia del maquinado previo; y el segundo proceso (lija N°100) consiste en simular una superficie para aplicar los materiales de acabado, como selladores, barnices, lacas, pinturas, etc. El propósito de este ensayo es determinar la eficiencia, calidad superficial y tipos de defectos.

2.4 Estudios realizados sobre trabajabilidad en especies maderables

A continuación se detallan algunos estudios realizados sobre especies maderables en plantaciones forestales.

Medina (2003), analizó las características de maquinado de dos especies de eucalipto, el *Eucalyptus grandis* y el *Eucalyptus urophylla*, del municipio de las Choapas, estado de Veracruz, en donde se observó que el mejor comportamiento en ensayo de cepillado de la madera de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus urophylla* se obtuvo al utilizar el ángulo de corte de 30 ° y una velocidad de alimentación de 7.5 m/min. Así mismo manifiesta que la madera de *E. grandis* se clasifica como excelente en el lijado, buena en el cepillado, barrenado y torneado y regular en el moldurado; mientras que la madera de *E. urophylla* se clasifica como excelente en los ensayos de cepillado, lijado, barrenado, moldurado y torneado.

Orrego (2010), estudió la trabajabilidad de la madera de Capirona (*Calycophyllum spruceanum*), procedente de plantaciones de la cuenca del río Aguaytia (Ucayali), bajo condiciones estandarizadas en los ensayos de cepillado, moldurado, taladrado y torneado. La madera de Capirona procedente de plantaciones proporciona calidades de superficie similares a los registrados en madera de bosques naturales. El nivel de altura en el fuste no tiene efecto sobre el grado de calidad de la superficie maquinada en la madera de Capirona procedente de plantaciones. Para un maquinado eficiente de esta madera se debe considerar los siguientes aspectos: el cepillado, con un ángulo de corte de 15° y con velocidades de alimentación de 5 y 10 m/min; el moldurado, con una velocidad de giro de 7414 r/min; el taladrado, con broca para metal y una velocidad de giro de 1400 r/min y el torneado, con ángulo de corte de 15° y con velocidades de giro de 1680 y 2880 r/min.

Meneses (2011), en su estudio Identificación de usos probables de *Pinus patula* Schlect. Et Cham., con base en la determinación de las propiedades físico- mecánicas y de trabajabilidad de la madera”, se realizó en el sector de Iltaqi, cantón Cotacahi, provincia Imbabura, con la finalidad de determinar las propiedades Físico - mecánicas conforme a las Normas COPANT y ASTM D143 -09, el ensayo de trabajabilidad de la madera mediante el criterio de mínimos defectos conforme a la Norma ASTM D-1666-87 (2004); en donde se obtuvo que la densidad básica de la madera es de 0.323 gr/cm, la

cual se clasifica como muy baja (madera suave); la contracción volumétrica se ubicó en 6,76 %, y la Relación de Anisotropía (RAN T/R) fue de 1,66 lo cual indica que es una madera que tiene una estabilidad dimensional. Mientras que en los diferentes ensayos de trabajabilidad se obtuvo los siguientes resultados: cepillado presentó superficies de mala calidad con grano arrancado, seguido por el grano levantado y en menor porcentaje el grano veloso los cuales pueden ser reducidos sustancialmente cepillando la madera a favor del grano, siendo a su vez menores en el plano tangencial de la madera; los defectos de moldurado de la madera en mayor porcentaje fue el grano levantado, seguido por el grano veloso, el mejor comportamiento lo mostró el plano radial al tener la menor superficie afectada por éstos defectos; en el ensayo de torneado el mejor ángulo de corte fue el de 15 grados, en cambio con 0 y 40 grados de corte el acabado de torneado desmejora, los cuales pueden ser eliminados fácilmente con el lijado; y, en lo que respecta al taladrado tiene una excelente entrada y salida de la broca.

Machuca *et, al* (2012) en su análisis de la trabajabilidad de la madera de *Pinus oaxacana* Mirov., proveniente de una plantación en el estado de México, encontraron que la madera de esta especie fue clasificada como excelente en trabajabilidad, pero cabe recalcar que en el ensayo de moldurado en el corte preliminar fue clasificado como bueno, sin embargo este ensayo fue mejorado con un segundo corte; además, esta madera puede ser utilizada en la elaboración de productos terminados con mayor valor agregado y no solo para la elaboración de celulosa y papel como se ha venido haciendo.

Erazo (2014), en su estudio de características de trabajabilidad de la madera de: *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., provenientes de plantaciones del sur de la Amazonía Ecuatoriana, concluye lo siguiente: las especies plantadas son idóneas para realizar trabajos de cepillado, moldurado y lijado, obteniendo resultados de buena a excelente, mientras que en los ensayos de taladrado y torneado los resultados van de regular a bueno, por lo tanto no es muy recomendable realizar este tipo de ensayos. Además cabe mencionar que los ensayos de trabajabilidad de estas especies no tienen ninguna incidencia en trabajar a favor o en contra del grano, así como en los diferentes planos de corte.

Zúñiga (2015) en su investigación de la caracterización de la variabilidad anatómica de la especie *Eucalyptus saligna* Smith, realizado en cuatro sitios de la provincia de Loja: Velacruz, Yaramine, Moras y Santa Teresa, la madera de *Eucalyptus saligna* Smith

presentó diferencias en las características anatómicas entre los diferentes sitios de estudio; en donde el sitio Santa Teresa refleja las mejores condiciones en variabilidad de los elementos anatómicos de la especie en estudio, lo cual se debe a que, los suelos de este sitio están formados a partir de andesita (material parental constituido por rocas de lava afaníticas de color gris verdoso).

3. METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del Área de Estudio

La presente investigación se realizó en cuatro sitios de la provincia de Loja*, su localización política y geográfica se indica en la tabla 1 y figura 1.

Tabla 1. Sitios y Características del área de estudio

Sitio Características	Velacruz (1)	Yaramine (2)	Moras (3)	Santa Teresa (4)
Latitud (S)	658 280	631 621	648 506	662 167
Longitud (E)	9 559 796	9 524 087	9 524 087	9 526 052
Altitud (m.s.n.m)	1 979	1 802	2 283	1 704
Origen geológico del suelo	lavas basálticas, tobas, brechas	Coladas de Lava	Limolita, Arcilla, Arenisca, Conglomerado Carbón	Andesita, Pordifo Andesítico, Toba Andesítica

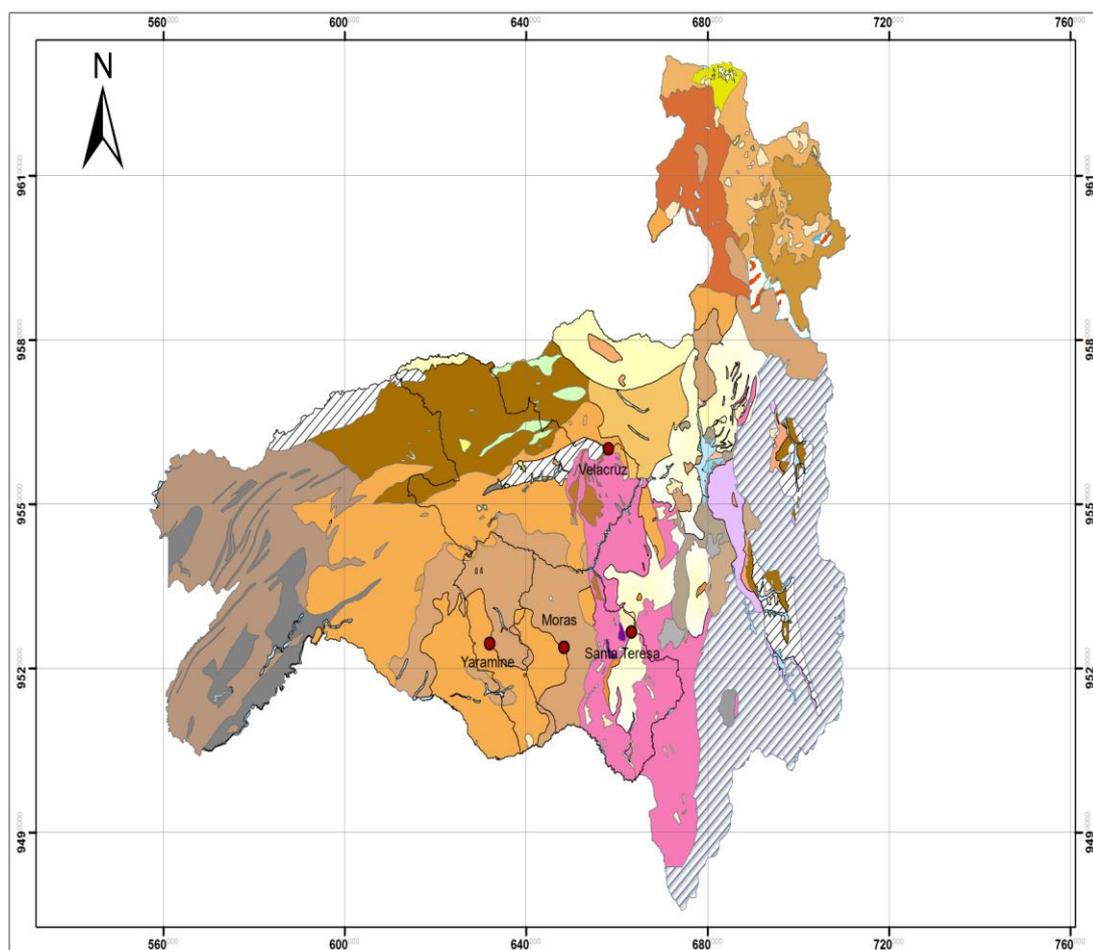


Figura 1. Ubicación del área de estudio

*Estos sitios fueron seleccionados considerando principalmente el origen geológico de los suelos

3.2 Ejecución de Ensayos

3.3 Elaboración de Probetas

Para la ejecución de los diferentes ensayos de trabajabilidad se utilizaron probetas en número y dimensiones conforme se indica en la tabla 2 (Anexo 1). En las mismas probetas se realizó varios ensayos como: cepillado, lijado, taladrado moldurado y torneado.

Tabla 2. Dimensiones y número de probetas por ensayo

Ensayo	Dimensión de Probeta (cm)	Número de Árboles	Plano de Corte	Número de Probetas	Número Total de Probetas
Cepillado	4,0 x 10 x 100	4	Tangencial	16	48
			Radial	16	
			Oblicuo	16	
Lijado	4,0 x 10 x 100	4	Tangencial	16	48
			Radial	16	
			Oblicuo	16	
Taladrado	2,5 x 10 x 30,0	4	Tangencial	16	48
			Radial	16	
			Oblicuo	16	
Moldurado	2,0 x 7,5x 100	4	Tangencial	16	48
			Radial	16	
			Oblicuo	16	
Torneado	2,0 x 2,0 x 12,5	4		16	16

Las probetas, previo al ensayo, se sometieron a un proceso de secado en estufa a nivel severo (altas temperaturas), teniendo como temperatura inicial 50°C y como temperatura final 70°C hasta llegar al punto de equilibrio del 17 % de contenido de humedad en las probetas (Figura 2)



Figura 2. Secado de la madera al 17 % de Contenido de Humedad

3.4 Codificación de las Probetas

Para la correcta identificación de las probetas se colocó la nomenclatura con base a los siguientes aspectos: la inicial del sitio de procedencia, siglas de los diferentes planos de corte y el número de probeta por plano de corte (Figura 3), por ejemplo: Y.Rd1



Figura 3. Nomenclatura establecida para las probetas

3.5 Realización de Ensayos

Los ensayos se realizaron de acuerdo a la Norma “Standar Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Materials” ASTM-D-1666-87 (1999), teniendo en cuenta que se empleó la maquinaria disponible en el Centro de la Madera de la Universidad Nacional de Loja, con algunas modificaciones de equipo y maquinaria propuesta por la JUNAC (1976), para maderas tropicales.

3.5.1 Ensayo de Cepillado

Para la realización de este ensayo se elaboraron 48 probetas, distribuidas en tres planos de corte; radial, tangencial y oblicuo.

3.5.1.1 Elemento cortante para ensayo de cepillado

Para el cepillado se utilizó cuchillas de acero con ángulos de corte de 15° y 30° , tal como se muestra en la Figura 4.

- Una cuchilla con ángulo de corte de 30° .
- Una cuchilla con ángulo de corte de 15° .

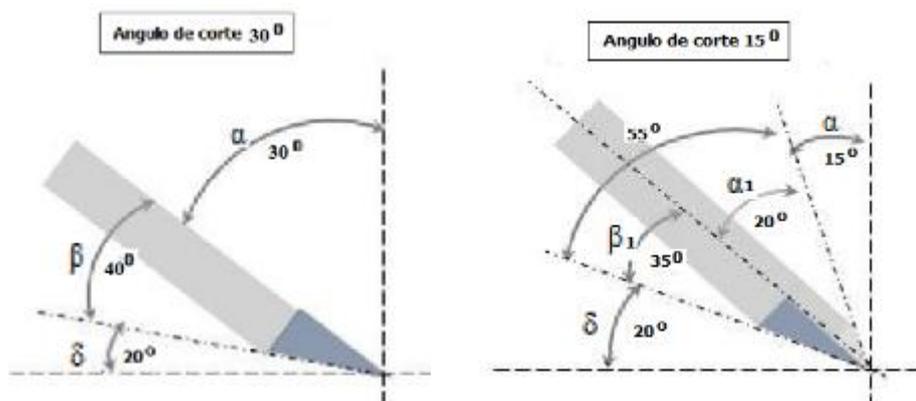


Figura 4. Ángulos de corte para el ensayo de cepillado

Dónde:

α = Ángulo de Corte.

β = Ángulo de Cuchilla.

δ = Ángulo libre.

α_1 = Ángulo de bisel frontal.

β_1 = Ángulo de afilado.

3.5.1.2 Equipos para el ensayo de cepillado

Para este ensayo se utilizó una cepilladora, con velocidad de giro del mandril porta cuchillas de alrededor 3.000 r.p.m., y un diámetro de 10 cm, 30° de ángulo de corte normal, con capacidad de alojar 3 cuchillas, velocidad de alimentación variable de 5 a 10 metros por minuto (m/min.) y un ancho de mesa de 40 cm (Figura 5) (Anexo 2).



Figura 5. Ensayo de cepillado de la especie *Eucalyptus saligna*

3.5.1.3 Procedimiento para el cepillado

Este ensayo se realizó con dos ángulos de corte: 15° y 30° y una velocidad de alimentación: 12 m/min; con una profundidad de corte promedio de 1,0 mm por pasada. Las probetas fueron cepilladas en ambas caras tanto a favor como en contra del grano, reduciendo el espesor de la probeta hasta un mínimo 2 cm. La cuchilla fue ajustada y niveladas a la misma altura en el porta cuchillas, mediante un calibrador. Se evaluó la calidad de la superficie luego de cada pasada para evaluar la calidad de superficie el porcentaje de viruta tipo I (grano arrancado), viruta tipo II (superficie sin defecto) y viruta tipo III (grano velloso).

3.5.2 Ensayo de Lijado

Este ensayo se utilizaron un total de 48 probetas, mismas ya utilizadas en el ensayo de cepillado.

3.5.2.1 Equipos para el ensayo de lijado

Se realizó con una lijadora de banda. El ensayo se realizó en cada plano de corte (tangencial, radial y oblicuo), a favor y en contra del grano (Figura 6) (Anexo 3). Se utilizó primero lija N/ 60; luego con lija N/ 100, para ambos casos aplicó lijas semi-nuevas para evitar sesgos.



Figura 6. Ensayo de lijado de la especie *Eucalyptus saligna*

3.5.2.2 Procedimiento para el lijado

Se realizó dos pasadas con la lija en cada una de las probetas a favor y en contra del grano con la finalidad de remover 0,5 mm de espesor. Después del lijado inmediatamente se determinó la temperatura de la lija mediante un termómetro para saber el grado de fricción. También se midió la velocidad de desgaste de la lija y velocidad de ensuciamiento esto relacionado con la eliminación fácil o difícil de las partículas de madera.

La remoción se midió con la ayuda de un calibrador de 0,05 mm de apreciación. Se tomó las medidas antes y después del lijado a una distancia de 33 cm de cada uno de los dos extremos de las probetas. Con estos datos se realizó el cálculo de remoción por m de lija pasada. En este ensayo se calificó los defectos de rayado y vellosidad.

3.5.3 Ensayo de Taladrado

Para este ensayo se utilizaron las probetas de los ensayos de cepillado y lijado

3.5.3.1 Elemento cortante para el ensayo de taladrado

Se utilizó una broca doble hélice sin alas de 12.5 mm de diámetro con ángulo de afilado en la punta de 45° (Figura 7).

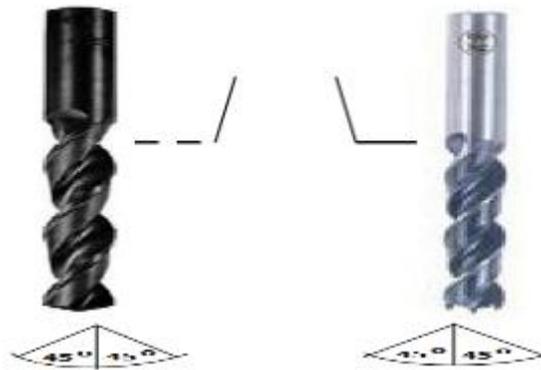


Figura 7. Brocas para metal y maderas tres puntas

3.5.3.2 Equipos para el ensayo de taladrado

El ensayo se realizó mediante un taladro de pedestal vertical cuyas características son las siguientes: 520 y 1020 r.p.m. y juego de poleas para el cambio de velocidad (Figura 8) (Anexo 4).



Figura 8. Ensayo de taladrado de la especie *Eucalyptus saligna*

3.5.3.3 Procedimiento para el taladrado

Los ensayos de taladrado se realizó con un peso fijo de aproximadamente 30 kg de carga de penetración, se aplicó dos velocidades de giro (760 y 1 405 rpm.) y dos tipos de broca (para: metal y madera). Se utilizó una plantilla para señalar la ubicación de las perforaciones. Se controló el tiempo de penetración para cada caso. La alimentación se hizo manualmente y las perforaciones se realizó sin ningún respaldo en la salida, de esta manera es posible evaluar la calidad de salida y entrada en cada agujero; con la evaluación del porcentaje de grano arrancado y vellosos.

3.5.4 Ensayo de Moldurado

Para este ensayo se utilizaron las probetas de los ensayos de cepillado, lijado y taladrado

3.5.4.1 Elemento cortante para ensayo de moldurado

Para el ensayo de moldurado se utilizó cuchilla acero, con un ángulo de cuchilla de 40° y perfil mostrado en la Figura 9.

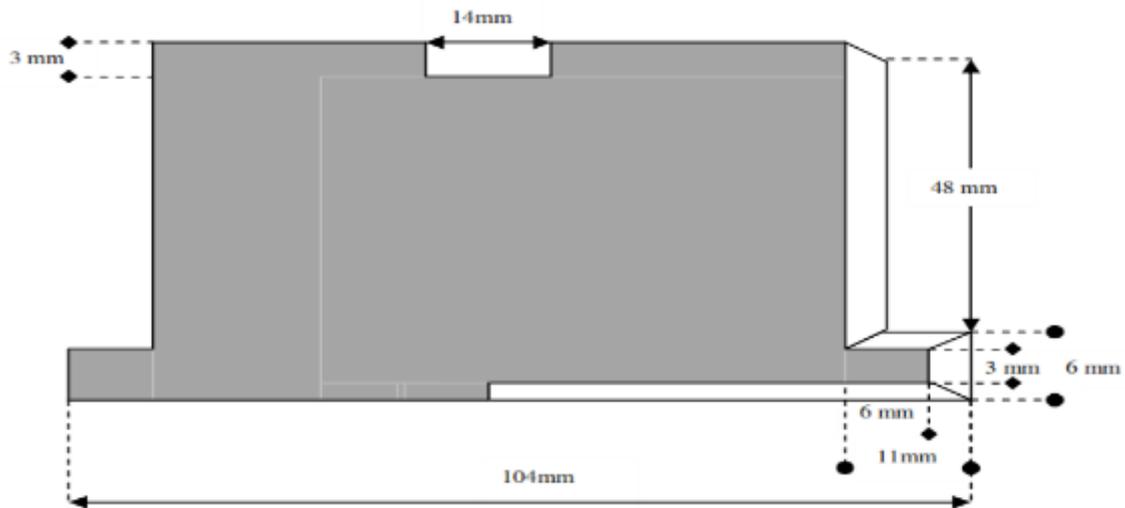


Figura 9. Cuchilla para ensayo de moldurado

3.5.4.2 Equipos para el ensayo de moldurado

El ensayo de moldurado se realizó mediante el uso de un cepillo machiembrador de 5000 r.p.m., motor de 5 Hp, con avance manual de la madera, de 10 cm de diámetro del porta cuchillas, con capacidad de alojar dos cuchillas, ángulo de corte de 30° , cuña semicircular y ancho de marca de 1 mm (Figura 10) (Anexo 5).



Figura 10. Ensayo de moldurado de la especie *Eucalyptus saligna*

3.5.4.3 Procedimiento para el moldurado

Se realizó utilizando una cuchilla preparada con ángulo de filo de 40° . Se colocó una marca en la cara de cada probeta para indicar la dirección de alimentación y la velocidad de giro. Las probetas fueron ensayadas a favor del grano con dos velocidades de giro (3 750 y 7 414 r/min). Se evaluó defectos como: astillado y vellosidad.

3.5.5 Ensayo de Torneado

Para este ensayo se utilizó un total de 16 probetas, en donde no se tomó en cuenta el plano de corte de las probetas, sino solo la procedencia de estas.

3.5.5.1 Elemento cortante para ensayo de torneado

Se utilizó una cuchilla de acero de una sola pieza, con un ángulo de corte de 25° y el perfil que se indica en la figura 11.

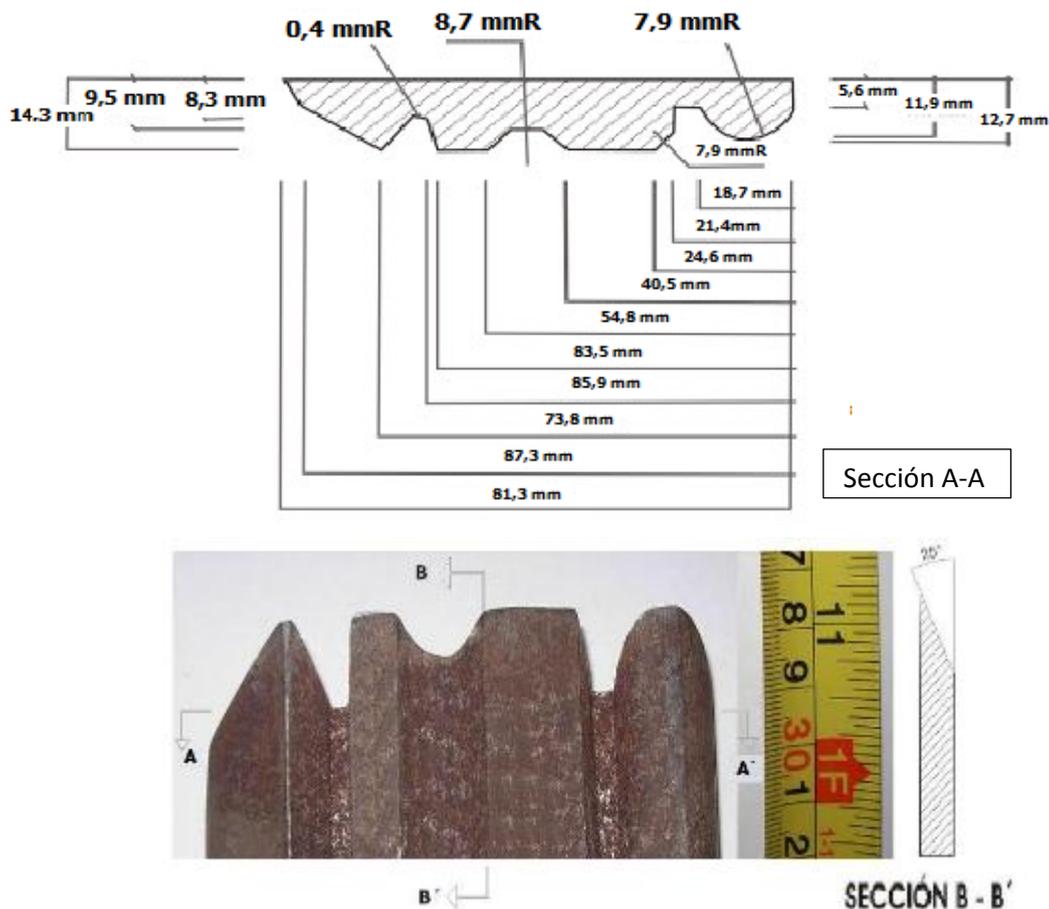


Figura 11. Cuchilla para ensayo de torneado

3.5.5.2 Equipos para el ensayo de torneado

Se realizó mediante el uso del torno manual de banco con velocidad de giro del motor de 2400 r.p.m., con poleas regulables, un soporte para las gubias especialmente preparado en forma escalonada y con guía para obtener 40 y 60 de ángulo de corte (figura 12) (Anexo 6).



Figura 12. Ensayo de torneado de la especie *Eucalyptus saligna*

3.5.5.3 Procedimiento para el torneado

Se realizó en un torno manual con los ángulos de corte de 0°, 15° y 35°, y las velocidades de giro de 500 y 1000 r.p.m. Cada probeta previo al ensayo fue codificado con el número del árbol y procedencia. Se utilizó una cuchilla preparada con el perfil especial, como se indicó anteriormente.

En este ensayo se calificó el grano arrancado y la vellosidad en el fondo paralelo a las fibras, con el fin de seleccionar los ángulos más favorables.

3.6 Evaluación de las Probetas

La evaluación de las probetas se realizó clasificando a cada probeta de acuerdo a la ausencia o presencia, gravedad y extensión del defecto en la superficie maquinada. Posteriormente se determinó la calidad de la probeta utilizando los parámetros detallados en la tabla 3.

Tabla 3. Gravedad del defecto según la extensión de la superficie defectuosa

Gravedad del Defecto	Extensión de la superficie Defectuosa (%)			
	(0 - 4)	(5 - 35)	(36 - 69)	(70 - 100)
Suave	Excelente	Buena	Regular	Regular
Moderado	Bueno	Regular	Mala	Mala
Fuerte	Regular	Mala	Mala	Deficiente

Fuente: Sato (1976)

Según como lo establece la Norma ASTM (1999), los niveles de calidad se determinaron de acuerdo a la ocurrencia del defecto, según la siguiente escala.

Calidad	Grano
Excelente	1
Bueno	2
Regular	3
Malo	4

Para la determinación de la equivalencia de cada defecto, según el tipo de ensayo, se utilizaron los factores de conversión, los cuales se detallan a continuación (Tabla 4).

Tabla 4. Factores de conversión para el cepillado, moldurado, taladrado, torneado y lijado

Defecto	Factor de Conversión				
	Cepillado	Moldurado	Taladrado	Torneado	Lijado
Grano arrancado	1,0	1,0	-	1,0	-
Grano astillado	0,8	0,8	0,8	0,8	-
Grano levantado	0,6	0,6	-	0,6	-
Ruptura de grano	-	-	-	1,0	-
Grano velloso	0,2	0,2	-	0,2	1,0
Grano comprimido (aplastamiento)	-	-	-	0,4	-
Rayado	-	-	-	-	1,0

Con base a la ponderación del defecto para cada ensayo, se determinó la equivalencia respectiva, mediante la siguiente expresión, utilizada por Sato (1976):

$$E = (G - 1) \times F + 1$$

Donde:

E: es la equivalencia del defecto

G: es el grado de calidad

F: es el factor de conversión por tipo de ensayo

Finalmente, una vez obtenidas las muestras, se calificó las probetas obtenidas por cada uno de los defectos, según los siguientes rangos de calidad.

Rango	Calidad
De 1,0 a 1,5	Excelente
De 1,6 a 2,5	Bueno
De 2,6 a 3,5	Regular
De 3,6 a 4,5	Malo

3.6.1 Evaluación del Cepillado

Se utilizó un recuadro de 100 x 100 mm para la determinación porcentual de la extensión de los defectos de cepillado, así mismo se aplicaron criterios de evaluación cuantitativos y cualitativos. La gravedad de los defectos grano levantado y velloso se estimó por simple comparación. En el caso de los granos arrancados y astillados, la gravedad se determinó según los siguientes rangos (Tabla 5).

Tabla 5. Gravedad de los defectos en el ensayo de cepillado

Defecto	Gravedad		
	Suave	Moderado	Fuerte
Grano Arrancado (Profundidad)	< 0,10 mm	De 0,10 a 0,30 mm	> 0,30 mm
Grano Astillado (Ancho de Astilla)	< 0,75 mm	De 0,75 a 1,75 mm	> 1,75 mm

Fuente Plaza A., I. Y. (2009) citado por Orrego (2010)

3.6.2 Evaluación del Lijado

La calificación de ensayo de remoción con lija N° 60 se determinó mediante un coeficiente de remoción (mm/km), dividiendo 0.5 mm entre cantidad de lija pasada, expresada en km.

$$\text{Remoción} = \frac{0,5 \text{ mm}}{\text{velocidad de la lija} * \text{tiempo de alimentación} * \text{N}^{\circ} \text{ de probetas}}$$

Por tanto:

$$\text{Remoción} = (3/\text{número de pasadas para remover } 0,5 \text{ mm}) \text{ (mm/km)}$$

Facilidad de remoción de la suciedad. Se evalúa con la aplicación de aire comprimido, con una escobilla o batiéndole, con lo cual se tuvo una idea de la facilidad o dificultad de limpiar.

Velocidad de desgaste de la lija mediante una lupa.

Temperatura de la lija. Los grados de recalentamiento de la lija se deben estimar en dos pasadas consecutivas (de lo contrario es difícil que sean confiables, debido a la variación de los tiempos entre pasadas y el número de pasadas)

Calificado de la lija N/ 100

Se calificaron los defectos de rayado y vellosidad en 5 grados y se hicieron observaciones complementarias de ensuciamiento, facilidad de remoción de suciedad, desgaste y temperatura.

Los calentamientos se determinaron después de dos pasadas consecutivas, (una pasada de ida seguida inmediatamente por una de vuelta).

La facilidad de remoción de suciedad y velocidad de desgaste se determinaron en forma similar a lo indicado para la lija N/ 60.

Para el registro de los resultados obtenidos del ensayo con las diferentes lijas se utilizó la siguiente Tabla.

Tabla 6. Registro de resultados del ensayo de lijado

Nombre común:								
Nombre científico:								
Orientación	Defectos				Velocidad de Ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste	
	Rayado		Vellosidad					
	→	←	→	←				

3.6.3 Evaluación del Taladrado

Se cuantificó la extensión de los defectos de acuerdo a la porción de circunferencia afectada, tanto en la entrada como en la salida de la perforación acorde a la norma ASTM. La gravedad de los defectos se estimó por simple comparación entre las probetas.

3.6.4 Evaluación del Moldurado

La evaluación de los defectos se realizó en dos zonas de corte: una doble (zona 1: dos superficies) y otra simple (zona 2: una superficie), tal como se indica en la figura 13, la gravedad de los defectos se determinaron por grado de defectos que establece la norma ASTM.

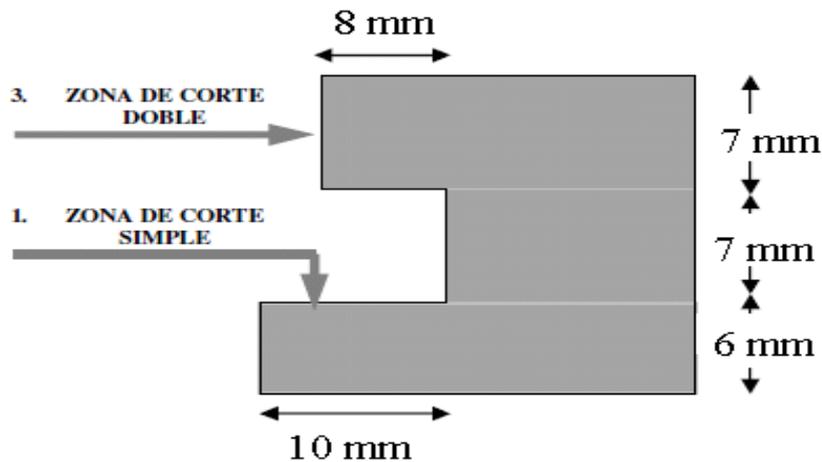


Figura 13. Zonas de evaluación en la probetas de moldurado

3.6.5 Evaluación del Torneado

Se determinó la extensión de los defectos, separando las porciones afectadas de la probeta de la siguiente manera: cilindro mayor y menor para evaluar el defecto de grano arrancado y grano levantado; planos inclinados para evaluar el grano comprimido y las aristas resultantes para evaluar el grano astillado y grano velloso.

3.7 Optimización de Parámetros

Para determinar los parámetros óptimos de los diferentes ensayos de trabajabilidad se utilizó los ábacos generados por la Junta de Acuerdo de Cartagena – JUNAC (1976).

3.8 Modelo estadístico que se utilizó para el análisis de datos

Los grados de calidad obtenidos por probeta en los diferentes ensayos se tabularon en una hoja electrónica de cálculo para facilitar la estimación de los parámetros indicadores de la variabilidad normal de la madera, siguiendo el procedimiento descrito por Calzada (1982) citado por Peñaloza (2005) y Orrego (2010). Para cada ensayo realizado se determinó la variabilidad de la especie aplicando el siguiente esquema (Tabla 7).

Tabla 7. Esquema para el análisis estadístico

Ensayos	Cepillado	Lijado	Taladrado	Moldurado	Torneado
Procedencia	4	4	4	4	4
Nº de árboles	4	4	4	4	4
Nª de repeticiones/árbol	12	12	12	12	4
Nº de repeticiones /ensayo	48	48	48	48	16

A fin de evaluar el efecto de los diversos tratamientos sobre la calidad de superficie producida en los ensayos se consideró un arreglo factorial de 4A x 2B x 3C para los ensayos de cepillado, taladrado y torneado; y, para el ensayo de moldurado se consideró un arreglo factorial de 4A x 3C; de acuerdo al siguiente esquema.

- Unidad experimental: probeta de madera de *Eucalyptus saligna*
 - Variable observada: grado de calidad
 - Nivel de Significación del 95 % de confianza, con un $\alpha= 0,05$
 - Bloque para el cepillado, lijado, taladrado, moldurado y torneado: plano de corte
- a) Factores para el cepillado de la madera

Factor	Niveles del Factor			
A: Procedencia	Velacruz	Yaramine	Moras	Santa Teresa
B: Ángulo de Corte	15 °		30 °	
C: Plano de Corte	Radial	Tangencial		Oblicuo

- b) Factores para el lijado de la madera: para este ensayo se realizó una descripción cualitativa, en el cual se calificaron las siguientes variables procedencia, plano de corte y velocidad de alimentación
- c) Factores para el taladrado de la madera

Factor	Niveles del Factor			
A: Procedencia	Velacruz	Yaramine	Moras	Santa Teresa
B: Velocidad de alimentación	500		1 000	
C: Plano de Corte	Radial	Tangencial		Oblicuo

d) Factores para el moldurado de la madera:

Factor	Niveles del Factor			
A: Procedencia	Velacruz	Yaramine	Moras	Santa Teresa
C: Plano de Corte	Radial	Tangencial		Oblicuo

e) Factores para el torneado de la madera

Factor	Niveles del Factor			
A: Procedencia	Velacruz	Yaramine	Moras	Santa Teresa
B: Velocidad de alimentación	500		1 000	
C: Ángulo de Corte	0 °	15 °		35 °

3.9 Metodología para la difusión de resultados

Para la difusión de los resultados se elaboró un tríptico divulgativo, en el cual se resume los principales resultados de la presente investigación. Además, se realizó una exposición de los resultados a estudiantes de octavo, noveno y décimo módulo de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Estatal de Bolívar.

4. RESULTADOS

Los resultados de la presente investigación se describen en orden secuencial de acuerdo a como se realizó los ensayos de la investigación: cepillado, lijado, moldurado, taladrado y torneado de la especie *Eucalyptus saligna* Smith, en la provincia de Loja.

4.1 Ensayo de Cepillado

4.1.1 Calidad de superficie del cepillado

Para determinar la calidad de superficie del cepillado se obtuvo un promedio de las 96 repeticiones realizadas en los tres planos de corte (radial, tangencial y oblicuo) y dos ángulos de corte 15 ° y 30 ° (Anexo 11). En la tabla 8 se presenta los promedios por plano de corte y procedencia.

Tabla 8. Promedios de grados de calidad de los ensayos de cepillado con dos ángulos de corte de la especie *Eucalyptus saligna* proveniente de la provincia de Loja

Procedencia	Plano de Corte											
	Radial				Tangencial				Oblicuo			
	15 °	Calidad	30 °	Calidad	15 °	Calidad	30 °	Calidad	15 °	Calidad	30 °	Calidad
Velacruz	0,93	E	1,03	B	0,62	E	0,88	E	0,84	E	1,13	B
Yaramine	1,00	E	1,33	B	0,81	E	1,03	B	0,89	E	1,27	B
Moras	0,88	E	0,98	E	0,81	E	1,09	B	0,85	E	1,01	B
Santa Teresa	0,92	E	1,05	B	0,78	E	0,95	E	0,93	E	1,04	B

Como se puede observar en el Tabla 6, el comportamiento de la madera de *Eucalyptus saligna*, es diferente según la procedencia, plano de corte y ángulo de corte, obteniendo las mejores calificaciones las probetas provenientes del sector Velacruz, en un plano de corte tangencial y un ángulo de corte de 15° con una calificación de Excelente. También se puede observar que las calificaciones más bajas las obtuvo el sector Yaramine, en el plano de corte radial y con un ángulo de corte de 30 ° con una calificación de Bueno. Cabe mencionar que las probetas tienen un mejor resultado de trabajabilidad con cuchillas con un ángulo de corte de 15 ° en los planos de corte radial y tangencial.

En las probetas de *Eucalyptus saligna* el defecto más frecuente fue el grano arrancado en todos los planos de corte y ángulos de corte, esto debido que la madera presentaba nudos lo que ocasionaba la presencia de dicho defecto.

4.1.2 Velocidad óptima de cepillado

La velocidad óptima de alimentación del cepillado se determinó mediante el Ábaco de maderas de bosques tropicales para países andinos (Anexo 7). En la tabla 9 se indican las velocidades óptimas de alimentación de la especie *Eucalyptus saligna*, proveniente de la provincia de Loja, para cada plano de corte y ángulo de corte, la cual se obtuvo calculando la velocidad por minuto, además también se muestra el número de cuchillas, el promedio de defectos y la desviación estándar.

Tabla 9. Velocidades de alimentación (Val) óptima y mínima del ensayo de cepillado de la especie *Eucalyptus saligna*, proveniente de la provincia de Loja

Procedencia	Plano de Corte	Ángulo de Corte	Cuchillas	Val /m/min	Promedio	Desviación Estándar	Val Óptima Mínima	Val Óptima Máxima
Velacruz	Radial	15	1	12	0,93	0,13	8,35	9,13
	Radial	30	1	12	1,02	0,19	7,86	8,63
	Tangencial	15	1	12	0,61	0,01	9,38	9,63
	Tangencial	30	1	12	0,88	0,09	4,00	8,63
	Oblicuo	15	1	12	0,84	0,18	8,13	9,38
	Oblicuo	30	1	12	1,13	0,21	7,13	8,48
Yaramine	Radial	15	1	12	0,99	0,01	8,48	9,13
	Radial	30	1	12	1,33	0,14	7,50	8,88
	Tangencial	15	1	12	0,81	0,08	9,13	9,63
	Tangencial	30	1	12	1,03	0,13	7,38	9,63
	Oblicuo	15	1	12	0,89	0,12	8,25	9,13
	Oblicuo	30	1	12	1,27	0,31	6,75	8,00
Moras	Radial	15	1	12	0,88	0,13	8,25	9,13
	Radial	30	1	12	0,98	0,26	7,25	9,00
	Tangencial	15	1	12	0,81	0,18	8,25	9,63
	Tangencial	30	1	12	1,09	0,35	6,38	8,88
	Oblicuo	15	1	12	0,84	0,11	8,63	9,50
	Oblicuo	30	1	12	1,01	0,18	8,38	9,00
Santa Teresa	Radial	15	1	12	0,92	0,06	9,25	9,38
	Radial	30	1	12	1,05	0,15	7,88	9,00
	Tangencial	15	1	12	0,78	0,12	9,00	9,63
	Tangencial	30	1	12	0,95	0,09	8,13	9,13
	Oblicuo	15	1	12	0,93	0,06	8,25	9,00
	Oblicuo	30	1	12	1,03	0,07	8,25	9,00

Mediante el uso del ábaco de maderas tropicales para países andinos y tomando en consideración los promedios de velocidad de alimentación en los planos de corte radial, tangencial y oblicuo en dos ángulos de corte 15 ° y 30 ° se determinó la velocidad

óptima del *Eucalyptus saligna*, proveniente de cuatro sectores de la provincia de Loja; en donde se puede observar que se trabaja mejor con un ángulo de corte de 15 ° ya que aplica mayor velocidad y se obtiene mejores resultados en este ensayo.

4.2 Ensayo de Lijado

El ensayo de lijado se lo realizó con dos tipos de lijas: lija número 60 y lija número 100

4.2.1 Calidad de la superficie lijada con la lija N° 60

Para determinar la calidad de la superficie lijada se promedió los resultados obtenidos de las 48 probetas en los distintos planos de corte, procedentes de cuatro sitios de la provincia de Loja (Anexo 12). A continuación en la tabla 10 se presentan los promedios obtenidos de la calidad de superficies lijadas.

Tabla 10. Promedio de grados de calidad de la superficie lijada con la lija N° 60 en madera de *Eucalyptus saligna* procedente de la provincia de Loja

Procedencia	Rayado				Vellosidad				VE	FRS	VDA	TL	
	→		←		→		←						
Velacruz	0	E	0	E	0,44	E	0,43	E	B	B	B	B	A
Yaramine	0	E	0	E	0,33	E	0,32	E	B	B	B	B	A
Moras	0	E	0	E	0,34	E	0,27	E	B	B	B	B	A
Santa Teresa	0	E	0	E	0,32	E	0,39	E	B	B	B	B	A

VE: Velocidad de Ensuciamiento; FRS: Facilidad de Remoción de Suciedad; VDA: Velocidad de Desgaste Abrasivo; TL: Temperatura de la Lija

En la tabla 10 se presenta los defectos de rayado y vellosidad, los cuales en su totalidad tiene valor excelente, tanto a favor como en contra del grano. La velocidad de ensuciamiento, facilidad de remoción de suciedad y velocidad de desgaste abrasivo de la lija se califica como media; mientras que la temperatura de la lija fue alta para todas las probetas de las diferentes procedencias.

4.2.2 Calidad de la superficie lijada con la lija N°100

Para determinar la calidad de la superficie lijada se promedió los resultados obtenidos de las 48 probetas en los planos de corte: radial, tangencial y oblicuo, procedentes de cuatro sectores de la provincia de Loja (Anexo 12). A continuación en el Tabla 11 se presenta los promedios obtenidos de las superficies lijadas de la madera de *Eucalyptus saligna*.

Tabla 11. Promedio de grados de calidad de la superficie lijada con la lija N° 100 en madera de *Eucalyptus saligna* procedente de la provincia de Loja

Procedencia	Rayado				Vellosidad				VE	FRS	VDA	TL	
	→	E	←	E	→	E	←	E					
Velacruz	0	E	0	E	0,02	E	0,02	E	B	B	B	B	A
Yaramine	0	E	0	E	0,06	E	0,06	E	B	B	B	B	A
Moras	0	E	0	E	0,05	E	0,04	E	B	B	B	B	A
Santa Teresa	0	E	0	E	0,06	E	0,05	E	B	B	B	B	A

VE: Velocidad de Ensuciamiento; FRS: Facilidad de Remoción de Suciedad; VDA: Velocidad de Desgaste Abrasivo; TL: Temperatura de la Lija

En esta tabla se presenta la calidad de superficie manifestada en defectos de rayado y vellosidad, tanto a favor como en contra del grano, los cuales tienen un valor excelente. La velocidad de ensuciamiento, facilidad de remoción de suciedad y velocidad de desgaste abrasivo de la lija es media; mientras que la temperatura de la lija es alta para todas las probetas de las cuatro procedencias de la provincia de Loja.

4.2.3 Remoción con lija 60 en función de la densidad básica de la especie de *Eucalyptus saligna*

El procedimiento se realizó tomando en cuenta la densidad básica de la madera en estudio obtenida por Juela* (2015); a continuación en el Tabla 12 se puede observar la remoción de madera, expresada en milímetros por kilómetros con lija 60, obtenida a partir del ábaco de la JUNAC, calculado en función de la densidad y el número de lija (Anexo 8).

Tabla 12. Remoción de la suciedad con lija N 60 en función de la densidad específica y procedencia de la madera de *Eucalyptus saligna*

Procedencia	Densidad (gr/cm ³)	Plano de Corte	Remoción de la Lija (mm/km)	
			A favor	En contra
Velacruz	0,57	Radial	0,88	1,02
		Tangencial	0,95	0,98
		Oblicuo	1,02	0,97
Yaramine	0,62	Radial	0,78	0,88
		Tangencial	0,85	0,90
		Oblicuo	0,93	0,88
Moras	0,54	Radial	0,97	1,17
		Tangencial	1,00	1,07
		Oblicuo	1,08	1,03
Santa Teresa	0,56	Radial	0,92	1,05
		Tangencial	0,97	1,00
		Oblicuo	1,03	0,98

Se observa que la madera proveniente del sector Yaramine ofrece mayor resistencia a la remoción; mientras que, la madera procedente del sector Moras es más fácil de remover,

* Inédito, Juela

mediante el uso de lija N° 60. Con la lija N° 100 no se realizó la remoción mediante el uso del ábaco, ya que esta lija sirve más para pulir superficies.

4.3 Ensayo de Taladrado

Para el ensayo de taladrado se promediaron las calificaciones obtenidas de las 48 probetas de acuerdo al plano de corte y procedencia (Anexo14). A continuación en la tabla 15 se indican los promedios obtenidos por la velocidad de giro del elemento cortante y tipo de defecto evaluado.

Tabla 13. Tabla promedio de calificaciones del ensayo de taladrado de la especie *Eucalyptus saligna*, en la provincia de Loja

Procedencia	Plano de Corte	Tipo de Defecto			
		Grano Arrancado			
		500 r.p.m	Calificación	1000 r.p.m	Calificación
Velacruz	Radial	1,12	B	0,75	E
	Tangencial	1,01	B	0,50	E
	Oblicuo	1,36	B	1,00	E
Yaramine	Radial	0,99	E	1,13	B
	Tangencial	1,01	B	0,88	E
	Oblicuo	1,36	B	1,00	E
Moras	Radial	0,67	E	0,75	E
	Tangencial	1,19	B	0,75	E
	Oblicuo	1,24	B	0,88	E
Santa Teresa	Radial	1,00	E	0,50	E
	Tangencial	0,99	E	1,38	B
	Oblicuo	1,00	E	0,88	E

Los ensayos de taladrado de la madera de *Eucalyptus saligna* presentan los siguientes resultados: con una velocidad de giro 1000 r.p.m., predomina una calificación de excelente para todas las procedencias, no siendo así para la velocidad de giro de 500 r.p.m., donde predomina una calificación de bueno para los sectores Velacruz, Yaramine, Moras; mientras que para Santa Teresa presenta una Calificación de excelente en todos los planos de corte.

4.3.1 Tiempos óptimos para el ensayo de taladrado

En la tabla 16 se presentan los tiempos óptimos para el taladrado en relación a la densidad obtenida por Juela* (2015) y procedencia de la madera de *Eucalyptus saligna* (Anexo 10).

* Inédito, Juela

Tabla 14. Tiempo óptimo calculado del taladrado de madera de *Eucalyptus saligna*, proveniente de la provincia de Loja, expresado en segundos

Procedencia	Densidad	Tiempo Óptimo en Segundos	
		500 (r.p.m)	1 000 (r.p.m)
Velacruz	0,57	2,03	0,90
Yaramine	0,62	2,33	1,00
Moras	0,54	1,86	0,83
Santa Teresa	0,56	2,00	0,86

Los tiempos óptimos de penetración de la madera en estudio varía de acuerdo a su lugar de procedencia y a la velocidad de alimentación, siendo así que para el sector Velacruz a una velocidad de 500 r.p.m., el tiempo óptimo es de 2,03 segundos; para el sector Yaramine 2,33 segundos; para Moras 1,86 segundos y para el sector Santa Teresa es de 2,00 segundos; mientras que al trabajar a mayor velocidad de alimentación los tiempos óptimos disminuyen, de tal manera que para el Sector Velacruz el tiempo óptimo es de 0,90 segundos; para Yaramine 1,00 segundos; para Moras 0,83 segundos y Finalmente para el sector Santa Teresa el tiempo óptimo es de 0,86 segundos.

4.4 Ensayo de Moldurado

La calidad de moldurado se analizó en corte simple y doble, para los planos de corte: radial, tangencial y oblicuo (Anexo 13). En la tabla 13 se indica los promedios de defectos de grano arrancado y grano velloso.

Tabla 15. Promedio de grados de calidad del ensayo de moldurado de la especie *Eucalyptus saligna* procedente de la provincia de Loja

Procedencia	Tipo de Corte	Plano de Corte	Tipo de Defecto			
			Grano Arrancado		Grano Velloso	
			Promedio	Calificación	Promedio	Calificación
Velacruz	Simple	Radial	0,60	E	0,86	E
		Tangencial	0,60	E	0,86	E
		Oblicuo	0,80	E	0,90	E
	Doble	Radial	0,40	E	0,86	E
		Tangencial	0,60	E	0,86	E
		Oblicuo	0,64	E	0,90	E
Yaramine	Simple	Radial	1,14	B	0,90	E
		Tangencial	0,60	E	0,90	E
		Oblicuo	1,00	E	0,90	E
	Doble	Radial	1,00	E	0,90	E
		Tangencial	0,60	E	0,90	E
		Oblicuo	1,00	E	0,90	E
Moras	Simple	Radial	0,66	E	0,86	E
		Tangencial	0,60	E	0,86	E
		Oblicuo	0,60	E	0,87	E
	Doble	Radial	0,66	E	0,85	E
		Tangencial	0,60	E	0,89	E
		Oblicuo	0,60	E	0,88	E

Santa Teresa	Simple	Radial	1,00	E	0,90	E
		Tangencial	1,10	B	0,90	E
		Oblicuo	1,36	B	0,90	E
	Doble	Radial	1,00	E	0,90	E
		Tangencial	1,04	B	0,90	E
		Oblicuo	1,10	B	0,90	E

Se evidencia que la madera procedente de los sitios Velacruz y Moras presenta calificaciones de excelente tanto para un tipo de corte simple como corte doble; mientras que para el sector Yaramine solo se evidencia una calificación de bueno en un plano de corte radial y un tipo de corte simple; y, el sector Santa Teresa presenta grados de calidad en su mayoría de bueno tanto para corte simple como corte doble. En lo que respecta al grano veloso presenta de acuerdo a los grados de calidad una calificación de excelente para todos los planos de corte y procedencias.

4.4.1 Velocidades óptimas de alimentación

En la tabla 14, se muestran las velocidades óptimas para el ensayo de moldurado, calculado mediante el ábaco de la JUNAC, (Anexo 9), la cual está relacionada con el ancho de marca, número de cuchillas y velocidad de la máquina expresada en revoluciones por minuto.

Tabla 16. Velocidades de alimentación óptimas calculado, para moldurado de la madera de *Eucalyptus saligna*, proveniente de la provincia de Loja

Procedencia	Tipo de Corte	Plano de Corte	rpm	Ancho de Marca (mm)	Número de Cuchillas	Promedio de Grano Arrancado	Val Óptima Calculado m/min
Velacruz	Simple	Radial	5 000	1,0	3	0,60	19,30
		Tangencial	5 000	1,0	3	0,60	19,30
		Oblicuo	5 000	1,0	3	0,80	17,10
	Doble	Radial	5 000	1,0	3	0,40	22,10
		Tangencial	5 000	1,0	3	0,60	22,00
		Oblicuo	5 000	1,0	3	0,64	21,95
Yaramine	Simple	Radial	5 000	1,0	3	1,14	14,00
		Tangencial	5 000	1,0	3	0,60	19,30
		Oblicuo	5 000	1,0	3	1,00	20,90
	Doble	Radial	5 000	1,0	3	1,00	20,10
		Tangencial	5 000	1,0	3	0,60	21,00
		Oblicuo	5 000	1,0	3	1,00	20,10
Moras	Simple	Radial	5 000	1,0	3	0,66	18,00
		Tangencial	5 000	1,0	3	0,60	18,50
		Oblicuo	5 000	1,0	3	0,60	18,50
	Doble	Radial	5 000	1,0	3	0,66	22,00
		Tangencial	5 000	1,0	3	0,60	22,50
		Oblicuo	5 000	1,0	3	0,60	22,50
Santa Teresa	Simple	Radial	5 000	1,0	3	1,00	20,00
		Tangencial	5 000	1,0	3	1,10	20,00
		Oblicuo	5 000	1,0	3	1,36	17,90
	Doble	Radial	5 000	1,0	3	1,00	20,10
		Tangencial	5 000	1,0	3	1,04	18,10
		Oblicuo	5 000	1,0	3	1,10	18,00

Dónde: Val = Velocidad de alimentación (m/min)

La velocidad de alimentación óptima para la especie *Eucalyptus saligna* proveniente de la provincia de Loja varía entre 17,10 a 22,10 m/min, para el sector Velacruz; mientras que para el sector Yaramine las velocidades óptimas varían entre 14,00 a 21,00 m/min; para el sector Moras de 18,00 a 22,50 m/min y para el sector Santa Teresa las velocidades óptimas varían entre 17,90 a 20,10 m/min.

4.5 Ensayo de Torneado

En el resultado de ensayo de torneado se promediaron los datos obtenidos de las probetas ensayadas de los diferentes sectores de la provincia de Loja (Anexos15).

En el Tabla 17 se muestran el grado promedio de la calidad de superficie torneada con tres ángulos de corte diferentes: ángulo de corte de 0 °, 15 ° y 35 ° y dos velocidades de alimentación: 500 y 1 000 r.p.m.

Tabla 17. Promedio de defectos del ensayo de torneado de la especie *Eucalyptus saligna*, procedente de la provincia de Loja

Procedencia	Ángulo de Corte	Tipo de Defecto							
		Grano Arrancado				Grano Velloso			
		500 r.p.m	Calificación	1 000 r.p.m	Calificación	500 r.p.m	Calificación	1 000 r.p.m	Calificación
Velacruz	0 °	0,40	E	0,40	E	0,80	E	0,85	E
	15 °	0,40	E	0,40	E	0,85	E	0,85	E
	35 °	0,20	E	0,20	E	0,85	E	0,80	E
Yaramine	0 °	0,76	E	0,40	E	0,90	E	0,85	E
	15 °	0,60	E	0,40	E	0,92	E	0,85	E
	35 °	0,52	E	0,20	E	0,80	E	0,80	E
Moras	0 °	0,60	E	0,60	E	0,93	E	0,90	E
	15 °	0,20	E	0,60	E	0,90	E	0,90	E
	35 °	0,76	E	0,20	E	0,90	E	0,80	E
Santa Teresa	0 °	0,68	E	0,76	E	0,85	E	0,90	E
	15 °	0,20	E	0,76	E	0,80	E	0,90	E
	35 °	0,68	E	0,20	E	0,80	E	0,80	E

La madera de *Eucalyptus saligna*, obtuvo excelentes resultados, para todas las procedencias, en donde los defectos más comunes fueron el grano velloso seguido por el grano arrancado, en donde este último se debe a que la madera presenta grano entrecruzado, al momento del corte, en diferentes direcciones, ocasiona un desprendimiento de las fibras lo que provoca este defecto de grano arrancado; estos dos defectos pueden removerse con facilidad con el uso de una lija N° 100.

En lo que respecta a los diferentes ángulos de corte: ángulo de 0° , 15° y 35° se puede observar que el ángulo de corte que mejor calidad presenta es el de 35° con respecto a los otros dos ya que presentan calificaciones similares.

4.6 Difusión de Resultados

Para presentar los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación se realizó las siguientes actividades:

Se elaboró un documento escrito y en digital, la cual está disponible en la Biblioteca del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

Se realizó una exposición de los resultados obtenidos a los estudiantes de octavo, noveno y décimo módulo de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Estatal de Bolívar.

También se elaboró un artículo científico, el mismo que se deriva del tema de investigación.

5. DISCUSIÓN

La madera de *Eucalyptus saligna* Smith, sometido al proceso de labrado mecanizado con diferentes máquinas, presenta relativa facilidad para trabajar, con superficies de buena a excelente en: cepillado, lijado, moldurado, taladrado y torneado, lo cual corrobora Sánchez (s.f), en donde menciona que el eucalipto tiene buena facilidad para trabajar.

La madera sometida al cepillado presentó resultados de excelente calidad en superficies en los planos de corte radial y tangencial cuando se aplica un ángulo de corte de 15 °; mientras que al trabajar con un ángulo de corte de 30 ° reduce la calidad de la superficie alcanzando un grado de calidad bueno, es decir que a medida que aumenta los grados de ángulo de corte disminuye la calidad, lo cual considerando la densidad, concuerda con los resultados obtenidos por Flores *et al* (2006), en donde trabaja con madera de *Quercus affinis* y *Quercus crassifolia*, de densidad alta, y menciona que se obtienen mejores resultados al trabajar con un ángulo de corte más pequeño, pero con una menor velocidad de alimentación. De otra parte Serrano (2000) señala que la velocidad de avance de la madera y el ángulo de corte son las variables que más influyen sobre un área libre de defectos; esto no se puede corroborar con la investigación realizada con madera de eucalipto, debido a que no se consideró como variable en estudio las diferentes velocidades de avance.

La madera de *Eucalyptus saligna* sometida a un proceso de lijado con lija granulometría N° 60 obtuvo excelentes resultados para todos los planos de corte y procedencia; sin embargo presentó una leve vellosidad, el mismo que se lo corrige con lija N° 100. Este comportamiento se puede atribuir por su característica física cuya densidad media fluctúa entre 0,54 y 0,62 gr/cm³, la vellosidad tiene relación con la presencia de una considerable cantidad de parénquima en su estructura según lo demuestra en un trabajo de investigación realizada por Zúñiga (2015).

Con aplicación de la lija N° 100 se obtuvo calificaciones del grado de calidad excelente en todas las probetas, lo cual concuerda con lo expresado por Erazo (2014); así mismo Lluncor (2013) y Sibille (2006), mencionan que a medida que se reduce el tamaño del grano de la lija, el grado de calidad de superficie se aproxima a excelente.

En lo que respecta a la remoción con la lija N° 60, el sector Yaramine presenta una menor remoción de la lija con 0,78 mm/km en el plano de corte radial; 0,85 mm/km en el plano de corte tangencial; 0,93 mm/km en el plano de corte oblicuo. Para el sector Moras presenta mayor remoción, de tal manera que en el plano de corte radial se obtuvo una remoción de 0,97; en el plano tangencial 1,00 y para el plano oblicuo 1,08 mm/km. Estos resultados se deben a que la densidad básica tiene una relación inversa con la cantidad de remoción conforme expresa la JUNAC (1983), Medina (2002), quien menciona que existe una relación entre la remoción y la densidad básica la cual baja cuando ésta es mayor.

Con relación al moldurado se tuvo resultados excelentes, tanto en corte simple como doble de tal manera que la procedencia y plano de corte no tiene significancia alguna al momento de realizar este ensayo; no obstante estudios realizados por Medina (2002), menciona que la densidad media de la madera sumada a esto la desviación del hilo provocan el defecto de grano astillado, presentándose de forma severa cuando se cambia la dirección de corte esto para el *Eucalyptus grandis*, para *Eucalyptus urophylla*, presenta resultados excelentes en el ensayo de moldurado. Esta diferencia entre las especies del género *Eucalyptus* se debe a las diferentes densidades lo cual corrobora Zavala (1976) quien menciona que las maderas más densas tienen mejores resultados al realizar el ensayo de moldurado. Además, cabe mencionar que las velocidades óptimas en este tipo de ensayo para la madera de *Eucalyptus saligna*, varían de 14,00 a 22,50 m/min dependiendo de la procedencia que esta tenga. Sin embargo la JUNAC (1983) recomienda variar las velocidades de alimentación, esto con la finalidad de disminuir los defectos o aumentar la eficiencia de acuerdo a la especie, orientación de corte y sentido del grano.

En lo que respecta al ensayo de taladrado la madera de *Eucalyptus saligna* presenta una calidad de taladrado de bueno a excelente; en donde las dos velocidades aplicadas al ensayo tuvieron diferentes resultados a una velocidad de 500 r.p.m., los resultados fueron de bueno a excelente para un defecto de grano arrancado; mientras que a una velocidad de 1 000 r.p.m., se obtuvieron resultados de excelente en los grados de calidad obtenidos, lo que indica que a mayor velocidad se obtiene mejores resultados independientemente del plano de corte que se practique lo cual también lo corrobora Plaza (2009)

Por otro lado, los tiempos óptimos de penetración obtenidos a partir de la densidad básica de la madera en estudio es mayor a una velocidad de 500 r.p.m., mientras que a una velocidad de 1 000 r.p.m., el tiempo disminuye considerablemente, lo cual es corroborado por Erazo (2014) y Machuca *et al.*, (2012), en donde mencionan que la calidad de superficie de entrada y salida de la madera del taladrado mejora al disminuir la velocidad de penetración de la broca a la madera.

La calidad de superficie torneada presenta resultados excelentes para todas las procedencias, se trabajó con un contenido de humedad del 17 %, el cual no tuvo influencia en la calidad de la superficie trabajada; así también lo señalan Morales (2007), Tamarit (1994) y Cruz (1994), en donde mencionan que el contenido humedad no influye sobre la calidad de la superficie torneada. Sin embargo Aguilar (2007) menciona que a una edad de 13.5 años el contenido de humedad tiene una función inversa en cuanto a la calidad de la superficie maquinada, ya que, a un elevado contenido de humedad la calidad del maquinado desciende, lo cual lo atribuye a que en esa edad el entrecruzamiento de la fibra estaba más pronunciado.

En lo que respecta a los resultados obtenidos con los diferentes ángulos de corte para la madera de *Eucalyptus saligna* proveniente de la provincia de Loja, no influye en la calidad de la superficie torneada, ya que, todas las procedencias presentan excelentes resultados. Sin embargo se muestra la presencia de vellosidad en la superficie torneada la cual puede ser fácilmente removida con el uso de la lija N° 100.

En lo que respecta a la procedencia de la madera de *Eucalyptus saligna*, cabe mencionar que el sitio que presentó mejores resultados es Velacruz, seguido de Santa Teresa y Moras que tienen calificaciones similares y finalmente Yaramine el cual presenta calificaciones totalmente diferentes a los otros sectores, lo cual podría ser ya que todos los sitios presentan una densidad básica similar excepto para el sector Yaramine.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, permitieron establecer las siguientes conclusiones:

- La calidad del cepillado mejora al trabajar con un ángulo de corte se reduce hasta los 15° para planos de corte radial y tangencial.
- A medida que la densidad de la madera aumenta, el grado de calidad de superficie es mejor, en cambio la facilidad para la remoción disminuye.
- El comportamiento de la madera de *Eucalyptus saligna*, cuando se somete el proceso de moldurado en diferentes planos de corte y en cortes simples y dobles, es excelente.
- En el ensayo de taladrado cuando se reduce la velocidad de penetración, la calidad de superficie de los orificios se aproxima a excelente
- La madera de *Eucalyptus Saligna*, se comporta mejor en el proceso de torneado cuando se trabaja con ángulos de corte superiores a 15 °

7. RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación se recomienda:

Continuar con los estudios tecnológicos de la madera de *Eucalyptus saligna* Smith procedente de plantaciones, con la finalidad de establecer una secuencia cronológica de trabajabilidad de la madera de dicha especie y de tal manera proporcionar al sector forestal una base tecnológica que posibilite el manejo productivo rentable de estas plantaciones a través de la generación de productos con un alto valor agregado.

Realizar otros estudios semejantes, considerando las características de los diferentes tipos de suelo que hay en la provincia de Loja; ya que de acuerdo a los resultados obtenidos del presente trabajo de investigación la madera de *Eucalyptus saligna* Smith, puede ser utilizada para trabajos de diferente índole y no solo para contrachapados y madera MDF.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Acción Ecológica. 2000. Alerta verde # 114: Plantaciones de Eucalipto. (en línea) URL: http://www.accionecologica.org/index.php?option=com_content&task=view&id=413&Itemid=43 (Consultado abril 24, 2014).
- Cabrera, J. Tandazo, J. 2014. Estudio de Trabajabilidad de Cuatro Especies Maderables de Bosque Secundario del Sur de la Amazonía Ecuatoriana. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador. 111 p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1991. *Eucalyptus saligna* Smith. Especie de Árbol de Uso Múltiple en América Central. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Área de Producción Forestal y Agroforestal. Turrialba-Costa Rica. 71 p.
- CORDERO P., P. 2001. Ensayo de procedencias de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, y el híbrido *Eucalyptus urograndis* en tres sitios del municipio de Huimanguillo, Tabasco. Tesis de maestría. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. 202 p.
- Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF). 1998. Plantaciones Forestales Comerciales Orinoquia. Santa Fe de Bogotá-Colombia. 47 p.
- Ecuador Forestal. 2007. Planificación Estratégica de Plantaciones Forestales en el Ecuador 2007-2012. Sub-Sector Plantaciones Forestales en el Ecuador. 175 p.
- Erazo, A. 2014. Características de Trabajabilidad de madera de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., provenientes de plantaciones del sur de la Amazonía Ecuatoriana. . Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador. 96 p
- Flores, R; Rangel, J. V; Quintanar, J; Fuentes, M. E; Vázquez. L. 2006. Calidad del Maquinado de Madera de *Quercus affinis* y *Quercus laurina*. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y Ambiente. 6 p.
- Ganzhi O. 2006. Estudio Anatómico de las Especies Arbóreas del Bosque Nublado de la Estación Científica San Francisco. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador. 210 p.

- Gondelles, R. 1954. El género *Eucalyptus* en Australia. Informe- simposium sobre un viaje de estudios. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección forestal. Editorial Bellas Artes. México, D F. 320 p.
- Heinrich, H. 1971. Alrededor de las máquinas – herramienta. España. 2ª Edición. Editorial Reverte S. A.
- INERHI-PREDESUR-CONADE. 1994. Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. 257 p.
- Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC), 1988. Manual del grupo andino para la preservación de maderas. Perú. Ed Proy. Subregional PRID-MADERA.
- Lluncor, D. 2013. Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales. “estudio del comportamiento a la trabajabilidad de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales”. Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER). Financiado por la Organización Internacional de Maderas Tropicales – OITM. Lima – Perú. 65 p. en línea URL: <http://www.aider.com.pe/pe/pdf/Ucayali/ITTO/Informe%20tecnico%20trabajabilidad.pdf> (Consultado abril 30, 2015)
- Martínez J. y Martínez E. 1996. Características de maquinado de 32 especies de madera. Departamento de Productos Forestales y Conservación de Bosques. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 18 pg. (en línea) URL: <http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumeness/2.1/pdf/Martinez%20y%20Martinez%201996.PDF>. (Consultado abril 25, 2014).
- Maza, H. (Comunicación personal, 22 de octubre 2014).
- Medina, J. 2003. Estudio de Maquinado de la Madera de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, de una Plantación Forestal Comercial de 7 Años. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Capingo, Texcoco, Edo. de México.
- Meneses, O. 2011. Identificación de usos probables de *Pinus patula* schlect.et cham. Con base en la determinación de las propiedades físico- mecánicas y de trabajabilidad de la madera en Itaqui- Cotacachi- Imbabura. Tesis de grado previo

a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.

Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y la Competitividad. 2011. Agenda para la transformación Productiva Territorial: Provincia de Loja. Loja-Ecuador.

Ministerio del Ambiente, (2012): / Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental, Quito-Ecuador.

Muñoz, C. y Flores, C. 1989. Determinación de los usos Posibles de *Alnus acuminata* y *Freziera canencens*, en base al estudio de las Propiedades Físico-mecánicas y de trabajabilidad. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Ibarra – Ecuador.

Ninin, S.L. 1984. Texto de Labrado Mecanizado. Mérida, Ve. Universidad de los Andes 264 p.

Parish, J. 2001. Carpintería - Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. España. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Organización Internacional del Trabajo, O.I.T. Tercera Edición.

Peláez D. 2010. Crecimiento radial de especies maderables en relación a su fenología y los factores climáticos del bosque nublado de la estación científica San Francisco. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador. 150 p.

Peñaloza, D. 2005. Características de trabajabilidad de la Madera de Ingaina (*Myrsine oligophylla*). Tesis de grado previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

Plaza, I. 2009. Características de trabajabilidad de la madera de *Tetrorchidium rubrivenium* Poeppig (Col de Monte) procedente de la zona de Oxapampa. Tesis de grado previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

- Programa Socioambiental de Desarrollo Forestal (POSAF). 2004. Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. Nicaragua. 74p.
- Orrego, D. 2010. Trabajabilidad de la madera de (*Calycophyllum spruceanum*) procedente de plantaciones de la Cuenca del río Aguaytia en la región de Ucayall – Perú. Tesis de grado previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Serrano R. y Sáenz, M. 2001. Trabajabilidad de Teca (*Tectona grandis*) de Costa Rica y Panamá”. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Centro de Investigaciones en Integración Bosque Industria. Cartago, Costa Rica. (en línea) URL: <http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/TrabajabilidadSerrano1.pdf>. (Consultado abril 28, 2014)
- Serrano R. y Zúñiga V. 2011. Determinación de condiciones apropiadas de cepillado para el amarillón de plantación en Costa Rica, *Terminalia amazonia* (J.F. GMEL.) Exell. Artículo Científico, Revista Forestal Mesoamericana Kurú (Costa Rica) vol 8 (20). 7pg. (en línea) URL: <http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/servicios/ojs/index.php/kuru/article/download/375/308>. (Consultado abril 24, 2014).
- Serrano, J.R. 2000. Trabajabilidad de la madera Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de ingeniería Forestal – Instituto Nacional de aprendizaje, Núcleo de tecnología de los materiales, Industria de la madera y afinas. 49 p.
- Sibille, J. 2006. “Elaboración de fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas mexicanas de interés para plantaciones forestales y comerciales”. Departamento de Madera, Celulosa y Papel “Ing. Karl Augustin Grellman” Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería Universidad de Guadalajara. Financiado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 131 p. (en línea) URL: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/catalogo-maderas-tomo-2.pdf>
- Zavala D., y Vázquez M. 2001. Determinación de las características de maquinado de la madera de 34 especies tropicales. Revista Chapingo, serie ciencias forestales y del ambiente. México D.F. 183 p. (en línea)

<http://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/50bdb06fe8da7c76bdb670ced7f3f6fd.pdf>. (Consultado abril 26, 2014).

Zúñiga, P. 2015. Caracterización de la variabilidad anatómica de la especie *Eucalyptus saligna* Smith en plantaciones procedentes de cuatro sitios de la provincia de Loja. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. 146 p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Procesamiento de la madera para los ensayos de maquinado de la



Foto 1. Obtención de la madera



Foto 2. Elaboración de probetas



Foto 3. Probetas



Foto 3. Probetas ubicadas en la estufa

Anexo 2. Proceso de la madera en el ensayo de cepillado



Proceso del ensayo de cepillado



Anexo 3. . Proceso de la madera en el ensayo de lijado



Foto 1. Lijadora de banda



Foto 2. Proceso de lijado



Foto 3. Probeta lijada

Anexo 4. Proceso de la madera en el ensayo de moldurado



Foto 1. Cepilladora Machimbradora



Foto 2. Proceso de moldurado

Anexo 5. Proceso de la madera en el ensayo de taladrado



Foto 1. Taladro de pedestal



Foto 2. Probetas para el ensayo de taladrado



Foto 3. Proceso del ensayo de taladrado



Foto 4. Probetas ensayadas

Anexo 6. Proceso de la madera para el ensayo de torneado



Foto 1. Torno manual de banco



Foto 2. Probetas para el ensayo de moldurado

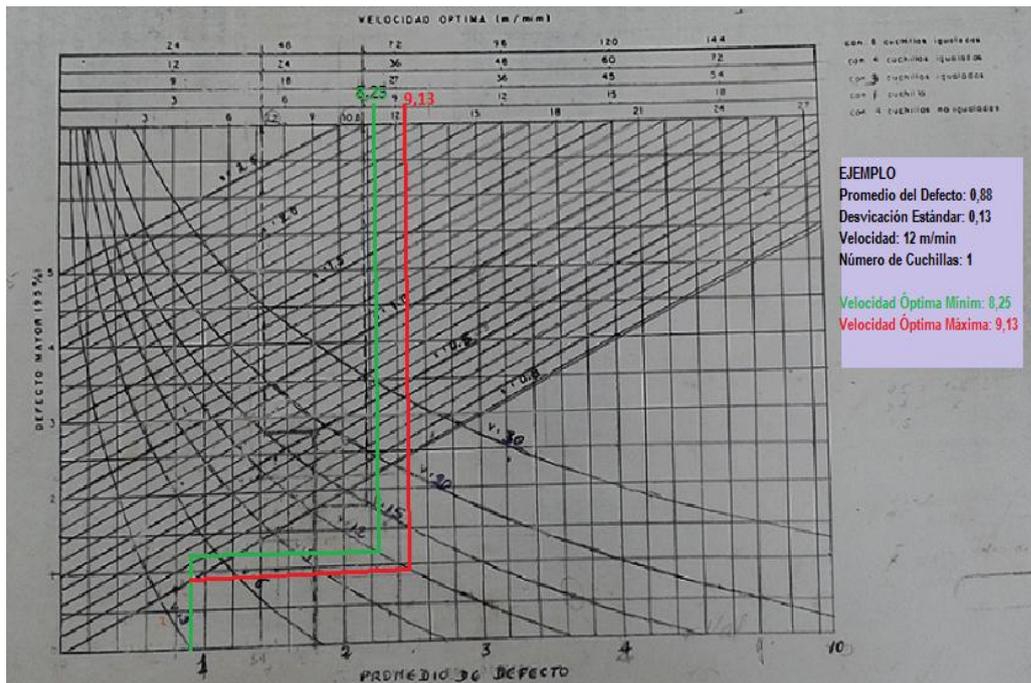


Foto 3 Proceso del ensayo de moldurado

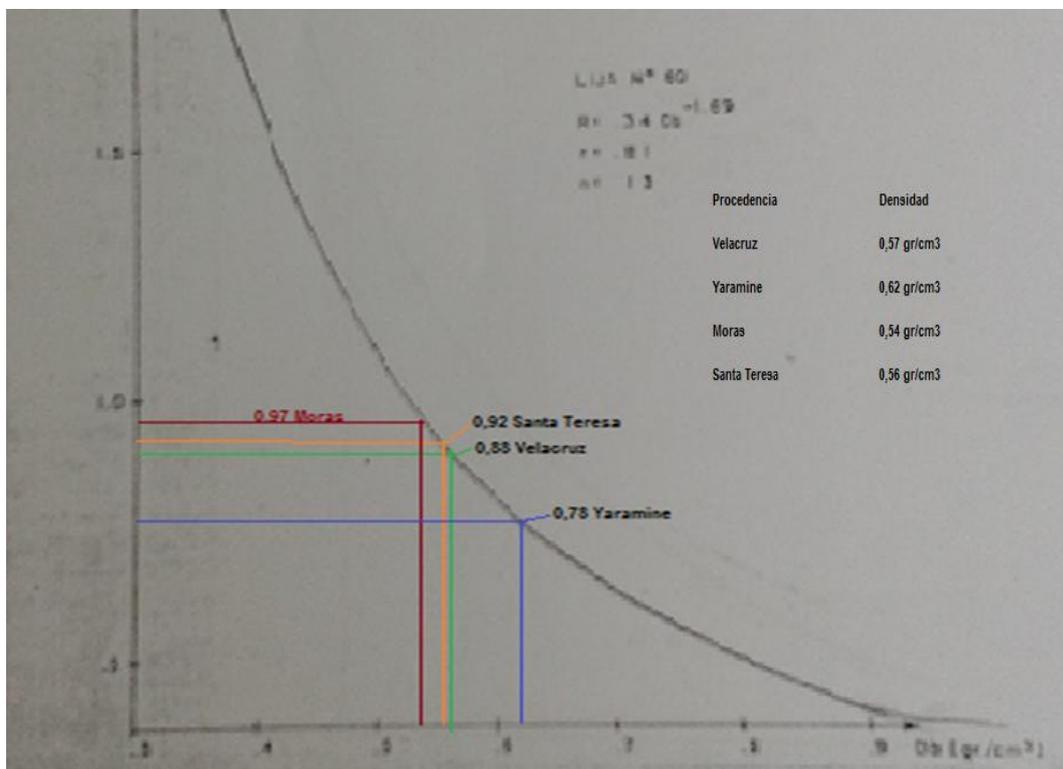


Foto 4. Probetas ensayadas

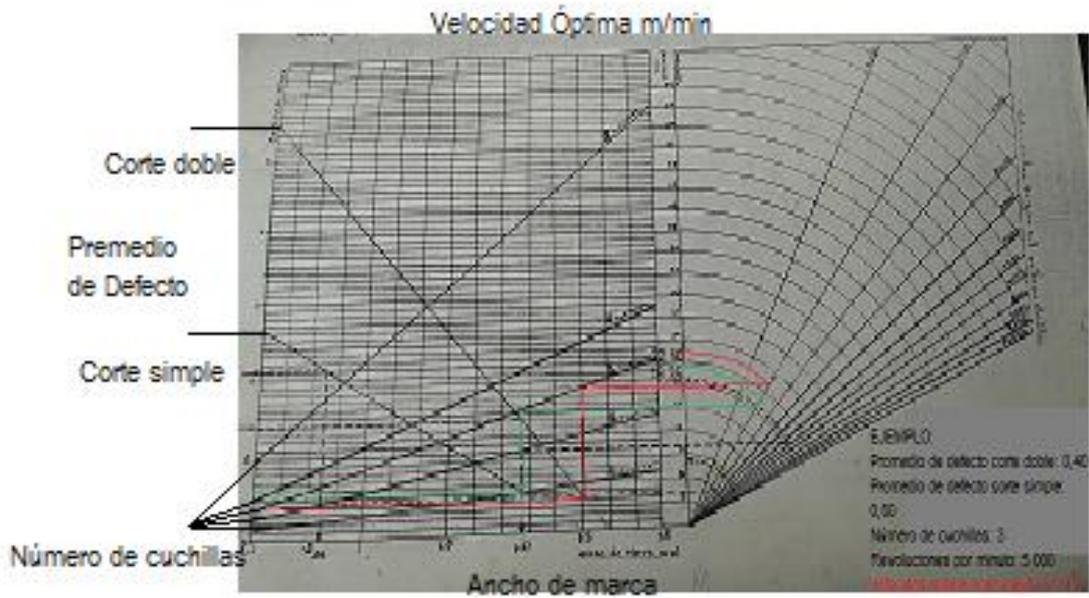
Anexo 7. Ábaco para determinar las velocidades óptimas del cepillado



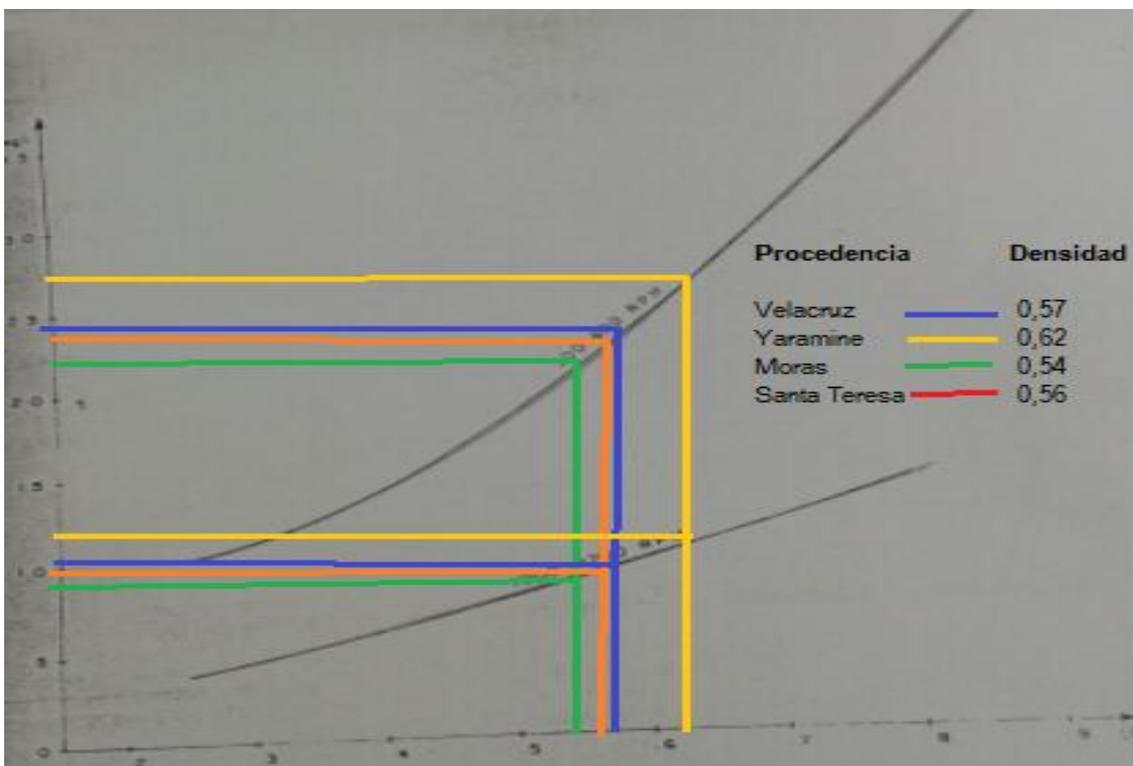
Anexo 8. Ábaco para determinar la remoción de lijado en función de la densidad



Anexo 9. Ábaco para determinar la velocidad óptima del moldurado



Anexo 10. Ábaco para determinar el tiempo óptimo de penetración para el taladrado en función de la densidad



Anexo 11. Grados de calidad para el ensayo de cepillado

ENSAYO DE CEPILLADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 27-01-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Ángulo de Corte** 15 °
Procedencia Velacruz **Vel. de Alimentación** 12 m/min
Ejecutor Victoria Moncada **N° de Cuchillas** 1

CH (%)	Plano de Corte	N° Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			L1	L2	Promedio		L1	L2	Promedio			
17	Rd1	1					0,76	1,00	0,88	0,88	0,88	E
17	Rd1	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	1					0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	E
17	Rd4	1					0,6	1,00	0,8	0,8	0,8	E
17	Rd4	1					0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	E
17	Rd4	1					1,00	0,6	0,8	0,8	0,8	E
17	Tg1	1					0,76	0,60	0,68	0,68	0,68	E
17	Tg1	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	1					0,60	0,76	0,68	0,68	0,68	E
17	Tg2	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg3	1					0,60	0,76	0,68	0,68	0,68	E
17	Tg3	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg3	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg3	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg4	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg4	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg4	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg4	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob1	1					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob1	1					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E

17	Ob1	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob1	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob2	1					0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	E
17	Ob2	1					0,60	0,76	0,68	0,68	0,68	E
17	Ob2	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob2	1					0,60	0,84	0,72	0,72	0,72	E
17	Ob3	1					1,80	1,00	1,40	1,40	1,40	B
17	Ob3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	1					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Ob4	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	1					0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	E
17	Ob4	1					0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	E
17	Ob4	1					0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	E

ENSAYO DE CEPILLADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	21-01-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Ángulo de Corte	15 °
Procedencia	Yaramine	Vel. de Alimentación	12 m/min
Ejecutor	Victoria Moncada	Nº de Cuchillas	1

CH (%)	Plano de Corte	Nº Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			L1	L2	Promedio		L1	L2	Promedio			
17	Rd1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	2					0,84	1,00	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	2					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	2					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	2					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E

17	Tg2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg2	2					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg2	2					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg2	2					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	2					0,92	0,60	0,76	0,76	0,76	E
17	Tg3	2					0,92	0,84	0,88	0,88	0,88	E
17	Tg3	2					0,60	0,84	0,72	0,72	0,72	E
17	Tg4	2					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	2					0,84	0,60	0,72	0,72	0,72	E
17	Ob1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	2					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob1	2					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob2	2					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob2	2					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Ob2	2					1,00	1,80	1,40	1,40	1,40	B
17	Ob3	2					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob3	2					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob3	2					0,60	0,84	0,72	0,72	0,72	E
17	Ob3	2					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob4	2					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E

ENSAYO DE CEPILLADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	27-01-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Ángulo de Corte	15 °
Procedencia	Moras	Vel. de Alimentación	12 m/min
Ejecutor	Victoria Moncada	Nº de Cuchillas	1

CH (%)	Plano de Corte	Nº Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			L1	L2	Promedio		L1	L2	Promedio			
17	Rd1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	3					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	3					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd2	3					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E

17	Rd2	3					0,84	0,76	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd2	3					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Rd4	3					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd4	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Rd4	3					0,76	0,60	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	3					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg2	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg2	3					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg2	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	3					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg4	3					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg4	3					0,60	0,84	0,72	0,72	0,72	E
17	Tg4	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob1	3					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Ob1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	3					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Ob1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob2	3					0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	E
17	Ob2	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob2	2					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Ob2	2					1,00	1,80	1,40	1,40	1,40	B
17	Ob3	2					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob3	2					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob3	2					0,60	0,84	0,72	0,72	0,72	E
17	Ob3	2					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob4	2					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E

ENSAYO DE CEPILLADO

N. Común Eucalipto
N. Científico *Eucalyptus saligna*
Procedencia Santa Teresa
Ejecutor Victoria Moncada

Fecha 27-01-2015
Ángulo de Corte 15 °
Vel. de Alimentación 12 m/min
N° de Cuchillas 1

CH (%)	Plano de Corte	N° Árbol	Defectos									
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO				E Dominante	CALIDAD
			GRADO			E	GRADO			E		
			L1	L2	Promedio		L1	L2	Promedio			
17	Rd1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd1	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd2	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Rd2	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd2	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd3	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd4	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Rd4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	4					0,60	0,84	0,72	0,72	0,72	E
17	Tg1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg2	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	4					0,76	0,60	0,68	0,68	0,68	E
17	Tg3	4					0,84	0,60	0,72	0,72	0,72	E
17	Tg3	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Tg3	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Tg3	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Tg4	4					0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	E
17	Tg4	4					0,84	0,60	0,72	0,72	0,72	E
17	Tg4	4					0,84	0,60	0,72	0,72	0,72	E
17	Tg4	4					0,84	0,60	0,72	0,72	0,72	E
17	Ob1	4					0,84	1,00	0,92	0,92	0,92	E
17	Ob1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	4					0,84	1,00	0,92	0,92	0,92	E

17	Ob2	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob2	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Ob2	4					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Ob2	4					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob3	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E

ENSAYO DE CEPILLADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 09-01-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Ángulo de Corte** 30 °
Procedencia Velacruz **Vel. de Alimentación** 12 m/min
Ejecutor Victoria Moncada **Nº de Cuchillas** 1

CH (%)	Plano de Corte	Nº Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			L1	L2	Promedio		L1	L2	Promedio			
17	Rd1	1					0,60	1,80	1,20	1,20	1,20	B
17	Rd1	1					1,16	1,80	1,48	1,48	1,48	B
17	Rd1	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	1					1,00	0,44	0,72	0,72	0,72	E
17	Rd2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	1					1,40	0,60	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	1					1,00	1,80	1,40	1,40	1,40	B
17	Rd3	1					1,00	1,80	1,40	1,40	1,40	B
17	Rd3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	1					1,24	0,76	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	1					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Rd4	1					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd4	1					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg1	1					1,00	1,80	1,40	1,40	1,40	B
17	Tg1	1					0,20	1,80	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	1					0,84	0,20	0,52	0,52	0,52	E
17	Tg1	1					1,00	0,20	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	1					0,60	2,20	1,40	1,40	1,40	B
17	Tg2	1					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E

17	Tg2	1					0,20	0,60	0,40	0,40	0,40	E
17	Tg2	1					0,20	1,00	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg3	1					0,60	2,20	1,40	1,40	1,40	B
17	Tg3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	1					0,20	0,60	0,40	0,40	0,40	E
17	Tg3	1					0,20	1,00	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg4	1					0,60	1,80	1,20	1,20	1,20	B
17	Tg4	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	1					0,60	0,20	0,40	0,40	0,40	E
17	Tg4	1					0,84	0,20	0,52	1,40	1,40	B
17	Ob1	1					1,00	0,44	0,72	0,72	0,72	E
17	Ob1	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	1					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob2	1					1,00	0,92	0,96	0,96	0,96	E
17	Ob2	1					1,00	1,80	1,40	1,40	1,40	B
17	Ob2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob2	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	1					2,60	1,00	1,80	1,80	1,80	B
17	Ob3	1					1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	B
17	Ob3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	1					1,00	1,40	1,20	1,20	1,20	B
17	Ob4	1					1,00	1,80	1,40	1,40	1,40	B
17	Ob4	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	1					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E

ENSAYO DE CEPILLADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 09-01-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Ángulo de Corte** 30 °
Procedencia Yaramine **Vel. de Alimentación** 12 m/min
Ejecutor Victoria Moncada **Nº de Cuchillas** 1

CH (%)	Plano de Corte	Nº Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD			
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO								
			GRADO			E	GRADO			E					
			L1	L2	Promedio		L1	L2	Promedio						
17	Rd1	2								1,24	2,00	1,62	1,62	1,62	B
17	Rd1	2								1,40	1,50	1,45	1,45	1,45	B
17	Rd1	2								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	2								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	2								1,16	1,00	1,08	1,08	1,08	B
17	Rd2	2								1,80	2,00	1,90	1,90	1,90	B
17	Rd2	2								1,40	1,50	1,45	1,45	1,45	B
17	Rd2	2								1,40	2,00	1,70	1,70	1,70	B

17	Rd3	2					1,80	1,00	1,40	1,40	1,40	B
17	Rd3	2					1,40	1,50	1,45	1,45	1,45	B
17	Rd3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	2					1,64	1,90	1,77	1,77	1,77	B
17	Rd4	2					1,80	1,00	1,40	1,40	1,40	B
17	Rd4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	2					1,00	1,20	1,10	1,10	1,10	B
17	Tg1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	2					0,60	0,50	0,55	0,55	0,55	E
17	Tg2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg2	2					1,00	2,00	1,50	1,50	1,50	B
17	Tg2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	2					2,60	1,20	1,90	1,90	1,90	B
17	Tg3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	2					1,00	0,50	0,75	0,75	0,75	E
17	Tg4	2					1,00	0,50	0,75	0,75	0,75	E
17	Tg4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	2					0,76	2,00	1,38	1,38	1,38	B
17	Ob1	2					0,60	1,50	1,05	1,05	1,05	B
17	Ob1	2					0,60	0,50	0,55	0,55	0,55	E
17	Ob1	2					0,60	0,50	0,55	0,55	0,55	E
17	Ob2	2					1,16	2,00	1,58	1,58	1,58	B
17	Ob2	2					1,80	2,00	1,90	1,90	1,90	B
17	Ob2	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob2	2					0,76	0,90	0,83	0,83	0,83	E
17	Ob3	2					1,00	2,00	1,50	1,50	1,50	B
17	Ob3	2					1,40	1,50	1,45	1,45	1,45	B
17	Ob3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	2					2,60	2,00	2,30	2,30	2,30	R
17	Ob4	2					1,80	2,00	1,90	1,90	1,90	B
17	Ob4	2					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	2					1,00	1,00	1,38	1,38	1,38	B

ENSAYO DE CEPILLADO

N. Común Eucalipto
N. Científico *Eucalyptus saligna*
Procedencia Moras
Ejecutor Victoria Moncada

Fecha 12-01-2015
Ángulo de Corte 30 °
Vel. de Alimentación 12 m/min
Nº de Cuchillas 1

CH (%)	Plano de Corte	Nº Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			L1	L2	Promedio		L1	L2	Promedio			
17	Rd1	3					1,00	1,40	1,20	1,20	1,20	B
17	Rd1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	3					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd2	3					1,00	0,84	0,92	0,92	0,92	E
17	Rd2	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	3					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd3	3					1,16	2,60	1,88	1,88	1,88	B
17	Rd3	3					1,64	1,00	1,32	1,32	1,32	B
17	Rd3	3					0,84	1,16	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	3					1,00	1,00	1,00	1,0	1,00	E
17	Rd4	3					0,76	1,00	0,88	0,88	0,88	E
17	Rd4	3					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd4	3					0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	E
17	Rd4	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	3					0,92	0,44	0,68	0,68	0,68	E
17	Tg1	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg1	3					0,84	0,20	0,52	0,52	0,52	E
17	Tg1	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Tg2	3					1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	B
17	Tg2	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg2	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg2	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	3					1,64	1,80	1,72	1,72	1,72	B
17	Tg3	3					1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	B
17	Tg3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	3					1,16	1,80	1,48	1,48	1,48	B
17	Tg4	3					0,84	1,80	1,32	1,32	1,32	B
17	Tg4	3					1,00	1,64	1,32	1,32	1,32	B
17	Tg4	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	3					1,00	2,60	1,80	1,80	1,80	B
17	Ob1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	3					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E

17	Ob2	3					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob2	3					0,60	1,40	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob2	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob2	3					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob3	3					0,60	1,40	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	3					1,00	1,64	1,32	1,32	1,32	B
17	Ob3	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	3					0,60	1,80	1,20	1,20	1,20	B
17	Ob4	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	3					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E

ENSAYO DE CEPILLADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 15-01-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Ángulo de Corte** 30 °
Procedencia Santa Teresa **Vel. de Alimentación** 12 m/min
Ejecutor Victoria Moncada **Nº de Cuchillas** 1

CH (%)	Plano de Corte	Nº Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			L1	L2	Promedio		L1	L2	Promedio			
17	Rd1	4					1,00	1,40	1,20	1,20	1,20	B
17	Rd1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd1	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Rd2	4					2,60	1,00	1,80	1,80	1,80	B
17	Rd2	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd2	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	4					0,60	1,40	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd3	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Rd4	4					1,00	2,60	1,80	1,80	1,80	B
17	Rd4	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Rd4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Rd4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	4					0,60	1,40	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	4					0,92	1,00	0,96	0,96	0,96	E
17	Tg1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg1	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg2	4					0,60	2,60	1,60	1,60	1,60	B
17	Tg2	4					0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	E

17	Tg2	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg2	4					1,00	0,60	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg3	4					0,76	0,92	0,84	0,84	0,84	E
17	Tg3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Tg4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Tg4	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob1	4					1,40	2,60	2,00	2,00	2,00	B
17	Ob1	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob1	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob1	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob2	4					1,40	1,80	1,60	1,60	1,60	B
17	Ob2	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob2	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob2	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob3	4					1,80	1,00	1,40	1,40	1,40	B
17	Ob3	4					0,60	1,00	0,80	0,80	0,80	E
17	Ob3	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob3	4					0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	E
17	Ob4	4					0,76	1,16	0,96	0,96	0,96	E
17	Ob4	4					1,00	1,80	1,4	1,40	1,40	B
17	Ob4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E
17	Ob4	4					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	E

Anexo 12. Grados de calidad de la superficie lijada

ENSAYO DE LIJADO

N. Común Eucalipto

Fecha 31-01-2015

N. Científico *Eucalyptus saligna*

Nº de Lija 60

Procedencia Velacruz

Ejecutor Victoria Moncada

Código	Rayado		Vellosidad		Velocidad de ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste Abrasivo	Temperatura de la lija
	GRADO L1	GRADO L2	GRADO L1	GRADO L2				
Rd1	0	0	0,30	0,50	B	B	C	A
Rd2	0	0	0,30	0,40	B	B	C	A
Rd3	0	0	0,50	0,50	B	B	C	A
Rd4	0	0	0,30	0,20	B	B	C	A
Tg1	0	0	0,50	0,20	B	B	C	A
Tg2	0	0	0,50	0,50	B	B	C	A
Tg3	0	0	0,50	0,30	B	B	C	A
Tg4	0	0	0,30	0,50	B	B	C	A
Ob1	0	0	0,50	0,50	B	B	C	A
Ob2	0	0	0,50	0,50	B	B	C	A
Ob3	0	0	0,60	0,50	B	B	C	A
Ob4	0	0	0,50	0,50	B	B	C	A

ENSAYO DE LIJADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	31-01-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nº de Lija	60
Procedencia	Yaramine	Ejecutor	Victoria Moncada

Código	Rayado		Vellosidad		Velocidad de ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste Abrasivo	Temperatura de la lija
	GRADO		GRADO					
	L1	L2	L1	L2				
Rd1	0	0	0,50	0,60	B	B	B	A
Rd2	0	0	0,60	0,50	B	B	B	A
Rd3	0	0	0,50	0,40	B	B	B	A
Rd4	0	0	0,30	0,60	B	B	B	A
Tg1	0	0	0,20	0,50	B	B	B	A
Tg2	0	0	0,20	0,10	B	B	B	A
Tg3	0	0	0,10	0,10	B	B	B	A
Tg4	0	0	0,30	0,10	B	B	B	A
Ob1	0	0	0,10	0,20	B	B	B	A
Ob2	0	0	0,30	0,20	B	B	B	A
Ob3	0	0	0,30	0,20	B	B	B	A
Ob4	0	0	0,50	0,30	B	B	B	A

ENSAYO DE LIJADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	31-01-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nº de Lija	60
Procedencia	Moras	Ejecutor	Victoria Moncada

Código	Rayado		Vellosidad		Velocidad de ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste Abrasivo	Temperatura de la lija
	GRADO		GRADO					
	L1	L2	L1	L2				
Rd1	0	0	0,15	0,20	B	B	B	A
Rd2	0	0	0,10	0,10	B	B	B	A
Rd3	0	0	0,10	0,10	B	B	B	A
Rd4	0	0	0,20	0,10	B	B	B	A
Tg1	0	0	0,10	0,10	B	B	B	A
Tg2	0	0	0,20	0,130	B	B	B	A
Tg3	0	0	0,15	0,10	B	B	B	A
Tg4	0	0	0,05	0,050	B	B	B	A
Ob1	0	0	0,50	0,50	B	B	B	A
Ob2	0	0	0,80	0,30	B	B	B	A
Ob3	0	0	0,20	0,10	B	B	B	A
Ob4	0	0	1,50	1,50	B	B	B	A

ENSAYO DE LIJADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	31-01-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nº de Lija	60
Procedencia	Santa Teresa	Ejecutor	Victoria Moncada

Código	Rayado		Vellosidad		Velocidad de ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste Abrasivo	Temperatura de la lija
	GRADO		GDO					
	L1	L2	L1	L2				
Rd1	0	0	0,50	0,50	B	B	B	A
Rd2	0	0	0,12	0,12	B	B	B	A
Rd3	0	0	0,80	0,30	B	B	B	A
Rd4	0	0	0,50	0,50	B	B	B	A
Tg1	0	0	0,30	0,20	B	B	B	A
Tg2	0	0	0,17	0,10	B	B	B	A
Tg3	0	0	0,15	0,15	B	B	B	A
Tg4	0	0	0,12	0,90	B	B	B	A
Ob1	0	0	0,20	0,50	B	B	B	A
Ob2	0	0	0,50	0,50	B	B	B	A
Ob3	0	0	0,20	0,50	B	B	B	A
Ob4	0	0	0,33	0,35	B	B	B	A

ENSAYO DE LIJADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	03-02-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Nº de Lija	100
Procedencia	Velacruz	Ejecutor	Victoria Moncada

Código	Rayado		Vellosidad		Velocidad de ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste Abrasivo	Temperatura de la lija
	GRADO		GRADO					
	L1	L2	L1	L2				
Rd1	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Rd2	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Rd3	0	0	0,00	0,01	B	B	B	A
Rd4	0	0	0,02	0,01	B	B	B	A
Tg1	0	0	0,01	0,00	B	B	B	A
Tg2	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Tg3	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Tg4	0	0	0,03	0,01	B	B	B	A
Ob1	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Ob2	0	0	0,01	0,02	B	B	B	A
Ob3	0	0	0,08	0,03	B	B	B	A
Ob4	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A

ENSAYO DE LIJADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	04-02-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	N° de Lija	100
Procedencia	Yaramine	Ejecutor	Victoria Moncada

Código	Rayado		Vellosidad		Velocidad de ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste Abrasivo	Temperatura de la lija
	GRADO		GRADO					
	L1	L2	L1	L2				
Rd1	0	0	0,02	0,01	B	B	B	A
Rd2	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Rd3	0	0	0,01	0,02	B	B	B	A
Rd4	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Tg1	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Tg2	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Tg3	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Tg4	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Ob1	0	0	0,01	0,05	B	B	B	A
Ob2	0	0	0,25	0,25	B	B	B	A
Ob3	0	0	0,18	0,15	B	B	B	A
Ob4	0	0	0,17	0,15	B	B	B	A

ENSAYO DE LIJADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	05-02-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	N° de Lija	100
Procedencia	Moras	Ejecutor	Victoria Moncada

Código	Rayado		Vellosidad		Velocidad de ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste Abrasivo	Temperatura de la lija
	GRADO		GRADO					
	L1	L2	L1	L2				
Rd1	0	0	0,05	0,07	B	B	B	A
Rd2	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Rd3	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Rd4	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Tg1	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Tg2	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Tg3	0	0	0,03	0,03	B	B	B	A
Tg4	0	0	0,04	0,02	B	B	B	A
Ob1	0	0	0,06	0,06	B	B	B	A
Ob2	0	0	0,08	0,05	B	B	B	A
Ob3	0	0	0,02	0,02	B	B	B	A
Ob4	0	0	0,07	0,03	B	B	B	A

ENSAYO DE LIJADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 31-01-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **N° de Lija** 100
Procedencia Santa Teresa **Ejecutor** Victoria Moncada

Código	Rayado		Velosidad		Velocidad de ensuciamiento	Facilidad Remoción Suciedad	Velocidad Desgaste Abrasivo	Temperatura de la lija
	GRADO		GRADO					
	L1	L2	L1	L2				
Rd1	0	0	0,03	0,04	B	B	B	A
Rd2	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Rd3	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Rd4	0	0	0,15	0,15	B	B	B	A
Tg1	0	0	0,03	0,03	B	B	B	A
Tg2	0	0	0,05	0,05	B	B	B	A
Tg3	0	0	0,08	0,03	B	B	B	A
Tg4	0	0	0,09	0,02	B	B	B	A
Ob1	0	0	0,02	0,02	B	B	B	A
Ob2	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Ob3	0	0	0,01	0,01	B	B	B	A
Ob4	0	0	0,15	0,15	B	B	B	A

Anexo 13. Grados de calidad del ensayo de moldurado

ENSAYO DE MOLDURADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 05-02-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Velocidad de Giro (rpm)** 5 000
Procedencia Velacruz **Ejecutor** Victoria Moncada

CH (%)	Plano de Corte	N° Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			Corte simple	Corte Doble	Promedio		Corte simple	Corte Doble	Promedio			
17	Rd4	1	0,86	0,86	0,86	0,86	0,20	0,20	0,20	0,20	0,86	Excelente
17	Rd3	1	0,86	0,86	0,86	0,86	1,00	0,60	0,80	0,80	0,86	Excelente
17	Rd2	1	0,86	0,86	0,86	0,86	1,00	0,60	0,80	0,80	0,86	Excelente
17	Rd1	1	0,86	0,86	0,86	0,86	0,20	0,20	0,20	0,20	0,86	Excelente
17	Tg4	1	0,86	0,86	0,86	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	Excelente
17	Tg3	1	0,86	0,86	0,86	0,86	1,00	0,20	0,60	0,60	0,86	Excelente
17	Tg2	1	0,86	0,86	0,86	0,86	0,20	1,00	0,60	0,60	0,86	Excelente
17	Tg1	1	0,86	0,86	0,86	0,86	0,20	0,20	0,20	0,20	0,86	Excelente
17	Ob4	1	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	Ob3	1	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,76	0,68	0,68	0,90	Excelente
17	Ob2	1	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	0,60	0,80	0,80	0,90	Excelente
17	Ob1	1	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	0,60	0,80	0,80	0,90	Excelente

ENSAYO DE MOLDURADO

N. Común Eucalipto
N. Científico *Eucalyptus saligna*
Procedencia Yaramine

Fecha 06-02-2015
Velocidad de Giro (rpm) 5 000
Ejecutor Victoria Moncada

CH (%)	Plano de Corte	N° Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			Corte simple	Corte Doble	Promedio		Corte simple	Corte Doble	Promedio			
17	Rd4	2	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	Bueno
17	Rd3	2	0,90	0,90	0,90	0,90	1,16	1,00	1,08	1,08	1,50	Bueno
17	Rd2	2	0,90	0,90	0,90	0,90	1,40	1,00	1,20	1,20	2,00	Bueno
17	Rd1	2	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Bueno
17	Tg4	2	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	Tg3	2	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	1,50	Bueno
17	Tg2	2	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	Tg1	2	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	Ob4	2	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob3	2	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob2	2	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob1	2	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente

ENSAYO DE MOLDURADO

N. Común Eucalipto
N. Científico *Eucalyptus saligna*
Procedencia Moras

Fecha 06-02-2015
Velocidad de Giro (rpm) 5 000
Ejecutor Victoria Moncada

CH (%)	Plano de Corte	N° Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			Corte simple	Corte Doble	Promedio		Corte simple	Corte Doble	Promedio			
17	Rd4	3	0,86	0,80	0,83	0,83	0,60	0,60	0,60	0,60	0,83	Excelente
17	Rd3	3	0,86	0,86	0,86	0,86	0,60	0,60	0,60	0,60	0,86	Excelente
17	Rd2	3	0,86	0,86	0,86	0,86	0,60	0,60	0,60	0,60	0,86	Excelente
17	Rd1	3	0,86	0,86	0,86	0,86	0,84	0,84	0,84	0,84	0,86	Excelente
17	Tg4	3	0,84	0,90	0,87	0,87	0,60	0,60	0,60	0,60	0,87	Excelente
17	Tg3	3	0,86	0,90	0,88	0,88	0,60	0,60	0,60	0,60	0,88	Excelente
17	Tg2	3	0,86	0,90	0,88	0,88	0,60	0,60	0,60	0,60	0,88	Excelente
17	Tg1	3	0,86	0,84	0,85	0,85	0,60	0,60	0,60	0,60	0,85	Excelente
17	Ob4	3	0,80	0,80	0,80	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	Excelente
17	Ob3	3	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	Ob2	3	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	Ob1	3	0,90	0,90	0,90	0,90	0,60	0,60	0,60	0,60	0,90	Excelente

ENSAYO DE MOLDURADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 06-02-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Velocidad de Giro (rpm)** 5 000
Procedencia Santa Teresa **Ejecutor** Victoria Moncada

CH (%)	Plano de Corte	N° Árbol	Defectos								E Dominante	CALIDAD
			GRANO VELLOSO				GRANO ARRANCADO					
			GRADO			E	GRADO			E		
			Corte simple	Corte Doble	Promedio		Corte simple	Corte Doble	Promedio			
17	Rd4	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd3	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd2	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd1	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg4	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg3	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg2	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,16	1,00	1,08	1,08	1,08	Bueno
17	Tg1	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,24	1,16	1,20	1,20	1,20	Bueno
17	Ob4	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,40	1,16	1,28	1,28	1,28	Bueno
17	Ob3	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,40	1,24	1,32	1,32	1,32	Bueno
17	Ob2	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,40	1,00	1,20	1,20	1,20	Bueno
17	Ob1	4	0,90	0,90	0,90	0,90	1,24	1,00	1,12	1,12	1,20	Bueno

Anexo 14. Grados de calidad del ensayo de taladrado

ENSAYO DE TALADRADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 09-02-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Diámetro de Broca** 12,5 mm (metal)
Procedencia Velacruz **Carga** 30 kg
Ejecutor Victoria Moncada **Velocidad de Giro** 500

CH (%)	PLANO DE CORTE	N° DE ÁRBOL	TIEMPO DE PENETRACIÓN (seg)	DEFECTOS				Calidad
				GRANO ARRANCADO				
				Grado de Calidad			E	
				Entrada	Salida	Promedio		
17	Rd4	1	7,2	0,84	0,84	0,84	0,84	Excelente
17	Rd3	1	7,6	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd2	1	7,5	1,00	0,76	0,88	0,88	Excelente
17	Rd1	1	7,8	0,76	0,76	0,76	0,76	Excelente
17	Tg4	1	7,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg3	1	7,9	1,00	1,16	1,08	1,08	Excelente
17	Tg2	1	7,7	0,76	0,76	0,76	0,76	Excelente
17	Tg1	1	7,3	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob4	1	7,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob3	1	7,5	0,76	1,16	0,96	0,96	Excelente
17	Ob2	1	7,7	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob1	1	7,6	0,76	0,76	0,76	0,76	Excelente

ENSAYO DE TALADRADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	09-02-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Diámetro de Broca	12,5 mm (metal)
Procedencia	Yaramine	Carga	30 kg
Ejecutor	Victoria Moncada	Velocidad de Giro	500

CH (%)	PLANO DE CORTE	N° DE ÁRBOL	TIEMPO DE PENETRACIÓN (seg)	DEFECTOS				Calidad
				GRANO ARRANCADO				
				Grado de Calidad			E	
				Entrada	Salida	Promedio		
17	Rd4	2	7,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd3	2	7,4	1,40	1,16	1,28	1,28	Bueno
17	Rd2	2	7,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd1	2	7,6	1,16	1,00	1,08	1,08	Bueno
17	Tg4	2	7,6	0,60	1,00	0,80	0,80	Excelente
17	Tg3	2	6,5	0,76	0,20	0,48	0,48	Excelente
17	Tg2	2	6,9	1,16	1,16	1,16	1,16	Bueno
17	Tg1	2	7,1	1,16	1,24	1,20	1,20	Bueno
17	Ob4	2	6,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob3	2	6,4	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob2	2	6,7	1,16	1,16	1,16	1,16	Bueno
17	Ob1	2	6,8	1,16	1,16	1,16	1,16	Bueno

ENSAYO DE TALADRADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	09-02-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Diámetro de Broca	12,5 mm (metal)
Procedencia	Moras	Carga	30 kg
Ejecutor	Victoria Moncada	Velocidad de Giro	500

CH (%)	PLANO DE CORTE	N° DE ÁRBOL	TIEMPO DE PENETRACIÓN (seg)	DEFECTOS				Calidad
				GRANO ARRANCADO				
				Grado de Calidad			E	
				Entrada	Salida	Promedio		
17	Rd4	3	7,7	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd3	3	8,1	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd2	3	8	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Rd1	3	7,8	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg4	3	7,5	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg3	3	7,6	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg2	3	7,6	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg1	3	7,9	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob4	3	8	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob3	3	8,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob2	3	8,1	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob1	3	8,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente

ENSAYO DE TALADRADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 09-02-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Diámetro de Broca** 12,5 mm (metal)
Procedencia Santa Teresa **Carga** 30 kg
Ejecutor Victoria Moncada **Velocidad de Giro** 500

CH (%)	PLANO DE CORTE	N° DE ÁRBOL	TIEMPO DE PENETRACIÓN (seg)	DEFECTOS				Calidad
				GRANO ARRANCADO				
				Grado de Calidad			E	
				Entrada	Salida	Promedio		
17	Rd4	4	6,7	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd3	4	6,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd2	4	7,1	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd1	4	7,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg4	4	7,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg3	4	6,8	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg2	4	6,9	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg1	4	6,7	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob4	4	7,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob3	4	7,1	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob2	4	7,4	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob1	4	6,4	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente

ENSAYO DE TALADRADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 09-02-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Diámetro de Broca** 12,5 mm (madera)
Procedencia Velacruz **Carga** 30 kg
Ejecutor Victoria Moncada **Velocidad de Giro** 1 000

CH (%)	PLANO DE CORTE	N° DE ÁRBOL	TIEMPO DE PENETRACIÓN (seg)	DEFECTOS				Calidad
				GRANO ARRANCADO				
				Grado de Calidad			E	
				Entrada	Salida	Promedio		
17	Rd4	1	7,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd3	1	7,6	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd2	1	7,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd1	1	7,8	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg4	1	7,5	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg3	1	7,9	1,00	0,60	0,80	0,80	Excelente
17	Tg2	1	7,7	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg1	1	7,3	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob4	1	7,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob3	1	7,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob2	1	7,7	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob1	1	7,6	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente

ENSAYO DE TALADRADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	09-02-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Diámetro de Broca	12,5 mm (madera)
Procedencia	Yaramine	Carga	30 kg
Ejecutor	Victoria Moncada	Velocidad de Giro	1 000

CH (%)	PLANO DE CORTE	N° DE ÁRBOL	TIEMPO DE PENETRACIÓN (seg)	DEFECTOS				Calidad
				GRANO ARRANCADO				
				Grado de Calidad			E	
				Entrada	Salida	Promedio		
17	Rd4	2	7,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd3	2	7,4	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd2	2	7,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd1	2	7,6	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg4	2	7,6	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg3	2	6,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg2	2	6,9	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg1	2	7,1	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Ob4	2	6,5	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob3	2	6,4	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob2	2	6,7	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob1	2	6,8	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente

ENSAYO DE TALADRADO

N. Común	Eucalipto	Fecha	09-02-2015
N. Científico	<i>Eucalyptus saligna</i>	Diámetro de Broca	12,5 mm (madera)
Procedencia	Moras	Carga	30 kg
Ejecutor	Victoria Moncada	Velocidad de Giro	1 000

CH (%)	PLANO DE CORTE	N° DE ÁRBOL	TIEMPO DE PENETRACIÓN (seg)	DEFECTOS				Calidad
				GRANO ARRANCADO				
				Grado de Calidad			E	
				Entrada	Salida	Promedio		
17	Rd4	2	7,7	1,00	0,60	0,80	0,80	Excelente
17	Rd3	2	8,1	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Rd2	2	8	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Rd1	2	7,8	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg4	2	7,5	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg3	2	7,6	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg2	2	7,6	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg1	2	7,9	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob4	2	8	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Ob3	2	8,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob2	2	8,1	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob1	2	8,2	0,60	1,00	1,00	1,00	Excelente

ENSAYO DE TALADRADO

N. Común Eucalipto **Fecha** 09-02-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Diámetro de Broca** 12,5 mm (madera)
Procedencia Santa Teresa **Carga** 30 kg
Ejecutor Victoria Moncada **Velocidad de Giro** 1 000

CH (%)	PLANO DE CORTE	N° DE ÁRBOL	TIEMPO DE PENETRACIÓN (seg)	DEFECTOS				Calidad
				GRANO ARRANCADO				
				Grado de Calidad			E	
				Entrada	Salida	Promedio		
17	Rd4	2	6,7	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Rd3	2	6,5	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Rd2	2	7,1	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Rd1	2	7,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg4	2	7,5	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg3	2	6,8	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Tg2	2	6,9	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Tg1	2	6,7	0,60	0,60	0,60	0,60	Excelente
17	Ob4	2	7,2	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob3	2	7,1	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob2	2	7,4	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	Ob1	2	6,4	1,00	1,00	1,00	1,00	Excelente

Anexo 15. Grados de Calidad del ensayo de torneado

ENSAYO DE TORNEADO

N. Común Eucalipto **Fecha:** 11-02-2015
N. Científico *Eucalyptus saligna* **Ángulo de Cuchilla:** 0 °
Procedencia Velacruz, Yaramine, Moras, Santa Teresa **Velocidad de Giro** 500

CH (%)	N° DE ÁRBOL	DEFECTOS				E Dominante	CALIDAD
		GRANO VELLOSO		GRANO ARRANCADO			
		GRADO	E	GRADO	E		
17	VOb1	0,80	0,80	0,60	0,60	0,80	Excelente
17	VRd3	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	YTg1	0,90	0,90	0,76	0,76	0,90	Excelente
17	YOb3	0,90	0,90	0,76	0,76	0,90	Excelente
17	MRd2	0,94	0,94	0,60	0,60	0,94	Excelente
17	MOb1	0,92	0,92	0,60	0,60	0,92	Excelente
17	STOb2	0,90	0,90	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	STRd3	0,80	0,80	0,76	0,76	0,80	Excelente

ENSAYO DE TORNEADO

N. Común Eucalipto

Fecha: 11-02-2015

N. Científico *Eucalyptus saligna*

Ángulo de Cuchilla: 15 °

Procedencia Velacruz, Yaramine, Moras, Santa Teresa

Velocidad de Giro 500

CH (%)	N° DE ÁRBOL	DEFECTOS				E Dominante	CALIDAD
		GRANO VELLOSO		GRANO ARRANCADO			
		GRADO	E	GRADO	E		
17	VOb1	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	VRd3	0,90	0,90	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	YTg1	0,90	0,90	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	YOb3	0,94	0,94	0,60	0,60	0,94	Excelente
17	MRd2	0,90	0,90	0,20	0,20	0,90	Excelente
17	MOb1	0,90	0,90	0,20	0,20	0,90	Excelente
17	STOb2	0,80	0,80	0,20	0,2	0,80	Excelente
17	STRd3	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente

ENSAYO DE TORNEADO

N. Común Eucalipto

Fecha: 11-02-2015

N. Científico *Eucalyptus saligna*

Ángulo de Cuchilla: 35 °

Procedencia Velacruz, Yaramine, Moras, Santa Teresa

Velocidad de Giro 500

CH (%)	N° DE ÁRBOL	DEFECTOS				E Dominante	CALIDAD
		GRANO VELLOSO		GRANO ARRANCADO			
		GRADO	E	GRADO	E		
17	VOb1	0,90	0,90	0,20	0,20	0,90	Excelente
17	VRd3	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	YTg1	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	YOb3	0,80	0,80	0,84	0,84	0,80	Excelente
17	MRd2	0,90	0,90	0,76	0,76	0,90	Excelente
17	MOb1	0,90	0,90	0,76	0,76	0,90	Excelente
17	STOb2	0,80	0,80	0,76	0,76	0,80	Excelente
17	STRd3	0,80	0,80	0,60	0,60	0,80	Excelente

ENSAYO DE TORNEADO

N. Común Eucalipto

Fecha: 11-02-2015

N. Científico *Eucalyptus saligna*

Ángulo de Cuchilla: 0 °

Procedencia Velacruz, Yaramine, Moras, Santa Teresa

Velocidad de Giro 1 000

CH (%)	N° DE ÁRBOL	DEFECTOS				E Dominante	CALIDAD
		GRANO VELLOSO		GRANO ARRANCADO			
		GRADO	E	GRADO	E		
17	VTg1	0,90	0,90	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	VRd1	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	YRd1	0,90	0,90	0,20	0,20	0,90	Excelente
17	YOb4	0,80	0,80	0,60	0,60	0,80	Excelente
17	MRd1	0,90	0,90	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	MTg4	0,90	0,90	0,60	0,60	0,90	Excelente
17	STTg4	0,90	0,90	0,76	0,76	0,90	Excelente
17	STRd1	0,90	0,90	0,76	0,76	0,90	Excelente

ENSAYO DE TORNEADO

N. Común Eucalipto

Fecha: 11-02-2015

N. Científico *Eucalyptus saligna*

Ángulo de Cuchilla: 15 °

Procedencia Velacruz, Yaramine, Moras, Santa Teresa

Velocidad de Giro 1 000

CH (%)	N° DE ÁRBOL	DEFECTOS				E Dominante	CALIDAD
		GRANO VELLOSO		GRANO ARRANCADO			
		GRADO	E	GRADO	E		
17	VTg1	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	VRd1	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	YRd1	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	YOb4	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	MRd1	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	MTg4	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	STTg4	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente
17	STRd1	0,80	0,80	0,20	0,20	0,80	Excelente

ENSAYO DE TORNEADO

N. Común Eucalipto

Fecha: 11-02-2015

N. Científico *Eucalyptus saligna*

Ángulo de Cuchilla: 35 °

Procedencia Velacruz, Yaramine, Moras, Santa Teresa

Velocidad de Giro 1 000

CH (%)	N° DE ÁRBOL	DEFECTOS				E Dominante	CALIDAD
		GRANO VELLOSO		GRANO ARRANCADO			
		GRADO	E	GRADO	E		
17	VTg1	0	0	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	VRd1	0	0	0,00	0,00	0,00	Excelente
17	YRd1	0	0	0,50	0,50	0,50	Excelente
17	YOb4	0	0	0,50	0,50	0,50	Excelente
17	MRd1	0	0	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	MTg4	0	0	1,00	1,00	1,00	Excelente
17	STTg4	0	0	0,70	0,70	0,70	Excelente
17	STRd1	0	0	0,70	0,70	0,70	Excelente