

**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA ESPECIE
Simarouba amara Aubl PROCEDENTE DEL BAJO CALIMA, BUENAVENTURA.**

**PAULA JOHANNA MARTINEZ SÁNCHEZ
JESÚS ARLEY OYOLA COLORADO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Ingeniero Forestal.**

Director

JULIO CESAR BERMÚDEZ ESCOVAR

Magister en Ciencias e Ingeniería

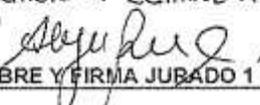
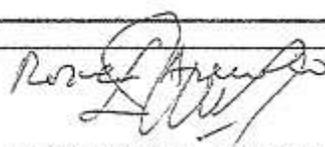
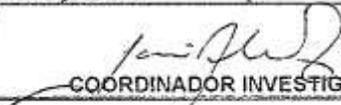
Co-director

ALBERTO LONDOÑO ARANGO

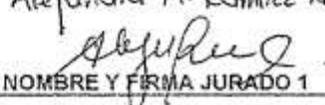
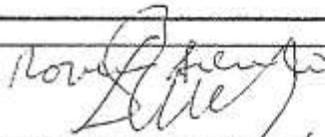
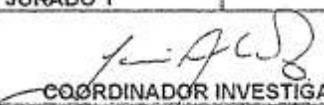
Magister en Tecnología de Productos Forestales

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL
IBAGUÉ, TOLIMA**

2016

COMITÉ DE INVESTIGACIONES				
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO				
(Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO				
Estudio De Las Propiedades Físico-Mecánicas De La Especie <i>Simarouba Amara</i> Aubl Procedente Del Bajo Calima, Buenaventura				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S):				
Paula Johanna Martínez Sánchez				
DIRECTOR				
Julio Cesar Bermúdez Escovar y Alberto Londoño Arango				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1				
Ingeniera Alejandra María Ramírez Arango				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (65%)	4.11	Sustentación (35%)	4.0
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2				
Ingeniero Rosven Libardo Arevalo Fuentes				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (65%)	4.33	Sustentación (35%)	4.25
CALIFICACIÓN PONDERADA	Jurado 1	4.1	Jurado 2	4.3
CALIFICACIÓN FINAL	4.2	Reprobado	Aprobado	
Sobresaliente	X	Meritorio	Laureado	
RANGOS DE EQUIVALENCIA:				
Calificación menor de tres cero (3.0)		REPROBADO		
Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)		APROBADO		
Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)		SOBRESALIENTE		
Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)		MERITORIO		
Calificación de cinco cero (5.0)		LAUREADO		
OBSERVACIONES				
FIRMAS				
Alejandra M. Ramirez A.  NOMBRE Y FIRMA JURADO 1		 NOMBRE Y FIRMA JURADO 2		
 COORDINADOR INVESTIGACIONES				
CIUDAD: Ibagué		FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29/08/2016		

COMITÉ DE INVESTIGACIONES				
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO				
(Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO				
Estudio De Las Propiedades Físico-Mecánicas De La Especie <i>Simarouba Amara</i> Aubl Procedente Del Bajo Calima, Buenaventura				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): Jesús Arley Oyola Colorado				
DIRECTOR Julio Cesar Bermúdez Escovar y Alberto Londoño Arango				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1 Ingeniera Alejandra María Ramírez Arango				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (65%)	4.11	Sustentación (35%)	4.12
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2 Ingeniero Rosven Libardo Arevalo Fuentes				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (65%)	4.33	Sustentación (35%)	4.5
CALIFICACIÓN PONDERADA	Jurado 1	4.1	Jurado 2	4.4
CALIFICACIÓN FINAL	4.3	Reprobado		Aprobado
Sobresaliente	X	Meritorio		Laureado
RANGOS DE EQUIVALENCIA:				
Calificación menor de tres cero (3.0)		REPROBADO		
Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)		APROBADO		
Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)		SOBRESALIENTE		
Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)		MERITORIO		
Calificación de cinco cero (5.0)		LAUREADO		
OBSERVACIONES				

FIRMAS	
Alejandra M. Ramirez A.  NOMBRE Y FIRMA JURADO 1	 NOMBRE Y FIRMA JURADO 2
 COORDINADOR INVESTIGACIONES	

CIUDAD: Ibagué	FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29/08/2016
----------------	-----------------------------------

DEDICATORIA

A DIOS sobre todas las cosas, porque no solo me dio la vida sino que me brindo una segunda oportunidad de vivir. Porque es la única razón de mi ser y porque todos mi logros se los debo a EL.

A mi madre Esmeralda Colorado por sus constantes sacrificios y esfuerzos para que fuera lo que soy ahora. A mi padre Ricardo Oyola Sánchez por su apoyo económico. A mis cinco hermanos por su comprensión y compañía.

A mi pareja Paula Johanna Martínez Sánchez por su compañía, constancia y sacrificio para lograr todo lo que hemos querido. Y en especial a mi hija Sara Sofía, porque desde el momento en que llego a nuestras vidas las transformó de una manera muy especial, convirtiéndose en nuestro motor y razón de luchar en los momentos en que las circunstancias no lo permitían.

Por último, a mis compañeros, maestros y demás personas que de alguna u otra manera permitieron que este trabajo se pudiera realizar.

Jesús Arley Oyola Colorado

DEDICATORIA

A Dios, por ser el centro de mi vida, porque cada paso que doy lo hago de su mano y con su bendición. Por darme fortaleza y entereza en los momentos difíciles y permitirme alcanzar mis metas y cumplir mis sueños.

A mi hija Sara Sofía Oyola, por ser el motor de mi vida, por alegrar cada día a pesar de los inconvenientes. Por acompañarme siempre con una sonrisa y ser el motivo más grande para cumplir mis objetivos. Te amo hija.

A mis papas José Martínez y Nubia Sánchez, por darme la vida, por los sacrificios y el esfuerzo que hicieron por sacarme adelante, gracias por ser el mejor ejemplo a seguir. Les agradezco cada palabra de aliento y por estar conmigo en todo momento apoyándome y brindándome el amor más grande puro y sincero que pueda existir.

A mi pareja Jesús Oyola, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por ser mi soporte cuando más lo necesité. Por su amor incondicional y compartir conmigo cada logro conseguido. Comenzamos juntos esta lucha y juntos la terminamos.

A mi hermano José David Martínez, por estar conmigo y apoyarme siempre, por que juntos compartimos alegrías y tristeza, y éste logro también es de él.

A mis amigos. Karen Calderón, Herly Bonilla, Lina Sierra, Luisa Millán, Jenny Torres, y a todos los que directa o indirectamente estuvieron conmigo en los momentos más difíciles. Sin su apoyo y colaboración esto no hubiera sido posible. Gracias por su ayuda desinteresada y su amistad sincera.

Paula Johanna Martinez Sánchez

AGRADECIMIENTOS

A nuestros maestros, el Ing. Julio Bermúdez y el Ing. Alberto Londoño por su dedicación y colaboración en el proceso y elaboración de este trabajo de grado.

A todas y cada una de las personas, maestros, familiares y amigos que de alguna manera y en el momento indicado fueron de suma importancia para alcanzar nuestros propósitos.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
1. MARCO REFERENCIAL	16
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	16
1.1.1 Características generales.....	16
1.1.2 Características anatómicas de la madera.....	16
1.1.2.1 Características organolépticas.....	16
1.1.2.2 Características macroscópicas.....	17
1.1.2.3 Características microscópicas.....	17
1.2 USOS COMERCIALES.....	17
1.3 ANTECEDENTES.....	18
1.3.1 Usos en el Bajo Calima.....	18
1.3.2 Investigaciones de la especie.....	18
1.3.3 Características físicas y mecánicas.....	19
1.4 PROPIEDADES FÍSICAS.....	19
1.5 PROPIEDADES MECÁNICAS.....	22
1.6 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS (ICONTEC).....	22
1.7 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA PARA MADERAS.....	22
1.8 INFOSTAT.....	23
2. METODOLOGÍA	24
2.1 ÁREA DE ESTUDIO	24
2.1.1 Localización.....	24
2.1.2 Suelos.....	24
2.1.3 Hidrografía.....	25
2.1.4 Características climatológicas.....	26
2.2 MATERIA PRIMA.....	27

2.3	ESPECIFICACIONES DE LAS PROBETAS.....	27
2.4	ACONDICIONAMIENTO DE LAS PROBETAS.....	29
2.5	DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS.....	30
2.5.1	Densidad y contracción longitudinal.....	30
2.5.2	Contracciones transversales.....	32
2.6	DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS.....	33
2.6.1	Compresión paralela a las fibras.....	34
2.6.2	Compresión perpendicular a las fibras.....	35
2.6.3	Flexión estática.....	36
2.6.4	Dureza.....	38
2.6.5	Tenacidad o Impacto.....	38
2.6.6	Extracción de clavos.....	39
2.6.7	Cizallamiento.....	39
2.7	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ACTUAL DE HUMEDAD EN LOS ENSAYOS DE PROPIEDADES MECÁNICAS.....	40
2.8	AJUSTE DE LAS PRUEBAS AL 12% DE CONTENIDO DE HUMEDAD.....	40
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
3.1	IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA.....	42
3.2	PROPIEDADES FÍSICAS.....	42
3.3	PROPIEDADES MECÁNICAS.....	44
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS.....	45
3.5	USOS POSIBLES DE LA ESPECIE.....	48
3.6	DISCUSIÓN.....	49
3.6.1	Propiedades físicas.....	49
3.6.2	Propiedades mecánicas	51
4.	CONCLUSIONES.....	54
	RECOMENDACIONES.....	56

REFERENCIAS.....57

ANEXOS.....65

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Propiedades físicas de la especie <i>Simarouba amara</i> Aubl de diferentes estudios.....	20
Tabla 2. Propiedades mecánicas de la especie <i>Simarouba amara</i> Aubl de diferentes estudios.....	21
Tabla 3. Parámetros climáticos de la región del Bajo Calima entre el periodo 1981-2010.....	26
Tabla 4. Cantidad de probetas y dimensiones de acuerdo a la norma respectiva para cada ensayo.....	28
Tabla 5. Aumento promedio de las propiedades mecánicas por cada 1% de variación en el contenido de humedad.....	41
Tabla 6. Resultados y clasificación de las propiedades físicas de la especie <i>Simarouba amara</i> Aubl.....	42
Tabla 7. Resultados y clasificación de las propiedades mecánicas de la especie <i>Simarouba amara</i> Aubl.....	44
Tabla 8. Análisis estadístico de las propiedades físicas de la especie <i>Simarouba amara</i> Aubl.....	46
Tabla 9. Análisis estadístico de las propiedades mecánicas de la especie <i>Simarouba amara</i> Aubl.....	47
Tabla 10. Promedio de coeficientes de variación admisible de algunas propiedades mecánicas de la madera.....	48
Tabla 11. Valores medios de los resultados de las pruebas físicas de varios estudios.....	50
Tabla 12. Valores medios de los resultados de las pruebas mecánicas de varios estudios.....	53

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa del área de estudio.....	25
Figura 2. Codificado de las probetas: a) contracciones transversales y b) densidad y cambios dimensionales.....	29
Figura 3. Acondicionamiento de las probetas.....	29
Figura 4. Medición y pesado de las probetas para propiedades físicas.....	30
Figura 5. Disposición de las probetas para secado en el horno.....	33
Figura 6. a) Máquina universal de ensayos VEB WERKSTOFFPRUFMASCHINEN y b) péndulo dinamométrico.....	34
Figura 7. Prueba de flexión estática.....	36
Figura 8. Prueba de tenacidad en el péndulo dinamométrico.....	39