



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES



Evaluación de la variabilidad de la estructura anatómica de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., entre árboles bajo diferentes tratamientos de fertilización, al cuarto año de plantados en la Provincia de Zamora Chinchipe.

Tesis de grado, previa a  
la obtención del título  
de Ingeniera Forestal

**Autoras:**

María Esthela Avila Vaca

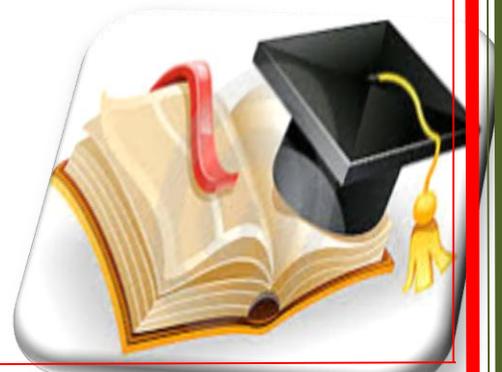
Germania Beatriz Betancourt Durán

**Director:**

Ing. Héctor Maza Chamba, Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2014



**EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA ANATÓMICA DE  
*Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., ENTRE ÁRBOLES  
BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN, AL CUARTO AÑO  
DE PLANTADOS EN LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE.**

**TESIS DE GRADO**

Presentada al Tribunal Calificador como requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERA FORESTAL**

En la:

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**ÁREA AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**APROBADA:**



Ing. Victor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR**



Ing. Luis Sinche Fernandez Mg. Sc.

**VOCAL**



Ing. Edwin Pacheco Pineda Mg. Sc.

**VOCAL**

Ing. Héctor Maza Chamba, Mg. Sc.

En calidad de director de la tesis titulada “**EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA ANATÓMICA DE *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., ENTRE ÁRBOLES BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN, AL CUARTO AÑO DE PLANTADOS EN LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE**”, de autoría de las señoritas egresadas de la Carrera de Ingeniería Forestal: María Esthela Avila Vaca y Germania Beatriz Betancourt Durán, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, junio 2014

Atentamente,



Ing. Héctor Maza Chamba, Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS “EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA ANATÓMICA DE *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., ENTRE ÁRBOLES BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN, AL CUARTO AÑO DE PLANTADOS EN LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”**

**CERTIFICA:**

Que en calidad de Presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada “EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA ANATÓMICA DE *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., ENTRE ÁRBOLES BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN, AL CUARTO AÑO DE PLANTADOS EN LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”, de autoría de las señoritas egresadas de la Carrera de Ingeniería Forestal: María Esthela Avila Vaca y Germania Beatriz Betancourt Durán, ha sido dirigida, revisada e incorporadas todas las sugerencias efectuadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación. Por lo tanto autorizo su publicación pública definitiva.

Loja, junio 2014

Atentamente,



Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR**

## AUTORÍA

María Esthela Avila Vaca y Germanía Beatriz Betancourt Durán declaramos ser autores del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de 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.

Loja, junio 2014

María Esthela Avila Vaca

**C.I.: 1104865108**

Germanía Beatriz Betancourt Durán

**C.I.: 1104769359**

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

María Esthela Avila Vaca y Germania Beatriz Betancourt Durán, declaramos ser autoras, de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LA ESTRUCTURA ANATÓMICA DE *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., ENTRE ÁRBOLES BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN, AL CUARTO AÑO DE PLANTADOS EN LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”** como requisito para obtener el grado de: Ingeniera Forestal, autorizamos 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 puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las 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 26 días del mes de junio del 2014.

Firma:.....

Autora: María Esthela Avila Vaca

Número de cédula: 110486510-8

Dirección: Cantón Loja

Correo electrónico: [marya\\_a20@hotmail.com](mailto:marya_a20@hotmail.com)

Teléfono celular: 0981522096

Firma:.....

Autora: Germania Beatriz Betancourt Durán

Número de cédula: 110476935-9

Dirección: Cantón Loja

Correo electrónico: [germa\\_bd@hotmail.com](mailto:germa_bd@hotmail.com)

Teléfono celular: 0986171882

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

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

**Tribunal de Grado:** Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

Ing. Luis Sinche Fernández, Mg. Sc.

Ing. Edwin Pacheco Pineda, Mg. Sc.

## DEDICATORIA

A ti Dios mío, por darme la oportunidad de existir; por iluminarme y darme fuerzas para la culminación de este trabajo.

A mis queridos padres Franco y Blanca, por todo ese incondicional apoyo, tanto al inicio como al final de mi carrera; por estar pendiente de mí a cada momento; por ser ejemplo de arduo trabajo y tenaz lucha en la vida.

A mi chiquito Marvin por ser mi inspiración y motivo en todo momento a seguir superándome. A ti amor mío, Mario, que has sido fiel amigo y compañero, que me has ayudado a continuar, haciéndome vivir los mejores momentos de mi vida, gracias por tu cariño y comprensión, porque sé que siempre contaré contigo.

A mis hermanos Delia, Doris, Bayron y Nixon; abuelitos, tíos (+Aníbal), primos, amig@s Ely, Anita y Janeth; y, compañer@s, porque de una u otra forma, con su apoyo incondicional me han incentivado a seguir adelante, a lo largo de toda mi vida y así finalizar mi carrera.

*María*

A Dios, por permitirme vivir este momento.

A mis padres, Nicolás y Mariana, por todo el esfuerzo entregado para hacer cumplir mi meta y edificar mis principios y valores durante toda mi vida.

A mis hermanos; Lucia, José, Juan, María, Carlos y demás familiares por apoyarme siempre para la culminación de este trabajo.

A Miguel, que es muy especial en mi vida, que me ha dado todo su apoyo en todo momento.

*Germania*

## **AGRADECIMIENTO**

Las Autoras dejamos constancia de un agradecimiento muy especial a:

A Dios, la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a través de la Carrera de Ingeniería Forestal y a sus excelentes docentes por haber contribuido con conocimientos teórico técnicos para nuestra formación profesional y humana durante cinco años y así poder desenvolvemos de la mejor manera como profesionales y como personas.

Especial agradecimiento al Ing. Héctor Maza, director de nuestra tesis, quien dirigió el presente trabajo mediante sus valiosos conocimientos y contribuyó a nuestra formación profesional, gracias por su tiempo y dedicación para la elaboración de la presente investigación.

Al Ing. Luis Sinche, Ing. Oswaldo Jadán por su tiempo y disposición para la asesoría del análisis estadístico; a la Ing. Gabriela Villamagua, Ing. Miguel Villamagua y al Ing. César Puchaicela por el apoyo técnico, logístico y sus conocimientos entregados en la realización de este trabajo.

Finalmente a todos nuestros familiares, compañeros y amigos que de una u otra manera nos apoyaron de forma desinteresada en el desarrollo y culminación de la presente investigación.

*Mil Gracias a todos.....*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Anatomía de la Madera .....	3
2.2. Importancia del Estudio de la Anatomía de la Madera .....	3
2.3. Estructuras Anatómicas.....	3
2.3.1. Vasos .....	3
2.3.2. Poros.....	4
2.3.3. Punteaduras .....	4
2.3.4. Placas de perforación.....	4
2.3.5. Radios o parénquima radial.....	4
2.3.6. Parénquima axial .....	5
2.3.7. Fibras .....	5
2.3.8. Lumen.....	5
2.3.9. Pared celular .....	5
2.4. Densidad básica.....	6
2.5. Índices de calidad de la madera.....	6
2.5.1. Índice de Runkel.....	6
2.5.2. Coeficiente de Flexibilidad .....	7
2.6. Planos Anatómicos de Corte .....	7
2.7. Descripción Botánica de las Especies .....	8
2.7.1. <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	8
2.7.2. <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake .....	11
2.8. Estudios Anatómicos de las Especies <i>Gmelina arborea</i> Roxb y <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake.....	12
2.9. La Fertilización.....	14
2.9.1. Los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas .....	14
2.9.2. Las funciones de los nutrientes .....	15
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	<b>18</b>

3.1.	Localización Política y Geográfica de los Sitios en Estudio.....	18
3.2.	Caracterización ecológica.....	19
3.2.1.	Zamora sitio “La Victoria” .....	19
3.2.2.	Panguintza sitio Los Zapotes.....	19
3.3.	Aspectos socioeconómicos de la provincia de Zamora Chinchipe .....	19
3.4.	Antecedentes de los Ensayos de Melina y Pachaco .....	20
3.4.1.	Instalación de los ensayos .....	20
3.4.2.	Plantación de las especies maderables y aplicación de enmiendas .....	21
3.5.	Metodología para Determinar la Estructura Anatómica que presentan las Especies <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb, por Efecto de la Aplicación de Tratamientos de Fertilización al Cuarto Año, en Plantaciones de Panguintza y Zamora.....	21
3.5.1.	Toma de muestras de madera en el campo.....	22
3.5.2.	Cálculo de la densidad o peso específico .....	23
3.5.3.	Preparación de las muestras en el laboratorio .....	23
3.5.4.	Realización de cortes.....	23
3.5.5.	Tinción y deshidratación de los cortes .....	24
3.5.6.	Montaje de los cortes.....	24
3.5.7.	Maceración de tejidos.....	25
3.5.8.	Medición de los elementos anatómicos.....	25
3.6.	Metodología para Establecer las Diferencias Anatómicas de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb., entre los Resultados Obtenidos en el Segundo Año y los del Cuarto Año de haber sido Plantadas .	26
3.7.	Metodología para difundirlos resultados de la investigación a los actores involucrados, docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal .....	26
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
4.1.	Estructura anatómica que presentan las especies <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb, por efecto de la aplicación de tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones del sitio “La Victoria” Zamora. ..	27

4.1.1.	Características Anatómicas de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake.....	27
4.2.	Características anatómicas y densidad básica de <i>Gmelina arborea</i> Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora. ....	32
4.3.	Estructura anatómica que presentan las especies <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb, por efecto de la aplicación de tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones del sitio “Los Zapotes” Panguintza. ....	37
4.4.	Análisis estadístico de los resultados anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb del sitio “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza.....	46
4.4.1.	Análisis estadístico entre tratamientos. ....	46
4.4.2.	Análisis estadístico entre sitios.....	47
4.4.3.	Análisis estadístico entre el año dos y cuatro.....	48
4.5.	Divulgación de los resultados a los diferentes actores involucrados .....	49
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
5.1.	Características de la estructura anatómica de maderas de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb, proveniente de diferentes tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones de Zamora. ....	50
5.2.	Características de la estructura anatómica de maderas de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb, proveniente de diferentes tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones de Panguintza. ....	53
5.3.	Variación de las características de los elementos anatómicos por sitios “La Victoria” Zamora vs “Los Zapotes” Panguintza. ....	57
5.4.	Comparación entre las características de los elementos anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb con respecto al segundo y cuarto año.....	58
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>7.</b>	<b>IBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>61</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Clasificación de Runkel.....	7
<b>Cuadro 2.</b> Clasificación del coeficiente de flexibilidad.....	7
<b>Cuadro3.</b> Características anatómicas de la especie de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	13
<b>Cuadro 4.</b> Características anatómicas de la madera de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake.....	13
<b>Cuadro 5.</b> Factores y niveles de los tratamientos .....	20
<b>Cuadro 6.</b> Tratamientos, factores y niveles en estudio.....	20
<b>Cuadro 7.</b> Variables anatómicas a observarse en los diferentes planos de corte. ....	24
<b>Cuadro 8.</b> Frecuencia y diámetro de poros por tratamientos en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “La Victoria” Zamora. ....	27
<b>Cuadro 9.</b> Número de radios por mm y altura de radios por tratamientos en <i>Schizolobium</i> <i>parahybum</i> Bell Blake sector “La Victoria” Zamora.....	29
<b>Cuadro 10.</b> Longitud de vasos y diámetro de las punteaduras por tratamientos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “La Victoria” Zamora .....	30
<b>Cuadro 11.</b> Parámetros de la fibra e índices de calidad por tratamiento de <i>Schizolobium</i> <i>parahybum</i> Bell Blake en el sector “La Victoria” Zamora. ....	31
<b>Cuadro 12.</b> Densidad básica por tratamientos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake en el sector “La Victoria” Zamora. ....	31
<b>Cuadro 13.</b> Frecuencia y diámetro de poros por tratamientos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el en el sector “La Victoria” Zamora. ....	32
<b>Cuadro 14.</b> Dimensiones anatómicas de parénquima radial por tratamientos de en el sector “La Victoria” Zamora. ....	34
<b>Cuadro 15.</b> Diámetro de las punteaduras y longitud de los vasos por tratamientos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb sector “La Victoria” Zamora.....	35
<b>Cuadro 16.</b> Parámetros de la fibra e índices de calidad por tratamiento de en <i>Gmelina</i> <i>arborea</i> Roxb sector “La Victoria” Zamora. ....	36
<b>Cuadro 17.</b> Densidad básica por tratamientos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb sector “La Victoria” Zamora.....	36

<b>Cuadro 18.</b> Frecuencia y diámetro de poros por tratamientos en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “Los Zapotes” Panguintza.....	37
<b>Cuadro 19.</b> Número de radios por mm y altura de radios por tratamientos en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “Zapotes” Panguintza. ....	39
<b>Cuadro 20.</b> Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras por tratamientos en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “Zapotes” Panguintza. ....	39
<b>Cuadro 21.</b> Parámetros de la fibra e índices de calidad por tratamientos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “Zapotes” Panguintza .....	40
<b>Cuadro 22.</b> Densidad básica por tratamientos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “Zapotes” Panguintza .....	41
<b>Cuadro 23.</b> Frecuencia y diámetro de poros por tratamientos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “Los Zapotes” Panguintza. ....	42
<b>Cuadro 24.</b> Número de radios por mm y altura de los radios por tratamientos <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “Los Zapotes” Panguintza.. ....	43
<b>Cuadro 25.</b> Diámetro de las punteaduras y longitud de los vasos por tratamientos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb sector “Los Zapotes” Panguintza. ....	44
<b>Cuadro 26.</b> Parámetros de la fibra e índices de calidad por tratamiento de en <i>Gmelina arborea</i> Roxb sector “Zapotes” Panguintza.....	45
<b>Cuadro 27.</b> Densidad básica por tratamientos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb sector “Los Zapotes” Panguintza.....	45
<b>Cuadro 28.</b> Categorización del parámetro anatómico que presento diferencias en factor tratamientos <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, sector “Los Zapotes” Panguintza. ....	46
<b>Cuadro 29.</b> Categorización de los parámetros anatómicos que presentaron diferencias en el factor sitios en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb. ....	47
<b>Cuadro 30.</b> Categorización de los elementos anatómicos que presentaron diferencias entre el año dos y cuatro (factor edad) en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake y <i>Gmelina arborea</i> Roxb. ....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Localización de la zona de estudio Zamora y Centinela del Cóndor .....	18
<b>Figura 2.</b> Distribución de los árboles en una parcela sub - sub dividida .....	22
<b>Figura 3.</b> Instrumento utilizado en la extracción de muestras.....	22
<b>Figura 4.</b> Número por mm <sup>2</sup> , tamaño, orientación de los poros en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “La Victoria” Zamora. ....	27
<b>Figura 5.</b> Parénquima paratraqueal vasicéntrico de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake en el sector “La Victoria” Zamora.....	28
<b>Figura 6.</b> Altura de los radios, células procumbentes y erectas de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake en el sector “La Victoria” Zamora.....	28
<b>Figura 7.</b> Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “La Victoria” Zamora. ....	29
<b>Figura 8.</b> Longitud, diámetro de fibra y pared celular de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “La Victoria” Zamora. ....	30
<b>Figura 9.</b> Frecuencia, orientación y diámetro de poros de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “La Victoria” Zamora. ....	32
<b>Figura 10.</b> Parénquima paratraqueal escaso de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “La Victoria” Zamora. ....	33
<b>Figura 11.</b> Número de radios por mm y altura de los radios de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “La Victoria” Zamora.....	33
<b>Figura 12.</b> Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “La Victoria” Zamora.....	34
<b>Figura 13.</b> Longitud, diámetro de la fibra, diámetro del lumen y espesor de la pared celular de <i>Gmelina arborea</i> Roxb sector “La Victoria” Zamora .....	35
<b>Figura 14.</b> Número por mm <sup>2</sup> , tamaño, orientación de los poros en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “Zapotes” Panguintza.....	37
<b>Figura 15.</b> Parénquima vasicéntrico de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “Zapotes” Panguintza .....	38
<b>Figura 16.</b> Altura de los radios, células procumbentes y erectas de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake en el sector “Los Zapotes” Panguintza.....	38

<b>Figura 17.</b> Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras en <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake sector “Zapotes” Panguintza.....	39
<b>Figura 18.</b> Longitud, diámetro y pared celular de las fibras de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, sector “Zapotes” Panguintza.....	40
<b>Figura 19.</b> Frecuencia, orientación y diámetro de poros de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “Los Zapotes” Panguintza.....	41
<b>Figura 20.</b> Parénquima axial ausente o extremadamente raro de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “Los Zapotes” Panguintza.....	42
<b>Figura 21.</b> Número de radios por mm y altura de los radios de <i>Gmelina arborea</i> Roxb en el sector “Los Zapotes” Panguintza.....	43
<b>Figura 22.</b> Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras de <i>Gmelina arborea</i> Roxb sector “Los Zapotes” Panguintza.....	43
<b>Figura 23.</b> Longitud, diámetro de la fibra, diámetro del lumen y espesor de la pared celular de <i>Gmelina arborea</i> Roxb sector “Los Zapotes” Panguintza.....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
<b>Anexo 1.</b> Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, en el sector “La Victoria” Zamora al cuarto año de haber sido plantados. ....	70
<b>Anexo 2.</b> Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, en el sector “La Victoria” Zamora al segundo año de haber sido plantados.....	71
<b>Anexo 3.</b> Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora al cuarto año de haber sido plantados.....	72
<b>Anexo 4.</b> Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora al segundo año de haber sido plantados. ....	73
<b>Anexo 5.</b> Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, en el sector “Los Zapotes” Panguintza al cuarto año de haber sido plantados. ....	74
<b>Anexo 6.</b> Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, en el sector “Los Zapotes” Panguintza al segundo año de haber sido plantados. ....	75
<b>Anexo 7.</b> Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb, en el sector “Los Zapotes” Panguintza al cuarto año de haber sido plantados. ....	76
<b>Anexo 8.</b> Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb, en el sector “Los Zapotes” Panguintza al segundo año de haber sido plantados. ....	77
<b>Anexo 9.</b> Análisis estadístico de los elementos anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, entre tratamientos con y sin fertilización “Los Zapotes” Panguintza. ....	78
<b>Anexo 10.</b> Análisis estadístico de los elementos anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, con respecto al sitio “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza. ....	78

<b>Anexo 11.</b> Análisis estadístico de los elementos anatómicos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb, con respecto al sitio “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza. ..	79
<b>Anexo 12.</b> Análisis estadístico de los elementos anatómicos de <i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake, con respecto a la edad del árbol “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza. ....	81
<b>Anexo 13.</b> Análisis estadístico de los elementos anatómicos de <i>Gmelina arborea</i> Roxb, con respecto a la edad del árbol “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza. ....	82
<b>Anexo 14.</b> Croquis de la distribución de bloques, especies y tratamientos de fertilización. ....	84
<b>Anexo 15.</b> Tríptico .....	85

## RESUMEN

Esta investigación consistió en realizar una evaluación de la variabilidad de la estructura anatómica de dos especies: *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., entre árboles bajo diferentes tratamientos con y sin fertilización, al cuarto año de haber sido plantados en los sitios “Los Zapotes” parroquia Panguintza del cantón Centinela del Cóndor; y, “La Victoria”, de la Parroquia Zamora del cantón Zamora. Además, se utilizó los datos de los elementos anatómicos como: frecuencia y diámetro de poros, número radios por mm, altura de los radios; largo, diámetro, diámetro de lumen, espesor de la pared celular de la fibra, tomados al segundo año de haber sido plantados para su respectiva comparación.

Para el estudio anatómico de las muestras obtenidas se realizó cortes micrométricos en los tres planos radial, tangencial y transversal; y, maceración de los tejidos, obteniendo microfotografías, basándose en las normas IAWA se determinó las características anatómicas de las especies.

El análisis estadístico se realizó con el uso del programa estadístico “Infostat”. Para establecer las diferencias de las características anatómicas se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), aplicando la prueba de Tukey con un porcentaje de error del 5 % a los elementos que presentaron diferencias significativas.

Para el factor tratamientos con y sin fertilización, *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sitio Los Zapotes presentó diferencias en la altura de los radios, mientras que en el sector La Victoria no presentó diferencias. En lo referente a *Gmelina arborea* Roxb no se encontró diferencias para ningún elemento anatómico de los dos sectores.

Para el Factor sitios, *Schizolobium parahybum* Bell Blake, presentó diferencias en las siguientes variables anatómicas: diámetro de poros, altura de los radios, largo y pared celular de la fibra. Mientras que *Gmelina arborea* Roxb, presentó diferencias en las siguientes variables anatómicas: diámetro de poros, largo, diámetro, espesor de la pared celular y lumen de la fibra.

Para el factor edad, *Schizolobium parahybum* Bell Blake, presentó diferencia en las siguientes características anatómicas: frecuencia y diámetro de poros; radios por mm, y altura de los radios. *Gmelina arborea* Roxb, también presentó diferencia en los siguientes

parámetros anatómicos: diámetro de los poros, altura de los radios; diámetro, espesor de la pared celular y diámetro de lumen de la fibra.

El estudio anatómico de dichas muestras se realizó en el laboratorio de Anatomía y Dendrocronología de la Madera de la Universidad Nacional de Loja, en el periodo septiembre del 2013 a abril del 2014.

## ABSTRACT

This research consisted to make an evaluation about the variability of the anatomical structure of two species. *Schizolobium parahybum* Blake Bell and *Gmelina arborea* Roxb between trees under different treatments, the same that have fertilization and without fertilization. Four years ago, when these were planted at the "Los Zapotes" site of the Panguintza Parish, Canton Centinela del C6ndor Canton; and "La Victoria" site, Zamora Parish of Zamora Canton. In this study was used the following data from anatomic elements such as: frequency, pore diameter, radio number per mm, radio height ; length, diameter, lumen diameter, cell wall thickness of the fiber in the witch these were taken in the second year after have being planted for the respective comparison.

For the anatomical study of samples were obtained in micrometer sections in the three plane such as radial, tangential and transverse planes; and tissue maceration, obtaining micrographs based on the IAWA rules about anatomical characteristics of the species the were determined.

Statistical analysis was performed with the use of statistical program "Infostat". To establish the differences about anatomical characteristics were applied the analysis of variance (ANOVA), using the Turkey test with an error rate of 5% on items that showed significant differences.

For the treatments factor with and without fertilization; *Schizolobium parahybum* Blake Bell, at Los Zapotes site, it showed differences in the height of the radios, while in the La Victoria did not present differences. In this regard in the *Gmelina arborea* Roxb there was not anatomical differences in the two places.

According to the sites factor, *Schizolobium parahybum* Blake Bell presented differences in the following anatomical variables: pore diameter, radios height, cell length and fiber wall. While *Gmelina arborea* Roxb presented differences in the following anatomical variables such as pore diameter, length, diameter, thickness of the cell wall and the fiber lumen.

On the age factor, *parahybum Schizolobium* Blake Bell presented difference in the following anatomical characteristics: frequency and pore diameter; per tangential mm, and height of the spokes. *Gmelina arborea* Roxb also present anatomical difference in the

following parameters: pore diameter, radio height; diameter, thickness of the cell wall and diameter of the fiber lumen.

The anatomical study of the samples were performed in the Anatomy and Dendrochronology laboratory of Wood at the Nacional de Loja University, in the period September 2013 to April 2014.

## 1. INTRODUCCIÓN

La madera es una de las materias primas ampliamente usadas en diferentes productos industriales. Actualmente, el mercado exige bondad de productos y uniformidad de materia prima, de ahí la necesidad de producir maderas de buena calidad. Sin embargo, en el Ecuador existen muy pocos estudios sobre variabilidad de la estructura anatómica de especies maderables nativas y exóticas que crecen bajo diferentes condiciones de clima, suelo, topografía y pisos altitudinales, condiciones que influyen según estudios científicos en las propiedades tecnológicas de la madera (Ganzhi 2006).

Cada tipo de madera tiene propiedades y características que las hacen apropiadas para productos diferentes. El desconocimiento de las propiedades físicas, mecánicas, y anatómicas de las especies de los bosques ha conllevado que sean utilizados inadecuadamente hasta llegar al punto de que en los actuales momentos exista una disminución de las poblaciones de especies de gran valor comercial (Peláez 2010); y una subutilización de las mismas.

La única forma de garantizar el mejor aprovechamiento, procesamiento y uso de especies leñosas, es aplicando las técnicas de transformación y asignándole los usos acordes de acuerdo a las características anatómicas de esa especie en particular (León 2010). Por lo que Ganzhi (2006), menciona que estudiar la anatomía de la madera es verificar la relación existente entre las características estructurales y su posterior uso.

La presente investigación permitió determinar la variabilidad de la estructura anatómica durante el crecimiento de las especies de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., al cuarto año de ser plantadas bajo las condiciones de diferentes tratamientos de fertilización.

Los resultados de la presente investigación permitieron realizar una comparación con los resultados obtenidos en el segundo año de evaluación de la plantación. Además, ayudaron tener un conocimiento acertado en cuanto al establecimiento de futuras plantaciones, a fin de reducir costos y obtener una buena rentabilidad en cuanto a calidad de madera como producto final, a su vez permitir la conservación de los suelos y ayudar a minimizar la problemática económica social de la Región Sur de la Amazonia Ecuatoriana. Y así mismo, aumentar el conocimiento sobre la temática en virtud de que existen pocos estudios al respecto.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

- Evaluar la variabilidad de la estructura anatómicas de las especies de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., entre los diferentes tratamientos de fertilización al cuarto año de haber sido plantadas

**Objetivos específicos:**

- Determinar la estructura anatómica que presentan las especies *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, por efecto de la aplicación de tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones de Panguintza y Zamora.
- Establecer las diferencias anatómicas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., entre los resultados obtenidos en el segundo año y los del cuarto año de haber sido plantadas.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores involucrados, docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Anatomía de la Madera**

La Anatomía de Madera es la rama de la Biología que estudia el xilema, leño o madera con el fin de: conocerlo y darle un uso correcto, determinar especies, predecir usos adecuados, prever el comportamiento del leño en procesos industriales, evaluar la aptitud tecnológica de la madera (Giménez et al. 2005). Sin embargo, Valderrama et al. (1989) citado por Portal y Sánchez (2010) la divide a la anatomía en dos partes: anatomía sistemática y la anatomía aplicada. La primera comprende la investigación de especies maderables y se basa en las características anatómicas, permitiendo elaborar claves de identificación. Y la anatomía aplicada, estudia la influencia de la estructura anatómica en las propiedades tecnológicas de la madera.

### **2.2. Importancia del Estudio de la Anatomía de la Madera**

El desconocimiento de las características anatómicas de la madera, de un gran número de especies origina que la mayoría de las veces se recurra al uso improvisado de las mismas, lo que repercute en un bajo rendimiento durante su vida útil ya que no reúnen las especificaciones requeridas para las aplicaciones a las que se destina (Pérez y Quintanar 1994). Razón de ello, Ganzhi (2006) menciona que los estudios anatómicos de la madera son de gran utilidad para la identificación de especies forestales, así mismo las características macro y microscópicas de la madera son importantes para su identificación y a su vez permiten establecer relaciones con ciertas propiedades físicas y mecánicas.

### **2.3. Estructuras Anatómicas**

La madera no es un material homogéneo, está formado por diversos tipos de células especializadas que forman tejidos. Estos tejidos sirven para realizar las funciones fundamentales del árbol como: conducir la savia, transformar y almacenar los alimentos y formar la estructura resistente o portante del árbol (Peláez 2010).

#### **2.3.1. Vasos**

Los vasos son elementos que aparecen únicamente en las especies latifoliadas y constituyen el principal elemento de diferenciación entre estas y las Coníferas. Son

células en dirección longitudinal responsables de la conducción ascendente de la sabia absorbida por las raíces (Chamba 2009).

### **2.3.2. Poros**

Son la sección transversal de los vasos, y su distribución, disposición, abundancia, tamaño y agrupamiento son características importantes en la identificación de especies, calidad de la madera (peso específico, densidad) y también en el secado e impregnación por tratamientos preventivos (Giménez et al. 2005).

### **2.3.3. Punteaduras**

Son orificios que sirven para el intercambio de líquidos y gases con las células adyacentes, estos pueden estar aislados, pudiendo ser solitarios cuando están rodeados de elementos de distinta naturaleza, múltiples cuando están dispuestos en grupos de dos o cuatro poros comprimidos unos contra otros, en las caras de contacto. Se encuentran en la pared celular de los vasos (Chamba 2009, Peláez 2010).

### **2.3.4. Placas de perforación**

Son perforaciones de las extremidades de los elementos vasculares, que permiten la circulación de sustancias líquidas. Pueden ser simples cuando presentan una sola y gran perforación; escalariforme cuando presentan numerosas perforaciones en una misma placa, dispuestas en series paralelas; reticulada cuando las perforaciones, de una misma placa, se disponen en forma de red y foraminada cuando la perforación de la placa es casi circular (Giménez 1983).

### **2.3.5. Radios o parénquima radial**

Los radios de las latifoliadas tienen la misma función que las Coníferas: almacenamiento y conducción transversal de las sustancias nutritivas. Presentan gran variedad en forma, tamaño y número de células. Por este motivo, junto con el parénquima axial (vertical) es uno de los elementos más eficaces en la diferenciación de maderas de latifoliadas. Estos se disponen por bandas o láminas delgadas (radios medulares), intercaladas entre las fibras y los vasos, a los que cruzan en ángulo recto, dirigiéndose desde la corteza hasta el centro del árbol. En esas bandas de células llamadas radios celulares o mallas, almacenan

y difunden, como las células del parénquima, las materias nutritivas que arrastra la savia descendente. (González y Raisman 2000).

### **2.3.6. Parénquima axial**

El parénquima axial desempeña la función de almacenamiento en el leño y normalmente en mayor proporción en las latifoliadas que en Coníferas. Sus células se destacan de las demás por presentar paredes delgadas, no lignificadas, puntuaciones simples y por su forma rectangular y fusiforme en los planos longitudinales (Giménez et al. 2005, Ganzhi 2006).

### **2.3.7. Fibras**

Las fibras son células alargadas y estrechas, de extremidades afiladas que se parecen ligeramente a las traqueidas, existentes solamente en latifoliadas, constituyen el mayor porcentaje de su leño cuya función es de sostén (Tamayo 2007).

### **2.3.8. Lumen**

Es la cavidad de la célula. Se calcula tomando en cuenta la diferencia entre el diámetro de la fibra con el grosor de la pared, esta última multiplicada por dos (INDECOPI 1989).

### **2.3.9. Pared celular**

La pared celular de las células vegetales consiste en una mezcla compleja de polisacáridos y otros polímeros secretados por la célula y ensamblados en una organización entramada y equilibrada por medio de un conjunto de enlaces covalentes y no covalentes. Contiene además proteínas estructurales, enzimas, polímeros fenólicos y otros materiales que modifican las características físicas y químicas de la pared. Tienen un papel importante en actividades como absorción, transpiración, traslocación, secreción y reacciones de reconocimiento.

El espesor de la pared celular varía enormemente entre especies vegetales y entre diferentes células, es normalmente más espesa en células cuya función es mecánica y de conducción, las que desempeñan primordialmente la función de almacenamiento (Giménez 1983).

## **2.4. Densidad básica**

La densidad básica, se define como el peso seco en estufa dividido por el volumen saturado en agua, expresa la cantidad de materia seca disponible en un determinado volumen de madera (Toval 2010). Además la densidad es el descriptor primario de mayor importancia en numerosas propiedades tecnológicas, independientemente si el objetivo es producción de madera sólida o pulpa. Esta propiedad es la que más información aporta sobre el comportamiento de cualquier madera, ya que el resto de las características físico-mecánicas están íntimamente correlacionadas con ella (Espina 2006).

La densidad depende del tamaño de los vasos y de la cantidad de los mismos, del espesor de la pared celular, del diámetro de las fibras y de la composición química de la madera, de tal forma que dos maderas con densidades similares pueden ser muy distintas en cuanto a las características anteriores (Tamarit 1996 y Toval 2010).

La madera se clasifica por su densidad en: maderas livianas: 0 - 0,40 g/cm<sup>3</sup>, maderas blandas: 0,41 - 0,70 g/cm<sup>3</sup>, maderas medianamente duras: 0,71- 0 80 g/cm<sup>3</sup> y maderas duras o pesadas: 0,81 - 1,12 g/cm (Cueva 1988).

## **2.5. Índices de calidad de la madera**

Los índices de calidad de las pulpas constituyen una magnífica ayuda para saber de antemano lo que se puede esperar al emplear tal o cual madera. Estos índices proporcionan diferentes relaciones entre las dimensiones de las fibras, las cuales influyen de manera directa, indirecta o bien complementaria sobre las características generales de la pulpa, tales como: densidad, volumen, resistencia al paso del agua y del aire, resistencia a la tensión, a la explosión, al rasgado y a las propiedades que determinan la impresión (Toval 2010).

### **2.5.1. Índice de Runkel**

Es la relación entre el doble del espesor de la pared y el diámetro del lumen, es uno de los parámetros desarrollados para predecir las propiedades papeleras a través de la morfología de las fibras (Toval 2010). Según Villaseñor et al (2000), presenta la siguiente clasificación:

Cuadro 1. Clasificación de Runkel

<b>GRADO</b>	<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
I	Menor de 0,25	Excelente
II	De 0,25 a 0,50	Muy buena
III	De 0,50 a 1,00	Buena
IV	De 1,00 a 2,00	Regular
V	Mayor a 2	Mala

Fuente Villaseñor et al 2000.

### 2.5.2. Coeficiente de Flexibilidad

El coeficiente de flexibilidad es la relación porcentual entre el diámetro del lumen y el diámetro de la fibra (Toval 2010).

La morfología de las fibras reviste singular importancia en la estructura y propiedades del papel, por ejemplo, las fibras de paredes delgadas tienden a colapsarse fácilmente formando listones que contribuyen a que el papel sea resistente, tal como se muestra en el cuadro 2 (Villaseñor et al 2000).

Cuadro 2. Clasificación del coeficiente de flexibilidad

<b>RANGO</b>	<b>GROSOR DE LA PARED</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Menor de 0,30	Muy gruesa	Las Fibras no se colapsan. Muy poca superficie de contacto. Pobre unión de fibra-fibra.
De 0,30 a 0,50	gruesa	Las Fibras se colapsan muy poco. Poca superficie de contacto. Poca unión de fibra-fibra.
De 0,50 a 0,65	Media	Las Fibras se colapsan muy poco. Poca superficie de contacto. Poca unión de fibra-fibra.
De 0,65 a 0,80	Delgada	Fibras parcialmente colapsadas muy poco. Buena superficie de contacto. Buena unión de fibra-fibra.
Mayor a 0,80	Muy delgada	Las Fibras se colapsan. Buena superficie de contacto. Buena unión de fibra-fibra

Fuente Villaseñor et al 2000.

### 2.6. Planos Anatómicos de Corte

Tamayo (2007) y Gorena (2009), para estudios anatómicos adoptan los siguientes planos o secciones de corte.

- a) En el *corte transversal* los poros leñosos, parénquima y las fibras, son cortados transversalmente, pues sus elementos muestran sus rasgos distintivos más acusados. En este tipo de corte se puede observar la disposición y contenido de los poros, los distintos tipos de parénquima, el tipo de porosidad (Giménez et al. 2005).
- b) En el *corte longitudinal* se muestran características diferentes y complementan los caracteres observados en el transversal.
- c) El *Corte Radial* se lo realiza paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento.

## **2.7. Descripción Botánica de las Especies**

### **2.7.1. *Gmelina arborea* Roxb**

#### **2.7.1.1. Clasificación taxonómica**

**Clase:** Magnoliopsida

**Subclase:** Asteridae

**Orden:** Lamiales

**Familia:** Verbenaceae

**Género:** *Gmelina*

**Especie:** *arborea*

**Nombre científico:** *Gmelina arborea*

**Nombre vulgar:** Melina

#### **2.7.1.2. Descripción de *Gmelina arborea* Roxb**

La *Gmelina arborea* Roxb, es una especie nativa del sureste asiático, al igual que otras especies introducidas en América, la melina es considerada como una de las especies de mayor potencial comercial por su capacidad de renovación y transformación de su madera, ha sido introducida con éxito en países como Costa Rica, Colombia, Brasil y Nicaragua ya cuentan con plantaciones industriales para su explotación comercial (Obregón 2003).

Además Rojas et al. (2004) menciona que tiene un crecimiento, es oportunista en los bosques húmedos y se clasifica como una pionera de vida larga. Es caducifolia, en las

zonas secas, puede llegar a medir 30 m de altura y presentar más de 80 cm de diámetro. Entre sus principales atributos botánicos están:

**Copa:** presenta una copa amplia en sitios abiertos, pero en plantación su copa es densa y compacta.

**Corteza:** lisa o escamosa, de marrón pálida a grisácea; en árboles de 6-8 años de edad se exfolia en la parte engrosada de la base del tronco y aparece una nueva corteza, de color más pálido y lisa.

**Raíz:** presenta un sistema radical profundo, aunque puede ser superficial en suelos con capas endurecidas u otros limitantes de profundidad.

**Fuste:** tiene un fuste marcadamente cónico, por lo regular de 0,50 – 0,80 m de diámetro, en ocasiones hasta de 1,43 m, sin contrafuertes pero en ocasiones engrosado en la base.

**Hojas:** grandes (10-20 cm de largo), simples, opuestas, enteras, dentadas, usualmente más o menos acorazonadas, de 10-25 cm de largo y 5-18 cm de ancho, decoloradas, el haz verde y glabra, el envés verde pálido y aterciopelado, nerviación reticulada, con nervios secundarios entre 3 y 6 pares y estípulas ausentes.

**Flores:** Numerosas, amarillo-anaranjadas, en racimos, monoicas perfectas, cuya inflorescencia es un racimo o panícula cimosa terminal, cáliz tubular, corola con 4-5 sépalos soldados a la base del ovario, de color amarillo brillante, cáliz 2.5 cm de largo y 4 estambres. La floración ocurre justo cuando las hojas han caído o cuando las nuevas hojas comienzan a desarrollarse.

**Frutos:** es un fruto carnoso tipo drupa, de forma ovoide u oblonga, carnoso, succulento, con pericarpo coriáceo y endocarpo óseo, de color verde lustroso, tornándose amarillo brillante al madurar, momento en el que caen al suelo, lo que facilita su recolección. Entre los frutos caídos naturalmente del árbol, los más indicados de recolectar son los de color verde amarillento, debido a que tienen el mayor porcentaje de germinación.

**Semillas:** las semillas de esta especie se encuentran formando parte del endocarpo del fruto, son de forma elipsoidal, comprimidas, de 7-9 mm de largo; testa color café, lisa, opaca, membranosa, muy delgada; el embrión es recto, comprimido, de color amarillo

crema y ocupa toda la cavidad de la semilla; los cotiledones son dos, grandes, planos, carnosos y elipsoidales; la radícula es inferior y corta.

### **2.7.1.3. La madera y usos**

La madera de melina, se caracteriza por ser moderadamente liviana, de lustre alto y apariencia suave y sedosa. No presenta olor ni sabor distintivos. Entre la albura y el duramen no existe diferencia, su grano es recto a entrecruzado y su textura es gruesa. Su color varía de crema a pardo amarillento, tornándose pardo-rojizo con la edad.

Es una madera de fácil trabajabilidad, que ofrece como principal ventaja, su excelente recepción a los tintes, dejándose teñir para adquirir tonos semejantes a otras especies como el cedro, el roble, el pino, etc.; cualidad que le permite ser una madera versátil y una de las mejores opciones para elaborar productos de calidad de mediano o alto valor. Con su madera se pueden elaborar productos primarios o secundarios que la convierten en una de las maderas de mayor uso industrial y doméstico (Moya 2004).

La madera es utilizada para aserrío, construcciones rurales y construcción en general, tarimas, leña, muebles, artesanía, cajonería, pulpa para papel, contrachapados, embalajes, postes, tableros, carpintería, tableros y aglomerados.

En la construcción se utiliza en cerchas, columnas sólidas, pisos, molduras, mostradores, puestas, rodapié, tablilla, vigas sólidas, vigas laminadas, columnas laminadas, tableros laminados, marcos de puertas y ventanas y contrachapado. En mueblería se utiliza en archivadores, bancas, camas, cómodas, juegos de comedor, juego de sala, mesas, sillas, sillones, trinchantes, escritorios y estantes para oficina. Además se emplea para hacer artesanías, lápices, fósforos, paletas para helados y mondadientes (González y Serrano 2004).

Por su virtud de rápido crecimiento, es una especie de uso múltiple que presenta gran potencial agroforestal, puede emplearse como cerca viva, cortina rompevientos y linderos maderables. Además no permite asociados con cultivos, a no ser que estos sean establecidos bajo la modalidad taungya, esto es que se siembren junto a la especie y por única vez, entre ellos destacan el maíz y el frijol.

Su leña es buena, es uno de los mejores árboles para pulpa y papel; sus hojas dan un forraje apreciado por el ganado, la corteza, raíces y frutos presentan propiedades

medicinales, es una excelente especie melífera, y se puede plantar como ornamental (Rojas et al. 2004).

## **2.7.2. *Schizolobium parahybum* Bell Blake**

### **2.7.2.1. Clasificación taxonómica**

**Clase:** Dicotiledóneas

**Subclase:** Angiospermas

**Orden:** Rosales

**Familia:** CAESALPINIACEAE

**Género:** *Schizolobium*

**Especie:** *parahybum*

**Nombre científico:** *Schizolobium parahybum*

**Nombre vulgar:** Pachaco

### **2.7.2.2. Descripción de *Schizolobium parahybum* Bell Blake**

Según Justiniano et al. (2001), el *Schizolobium parahybum* Bell Blake, es una especie nativa de las selvas del Brasil, su crecimiento es sumamente rápido, se encuentra en otros países también americanos, aunque lo más frecuente es su introducción como árbol de cultivo ornamental, pero también se la puede combinar con cultivos agrícolas de corto a mediano ciclo.

Según Ecuadorforestal (2010) esta especie tiene excelentes resultados en el establecimiento de plantaciones puras y sistemas agroforestales ubicados en la región Litoral, es una madera muy requerida por la industria del contrachapado. Entre sus principales atributos botánicos están:

**Tronco:** bien formado, recto y cilíndrico, con un diámetro de alrededor de 1 m.

**Corteza:** es lenticelada, gris blanquecina y de textura lisa.

**Copa:** es grande cuando el árbol crece aislado y en buenas condiciones de sitio; y es estrecha cuando hay limitaciones de suelos y de climas

**Hojas:** son compuestas, bipinadas y caducas

**Flores:** son unas capsulas amarillentas y rectos, en forma de ramillete de 30 cm, en tiempo de floración son vistas a grandes distancias.

**Fruto:** son vainas aplanadas

**Semilla:** empiezan a producir semillas alrededor de 11 a 12 años, aproximadamente miden 2 cm de longitud y se puede encontrar de 1 000 a 1 200 semillas secas por kilogramo.

### **2.7.2.3. La madera y usos**

Los árboles jóvenes de pachaco tienen madera suave, liviana siendo algunas veces dura, resistente fibrosa, de fácil trabajabilidad. La albura es de color blanco amarillento, el duramen de color marrón muy pálido, sin olor, con brillo de mediano a brillante, con grano de recto ha entrecruzado, textura mediana, con un peso específico que varía de 0,30 a 0,40 (Ramírez 1990).

La madera es utilizada en la construcción de tableros aglomerados, contrachapados, marcos para cuadros y cajonería en general; además, se lo utiliza para encofrados, divisiones internas para construcción de casas, elementos de mobiliario o de carpintería interior, puertas, molduras, pulpa para papel, construcción de cajas, juguetes y maquetas (Rosales 1999).

## **2.8. Estudios Anatómicos de las Especies *Gmelina arborea* Roxb y *Schizolobium parahybum* Bell Blake**

Rodríguez et al. (2004), realizaron un estudio en Costa Rica denominado manual para productores de melina, cuya investigación tuvo como objetivo conocer las características anatómicas y dureza de madera juvenil de *Gmelina arborea*, en edades de dos, tres y cuatro años.

Cuadro 3. Características anatómicas de la especie de *Gmelina arborea* Roxb

PARÁMETROS ANATÓMICOS			
Poros	Distribución		Difusa, semicircular o circular
	Agrupación		Solitarios
	Forma		Circular a redondeada
	Frecuencia/mm <sup>2</sup>		De 4 – 5
	Diámetro tangencial (μ)		De 120 – 160
Vasos	Placa de perforación		Simple
	Puntuaciones		Alternas, redondeadas o angulares u horizontales a verticales
Parénquima axial	Tipo	Apotraqueal	Difuso o en bandas marginales
		Paratraqueal	Aliforme
Parénquima radial (Radios)	Radios/mm		De 1 – 2
	N° de células a lo ancho		2-5
	Series		Multiseriados
	Tipo de células marginales		Procumbentes cuadráticas
Fibras	Paredes		Finas
	Longitud (μ)		780 – 1310
	Diámetro (μ)		25,36 – 37,04
	Espesor de pared (μ)		2,85 – 4,40
Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )			0,47

Fuente: Rodríguez et al. (2004)

En el siguiente cuadro se presenta los resultados del estudio realizado en Venezuela por Espinoza et al. (2006), cuyo objetivo fue de determinar la presencia de cristales en la madera de pachaco.

Cuadro 4. Características anatómicas de la madera de *Schizolobium parahybum* Bell

PARÁMETROS ANATÓMICOS			
Poros	Distribución		Difusa
	Agrupación		Solitarios y múltiples radiales de 2-3
	Frecuencia/mm <sup>2</sup>		2
	Diámetro tangencial (μ)		200 – 216
Vasos	Placa de perforación		Simple
	Puntuaciones		Alternas, circulares a ovaladas
Parénquima axial	Tipo	Paratraqueal	Vasicéntrico delgado
Parénquima radial (Radios)	Radios/mm		5 – 7
	Largo (μ)		321 – 350
	N° de células a lo ancho		1 – 5
	Series		2 – 4
	Tipo de células marginales		Homocelulares (ocasionalmente heterocelulares)
Fibras	Paredes		Delgadas
	Longitud (μ)		966 – 1023

Fuente: Espinoza de Pernia et al. (2007)

## **2.9. La Fertilización**

La fertilidad del suelo es un factor factible de ser controlado por el hombre para entregar elementos nutricionales en cantidades, formas y proporciones requeridas para lograr un máximo crecimiento de las plantas vía aplicación de fertilizantes. Por otra parte, la respuesta a la fertilización puede ser bien explicada como un proceso que acelera el crecimiento, conduciendo a una reducción de la edad de rotación. Según Rubilar (1998), las razones del uso de los fertilizantes han sido:

- a) Aumentar los niveles naturales de fertilidad del suelo y permitir un balance entre los nutrientes
- b) Proveer cantidades de nutrientes que permitan producir tasas de crecimiento aceptables predeterminadas.
- c) Mantener tasas de crecimiento aceptables en el largo plazo.

Los criterios de diagnóstico para la selección de sitios que presenten respuestas biológicas a la adición de fertilizantes, incluyen: características del perfil de suelo, posición topográfica, provincia fisiográfica, niveles de fertilidad del suelo, concentraciones foliares, clase de sitio y densidad del rodal. Las decisiones de cuando aplicar fertilizantes deberían considerar además experiencias pasadas y conocimiento local de los fertilizantes. Además, la respuesta a la fertilización, expresada en términos biológicos, requiere de la capacidad de analizar áreas físicas de respuesta más probable y de referir la respuesta a términos económicos (Rubilar 1998).

### **2.9.1. Los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas**

Según Arévalo y Arévalo (2013), dieciséis elementos son esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y estos provienen del aire y del suelo circundante en el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo. Los elementos siguientes son derivados.

- a) Del aire: carbono (C), como CO<sub>2</sub> Dióxido de carbono
- b) Del agua: Hidrógeno (H), y oxígeno (O), como H<sub>2</sub>O
- c) Del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N)
- d) Las plantas leguminosas obtienen el nitrógeno del aire con la ayuda de bacterias que viven en los nódulos de las raíces.

Otros elementos químicos son tomados en cuenta. Estos pueden ser nutrientes beneficiosos para algunas plantas, pero no esenciales para el crecimiento de todas.

## **2.9.2. Las funciones de los nutrientes**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2000), aparte del carbono (C), la planta coge todos los nutrientes de la solución del suelo. Estas se dividen en dos categorías: macronutrientes y micronutrientes o microelementos.

### **2.9.2.1. Los macronutrientes**

Dentro de este grupo encontramos como son los elementos primarios y los elementos secundarios. Estos elementos se los necesita en grandes cantidades, para obtener buenas cosechas, y tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o más de ellas.

#### **2.9.2.1.1. Los macronutrientes primarios**

Los macronutrientes primarios, se necesitan en grandes cantidades para el crecimiento de las plantas en forma normal, estos nutrientes son: nitrógeno, fósforo y potasio (FAO 2002).

El nitrógeno (N) es el motor de crecimiento de la planta suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) o de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales del desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO 2002).

El fósforo (P), reemplaza del 0,1 al 0,4 % del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO 2002).

El potasio (K), reemplaza del 1 al 4 % del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (sustancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel importante en la síntesis de carbohidratos y proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

#### **2.9.2.1.2. Los nutrientes secundarios**

Las plantas también las absorben en cantidades considerables, por lo general se hallan en el suelo, pero cuando es deficiente se los debe de adicionar. Los nutrientes secundarios son: magnesio, azufre y calcio (FAO 2002).

El magnesio (Mg), es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 % del Mg contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta. Un síntoma adicional de la deficiencia de Mg puede ser una prematura absorción de la hoja (Arévalo y Arévalo 2013).

El calcio (Ca), es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Los iones de calcio ( $Ca^{2+}$ ) son usados en la síntesis de nuevas paredes celulares, particularmente la lámina media que separa las células recientemente divididas. El Ca es también usado durante la división celular del huso mitótico. Es requerido para el normal funcionamiento de las membranas de las plantas y ha sido implicado como un segundo mensajero para varias respuestas de las plantas a ambas señales hormonales y medio ambientales. El objetivo de la aplicación de Ca es el del encalado, es decir reducir la acidez del suelo (Guarnizo 2008).

#### **2.9.2.2. Los micronutrientes o microelementos**

Se denominan micronutrientes u oligoelementos a aquellos elementos nutritivos que, siendo esenciales, son utilizados por las plantas en cantidades relativamente bajas. Son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. El suministro en exceso de boro puede tener un efecto adverso en la cosecha subsiguiente (FAO 2002).

El boro desempeña un rol primario en la biosíntesis y estructura de la pared celular y en la integridad de la membrana plasmática, asimismo está involucrado en el transporte de azúcares, la lignificación de la pared celular, la elongación celular, la síntesis de ácidos nucleicos y las respuestas hormonales (Martínez et al. 2009).

Algunos microelementos pueden ser tóxicos para las plantas a niveles elevados que lo normal. En la mayoría de los casos esto ocurre cuando el pH es muy ácido. La toxicidad del aluminio y del manganeso es la más fuerte, en relación directa con suelos ácidos (FAO 2002).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Localización Política y Geográfica de los Sitios en Estudio

La presente investigación se la realizó en dos sitios de la provincia de Zamora Chinchipe (Figura 1), cuya localización política y geográfica es la siguiente:

En el cantón Zamora, sector “La Victoria” en un terreno de La Unidad “Batallón de Selva 62 Zamora”, se encuentra a 5 km de la ciudad de Zamora, vía Yanzatza; en las siguientes Coordenadas UTM:

Latitud: 730 195 Sur  
Longitud: 9 552 202 Oeste  
Altitud: 950 m snm.

En el cantón Centinela del Cóndor, parroquia Panguintza sector “Los Zapotes” se encuentra ubicado a 30 km. de la ciudad de Zamora, en las siguientes Coordenadas UTM:

Latitud : 741 831 Sur  
Longitud: 9 568 110 Oeste  
Altitud: 886 m snm.

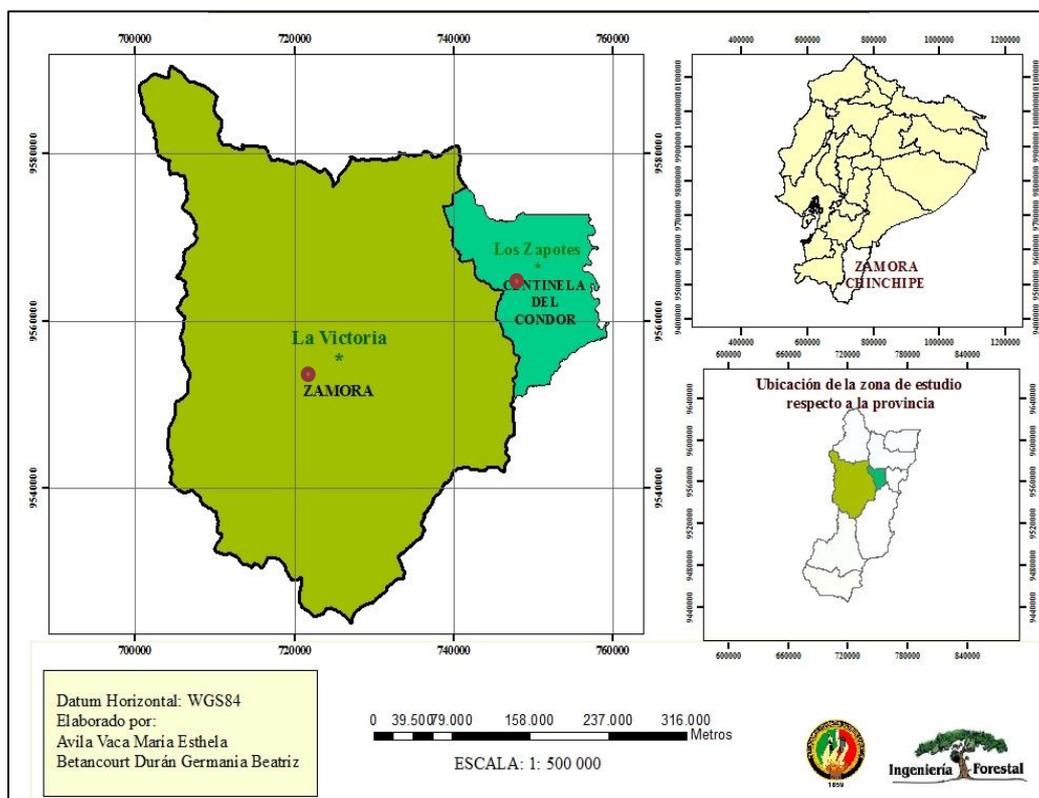


Figura 1. Localización de la zona de estudio Zamora y Centinela del Cóndor

## **3.2. Caracterización ecológica**

### **3.2.1. Zamora sitio “La Victoria”**

Temperatura: oscila entre 18 y 22 °C

Pendiente: 15 %

Suelos: se han formado de la granodiorita (typic Kandihumults) (Valarezo et al. 2010).

Formación ecológica: bosque húmedo Premontano (bhPM).

Precipitación promedia anual: 1500 a 2000 mm

Humedad relativa: 90 % (GAP de Zamora Chinchipe 2011).

### **3.2.2. Panguintza sitio Los Zapotes**

Temperatura: que oscila entre 18 y 24 °C

Pendiente: 60 %

Suelos: provienen de andesita y brechas tobáceas (Rhodic Kandihudlts)

Formación ecológica: bosque muy húmedo Premontano (bmhPM).

Precipitación promedio anual: 2 000 a 3 000 mm

Humedad constante: 89 % (GAP de Zamora Chinchipe 2011).

En ambos sitios los suelos son muy profundos y muy ácidos (Valarezo et al. 2010).

## **3.3. Aspectos socioeconómicos de la provincia de Zamora Chinchipe**

La Unidad de Gestión Territorial del Consejo Provincial de Zamora Chinchipe (2011) ha realizado el estudio del crecimiento económico de la Provincia de Zamora Chinchipe, la cual se fundamenta a través del desarrollo del sector agrícola y pecuario, así se destacan la producción de: café, plátano, cacao, maíz, yuca, frutas (cítricos), leche, carne, subproductos y otros productos.

Del total del suelo agrícola en la Provincia de Zamora Chinchipe, el 65 % se ha empleado para pastos cultivados; 26 % para pastos naturales o páramos; 4 % para cultivos permanentes; otro 4 % para cultivos asociados; para cultivos transitorios se ha empleado un 1 % y el área con vegetación pantanosa es inferior al 1 %.

Dentro de la explotación de madera en el año 2010, el cantón Zamora explota grandes cantidades de madera que corresponde al 7 833,91 m<sup>3</sup>, obtenidos de 543 ha y en el cantón Centinela del Cóndor se ha explotado 911,88 m<sup>3</sup>, obtenidos de 72,5 ha (MAE 2010).

### 3.4. Antecedentes de los Ensayos de Melina y Pachaco

Los ensayos fueron instalados en el 2009, dentro del proyecto “Gestión de la fertilidad del suelo con enmiendas de carbón vegetal en plantaciones de árboles maderables en el Sur de la Amazonia Ecuatoriana”, realizado por el Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía (CEDAMAZ) de la Universidad Nacional de Loja.

#### 3.4.1. Instalación de los ensayos

Se utilizó un diseño experimental con un arreglo en parcelas subdivididas en bloques al azar, con un arreglo factorial de 2 x 2 x 3, con 12 tratamientos y cuatro repeticiones. En el cuadro 5 se muestra los factores aplicados a cada tratamiento, y el cuadro 6 los tratamientos.

Cuadro.5 Factores y niveles de los tratamientos

Factor	Niveles	Simbología
A. Especies	1. Melina	A1
	2. Pachaco	A2
B. Fertilización	1. Sin fertilización	F1
	2. Con fertilización	F2
C. Carbón vegetal	1. 0 ton/ha	C1
	2. 3 ton/ha	C2
	3. 6 ton/ha	C3

Cuadro 6. Tratamientos, factores y niveles en estudio

Tratamientos	
Simbología	Significado
T1 = A1F1 C1 (Testigo)	Pachaco sin fertilización + 0 t/carbón vegetal
T2 = A1F2 C1	Pachaco con fertilización + 0 t/carbón vegetal
T3 = A1 F1C2	Pachaco sin fertilización + 3 t/carbón vegetal
T4 = A1 F2C2	Pachaco con fertilización + 3 t/carbón vegetal
T5 = A1F1 C3	Pachaco sin fertilización + 6 t/carbón vegetal
T6 = A1F2 C3	Pachaco con fertilización + 6 t/carbón vegetal
T7 = A2F1 C1 (Testigo)	Melina sin fertilización + 0 t/carbón vegetal
T8 = A2 F2C1	Melina con fertilización + 0 t/carbón vegetal
T9 = A2F1 C2	Melina sin fertilización + 3 t/carbón vegetal
T10= A2F2C2	Melina con fertilización + 3 t/carbón vegetal
T11= A2F1C3	Melina sin fertilización + 6 t/carbón vegetal
T12 =A2F2C3	Melina con fertilización + 6 t/carbón vegetal

Consecuentemente cada bloque está formado por dos parcelas de 864 m<sup>2</sup> cada una para el factor especies arbóreas. A su vez, estas se dividen en dos sub parcelas para los dos niveles de la combinación de cal<sup>1</sup> y fertilización mineral. Las sub-sub parcelas corresponden a los tres niveles de carbón vegetal. Cada sub-sub parcela contiene 16 plantas de una de las especies maderables, plantadas en cuadro a 3 x 3 m. Las especificaciones de los bloques y las parcelas del experimento son:

Número de repeticiones (bloques) en cada sitio experimental: 4

Número de plantas por sub-sub parcelas de melina: 16

Total de plantas de melina: 384

Número de plantas por sub-sub parcelas de pachaco: 16

Total de plantas de pachaco: 384

Número de sub-sub parcelas por sitio experimental: 48.

Área de la sub-sub parcela: 12 x 12 m (144m<sup>2</sup>),

Área total experimental: 6 912 m<sup>2</sup>.

### **3.4.2. Plantación de las especies maderables y aplicación de enmiendas**

Se utilizaron plántulas de pachaco y melina de cuatro meses de edad. Para la siembra de cada plántula en el sitio específico se excavó un hoyo de 0,3 m de profundidad, con un diámetro de 2,40 m (Zamora) y 2,00 m (Centinela del Cóndor), aplicando el fertilizante y el carbón vegetal en partículas de menos de 0,5 cm, los materiales se incorporaron homogéneamente y se mezcló con el suelo excavado.

### **3.5. Metodología para Determinar la Estructura Anatómica que presentan las Especies *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, por Efecto de la Aplicación de Tratamientos de Fertilización al Cuarto Año, en Plantaciones de Panguintza y Zamora.**

La determinación y evaluación de la estructura anatómica y su respectivo análisis se realizó en el Laboratorio de Anatomía y Dendrocronología de la Madera de la Universidad Nacional de Loja perteneciente al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.

---

<sup>1</sup> Carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub>

### 3.5.1. Toma de muestras de madera en el campo

Para ello se realizó una pequeña variación de las normas INEN 1163 (Metodología para la descripción de las características generales macroscópicas y microscópicas de la madera), con la finalidad de no causar impacto en el crecimiento de los árboles. En este sentido se extrajo un pequeño cilindro, de 2 cm de diámetro y 3 cm de largo, de los árboles en pie a la altura de 10 cm sobre el nivel del suelo, así mismo se obtuvo un muestra de 1x1 cm de los arboles abatidos del raleo realizado en la plantación.

Se tomó una muestra de los cuatro árboles centrales de cada tratamiento, para evitar los efectos de borde tal como se muestra en la figura 2; dándonos un total de 192 cilindros de *Schizolobium parahybum* y 192 cilindros de *Gmelina arborea*, obteniendo un total de 384 muestras extraídas.

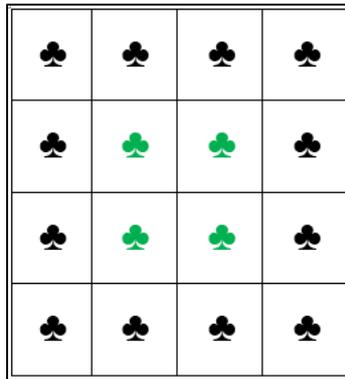


Figura 2. Distribución de los árboles en una parcela sub - sub dividida.

El instrumento que se utilizó para la extracción de las muestras fue el barreno (Figura 3).



Figura 3. Barreno utilizado en la extracción de muestras.

### 3.5.2. Cálculo de la densidad o peso específico<sup>2</sup>

Para calcular la densidad de las maderas, se utilizó el método de Arquímedes, el cual consiste en calcular el volumen de agua que se incrementa en la probeta al sumergir la muestra de madera, para ello al momento de extraer las muestras en el campo se colocó 50 ml de agua en una probeta donde se introdujo la muestra extraída y el volumen que se incrementó en la probeta corresponde al volumen de la madera, inmediatamente se retiró de la probeta la muestra para proceder a pesarlas, obteniendo así su volumen y peso en verde; posteriormente en el laboratorio se eliminó el agua de dichas muestras colocándolas en la estufa a una temperatura de 105 °C en un período de 24 horas, luego se las pesó y se tomó nuevamente su volumen en la probeta, siendo éstos los valores en seco; finalmente se procedió a realizar el respectivo cálculo de la densidad según la norma ASTM utilizando la siguiente formula:

$$\text{Densidad básica } \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{\text{Peso anhidro}}{\text{Volumen en verde}}$$

### 3.5.3. Preparación de las muestras en el laboratorio

De los cilindros de madera obtenidos en el campo, se extrajo un pequeño cubo de 1 x 1 x 1 cm, cada uno de ellos fueron introducidos en fundas de papel previamente codificadas, donde se detalló: el cantón correspondiente, el número del tratamiento, el número de bloque y el número de árbol al que pertenece la muestra.

### 3.5.4. Realización de cortes

Con el uso de un micrótopo de deslizamiento horizontal Leitz, se realizó de cada cubo obtenido tres cortes: transversal, tangencial y radial, obteniendo pequeñas y finas láminas de madera, cuyo espesor esta entre 1 a 5 micras, éstas fueron colocadas por

---

<sup>2</sup>La densidad o peso específico es considerado como uno de los mejores indicadores de la resistencia y los valores de las propiedades mecánicas en la madera, también se la puede considerar como la expresión física de algunas características anatómicas siendo una de las propiedades físicas más importantes debido a la relación que tienen con otras propiedades y con la utilización de la madera.

separado según el plano de corte, en porta objetos previamente codificados. El total de cortes micrométricos para las dos especies fue de 1 152.

Con los planos de corte se observó los siguientes elementos anatómicos, como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 7. Variables anatómicas a observarse en los diferentes planos de corte

VARIABLES ANATÓMICAS		PLANO DE CORTE	
Poros	Distribución	Transversal	
	Orientación	Transversal	
	Agrupación	Transversal	
	Forma	Transversal	
	N°/mm <sup>2</sup>	Transversal	
	Diámetro tangencial (μ)	Transversal	
Vasos	Placa de perforación	Tangencial	
	Puntuaciones	Tangencial	
Parénquima axial	Tipo	Transversal	
	Forma de células	Radial	
Parénquima radial	Radio/mm	Tangencial	
	Ancho	(μ)	Tangencial
		N° células	Tangencial
	Células marginales	N° células	Tangencial
		Tipo	Radial

### 3.5.5. Tinción y deshidratación de los cortes

Las láminas micrométricas que se obtuvo anteriormente, fueron sometidas a procesos de tinción con azul de metileno y safranina al 5 % de concentración dejándola reposar por unos dos minutos dependiendo de la especie, el exceso de estas sustancias se eliminó con agua destilada hasta que esta quede cristalina; para posteriormente deshidratar, con alcohol al 50, 96 y 100 % y finalmente se esperó por periodo de 5 minutos para que estas se sequen.

### 3.5.6. Montaje de los cortes

Una vez deshidratadas las muestras en su respectivo porta objetos se procedió a fijar al cubre objetos colocando una gota PVLG (ácido polivinílico, ácido láctico y glicerina). Finalmente se dejó las muestras en la estufa a una temperatura de 60 °C por 24 horas esto se realizó con el objetivo de eliminar el aire que se encuentra junto a la muestra, de esta manera están listas para la observación en el microscopio y hacer las medidas.

### 3.5.7. Maceración de tejidos

De los cubos de las dos especies, se obtuvieron de 10 - 20 palillos de 2 mm de espesor, los cuales se depositaron en un tubo de ensayo, agregándole ácido nítrico al 40 %. En esta solución las muestras permanecieron 24 horas, luego los palillos se lavaron con agua destilada lo cual facilitó la desintegración de la madera, posteriormente se colocó los tubos de ensayo al autoclave por un periodo de dos horas, para la separación de las fibras. Finalmente se colocó una gota de esta maceración en el porta objeto para su respectiva observación y medición. Se realizó una maceración por cada árbol muestreado, con un total de 384 maceraciones. Con este proceso se pudo observar las siguientes variables anatómicas: largo, diámetro de la fibra, diámetro del lumen y espesor de la pared celular. Para determinar la calidad de la madera se calculó los siguientes parámetros:

$$\text{Infiltramiento (I)} = \frac{\text{Longitud de fibra}}{\text{Ancho de fibra}}$$

$$\text{Flexibilidad (C)} = \frac{\text{Diámetro de lumen}}{\text{Ancho de fibra}}$$

$$\text{Fracción de pared (P)} = \frac{2 \times \text{espesor pared de fibra}}{\text{Diámetro de fibra}}$$

$$\text{Factor Runkel (R)} = \frac{2 \times \text{espesor pared de fibra}}{\text{Diámetro de lumen}}$$

(Maza 2009).

### 3.5.8. Medición de los elementos anatómicos

Primero se realizó la captura de las microfotografías en 4x, 10x y 40x de los cortes micrométricos y de la maceración de los tejidos, esto se realizó con la ayuda del microscopio con cámara incorporada que se encuentra en el Laboratorio de Anatomía y Dendrocronología de la Madera de la Universidad Nacional de Loja; luego mediante el uso del software Motic e Infinitic, se procedió a realizar observaciones y mediciones de cada uno de los parámetros anatómicos (poros, vasos, parénquima axial, parénquima radial y fibras etc.), en cada plano de corte de acuerdo la Nomenclatura International Association Wood Anatomists (IAWA), cuyos resultados están almacenados en una base de datos (Excel) de los cuales se calculó los promedio y la desviación estándar.

### **3.6. Metodología para Establecer las Diferencias Anatómicas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., entre los Resultados Obtenidos en el Segundo Año y los del Cuarto Año de haber sido Plantadas**

Tomando como base los datos obtenidos de la tesis “Variabilidad de la estructura anatómica de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., por efecto de la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización, en la Provincia de Zamora Chinchipe” realizada en el año dos por Arévalo y Arévalo en el 2013, se estableció las diferencias de los parámetros anatómicos, entre los diferentes tratamientos de fertilización y los sitios donde se extrajeron las muestras, a fin de conocer si existen variaciones en uno o en todos los parámetros anatómicos.

Para el análisis estadístico se tomó en cuenta cada una de las especies por separado. Este análisis se lo realizó con el uso del programa estadístico InfoStat. Para establecer las diferencias de los elementos anatómicos entre tratamientos, edad y sitios se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) con un error estándar del 5%. Aplicando la prueba de Tukey para los elementos anatómicos que presentaron datos menores al 0,05. Para ello utilizo el siguiente diseño estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + s_i + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Observación de los parámetros anatómicos

$\mu$  = Promedio general de los parámetros anatómicos

$s_i$  = Efecto al i-esimo tratamiento (fertilizante, sitio, edad)

$E_{ij}$  = Término del error aleatorio

### **3.7. Metodología para difundirlos resultados de la investigación a los actores involucrados, docentes y estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal**

Para la difusión de los resultados de la presente investigación se realizó una presentación a la planta docente y estudiantes de cuarto y quinto año de la Carrera de Ingeniería Forestal (CIF), se les entregó un tríptico en el cual esta detallado un resumen de los resultados; además, se entregó una copia de la tesis a la Secretaría de la Carrera de Ingeniería Forestal, así como a la Biblioteca del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables (AARNR), al Laboratorio de Dendrocronología y Anatomía, y también se entregó un artículo científico a la biblioteca del área.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Estructura anatómica que presentan las especies *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, por efecto de la aplicación de tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones del sitio “La Victoria” Zamora.

#### 4.1.1. Características Anatómicas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake

##### 4.1.1.1. Poros

Según la norma AIWA la madera de esta especie presenta porosidad difusa, orientación diagonal a radial, aproximadamente el 90 % presenta poros solitarios y el porcentaje restante está conformado por poros múltiples. Los poros solitarios son de tamaño mediano cuyo diámetro promedio es de  $143,75 \pm 29,21 \mu\text{m}$ . En relación a la frecuencia se encuentra de  $2 - 3/\text{mm}^2$  (Figura 4).

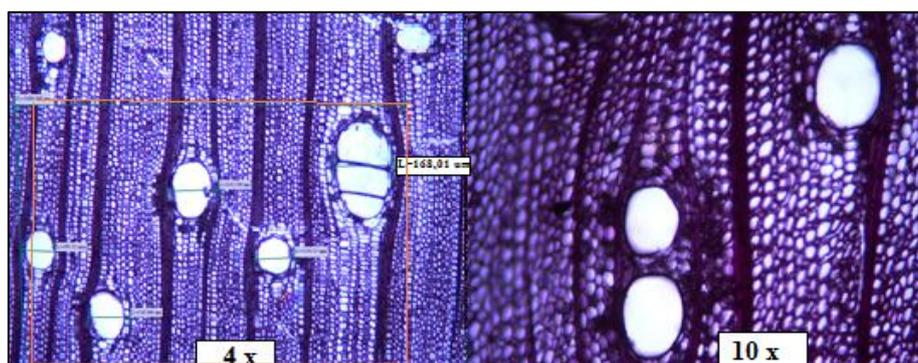


Figura 4. Número por  $\text{mm}^2$ , tamaño, orientación de los poros en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “La Victoria” Zamora.

Cuadro 8. Frecuencia y diámetro de poros por tratamientos en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Frecuencia ( $\text{mm}^2$ )	Diámetro ( $\mu\text{m}$ )
T1 = A1F1 C1	3	$121,78 \pm 30,60$
T2 = A1F2 C1	2	$154,87 \pm 36,46$
T3 = A1 F1C2	3	$136,67 \pm 43,56$
T4 = A1 F2C2	2	$164,27 \pm 38,84$
T5 = A1F1 C3	3	$136,46 \pm 39,61$
T6 = A1F2 C3	3	$148,45 \pm 40,20$
$\bar{X}$	3	$143,75 \pm 38,21$

#### 4.1.1.2. Parénquima

Esta especie presenta parénquima apotraqueal difuso escaso y parénquima paratraqueal vasicéntrico (Figura 5)



Figura 5. Parénquima paratraqueal vasicéntrico de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “La Victoria” Zamora.

#### 4.1.1.3. Radios

Presentan radios de distintos tamaños bien diferenciados. Por el tipo de células se clasifica como radios heterogéneas con células procumbentes distribuidas en cuatro hileras, las células erectas constituidas por una sola capa (Figura 6).

Según la norma AIWA se ubican en el rango 4 a 12 por mm, con un promedio de 6 radios como se evidencia en el cuadro 9. En lo que se refiere a la altura de los radios están entre un promedio de  $218,95 \pm 22,03 \mu\text{m}$ . El número de series de células parenquimáticas está entre 1 – 3. Con un porcentaje de 90 %.

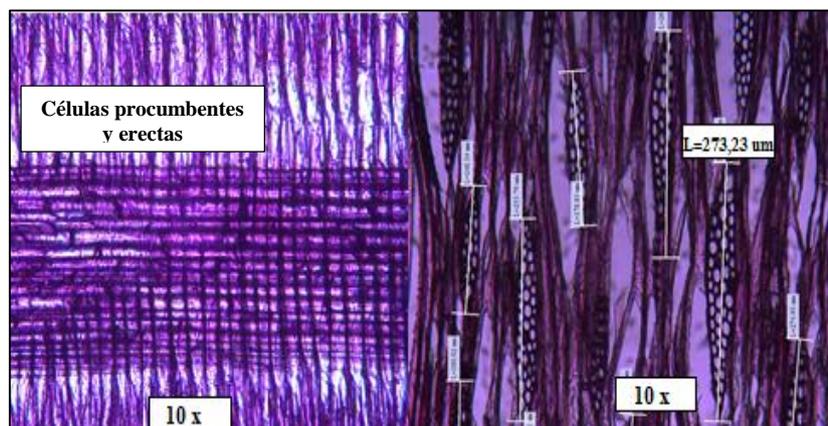


Figura 6. Altura de los radios, células procumbentes y erectas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “La Victoria” Zamora.

Cuadro 9. Número de radios por mm y altura de radios por tratamientos en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Radios/ mm	Alto de radio (µm)
T1 = A1F1 C1	7	209,54 ± 9,81
T2 = A1F2 C1	6	207,11 ± 6,32
T3 = A1 F1C2	6	216,95 ± 6,22
T4 = A1 F2C2	6	220,78 ± 8,61
T5 = A1F1 C3	6	226,45 ± 7,48
T6 = A1F2 C3	6	232,84 ± 9,76
$\bar{X}$	6	184,02 ± 6,40

#### 4.1.1.4. Vasos

Los vasos presentan placa de perforación simple, pequeños con longitud media de 201,29 ± 44,70 µm, sus paredes con punteaduras intervasculares alternas, bordes angulares y pequeñas de diámetro promedio de 3,58 ± 0,42 µm (Figura 7).

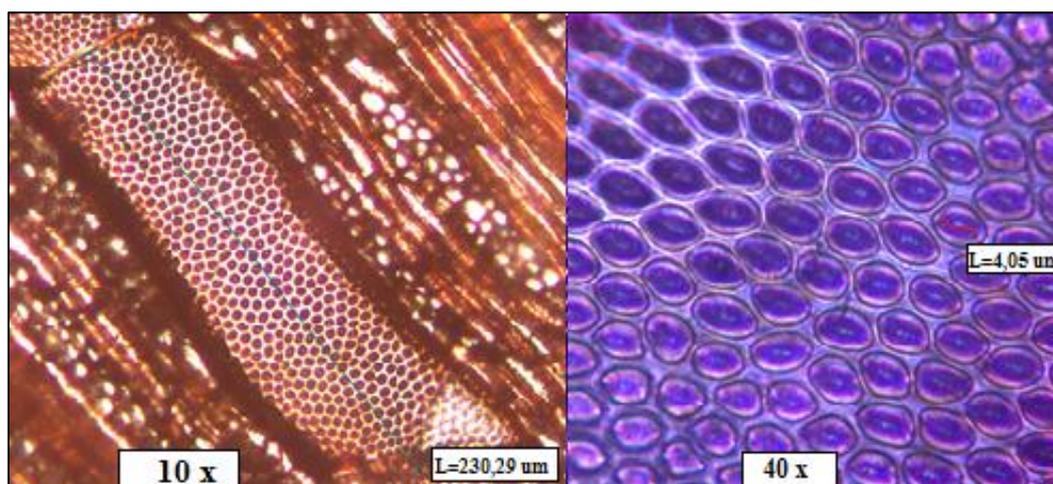


Figura 7. Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “La Victoria” Zamora.

Cuadro 10. Longitud de vasos y diámetro de las punteaduras por tratamientos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Diámetro de las punteaduras ( $\mu\text{m}$ )	Longitud del vaso ( $\mu\text{m}$ )
T1 = A1F1 C1	$3,52 \pm 0,29$	$189,50 \pm 39,32$
T2 = A1F2 C1	$3,44 \pm 0,26$	$196,08 \pm 48,92$
T3 = A1 F1C2	$3,72 \pm 0,35$	$161,20 \pm 33,92$
T4 = A1 F2C2	$3,99 \pm 0,53$	$292,09 \pm 43,83$
T5 = A1F1 C3	$3,31 \pm 0,79$	$177,57 \pm 41,74$
T6 = A1F2 C3	$3,51 \pm 0,31$	$227,29 \pm 50,49$
$\bar{X}$	$3,58 \pm 0,42$	$207,29 \pm 43,04$

#### 4.1.1.5. Fibras e índices de calidad

Fibras medianas no septadas con una longitud promedio de  $943,36 \pm 27,69 \mu\text{m}$ , diámetro promedio de fibra  $34,00 \pm 2,65 \mu\text{m}$ , diámetro promedio del lumen  $23,32 \pm 2,46 \mu\text{m}$  y el espesor de la pared celular de la fibra tiene un promedio de  $5,34 \pm 0,25 \mu\text{m}$ . Los índices de calidad son: Infiltramiento  $27,91 \pm 2,07 \mu\text{m}$ , fracción de la pared  $0,32 \pm 0,02 \mu\text{m}$ , índice de Runkel  $0,46 \pm 0,04 \mu\text{m}$  y flexibilidad  $0,68 \pm 0,02 \mu\text{m}$ . Lo cual determina que la pared de la fibra es delgada, según el factor de Runkel es buena madera (Figura 8).



Figura 8. Longitud, diámetro de fibra y pared celular de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “La Victoria” Zamora.

Cuadro 11. Parámetros de la fibra e índices de calidad por tratamiento de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Largo de la fibra (µm)	Diámetro de la fibra (µm)	Pared celular (µm)	Diámetro del lumen (µm)	Índice de Infiltramiento (I)	Coefficiente de flexibilidad (C)	Fracción de Pared (P)	Índice de Runkel (R)
T1 = A1F1 C1	931,48 ± 39,33	32,53 ± 1,73	4,67 ± 0,04	23,19 ± 1,76	28,64 ± 1,65	0,71 ± 0,02	0,29 ± 0,01	0,40 ± 0,03
T2 = A1F2 C1	949,67 ± 30,51	36,57 ± 6,20	5,88 ± 0,52	24,80 ± 6,57	25,97 ± 3,16	0,68 ± 0,07	0,32 ± 0,07	0,47 ± 0,15
T3 = A1 F1C2	977,43 ± 13,98	32,95 ± 1,78	5,50 ± 0,23	21,94 ± 1,53	29,67 ± 1,31	0,67 ± 0,01	0,33 ± 0,02	0,50 ± 0,03
T4 = A1 F2C2	975,79 ± 12,88	34,44 ± 2,00	5,57 ± 0,26	23,30 ± 1,57	28,33 ± 1,43	0,68 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,48 ± 0,02
T5 = A1F1 C3	937,40 ± 29,20	34,10 ± 2,38	5,24 ± 0,28	23,63 ± 1,82	27,49 ± 2,86	0,69 ± 0,02	0,31 ± 0,01	0,44 ± 0,01
T6 = A1F2 C3	938,39 ± 40,26	33,38 ± 1,81	5,17 ± 0,19	23,05 ± 1,53	28,11 ± 2,02	0,69 ± 0,01	0,31 ± 0,02	0,45 ± 0,02
$\bar{X}$	951,69 ± 27,69	34,00 ± 2,65	5,34 ± 0,25	23,32 ± 2,46	28,04 ± 2,07	0,69 ± 0,02	0,31 ± 0,02	0,46 ± 0,04

#### 4.1.1.6. Densidad

Por su densidad básica esta madera se la clasifica como liviana, cuyo promedio es  $0,39 \text{ g/cm}^3 \pm 0,9 \text{ g/cm}^3$ .

Cuadro 12. Densidad básica por tratamientos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )
T1 = A1F1 C1	0,42 ± 0,01
T2 = A1F2 C1	0,39 ± 0,08
T3 = A1 F1C2	0,39 ± 0,19
T4 = A1 F2C2	0,39 ± 0,05
T5 = A1F1 C3	0,34 ± 0,17
T6 = A1F2 C3	0,38 ± 0,03
$\bar{X}$	0,38 ± 0,08

## 4.2. Características anatómicas y densidad básica de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora.

### 4.2.1.1. Características Anatómicas

#### 4.2.1.2. Poros

Esta especie en el corte transversal presenta anillos de crecimiento indistintos o ausentes. Según la norma AIWA, la madera presenta porosidad difusa, orientación diagonal a radial, exclusivamente solitarios en más del 90 %, el porcentaje restante presenta poros múltiples. Los poros solitarios son de tamaño mediano, cuyo diámetro promedio es de  $121,52 \pm 8,95 \mu\text{m}$ . En relación a la frecuencia, por lo general se encuentran de 5– 6 poros/ $\text{mm}^2$  (Figura 9)



Figura 9. Frecuencia, orientación y diámetro de poros de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora.

Cuadro 13. Frecuencia y diámetro de poros por tratamientos de *Gmelina arborea* Roxb, en el en el sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Frecuencia ( $\text{mm}^2$ )	Diámetro ( $\mu\text{m}$ )
T7 = A2F1 C1	6	$128,07 \pm 11,30$
T8 = A2F2 C1	5	$112,41 \pm 12,71$
T9 = A2 F1C2	6	$118,19 \pm 9,17$
T10 = A2 F2C2	6	$127,75 \pm 2,87$
T11 = A2F1 C3	6	$118,11 \pm 6,96$
T12 = A2F2 C3	5	$126,95 \pm 10,70$
$\bar{X}$	6	$121,91 \pm 8,95$

#### 4.2.1.3. Parénquima

El parénquima axial está ausente o extremadamente raro, y parénquima paratraqueal escaso (Figura 10).

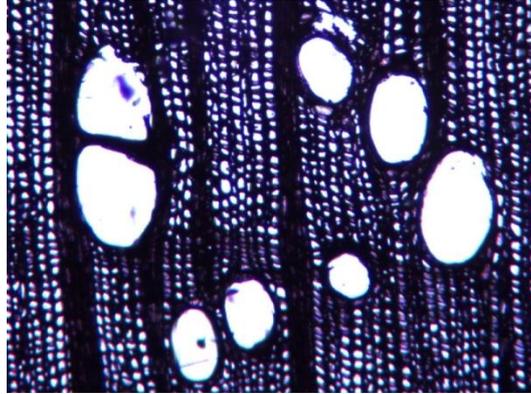


Figura 10. Parénquima paratraqueal escaso de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora.

#### 4.2.1.4. Radios

Presenta radios de distintos tamaños bien diferenciados, por el tipo de células se clasifican como radios heterogéneos con células procumbentes distribuidas en cuatro hileras, las células erectas constituidas por una sola capa (Figura 11).

Según la norma AIWA se ubican en el rango 4 a 12 por mm como se evidencia en el cuadro 14. En lo que se refiere a la altura de los radios están entre un promedio de  $287,24 \pm 24,36 \mu\text{m}$ . El número de series de células parenquimáticas está entre 2 – 4, con un porcentaje del 80 % para las series de 4 células.

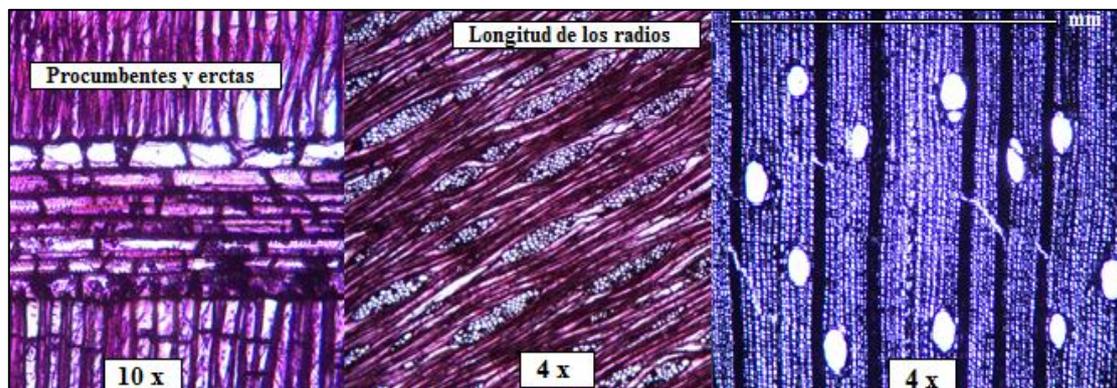


Figura 11. Número de radios por mm y altura de los radios de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora.

Cuadro 14. Número de radios por mm y altura de radios por tratamientos en *Gmelina arborea* Roxb, sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Radios/ mm	Alto de radio (µm)
T7 = A2F1 C1	5	301,07 ± 29,69
T8 = A2F2 C1	5	271,91 ± 27,76
T9 = A2 F1C2	4	294,08 ± 17,16
T10 = A2 F2C2	5	322,64 ± 26,59
T11 = A2F1 C3	5	273,66 ± 24,20
T12 = A2F2 C3	4	260,07 ± 20,75
$\bar{X}$	5	24287, ± 24,36

#### 4.2.1.5. Vasos

Los vasos presentan placa de perforación simple, son pequeños de longitud promedio  $245 \pm 7,40 \mu\text{m}$  y sus paredes con punteaduras alternas, poligonales, ornamentadas. Las punteaduras entre radio y vasos son de bordes diferenciados similar a las punteaduras intervasculares en tamaño y forma de la célula parenquimática radial. El promedio de las punteaduras es  $4,70 \pm 0,09 \mu\text{m}$ .

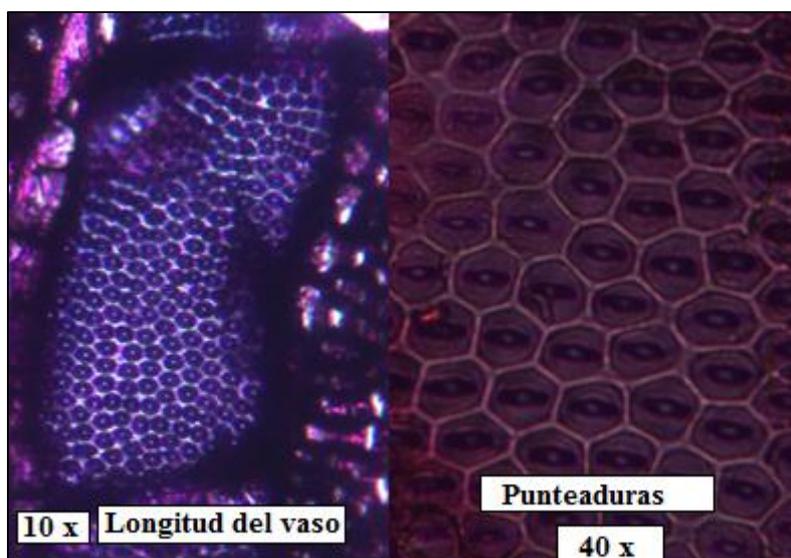


Figura 12. Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora.

Cuadro 15. Diámetro de las punteaduras y longitud de los vasos por tratamientos de *Gmelina arborea* Roxb, sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Diámetro de las punteaduras ( $\mu\text{m}$ )	Longitud del vaso ( $\mu\text{m}$ )
T7 = A2F1 C1	$4,54 \pm 0,16$	$206,06 \pm 4,05$
T8 = A2F2 C1	$4,55 \pm 0,04$	$212,71 \pm 5,60$
T9 = A2 F1C2	$4,67 \pm 0,04$	$231,01 \pm 9,12$
T10 = A2 F2C2	$5,01 \pm 0,10$	$249,99 \pm 8,36$
T11 = A2F1 C3	$4,68 \pm 0,09$	$266,64 \pm 7,60$
T12 = A2F2 C3	$4,62 \pm 0,10$	$249,44 \pm 9,65$
$\bar{X}$	$4,68 \pm 0,09$	$235,98 \pm 7,40$

#### 4.2.1.6. Fibra e índices de calidad.

Fibras medianas no septadas (Figura 13) con una longitud promedio de  $1105,25 \pm 50,44 \mu\text{m}$ , diámetro promedio de la fibra  $31,10 \pm 2,49 \mu\text{m}$ , diámetro promedio del lumen  $21,03 \pm 2,37 \mu\text{m}$  y espesor de la pared de la fibra  $5,04 \pm 0,17 \mu\text{m}$ . Los índices de calidad son: Infiltramiento  $35,67 \pm 3,01 \mu\text{m}$ , fracción de la pared  $0,33 \pm 0,02 \mu\text{m}$ , índice de Runkel  $0,49 \pm 0,5 \mu\text{m}$  y flexibilidad  $0,67 \pm 0,03 \mu\text{m}$ . Lo cual determina que el espesor de la pared es delgada, según el factor de Runkel es buena madera.

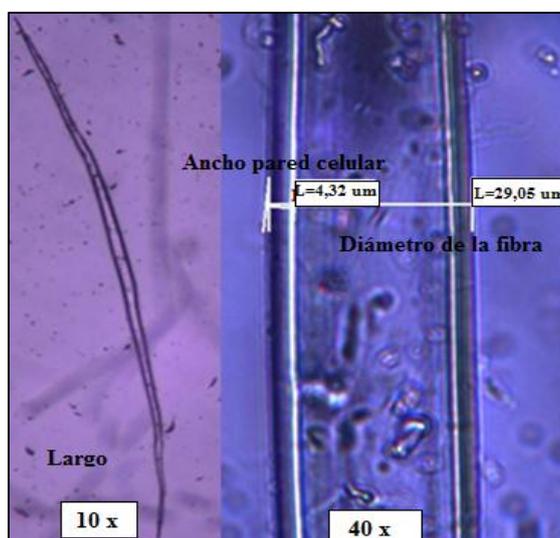


Figura 13. Longitud, diámetro de la fibra, diámetro del lumen y espesor de la pared celular de *Gmelina arborea* Roxb, sector “La Victoria” Zamora.

Cuadro 16. Parámetros de la fibra e índices de calidad por tratamiento de en *Gmelina arborea* Roxb, sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Largo de la fibra (µm)	Diámetro de la fibra (µm)	Pared celular (µm)	Diámetro del lumen (µm)	Índice de Infiltramiento (I)	Coefficiente de flexibilidad (C)	Fracción de Pared (P)	Índice de Runkel (R)
T7 = A2F1 C1	1188,85 ± 31,98	31,52 ± 1,18	5,17 ± 0,13	21,17 ± 1,02	37,72 ± 1,65	0,67 ± 0,01	0,33 ± 0,02	0,49 ± 0,02
T8 = A2F2 C1	1131,18 ± 56,81	32,63 ± 1,01	4,85 ± 0,23	22,93 ± 1,23	34,67 ± 3,16	0,70 ± 0,02	0,30 ± 0,03	0,42 ± 0,04
T9 = A2 F1C2	1039,21 ± 17,85	30,23 ± 2,51	5,01 ± 0,29	17,70 ± 2,26	34,38 ± 1,31	0,59 ± 0,03	0,33 ± 0,02	0,57 ± 0,07
T10 = A2 F2C2	1043,35 ± 33,10	29,81 ± 5,33	4,83 ± 0,21	20,14 ± 4,97	35,00 ± 1,43	0,68 ± 0,04	0,32 ± 0,03	0,48 ± 0,08
T11 = A2F1 C3	1101,70 ± 77,62	31,79 ± 1,93	5,17 ± 0,04	21,44 ± 1,87	34,66 ± 2,86	0,67 ± 0,03	0,33 ± 0,03	0,48 ± 0,04
T12 = A2F2 C3	1127,18 ± 85,29	33,11 ± 2,94	5,17 ± 0,12	22,77 ± 2,88	34,05 ± 2,02	0,69 ± 0,03	0,31 ± 0,03	0,45 ± 0,06
$\bar{X}$	1105,25 ± 50,44	31,52 ± 2,48	5,03 ± 0,17	21,03 ± 2,34	35,08 ± 2,07	0,57 ± 0,06	0,32 ± 0,03	0,48 ± 0,05

#### 4.2.1.7. Densidad

Por su densidad básica esta madera se clasifica como blanda, cuyo promedio es  $0,45 \pm 0,04 \text{ g/cm}^3$ .

Cuadro 17. Densidad básica por tratamientos de *Gmelina arborea* Roxb, sector “La Victoria” Zamora.

Tratamiento	Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )
T7 = A2F1 C1	0,47 ± 0,05
T8 = A2F2 C1	0,46 ± 0,01
T9 = A2 F1C2	0,47 ± 0,01
T10 = A2 F2C2	0,43 ± 0,08
T11 = A2F1 C3	0,44 ± 0,06
T12 = A2F2 C3	0,43 ± 0,01
$\bar{X}$	0,45 ± 0,04

**4.3. Estructura anatómica que presentan las especies *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, por efecto de la aplicación de tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones del sitio “Los Zapotes” Panguintza.**

**4.3.1.1. Características Anatómicas *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “Los Zapotes” Panguintza.**

**4.3.1.2. Poros**

Según la norma AIWA la madera de esta especie presenta porosidad difusa, orientación diagonal a radial, presenta poros solitarios aproximadamente en un 90 % y el porcentaje restante son múltiples. Los poros solitarios son de tamaño mediano cuyo diámetro promedio es de  $149,78 \pm 15,04 \mu\text{m}$ . en relación a la frecuencia se encuentra  $3/\text{mm}^2$  (Figura 14).

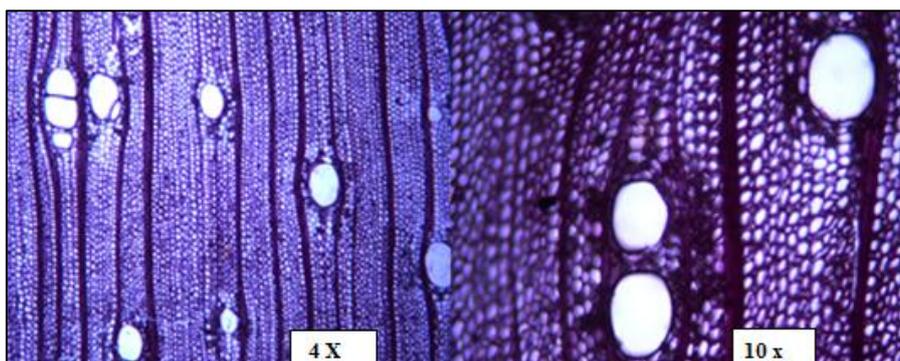


Figura 14. Número por  $\text{mm}^2$ , tamaño, orientación de los poros en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Los Zapotes” Panguintza.

Cuadro 18. Frecuencia y diámetro de poros por tratamientos en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Los Zapotes” Panguintza.

<b>Tratamiento</b>	<b>Frecuencia (<math>\text{mm}^2</math>)</b>	<b>Diámetro (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
T1 = A1F1 C1	$3 \pm 0,11$	$155,45 \pm 11,95$
T2 = A1F2 C1	$3 \pm 0,32$	$154,17 \pm 17,02$
T3 = A1 F1C2	$3 \pm 0,71$	$135,46 \pm 13,80$
T4 = A1 F2C2	$3 \pm 0,07$	$156,02 \pm 22,79$
T5 = A1F1 C3	$3 \pm 0,37$	$144,35 \pm 17,50$
T6 = A1F2 C3	$3 \pm 0,15$	$153,21 \pm 7,15$
$\bar{X}$	$3 \pm 0,29$	$149,78 \pm 15,04$

#### 4.3.1.3. Parénquima

Esta especie presenta parénquima apotraqueal difuso escaso y parénquima paratraqueal vasicéntrico (Figura 15).

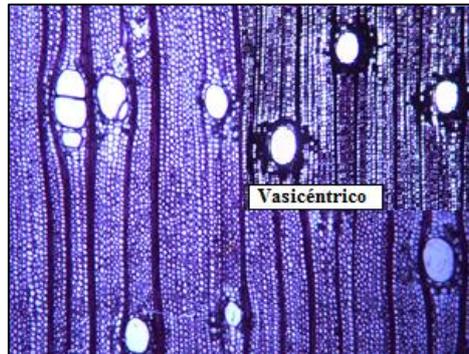


Figura 15. Parénquima vasicéntrico de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Zapotes” Panguintza.

#### 4.3.1.4. Radios

Presenta radios de distintos tamaños bien diferenciados. Por el tipo de células se clasifican como radios heterogéneas con células procumbentes distribuidas en cuatro hileras, las células erectas constituidas por una sola capa (Figura 16).

Según la norma AIWA se ubican entre el rango de 4 a 12 poros mm, con un promedio de 7 radios como se evidencia en el cuadro 19. En lo que se refiere a la altura de los radios están entre un promedio de  $223,95 \pm 10,94 \mu\text{m}$ . El número de células parenquimáticas está entre 1 a 3, con un 90 % de 3 células.

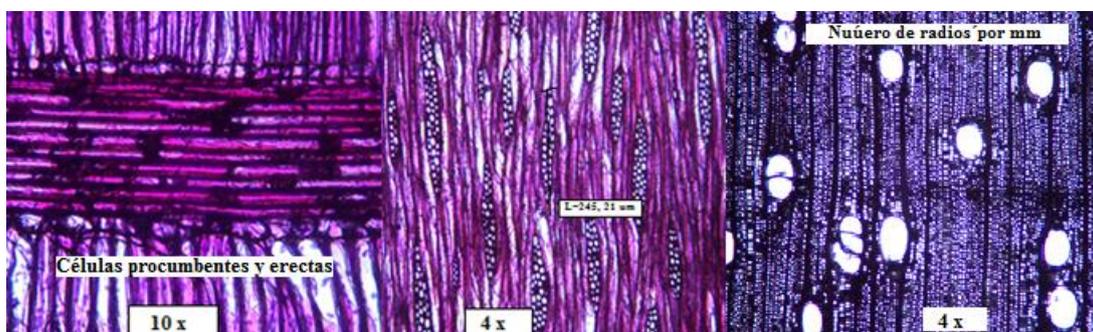


Figura 16. Altura de los radios, células procumbentes y erectas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake en el sector “Los Zapotes” Panguintza.

Cuadro 19. Número de radios por mm y altura de radios por tratamientos en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Radios/ mm	Alto de radio (µm)
T1 = A1F1 C1	7 ± 0,10	236,76 ± 12,37
T2 = A1F2 C1	7 ± 0,24	225,62 ± 8,87
T3 = A1 F1C2	7 ± 0,28	224,48 ± 8,30
T4 = A1 F2C2	7 ± 0,02	225,31 ± 9,31
T5 = A1F1 C3	7 ± 0,10	229,46 ± 17,69
T6 = A1F2 C3	7 ± 0,14	202,08 ± 9,11
$\bar{X}$	7 ± 0,15	223,95 ± 10,94

#### 4.3.1.5. Vasos

Los vasos presentan placa de perforación simple, pequeños con longitud media de  $203,23 \pm 15,39$  µm, sus paredes con punteaduras intervasculares alternas, bordes angulares y pequeñas (Figura 17) de diámetro promedio de  $4,16 \pm 0,15$  µm.

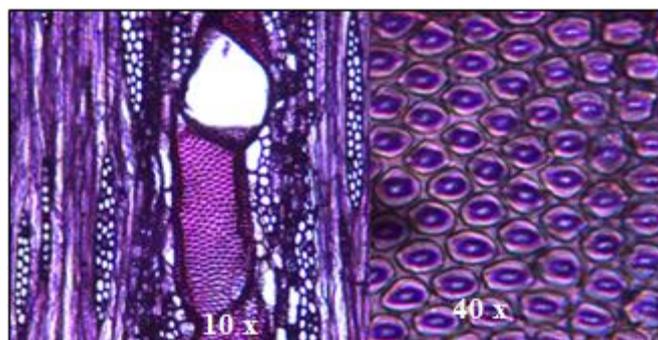


Figura 17. Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Zapotes” Panguintza.

Cuadro 20. Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras por tratamientos en *Schizolobium parahybum* Bell Blake sector “Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Diámetro de las punteaduras (µm)	Longitud del vaso (µm)
T1 = A1F1 C1	4,05 ± 0,32	151,33 ± 21,87
T2 = A1F2 C1	3,97 ± 0,22	113,09 ± 22,28
T3 = A1 F1C2	4,31 ± 0,13	241,62 ± 16,93
T4 = A1 F2C2	4,27 ± 0,06	234,75 ± 3,26
T5 = A1F1 C3	4,16 ± 0,09	237,83 ± 17,54
T6 = A1F2 C3	4,24 ± 0,08	245,11 ± 10,43
$\bar{X}$	4,17 ± 0,15	203,96 ± 15,39

#### 4.3.1.6. Fibra e índices de calidad

Fibras medianas no septadas (Figura 18) con una longitud promedio de  $919,69 \pm 104,48$   $\mu\text{m}$ , diámetro promedio de fibra  $29,25 \pm 1,93$   $\mu\text{m}$ , diámetro promedio de lumen  $19,58 \pm 2,17$   $\mu\text{m}$  y espesor de la pared celular de la fibra tiene un promedio de  $4,84 \pm 0,31$   $\mu\text{m}$ . Los índices de calidad son: Infiltramiento  $31,48 \pm 3,56$  fracción de pared  $0,33 \pm 0,03$ , factor de Runkel  $0,50 \pm 0,08$  y flexibilidad  $0,67 \pm 0,03$ . Lo cual determina que la fibra es corta, el espesor de la pared es media, según el factor de Runkel es buena madera, además las fibras se colapsan poco, existe poca superficie de contacto y poca unión entre fibras.



Figura 18. Longitud, diámetro y pared celular de las fibras de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Zapotes” Panguintza.

Cuadro 21. Parámetros de la fibra e índices de calidad por tratamientos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Largo de la fibra ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro de la fibra ( $\mu\text{m}$ )	Pared celular ( $\mu\text{m}$ )	Diámetro del lumen ( $\mu\text{m}$ )	Índice de Infiltramiento (I)	Coefficiente de flexibilidad (C)	Fracción de Pared (P)	Índice de Runkel (R)
T1 = A1F1 C1	965,70 $\pm 200,38$	29,41 $\pm 1,95$	5,02 $\pm 0,40$	19,38 $\pm 2,00$	32,63 $\pm 4,63$	0,66 $\pm 0,03$	0,34 $\pm 0,03$	0,52 $\pm 0,08$
T2 = A1F2 C1	896,48 $\pm 67,90$	29,09 $\pm 1,43$	4,95 $\pm 0,46$	19,20 $\pm 2,14$	30,95 $\pm 3,65$	0,66 $\pm 0,04$	0,34 $\pm 0,04$	0,52 $\pm 0,10$
T3 = A1 F1C2	874,65 $\pm 74,58$	28,28 $\pm 1,59$	4,91 $\pm 0,26$	18,47 $\pm 1,50$	31,11 $\pm 4,47$	0,65 $\pm 0,02$	0,35 $\pm 0,02$	0,53 $\pm 0,05$
T4 = A1 F2C2	957,87 $\pm 91,97$	30,53 $\pm 1,66$	4,71 $\pm 0,40$	21,10 $\pm 1,92$	31,55 $\pm 4,45$	0,69 $\pm 0,03$	0,31 $\pm 0,03$	0,45 $\pm 0,07$
T5 = A1F1 C3	907,31 $\pm 92,92$	29,04 $\pm 2,57$	4,76 $\pm 0,12$	19,52 $\pm 2,68$	31,22 $\pm 3,02$	0,67 $\pm 0,03$	0,33 $\pm 0,03$	0,49 $\pm 0,07$
T6 = A1F2 C3	916,12 $\pm 99,12$	29,13 $\pm 2,35$	4,67 $\pm 0,23$	19,80 $\pm 2,76$	31,41 $\pm 1,14$	0,68 $\pm 0,04$	0,32 $\pm 0,04$	0,48 $\pm 0,10$
$\bar{X}$	804,75 $\pm 71,08$	24,35 $\pm 1,60$	4,00 $\pm 0,25$	16,35 $\pm 1,83$	26,04 $\pm 2,79$	0,56 $\pm 0,03$	0,28 $\pm 0,03$	0,41 $\pm 0,07$

#### 4.3.1.7. Densidad

Por su densidad básica esta madera se clasifica como liviana, cuyo promedio es de  $0,41 \pm 0,07 \text{ g/cm}^3$ .

Cuadro 22. Densidad básica por tratamientos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Densidad básica ( $\text{g/cm}^3$ )
T1 = A1F1 C1	$0,39 \pm 0,08$
T2 = A1F2 C1	$0,37 \pm 0,09$
T3 = A1 F1C2	$0,40 \pm 0,04$
T4 = A1 F2C2	$0,38 \pm 0,06$
T5 = A1F1 C3	$0,40 \pm 0,08$
T6 = A1F2 C3	$0,36 \pm 0,05$
$\bar{X}$	$0,38 \pm 0,07$

#### 4.3.1.8. Características Anatómicas de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “Los Zapotes” Panguintza.

#### 4.3.1.9. Poros

Esta especie en el corte transversal presenta anillos de crecimiento indistintos o ausentes. Según la norma AIWA la madera presenta porosidad difusa, orientación diagonal a radial, exclusivamente solitarios en más del 90 %, el porcentaje restante presenta poros múltiples. Los poros solitarios son de tamaño mediano, cuyo diámetro promedio es de  $126,63 \pm 6,07 \mu\text{m}$ . En relación a la frecuencia por lo general en se encuentran de 5 - 6 poros/ $\text{mm}^2$  (Figura 19).

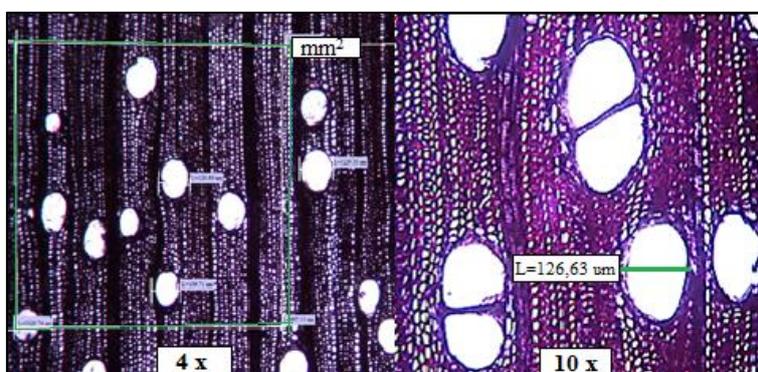


Figura 19. Frecuencia, orientación y diámetro de poros de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “Los Zapotes” Panguintza.

Cuadro 23. Frecuencia y diámetro de poros por tratamientos de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “Los Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Frecuencia (mm <sup>2</sup> )	Diámetro (μm)
T7 = A2F1 C1	5	132,88 ± 5,92
T8 = A2F2 C1	6	129,37 ± 7,62
T9 = A2 F1C2	6	127,64 ± 5,38
T10 = A2 F2C2	5	127,55 ± 9,73
T11 = A2F1 C3	6	121,96 ± 4,08
T12 = A2F2 C3	5	120,37 ± 3,66
$\bar{X}$	6	126,63 ± 6,07

#### 4.3.1.10. Parénquima

El parénquima axial está ausente o extremadamente raro, y parénquima paratraqueal escaso (Figura 20).

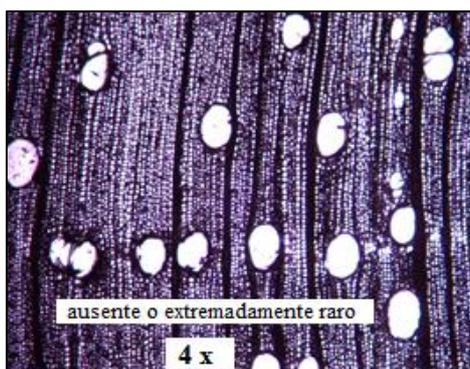


Figura 20. Parénquima axial ausente o extremadamente raro de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “Los Zapotes” Panguintza.

#### 4.3.1.11. Radios

Presenta radios de distintos tamaños bien diferenciados, por el tipo de células se clasifican como radios heterogéneos con células procumbentes distribuidas en cuatro hileras, las células erectas constituidas por una sola capa (Figura 21)

Según la norma AIWA se ubican en el rango 4 a 12 por mm como se evidencia en el cuadro 24. En lo que se refiere a la altura de los radios están entre un promedio de 222,70 ± 14,13 μm. El número de series de células parenquimáticas está entre 2 – 4, con un porcentaje de 80 % para las series de 4 células.

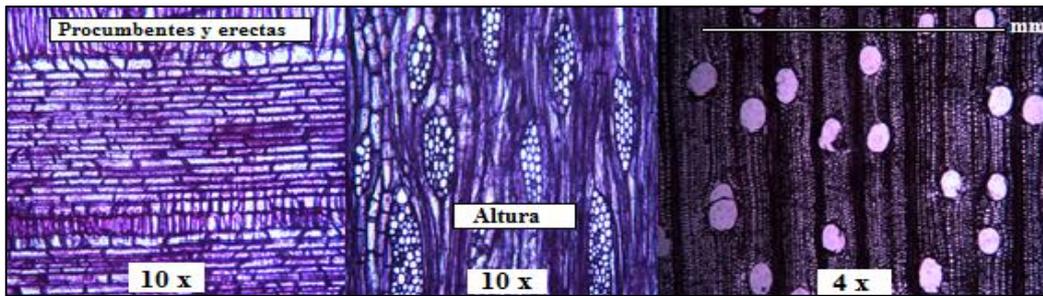


Figura 21. Número de radios por mm y altura de los radios de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “Los Zapotes” Panguintza.

Cuadro 24. Número de radios por mm y altura de los radios por tratamientos *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “Los Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Radios/ mm	Alto de radio (µm)
T7 = A2F1 C1	5	266,42 ± 11,71
T8 = A2F2 C1	5	268,15 ± 20,42
T9 = A2 F1C2	4	260,79 ± 4,57
T10 = A2 F2C2	4	270,50 ± 6,97
T11 = A2F1 C3	4	263,88 ± 16,50
T12 = A2F2 C3	4	274,63 ± 24,66
$\bar{X}$	4	267,40 ± 10,81

#### 4.3.1.12. Vasos

Los vasos presentan placa de perforación simple, son pequeños de longitud promedio  $245,20 \pm 13,15 \mu\text{m}$  y sus paredes con punteaduras alternas, poligonales, ornamentadas. Las punteaduras entre radio y vasos son de bordes diferenciados similar a las punteaduras intervasculares en tamaño y forma de la célula parenquimática radial (Figura 22). El promedio de las punteaduras es  $4,61 \pm 0,09 \mu\text{m}$ .

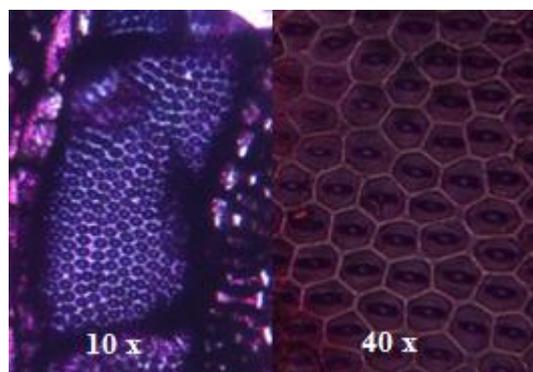


Figura 22. Longitud del vaso y diámetro de las punteaduras de *Gmelina arborea* Roxb, sector “Los Zapotes” Panguintza.

Cuadro 25. Diámetro de las punteaduras y longitud de los vasos por tratamientos de *Gmelina arborea* Roxb, sector “Los Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Diámetro de las punteaduras ( $\mu\text{m}$ )	Longitud del vaso ( $\mu\text{m}$ )
T7 = A2F1 C1	$4,66 \pm 0,18$	$237,56 \pm 8,73$
T8 = A2F2 C1	$4,54 \pm 0,06$	$225,04 \pm 3,65$
T9 = A2 F1C2	$4,60 \pm 0,03$	$241,13 \pm 8,60$
T10 = A2 F2C2	$4,66 \pm 0,08$	$262,91 \pm 10,39$
T11 = A2F1 C3	$4,65 \pm 0,10$	$245,92 \pm 30,99$
T12 = A2F2 C3	$4,57 \pm 0,07$	$258,64 \pm 16,55$
$\bar{X}$	$4,61 \pm 0,09$	$245 \pm 13,15$

#### 4.3.1.13. Fibra e índices de calidad

Fibras medianas no septadas (Figura 23) con una longitud promedio de  $1202,63 \pm 92,86 \mu\text{m}$ , diámetro promedio de fibra  $30,34 \pm 1,23 \mu\text{m}$ , diámetro promedio del lumen  $20,31 \pm 1,24 \mu\text{m}$  y el espesor de la pared celular de la fibra tiene un promedio de  $5,07 \pm 0,25 \mu\text{m}$ . Los índices de calidad son: Infiltramiento  $39,61 \pm 3,50$ , fracción de la pared  $0,33 \pm 0,02$ , factor de Runkel  $0,51 \pm 0,05$  y flexibilidad  $0,67 \pm 0,02$ . Lo cual determina que la fibra es corta, el espesor de la pared es media, según el factor de Runkel es buena madera, además las fibras se colapsan poco, existe poca superficie de contacto y poca unión entre fibras.

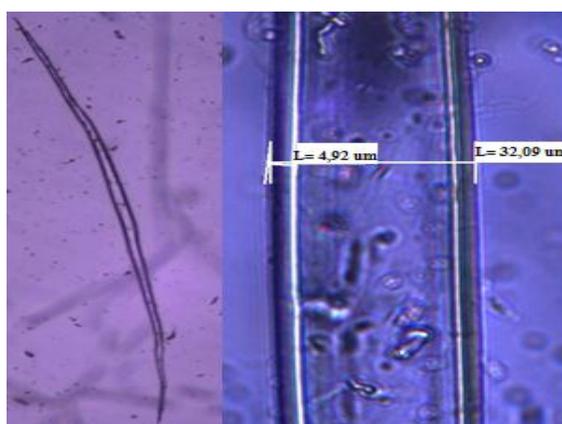


Figura 23. Longitud, diámetro de la fibra, diámetro del lumen y espesor de la pared celular de *Gmelina arborea* Roxb, sector “Los Zapotes” Panguintza.

Cuadro 26. Parámetros de la fibra e índices de calidad por tratamiento de en *Gmelina arborea* Roxb, sector “Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Largo de la fibra (µm)	Diámetro de la fibra (µm)	Pared celular (µm)	Diámetro del lumen (µm)	Índice de Infiltramiento (I)	Coefficiente de flexibilidad (C)	Fracción de Pared (P)	Índice de Runkel (R)
T7 = A2F1 C1	1163,95 ± 81,50	29,91 ± 1,23	4,77 ± 0,27	20,36 ± 0,92	38,98 ± 3,35	0,68 ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,47 ± 0,03
T8 = A2F2 C1	1182,54 ± 169,96	32,02 ± 0,90	4,86 ± 0,11	22,31 ± 0,81	37,02 ± 6,14	0,70 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,44 ± 0,02
T9 = A2 F1C2	1300,03 ± 59,98	32,03 ± 0,46	5,36 ± 0,19	21,32 ± 0,44	40,58 ± 1,48	0,67 ± 0,01	0,33 ± 0,01	0,50 ± 0,02
T10 = A2 F2C2	1173,40 ± 45,88	29,47 ± 1,25	5,19 ± 0,29	19,08 ± 1,27	39,84 ± 1,10	0,65 ± 0,03	0,35 ± 0,02	0,55 ± 0,05
T11 = A2F1 C3	1229,95 ± 124,74	30,53 ± 1,12	4,97 ± 0,40	20,60 ± 1,61	40,34 ± 4,64	0,67 ± 0,03	0,33 ± 0,03	0,49 ± 0,07
T12 = A2F2 C3	1165,90 ± 75,09	28,66 ± 2,40	5,24 ± 0,23	18,18 ± 2,39	40,89 ± 4,26	0,63 ± 0,03	0,37 ± 0,03	0,58 ± 0,08
$\bar{X}$	1202,63 ± 92,86	30,44 ± 1,23	5,07 ± 0,25	20,31 ± 1,34	39,61 ± 3,50	0,67 ± 0,02	0,33 ± 0,02	0,51 ± 0,05

#### 4.3.1.14. Densidad

Por su densidad básica esta madera se clasifica como blanda, cuyo promedio es de 0,49 ± 0,10 g/cm<sup>3</sup>.

Cuadro 27. Densidad básica por tratamientos de *Gmelina arborea* Roxb, sector “Los Zapotes” Panguintza.

Tratamiento	Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> )
T7 = A2F1 C1	0,42 ± 0,10
T8 = A2F2 C1	0,41 ± 0,06
T9 = A2 F1C2	0,49 ± 0,13
T10 = A2 F2C2	0,48 ± 0,06
T11 = A2F1 C3	0,40 ± 0,09
T12 = A2F2 C3	0,45 ± 0,10
$\bar{X}$	0,44 ± 0,09

#### 4.4. Análisis estadístico de los resultados anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb del sitio “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza.

##### 4.4.1. Análisis estadístico entre tratamientos.

Este análisis se realizó con el uso del programa estadístico “Infostat”. Para establecer las diferencias entre tratamientos se aplicó el análisis de varianza (ANOVA).

Para el sitio “La Victoria” el análisis de varianza indica que no existe diferencias de los elementos anatómicos entre tratamientos para las especies de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, para el sector Zamora. En este contexto no fue necesario aplicar la prueba de Tukey.

En cambio para el sitio “Los Zapotes” el análisis de varianza para la especie de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, solo mostro diferencia estadística en la variable altura de los radios entre tratamientos con y sin fertilización. Los tratamientos con fertilización presentaron el valor más bajo con 217,67  $\mu\text{m}$  mientras que los tratamientos sin fertilización presentaron el valor más alto con 230,24  $\mu\text{m}$  tal como se ve en el cuadro 28 mientras que para los demás parámetros anatómicos no mostro ninguna diferencia estadística. Así mismo para *Gmelina arborea* Roxb, tampoco se encontró diferencias estadísticas para ningún parámetro anatómico (Anexo 9).

En el siguiente cuadro se muestra el parámetro anatómico de pachaco en el sector “Los Zapotes” Panguintza que presento diferencia, con su categoría y media.

Cuadro 28. Categorización del parámetro anatómico que presento diferencias en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Los Zapotes” Panguintza.

<b>Especie</b>	<b>Parámetro anatómico</b>	<b>Fertilizante</b>	<b>Media <math>\mu\text{m}</math></b>	
<i>Schizolobium parahybum</i>	Altura de Radios	Con	217,67	A
		Sin	230,24	B

#### 4.4.2. Análisis estadístico entre sitios.

Para determinar si el factor sitio influye en la variación de los elementos anatómicos se procedió a realizar el análisis de varianza (ANOVA), para *Schizolobium parahybum* Bell Blake, presento diferencias en las siguientes variables anatómicas: diámetro de poros, altura de los radios, largo y pared celular de la fibra. Mientras que *Gmelina arborea* Roxb, presento diferencias en las siguientes variables anatómicas: diámetro de poros, largo, diámetro, espesor de la pared celular y lumen de la fibra (Cuadro 29). Al existir diferencias se tuvo que aplicar la prueba de Tukey con un error estándar de 0,05 (Anexo 10 y 11).

En el siguiente cuadro se muestra los parámetros anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, que presentaron diferencias.

Cuadro 29. Categorización de los parámetros anatómicos que presentaron diferencias en el factor sitios en *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb.

Especie	Parámetro anatómico	Sitio	Media $\mu\text{m}$	
<i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake	Diámetro de poros	Los Zapotes	132,59	A
		La Victoria	109,06	B
	Altura de los radios	Los Zapotes	241,71	A
		La Victoria	217,24	B
	Largo de la fibra	Los Zapotes	905,48	A
		La Victoria	797,44	B
	Pared celular	Los Zapotes	4,50	A
		La Victoria	3,71	B
<i>Gmelina arborea</i> Roxb	Diámetro de poros	Los Zapotes	111,43	A
		La Victoria	106,56	B
	Largo de la fibra	Los Zapotes	1137,66	A
		La Victoria	1070,60	B
	Diámetro de fibra	Los Zapotes	27,84	A
		La Victoria	29,25	B
	Espesor de Pared celular	Los Zapotes	4,63	A
		La Victoria	4,31	B
Diámetro de lumen	Los Zapotes	18,59	A	
	La Victoria	20,62	B	

#### 4.4.3. Análisis estadístico entre el año dos y cuatro.

También es necesario conocer si la edad de los arboles influye en las características de los elementos anatómicos; para ello se procedió de igual forma que en los casos anteriores; se obtuvo que existe diferencias en algunos elementos anatómicos entre la madera de 2 y 4 años de edad. La madera de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, presento diferencia en los siguientes elementos: frecuencia y diámetro de poros; radios por mm, y altura de los radios. En *Gmelina arborea* Roxb, también presento diferencia en los siguientes parámetros anatómicos: diámetro de los poros, altura de los radios; diámetro, espesor de la pared celular y diámetro de lumen de la fibra conforme lo indica el siguiente cuadro (Anexo 12 y 13).

Cuadro 30. Categorización de los elementos anatómicos que presentaron diferencias entre el año dos y cuatro (factor edad) en *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb.

Espece	Parámetro anatómico	Edad (años)	Media $\mu\text{m}$	
<i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake	Numero de poros	4	3,06	A
		2	2,75	B
	Número de radios	4	6,00	A
		2	7,25	B
	Diámetro de poros	4	130,95	A
		2	110,70	B
Altura de los radios	4	197,80	A	
	2	261,15	B	
<i>Gmelina arborea</i> Roxb	Diámetro de poros	4	124,22	A
		2	93,76	B
	Altura de los radios	4	275,33	A
		2	347,33	B
	Diámetro de la fibra	4	30,77	A
		2	26,32	B
	Largo de la fibra	4	1153,94	A
		2	1054,32	B
	Espesor Pared celular	4	5,05	A
		2	3,89	B
Diámetro del lumen de la fibra	4	20,67	A	
	2	18,54	B	

#### **4.5. Divulgación de los resultados a los diferentes actores involucrados**

La difusión de los resultados se realizó mediante una presentación de los resultados, entrega de un documento de tesis y un tríptico (Anexo 15), a todos los actores involucrados como: Secretaría de la Carrera de Ingeniería Forestal, Biblioteca del Área Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables y Laboratorio de Dendrocronología y Anatomía de la Madera. Así mismo se entregó un artículo científico.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Características de la estructura anatómica de maderas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, proveniente de diferentes tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones de Zamora.

La madera de *Schizolobium parahybum* Bell Blake al cuarto año de edad presenta porosidad difusa, poros solitarios y múltiples, esto tiene concordancia con estudios realizados por Marcati et al. (2008), Lisi et al. (2008), Espinoza de Pernia et al. (2006). En cuanto al número de poros/mm<sup>2</sup> es de 2 - 3, valor que coincide con los datos obtenidos por Espinoza de Pernia et al. (1998) quien obtiene 2 poros por mm<sup>2</sup> y Nisgoski et al. (2012), obtiene 2 poros por mm<sup>2</sup>. El diámetro de poros oscilan entre 121,48 - 154,87 µm, siendo similares a los obtenidos por Espinoza de Pernia et al. (1998) con 145 - 290 µm; e inferiores a 232,07 µm (Nisgoski et al. 2012).

Con referencia al número de los radios se encontró de 6 - 7 siendo similar a los encontrados por Nisgoski et al. (2012) con 6 radios por mm, y Espinoza de Pernia et al. (1998), quien en el estudio realizado con madera de *Schizolobium amazonicum* y *Schizolobium parahybum* en Mérida Venezuela obtuvo valores de 5 - 7 radios por mm. La altura de los radios oscila entre 216,95 - 234,84 µm, datos inferiores a los obtenidos a los de Espinoza de Pernia et al. (1998) con 321- 350 µm.

Los vasos se caracterizan por presentar placa de perforación simple, con longitud media de 203,23 µm; punteaduras intervasculares alternas, bordes angulares, pequeños de diámetro promedio de 4,16 µm, características similares y medidas inferiores a las reportadas por Espinoza de Pernia et al. (1998) con 230 µm de longitud del vaso y 7,5 µm de diámetro de las punteaduras y Nisgoski et al. (2012) con 350 µm y 7,3 µm de diámetro de las punteaduras.

Con referencia a las fibras los valores oscilan, para largo 931,48 - 977,43 µm; diámetro 32,52 - 36,57 µm; diámetro de lumen 21,93 - 24,80 µm y espesor de la pared celular 4,66 - 5,88 µm; valores similares a los obtenidos en la investigación de Richter et al. (1974), de 900 µm de largo. Lobão et al. (2011), largo 1340 µm; diámetro 31,66 µm; diámetro de lumen 25,2 µm y espesor de la pared celular 3,23 µm. Lobão et al (2012) de largo 922,98

- 1594,58  $\mu\text{m}$ ; ancho 29,18 - 34,57  $\mu\text{m}$ ; lumen 20,97 - 28,89  $\mu\text{m}$  y espesor de la pared 2,43 - 4,10  $\mu\text{m}$  en *S. parahybum* var. *Amazonicum*.

En lo que se refiere a los índices de calidad de la fibra, se encontró valores para infiltramiento 25,97 - 29,67; fracción de la pared 0,33 - 0,31; flexibilidad 0,67 - 0,71, índice de Runkel 0,40 - 0,50, valores similares a los obtenidos por Tamarit (1996), y Tomazello et al. (2004), los cuales clasifican a las fibras de *Schizolobium parahybum* Bell Blake como muy buenas para la fabricación de celulosa y papel Kraf. Según el índice de Runkel estos valores están en el rango de clasificación muy buena, Villaseñor y Rutiaga (2000). Por sus características anatómicas esta madera tiene características potenciales para utilizar en: embalajes leves, canoas, material para paneles, formas de concreto, tableros MDF, alma de contrachapado y como material de aislamiento termo-eléctrico (Comunicación personal Ing. Héctor Maza).

La madera de *Gmelina arborea* Roxb, presentó porosidad difusa, poros solitarios y múltiples, esto concuerda con estudios realizados por: Richter y Dallwitz (2000), Moya et al. (2007), Moya y Zúñiga (2010), Downs (2003), López et al. (2013) y León (2005). Además, se puede encontrar en un milímetro cuadrado de 4 - 6 poros con diámetros de 112,41 - 128,07  $\mu\text{m}$ , valores que concuerdan con los obtenidos Rodríguez et al. (2004) con 4 - 5 2 poros por  $\text{mm}^2$ ; León y Quintero (2007) con 5 - 6 poros por  $\text{mm}^2$  y Babu et al. (2010) con 5 - 6 poros por  $\text{mm}^2$ .

El número de radios por mm es de 4 - 5, similares a los obtenidos por Downs (2003) de 5 - 13 radios por mm. La altura de los radios es de 260,07 - 322,63  $\mu\text{m}$ , menores a los obtenidos por Richter et al. (2000) 350,05  $\mu\text{m}$ ; Moya et al. (2007) con 393,04  $\mu\text{m}$  y Moya, y Zúñiga (2010) con 356,02  $\mu\text{m}$ , quienes manifiestan que esta diferencia probablemente es dada en respuesta a las condiciones climáticas, como la precipitación media anual, temperatura, cantidad de horas de luz, entre otras. Concordando con Downs (2003) y Babu et al. (2010), en estudios realizados de la misma especie obtiene datos de 260 - 368  $\mu\text{m}$  de altura.

Los vasos se caracterizan por presentar placa de perforación simple, pequeños de longitud promedio 245,20  $\mu\text{m}$ , con punteaduras alternas, poligonales ornamentadas de diámetro promedio 4,70  $\mu\text{m}$ , inferiores a las obtenidas por León y Quintero (2007) con 265,12 -

305,56  $\mu\text{m}$  de longitud del vaso y 8,65  $\mu\text{m}$  de diámetro de punteaduras, en un estudio realizado en Venezuela sobre variabilidad de los vasos en *Gmelina arborea* Roxb, proveniente de plantaciones encontraron datos de 110  $\mu\text{m}$  de diámetro de longitud del vaso y 8  $\mu\text{m}$  de diámetro de punteaduras (Downs 2003).

Las fibras presentan los siguientes valores: largo 1043,35 - 1188,84  $\mu\text{m}$ ; diámetro 29,81 - 33,11  $\mu\text{m}$ ; diámetro de lumen 17,70 - 22,93  $\mu\text{m}$  y espesor de la pared celular 4,83 - 5,17  $\mu\text{m}$ , datos similares a los obtenidos por Calderón et al. (2010) con los siguientes datos largo 974 -1220  $\mu\text{m}$ ; diámetro 25,55 - 28,54  $\mu\text{m}$  y diámetro del lumen 18,71- 22,13  $\mu\text{m}$ ; en un estudio realizado de la misma especie en plantaciones de 9 años de edad. En estudios realizados en Costa Rica se indican valores de 940 - 1590  $\mu\text{m}$  de largo (Moya et al. 2007) y (Moya 2005).

En lo que se refiere a los índices de calidad de la madera se encontró valores para infiltramiento 34,05 - 37,72; fracción de la pared 0,30 - 0,33; coeficiente de flexibilidad 0,59 - 0,70; índice de Runkel 0,42 - 0,57, valores superiores a los obtenidos por Calderón et al. (2010), según el índice de Runkel estos valores están en el rango de clasificación buena para la calidad de pulpa para papel, el coeficiente de flexibilidad presenta buena superficie de contacto y unión entre fibra y fibra (Villaseñor y Rutiaga 2000). Además, por sus características anatómicas esta madera tiene características potenciales para utilizar en: construcción para pisos, molduras, puertas, tableros laminados, contrachapado, tablilla, vigas sólidas; muebles como bancas, camas, cómodas, mesas, sillas, sillones, escritorios y estantes para oficinas; y entre otros como palillos de dientes, paletas para helados, tarimas, lápices, papel facial, papel para imprimir cajones de productos agrícolas, etc. (Moya 2004).

Para Zamora y Panguintza, en el año cuatro, para ambas especies *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, no se encontraron diferencias estadísticas para ningún parámetro anatómico entre tratamientos con y sin fertilización, esto se debe a que el paquete de fertilización aplicado a las dos plantaciones, no interviene en la variación de la estructura anatómica, corroborado por Valarezo et al. (2012), el cual afirma que el carbón vegetal que incluía el paquete de fertilización, retiene únicamente de forma aprovechable los nutrientes aplicados, además de los liberados por la descomposición de la materia orgánica.

### **5.1.1.1. Densidad básica de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb para para el sitio “La Victoria” Zamora.**

La densidad básica para la madera de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, oscila entre 0,34 - 0,42 g/cm<sup>3</sup>, valores superiores a los obtenidos por Tamarit y Fuentes (2004) 0,30 g/cm<sup>3</sup>, Tamarit (1996) 0,30 g/cm<sup>3</sup> y Bárcenas et al. (2005) 0,30. Trugilho et al. (1996) manifiesta que la madera presenta una rápida elevación de los valores de densidad de la fase juvenil hasta alcanzar la madurez donde los valores permanecen más o menos constantes.

La densidad básica de la madera de *Gmelina arborea* Roxb, oscila entre 0,43 - 0,47g/cm<sup>3</sup>. Ston Forestal S.A. citado por Balcorta y Vargas (2004) encontró que la densidad de la madera en una plantación de 4 años de edad varió entre 0,35 y 0,44 g/cm<sup>3</sup>, en otro estudio realizado por este mismo autor en una plantación de tres años de edad establecida en suelos fértiles y con alta precipitación encontró un valor de 0,37 g/cm<sup>3</sup>. Así mismo López et al (2013) presenta densidades de 0,43 g/cm<sup>3</sup>.

### **5.2. Características de la estructura anatómica de maderas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, proveniente de diferentes tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones de Panguintza.**

La madera de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, presenta porosidad difusa, poros solitarios y múltiples, esto tiene concordancia con estudios realizados por (Marcati et al. 2008), (Lisi et al. 2008), (Espinoza de Pernia et al. 2006). Encontrándose de 2 – 3 poros por mm<sup>2</sup>, valor que concuerda con los datos obtenidos por Espinoza de Pernia et al. (1998) con 2 poros por mm<sup>2</sup> y Nisgoski et al. (2012). El diámetro de poros oscilan entre 135,46 µm - 156,02 µm, siendo estos similares a los obtenidos por Espinoza de Pernia et al. (1998), con 145 - 290 µm de diámetro; y menores por los encontrados por Nisgoski et al. (2012), con 232,07 µm.

Los radios se los puede encontrar de distintos tamaños con células procumbentes con más de 4 hileras de células marginales erectas, o cuadradas encontrándose 7 por mm valores similar a los encontrados por Espinoza de Pernia et al. (1998), quien obtuvo valores de 5-7 radios por mm lineal. La altura de los radios oscila entre 224,48 – 236,76 µm, datos

inferiores a los obtenidos en la investigación de Espinoza de Pernia et al. (1998) con 321-350  $\mu\text{m}$ .

Los vasos presentan placa de perforación simple, sus paredes con punteaduras intervasculares alternas, bordes angulares, con una longitud media de 113,09 - 245,11  $\mu\text{m}$  y el diámetro de las punteaduras oscilan entre 3,97 - 4,31  $\mu\text{m}$  (diminutas). Valores inferiores a los obtenidos por Espinoza de Pernia et al. (1998), con una longitud del vaso de 313 - 336  $\mu\text{m}$  y punteaduras medianas a grandes, con diámetro de 7,5 - 11,25  $\mu\text{m}$ .

Las fibras presentan los siguientes valores: largo 874,65 - 965,70  $\mu\text{m}$ ; diámetro 28,28 - 30,53  $\mu\text{m}$ ; diámetro de lumen 18,47 - 21,1  $\mu\text{m}$  y espesor de la pared celular 4,67 - 5,02  $\mu\text{m}$  valores similares a los obtenidos en la investigación por Richter et al. (1974), con 900  $\mu\text{m}$  de largo. Lobão et al (2012), en su estudio realizado en Brasil sobre la calidad de la madera de los árboles de *S. parahybum var. Amazonicum*, encontró valores de: largo 922,98 - 1594,58  $\mu\text{m}$ , ancho 29,18 - 34,57  $\mu\text{m}$ , lumen 20,97 - 28,89  $\mu\text{m}$  y espesor de la pared 2,43 - 4,10  $\mu\text{m}$ .

En lo que se refiere a los índices de calidad de la madera, se obtuvo valores de: infiltramiento 30,95 - 32,63, fracción de la pared 0,31 - 35, flexibilidad 0,65 - 0,69 índice de Runkel 0,45 - 53, valores similares a los obtenidos por Tamarit (1996), Tomazello et al. (2004). Según el índice de Runkel estos valores están en el rango de clasificación muy buena para la fabricación de celulosa y papel Kraf. Según el índice de Runkel estos valores están en el rango de clasificación muy buena, Villaseñor y Rutiaga (2000). Por sus características anatómicas esta madera tiene características potenciales para utilizar en: embalajes leves, canoas, material para paneles, formas de concreto, tableros MDF, alma de contrachapado y como material de aislamiento termo-eléctrico (Comunicación personal Ing. Héctor Maza).

La madera de *Gmelina arborea* Roxb, presento porosidad difusa, poros solitarios similares a los obtenidos por Richter y Dallwitz (2000), Moya et al. (2007), Moya y Zúñiga (2010) y León (2005), y (Arevalo & Arevalo, 2013), quienes describen las mismas características para *Gmelina arborea* Roxb. El número de poros por  $\text{mm}^2$  es de 5 - 6 con diámetros de 120,37 - 132,88  $\mu\text{m}$  valores que concuerdan con los obtenido Rodríguez et

al. (2004) con 4 – 5 poros por mm<sup>2</sup>; León y Quintero (2007) con 5 – 6 poros por mm<sup>2</sup> y Babu et al. (2010) con 5 – 6 poros por mm<sup>2</sup>.

El un milímetro lineal se encuentra de 4 – 5 radios similares a los obtenidos por Downs (2003). La altura de los radios oscila entre 260,79 – 274,63 µm, menores a los obtenidos por Richter et al. (2000) y Moya et al. (2007), Moya y Zúñiga (2010) y similares a los obtenidos por Downs (2003) y Babu et al. (2010), en estudios realizados de la misma especie obtiene datos de 260 – 368 µm.

Los vasos presentan placa de perforación simple, de longitud pequeña que van desde 225,04 - 262,91, con punteaduras alternas, poligonales, ornamentadas de diámetro de 4,54 inferiores a las obtenidas por León y Quintero (2007) con 265,12 - 305,56 µm de longitud del vaso y 8,65 µm de diámetro de punteaduras, en un estudio realizado en Venezuela sobre variabilidad de los vasos en *Gmelina arborea* Roxb, proveniente de plantaciones encontraron datos de 110 µm de diámetro de longitud del vaso y 8 µm de diámetro de punteaduras (Downs 2003).

Las fibras presentan los siguientes valores: largo 1163,95- 1303,03 µm, diámetro 29,47 - 32,03 µm, diámetro de lumen 18,18 - 22,31 µm y espesor de la pared celular 4,77 - 5,36 µm, datos similares a los obtenidos datos similares a los obtenidos por Calderón et al. (2010) con los siguientes datos largo 974 -1220 µm; diámetro 25,55 - 28,54 µm y diámetro del lumen 18,71- 22,13 µm; en un estudio realizado de la misma especie en plantaciones de 9 años de edad. En estudios realizados en Costa Rica se indican valores de 940 - 1590 µm de largo (Moya et al. 2007) y (Moya 2005).

En lo que se refiere a los índices de calidad de la madera, se obtuvo valores de: infiltramiento 37,02 – 40,89, fracción de la pared 0,32 - 37, flexibilidad 0,65 - 0,68 índice de y el Runkel 0,44 – 0,58, valores superiores a los obtenidos por Calderón et al. (2010), según el índice de Runkel estos valores están en el rango de clasificación muy buena para pulpa para papel, el coeficiente de flexibilidad presenta buena superficie de contacto y unión entre fibra y fibra (Villaseñor y Rutiaga 2000). Además por sus características anatómicas esta madera tiene características potenciales para utilizar en: construcción para pisos, molduras, puertas, tableros laminados, contrachapado, tablilla, vigas solidas; Muebles como bancas, camas, cómodas, mesas, sillas, sillones, escritorios y estantes para

oficinas; y entre otros como palillos de dientes, paletas para helados, tarimas, lápices, papel facial, papel para imprimir cajones de productos agrícolas, etc. (Moya 2004).

En Panguintza, para la especie *Schizolobium parahybum* Bell Blake, únicamente se encontró diferencia estadística en la altura de los radios entre tratamientos con y sin fertilización. Los tratamientos con fertilización presentaron el valor más bajo, mientras que los tratamientos sin fertilización presentaron el valor más alto (Cuadro 28), estos datos concuerdan con los obtenidos por Arévalo y Arévalo (2013), en el año dos y el mismo sitio, donde los valores bajos son para los tratamientos con fertilización 256,98  $\mu\text{m}$  y los altos son para los tratamientos sin fertilización 268,70  $\mu\text{m}$ . Valarezo et al. (2012), menciona esta diferencia se debe a la variación natural de la especie, incluso dentro de un mismo individuo y a la presencia de macro y micro nutrientes empleados en el paquete de fertilización aplicado al sustrato de los sitios experimentales. Así mismo Alves y Angyalossy (2002) mencionan que la estructura de los radios no sigue un rango específico.

#### **5.2.1.1. Densidad básica de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb para el sitio “Los Zapotes” Panguintza.**

La densidad básica de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, es de 0,37 - 0,40  $\text{g/cm}^3$ , valores superiores a los obtenidos por Tamarit y Fuentes (2004) 0,30  $\text{g/cm}^3$ , Tamarit (1996) 0,30  $\text{g/cm}^3$ , Bárcenas et al. (2005) 0,30  $\text{g/cm}^3$  y Lobão et al (2012) de 0,30  $\text{g/cm}^3$ .

La densidad básica de la madera de *Gmelina arborea* Roxb, oscila entre 0,41 - 0,49  $\text{g/cm}^3$ . Ston Forestal S.A. citado por Balcorta y Vargas (2004) encontró que la densidad de la madera en una plantación de 4 años de edad varió entre 0,35 y 0,44  $\text{g/cm}^3$ . Mientras que en el estudio realizado por este mismo autor en una plantación de tres años de edad establecida en suelos fértiles y con alta precipitación se encontró un valor de 0,37  $\text{g/cm}^3$ . Así mismo López et al (2013) presenta densidades de 0,43  $\text{g/cm}^3$ .

### **5.3. Variación de las características de los elementos anatómicos por sitios “La Victoria” Zamora vs “Los Zapotes” Pangintza.**

La madera de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, presenta diferencias en las características anatómicas entre los sitios “La Victoria” Zamora vs “Los Zapotes” Pangintza., en los siguientes elementos anatómicos: diámetro de poros, altura de los radios; largo y espesor de la pared celular de la fibra.

En lo referente a la madera de *Gmelina arborea* Roxb, las variaciones de los elementos anatómicos se presentan de manera similar al *Schizolobium parahybum* Bell Blake, como son: diámetro de poros; largo, diámetro, diámetro de lumen y espesor de pared celular de la fibra.

Las variaciones de los vasos expresados en su diámetro es mayor en “Los Zapotes” Pangintza esto se debe a que existe una mayor actividad fisiológica con el transporte de mayor cantidad de fluidos que tiene relación con la mejor calidad de suelo y mayor capacidad de retención de humedad, lo contrario sucede en el sitio “La Victoria” Zamora donde el suelo está formado por elementos cuarzosos con una baja capacidad de retención de humedad lo cual conduce un estrechamiento en los elementos de conducción evidenciándose en un menor tamaño de poros.

El otro elemento que presenta variaciones entre sitios es la calidad de fibra: la longitud de fibra es mayor en el sitio “Los Zapotes” Pangintza que tiene estrecha relación con la mejor calidad de suelo; sin embargo, el espesor de su pared es más delgada lo cual reduce la rigidez y mejora la flexibilidad de las fibras. En cambio en el sitio “La Victoria” Zamora las fibras son más cortas con un espesor de pared mayor. En síntesis la calidad de la fibra tiene mucha relación con la calidad de sitio.

A lo mencionado anteriormente, los suelos del sitio “Los Zapotes” Pangintza se han formado a partir de andesita (material parental constituido por rocas de lavas afáníticas de color gris verdoso) por lo que reflejan mejores condiciones de fertilidad del suelo física y química que los suelos del sitio “La Victoria” Zamora los cuales provienen granodiorita (alto contenido de cuarzo). Se considera que el clima en ambos sitios es similar, que la pendiente del terreno en Zamora es de 12% y en Pangintza es de 60%, y

que, en este último sitio se ha perdido por erosión la capa orgánica, entonces las mejores condiciones de fertilidad del suelo del sitio “Los Zapotes” Pangintza se atribuirían al efecto del material parental, por una mayor reserva de nutrientes provenientes de la roca andesita (Valarezo et al. 2012).

#### **5.4. Comparación entre las características de los elementos anatómicas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb con respecto al segundo y cuarto año.**

La madera de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en cuanto a factor edad (año dos y año cuatro) de la plantación presenta diferencias en las siguientes características anatómicas: número de poros por mm<sup>2</sup>, diámetro de poros, número y altura de los radios.

El número de los poros por mm<sup>2</sup> se incrementa con la con la edad, obteniendo en el segundo año de 2,75, aumentando para el cuarto año con 3,06, concordando con los resultados obtenidos en una investigación realizada en Argentina sobre los caracteres anatómicos que determinan la variabilidad del leño en *Schinopsis* quebracho-colorado por Giménez y López (2000) con 3 y Pezlen (1994) de 3,5 en su estudio realizado para *Populus clones*. En lo que se refiere al diámetro de poros la media obtenida para el año dos oscila entre 110,70 µm aumentando para el año cuatro a 130,95 µm, esto es corroborado con la investigación de Giménez y López (2000), quien menciona que el diámetro de poros se incrementa con la edad de la especie.

El número de radios para el año dos presenta una media de 7,25 radios por mm, disminuyendo para el cuarto año a 6 radios por mm, lo mismo pasa con la altura de los radios en año dos tienen mayor altura (261,15 µm) que los del año cuatro cuyo valor oscila entre 197,80 µm, concordando con lo que menciona Alves y Angyalossy (2002), que la composición de los radios no siguen un patrón de variación. Así mismo estos datos son inferiores a los obtenidos en la investigación de Espinoza de Pernia et al. (1998) con 332,5 µm.

La madera de *Gmelina arborea* Roxb, en cuanto a factor edad de la plantación presenta diferencias estadísticas en las siguientes características anatómicas: diámetro de poros, altura de los radios, ancho, largo, espesor de la pared celular y lumen de la fibra.

El diámetro medio de poros para el año dos es de 93,76  $\mu\text{m}$ , aumentando de tamaño para el año cuatro a 124,22  $\mu\text{m}$ , lo que no concuerda con la investigación realizado en diferentes edades de *Gmelina arborea* por Downs (2003), el cual encontró mayor diámetro de poros en el año dos con 110  $\mu\text{m}$ , año tres 80  $\mu\text{m}$  y para el año cuatro 90  $\mu\text{m}$ , con disminución a medida que aumenta la edad. El comportamiento diferente al de Downs puede ser causado por el efecto de nutrientes en el suelo.

En cuanto a la altura de los radios para el año dos se obtuvo medias de 347,33  $\mu\text{m}$ , disminuyendo para el cuarto año de haber sido plantadas a 275,33  $\mu\text{m}$ , encontrándose dentro del rango obtenido por Downs (2003) 300 – 368  $\mu\text{m}$  y Babu (2010), en su estudio de la misma especie obtiene datos de 260 – 368  $\mu\text{m}$ .

Para las fibras de *Gmelina arborea* Roxb, existen un incremento en su largo, diámetro, espesor de la pared celular y diámetro del lumen de la fibra con el aumento de la edad; lo cual sigue un patrón de crecimiento similar a otras especies como el caso de la madera de sauce y eucaliptos en estudios realizados para el análisis del efecto de la edad sobre la calidad de la madera (Monteoliva y Marlats 2007). Además Moya et al. (2007), en su estudio realizado en Costa Rica menciona que la longitud de la fibra tiende a aumentar con la edad del árbol.

Estas variaciones se debe a la lixiviación de los fertilizantes aplicados conforme lo explica Moya et al. (2002), quien manifiesta que la fertilización afecta a la calidad de la madera principalmente en las etapas iniciales de crecimiento y sus efectos permanecen duran 3 a 5 años dependiendo de la especie y de las condiciones de crecimiento.

## 6. CONCLUSIONES

- ✓ El paquete de fertilización aplicado a los ensayos de los sitios “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza, no influyó en la variación de la estructura anatómica de las especies *Gmelina arborea* y *Schizolobium parahybum*.
- ✓ Las especies de *Gmelina arborea* y *Schizolobium parahybum* presentaron mejores resultados en cuanto a la estructura anatómica en el sitio Los Zapotes de la parroquia Panguintza.
- ✓ Las características de la estructura anatómica en *Schizolobium parahybum* como: número de poros por mm<sup>2</sup>, y diámetro de poros aumentan de tamaño a medida que se incrementa la edad (dos a cuatro años), mientras que el número y altura de los radios disminuye de tamaño a medida que crece el árbol.
- ✓ Las características de la estructura anatómica en *Gmelina arborea* como: diámetro de poros, diámetro de la fibra, largo de la fibra, espesor de la pared celular y diámetro del lumen de la fibra, aumentan de tamaño a medida que se incrementa la edad (dos a cuatro años), mientras que la altura de los radios disminuye de tamaño a medida que aumenta la edad del árbol.
- ✓ La calidad de los suelos en Panguintza influye en las características de los elementos anatómicos de conducción, siendo estos de mayor tamaño.
- ✓ Los suelos de Panguintza por tener mejor fertilidad presentaron fibras más flexibles y de mayor longitud mientras que en Zamora son menos flexibles y de menor longitud.
- ✓ Según los promedios de densidad básica obtenidos en los tratamientos con y sin fertilización, *Schizolobium parahybum* corresponde a maderas livianas mientras que *Gmelina arborea* corresponde a maderas blandas.

## 7. IBLIOGRAFÍA

Angyalossy, V., y Alves, E. 2002. Ecological trends in the wood anatomy of some Brazilian species. 2. Axial parenchyma, rays and fibres. IAWA, v.23, n.4, p.391-418. Disponible en: <http://bio.kuleuven.be/sys/iawa/PDF/IAWA%20J%202125/23%20%284%29%202002/23%284%29%20391-418.pdf> (Consultado marzo 29, 2014).

Arévalo, Y., y Arévalo, I. 2013. Variabilidad de la estructura anatómica de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., por efecto de la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización, en la Provincia de Zamora Chinchipe. Proyecto para la elaboración de la Tesis de grado, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador. 77 p.

Bárceñas, G., F. Ortega, A., Angeles y Ronzòn, P. 2005. Relación estructura-propiedades de la madera de angiospermas mexicanas. 11p. Disponible en: <http://www.universidadyciencia.ujat.mx/sistema/documentos/volumenes/21-42-2005/1.pdf>. (Consultado marzo 09, 2014).

Calderón, D., A. Mora, y Aguilera, A. 2010. Variabilidad de características de las fibras de *Gmelina arborea* (Verbenaceae) en plantaciones de nueve años (Portuguesa, Venezuela). Pittieria. n.34. p. 73-87. Disponible en: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/32620/1/05calderon\\_mora\\_aguilera.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/32620/1/05calderon_mora_aguilera.pdf) (Consultado abril 09, 2014).

Chamba, N. 2009. Estudio Anatómico de 17 especies arbóreas de la parte baja de la reserva natural Laipuna. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Forestales. Loja-Ecuador.

Cueva, E. 1988. Un criterio de selección y consideraciones de uso de la madera en construcción. Instituto de Tecnología de Productos Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 853.Valdivia, Chile. 6 p. Disponible en: <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v9n2/art01.pdf>. (Consultado mayo 20, 2014).

Downs, G. 2003. Variabilidad anatómica de la madera juvenil de *Gmelina arborea* Roxb proveniente de plantaciones jóvenes del estado de Campeche. 72 p.

Ecuadorforestal. 2010. Pachaco. PDF. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/PACHACO.pdf>. (Consultado diciembre 05, 2013).

Espina, A. 2006. Densidad básica de la madera de *Eucalyptus globulus* en dos sitios en Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fife.77d/doc/fife.77d.pdf>. (Consultado abril 09, 2014).

Espinoza de Pernia, N., O. Araque, y León, W. 1998. Cristales en la madera de *Schizolobium amazonicum* y *Schizolobium parahybum* (Cesalpinoideae, leguminosae). Revista Forestal Venezuela, Merida, v. 42, n.1, p. 9-13. Disponible en: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24244/1/articulo42\\_1\\_1.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24244/1/articulo42_1_1.pdf) (Consultado marzo 29, 2014).

Espinoza de Pernia, N., y Melandri, J. 2006. Wood anatomy of the Tribe caesalpinieae (Leguminosae, Caesalpinioideae) en Venezuela. IAWA, v.27, n.1, p.99-114. Disponible en: <http://bio.kuleuven.be/sys/iawa/IAWA%20J%20pdf%27s/27.no.1.2006/99-114.pdf>. (Consultado abril 09, 2014).

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.

Giménez, A., y López, C. 2000. Caracteres anatómicos que determinan la variabilidad del leño en *Schinopsis quebracho-colorado* Baekl. Et Meyer, Anacardiaceae. Universidad Nacional de Santiago del Estero-Argentina. Vol. 9 (2). 17 p.

Giménez, A., J. Moglia, P. Hernández, y Gerez, R. 2005. Anatomía de la Madera. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, Cátedra de Dendrología y Xilología. Segunda edición. 88p.

Giménez, A. 1983. Apuntes de Cátedra: Anatomía de la Madera. 40p.

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial (GAP) de Zamora Chinchipe. 2011. Diagnostico Provincial por Sistemas. 415 p.

González, G., y Serrano, R. 2004. Propiedades y utilizaciones de la madera de melina (*Gmelina arborea* Roxb) procedente de árboles plantados en Costa Rica. Revista Forestal

(Costa Rica) 1(1). 9 p. Disponible en: [http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista\\_Kuru/anteriores/anterior1/pdf/GGONZALES25feb04.pdf](http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/anteriores/anterior1/pdf/GGONZALES25feb04.pdf). (Consultado julio 10, 2013).

González, M y Raisman, J. 2000. Crecimiento Secundario: Corteza. Disponible en: <http://www.efn.uncor.edu/dep/biología/intrbiol/corteza.htm>. (Consultado diciembre 10, 2012).

Gorena, M. 2009. Adecuación de normas de trabajabilidad en la madera de Teca (*Tectona grandis* Linn.F.) a los equipos de carpintería de la ESFOR. 77p. Disponible en: <http://www.posgradosfor.umss.edu.bo/boletin/umss/05%20PASANTIAS/5%20pasanti a.pdf>. (Consultado julio 10, 2013).

Guarnizo, J. 2008. Respuesta Inicial de una Plantación de *Tectona grandis* L.f a la Fertilización con N-P-K; N-P y Muriato de Potasio en los Predios de la Empresa Fideicomiso Palmar del Río Cantón Coca Provincia de Orellana. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador.

Justiniano, M., J. Fredericksen, y Nash D. 2001. “Ecología y Silvicultura de Especies Menos Conocidas Serebó o Sombrerillo *Schizolobium parahybum* (Vell.) S.F. Blake, Caesalpiniaceae” Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/Pnacw358.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacw358.pdf). (Consultado julio 10, 2013).

León, W. 2005. Cavidades intrusivas en fibras y parénquima de *Gmelina arborea* (Verbenaceae). Revista Forestal Venezolana. Merida. n.49, v.1. p. 91-96. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24416/2/articulo10.pdf> (Consultado marzo 29, 2014).

León, W. 2010. Anatomía y densidad o peso específico de la madera. Revista Forestal venezolana. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Laboratorio de Anatomía de Maderas. Volumen 54. Mérida- Venezuela. 67p. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31646/1/ensayo1.pdf>. (Consultado julio 10, 2013).

Lisi, C., M. Tomazello, P. Botosso, F. Roig, V. Maria, L. Ferreira y A. Voigt. 2008. Tree-ring formation, radial increment periodicity and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *IAWA*, v.29, p.189-207. Disponible en: <http://bio.kuleuven.be/sys/iawa/IAWA%20J%20pdf%27s/29.no.1-4.2008/189-207.pdf> (Consultado abril 09, 2014).

Lobão, M. D. Costa, M. Almonacid y Tomazello, M. 2012. Qualidade do Lenho de Árvores de *Schizolobium parahybum* var. *amazonicum*, Acre, Brasil. *Floresta e Ambiente*, Acre, v. 19, n. 3, p 374 - 384. Disponible en: <http://www.floram.org/files/v19n3/v19n3a13.pdf> (Consultado abril 22, 2014).

Lobão, M. V. Castro, A. Rangel, C. Sarto M. Tomazello, J. Silva, L. Camargo y Bermudez, M. 2011. Agrupamento de espécies florestais por análises univariadas e multivariadas das características anatômica, física e química das suas madeiras. *Scientia Forestalis*, v.39, n.92. Pp. 469 - 477.

López, F. C. Polanco, Bermúdez, J. 2013. Caracterización mecánica estructural para veinte combinaciones de madera laminada encolada. 20p. <http://www.cabi.org/cabdirect/FullTextPDF/2014/20143098243.pdf>. (Consultado abril 09, 2014).

Marcati, C. C. Milanez, y Machado, S. 2008. Seasonal development of second arxyylem and phloem in *Schizolobium parahybum* Bell Blake (Leguminosae: Caesalpinioideae). *Trees - Structure and Function* Cover. Springer Berlin/Heidelberg, v. 22, n.1. p. 3-12. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00468-007-0173-8> (Consultado marzo 04, 2014).

Martínez, F. J. Sarmiento, G. Fischer y Jiménez, F. 2009. Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.) *Agronomía Colombiana*. 10p. Disponible en: [www.scielo.org.co/pdf/agc/v23n1/v23n1a10.pdf](http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v23n1/v23n1a10.pdf). (Consultado julio 10, 2013).

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). 2010. Libro/Registro Forestal delegación Zamora Chinchipe.

Monteoliva, S. Marlats, M. 2007. Efecto del sitio, clon y edad sobre el crecimiento y la calidad de madera en sauces de corta rotación. *Cátedra de Silvicultura*. Facultad de

Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Avda. 60 y 199. CC.31 (1900) La Plata. Argentina. Disponible en: [https://www.google.com.ec/?gfe\\_rd=cr&ei=cEJZU6boBTd8gfryoCACQ#q=efecto+de+la+edad+sobre+la+calidad+de+la+madera+](https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=cEJZU6boBTd8gfryoCACQ#q=efecto+de+la+edad+sobre+la+calidad+de+la+madera+). (Consultado en abril 24, 2014).

Moya, R. 2005. *Gmelina arborea* en Costa Rica. Centro en Investigación en Integración Bosque Industria. 11p. Disponible en: [http://bft.cirad.fr/cd/BFT\\_279\\_47-57.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/BFT_279_47-57.pdf). (Consultado abril 10, 2014).

Moya, R. 2004. *Gmelina arborea* en Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Centro en Investigación en Integración Bosque Industria. Apartado 159-7050, Cartago-Costa Rica. Disponible en: [http://bft.cirad.fr/cd/BFT\\_279\\_47-57.pdf](http://bft.cirad.fr/cd/BFT_279_47-57.pdf). (Consultado abril 22, 2014)

Moya, R. Salazar, F. Valenzuela, L. 2002. Efecto de la fertilización a la pradera en la densidad básica de la madera de *Pinus radiata* D. Don. Escuela de Ingeniería Forestal. 11 p. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/moya\\_1049887378488.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/moya_1049887378488.pdf). (Consultado abril 07, 2014).

Moya, R. y Zúñiga, L. 2010. Melina: *Gmelina arborea* Kunth. Verbenaceae. Ficha técnica 5. Tecnología de madera de plantaciones forestales: Fichas técnicas. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, Cartago. p. 91-105. Disponible en <http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/kuru/Documents/2010/Kuru%20marzo%202010/Fichastecnicas%20-%20marzo%202010.pdf> (Consultado abril 09, 2014).

Moya, R., M. Tomazello, y Dias, C. 2007. Variações na estrutura da anatomia do lenho de árvores de *Gmelina arborea* Roxb. (Verbenaceae) de clima tropical seco e úmida na Costa Rica. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 75, p. 65-75. Disponible en: [http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista\\_Kuru/anteriores/anterior10/pdf/actualidad1.pdf](http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/anteriores/anterior10/pdf/actualidad1.pdf) (Consultado marzo 04, 2014).

Nisgoski, S., G. Muniz, y Ceccantini, G. 2012. Caracterização anatômica macroscópica das madeiras utilizadas para laminação na região de Curitiba. Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal. Universidade Federal do Paraná. Brasil. Scientia Agraria, vol. 4, pp. 47 - 52. Disponible en:

<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=99518008007> (Consultado abril 20, 2014).

Obregón, C. 2003. *Gemelina arbórea* Versatilidad, Renovación y Productividad Sostenible para el Futuro. Edición especial 20 p. Disponible en: <http://www.revista-mm.com/ediciones/rev50/especie.pdf>. (Consultado julio 10, 2013).

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2002. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Los fertilizantes y su uso. Roma. Cuarta edición. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/53704604/Los-Fertilizantes-y-Su-Uso>. (Consultado junio 08, 2013).

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.

Pérez, C. y Quintanar, A. 1994. Características anatómicas de la madera de cinco especies del estado de Jalisco, México. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. 13 p. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/574/57402707.pdf>. (Consultado julio 10, 2013).

Pezlen, I. 1994. Influence of age on selected anatomical properties of *Populus* clones. IAWA, Vol 15 (3). 11 p.

Portal, L. y Sánchez, G. 2010. Ensayo del grano de 35 especies forestales proveniente de la provincia de Ambopata, región de Madre de Dios – Perú. 20p.

Ramírez, W. 1990. Determinación e identificación de los agentes causales de la pudrición del fuste del pachaco (*Schizolobium parahybum* Bell Blake) en la zona central del litoral ecuatoriano. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador.

Richter, H y M. Dallwitz. 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In Spanish. Version: 25th Junio, 2009. Disponible en: <http://delta-intkey.com/wood/es/www/vergmarb.htm> (Consultado abril 09, 2014).

Richter, H., I. Tomasselli y Moreschi, J. 1974. Estudio Tecnológico do Guapuruvu (*Schizolobium parahybum*- 1 Parte: Informe Geral sobre características importantes na espécie. Floresta, Curitiba, v.5, n.1, p. 26-30. Disponible en: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/5781/4217> (Consultado abril 20, 2014).

Rodríguez, F., D. Arias, R. Moya, A. Meza, O. Murillo y Argeda, M. 2004. Manual para productores de melina (*Gmelina arborea*) en Costa Rica. Centro de Investigación en Integración Bosque Industria de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica para el Proyecto FORESTA del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). Cartago - Costa Rica. Disponible en: [http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies\\_plantaciones/MELINA/Manual%20para%20los%20productores%20de%20melina.pdf](http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies_plantaciones/MELINA/Manual%20para%20los%20productores%20de%20melina.pdf). (Consultado diciembre 10, 2012).

Rojas, F., D. Arias, R. Moya, A. Meza, O. Murillo y Arguedas, M. 2004. Manual para productores de melina *Gmelina arborea* en Costa Rica. Cartago – Costa Rica. Consultoría efectuada por el Centro de Investigación en Integración Bosque Industria de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica para el Proyecto FORESTA del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). 314 p. Disponible en: [http://www.fonafifo.go.cr/text\\_files/proyectos/Manual%20Prod%20Melina.pdf](http://www.fonafifo.go.cr/text_files/proyectos/Manual%20Prod%20Melina.pdf). (Consultado marzo 20, 2014).

Rosales, L., F. Suhartono, W. Dvorak y Romero, J. 1999. Parámetros Genéticos y variación entre procedencias de *Schizolobium parahybum* (Vell) Blake establecidas en Venezuela. Forestal Veracruzana. Universidad Veracruzana Volumen 1. 7p. Disponible en: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17828/000724082.pdf?sequence=1>. (Consultado marzo 27, 2014).

Rubilar, R. 1998. Control de malezas y fertilización de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don establecidas en suelos metamórficos del predio Quivolgo ii, constitución, vii región. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Escuela de Ciencias Forestales Departamento de Silvicultura. Santiago – Chile. 112 p. Disponible en:

<http://www4.ncsu.edu/~rrubila/docs/ThesisBachelorRRP.pdf>. (Consultado diciembre 05, 2012).

Tamarit, J. 1996. Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas latifoliadas. Madera y bosques. Investigador. Centro de Investigación Regional del Sureste. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Escárcega, Campeche México. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/artPdfRed.jsp?iCve=61720204> (Consultado marzo 04, 2014).

Tamarit, J. y Fuentes M. 2004. Parámetros de humedad de 63 maderas latifoliadas mexicanas en función de su densidad básica. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Volumen 2.10 p. Disponible en: [www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchscfaIX400.pdf](http://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchscfaIX400.pdf). (Consultado abril 09, 2014).

Tamayo, F. 2007. Estudio anatómico de 16 especies arbóreas de la parte alta de la Reserva Natural Laipuna. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador. 130p.

Tomazello, M., C. Lisi, N. Hansen y Cury, G. 2004. Anatomical features of increment zones in different tree species in the state of São Paulo, Brazil. Scientia Forestalis, Piracicaba, v.66. Pp. 46-55. Disponible en: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr66/cap04.pdf> (Consultado marzo 29, 2014).

Toval, G. 2010. Calidad de la madera de *Eucalyptus globulus* como materia prima para la industria Pastero – Papelera.

Trugilho, P., J. Lima, y Mendes, L. 1996. Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna*. Revista Cerne, Lavras, v.2, n.1, p. 94 - 111, 1996. Disponible en: [http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/16-02-20099844v2\\_n1\\_artigo%2009.pdf](http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/16-02-20099844v2_n1_artigo%2009.pdf) (Consultado marzo 09, 2014).

Unidad de Gestión Territorial de Zamora Chinchipe. 2011. Sistema económico-productivo. 126 p.

Valarezo, C., H. Maza, M. Villamagua, M. Mora, W. Wilcke, E. González, R. González, y Nieto, C. 2012. Respuesta de pachaco (*Schizolobium parahybum*) y melina (*Gmelina*

*arborea*) a la aplicación de biocarbón, cal y nutrientes a los dos años después de la plantación en dos sitios del sur de la amazonia ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja. Tomado de la Revista del CEDAMAZ. (Consultado en abril 20, 2014).

Villaseñor, J., Rutiaga, J. 2000. La madera de *Casuarina equisetifolia* L., química e índices de calidad de pulpa. México. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Instituto de Ecología, A.C. Vol. 6, núm. 1, 2000, pp. 29-40, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61760103>. (Consultado Abril 21, 2014).

## 8. ANEXOS

**Anexo 1. Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “La Victoria” Zamora al cuarto año de haber sido plantados.**

Bloque	Tratamiento	Poros		Parénquima radial		Vasos		Fibras								Densidad
		N°/mm <sup>2</sup>	Diámetro $\mu$ m	Radio/m	Altura $\mu$ m	Punteaduras $\mu$ m	Longitud $\mu$ m	Largo $\mu$ m	Diámetro $\mu$ m	Espesor de la Pared celular	Diámetro de lumen $\mu$ m	Índice de Infiltramiento	Coefficiente de flexibilidad	Fracción de la pared	Índice de Runkey	
B1	T1	3	101,11	7	206,94	3,91	86,03	887,87	31,5	4,72	22,07	27,79	0,70	0,30	0,43	0,48
	T2	3	120,4	7	208,11	3,59	89,91	947,67	34,61	5,59	23,43	27,38	0,68	0,32	0,48	0,48
	T3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	T4	2	171,86	6	219,77	3,88	209,11	973,52	35,23	5,56	24,1	27,64	0,68	0,32	0,46	0,35
	T5	4	142,9	6	226,23	3,34	179,25	927,71	36,28	5,49	25,3	25,57	0,70	0,30	0,43	0,37
	T6	3	138,7	7	224,49	3,32	160,79	886,2	31,49	5,14	21,21	28,14	0,67	0,33	0,48	0,38
B2	T1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	T2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	T3	2	153,04	6	192,56	3,71	124,17	991,84	32,67	5,73	21,21	30,36	0,65	0,35	0,54	0,41
	T4	2	124,82	6	235,7	4,23	217,83	975,83	30,79	4,83	21,12	30,12	0,68	0,32	0,48	0,44
	T5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
	T6	2	140,19	6	226,05	3,17	216,68	834,24	35,02	5,3	24,42	23,82	0,70	0,30	0,43	0,42
B3	T1	4	161,54	6	213,57	3,68	124,45	949,86	35,02	4,66	25,69	27,12	0,73	0,27	0,36	0,37
	T2	4	169,73	6	206,67	3,66	96,34	992,07	45,76	5,76	34,25	21,68	0,75	0,25	0,34	0,37
	T3	3	158,22	6	274,14	3,20	252,61	986,98	35,52	5,65	24,22	27,79	0,68	0,32	0,47	0,37
	T4	4	153,21	6	213,86	4,60	205,96	960,33	33,2	5,59	22,02	28,92	0,66	0,34	0,51	0,35
	T5	3	214,35	9	339,34	5,01	268,87	939,97	34,11	5,29	23,53	27,55	0,69	0,31	0,45	0,32
	T6	2	169,51	6	232,8	3,72	233,30	903,56	32,19	4,91	22,36	28,07	0,69	0,31	0,44	0,35
B4	T1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	T2	2	141,47	6	210,63	3,10	94,97	938,81	33,55	5,53	22,48	27,98	0,67	0,33	0,49	0,34
	T3	3	122,32	7	209,94	3,41	290,40	964,98	32,12	5,41	21,29	30,04	0,66	0,34	0,51	0,39
	T4	3	159,46	6	232,62	3,34	144,05	991,6	36,89	5,88	25,12	26,88	0,68	0,32	0,47	0,4
	T5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	T6	3	148,22	6	245,92	3,82	283,28	929,56	34,82	5,31	24,2	26,69	0,69	0,31	0,44	0,37

**Anexo 2. Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “La Victoria” Zamora al segundo año de haber sido plantados.**

Bloque	Tratamiento	Poros		Parénquima radial		Fibras			
		N°/mm <sup>2</sup>	Diámetro $\mu\text{m}$	Radios/mm	Altura $\mu\text{m}$	Largo $\mu\text{m}$	Diámetro $\mu\text{m}$	Espesor de la Pared celular $\mu\text{m}$	Diámetro de lumen $\mu\text{m}$
B1	T1	3	99,53	8	271,42	882,91	27,71	3,44	20,83
	T2	2	117,34	6	279,86	889,70	28,81	3,84	21,13
	T3	4	84,88	8	330,35	795,40	24,40	3,43	17,54
	T4	2	124,51	6	288,26	1009,59	28,76	3,68	21,40
	T5	3	104,05	7	294,66	929,16	26,74	3,66	19,43
	T6	2	123,35	6	284,67	926,17	26,99	3,77	19,45
B2	T1	3	85,01	7	270,39	795,70	27,90	3,31	21,28
	T2	2	108,39	6	274,84	941,73	28,75	3,47	21,82
	T3	3	94,58	7	236,31	840,03	28,88	3,28	22,32
	T4	2	106,86	7	267,78	899,48	26,80	3,05	20,70
	T5	2	93,95	7	300,85	808,06	27,19	3,09	21,01
	T6	2	116,00	7	241,58	880,16	29,27	2,89	23,49
B3	T1	4	83,97	10	268,03	809,94	28,97	3,20	22,56
	T2	4	108,73	8	234,31	887,46	27,40	3,16	21,09
	T3	3	109,45	9	256,68	842,87	29,06	3,41	22,25
	T4	3	111,18	8	252,91	909,30	29,32	3,22	22,89
	T5	3	110,06	8	232,08	898,00	30,64	3,13	24,38
	T6	3	120,09	8	236,39	873,05	30,58	3,34	23,90
B4	T1	3	106,04	9	256,29	922,89	27,72	3,61	20,50
	T2	3	99,21	9	231,64	875,00	30,46	3,48	23,50
	T3	3	98,93	10	232,22	882,78	28,91	3,65	21,61
	T4	3	130,15	7	230,48	972,39	30,10	3,51	23,09
	T5	3	95,59	8	275,12	858,07	27,92	3,38	21,17
	T6	2	112,05	6	261,02	977,01	31,10	3,59	23,92

**Anexo 3. Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “La Victoria” Zamora al cuarto año de haber sido plantados.**

Bloque	Tratamiento	Poros		Parénquima radial		Vasos		Fibras							Densidad	
		N°/mm <sup>2</sup>	Diámetro $\mu$ m	Radio/m	Altura $\mu$ m	Punteaduras $\mu$ m	Longitud $\mu$ m	Largo $\mu$ m	Diámetro $\mu$ m	Espesor de la Pared celular $\mu$ m	Diámetro de lumen $\mu$ m	Índice de Infiltramiento	Coefficiente de flexibilidad	Fracción de la pared		Índice de Runkey
B1	T7	6,00	144,68	5,08	289,74	4,31	217,48	1055,77	30,45	5,14	20,17	34,68	0,66	0,34	0,51	0,51
	T8	5,07	124,51	4,67	266,49	4,58	180,70	1119,46	33,70	4,68	24,34	33,22	0,72	0,28	0,38	0,44
	T9	6,00	107,34	4,28	313,50	4,69	240,89	1016,78	27,87	5,06	17,74	36,48	0,64	0,36	0,57	0,55
	T10	5,05	118,77	4,64	276,97	4,60	232,29	1028,27	26,45	4,64	17,16	38,88	0,65	0,35	0,54	0,46
	T11	4,23	125,39	4,17	236,18	4,52	179,69	1156,79	33,15	5,22	22,70	34,90	0,68	0,32	0,46	0,42
	T12	4,35	144,85	4,60	249,08	4,57	239,92	1139,18	36,46	5,17	26,11	31,25	0,72	0,28	0,40	0,41
B2	T7	5,43	123,12	5,02	309,55	4,60	208,21	1368,67	33,12	5,35	22,41	41,32	0,68	0,32	0,48	0,43
	T8	4,60	101,00	4,63	254,98	4,51	236,42	1198,62	33,04	4,74	23,57	36,27	0,71	0,29	0,40	0,41
	T9	6,00	117,85	4,43	295,09	4,67	222,32	1037,64	24,14	4,79	14,55	42,99	0,60	0,40	0,66	0,49
	T10	5,42	118,18	4,39	277,36	4,65	239,92	1087,80	28,27	4,94	18,40	38,47	0,65	0,35	0,54	0,48
	T11	6,03	121,43	4,49	271,19	4,67	210,90	1006,45	28,92	5,13	18,66	34,80	0,65	0,35	0,55	0,46
	T12	5,29	126,58	4,07	260,04	4,73	243,45	1105,77	30,32	5,24	19,83	36,47	0,65	0,35	0,53	0,49
B3	T7	5,43	121,95	4,87	297,63	4,57	213,21	1141,87	31,66	5,05	21,56	36,07	0,68	0,32	0,47	0,41
	T8	5,22	75,58	4,68	318,05	4,60	199,64	1144,83	31,32	4,79	21,74	36,55	0,69	0,31	0,44	0,52
	T9	5,18	129,07	4,74	289,63	4,63	235,91	1060,20	29,60	5,41	18,78	35,82	0,63	0,37	0,58	0,41
	T10	4,89	124,04	4,29	283,36	4,82	223,44	1046,72	26,80	4,67	17,46	39,06	0,65	0,35	0,53	0,33
	T11	6,00	121,70	4,94	294,96	4,72	216,01	1071,00	32,42	5,14	22,14	33,04	0,68	0,32	0,46	0,47
	T12	5,23	124,41	4,71	286,96	4,50	289,88	1028,99	30,98	5,00	20,99	33,21	0,68	0,32	0,48	0,38
B4	T7	5,75	121,31	4,30	309,47	4,69	185,90	1189,08	30,86	5,16	20,54	38,54	0,67	0,33	0,50	0,52
	T8	5,33	130,15	4,43	271,19	4,55	227,53	1061,83	32,46	5,20	22,07	32,71	0,68	0,32	0,47	0,48
	T9	6,27	113,41	4,43	271,81	4,73	223,77	1042,23	29,32	4,79	19,75	35,55	0,67	0,33	0,48	0,43
	T10	6,21	118,08	4,38	372,22	4,73	241,80	1010,61	37,71	5,08	27,56	26,80	0,73	0,27	0,37	0,46
	T11	5,49	109,39	4,30	264,19	4,68	394,74	1172,57	32,67	5,20	22,28	35,89	0,68	0,32	0,47	0,43
	T12	4,74	120,89	4,20	238,72	4,65	219,76	1234,78	34,68	5,26	24,16	35,61	0,70	0,30	0,44	0,43

**Anexo 4. Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “La Victoria”  
Zamora al segundo año de haber sido plantados.**

Bloque	Tratamiento	Poros		Parénquima radial		Fibras			
		Nº/mm <sup>2</sup>	Diámetro µm	Radios/mm	Altura µm	Largo µm	Diámetro µm	Espesor de la Pared celular µm	Diámetro de lumen µm
B1	T7	6	88,00	5	367,47	1054,34	24,98	3,58	17,82
	T8	4	121,03	4	324,16	978,96	29,63	3,72	22,20
	T9	6	90,19	4	358,53	1075,42	26,13	3,47	19,19
	T10	3	101,28	4	363,62	1143,69	29,30	3,59	22,12
	T11	7	85,77	5	332,98	987,50	25,58	3,65	18,27
	T12	5	96,88	5	372,91	1043,33	26,34	3,61	19,13
B2	T7	5	86,75	4	360,80	1022,87	25,64	3,33	18,98
	T8	4	84,35	4	357,89	965,11	26,41	3,58	19,26
	T9	5	80,14	4	357,50	961,61	26,60	3,46	19,68
	T10	5	75,50	5	344,88	943,93	26,56	3,57	19,42
	T11	6	90,95	5	361,05	1093,08	25,49	3,23	19,03
	T12	4	82,68	5	361,03	926,03	27,02	3,14	20,73
B3	T7	5	86,02	5	291,51	1001,07	27,70	3,51	20,68
	T8	5	101,32	5	301,22	1083,29	28,19	3,66	20,86
	T9	5	88,88	5	289,66	1064,89	28,85	3,76	21,32
	T10	5	107,93	4	337,38	879,91	28,70	3,46	21,78
	T11	5	92,58	5	343,71	1040,13	26,64	3,70	19,25
	T12	5	101,41	5	336,25	1044,63	28,49	3,55	21,38
B4	T7	6	76,52	4	358,26	1114,86	27,80	3,84	20,13
	T8	5	90,71	4	326,85	1217,52	27,85	3,62	20,61
	T9	4	86,20	5	310,71	1087,86	28,21	3,87	20,47
	T10	5	97,54	4	348,56	1051,70	28,69	3,73	21,24
	T11	5	94,30	4	342,50	1058,02	28,52	3,94	20,64
	T12	4	84,34	4	337,70	1022,90	28,14	3,68	20,78

**Anexo 5. Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “Los Zapotes” Panguintza al cuarto año de haber sido plantados.**

Bloque	Tratamiento	Poros		Parénquima Radial		Vasos		Fibras								Densidad
		N°/mm <sup>2</sup>	Diámetro $\mu$ m	Radio/m	Altura $\mu$ m	Punteaduras $\mu$ m	Longitud $\mu$ m	Largo $\mu$ m	Diámetro $\mu$ m	Espesor de la Pared	Diámetro de lumen $\mu$ m	Índice de Infiltramiento	Coefficiente de flexibilidad	Fracción de la pared	Índice de Runkey	
B1	T1	3,14	146,44	6,50	229,65	4,13	170,76	1243,57	31,85	5,41	21,03	39,05	0,66	0,34	0,51	0,33
	T2	2,74	170,03	6,64	235,62	3,75	106,32	854,35	30,29	4,63	21,03	28,20	0,69	0,31	0,44	0,32
	T3	3,53	130,62	7,14	219,67	4,23	256,66	879,84	27,83	4,52	18,79	31,61	0,68	0,32	0,48	0,39
	T4	2,81	165,85	6,83	213,72	4,27	234,77	1038,03	29,77	5,28	19,21	34,87	0,65	0,35	0,55	0,31
	T5	3,02	149,10	6,95	221,29	4,17	241,34	862,74	26,19	4,81	16,58	32,95	0,63	0,37	0,58	0,32
	T6	2,79	162,99	7,06	211,38	4,23	253,83	957,84	30,40	4,42	21,56	31,50	0,71	0,29	0,41	0,44
B2	T1	3,20	152,08	6,71	229,98	3,94	137,89	796,34	28,22	4,92	18,37	28,22	0,65	0,35	0,54	0,36
	T2	3,13	163,35	6,46	224,62	4,25	142,22	979,25	28,41	5,59	17,22	34,47	0,61	0,39	0,65	0,47
	T3	2,89	144,60	6,83	236,39	4,23	216,97	812,12	29,97	5,03	19,92	27,10	0,66	0,34	0,50	0,45
	T4	2,90	126,45	6,83	235,33	4,24	230,93	825,54	32,87	4,69	23,48	25,11	0,71	0,29	0,40	0,40
	T5	2,67	159,20	7,03	254,48	4,08	209,44	984,56	32,42	4,70	23,03	30,37	0,71	0,29	0,41	0,36
	T6	2,89	154,10	6,76	208,36	4,23	232,32	1017,62	30,85	4,66	21,54	32,98	0,70	0,30	0,43	0,44
B3	T1	2,96	150,25	6,52	255,25	3,68	127,62	845,61	27,52	5,24	17,05	30,73	0,62	0,38	0,61	0,51
	T2	3,52	131,15	6,24	214,24	3,98	115,02	922,95	27,39	4,97	17,46	33,69	0,64	0,36	0,57	0,52
	T3	3,02	148,40	6,80	218,06	4,50	246,52	977,84	26,29	4,96	16,37	37,19	0,62	0,38	0,61	0,45
	T4	2,94	151,89	6,82	222,63	4,21	238,88	977,53	30,43	4,34	21,76	32,12	0,72	0,28	0,40	0,46
	T5	3,57	119,00	7,00	228,24	4,28	235,52	797,67	28,95	4,63	19,70	27,55	0,68	0,32	0,47	0,44
	T6	3,10	148,02	7,04	195,18	4,16	240,22	904,43	29,55	4,60	20,34	30,61	0,69	0,31	0,45	0,35
B4	T1	3,00	173,02	6,53	232,18	4,44	169,06	977,30	30,06	4,50	21,05	32,52	0,70	0,30	0,43	0,35
	T2	3,14	152,16	6,79	227,99	3,88	88,78	829,36	30,25	4,59	21,07	27,42	0,70	0,30	0,44	0,42
	T3	4,45	118,24	7,40	223,81	4,26	243,63	828,80	29,04	5,11	18,82	28,54	0,65	0,35	0,54	0,48
	T4	2,79	179,91	6,86	229,57	4,36	235,45	990,36	29,03	4,54	19,95	34,11	0,69	0,31	0,46	0,35
	T5	3,06	150,12	7,18	213,83	4,12	250,23	984,30	28,59	4,90	18,79	34,43	0,66	0,34	0,52	0,50
	T6	2,79	147,73	6,96	193,39	4,35	253,04	784,61	25,70	4,98	15,74	30,52	0,61	0,39	0,63	0,48

**Anexo 6. Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, en el sector “Los Zapotes” Panguintza al segundo año de haber sido plantados.**

Bloque	Tratamiento	Poros		Parénquima radial		Fibras			
		Nº/mm <sup>2</sup>	Diámetro µm	Radios/mm	Altura µm	Largo µm	Diámetro µm	Espesor de la Pared celular µm	Diámetro de lumen µm
B1	T1	3	106,03	8	244,24	830,21	22,59	5,04	12,51
	T2	2	124,43	7	310,95	889,74	21,90	4,42	13,06
	T3	2	105,62	5	249,50	925,89	27,13	3,89	19,34
	T4	2	152,73	6	396,88	914,81	21,65	4,19	13,27
	T5	3	98,74	4	263,92	775,26	22,85	4,41	14,04
	T6	2	141,80	7	240,60	922,34	27,12	4,57	17,98
B2	T1	2	109,03	7	261,77	801,77	25,50	4,82	15,86
	T2	2	112,21	7	292,21	871,34	25,14	4,30	16,56
	T3	2	129,59	7	253,51	918,50	25,88	4,33	17,22
	T4	2	125,37	7	260,37	868,02	24,71	4,49	15,74
	T5	3	91,22	7	285,37	869,51	26,26	4,31	17,64
	T6	2	108,59	7	273,38	776,27	24,16	3,82	16,53
B3	T1	3	111,42	9	248,18	851,45	25,67	3,81	18,06
	T2	3	116,95	7	228,22	883,00	27,92	3,98	19,97
	T3	4	109,53	7	240,57	935,34	29,51	4,20	21,11
	T4	3	110,70	7	229,66	890,06	29,00	3,70	21,60
	T5	5	88,64	8	236,71	838,52	26,16	4,18	17,81
	T6	3	109,50	7	250,18	831,57	28,91	3,85	21,20
B4	T1	2	119,48	6	241,58	1001,30	33,09	3,83	25,43
	T2	2	104,78	7	232,85	1047,15	31,05	3,81	23,43
	T3	4	111,65	8	245,07	893,69	31,71	3,87	23,99
	T4	3	132,46	7	246,29	989,53	28,74	4,09	20,56
	T5	3	114,38	7	248,31	882,67	29,74	3,75	22,25
	T6	3	134,71	7	246,84	982,66	28,68	4,11	20,44

**Anexo 7. Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “Los Zapotes”**

**Panguintza al cuarto año de haber sido plantados.**

Bloque	Tratamiento	Poros		Parénquima Radial		Vasos		Fibras								Densidad
		N°/mm2	Diámetro µm	Radios/mm	Altura µm	Punteaduras µm	Longitud µm	Largo µm	Diámetro µm	Espesor de la Pared celular µm	Diámetro de lumen µm	Índice de Infiltramiento	Coefficiente de	Fracción de la pared	Índice de Runkey	
B1	T7	4,13	137,74	5,03	276,05	4,59	227,29	1261,75	30,66	5,13	20,41	41,15	0,67	0,33	0,50	0,53
	T8	5,32	119,97	4,43	272,81	4,56	228,43	1115,47	33,25	5,00	23,25	33,55	0,70	0,30	0,43	0,43
	T9	6,21	124,55	4,45	264,36	4,63	232,41	1354,04	32,01	5,60	20,81	42,31	0,65	0,35	0,54	0,56
	T10	5,45	114,38	4,72	259,69	4,55	259,38	1124,77	28,34	4,93	18,48	39,69	0,65	0,35	0,53	0,37
	T11	5,28	126,42	4,31	276,56	4,54	259,09	1313,36	29,99	4,93	20,13	43,80	0,67	0,33	0,49	0,44
	T12	5,44	121,51	4,53	295,77	4,65	279,17	1127,30	31,85	5,30	21,24	35,40	0,67	0,33	0,50	0,25
B2	T7	5,19	130,88	4,47	267,53	4,93	247,32	1062,36	31,25	4,81	21,63	34,00	0,69	0,31	0,44	0,49
	T8	5,31	128,50	4,57	289,94	4,58	227,95	1074,42	31,78	4,75	22,28	33,80	0,70	0,30	0,43	0,47
	T9	5,50	122,89	4,63	259,05	4,57	251,36	1347,50	32,68	5,41	21,85	41,24	0,67	0,33	0,50	0,49
	T10	5,43	137,56	4,15	276,25	4,74	267,73	1197,09	28,90	5,09	18,71	41,43	0,65	0,35	0,54	0,46
	T11	5,97	118,45	4,23	241,70	4,62	204,21	1221,93	32,20	4,65	22,90	37,95	0,71	0,29	0,41	0,39
	T12	5,52	124,86	4,48	273,62	4,52	264,46	1087,86	26,27	5,07	16,13	41,42	0,61	0,39	0,63	0,36
B3	T7	5,50	125,39	4,61	272,45	4,56	234,08	1169,96	28,90	4,49	19,92	40,48	0,69	0,31	0,45	0,36
	T8	5,15	130,49	5,03	269,14	4,57	222,25	1436,16	31,08	4,90	21,28	46,21	0,68	0,32	0,46	0,49
	T9	5,23	128,12	4,45	255,12	4,60	235,90	1233,91	31,62	5,22	21,18	39,03	0,67	0,33	0,49	0,38
	T10	4,83	127,46	4,33	281,27	4,69	274,27	1225,10	31,23	5,13	20,97	39,23	0,67	0,33	0,49	0,46
	T11	5,60	124,42	4,63	276,34	4,79	243,44	1327,95	29,76	4,75	20,26	44,62	0,68	0,32	0,47	0,43
	T12	5,28	116,36	4,28	288,79	4,61	242,36	1259,83	27,51	5,54	16,44	45,79	0,60	0,40	0,67	0,50
B4	T7	5,53	137,48	4,65	249,64	4,57	241,56	1161,71	28,82	4,66	19,50	40,31	0,68	0,32	0,48	0,46
	T8	4,89	138,52	4,50	240,70	4,44	221,55	1104,12	31,99	4,78	22,43	34,52	0,70	0,30	0,43	0,52
	T9	5,29	135,01	4,42	264,62	4,59	244,85	1264,65	31,83	5,20	21,42	39,74	0,67	0,33	0,49	0,45
	T10	5,38	130,78	4,52	264,81	4,67	250,28	1146,64	29,41	5,61	18,18	38,99	0,62	0,38	0,62	0,35
	T11	5,82	118,55	4,58	260,93	4,66	276,93	1056,58	30,19	5,53	19,12	35,00	0,63	0,37	0,58	0,47
	T12	4,93	118,76	4,44	240,33	4,52	248,55	1188,61	29,02	5,06	18,90	40,95	0,65	0,35	0,54	0,51

**Anexo 8. Promedios por bloque de las mediciones en los elementos anatómicos de *Gmelina arborea* Roxb, en el sector “Los Zapotes”**

**Panguintza al segundo año de haber sido plantados.**

Bloque	Tratamiento	Poros		Parénquima radial		Fibras			
		N°/mm2	Diámetro $\mu\text{m}$	Radios/mm	Altura $\mu\text{m}$	Largo $\mu\text{m}$	Diámetro $\mu\text{m}$	Espesor de la Pared celular $\mu\text{m}$	Diámetro de lumen $\mu\text{m}$
B1	T7	4	92,46	4	383,44	1027,83	24,23	4,60	15,03
	T8	4	108,29	5	400,54	1004,48	20,65	4,06	12,54
	T9	7	115,60	5	394,28	919,31	19,80	4,42	10,96
	T10	5	102,50	4	370,22	1019,67	19,97	4,18	11,62
	T11	5	95,55	4	368,97	1047,68	19,36	4,34	10,69
	T12	4	115,34	4	373,16	991,62	21,50	4,42	12,66
B2	T7	5	96,43	5	358,77	1100,01	24,09	4,36	15,37
	T8	5	96,13	5	362,46	1009,20	23,93	4,23	15,46
	T9	6	81,98	5	389,98	1042,75	24,00	4,15	15,70
	T10	6	86,57	5	367,34	1026,10	22,47	4,02	14,44
	T11	5	103,23	5	339,17	1160,78	26,01	3,67	18,67
	T12	4	99,18	5	359,81	1039,69	26,97	4,37	18,24
B3	T7	6	90,55	5	337,37	1098,38	26,49	4,41	17,68
	T8	7	77,41	5	348,59	1088,03	24,87	4,07	16,73
	T9	7	83,30	5	341,91	1065,28	25,73	4,53	16,67
	T10	5	99,96	5	329,62	1249,83	27,55	4,48	18,58
	T11	6	84,66	5	368,74	1105,69	26,47	4,12	18,24
	T12	5	95,01	4	319,64	1059,00	28,72	4,21	20,30
B4	T7	7	105,69	4	316,30	1029,22	28,57	4,21	20,15
	T8	5	94,89	4	319,78	1094,54	28,00	4,05	19,89
	T9	8	87,77	5	336,67	1147,62	29,43	4,11	21,21
	T10	4	101,84	4	336,34	1178,63	28,61	3,70	21,21
	T11	6	99,38	4	368,03	1126,75	29,08	3,73	21,63
	T12	5	95,65	5	293,80	1112,72	29,34	4,12	21,11

**Anexo 9. Análisis estadístico de los elementos anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, entre tratamientos con y sin fertilización “Los Zapotes” Panguintza.**

**Altura de los Radios ( $\mu\text{m}$ )**

**Análisis de la Varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Altura Radios	24	0,63	0,43	4,99

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Fert	947,53	1	947,53	7,58	0,0148
Error	1875,22	15	125,01		
Total	5061,44	23			

Test: Tukey Alfa=0,05

Error: 125,0150 gl: 15

Fertilización	Medias	n	E.E.
Sin fertilizante	230,24	12	3,23 A
Con fertilizante	217,67	12	3,23 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 10. Análisis estadístico de los elementos anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, con respecto al sitio “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza.**

➤ **Diámetro de los poros ( $\mu\text{m}$ )**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Diámetro poros	96	0,33	0,18	15,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	13284,80	1	13284,80	9,95	0,0023
Error	102767,00	77	1334,64		
Total	153964,64	95			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,84918

Error: 1334,6363 gl: 77

Sitio	Media	n	E.E.
Panguintza	132,59	48	5,27 A
Zamora	109,06	48	5,27 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Altura de los radios ( $\mu\text{m}$ )**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Altura Radios	96	0,37	0,22	12,91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	14370,25	1	14370,25	4,06	0,0473
Error	272278,75	77	3536,09		
Total	433190,33	95			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=24,17033

Error: 3536,0877 gl: 77

Sitio	Medias	n	E.E.
Panguintza	241,71	48	8,58 A
Zamora	217,24	48	8,58 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Largo de la fibra (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Largo	96	0,28	0,11	11,81

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	280170,41	1	280170,41	5,80	0,0184
Error	3719572,00	77	48306,13		
Total	5152822,47	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=89,33512

Error: 48306,1299 gl: 77

Sitio	Medias	n	E.E.	
Panguintza	905,48	48	31,72	A
Zamora	797,44	48	31,72	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Espesor de la pared celular (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Pared celular	96	0,31	0,14	10,54

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	14,921	1	4,92	10,17	0,0021
Error	112,99	77	1,47		
Total	162,80	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=0,49238

Error: 1,4674 gl: 77

Sitio	Medias	n	E.E.	
Panguintza	4,50	48	0,17	A
Zamora	3,71	48	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 11. Análisis estadístico de los elementos anatómicos de *Gmelina arborea* Roxb, con respecto al sitio “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza.**

➤ **Diámetro de poros (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Diámetro poros	96	0,78	0,72	8,70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	567,94	1	567,94	6,31	0,0141
Error	6925,47	77	89,94		
Total	30839,67	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=3,85479

Error: 89,9412 gl: 77

Sitio	Media	n	E.E.	
Panguintza	111,43	48	1,37	A
Zamora	106,56	48	1,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Diámetro de la fibra (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Ancho Fibra	96	0,54	0,44	9,02

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	47,41	1	47,41	7,1	0,0092
Error	510,75	77	6,63		
Total	1120,42	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=1,04684

Error: 6,6332 gl: 77

Sitio	Media	n	E.E.	
Zamora	29,25	48	0,37	A
Panguintza	27,84	48	0,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Diámetro del lumen de la fibra (µm).**

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Lumen fibra	96	0,40	0,26	13,06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	98,87	1	98,87	15,09	0,0002
Error	504,45	77	6,55		
Total	841,26	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=1,04037

Error: 6,5513 gl: 77

Sitio	Media	n	E.E.
Zamora	20,62	48	0,37 A
Panguintza	18,59	48	0,37 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Pared celular de la fibra**

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Pared celular	96	0,90	0,88	5,27

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	2,34	1	2,34	42,17	0,0001
Error	4,27	77	0,06		
Total	42,29	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=0,09575

Error: 0,0555 gl: 77

Sitio	Media	n	E.E.
Panguintza	4,63	48	0,03 A
Zamora	4,31	48	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Largo de la fibra (µm).**

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Largo Fibra	96	0,45	0,33	7,71

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Sitio	107955,33	1	1075,33	14,90	0,0002
Error	558004,41	77	7246,81		
Total	1023709,88	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=34,60147

Error: 7246,8105 gl: 77

Sitio	Media	n	E.E.
Panguintza	1137,66	48	12,29 A
Zamora	1070,60	48	12,29 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 12. Análisis estadístico de los elementos anatómicos de *Schizolobium parahybum* Bell Blake, con respecto a la edad del árbol “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza.**

➤ **Frecuencia de poros (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Poros mm <sup>2</sup>	90	0,28	0,10	10,31

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	2,11	1	2,11	5,09	0,0272
Error	29,49	71	0,42		
Total	40,89	89			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=0,27122  
*Error: 0,4154 gl: 71*

Año	Medias	n	E.E.	
4	3,06	48	0,10	A
2	2,75	48	0,09	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

➤ **Radios por mm (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Radios mm	96	0,33	0,17	14,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	37,50	1	37,50	13,66	0,0004
Error	211,38	77	2,75		
Total	314,50	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=0,67345  
*Error: 2,7451 gl: 77*

Año	Media	n	E.E.	
2	7,25	48	0,24	A
4	6,00	48	0,24	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

➤ **Diámetro de poros (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Diámetro poros	96	0,33	0,18	15,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	9847,37	1	9847,37	7,38	0,0081
Error	102767,00	77	1334,64		
Total	153964,64	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=14,84918  
*Error: 1334,6363 gl: 77*

Año	Media	n	E.E.	
4	130,95	48	5,27	A
2	110,70	48	5,27	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

➤ **Altura de los radios (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Altura Radios	96	0,37	0,22	12,91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	96336,35	1	96336,35	27,24	0,0001
Error	272278,75	77	3536,09		
Total	433190,33	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=24,17033  
*Error: 3536,0877 gl: 77*

Año	Medias	n	E.E.	
2	261,15	48	8,58	A
4	197,80	48	8,58	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)*

➤ **Pared celular de la fibra (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pared celular	96	0,31	0,14	10,54

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	10,02	1	10,02	6,83	0,0108
Error	112,99	77	1,47		
Total	162,80	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=0,49238

Error: 1,4674 gl: 77

Año	Medias	n	E.E.	
4	4,42	48	0,17	A
2	3,78	48	0,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 13. Análisis estadístico de los elementos anatómicos de *Gmelina arborea* Roxb, con respecto a la edad del árbol “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza.**

➤ **Diámetro de los poros (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Diámetro poros	96	0,78	0,72	8,70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	22270,91	1	22270,91	247,62	0,0001
Error	6925,47	77	89,94		
Total	30839,67	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=3,85479

Error: 89,9412 gl: 77

Año	Media	n	E.E.	
4	124,22	48	1,37	A
2	93,76	48	1,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Altura de los radios (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Altura radios	96	0,74	0,67	8,07

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	124432,21	1	1232,21	197,13	0,0001
Error	48604,14	77	631,22		
Total	183934,11	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=10,21204

Error: 631,2225 gl: 77

Año	Medias	n	E.E.	
2	347,33	48	3,63	A
4	275,33	48	3,63	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Pared celular de la fibra (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Pared celular	96	0,90	0,88	5,27

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	32,25	1	32,25	581,19	0,0001
Error	4,27	77	0,06		
Total	42,29	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=0,09575

Error: 0,0555 gl: 77

Año	Media	n	E.E.	
4	5,05	48	0,03	A
2	3,89	48	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Largo de la fibra (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Largo Fibra	96	0,45	0,33	7,71

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	238156,8	1	2156,86	32,86	0,0001
Error	558004,41	77	7246,81		
Total	1023709,88	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=34,60147

Error: 7246,8105 gl: 77

Año	Media	n	E.E.	
4	1153,94	48	12,29	A
2	1054,32	48	12,29	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Lumen de la fibra (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Lumen fibra	96	0,40	0,26	13,06

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	109,13	1	109,13	16,66	0,0001
Error	504,45	77	6,55		
Total	841,26	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=1,04037

Error: 6,5513 gl: 77

Año	Media	n	E.E.	
4	20,67	48	0,37	A
2	18,54	48	0,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

➤ **Ancho de la Fibra (µm)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	Aj	CV
Ancho Fibra	96	0,54	0,44	9,02

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Año	475,32	1	475,32	71,66	0,0001
Error	510,75	77	6,63		
Total	1120,42	95			

**Test: Tukey** Alfa=0,05 DMS=1,04684

Error: 6,6332 gl: 77

Año	Media	n	E.E.	
4	30,77	48	0,37	A
2	26,32	48	0,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 14. Croquis de la distribución de bloques, especies y tratamientos de fertilización.**

**Sector “La Victoria” - Zamora**

BLOQUE 4			
PACHACO		MELINA	
T6	T5	T7	T8
T4	T3	T11	T12
T2	T1	T9	T10

BLOQUE 3			
MELINA		PACHACO	
T8	T7	T4	T3
T10	T9	T6	T5
T12	T11	T2	T1

BLOQUE 2			
MELINA		PACHACO	
T8	T7	T6	T5
T10	T9	T2	T1
T12	T11	T4	T3

BLOQUE 1			
PACHACO		MELINA	
T8	T7	T12	T11
T10	T9	T8	T7
T12	T11	T10	T9

**Sector “Los Zapotes” - Panguintza”**

BLOQUE 3			
MELINA		PACHACO	
T10	T9	T6	T5
T12	T11	T4	T3
T8	T7	T2	T1

BLOQUE 2				BLOQUE 4			
PACHACO		MELINA		PACHACO		MELINA	
T4	T3	T8	T7	T4	T3	T7	T8
T2	T1	T12	T11	T2	T1	T11	T12
T6	T5	T10	T9	T6	T5	T9	T10

BLOQUE 1			
PACHACO		MELINA	
T3	T4	T10	T9
T1	T2	T12	T11
T5	T6	T8	T7

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

## Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

### Carrera de Ingeniería Forestal



Evaluación de la variabilidad de la estructura anatómica de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., entre árboles bajo diferentes tratamientos de fertilización, al cuarto año de plantados en la Provincia de Zamora Chinchipe.

#### Autoras:

María Esthela Avila Vaca

Germania Beatriz Betancourt Duran

#### Director:

Ing. Héctor Maza Chamba.

Loja- Ecuador

2014

## 1. INTRODUCCIÓN

La madera es una de las materias primas ampliamente usadas en diferentes productos industriales. Actualmente, el mercado exige bondad de productos y uniformidad de materia prima, de ahí la inquietud de producir maderas de buena calidad. Sin embargo, en el Ecuador existen muy pocos estudios sobre variabilidad de la estructura anatómica de especies maderables nativas y exóticas que crecen bajo diferentes condiciones de clima, suelo, topografía y pisos altitudinales, condiciones que influyen según estudios científicos en las propiedades tecnológicas de la madera.

## 2. OBJETIVOS

### Objetivo General

Evaluar la variabilidad de la estructura anatómicas de las especies de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., entre los diferentes tratamientos de fertilización al cuarto año de haber sido plantadas.

### Objetivos Específicos

Determinar la estructura anatómica que presentan las especies *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb, por efecto de la aplicación de tratamientos de fertilización al cuarto año, en plantaciones de Panguintza y Zamora.

Establecer las diferencias anatómicas de *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb., entre los resultados obtenidos en el segundo año y los del cuarto año de haber sido plantadas.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Determinación de la estructura anatómica.

Las muestras se extrajeron de árboles de cuatro años de edad; con estas muestras se calculó la densidad, se elaboraron cubos de 1 x 1 cm, los cuales sirvieron para la obtención de los cortes micrométricos (radial, transversal y tangencial), estos cortes fueron sometidos a un proceso de tinción y deshidratación, para luego ser fotografiados.

Se realizó también una maceración de los tejidos para la obtención de fibras, todos estos datos fueron almacenados en una base de datos (Excel).

### 3.2. Establecer las diferencias anatómicas de *Schizolobium parahybum* y *Gmelina arborea*, entre los resultados obtenidos en el segundo año y los del cuarto año de haber sido plantadas.

El análisis estadístico se realizó con el uso del programa estadístico "Infostat". Para establecer las diferencias de las características anatómicas se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), aplicando la prueba de Tukey con un porcentaje de error del 5 % a los elementos que presentaron diferencias significativas.

## 4. RESULTADOS

Para el factor tratamientos, *Schizolobium parahybum* Bell Blake en el sitio Los Zapotes presentó diferencias en la altura de los radios, mientras que en el sector La Victoria no presento diferencias. En lo referente a *Gmelina arborea* Roxb no se encontró diferencias para ningún elemento anatómico de los dos sectores.

Cuadro 1. Categorización del parámetro anatómico que presento diferencias en *Schizolobium parahybum* Bell Blake, sector “Los Zapotes” Panguintza.

Especie	Parámetro anatómico	Fertilizante	Media $\mu\text{m}$	Categoría
<i>Schizolobium parahybum</i>	Altura de Radios	Con	217,67	A
		Sin	230,24	B

Para el factor sitio, *Schizolobium parahybum*, presento diferencias en las siguientes variables anatómicas: diámetro de poros, altura de los radios, largo y pared celular de la fibra. Mientras que *Gmelina arborea* Roxb presento diferencias en las siguientes variables anatómicas: diámetro de poros, largo, diámetro, espesor de la pared celular y lumen de la fibra.

Cuadro 2. Categorización de los parámetros anatómicos que presentaron diferencias en el factor sitios en *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb.

Especie	Parámetro anatómico	Sitio	Media $\mu\text{m}$	Categoría
<i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake	Diámetro de poros	Los Zapotes	132,59	A
		La Victoria	109,06	B
	Altura de los radios	Los Zapotes	241,71	A
		La Victoria	217,24	B
	Largo de la fibra	Los Zapotes	905,48	A
		La Victoria	797,44	B
Pared celular	Los Zapotes	4,50	A	
	La Victoria	3,71	B	
<i>Gmelina arborea</i> Roxb	Diámetro de poros	Los Zapotes	111,43	A
		La Victoria	106,56	B
	Largo de fibra	Los Zapotes	1137,66	A
		La Victoria	1070,60	B
	Diámetro de fibra	Los Zapotes	27,84	A
		La Victoria	29,25	B
	Espesor de Pared celular	Los Zapotes	4,63	A
		La Victoria	4,31	B
	Diámetro de lumen	Los Zapotes	18,59	A
		La Victoria	20,62	B

La madera de *Schizolobium parahybum* Bell Blake presento diferencia en los siguientes elementos: frecuencia y diámetro de poros; radios por mm, y altura de los radios. En *Gmelina arborea* Roxb también presento diferencia en los siguientes parámetros anatómicos: diámetro de los poros, altura de los radios; diámetro, espesor de la pared celular y diámetro de lumen de la fibra.

Cuadro 3. Categorización de los elementos anatómicos que presentaron diferencias en el factor edad en *Schizolobium parahybum* Bell Blake y *Gmelina arborea* Roxb.

Especie	Parámetro anatómico	Edad	Media $\mu\text{m}$	Categoría
<i>Schizolobium parahybum</i> Bell Blake	Frecuencia	4	3,06	A
		2	2,75	B
	Número de radios	4	6,00	A
		2	7,25	B
	Diámetro de poros	4	130,95	A
		2	110,70	B
Altura de los radios	4	197,80	A	
	2	261,15	B	
<i>Gmelina arborea</i> Roxb	Diámetro de poros	4	124,22	A
		2	93,76	B
	Altura de los radios	4	275,33	A
		2	347,33	B
	Ancho de la fibra	4	30,77	A
		2	26,32	B
	Largo de la fibra	4	1153,94	A
		2	1054,32	B
	Espesor Pared celular	4	5,05	A
		2	3,89	B
Lumen de la fibra	4	20,67	A	
	2	18,54	B	

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ El paquete de fertilización aplicado a los ensayos de los sitios “La Victoria” Zamora y “Los Zapotes” Panguintza, no influyo en la variación de la estructura anatómica de las especies *Gmelina arborea* y *Schizolobium parahybum*.
- ✓ Las especies de *Gmelina arborea* y *Schizolobium parahybum* presentaron mejores resultados en cuanto a la estructura anatómica en el sitio Los Zapotes de la parroquia Panguintza.
- ✓ Las características de la estructura anatómica en *Schizolobium parahybum* como: número de poros por  $\text{mm}^2$ , y diámetro de poros aumentan de tamaño a medida que se incrementa la edad (dos a cuatro años), mientras que el número y altura de los radios disminuye de tamaño a medida que crece el árbol. Similares características presenta *Gmelina arborea*.
- ✓ La calidad de los suelos en Panguintza influye en las características de los elementos anatómicos de conducción, siendo estos de mayor tamaño.
- ✓ Los suelos de Panguintza por tener mejor fertilidad presentaron fibras más flexibles y de mayor longitud mientras que en Zamora son menos flexibles y de menor longitud.