T
633.5
L46

006410

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

TESIS PARA OBTENER EL TTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO

"INDICADORES ANATÓMICOS EN LA CALIDAD DE PULPA PARA PAPEL DE 20 ESPECIES MADERABLES CON POTENCIAL USO, BASADO EN EL CONOCIMIENTO DEL XILEMA DE LA RAMA"

AUTOR : Bach. Kelvin León Murrieta

ASESOR : Dr. Heiter Valderrama Freyre

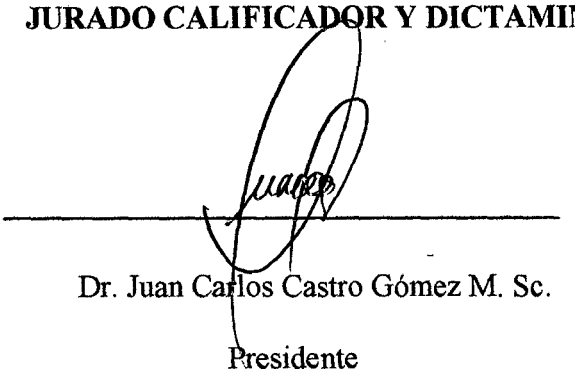
FINANCIAMIENTO : UNAP

DURACIÓN ESTIMADA : 07 MESES

IQUITOS – PERÚ

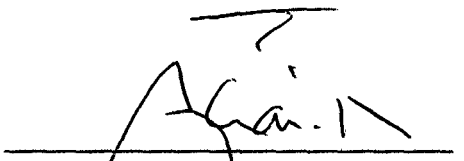
2010

JURADO CALIFICADOR Y DICTAMINADOR



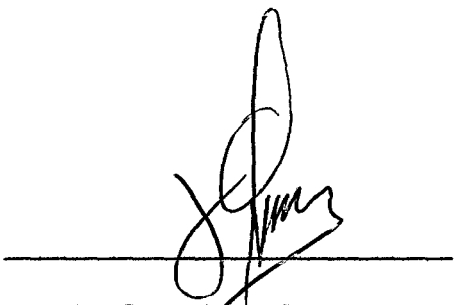
Dr. Juan Carlos Castro Gómez M. Sc.

Presidente



Blgo. Alberto García Ruiz M. Sc.

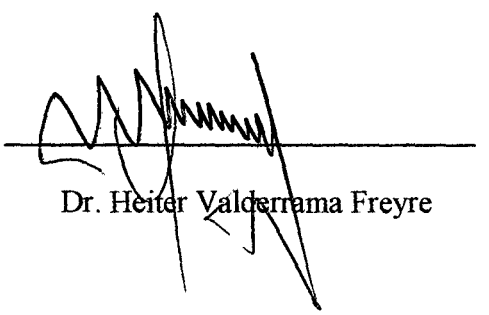
Miembro



Dr. Jorge Luís Marapara

Miembro

ASESOR



Dr. Heiter Valderrama Freyre

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Iquitos, 10 de junio de 2011

En la ciudad de Iquitos, a los diez días del mes de junio de 2011 y siendo las 3 pm horas se reunió, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, el Jurado Calificador y Dictaminador de Tesis que suscribe, designado con R.D. N° 077-2009-DEFP-B-FCB-UNAP, presidido e integrado por: **Blgo. JUAN CARLOS CASTRO GÓMEZ, Dr., Presidente; Blgo. JORGE LUIS MARAPARA DEL ÁGUILA, Dr., Miembro, Blgo. ALBERTO GARCÍA RUÍZ, MSc., Miembro;** para escuchar, examinar y calificar la sustentación y defensa de la tesis titulada: **"INDICADORES ANATÓMICOS EN LA CALIDAD DE PULPA PARA PAPEL DE 20 ESPECIES MADERABLES CON POTENCIAL USO, BASADO EN EL CONOCIMIENTO DEL XILEMA DE LA RAMA";** realizado por el Br. en Ciencias Biológicas de la FCB-Escuela de Biología, **KELVIN LEÓN MURRIETA** de la Promoción I-2008, graduado de Bachiller con R.R. N° 1131-2009-UNAP de fecha 14 de mayo del 2009.

Luego de realizada la sustentación de la Tesis, el bachiller fue sometido a un interrogatorio sobre el tema en cuestión, habiendo absuelto de manera REGULAR las observaciones y objeciones que fueron formuladas por los integrantes del Jurado Calificador y Dictaminador.

Después de la deliberación y votación del caso, el Jurado Calificador y Dictaminador dió como veredicto APROBAR la Tesis por MAYORIA, quedando el candidato apto para ejercer la profesión de Biólogo, previo otorgamiento del Título Profesional por la autoridad universitaria competente y, su correspondiente inscripción al Colegio de Biólogos del Perú.

Finalizado el acto, el Presidente del Jurado Calificador y Dictaminador levantó la sesión siendo las 4:20 pm horas y en fe de lo cual, todos los integrantes suscriben la presente Acta de Sustentación por triplicado.

Juan Carlos Castro Gómez
PRESIDENTE

Jorge Luis Marapara Del Águila
MIEMBRO

Alberto García Ruíz
MIEMBRO

DEDICATORIA

A DIOS, quien me guía y me dirige. Con eterna gratitud a mis padres, **Pedro Pablo León S., Melba Yolanda Murrieta de L.,** y hermanos **Juana, Paola, Sonia, Edwin y Freddy,** que me brindaron apoyo moral y comprensión durante el desarrollo de la tesis.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto: "Comportamiento tecnológico de uso de la madera de 20 especies forestales existentes en el Arboretum del Jardín Botánico del CIEFOR Puerto Almendra, basado en el conocimiento del tejido secundario de la rama. Iquitos", por el financiamiento para la realización de la presente tesis.

Al Dr. Heiter Valderrama Freyre por el asesoramiento en el trabajo de tesis, gabinete y durante el desarrollo de la redacción de la tesis.

Al Ing. Jarlin Arellano Valderrama por la orientación brindada durante el desarrollo de la presentación de tesis.

A Gerardo Chauca y Luis paredes por el apoyo brindado en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales-UNAP.

A mis padres, hermanos y amigos, por el apoyo moral; y a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron para llevar a cabo y concluir con esta investigación.

CONTENIDO

Pag.

I. INTRODUCCIÓN.....08

II.OBJETIVOS.....11

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....12

3.1 Características morfológicas, nombre común y distribución geográfica de las Especies.....12

3.2 Calidad de la madera para pulpa para papel.....22

3.3 Investigaciones sobre pulpa para papel.....25

3.4 Estructura anatómica del tejido secundario de las ramas de especies forestales. 28

3.5 Comportamiento tecnológico de la madera del fuste, basado en el conocimiento de la estructura celular de la rama.....30

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....34

4.1 Lugar de ejecución.....34

4.2 Materiales y equipos.....35

4.3 Método.....37

4.3.1Tipo y diseño de estudio.....37

4.3.2 Población y muestra.....37

4.3.3 Procedimiento para la recolección de la información.....38

4.3.3.1 Material biológico.....38

4.3.3.2 Preparación de láminas con cortes histológicos y tejido disociado 39

4.3.3.3 Biometría de células.....40

4.3.3.4 Tabulación de datos (características cuantitativas).....40

4.3.3.5 Estudio anatómico del xilema.....40

4.3.3.6 Análisis de las características anatómicas en calidad de pulpa.....47

4.3.3.7 Determinación del comportamiento tecnológico.....50

V. RESULTADOS.....51

5.1 Descripción y clasificación características anatómicas consideradas y que se relacionan con el comportamiento tecnologico en la calidad de pulpa para papel.....49

5.2 Determinación del comportamiento tecnológico en base a las características anatómicas que se relacionan con la calidad de pulpa para papel.....56

VI. DISCUSIÓN.....70

VII. CONCLUSIÓN.....73

VIII. RECOMENDACIONES.....74

XI. RESUMEN.....75

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....76

XI. ANEXOS.....83

Anexo 01: características botánicas de las especies.....84

Anexo 02: Área y parcelaciones del Arboretum del Jardín Botánico, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos-Perú.....89

Anexo 03. Características anatómicas seleccionadas y su relación con el comportamiento tecnológico de la madera.....90

Anexo 04: Especies forestales seleccionadas en el arboretum para su certificación botánica en el herbarium amazonense.....91

Anexo 05: Colección de muestras de madera en el árbol.....92

Anexo 06. Obtención de muestra de rama, de láminas con cortes histológicos y tejido disociado.....93

Anexo 07. Tabulación de datos de las dimensiones de células fibrosas por especie 94

Anexo 08. Microfotografía de cortes histológicos de algunas especies.....95

Anexo 09. Descripción y determinación de las características anatómicas consideradas en el estudio y que se relacionan con el comportamiento tecnológico en la calidad de pulpa para papel a base de madera.....99

I. INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ciencias Forestales en su infraestructura posee un jardín botánico y dentro de ello como componente principal el Arboretum "El Huayo" con 18.8 ha de bosque naturales, debidamente parceladas con árboles identificados a nivel de familia, género y especie; esta área natural contiene bosques con especies representativos de la cuenca del río Nanay, donde los estudiantes realizan sus prácticas curriculares, los visitantes y turistas desean conocer las bondades de las especies forestales identificadas. (**Valderrama, 2002a**)

Los métodos utilizados para la descripción anatómica de la madera del fuste y que muy bien se podría aplicar en la madera de la rama, responden a procedimientos desarrollados en diferentes laboratorios e instituciones del mundo, como **COPANT (1973), Valderrama (1986), IAWA (1989)** que consideran la secuencia de colecta de muestras de madera, preparación de láminas (tejidos y células disociadas), descripción macro y microscópica y biometría de células.

Existen características en la estructura celular del tejido secundario de árboles angiospermas dicotiledóneas que se relacionan con el comportamiento en la fabricación de pulpa para papel, algunas maderas tienen mayor aptitud que otras. La aplicación del conocimiento de la anatomía tecnológica en la cual se necesita conocer características anatómicas que se relacionan con el comportamiento al secado, preservado, resistencia mecánica, durabilidad natural, fabricación de pulpa para papel, trabajabilidad; entre otros comportamiento tecnológicos de la madera, implica talar árboles. Sin embargo, **Valderrama** (2008), desarrollo

una metodología que nos permite caracterizar especies forestales de áreas naturales protegidas, sin derribar el árbol, basado en la estructura celular de la rama de 10 cm. de diámetro.

Estas características anatómicas son determinadas a nivel macroscópico y microscópico. Por ejemplo, la presencia de gomas y aceites en la estructura celular implicará que la madera tenga problemas de pulpeo, toda vez que estos componentes orgánicos por su naturaleza de sus componentes químicos actúan negativamente en la calidad de papel a fabricar, haciendo que tenga mayores problemas en el proceso de pulpeo, en relación a otras madera que carecen de esos componentes orgánicos.

La importancia de estos estudios radica en la selección de características anatómicas cualitativas y cuantitativas en el xilema de la rama de 10 cm de diámetro, que servirá para inferir el comportamiento en la fabricación de pulpa para papel de la madera del fuste, sin derribar el árbol. Del mismo modo, la determinación del comportamiento tecnológico basado en la estructura celular, nos permitirá tener mayor referencia de especies forestales para ese uso, propiciando investigaciones en mayor detalle en el área correspondiente.

Esta metodología que incorpora la dimensión ambiental al desarrollo científico de las áreas naturales protegidas como es el Arboretum, con fines de conservación de la biodiversidad, fue determinada en relación a características semejantes existentes en la madera de la rama y del fuste en varias especies forestales, y que se relacionan con la fabricación de pulpa para papel, por lo que sólo conociendo el Olor, sabor, abundancia de parénquima, inclusiones, brillo, contenido de poros, textura, longitud de fibras, espesor de la pared celular de fibras, densidad básica, dirección del grano, el Factor Runkel, Índice de Flexibilidad, índice de resistencia y el

factor de espesor de la pared celular de fibras, en la madera de la rama de 10 cm de diámetro y mediante la aplicación de la anatomía tecnológica, estaríamos infiriendo el comportamiento a la fabricación de pulpa para papel de la Madera del fuste.

Considerando que uno de los objetivos del Arboretum es de proporcionar información referente a la estructura celular y el comportamiento tecnológico de la madera del fuste para los visitantes y turistas, el presente estudio proporcionará información sobre el comportamiento de la madera en la fabricación de pulpa para papel, basado en características cualitativas y cuantitativas de la estructura celular de la rama de 20 especies forestales existentes del área. Investigación enmarcada dentro de los objetivos del proyecto de investigación "Comportamiento tecnológico de uso de la madera de veinte (20) especies forestales existentes en el Arboretum del Jardín Botánico del CIEFOR. Puerto Almendras, basado en el conocimiento del tejido secundario de la rama –Iquitos".

DIRECCIÓN

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general:

- Determinar el potencial de uso de 20 especies forestales para la fabricación de pulpa para papel, basado en el estudio anatómico del xilema de la rama.

2.2 Objetivos específicos:

- Realizar la descripción de las características anatómicas que se relacionan con el comportamiento en la fabricación de pulpa para papel en la madera de la rama de 20 especies forestales.

- Determinar el comportamiento tecnológico de la madera del fuste en base a las características anatómicas que se relacionan con la fabricación de pulpa para papel

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Características morfológicas, nombre común, y distribución geográfica de cada especie. (Ver fotos en el Anexo 01)

Se presenta la descripción de algunas características morfológicas, nombre común y distribución geográfica de las especies consideradas en la investigación, información recopilada del informe de investigación realizado por **Valderrama** (2010).

***Alchornea triplinervia* (Spreng.) Mül. Arg. "zancudo caspi" Euphorbiaceae.**

Árboles hasta 25m de altura. Con savia translucida. Con estípula intrapeciolar. Hojas simples, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 3 cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 4 - 9 x 3 - 5.5 cm; con ápice acuminado y base cuneada - redondeada, de margen dentado, de textura cartacea. Nervio primario trinervado, secundarios del tipo broquidódromo, terciarias percurrentes, perpendicular. Con glándulas sobre las venas secundarias.

Distribucióngeográfica

Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela

***Anaueria brasiliensis* Kosterm. "añuje rumo" Lauraceae**

Árboles hasta 30m de altura. Con savia translucida. Hojas simples, alternas, dísticas. Pecíolos hasta 1.2 cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 15.6 - 20.7 x 6 - 5.2 cm; con ápice acuminado y base cuneada, de margen entera, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 5 pares, terciarias reticuladas.

Distribución geográfica

Se distribuye en Brasil, Perú.

***Bertholletia excelsa* Humb. &Ponpl. "castaña" Lecythidaceae**

Árboles hasta 28m de altura. Con savia translucida. Hojas simples, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 2.5 cm de longitud, limbo de forma obovada, simétrica, de 17.5 - 26.4 x 8.2 - 9.5 cm; con ápice cuspidado y base obtusa, de margen ondulado, de textura coriacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo broquidódromo, hasta 31 pares, terciarias reticuladas

Distribución geográfica

Región amazónica en Bolivia, Venezuela, Brasil, Perú, Surinam, Guayana francesa, Guayana, Colombia.

Brosimum utile(Kunth) Pittier. Subsp. Ovalifolium **(Ducke) C. C. Berg."chingonga". Moraceae**

Árboles hasta 30m de altura. Con látex blanco. Con estípula intrapeciolar. Hojas simples, alternas dísticas. Pecíolos hasta 1.5 cm de longitud, limbo de forma ovada - oblonga, simétrica, de 16 - 18.2 x 6.8 - 7.1 cm; con ápice cuspidado y base obtusa - cordada, de margen entero, de textura cartacea. Nervio primario pinnada, secundario del tipo broquidódroma hasta 17 pares, terciarias reticuladas.

Distribución geográfica

Perú Brasil, Venezuela y la Guayana Francesa

Cariniana decandra. **Ducke. "papelillo caspi". Lecythidaceae**

Árboles hasta 30m de altura. Con savia translucida. Hojas simples, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 2.5 cm de longitud, limbo de forma elíptica - oval, simétrica, de 6 - 12 x 3 - 7 cm; con ápice acuminada y base subcuneada - decurrente, de margen entera, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 14 pares, terciarias reticuladas.

Distribución geográfica

Amazonia de Brasil y Perú, hasta los 1500 msnm.

***Caryocar glabrum* (Aubl.) Pers. "almendro" Caryocaraceae**

Árboles hasta 20m de altura. Con savia translucida. Con estípula interpeciolar. Hojas compuestas trifoliadas, opuestas, decusadas. Pecíolos hasta 8.3 cm de longitud, 1.1cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 7.5 - 15 x 3.5 - 7.5 cm; con ápice acuminado y base arredondada, de margen crenada, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo broquidódroma hasta 11 pares, terciarias percurrente - oblicua. Hasta 3 foliolos por raquis.

Distribución geográfica

Región amazónica, en Colombia, las Guayanas, Ecuador, Perú , Bolivia y Brasil, mayormente hasta los 700msnm.

***Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke "tornillo". Fabaceae**

Árboles hasta 35m de altura. Con savia translucida. Hojas compuestas bipinnadas, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 9 cm de longitud, con pulvino basal, peciolulos 6cm de longitud, peciolulillos 0.8cm de longitud. limbo de forma elíptica, asimétrica, de 7.4 - 13.6 x 5.2 - 7.3 cm; con ápice acuminado y base arredondada, de margen entera, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 6 pares, terciarias percurrente oblicua. Con glándulas en el pecíolo, raquis, raquilla (en el último par de foliolos) hasta 6 foliolulos por raquilla.

Distribución geográfica

Región amazónica, en altitudes de hasta 1200 msnm.

***Chrysophyllum sanguinolentum* (Pierre) Baehni. "Masato caspi". Sapotaceae**

Árbol de 25 m de altura, hojas agrupadas al extremo de la rama terminal. Hojas con peciolo de 3 – 5 cm, canaliculado, lámina coriácea, glabra, de 20 x 12 cm, elíptico, redondeado en el ápice, base obtusa; nervios impresos en la haz y prominentes en el envés, 15 pares de nervios secundarios, nervios terciarios paralelos dispuestos oblicuamente a los nervios secundarios.

Distribución geográfica

Es una especie que está distribuida en la Amazonía y las Guayanas.

***Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith. "machimango negro". Lecythidaceae**

Árboles hasta 20m de altura. Con savia translucida. Hojas simples, alternas, dísticas. Peciolos hasta 2.1 cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 18.1 - 22 x 5 - 7.8 cm; con ápice acuminado y base obtusa - cordada, de margen revoluta, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 16 pares, terciarias reticuladas

Distribución geográfica

Se distribuye en Brasil, Perú, Guyana francesa.

***Iryanthera paraensis* Huber. "cumalilla". Myristicaceae**

Árboles hasta 22m de altura. Con savia rojiza. Hojas simples, alternas, dísticas. Pecíolos hasta 1.8 cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 10.5 - 25.2 x 2.4 - 6.4 cm; con ápice acuminado y base cuneada, de margen revoluta, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo broquidódroma hasta 19 pares, terciarias inconspicua.

Distribución geográfica

Se distribuye en Brasil, Perú, Venezuela, Ecuador, Colombia, Surinam, Guyana, Guyana francesa.

***Jacaranda copaia* ssp. *Spectabilis* (Mart. Ex . A. DC.) A. H. Gentry "huamansamana". Bignoniaceae**

Árboles hasta 36m de altura. Con savia translucida. Hojas compuestas bipinnadas, opuestas, decusadas. Pecíolos hasta 22 cm de longitud, 2cm de longitud, peciolulillo 0.4cm de longitud, limbo de forma elíptica, asimétrica, de 2 - 6.9 x 0.9 - 1.3 cm; con ápice acuminado y base atenuada, de margen entera, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 6 pares, terciarias reticuladas. Hasta 24 foliolulos por raquilla.

Distribución geográfica

Desde Belice hasta Brasil, en elevaciones bajas, en climas húmedos o muy húmedos, sobre suelos pobres. Bastante común en bosques secundarios

***Leonia glycycarpa* Ruiz &Pav. "tamara". Violaceae**

Árboles hasta 26m de altura. Con savia translucida. Hojas simples, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 1.2 cm de longitud, limbo de forma elíptica - oval, simétrica, de 14.1 - 15.6 x 6.2 - 6.4 cm; con ápice acuminado y base obtusa, de margen entera, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 4 pares, terciarias reticulada.

Distribución geográfica

Esta especie está distribuida geográficamente en la Amazonía Brasilera, venezolana, Guayanesa, colombiana, Peruana y Bolivia.

***Micrandra spruceana* (Baill.) R. E. Schult. "shiringamasho". Euphorbiaceae**

Árboles hasta 28m de altura. Con látex blanco. Con estípula intrapeciolar. Hojas simples, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 3.4 cm de longitud, con pulvino apical, limbo de forma elíptica - oval, simétrica, de 23.8 - 16.7 x 9.1 - 6.8 cm; con ápice mucronado y base obtusa - arredondeada, de margen entera, de textura coriacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 11 pares, terciarias percurrente oblicua. Con glándulas en la base del limbo.

Distribución geográfica

Venezuela, Colombia, Ecuador y en Perú

***Ocotea oblonga* (Meisn.) Mez "shicshimoena". Lauraceae**

Árboles hasta 24m de altura. Con savia translucida. Hojas simples, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 0.6 cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 3.8 - 13.3 x 1.2 - 3.1 cm; con ápice acuminado y base atenuada, de margen entera, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 11 pares, terciarias reticuladas.

Distribución geográfica

Bolivia, Venezuela, Brasil, Surinam, Guayana francesa, Guayana, Ecuador, México, Panamá, Costa rica, Honduras.

***Ormosia coccinea var. sub simples* (Spruce ex Bent.) Rudd. "huairuro". Fabaceae**

Árboles hasta 22m de altura. Con savia translucida. Hojas compuestas pinnadas imparipinnadas, alternas, espiraladas. Peciolos hasta 12 cm de longitud, con pulvino basal de 0.7cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 8.3 - 15.2 x 5 - 6.8 cm; con ápice acuminado y base obtusa - arredondeada, de margen revoluta, de textura coriacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 13 pares, terciarias percurrente - oblicua. Hasta 9 foliolos por raquis.

Distribución geográfica

Región Amazónica, mayormente debajo de los 700 msnm.

Univ. Nac. de la Amazonia Peruana - Biblioteca Especializada - Facultad de Ciencias Biológicas - DIRECCION

***Osteophloeum platyspermum* (A. DC.) Warb."Cumala blanca". Myristicaceae**

Árboles hasta 30m de altura. Con savia translucida. Hojas simples, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 1.8 cm de longitud, limbo de forma obovada, simétrica, de 12.7 - 15.5 x 4.3 - 5.8 cm; con ápice arredondado algunas veces emarginado, algunos obtusos y con la base atenuada, de margen revoluta, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 8 pares, terciarias percurrente oblicua.

Distribución geográfica

Amazonia y las Guayanas sur occidental (Guayanas, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Brasil).

***Simarouba amara* Aubl. "marupa". Simaroubaceae**

Árboles hasta 20m de altura. Con savia translucida. Hojas compuestas pinnadas, imparipinnadas, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 12.5 cm de longitud, 0.7cm de longitud, limbo de forma elíptica, simétrica, de 3.5 - 14.9 x 2 - 4.1 cm; con ápice acuminado y base cuneada, de margen entero, de textura coriacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo broquidódroma hasta 19 pares, terciarias inconspicua. Hasta 21 foliolos por raquis.

Distribución geográfica

Bolivia, Ecuador, Panamá, Venezuela, Perú, Brasil, Guyana francesa, Surinam, Guyana.

***Symphonia globulifera* L. F. "azufre caspi". Clusiaceae**

Árboles hasta 24m de altura. Con látex verde amarillento. Hojas simples, opuestas, decusada. Pecíolos hasta 0.6 cm de longitud, limbo de forma obovada - elíptica, simétrica, de 5.5 - 8.4 x 1.2 - 3 cm; con ápice acuminado y base cuneada, de margen entero, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo broquidódroma. Hasta 39 pares.

Distribución geográfica

Muy amplia en el neo trópico desde Centro América a la región Amazónica

***Tachigali poeppigiana* Tul. "tangarana". Fabaceae**

Árboles hasta 26m de altura. Con savia translucida. Con estípula intrapeciolar. Hojas compuestas pinnadas imparipinnadas, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 6.5 cm de longitud, 0.7cm de longitud, limbo de forma elíptica - lanceolada, simétrica, de 11.5 - 17.8 x 4.7 - 6.9 cm; con ápice acuminado y base obtusa - arredondeada, de margen entera, de textura cartacea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma, hasta 11 pares, terciarias percurrente - oblicua. Hasta 9 foliolos por caquis

Distribución geográfica

Brasil

***Tapirira guianensis* Aubl. "cafecillo", "huira caspi". Anacardiaceae**

Árboles hasta 25m de altura. Con resina translucida. Hojas compuestas pinnadas imparipinnadas, alternas, espiraladas. Pecíolos hasta 5.5 cm de longitud, 0.6cm de longitud, limbo de forma eliptica, simétrica, de 4.5 - 8.8 x 1.4 - 2.4 cm; con ápice acuminado y base cuneada, de margen entero, de textura papiracea. Nervio primario pinnado, secundario del tipo eucamptódroma hasta 9 pares, terciarias reticuladas. Hasta 16 foliolos por raquis.

Distribución geográfica

Se distribuye en Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Paraguay y Colombia.

3.2. Calidad de la madera para pulpa para papel

Paula (1980) indica entre los factores que influyen en la calidad del papel, los más sobresalientes son: frecuencia de poros, fibras, parénquima, longitud y espesor de las paredes de las fibras, fibras gelatinosas, floema incluso, maderas de compresión y tracción, contenido de lignina y densidad de madera. Agrega que las características que influyen en la disminución de la calidad de papel son: Vasos abundantes, fibras gelatinosas abundantes, floema incluso abundante, fibras escasas, canales secretores o traumáticos abundantes. Así mismo refiere los siguientes parámetros utilizados en mayores divergencias en la evaluación de la calidad de papel:

a) Coeficiente de flexibilidad de la fibra

Es la relación entre el largo o longitud de la fibra y el diámetro o ancho total. Un papel producido con grandes proporciones de fibras de paredes delgadas, tendrá una alta resistencia al reventamiento y a la tensión, en tanto, que esta proporción sea disminuida a favor de fibras con paredes espesas, consecuentemente se reducen las resistencias indicadas y se elevará la resistencia al rasgado.

Esto se explica por el aumento del Factor Runkel y por la reducción del coeficiente de rigidez, disminuyendo la intensidad de colapso de las fibras y como consecuencia directa, reduciendo sus áreas de contacto. En este caso la compensación a favor de la resistencia al rasgado es proporcionada, únicamente por la resistencia de la fibra individual. Las fibras con coeficiente de flexibilidad alto, poseen resistencia de tensión baja, implicando que en pulpas refinadas de fibras cortas, existen más cruzamientos de fibras y más áreas de ligazón disponibles por unidad de peso, en relación a pulpas de fibras largas.

Al contrario, un bajo coeficiente de flexibilidad, evidencia alta resistencia al rasgado, únicamente como efecto del largo de las fibras. También el coeficiente de flexibilidad puede ser determinado por la relación longitud de la fibra y diámetro del lumen.

b) Coeficiente de Rigidez o espesor relativo de la pared celular.

Es la relación entre el diámetro del lumen sobre el diámetro total o del ancho de la fibra, valor expresado en porcentaje. Esta relación indica la proporción del achatamiento de las fibras en el proceso de fabricación de pulpa para papel, por lo tanto, cuanto mayor fuera el lumen, mayor será el achatamiento de la fibra, siendo que, cuanto más alto sea su valor

porcentual, más elevado será el efecto de colapso de las fibras por ser de mayor flacidez. El achatamiento de las fibras posibilitan la mayor o menor cimentación o ligadura, entre las fibras y hasta en la misma cimentación de las paredes celulares, dependiendo del tamaño del lumen.

c) Factor o índice de Runkel.

Es la razón entre dos veces el espesor de la pared y el diámetro del lúmen. Esta relación indica que las fibras con índice inferior a la unidad son de buenas cualidades para papel y cuando sean mayores que la unidad las fibras no son buenas para papel. Es el parámetro más utilizado para determinar si un especie es apta o no para la producción de pulpa para papel.

d) Fracción de La Pared Celular

Es la relación porcentual entre dos veces el espesor de la pared y el diámetro de la fibra. La razón entre dos veces el espesor de la pared sobre el radio, valor expresado en porcentaje tiene un significado aproximado al de la razón del lúmen sobre el diámetro de la fibra, que es definido como coeficiente de rigidez. En efecto, se considera, que cuando el valor porcentual de esta relación fuera mayor del 40%, las fibras no es de buena calidad para papel, puesto que ellas son rígidas de paredes relativamente espesas y no se achatan satisfactoriamente y consecuentemente disminuye las ligazones entre sí.

Otros autores como **Valderrama** (2008) encontró que las características que se relacionan con la fabricación de pulpa para papel son: olor y sabor, abundancia de parénquima, inclusiones, brillo, contenido de poros, textura, longitud de fibras, espesor de la pared celular de fibras, densidad básica y dirección del grano; considera que uno de los parámetros para calificar la calidad de pulpa para papel es el Factor Runkel. **Soto** (1983) calificó cinco especies de la familia Myristicaceae en la calidad de papel, los índices que consideró fueron: Factor Runkel, coeficiente de rigidez y coeficiente de flexibilidad.

3.3. Investigaciones sobre pulpa para papel

Haciendo referencia a estudios sobre la fabricación de pulpa para papel a base de madera **Camacho & Canessa** (1981), manifiestan que el factor Runkel toma en consideración el grosor de pared y lumen de fibras y mediante este factor se clasifica a las especies desde excelentes hasta regulares y malos para la elaboración de pulpa y papel.

Tamarit (1996), realizó un estudio de 132 maderas de especies latifoliadas de México, determinándose los índices de calidad de pulpa para papel y clasificando su calidad en base a la relación de Runkel. Encontró que el 69% del total de las especies estudiadas proporcionan pulpa de excelente (2.3%), muy buena (7.6%), buena (34.8%) y regular (24.2%) calidad y el 31% restante producen pulpas de mala calidad, por lo que las maderas de especies latifoliadas son una importante fuente potencial de materia prima para la industria de la celulosa y el papel.

Muchos autores aplicaron el factor Runkel para calificar a la madera como buena o mala para pulpa para papel, es así que **Silva** *et al.* (1999), presentaron los resultados de un estudio de las características macroscópicas y microscópicas de la madera de *Persea americana* var. Guatemalensis Mill (Hass). Así mismo, con base en las relaciones morfológicas de sus fibras y en especial a la relación de Runkel, califica la calidad de su pulpa como bueno para papel.

Villaseñor *et al.* (2000), Determino las fibras de la madera de *Casuarina equisetifolia* L. son de pared delgada, y de acuerdo a los índices de calidad de pulpa para papel se clasifican como regulares para papel, con un grado de calidad IV.

Alvares *et al.* (2000), Hicieron un estudio con respecto a la aptitud papelera de las especies de Eucalyptus, resaltando que otro aspecto anatómico de cierta importancia para la industria papelera es la longitud de la fibra. Así mismo mencionan que sus fibras no son nunca muy largas. Su largo varía entre 0,6 y 1,4.

Martínez *et al.* (2001), analizaron las características tecnológicas de la madera de *Dendropanax arboreus* (L.) Planck & Decne., calificando a la madera mediante la relación de Runkel, como bueno para pulpa para papel.

Paula (2003), Estudio las características anatómicas de la madera de siete especies ocurrentes en la floresta amazónica con vistas en la producción de papel, considerando dentro de los parámetros , el coeficiente de rigidez y de flexibilidad, densidad, índice de

Runkel, entre otros . Así mismo en base a las características anatómicas y la densidad se determinó que *Beluccia grossularioides, Cecropia palmata, Duguetia cauliflora, Eschweilera matamata y Parkia multijuga* pueden ser usadas para pulpa destinadas a la producción de papel.

Romero *et al.* (2003), Realizaron la propagación y anatomía de la madera de *Buddleja cordata* H.B.K. ssp. Cordata (Buddlejaceae), donde encontraron una alta proporción de fibras con paredes delgadas y parénquima escaso, el valor de la relación de Runkel que corresponde al grado III, las fibras con un bajo coeficiente de rigidez y los valores de flexibilidad y el coeficiente de Peteri; sugiriendo que la madera de esta especie de tepozán podría proponerse también para la obtención de pulpa para papel de buena calidad.

Aguilar & Castro, (2006) realizaron la descripción anatómica de la madera de 12 especies propias del bosque de mesófilo en el Estado de México, y en base a la relación de Runkel clasificaron la calidad de sus fibras para obtener pulpa para papel.

Téllez *et al.* (2009), Encontraron que los índices de calidad de pulpa, obtenidos de las fibras de la madera *Andira inermis* (W. Wright) DC. (Leguminosae), clasifican como de mala calidad para papel. Aun cuando la clasificación (según a la Relación de Runkel) hubiera sido de buena o excelente para papel, no se recomendaría la madera de *Andira inermis* para la obtención de pulpa para papel, debido al color de su duramen, pared celular muy grueso, densidad alta, asociado a un alto contenido de sustancias extraíbles, sustancias que suelen ocasionar problemas en el proceso de pulpeo

Univ. Nac. de la Amazonía Peruana
Biblioteca Especializada
DIRECCIÓN
Facultad de Ciencias Biológicas

3.4 Estructura anatómica del tejido secundario de las ramas especies forestales.

Manwiller (1974) encontró que la longitud de las fibras en ramas fueron significativamente cortos, variando de 0.66 mm (*Hacer rubrum* L) a 1.40 mm (*Nyssa sylvatica* M); el promedio de la longitud de fibra en las ramas fue 24.4% menor que en el tronco.

Iqbal & Ghouse (1983), en las especies *Acacia nilotica* (L)W. var. *Teliae* y *Prosopis picigera* L., encontraron que el tamaño de las fibras del floema también estará sujeto a variaciones en diferentes alturas del tronco. En ambas especies, la longitud de fibras fue menor en las ramas más jóvenes (parte superior de la ramificación) en relación a la longitud de fibras de las ramas de mayor diámetro (cerca al fuste).

Lee & Eom 1988), mencionan que los datos sobre el xilema de las ramas son muy escasos y en la mayoría de los casos se limitan a especies de zonas templadas. Algunos muestran diferencias de la estructura celular en una misma rama.

Bhat & Dhamodaran (1989), estudiando 11 maderas de especies foliosas, verificaron que la longitud de fibras en las ramas fueron consistentemente cortas en relación a las fibras del tronco.

Page (1993) analizó las características anatómicas del xilema secundario del tronco, rama y raíz de la especie *Robinia pseudoacacia* L. encontrando diferencias entre la madera del tronco y de la rama, donde la forma, tamaño distribución de la madera primaveral y la frecuencia de poros solitarios, fueron los más significativos. Los anillos de crecimiento son angostos en las ramas.

Stoke & Manwiller (1994) determinaron la proporción de vasos, fibras, radios, parénquima axial en el tronco, rama y madera de la raíz de *Quercus velutina* Lam. Encontraron elevada proporción de elementos de vasos y fibras en las ramas. Además, diferencias estadísticamente significativos en la proporción de elementos de la madera entre localizaciones del árbol (ramas, tronco, raíz).

Valderrama (1996) encontró que las características cuantitativas de las fibras entre el tronco y la rama, de la médula hasta el cambium, difieren significativamente (con 5% de probabilidad) donde la longitud promedio de las fibras en la rama fue 5% menor que en el tronco, para el diámetro total 10,7% y diámetro del lumen 16,4%. El ancho y densidad de la pared celular fueron mayores en 4,2% y 13% respectivamente. Esta diferencia, entre ambas partes del árbol y de acuerdo con los rangos de clasificación propuesto por la Asociación Internacional de Anatomistas de Maderas (**IAWA**), las dimensiones de las fibras tuvieron similar clasificación en el tronco y rama de árboles de la especie *Cedrelinga catenaeformis*. Además, las características cualitativas de las fibras son similares en ambas partes del árbol, como por ejemplo: presencia de fibras libriformes,

puntuaciones simples con septos transversales y bifurcados en el extremo de algunos elementos; entre otras características.

Del mismo modo **Valderrama** (1998) estudiando en mayor detalle la madera de ambas partes del árbol, con partes de la madera del tronco y discos de 10cm de diámetro de las ramas de árboles en pie de *Cedrelinga catenaeformis*, encontró características cualitativas y cuantitativas comunes en ambas partes del árbol que pueden ser utilizados como elementos de identificación y clasificación anatómica de la madera del tronco, basada en la rama de 10cm de diámetro. Las dimensiones de las células de la madera en ambas partes del árbol, tuvieron la misma clasificación.

3.5 Comportamiento tecnológico de la madera del fuste, basado en el conocimiento de la estructura celular de la rama.

Ahora bien asumiendo que algunas características de la estructura celular del tejido secundario de las ramas podrían ser semejantes a la estructura celular del tronco, ello determinaría que el comportamiento tecnológico de ambas partes del árbol, sean también similares, **Kollman** (1959); **Esau** (1959); **Yanamoto** (1974); **Lluncor** (1977); **Fahn** (1978); **Paula** (1980); **Aróstegui** (1975, 1982); **Camacho & Canessa** (1981); **Trujillo & Gonzales** (1985); **Gutierrez** (1989) y **Valderrama** (1992), encontraron características anatómicas en la madera que tienen influencia directa o indirecta en el secado, preservado, durabilidad natural, fabricación de pulpa para papel, trabajabilidad con máquinas de carpintería, resistencia mecánica; y que la anatomía con sus características

organolépticas, macroscópicas, microscópicas y sub microscópicas, permiten dividirla en anatomía descriptiva y tecnológica. La primera ayuda a la identificación de la especie y la segunda determina las causas correspondientes a la contracción, expansión y resistencia mecánica, en relación a su densidad y como soporte para solucionar problemas técnicos de secado, impregnación, durabilidad natural; entre otros comportamientos de la madera.

COPANT (1973), manifiesta que el área de anatomía y tecnología de la madera de especies forestales requiere de equipos sofisticados y personal técnicamente capacitados; además que implica derribar los árboles para la elaboración de muestras y probetas de madera para los ensayos de laboratorio; constituyéndose todo esto con la fuerte inversión económica, en seria limitación para la investigación de este tipo de proyectos que necesita un árbol por especie a nivel exploratorio, tres a nivel Semidetallado y cinco a más a nivel detallado.

Por otro lado se reconocen procedimientos y metodologías para describir la estructura celular del tejido secundario de la madera: **COPANT** (1973); **Valderrama** (1986); **IAWA** (1989); **Valderrama** (1989), que consideran como primer paso para determinar las características generales u organolépticas de la madera (color, olor, veteado, grano, textura, sabor, etc.), y al mismo tiempo la determinación de las características macroscópicas, vistos a simple vista o con la ayuda de una lupa de 10X (visibilidad de poros, radios, parénquima axial, etc.). Las características microscópicas de los vasos, fibras, parénquima, radios, inclusiones, etc., se describen y se complementan con la determinación de las características cuantitativas (dimensiones: de vasos, fibras, radios), y

Univ. Nac. de la Amazonía Peruana
Biblioteca Especializada
DIRECCIÓN
Facultad de Ciencias Forestales

las clasificaciones de las respectivas células por su tamaño, que muestran los diferentes rangos de clasificación de las células por sus dimensiones.

A pesar de que las dimensiones de las células en ramas difieren significativamente en relación a las dimensiones de las células del tronco, tal como sostienen **Bhat & Dhamodaran** (1989); **Denne & Dodd**, (1989); **Castro& Silva** (1992); **Valderrama** (1996), cuando se trata de una asociación entre la estructura celular de la madera del tronco y la copa de los árboles, se observa la probabilidad de encontrar características anatómicas en la madera de las ramas que son similares y que se relacionan con la estructura celular y el comportamiento tecnológico de la madera del tronco.

Valderrama & Vásquez (2002), Los estudios de la madera de árboles de áreas protegidas, como Jardines botánicos y Arboretos, es complicado; porque implica derribarlos, perjudicando la ecología del bosque y otros patrones de crecimiento y de su diversidad. El Jardín Botánico (JBAH) de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP tiene un Arboretum con 18.8 ha. De bosque natural; 10 de los cuales tienen su inventario florístico de especies con 10 cm. a más D.A.P., pero que desafortunadamente carecen de información anatómica y tecnológica de la madera del fuste, como información básica con fines ecoturísticos del mismo.

Valderrama (2008), Ante la inquietud de encontrar una metodología que nos permita caracterizar tecnológicamente el fuste de los arboles maderables solo conociendo la estructura celular de la rama de 10 cm de DAP; sin derribar el árbol, en la tesis doctoral

donde realizo el estudio comparativo de características anatómicas de la rama y del tronco de diez especies forestales existentes en el arboretum del jardín botánico de la UNAP, encontró características comunes y semejantes en ambas partes del árbol, seleccionando entre ellas 20 características anatómicas entre cualitativas y cuantitativas que se relacionan con el comportamiento al secado, preservado, resistencia mecánica, durabilidad natural, trabajabilidad de la madera y fabricación de pulpa para papel. Agrega además que estas características comunes y/o similares existentes entre ambas partes del árbol, originara el mismo comportamiento tecnológico para la madera del fuste.

El mismo autor indica que estas características fueron consideradas en orden de importancia. Podemos observar que solo conociendo veinte (20) características anatómicas de la madera de la rama, podemos inferir el comportamiento tecnológico de las especies maderables, sin derribar el árbol; y que pueden servir como referencia para el manejo de información tecnológica de la madera del fuste de especies forestales pertenecientes a áreas protegidas con fines ecológicos y medio ambientales. Del mismo modo se puede observar que existen 15 características en la estructura celular e indicadores de la madera que se relacionan con la fabricación y calidad de pulpa para papel.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó como parte del Proyecto de Investigación. "Comportamiento tecnológico de uso de la madera de 20 especies forestales existentes en el Arboretum del jardín botánico de CIEFOR Puerto Almendras, basado en el conocimiento del tejido secundario de la rama. Iquitos".

Las características anatómicas seleccionadas y que se relacionan con la calidad de pulpa para papel se determinaron en el Laboratorio de Anatomía y Tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Las muestras de madera se colectaron de especies forestales del Arboretum del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendras (**Anexo 02**), localizada en las coordenadas UTM 680893 (este), 9576652(norte), a una altitud promedio de 122 m.s.n.m., Políticamente se encuentra en la Amazonía Peruana, Provincia de Maynas, Distrito de San Juan Bautista, Región Loreto. El área forma parte de la vegetación de bosque húmedo tropical. La precipitación promedio por año es de 2480 mm, máxima 3471 mm y mínima 1333 mm.; temperatura promedio por mes 26°C, máxima 34°C, mínima 17.5°C; características que hacen que el área tenga clima húmedo y caliente, siendo muy húmedo en los meses de enero a mayo. De acuerdo con la referencia de **Tosi** (1960) y **ONERN** (1976), se localiza dentro de la zona de vida denominada bosque húmedo Tropical (bh-T).

El Arboretum tiene 18.8 ha de área total, está constituido de un bosque natural con las siguientes dimensiones: 1 000 metros de largo y 225 metros de ancho, dividida en 16 parcelas , cada uno de ellas de 1.118 ha. (**Valderrama,** 2002).

4.2 Materiales y equipos

De Campo

- Material biológico: Ramas con 10 cm de diámetro y 20 cm de longitud, de 20 especies seleccionadas para este estudio.
- Machetes, moto sierras, material para herborizar muestras botánicas, bolsas plásticas, pintura esmalte anticorrosivo, subidores de púas.
- Herramientas de carpintería (Sierra de disco, garlopa, sierra sin fin, etc.)

De Laboratorio

- Solución química a base de peróxido de hidrogeno y ácido acético glacial
- Soluciones de alcohol a diferentes concentraciones 30, 50, 70, 90, y 95 grados
- Solución de safranina al 1% en alcohol de 95 grados
- Solución de astra-blue y violeta de genciana
- Bálsamo de canada
- Solución de glicerina y alcohol
- Xilol
- Agua destilada

- Ocular y objetivo micrométrico
- Vasos de precipitado, 100 ml, 150 ml, 250 ml y 500 ml.
- Probetas graduadas
- Matraces
- Placas petris
- Porta y cubre objetos
- Micrótomo de deslizamiento plana y accesorios
- Afilador de cuchilla de micrótomo
- Microscopio binocular y accesorios
- Micro proyector
- Cámara fotográfica incorporada a un microscopio con triocular
- Estufa selecta de precisión, con termostato regulable
- Aparato de destilación con refrigerante
- Ocular y platina micrométrica

De Gabinete

- Material de escritorio y papelería en general
- Impresora a tinta en blanco y negro y a color
- Computadora para digitación de información
- Utilización de software como Excel, SPPS, Word

4.3. Método

4.3.1. Tipo y diseño de estudio (Anexo 03).

La investigación es del tipo descriptivo, nos permitirá tener información básica sobre las características anatómicas del xilema, que se relacionan con el comportamiento tecnológico y calidad en la fabricación de pulpa para papel y que pueda servir como referencia para determinar dicho comportamiento en la madera del fuste..

4.3.2. Población y muestra.

La población está constituida por todas las ramas de 10 cm de diámetro, de los árboles de las especies forestales seleccionadas, existentes en el Arboretum del JBAH.

Las 20 especies seleccionadas, fueron identificadas científicamente a nivel de familia, género y especie por el Proyecto de Investigación: "Comportamiento tecnológico de uso de la madera de 20 especies forestales existentes en el Arboretum del Jardín Botánico del CIEFOR Puerto Almendra, basado en el conocimiento del tejido secundario de la rama. Iquitos". Estas especies fueron priorizados por su importancia ecológica y económica (Anexo 04).

Considerando que la investigación es del nivel exploratorio y que la información a obtener servirá de referencia para que el que necesita realizar estudios en mayor detalle referente a la calidad en la fabricación de pulpa para papel a base de madera, pueda elegir las especies que por sus cualidades anatómicas tienen buen comportamiento para ese uso. Es así, que de cada especie se elegirá 01 árbol representativo (con ramas que reúnan las características y condiciones de la investigación) en el área del arboretum. De cada árbol se colectarán al azar por lo menos 03 ramas de 10 cm de diámetro, libres de defectos físicos y biológicos.

4.3.3. Procedimiento para la recolección de la información.

Se utilizó el procedimiento técnico propuesto por **Valderrama** (2009), la misma sigue los siguientes pasos:

4.3.3.1. Material biológico.

Con la finalidad de verificar la identificación científica de las especies, se colectó muestras botánicas de los árboles seleccionados. Las muestras de ramas de 20 cm de longitud y 10 cm de diámetro se eligieron al azar, provenientes de la copa de 01 árbol representativo por especie **(Anexo 05)**.

4.3.3.2. Preparación de láminas con cortes histológicos y tejido disociado (Anexo 06).

De cada muestra, se retiró cubos de aproximadamente 4 cm de longitud; pero con dimensiones finales de 2,5 cm de arista. El estudio microscópico de la madera, se realizó con la ayuda de un microscopio, luego con el micrótomo se obtuvo los cortes histológicos de la sección transversal, radial y tangencial de la madera, los que fueron coloreadas con una solución de Safranina al 1% en alcohol absoluto.

Para la determinación de las características cuantitativas que se relacionan con el comportamiento tecnológico, se preparó pequeñas partes de muestras de madera, las que fueron maceradas en una solución de 50% de ácido acético glacial, 30% de peróxido de hidrogeno y 12% de agua destilada a 55 ó 60°C, por 48 horas, para que las fibras y vasos puedan separarse.

Posteriormente, la muestra se lavó en agua corriente y fue agitada para la disociación de los elementos. La agitación se realizó con moderación, ya que el número de fibras incompletas por efecto de la maceración aumenta significantemente por la agitación. Cada suspensión de células se lavó y se almacenaron en una solución débil de 0.4% de formol y 96% de agua destilada, para prevenir el crecimiento de microorganismos.

4.3.3.3. Biometría de células.

Las características cuantitativas (longitud, espesor de pared, diámetro del lúmen, diámetro total de fibras), se determinaron a partir de láminas preparadas con tejido disociado y la ayuda del microscopio. Las fibras con los extremos defectuosos no fueron consideradas en las mediciones. Estas mediciones se obtuvieron con el empleo de un ocular y una platina micrométrica y para obtener valores promedios dentro del rango de confiabilidad requerida para el estudio, se hizo50 mediciones para cada variable (**IAWA**, 1964 y 1989).

4.3.3.4. Tabulación de datos de las dimensiones de las fibras (Anexo 07)

Se calcularon los valores promedios, desviación estándar y coeficiente de variación de las dimensiones de las fibras por cada especie (longitud, espesor de pared, diámetro total, diámetro del lúmen).

4.3.3.5. Estudio anatómico del xilema.

Se realizó de acuerdo a la técnica propuesta por **Valderrama** (1986) y obtenida en base a experiencias en laboratorios nacionales e internacionales, y cumpliendo con reglamentaciones por categorías de clasificaciones

propuestas por la **IAWA**(1964 y 1989) y **COPANT** (1973), citados por **Valderrama** (2008).

Las características anatómicas que se determinaron estuvieron de acuerdo al esquema metodológico validado en la tesis doctoral de **Valderrama** (2008) para especies forestales existentes en áreas naturales protegidas, en el sentido de seleccionar características anatómicas tanto cualitativas como cuantitativas del xilema de la rama de 10 cm de diámetro, que se relacionan con el comportamiento y calidad de pulpa para papel. Metodología validada para inferir el comportamiento tecnológico del fuste, basado en el conocimiento de la estructura celular de la rama, sin derribar el árbol. Estas características fueron determinadas de acuerdo al procedimiento propuesto por **Valderrama** (1986), a través de secciones transversales, radiales y tangenciales existentes en muestras de xiloteca y láminas con cortes histológicos (**Anexo 08**). La descripción se hizo a nivel general, macroscópico y microscópico, con ayuda de lupas de 10, 50, 100 y 400 aumentos.

Las características anatómicas que se consideraron y que se relacionan con la calidad de pulpa para papel son:

Características cualitativas:

-Olor: (en condición húmeda y seca al aire)

Definido: Aromático. Desagradable. Otros.

No definido.

-Sabor: Mencionar la característica en caso de ser definido.

-Parénquima longitudinal:

A nivel macroscópico

Visibilidad: Ausente o indistinguible con lupa. Visible a simple vista o con lupa.

Abundancia: Escaso. Medianamente abundante. Abundante

Otras observaciones.

A nivel microscópico:

Sección transversal: Abundancia: Escaso. Medianamente abundante. Abundante.

-Inclusiones orgánicas e inorgánicas: Aceites y Células Mucilaginosas. Gomas. Látex. Colorantes y otros. Cristales. Sílice

-Brillo:(a la exposición de la luz): Bajo. Medio. Elevado.

-Contenido en los poros: Gomas. Tylosis. Otras sustancias orgánicas.

-Textura:

Gruesa: Diámetro de poros más de 250 micrómetros, radio leñoso grande, abundante parénquima longitudinal.

Media: Diámetro de poros de 150-250 micrómetros, radio leñoso entre fina y gruesa, parénquima longitudinal medianamente abundante.

Fina: Diámetro de poros menos de 150 micrómetros, radios muy finos, abundante fibra, parénquima longitudinal escaso.

-Dirección del grano:

Recto.

Oblicuo.

Entrecruzado.

Crespo o ondulado.

Características cuantitativas:

-Longitud de fibras:

Cortas------- < 900 micrómetros.

Medianas--- 900 - 1600 micrómetros.

Largas------- > 1600 micrómetros.

-Diámetro total :

Angostas ----menos de 24,9 micrómetros.

Medianas-----de 25 - 40 micrómetros.

Anchas--------de 40 a más micrómetros.

-Espesor de la pared celular de las fibras

Muy grueso: Cuando el diámetro del lúmen es menor de 1/3 del diámetro total.

Grueso: Cuando el diámetro del lúmen está entre 1/3 y 1/2 del diámetro total.

Delgada: Cuando el diámetro del lúmen está entre 1/2 a 3/4 del diámetro total.

Muy delgada: Cuando el diámetro del lúmen es mayor de 3/4 del diámetro total.

La propiedad física que se determinó y que se relaciona con la calidad de pulpa para papel es:

-Densidad básica

Unas de las Propiedades más importante de la madera es la densidad básica, que se define como la relación entre el peso seco al horno y su volumen verde. Se determina siguiendo el procedimiento propuesto por **ITINTEC**: 251.011; **COPANT: N°** 30:1 – 004.

Grupo I	Muy baja	Densidad menor de 0.30 gr/cm^3
Grupo II	Baja	Densidad de 0.30 a 0.40 gr/cm^3
Grupo III	Media	Densidad de 0.41 a 0.60 gr/cm^3
Grupo IV	Alta	Densidad de 0.61 a 0.75 gr/cm^3
Grupo V	Muy alta	Densidad mayor a 0.75 gr/cm^3

(Fuente: **Aróstegui**, 1982)

Los índices de calificación que se consideraron y que están relacionados con la calidad de pulpa para papel son:

-Factor Runkel:

Toma en consideración el grosor de pared y lumen de fibras: (2 ep/dl), donde :ep = espesor de la pared celular de las fibras y dl = diámetro del lúmen. Mediante este factor se clasifica a las especies desde excelentes hasta regulares y malas para la elaboración de pulpa y papel. **Camacho y Canessa** (1981). Los rangos de clasificación se presentan a continuación:

GRUPO	Factor Runkel	Clasificación
I	Menor de 0.25	Excelente para papel
II	0.25 - 0.50	Muy buena para papel
III	0.51 - 1.0	Buena para papel
IV	1.1 - 2.0	Regular para papel
V	2.0 a más	Malo para papel

-Coeficiente de Flexibilidad de la Fibra (CF)

Es la relación entre el largo o longitud de la fibra (Lf) y el diámetro o ancho total de la fibra (Dt). (CF = Lf / Dt). Se calculó con la finalidad de calificar a la fibra por su flexibilidad. La calificación se realizó en base a los rangos propuesto por **Paula** (1980).

GRUPO	Coef. de Flexibilidad	Clasificación
I	Menor de 30	Muy poco flexible
II	30 – 50	Poco flexible
III	51 – 70	Flexible
IV	71 – 100	Muy Flexible
V	Mayor de 100	Extremadamente flexible

-Coeficiente de Rigidez de la Fibra (CR).

Es la relación entre el diámetro del lúmen (dl) y el diámetro total (Dt), valor expresado en porcentaje. (CR = dl / Dt x 100), indica la proporción de achatamiento de las fibras en el proceso de fabricación de papel. Del mismo modo, determina el grado de rigidez de la fibra. La calificación se realizó en base a los rangos propuesto por **Paula** (1980).

GRUPO	Coef. de Rigidez	Clasificación
I	Menos de 20	Extremadamente rígido
II	20 – 50	Rígida
III	51 – 80	Poco rígida
IV	81 – 100	Muy poco rígida

-Fracción de la Pared celular de la Fibra (FPC)

Es la relación porcentual entre dos veces el espesor de la pared celular (pc) y el diámetro total de la f ira (Dt). (FPC = 2pc / dl x 100).

4.3.3.6. Análisis de las características anatómicas en la calidad de pulpa para papel

Los datos obtenidos fueron analizados de acuerdo a los criterios técnicos propuesto por la metodología utilizado para la determinación del comportamiento tecnológico de la madera del fuste de las especies. El análisis subjetivo de cada una de las características, permitirá determinar si esa característica está relacionada con un buen o mal comportamiento de la madera en la fabricación de pulpa para papel.

La evaluación de cada una de las características anatómicas que se relacionan con la calidad de pulpa para papel, se realizó de la siguiente manera:

Univ. Nac. de la Amazonía Peruana - Biblioteca Especializada - DIRECCIÓN - Facultad de Ciencias Biológicas

- **Olor y sabor**: La presencia de esta característica es porque la madera tiene en la estructura celular componentes orgánicos que dificultan el proceso de pulpeo. La no presencia de esta característica implica la facilidad de este proceso y por lo tanto la madera podría comportarse muy bien en la fabricación de pulpa para papel.

- **Parénquima longitudinal**: Madera con abundante parénquima longitudinal, a pesar de tener menos dificultad en el pulpado, origina baja calidad de papel, a diferencia de una madera que tiene parénquima escaso.

- **Inclusiones orgánicas e inorgánicas**: La presencia de componentes orgánicos como gomas y aceites en la estructura celular de una especie maderable, hace que éste tenga problemas de pulpado, toda vez que estos componentes hacen que se utilicen productos químicos durante la fabricación de pulpa para papel. Por otro lado, la presencia de sílice y cristales de oxalato de calcio en la estructura celular hace que la madera tenga problemas de pulpado.

- **Brillo**: Brillo elevado en la madera se debe por la presencia de ciertos componentes como aceites en la estructura celular y estos componentes dificultan el pulpado, haciéndola más difícil.

- **Contenido en los poros**: La presencia de gomas cerrando en forma parcial o total a los poros, vistos en la sección transversal de la madera, dificultan el proceso de pulpado y disminuye la calidad de papel a fabricar.

- **Textura**: La textura gruesa de la madera nos indica que tiene menor densidad, madera porosa y floja, es indicativo que la madera tenga menos problemas en la fabricación de pulpa para papel.

- **Longitud de fibras**: Fibras largas implica tener una pulpa y un papel de mayor calidad.

- **Espesor de la pared celular de fibras**: A mayor espesor de la pared celular mayor es la densidad básica, lo que nos indica que la madera tiene mayores problemas en la fabricación de pulpa para papel, a diferencia de una madera que tiene pared celular de fibras delgada.

- **Densidad básica**: Maderas de densidad elevada tienen mayores problemas de pulpado, en relación a las maderas de densidad baja.

- **Dirección del grano**: Maderas de grano recto tienen menos dificultad al pulpeo que aquellas maderas de grano entrecruzado.

- **Factor Runkel**: Cuando este factor se acerca a la unidad, la madera tendrá mayores condiciones para la fabricación de pulpa para papel. Si el factor se acera de 2.0, el comportamiento será malo.

- **Coeficiente de flexibilidad de fibras**: Se considera pulpa de mejor calidad cuando la fibra es calificada de flexible, muy flexible y extremadamente flexible

- **Coeficiente de rigidez de fibras**: Cuanto mayor fuera el lumen, mayor será el achatamiento de la fibra, siendo que, cuanto más alto sea su valor porcentual, más elevado será el efecto de colapso de las fibras por ser de mayor flacidez. O sea cuanto menor sea la rigidez, mayor achatamiento de las fibras y mejor calidad de pulpa para papel.

- **Fracción de pared celular de fibras**: Se considera que cuando el valor porcentual de esta relación fuera mayor de 40%, las fibras no son de buena calidad para pulpa para papel, puesto que ellas son rígidas de paredes espesas y no se achatan satisfactoriamente, disminuyendo las ligazones entre sí.

4.3.3.7. Determinación del comportamiento tecnológico

Basado en la metodología propuesta por **Valderrama** (2008) y del análisis indicado en el ítem anterior, en la cual se relaciona las características anatómicas con la fabricación y calidad de pulpa para papel, se determinó si la madera tendría mayor o menor dificultad al de pulpado. Información que fue inferida a la madera del fuste de las 20 especies estudiadas. El comportamiento tecnológico esta presentado en cuadros. Para ello se propuso en la metodología tres clasificaciones: Bueno, Regular y Malo. La clasificación que tuvo la mayor cantidad de características consideradas para el estudio, definió el comportamiento a la fabricación de pulpa para papel.

V. RESULTADOS

5.1 Descripción y Clasificación de los indicadores Anatómicos consideradas y que se relacionan con el comportamiento tecnológico en la calidad de pulpa para papel a base de madera.

El Cuadro N° 01 presenta los resultados de las características anatómicas que se relacionan con el comportamiento tecnológico en la calidad de pulpa para papel de las 20 especies maderables. (**Ver detalles en el Anexo 09**). Podemos observar que sólo conociendo catorce (14) características anatómicas de la madera de la rama como el olor y sabor, abundancia de parénquima, inclusiones, brillo, contenido de poros, textura, longitud de fibras, espesor de la pared celular de fibras, densidad básica, dirección del grano, el factor runkel, índice de flexibilidad, índice de resistencia y el factor de espesor de la pared celular de fibras, en la madera de la rama de 10 cm. de diámetro y mediante la aplicacion de la anatomia tecnológica, estariamos infiriendo el comportamiento a la fabricación de pulpa para papel de la madera del fuste. De igual modo en base a estas características anatómicas se analiza y se detalla a continuación especie por especie.

CUADRO Nº 01. DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS QUE SE RELACIONAN CON EL COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO EN LA CALIDAD DE PULPA PARA PAPEL A BASE DE MADERA

Especie	Características cualitativas							Características cuantitativas								Clas.
									Fibras				Índices de Calidad de Pulpa para papel			
	Olor y Sabor	Abundancia de Parénquima	Inclusiones	Brillo	Contenido de Poros	Textura	Dirección del Grano	DB(gr/cm³)/ Clas.	Dt(μ)/ Clas.	Dl (μ)	ep(μ)/ Clas.	Lf(μ)/ Clas.	Fr/ Clas.	Cf/ Clas.	Cr/ Clas.	Fpc/ Clas.	
Alchornea triplinervia	No definido	medianamente abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Recto	0,35 (Baja)	25,07 (Media)	18,38	3,36 (Delgada)	1248,47 (Media, 100%)	0,36 (Buena)	50 (Poco flexible)	73 (Poco rígida)	36 (Buena)	Bueno
Anaueria brasiliensis	No definido	medianamente abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Fina	entrecruzado con tendencia al ondulado	0,51 (Media)	29,90 (Media)	16,02	7,06 (Delgada)	1150,72 (Media, 88%)	0,88 (Buena)	38 (Poco flexible)	53 (Poco rígida)	88 (Mala)	Malo a regular
Bertholletia excelsa	No definido	Abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Recto a entrecruzado	0,68 (Alta)	14,15 (Angosta)	10,29	1,99 (Delgada)	1459,29 (Media, 70%)	0,38 (Muy buena)	103 (Extremadamente flexible)	73 (Poco rígida)	38 (Buena)	Bueno a regular
Br*osimum utile*	Olor desagradable, sabor no definido	medianamente abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	entrecruzado	0,45 (Media)	26,91 (Media)	17,05	4,93 (Delgada)	1016,60 (Media, 78%)	0,57 (Buena)	37 (Poco flexible)	63 (Poco rígida)	57 (Mala)	Regular a malo
Cariniana decandra	No definido	Abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Algunos poros taponeados por sustancias orgánicas no identificadas	Fina	Ondulado	0,54 (Media)	26,84 (Media)	16,12	5,36 (Delgada)	1093,58 (Media, 86%)	0,66 (Buena)	40 (Poco flexible)	60 (Poco rígida)	66 (Mala)	Malo
Caryocar glabrum	No definido	Abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Entrecruzado	0,54 (Media)	20,08 (Angosta)	12,45	3,83 (Delgada)	1618,69 (Largas, 53.33%)	0,61 (Buena)	80 (Muy flexible)	62 (Poco rígida)	61 (Mala)	Bueno a regular

Cedrelinga catenaeformis	No definido	Escaso	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Recto a entrecruzado	0,55 (Media)	18,78 (Angosta)	11,77	3,5 (Delgada)	1281,05 (Media)	0,59 (Buena)	68 (Flexible)	62 (Poco rígida)	59 (Mala)	Bueno a regular
Chrysophyllum sanguinolentum	No definido	medianamente abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente. Presencia de tylosis taponeando algunos poros	Media	Entrecruzado	0,57 (Media)	18,75 (Angosta)	12,28	3,63 (Delgada)	1080,83 (Media)	0,54 (Buena)	57 (Flexible)	65 (Poco rígida)	54 (Mala)	Regular
Eschweilera grandiflora	No definido	Abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Puntuaciones obstruidas por sustancias orgánicas oscuras. Presencia de tylosis en la mayoría de los poros	Fina	Levemente recto a entrecruzado	0,75 (Alta)	20,91 (Angosta)	5,93	7,43 (Muy grueso)	1396,74 (Media, 88%)	2,33 (Malo)	53 (Flexible)	28 (Rígida)	233 (Mala)	Malo
Iryanthera paraensis	Olor aromático en húmedo, seco al aire se pierde. Sabor no definido	medianamente abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Recto	0,57 (Media)	25,51 (Media)	14,19	5,66 (Delgada)	1321,34 (Media, 98%)	0,85 (Buena)	50 (Flexible)	53 (Poco rígida)	85 (Mala)	Regular a bueno
*Jacaranda copaia*ssp. Spectabilis	No definido	medianamente abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Recto	0,32 (Baja)	25,91 (Media)	19,71	3,06 (Muy delgada)	1197,43 (Media, 96.17%)	0,31 (Muy buena)	46 (Poco flexible)	76 (Poco rígida)	31 (Buena)	Bueno
Leonia glicycarpa	Aromático, amargo	medianamente abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Existen algunos poros taponeados por gomas	Media	Recto	0,54 (Media)	19,31 (Angosta)	12,39	3,46 (Delgada)	2095,31 (Largas, 93.33%)	0,55 (Buena)	108 (Extremadamente flexible)	64 (Poco rígida)	55 (Mala)	Regular

Micrandra spruceana	No definido	Abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Algunos poros obstruidos por sustancias oscuras orgánicas, probablemente látex. Presencia de tylosis	Media	Oblicuo a entrecruzado	0,64 (Alta)	23,51 (Angosta)	11,19	6,23 (Grueso)	994,38 (Media, 96%)	1,11 (Rígida)	42 (Poco flexible)	47 (Rígida)	111 (Mala)	Malo
Ocotea oblonga	En húmedo aromático. Seco al aire olor y sabor no definido	Escaso	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Algunos vasos obstruidos por sustancias orgánicas	Fina	Recto con tendencia al entrecruzado	0,49 (Media)	25,74 (Media)	13,89	5,73 (Delgada)	989,62 (Media, 94%)	0,82 (Buena)	38 (Poco flexible)	54 (Poco rígida)	82 (Mala)	Malo a regular
Ormosia coccinea	En húmedo desagradable y en seco desaparece. Sabor no definido	Abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Entrecruzado	0,67 (Alta)	21,31 (Angosta)	5,29	8,09 (Grueso)	1503,08 (Media, 70%)	3,05 (Malo)	70 (Flexible)	25 (Rígida)	305 (Mala)	Malo
Osteophloeum platyspermum	En húmedo desagradable. Seco al aire olor y sabor no definido	Escaso	componentes orgánicos no identificados en los radios	Elevado	Ausente	Media	Recto	0,45 (Media)	37,96 (Media)	24,31	6,96 (Delgada)	1719,73 (Largas, 70%)	0,58 (Buena)	45 (Poco flexible)	63 (Poco rígida)	58 (Mala)	Bueno
Simarouba amara	Característico	Abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Recto	0,36 (Baja)	18,55 (Angosta)	13,55	2,43 Delgada	892,39 (Cortas)	0,35 (Muy buena)	48 (Poco flexible)	73 (Poco rígida)	36 (Buena)	Bueno a regular
Symphonia globulifera	Azufre	Abundante	componentes orgánicos no identificados en los radios	Bajo	Poros taponados parcialmente o totalmente por almidones o carbohidratos	Media	Entrecruzado	0,58 (Media)	17,05 (Angosta)	11,09	5,19 Delgada	1404,33 (Media, 93.33%)	0,52 (Buena)	82 (Muy flexible)	65 (Poco rígida)	52 (Mala)	Malo a regular

Tachigali poeppigiana	No definido	Escaso	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Ausente	Media	Recto	0,53 (Media)	20,71 (Angosta)	12,35	4,20 (Delgada)	1035,65 (Media, 86%)	0,68 (Buena)	50 (Muy flexible)	59 (Poco rígida)	68 (Mala)	Bueno
Tapirira guianensis	No definido	Escaso	componentes orgánicos no identificados en los radios	Medio	Componentes orgánicos taponeando total o parcialmente algunos vasos	Media	Entrecruzado	0,38 (Baja)	17,78 (Angosta)	11,82	3 (Delgada)	1,111 (Media, 100%)	0,5 (Muy buena)	62 (Flexible)	66 (Poco rígida)	50 (Mala)	Bueno a regular

DB = Densidad básica; Dt = Diámetro total; dl = Diámetro del lumen (No tiene clasificación); ep = Espesor de pared; Lf = Longitud total
Clas. = Clasificación; Fr = Factor runkel; Cf = Coeficiente de flexibilidad; Cr = Coeficiente de rigidez; Fpc= Fracción de pared celular
Fuente : Elaboración propia del tesista (2011)

5.2 Determinación del comportamiento tecnológico en base a las características anatómicas que se relacionan con la calidad de pulpa para papel

Alchornea triplinervia (Spreng.) Mull. Arg.

El Factor Runkel lo califica como buena para pulpa para papel, aunado al olor y sabor no definido, espesor de pared de fibras delgada, densidad básica baja, grano recto y contenido de poros ausente, contribuyen a esta afirmación

Anaueria brasiliensis Kosterm.

Aunque el factor Runkel lo califica como buena para papel, esta madera presenta limitaciones debido a que la mayoría de sus características anatómicas descalifican su aptitud papelera, por la presencia de células oleíferas (aceites), textura fina, grano entrecruzado con tendencia al ondulado, fibras poco flexibles y fibras de mala calidad, aunado a : parénquima axial medianamente abundante, brillo medio, densidad básica media y las fibras poco rígidas, que califican a esta especie maderable de mal a regular comportamiento a la fabricación de pulpa para papel.

Bertholletia excelsa H.& K.

Del mismo modo basado en el factor Runkel, juntamente con algunas características como: contenido de poros ausente, fibras largas, de pared celular delgada, extremadamente flexibles y de buena calidad, definen a esta especie de buena aptitud a la fabricación de pulpa para papel. Sin embargo, esta aseveración puede estar limitada por la presencia de brillo medio,

fibras de longitud mediana y poco rígidas, grano recto a entrecruzado, textura media que califican a esta madera de bueno a regular comportamiento para pulpa para papel.

Brosimum utile (Kunth) Pittier subsp. ovatifolium (Ducke) C. C. Berg

El factor Runkel lo califica como buena para papel. Sin embargo esta afirmación puede estar limitada debido a la presencia de parénquima axial medianamente abundante
fibras de longitud medianas, brillo medio, densidad básica media, textura media, fibras poco rígidas, aunado a : olor desagradable, conductos laticíferos en los radios, contenido de color oscuro en algunas células de los radios, grano entrecruzado y fibras poco flexibles y de mala calidad que califican a esta especie de regular a mal comportamiento a la fabricación de pulpa para papel.

Cariniana decandra Ducke

Aunque el factor Runkel lo califica como buena para papel, aunado a sus fibras de pared delgada, no se recomendaría esta especie debido a que en su estructura anatómica celular presenta parénquima axial abundante, brillo elevado, poros taponados con sustancias orgánicas, textura fina y fibras poco flexibles y de mala calidad que lo califican como malo al comportamiento para pulpa para papel.

Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.

Igualmente el factor Runkel lo califica como buena para papel, seguido del olor y sabor no definido, contenido de poros ausente y las fibras de pared delgada, largas y muy flexibles confirman esta afirmación. Sin embargo la presencia de brillo medio, densidad básica media,

textura media y fibras poco rígidas determinan su regular comportamiento papelero. En efecto esta especie es considerada de buen y regular aptitud a la fabricación de pulpa para papel.

Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke

El factor Runkel califica a esta madera como buena para pulpa para papel; sustentan esta afirmación la presencia de olor y sabor no definido, contenido de poros ausente, parénquima axial escaso y las fibras con pared delgada. Sin embargo la presencia de brillo medio, densidad básica media, grano recto a entrecruzado, textura media, fibras de longitud medianas, poco rígidas y flexibles califican esta madera de regular comportamiento papelero, por lo que esta especie es considerada de buena y regular aptitud a la fabricación de pulpa para papel.

Chrysophyllum sanguinolentum (Pierre) Baehni.

El factor Runkel lo califica como buena para pulpa para papel, aunado a sus fibras con pared celular delgada; sin embargo el parénquima axial medianamente abundante, brillo medio, densidad básica media, textura media y fibras de longitud mediana, poco rígidas y flexibles califican a esta especie como regular al comportamiento para pulpa para papel.

Eschweilera grandiflora (Aubl.) Sandwith

El factor Runkel lo califica como malo para papel, confirman esta afirmación la presencia de parénquima axial abundante, puntuaciones obstruidas por sustancias orgánicas oscuras, tylosis en la mayoría de los poros, fibras angostas de pared muy grueso, rígidas y mala calidad, densidad básica alta y textura fina, quedando en evidencia que no se recomendaría esta especie maderable para pulpa para papel.

Iryanthera paraensis Huber

El factor Runkel lo califica como buena para papel, aunado a sus fibras de pared celular delgada, grano recto, entre otras características; sin embargo la mayoría de sus características anatómicas como: parénquima axial medianamente abundante, brillo medio, textura media, densidad básica media y fibras de longitud mediana, flexibles y poco rígidas califican a esta madera como regular a buen comportamiento para pulpa para papel.

Jacaranda copaia ssp spectabilis (Mart. Ex. A. DC) A. H. Gentry

El factor Runkel lo califica como buena para pulpa para papel. Así mismo la presencia de olor y sabor no definido, contenido en poros ausente, grano recto, densidad básica baja y fibras de pared celular muy delgada y de buena calidad contribuyen a esta afirmación.

Leonia glycicarpa R & P

El factor Runkel lo califica como bueno para pulpa para papel. Por otra parte la presencia de parénquima axial medianamente abundante, brillo medio, textura media, fibras poco rígidas y densidad básica media califican a esta madera como regular al comportamiento para pulpa para papel

Micrandra spruceana (Baill.) R. E. Schult.

Aunque el factor Runkel lo califica como regular al comportamiento para pulpa para papel, no se recomendaría esta especie maderable para pulpa para papel debido a la presencia de parénquima axial abundante, componentes orgánicos de color amarillento en los radios, algunos poros obstruidos por sustancias orgánicas, tylosis escleróticas, densidad básica alta y

Univ. Nac. de la Amazonía Peruana - Biblioteca Especializada - DIRECCIÓN - Facultad de Ciencias Biológicas

fibras de pared celular grueso, poco flexibles, rígidas y de mala calidad, que califican a esta madera de mal aptitud al comportamiento de pulpa para papel.

Ocotea oblonga (Meisn.) Mez

De igual modo el factor Runkel lo califica como bueno para pulpa para papel, otras características anatómicas como: presencia de células oleíferas (aceite), algunos poros obstruidos por sustancias orgánicas (aceites), textura fina y fibras de longitud medianas poco flexibles y rígidas y de mala calidad, densidad básica media y grano recto con tendencia al entrecruzado califican esta especie de mal a regular comportamiento a la fabricación de pulpa para papel.

Ormosia coccínea var. sub simplex (Spruce ex Benth.) Rudd.

El factor Runkel califica como malo para papel, sustentan esta afirmación la presencia de parénquima axial abundante, densidad básica alta, grano entrecruzado, fibras de pared celular gruesa, rígidas y de mala calidad, por lo que esta especie maderable no se recomendaría para pulpa para papel

Osteophloeum platyspermum (A. DC.) Warb

El factor Runkel lo califica como buena para papel. Así mismo la presencia de grano recto, contenido de poros ausente, densidad básica baja, fibras de pared celular delgada y de buena calidad se suman a esta afirmación.

Symphonia globulífera. L.F.

El factor Runkel lo califica como buena para pulpa para papel; esta aseveración puede estar limitada por la presencia de olor y sabor característico, poros taponados por componentes orgánicos (almidones), grano entrecruzado, parénquima axial abundante, sustancias orgánicas en radios, fibras y vasos, fibras de mala calidad aunado a : brillo medio, fibras de longitud medianas, densidad básica media, textura media y fibras poco rígidas, que califican a esta madera como de mal a regular comportamiento para pulpa para papel.

Simarouba amara Aubl.

El factor Runkel califica de buena aptitud para pulpa para papel. Así mismo la presencia de grano recto, contenido de poros ausente, densidad básica baja y fibras de pared celular delgada y de buena calidad justifican esta afirmación. Sin embargo la presencia de brillo medio, textura media y fibras poco rígidas califican de regular comportamiento papelero. En efecto esta madera es considerada de buen y regular comportamiento a la fabricación de pulpa para papel.

Tachigali poeppigiana Tul.

De igual manera el factor Runkel califica a esta madera como buena para papel, se suman a esta afirmación la presencia de olor y sabor no definido, parénquima axial escaso, contenido de poros ausente, fibras de pared celular delgada y grano recto.

Tapirira guianensis Aubl.

El factor Runkel lo califica como muy buena para pulpa para papel, aunado al olor y sabor no definido, parénquima axial escaso, fibras de pared delgada y densidad básica baja que sustentan esta afirmación. Sin embargo la presencia de brillo medio, textura media y fibras de longitud mediana, flexible y poco rígida, califican a esta madera de regular aptitud papelero, por lo que esta especie maderable es considerada de bueno a regular comportamiento a la fabricación de pulpa para papel.

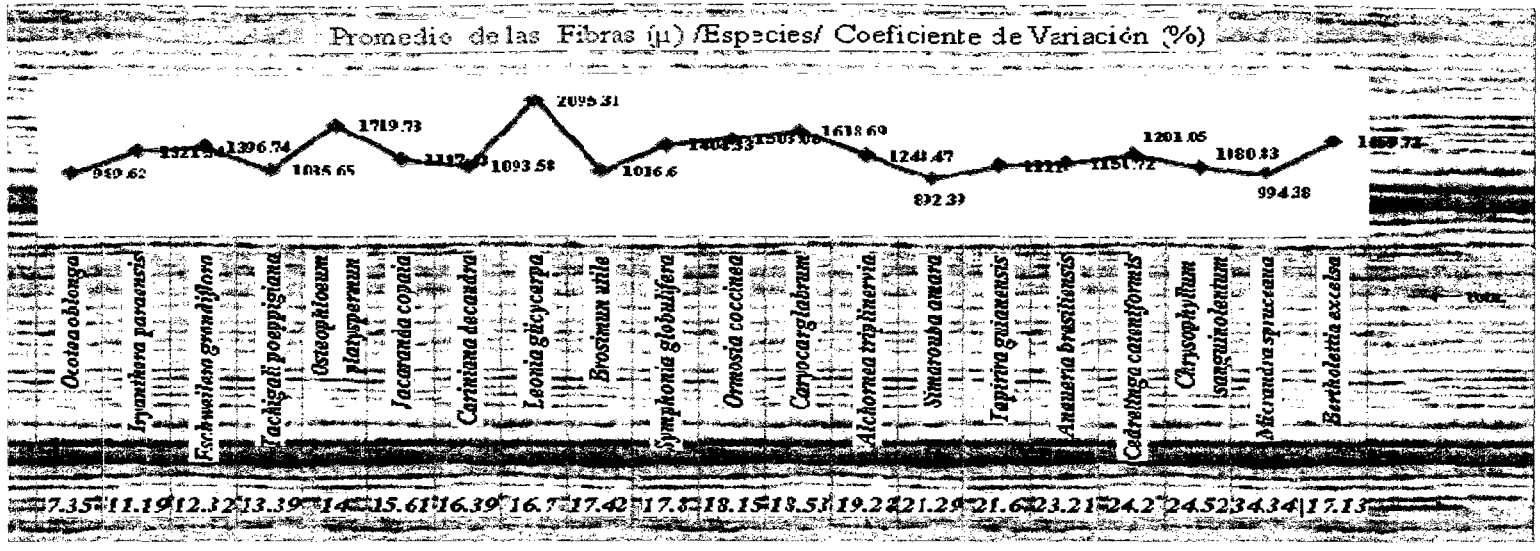


Figura 01. Promedio y Coeficiente de Variación de la Longitud de las Fibras por cada Especie

En la figura N° 01, *Leonia glicycarpa* presenta el promedio máximo de las fibras con un coeficiente de variación de 16.7; en tanto que la especie *Simarouba amara* presenta el promedio mínimo de las fibras con un coeficiente de variación de 21.29, lo que explica que la segunda especie presenta mayor grado de dispersión con respecto a la primera haciendo entrever que a mayor porcentaje del coeficiente mayor heterogeneidad en los datos (o variabilidad) con respecto al promedio. Esto explicaría que las fibras de las especies en estudio difieren considerablemente en cuanto a su longitud, resaltándose al respecto a : *Osteophloeum platyspermun, Leonya glicycarpa* y *Caryocar glabrum* como las maderas que presentaron las fibras más largas con respecto a las demás especies, la cual las hacen más apropiada en la confección de pulpa para papel.

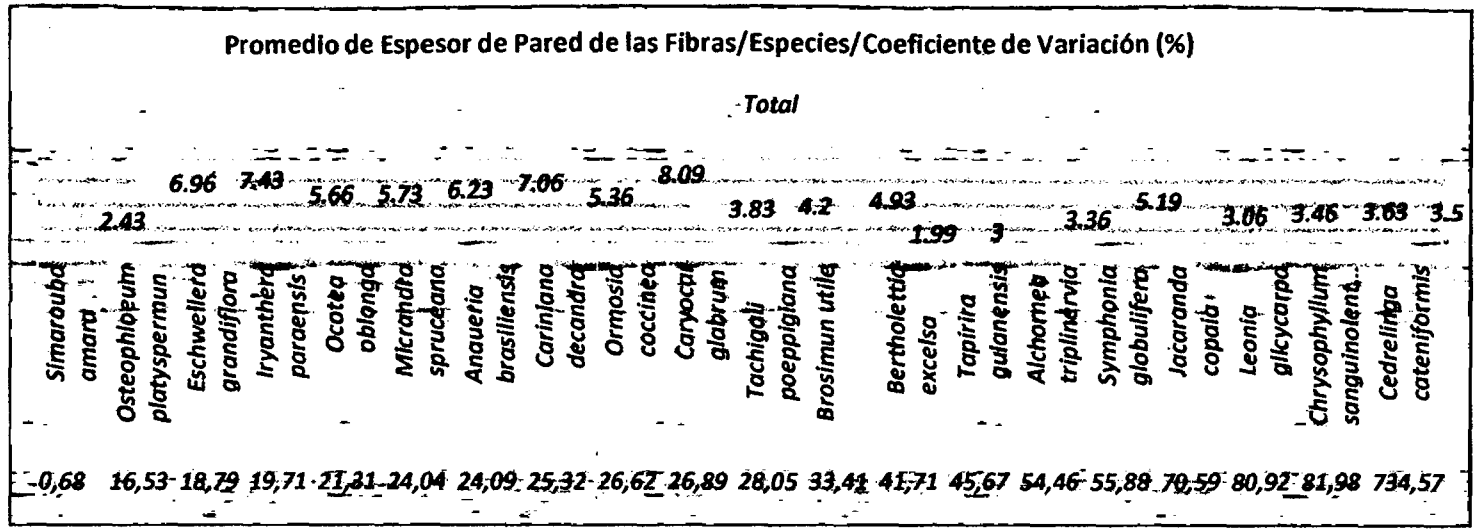


Figura 02. Promedio y Coeficiente de Variación de Espesor de Pared de las Fibras por cada Especie

En la figura N° 02, *Ormosia coccinea* presento el promedio máximo de espesor de pared con un valor de 8.09 y un porcentaje de dispersión de 26,62%, y el promedio mínimo de espesor de pared corresponde a *Bertholletia excelsa* con un valor de 1,99 y un grado de dispersión de 41,71%; de igual modo que en primer grafico la segunda especie presenta mayor grado de dispersión con respecto a la primera haciendo entrever que a mayor porcentaje del coeficiente mayor heterogeneidad en los datos (o variabilidad) con respecto al promedio. Esto explicaría que las fibras de las maderas en estudio difieren considerablemente en cuanto a su espesor de pared celular. Consecuentemente se observa que *Schweilera grandiflora, Cariniana decandra,* y *Ormosia coccinea* presentaron las fibras con mayor grosor de pared, por lo que sus usos podría estar limitado.

Cuadro N° 02. Calificación del Factor Runkel en la calidad de pulpa para papel calculado en función de las dimensiones de las fibras.

Especie	**Factor Runkel**	**Calificación**
Jacaranda copaia	0.31	Muy buena
Simarouba amara	0.35	Muy buena
Alchornea triplinervia	0.36	Muy buena
Bertholletia excelsa	0.38	Muy buena
Tapirira guianensis	0.5	Muy buena
Symphonia globulífera	0.52	Buena
Chrysophyllum sanguinolentum	0.54	Buena
Leonia glicycarpa	0.55	Buena
Brosimun utile	0.57	Buena
Osteophloeum platyspermun	0.58	Buena
Cedrelinga cateniformis	0.59	Buena
Caryocar glabrum	0.61	Buena
Cariniana decandra	0.66	Buena
Tachigali poeppigiana	0.68	Buena
Ocotea oblonga	0.82	Buena
Iryanthera paraensis	0.85	Buena
Anaueria brasiliensis	0.88	Buena
Micrandra spruceana	1.11	Regular
Eschweilera grandiflora	2.33	Malo
Ormosia coccinea	3.05	Malo

Fuente: Elaboración propia del Tesista (2011)

Según la información que reporta el **Cuadro N° 02** respecto a la relación de runkel, las calidades de pulpas de las especies estudiadas resultaron cinco (5) con calidad muy buena : *Alchornea triplinervia, Bertholletia excelsa, Jacaranda copaia, Simarouba amara y Tapirira guianensis;* doce (12) con calidad buena : *Anaueria brasiliensis, Brosimun utile, Cariniana decandra, Caryocar glabrum, Cedrelinga catenaeformis, Chrysophyllum sanguinolentum,*

Iryanthera paraensis, Leonia glicycarpa, Ocotea oblonga, Osteophloeum platyspermun, Symphonia globulífera y *Tachigali poeppigiana*; uno (1) con calidad de regular : *Micrandra spruceana;* y dos (2) con calidad de malo : *Eschweilera grandiflora* y *Ormosia coccínea.*

Cuadro N° 03. Calificación del Coeficiente de Flexibilidad en la calidad de pulpa para papel calculado en función de las dimensiones de las fibras.

Especie	**Coef. de Flexibilidad**	**Calificación**
Brosimun utile	37	Poco flexible
Anaueria brasiliensis	38	Poco flexible
Ocotea oblonga	38	Poco flexible
Cariniana decandra	40	Poco flexible
Micrandra spruceana	42	Poco flexible
Osteophloeum platyspermun	45	Poco flexible
Jacaranda copaia	46	Poco flexible
Simarouba amara	48	Poco flexible
Alchornea triplinervia	50	Poco flexible
Iryanthera paraensis	50	Poco flexible
Tachigali poeppigiana	50	Poco flexible
Eschweilera grandiflora	53	Flexible
Chrysophyllum sanguinolentum	57	Flexible
Tapirira guianensis	62	Flexible
Cedrelinga catenaeformis	68	Flexible
Ormosia coccinea	70	Flexible
Caryocar glabrum	80	Muy flexible
Symphonia globulífera	82	Muy flexible
Bertholletia excelsa	103	Extremadamente flexible
Leonia glicycarpa	108	Extremadamente flexible

Fuente: Elaboración propia del Tesista (2011)

En cuanto al coeficiente de flexibilidad en el Cuadro N° 03 se aprecia que las fibras resultaron : diez (10) poco flexibles : *Alchornea triplinervia, Anaueria brasiliensis, Brosimum utile, Cariniana decandra, Jacaranda copaia, Micrandra spruceana, Ocotea oblonga, Osteophloeum platyspermum, Simarouba amara* y *Tachigali poeppigiana*, la utilización de estas maderas trajera consigo mismo complicaciones en el proceso de pulpeo en relación con las demás que arrojaron mejor aptitud al comportamiento para pulpa para papel y que clasificaron con seis (6) flexibles : *Cedrelinga catenaeformis, Chrysophyllum sanguinolentum, Eschweilera grandiflora, Iryanthera paraensis, Ormosia coccínea, Tapirira guianensis*; y dos (2) muy flexibles : *Caryocar glabrum* y *Symphonia globulífera* y extremadamente flexibles : *Bertholetia excelsa* y *Leonia glycicarpa*,

Cuadro N° 04. Calificación del Coeficiente de Rigidez en la calidad de pulpa para papel calculado en función de las dimensiones de las fibras.

Especies	**Coeficiente de Rigidez (%)**	**Calificación**
Ormosia coccínea	25	Rígida
Eschweilera grandiflora	28	Rígida
Micrandra spruceana	47	Rígida
Anaueria brasiliensis	53	Poco rígida
Iryanthera paraensis	53	Poco rígida
Ocotea oblonga	54	Poco rígida
Tachigali poeppigiana	59	Poco rígida
Cariniana decandra	60	Poco rígida
Caryocar glabrum	62	Poco rígida
Cedrelinga catenaeformis	62	Poco rígida
Brosimun utile	63	Poco rígida
Osteophloeum platyspermun	63	Poco rígida
Leonia glicycarpa	64	Poco rígida
Chrysophyllum sanguinolentum	65	Poco rígida
Symphonia globulífera	65	Poco rígida

Tapirira guianensis	66	Poco rígida
Alchornea triplinervia	73	Poco rígida
Bertholletia excelsa	73	Poco rígida
Simarouba amara	73	Poco rígida
Jacaranda copaia	76	Poco rígida

Fuente: Elaboración propia del Tesista (2011)

Según lo manifestado en el Cuadro N° 04, el coeficiente de rigidez informa que la gran mayoría de las especies estudiadas son poco rígidas; excepto tres (3) que son rígidas: *Eschweilera grandiflora, Micrandra spruceana y Ormosia coccínea.*

Cuadro N° 05. Calificación del Índice de Fracción de Pared Celular en la calidad de pulpa para papel calculado en función de las dimensiones de las fibras.

Especie	**Índice de Fracción de Pared Celular (%)**	**Calificación**
Cedrelinga catenaeformis	31	Buena calidad
Jacaranda copaia	36	Buena calidad
Anaueria brasiliensis	36	Buena calidad
Alchornea triplinervia	38	Buena calidad
Ormosia coccínea	50	Mala calidad
Micrandra spruceana	52	Mala calidad
Leonia glicycarpa	54	Mala calidad
Caryocar glabrum	55	Mala calidad
Bertholettia excelsa	57	Mala calidad
Iryanthera paraensis	58	Mala calidad
Chrysophyllum sanguinolentum	59	Mala calidad
Symphonia globulifera	61	Mala calidad
Tapirira guianensis	66	Mala calidad
Eschweilera grandiflora	68	Mala calidad
Tachigali poeppigiana	82	Mala calidad
Osteophloeum platyspermun	85	Mala calidad

Simarouba amara	88	Mala calidad
Cariniana decandra	111	Mala calidad
Brosimun utile	233	Mala calidad
Ocotea oblonga	305	Mala calidad

Fuente: Elaboración propia del Tesista (2011)

El **Cuadro N° 05** informa enbase al coeficiente de fracción de pared celular que solo cuatro (4) especies calificaron de buena calidad: *Alchornea triplinervia, Bertholletia excelsa, Jacaranda copaia* y *Simarouba amara*, debido a que el valor porcentual de esta relación fue menor al 40%. Las demás especies clasificaron de mala calidad.

VI. DISCUSIÓN

Es sabido que los árboles que existen en áreas naturales protegidas no se pueden derribar, por lo que es necesario buscar alternativas metodológicas que nos ayuden a caracterizar tecnológicamente las especies a partir del conocimiento de la estructura celular de la madera de la rama, tal como se ha dado a conocer en este trabajo de investigación.

Acorde con las catorce (14) características comunes existentes en el Cuadro N° 01 (Ver detalles en el Anexo 09), para las veinte especies estudiadas constituyen parámetros aceptables para inferir el comportamiento de la madera durante la fabricación de pulpa para papel, es así que sólo conociendo las características seleccionadas en el presente estudio, podemos relacionarlo fácilmente con ese comportamiento tecnológico, por ejemplo en el **Cuadro N° 01** se aprecia que:todas estas afirmaciones de los parámetros que se relacionan con la calidad de pulpa considerados en este estudio concuerdan con lo reportado con varios autores como de Paula (2003), Romero *et al.* (2003), Subramanyam (1987), Téllez *et al.* (2009) y Valderrama (2008), en el sentido de relacionar algunas características anatómicas que se relacionan con la calidad de pulpa para papel.

Analizando el Cuadro N° 01 y tomando en consideración la mayoría de características anatómicas consideradas en el estudio se aprecia lo siguiente; las especies que calificaron de buen comportamiento en la calidad de pulpa para papel fueron cuatro (4) : *Alchornea triplinervia, Jacaranda copaia, Tachigali poeppigiana* y *Osteophloeum platyspermun.* El factor Runkel califica de bueno y muy bueno el comportamiento papelero de estas especies,

justifica esta afirmación la presencia de: olor y sabor no definido, contenido de poros ausente, fibras de pared delgada y grano recto que son características anatómicas comunes en estas especies. Cabe mencionar que estas mismas especies presentaron densidades de bajas a intermedias. Así mismo existieron especies que calificaron de regular, y fueron dos (2): *Chrysophyllum sanguinolentum* y *Leonia glicycarpa*; debido a la presencia de brillo medio, densidad básica media, textura media y fibras de pared delgada y poco rígidas que son características anatómicas comunes en estas especies. Ante esto nuestros resultados concuerdan con Tamarit (1996), cuando menciona que las maderas de paredes delgadas, diámetro del lumen anchos y densidades bajas a intermedias producen calidad de pulpa excelente, muy buena y buena para papel.

Especies que no se recomendaría para pulpa para papel: *Eschweilera grandiflora y Ormosia coccínea,* debido a que tanto el factor runkel y la mayor cantidad de sus características anatómicas consideradas para este estudio califican el mal comportamiento de estas maderas en la calidad de pulpa para papel. Estas maderas tienen en común la presencia de parénquima axial abundante, densidad básica alta y fibras de pared celular espesa, rígidas y de mala calidad. Por otra parte, aunque el factor runkel califique de buen aptitud papelero a *Cariniana decandra* y regular aptitud para papel a *Micrandra spruceana*, no se recomendarían estas dos especies para pulpa para papel debido a que la mayor cantidad de sus características anatómicas consideradas en este estudio determinan su mal comportamiento papelero, debido a la presencia de: parénquima axial abundante, poros obstruidos por sustancias orgánicas y fibras poco flexibles y de mala calidad. Similares respuestas fue reportado por Téllez *et al.* (2009), en base algunas características anatómicas que descalificaban el uso de la madera de

Andira inernis para la obtención de pulpa para papel, aun cuando el factor runkel calificaba de buen aptitud papelero. Esto fue debido al color de su duramen, pared celular muy grueso, densidad alta, asociado a un alto contenido de sustancias extraíbles, sustancias que suelen ocasionar problemas en el proceso de pulpeo. A esto se suma lo mencionado por Paula *et al.* (2000), que manifiesta que una madera rica en parénquima no debería ser usado para producir pulpa de buena calidad para papel.

Desde el punto de vista tecnológico, las fibras son los elementos celulares constituyentes de madera más importantes, por esta razón el conocimiento de su estructura es de fundamental importancia para calificar la madera en la fabricación de pulpa para papel. Ante esto el análisis de los **Cuadros 02, 03, 04** y **05** referente a los coeficientes o índices de calidad de pulpa para papel se aprecia que las especies que arrojaron mejor aptitud papelera presentaron valores bajos en la relación de runkel y en el índice de fracción de pared celular, y valores altos el coeficiente de flexibilidad y el coeficiente de rigidez. Esto coincide con Tamarit (1996) cuando establece que se esperaría producir una pulpa de buena calidad con aquellas maderas que presenten valores altos en el coeficiente de flexibilidad y el coeficiente de rigidez, y valores bajos en el factor Runkel. Así mismo menciona que las relaciones de las dimensiones de las fibras contribuyen positiva o negativamente en el tipo y en la calidad del papel producido. A esto se suma lo mencionado por Paula (2003) cuando menciona que los parámetros referentes a las fibras fortalecen subsidios seguros en el contexto de calificación de maderas para pulpa para papel. Por otra parte Soto (1983) menciona que es importante señalar que en la calidad de papel también influyen las características físicas y químicas de la madera y algunos otros ajenos a la materia prima, como el proceso de pulpado a utilizar.

VII. CONCLUSIÓN

1. Las características anatómicas seleccionadas de la madera de la rama sirven como indicadores en la calidad de pulpa para papel.
2. Con base a los parámetros anatómicos determinados y analizados, las especies que calificaron como bueno fueron cuatro (4): *Alchornea triplinervia, Jacaranda copaia, Osteophloeum platyspermun* y *Tachigali poeppigiana;* regular fueron dos (2) : *Chrysophyllum sanguinolentum* y *Leonia glicycarpa.*
3. Las especies que calificaron como malo fueron cuatro (4): *Cariniana decandra, Eschweilera grandiflora, Micrandra spruceana* y *Ormosia coccínea.*
4. Existen especies que presentaron una calificación intermedia como: de bueno a regular cinco (5): *Bertholletia excelsa, Caryocar glabrum, Cedrelinga catenaeformis, Simarouba amara* y *Tapirira guianensis*; de malo a regular tres (3): *Anaueria brasiliensis, Ocotea oblonga* y *Symphonia globulífera*; de regular a bueno uno (1): *Iryanthera paraensis,* y de regular a malo también uno (1): *Brosimum utile.*
5. En base a los análisis del promedio y grado de dispersión de longitud y espesor de pared de las fibras se manifiesta que existe heterogeneidad en la distribución de los datos, es decir mucha variabilidad con respecto al promedio; esto explicaría que las maderas en estudio difieren considerablemente en cuanto su longitud y espesor de pared de las fibras, lo que las hace más o menos apropiada a la fabricación de pulpa para papel.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se justifican y hacen necesarias nuevas investigaciones y trabajos complementarios al presente, en los que se determinen las propiedades físicas y mecánicas del papel producido con especies que tuvieron las mejores calidades, además der realizar estudios en relación con la caracterización de los componentes químicos de estas maderas.

- Sería conveniente desarrollar estudios en mayor número de especies maderables, a fin de obtener una lista más completa de las comunidades vegetales existentes en Áreas Naturales Protegidas

- Se recomienda firmar convenios entre el sector privado (Concesiones y empresas), sector público (Gobierno regionales, IIAP, INRENA, etc.) y la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), que permitan ejecutar proyectos de relevancia en la Promoción y Aporte tecnológico de nuevas especies.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron 20 especies maderables con potencial uso, con el objetivo de determinar la calidad de pulpa para papel, basado en el conocimiento anatómico del xilema de la rama. Se encontró que las especies que calificaron como bueno fueron cuatro (4) : *Alchornea triplinervia, Jacaranda copaia, Osteophloeum platyspermun y Tachigali poeppigiana*; de bueno a regular cinco (5) : *Bertholletia excelsa, Caryocar glabrum, Cedrelinga cateniformis, Simarouba amara* y *Tapirira guianensis*; malo cuatro (4) : *Cariniana decandra, Eschweilera grandiflora, Micrandra spruceana y Ormosia coccínea*; malo a regular tres (3) : *Anaueria brasiliensis, Ocotea oblonga y Symphonia globulífera*; regular dos (2) : *Chrysophyllum sanguinolentum* y *Leonia glicycarpa*; regular a bueno uno (1) : *Iryanthera paraensis*, y regular a malo uno (1) *Brosimum utile*. En términos generales, los parámetros anatómicos de las distintas especies analizadas no son semejantes difieren considerablemente en cuanto a sus características morfológicas la que las hace más o menos apropiadas en la calidad de pulpa para papel.

Biblioteca Especializada DIRECCIÓN

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar S, Castro BJ. Anatomía de la madera de doce especies del bosque mesófilo de montaña del Estado de México. Madera y Bosque 2006;12(1):115-95.

- Aróstegui A. Estudio Tecnológico de madera del Perú. Zona Pucallpa. II, Normas y Métodos. Lima (Perú): Dirección General de Investigación Agraria-UNA;1975

- Aróstegui A. Recopilación y Análisis de Estudios Tecnológicos de la madera peruana. Documento de trabajo N°. 02. Proyecto PN-UD/FAO/PER/81/002. Lima (Perú): FAO 1982.

- Bhat KM, Dhannodaran EK. Fibre length variation in stem and branches of eleven tropical hardwoods. IAWA1989;10(1):70-63.

- Camacho P, Canessa E. Determinación de las características macroscópicas y microscópicas, padrones de variación de fibras de especies tropicales y su efecto en la elaboración de pulpa para papel. Instituto Tecnológico de Costa Rica 1981. 152 pp.

- Castro J, Silva A. Variação dimensional dos elementos xilemáticos em duas espécies madeireiras da Amazônia. Manaus. Acta Amazônica1992;22(2):274-261.

- Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). Maderas. Método de determinación del Peso específico aparente. **COPANT** 1972; (30): 004-1.

- Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). Maderas. Descripción de características organolépticas, macroscópicas, y microscópicas de dicotiledóneas angiospermas. **Norma COPANT** 1973; (30): 09-1.

- Denne MP, Dodd, RS. Control of variation in wood quality within hardwood and softwood trees. Mit. Bundesfors Chunggsanstalt f. Forst-u. Holzwirts chaft. 1972;(131):7-31.

- Esau F. Anatomía Vegetal. Madrid (España): Ediciones Blume;1959

- Fahn A. Anatomía Vegetal. Barcelona (España): Ediciones Omega S.A; 1978.

- Gutiérrez E, Clave de identificación e influencia de la Estructura Anatómica en las propiedades Mecánicas de 14 Especies Forestales Comerciales del Bosque Nacional. Alexander Von Humbolt [tesis Ingeniería forestal]. Lima: UNAP. 1989

- Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (TYNTEC). Maderas. Métodos de determinación de la densidad. Lima (Perú): Proyecto de Norma ITENTEC N° 251. 011; 1989

- International Asociation Woods Anatomycs (IAWA) committee on Nomemclature. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Konkordias. IAWA 1964.160p

DIRECCIÓN

- International Asociation Woods Anatomycs (IAWA) Committee. List of Microscopic features for harwood identification. IAWA 1989;10(3):332-219.

- Iqbal M, Ghouse Akm. Analytical study on cell size variations in some arid trees of India: *Acacia nilotica* and *Prosopis spicigera*. IAWA1983;4(1):52-46.

- Kollman F. Tecnología de la Madera y sus Aplicaciones. Tomo I. Madrid (España): Ministerio de Agricultura, Instituto Forestal de investigaciones y Servicio de la Madera; 1959.

- Lee PW ,Eom YG. Anatomical comparison between compression wood and. opposite wood in a branchof Korean pine (*Pinus koraiensis*). IAWA A 1988; 9(3): 284-275.

- Lluncor D. Relaciones entre las características de cepillado en algunas maderas de Venezuela y sus propiedades físico mecánicas y anatómicas [tesis de Post-Grado]. Venezuela: Universidad de los Andes; 1977.

- Manwiller F. Fiber lengths in stems and branches of small hardwoods on southern pine sites. **WOOD SCIENCE.** 1974; 7(2): 132-130

- Martínez T, Borja A, Ávalos MA. Características tecnológicas de la madera de Sac-chacah de Campeche en diferentes zonas del árbol. Chapingo 200;7(1):97-91.

- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Clasificadores Presupuestarios del Sector Público. Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección Nacional del Presupuesto Público; 2009.

- Page VM. Anatomical variation in the wood of *Robinia pseudoacacia* L. and the identify of miocene fossil woods from Sourthwestern United states. **IAWA Journal** (1993); v.14, n.3, p.299-314.

- Park SJ, Saiki H, Harada H. Structure of branch wood in Akamatsu (*Pinus densiflora* S. et. Z) I. Distribution of compression wood, structure of annual ring and tracheids. **Mokuzai Gakkaishi** (1979). v.25, p.317-311.

- Park SJ, Saiki H, Harada H. Ibid II zell structure of branch wood tracheids. Mon Coll. **Agr. Kyoto Univ** (1980). v.115, p.33-4.

- Paula JE. Estúdios Anatômicos das madeiras de *virola sebifera* (Aubl); *Pseudobombax tomentosum* (Mart et Zuce); *Robina visado;* osseu aproveitamento tecnológico. Brasil Forestal (1980). N° 42, 52-35p.

- Paula, JE. Caracterizacao Anatómica da Madeira de sete Especies da Amazonia con vista a Producao de Energía e Papel. Acta Amazónica 2003; 33(2): 262-243

- Silva JA, Fuentes FJ, Richter HG, Ángeles G, Sanjuán R. Estructura de la madera de *Persea americana* var. Guatemalensis Mill (Hass). Madera y Bosques 1999; 5(1):59-53.

- Soto, S. T. (1983). Descripción anatómica de cinco especies de la familia Myristicaceae, del CIEFOR Puerto Almendras. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería Forestal. UNAP. Iquitos, Perú. 98p.

- Stoke DD, Manwiller FG. Proportions of wood elements in stem, branch, and root wood of black oak (*Quercus velutina*).IAWA J1994; 15(3):310-301.

- Tamarit Urias, JC. Determinación de los índices de calidad de pulpa para papel de 132 maderas Latifoliadas. Madera y Bosques 1996; 2(2): 41-29.

- Téllez C, Herrera MA, Rutiaga JG. Anatomía, Física y Mecánica de la Madera de *Andira inermis* (W. Wright) DC. (Leguminosae). Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 2009; 15(1): 21-15

- Trujillo T, Gonzales R. Durabilidad natural de ocho especies forestales del Perú, medio nutritivo natural. Revista Forestal del Peru1985;13(1): 69-63

- Valderrama H. Procedimiento Técnico para la Descripción General, Macro y Microscópica de la madera. Facultad de Ingeniería Forestal–UNAP. Iquitos (Perú); 1986.

- Valderrama H. Lineamiento básico sobre la estructura microscópica anatómica del leño de Latifoliadas. Facultad de Ingeniería Forestal–UNAP. Iquitos (Perú); 1989.

- Valderrama H. Influencia de la Estructura Anatómica en el Comportamiento Tecnológico de 30 especies forestales de la Amazonía Peruana. Conocimiento 1992;2(2-3): 23-13.

- Valderrama H. Padrao de variacao dos elementos fibrosos do xilema no tronco e galho de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Mimosaceae) da Amazônia. Dissertação apresentada a Coordenação do Programa de pós-graduação para optar o grado de Mestre; 1996. INPA/UA. Manaus-AM (Brasil).; 1996.

- Valderrama H. Anatomía comparativa del xilema del tronco y de la rama de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (FABACEAE). Foliã Amazónica 1998;9 (1-2):28–5.

- Valderrama H. Inventario Florístico de los árboles existentes en diez (10) parcelas del Arboretum "El Huayo". Informe final. Iquitos (Perú): Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP); 2002.

- Valderrama H. Plan de Desarrollo del Jardín Botánico – Arboretum "El Huayo" en el CIEFOR Puerto Almendra. Iquitos (Perú): Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP); 2002a.

- Valderrama H.Estructura celular del xilema de la rama para establecer una metodología de caracterización tecnológica del tronco de árboles en Áreas Naturales Protegidas [tesis doctoral].Trujillo (La Libertad): Universidad Nacional de Trujillo; 2008.

- Valderrama H. Comportamiento tecnológico de uso de la madera de 20 especies forestales existentes en el arboretum del jardín botánico del CIEFOR Puerto Almendra, basado en el conocimiento del tejido secundario de la rama. Iquitos. Proyecto de Investigación. R.R N° 0173-2009-UNAP y R.R N° 0397-2009-UNAP, Facultad de Ciencias Forestales

- Vásquez R. Identificación botánica de los árboles marcados del Jardín Botánico – Arboretum el "Huayo", Puerto Almendras-Iquitos. Informe final. Iquitos (Perú): Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP); 2002

- Villaseñor JC, Rutiaga JG. La Madera de Casuarina equisetifolia L., Química e Índices de calidad de pulpa. Madera y Bosques 2000; 6(1): 40-29

- Yanamoto AK. Secagem da madeira. Boletín Técnico Paulo São Paulo (Brasil): Instituto de Pesquisas Tecnológicos do Estado da São; 1974. Boletín Técnico 01.

ANEXOS:

Univ. Nac. de la Amazonía Peruana
Biblioteca Especializada
DIRECCIÓN
Facultad de Ciencias Biológicas

Anexo 1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y CARACTERÍSTICAS BOTANICAS DE LAS ESPECIES

Alchornea triplinervia (Spreng.) Mül. Arg. "Zancudo caspi" Euphorbiaceae

Foto 01: *Alchornea triplinervia*, a) Pecíolo, b) Glándulas, c) Base trinervada, d) Superficie

Cariniana decandra Ducke. "Papelillo caspi" Lecythidaceae

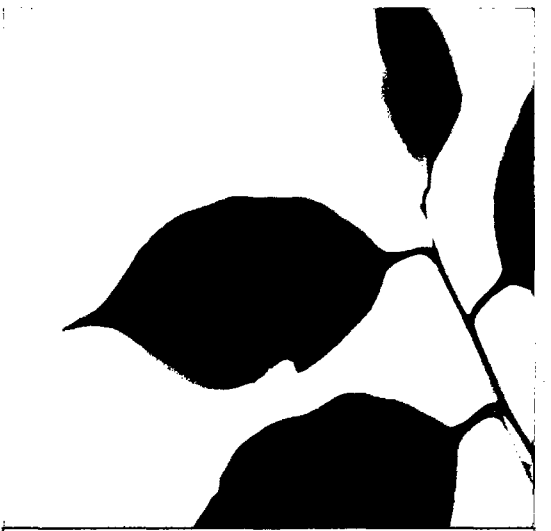


Foto 07: *Cariniana decandra*. Disposición de las hojas, mostrando las nervaduras en la cara adaxial

Anaueria brasiliensis Kosterm. "Añuje rumo" Lauraceae

Fotos 03: *Anaueria brasiliensis*. Frutos

Bertholletia excelsa Humb. & Ponpl. "Castaña" Lecythidaceae

Foto 04: *Bertholletia excelsa* a) Ramillete, b) Supeficie abaxial, c) Superficie adaxial, d) Flores

Brosimum utile (Kunth) Pittier. "Chingonga" Moraceae

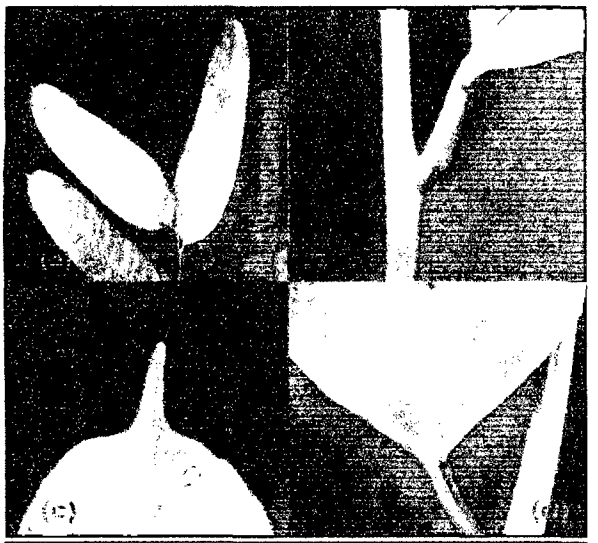


Foto 05: *Brosimum utile* a) Ramillete, b) Huella estipular, c) Superficie abaxial (Ápice), d) Superficie adaxial (Base)

Caryocar glabrum (Aubl.) Pers. "Almendro" Caryocaraceae

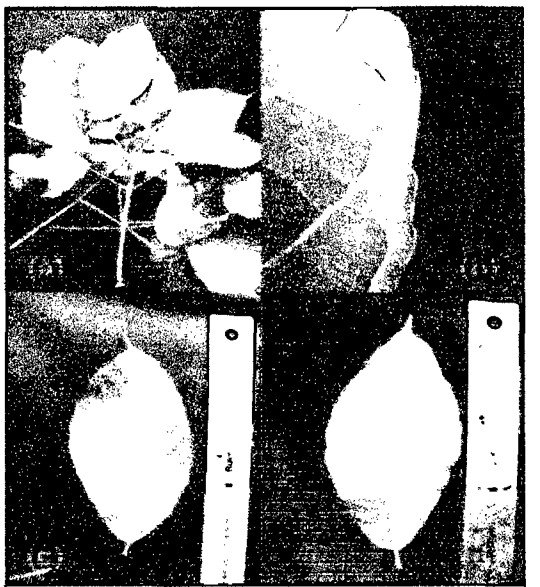


Foto 08: *Caryocar glabrum* a) Ramillete, b) Borde.

Cedrelinga catenaeformis (Ducke) Ducke "Tornillo" Fabaceae

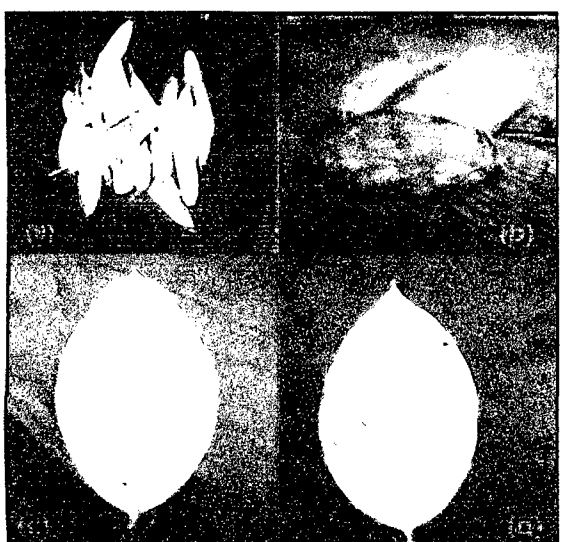


Foto 09: *Cedrelinga catenaeformis* a) Frutos, b) Semillas, c) Superficie adaxial, d) Superficie abaxial

Chrysophyllum sanguinolentum (Pierre) Baehni. "Masatocaspi" Sapotaceae

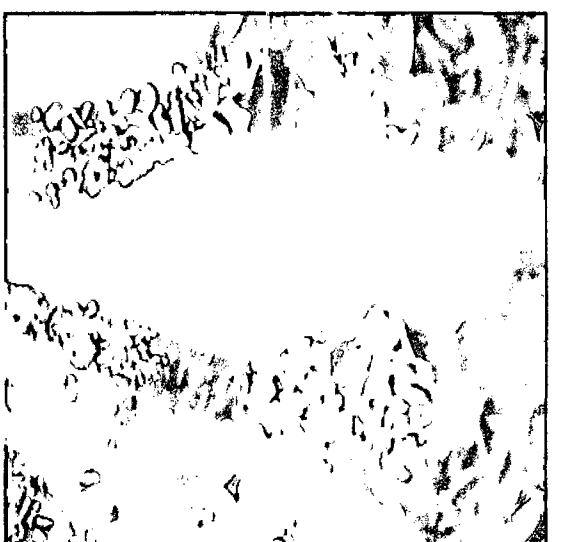


Foto 10: *Chrysophyllum sanguinolentum*. Vista de la cara adaxial de la hoja.

***Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith. "Machimango negro" Lecythidaceae**

Foto 12: *Eschweilera grandiflora.* Fruto

***Iryanthera paraensis* Huber. "Cumalilla" Myristicaceae**

Foto 13: *Iryanthera paraensis* a) Ramillete, b) Superficie abaxial (Ápice de la hoja), c) Fruto, d) Semilla.

***Leonia glycycarpa* Ruiz &Pav. "Tamara" Violaceae**

Foto 15: *Leonia glycycarpa.* Vista de la cara adaxial de la hoja

***Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don "Huamansamana" Bignoniaceae**

Foto 14: *Jacaranda copaia* a) Foliolo, b) Tallo lenticelado, c) Superficie abaxial, d) Superficie adaxial.

Micrandra spruceana **(Baill.) R. E. Schult. "Shiringamasha" Euphorbiaceae**

Foto 16: *Micrandra spruceana.* Vista de la cara adaxial de las hojas.

Ocotea oblonga **(Meisn.) Mez "Sicshimoena" Lauraceae**

Foto 18: *Ocotea oblonga* a) Ramillete, b) Rama, c) Yema, d) Pecíolos.

Osteophloeum platyspermum **(A. DC.) Warb. "Cumala blanca" Myristicaceae**

Foto 21: *Osteophloeum platyspermum.* Fruto

Ormosia coccinea **(Aublet) Jackson. "Huairuro" Fabaceae**

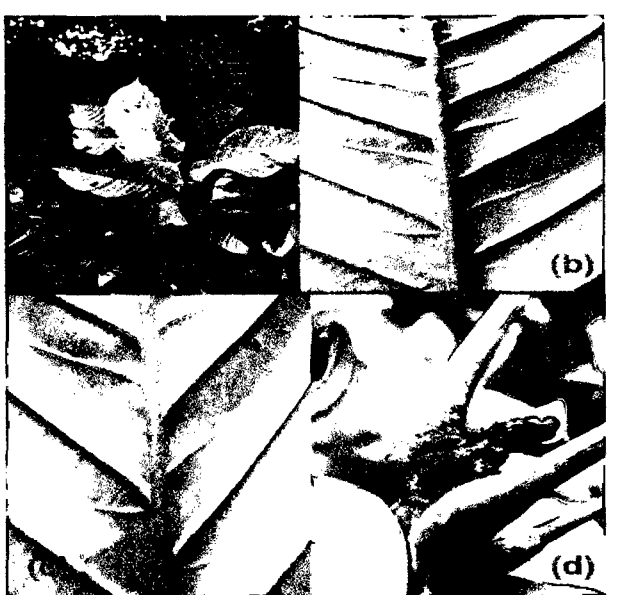


Foto 19: *Ormosia coccinea* a) ramillete, b) superficie abaxial, c) Nervadura primaria, d) Peciolulos

*Simarouba amara*Aubl.
"Marupa" Simaroubaceae

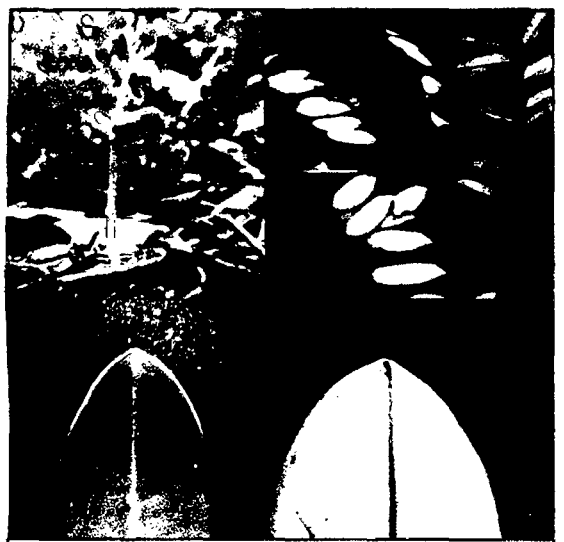


Foto 22: *Simarouba amara* a) Regeneración, b) Ramillete, c) Superficie adaxial (Ápice del foliolo), d) Superficie abaxial (Ápice del foliolo).

Symphonia globulifera L. f.
"Azufre caspi" Clusiaceae

Foto 23: *Symphonia globulifera* a) Ramillete, b) Peciolos, c) Superficie adaxial, d) Superficie abaxial

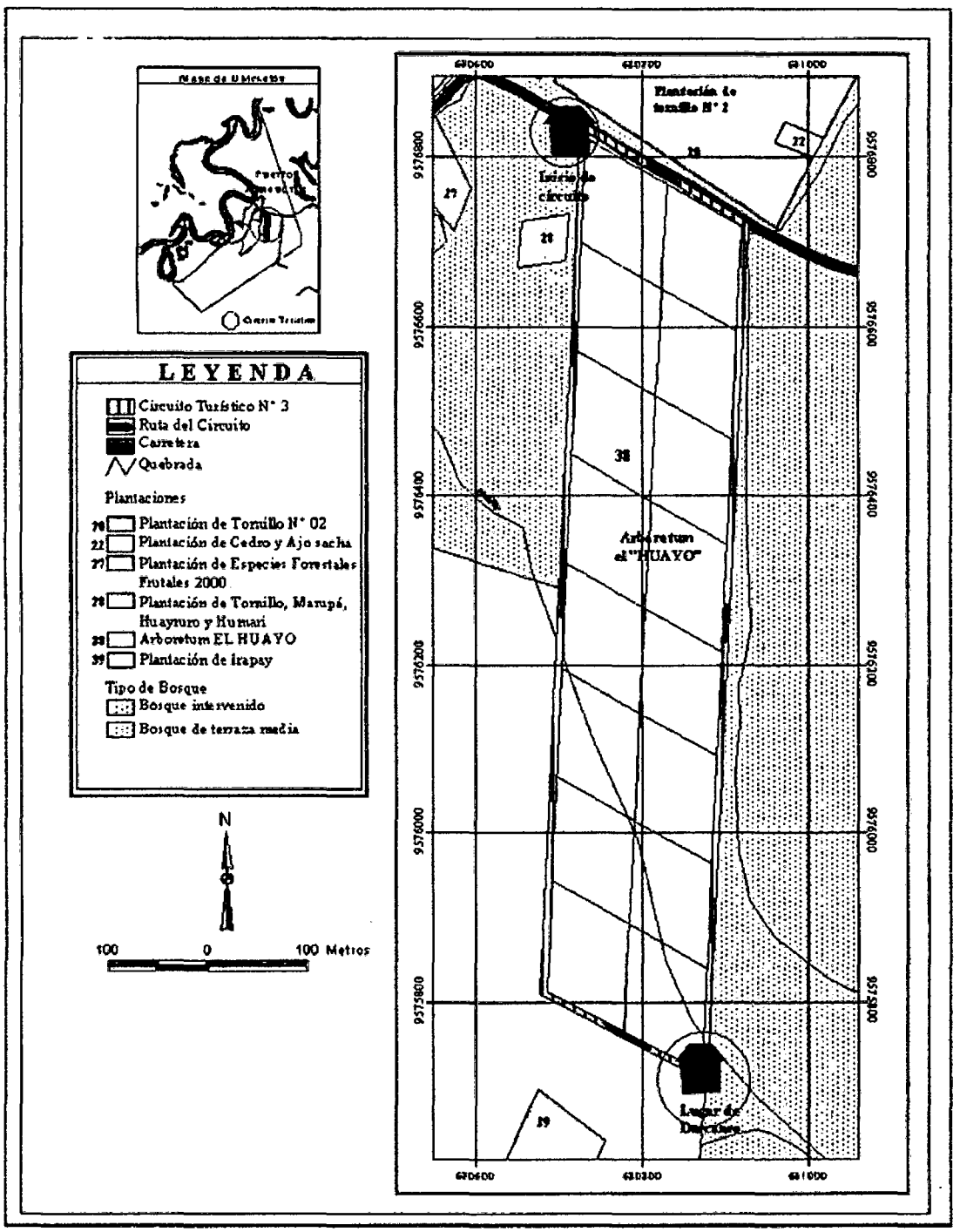
Tapirira guianensis Aubl.
"cafecillo", "Huira caspi"
Anacardiaceae

Foto 26: *Tapirira guianensis* a) Ramillete, b) Frutos, c) Base del foliolo, d) Ápice del foliolo

Tachigali poeppigiana Tul.
"Tangarana" Fabaceae

Foto 24: *Tachigali poeppigiana* a) Foliolulos, b) Nervadura Primaria, c) Ápice de la hoja (Superficie abaxial), d) Ápice de la hoja (Superficie adaxial).

ANEXO 02. AREA Y PARCELACIONES DEL ARBORETUM DEL JARDIN BOTANICO, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA, IQUITOS-PERU.



ANEXO 03. INDICADORES ANATÓMICOS SELECCIONADOS Y SU RELACIÓN CON EL COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO EN LA CALIDAD DE PULPA PARA PAPEL

Indicadores Anatómicos Seleccionadas	Comportamiento Tecnológico
Olor y sabor	Pulpa para papel
Abundancia de parénquima	
Inclusiones	
Brillo	
Contenido de poros	
Longitud de fibras	
Espesor de la pared celular de fibras	
Densidad básica	
Dirección del grano	
Textura	
Factor Runkel	
Índice de Flexibilidad	
Índice de Resistencia	
Factor de Espesor de Pared Celular	

Fuente: Elaboración propia del tesista (2010)

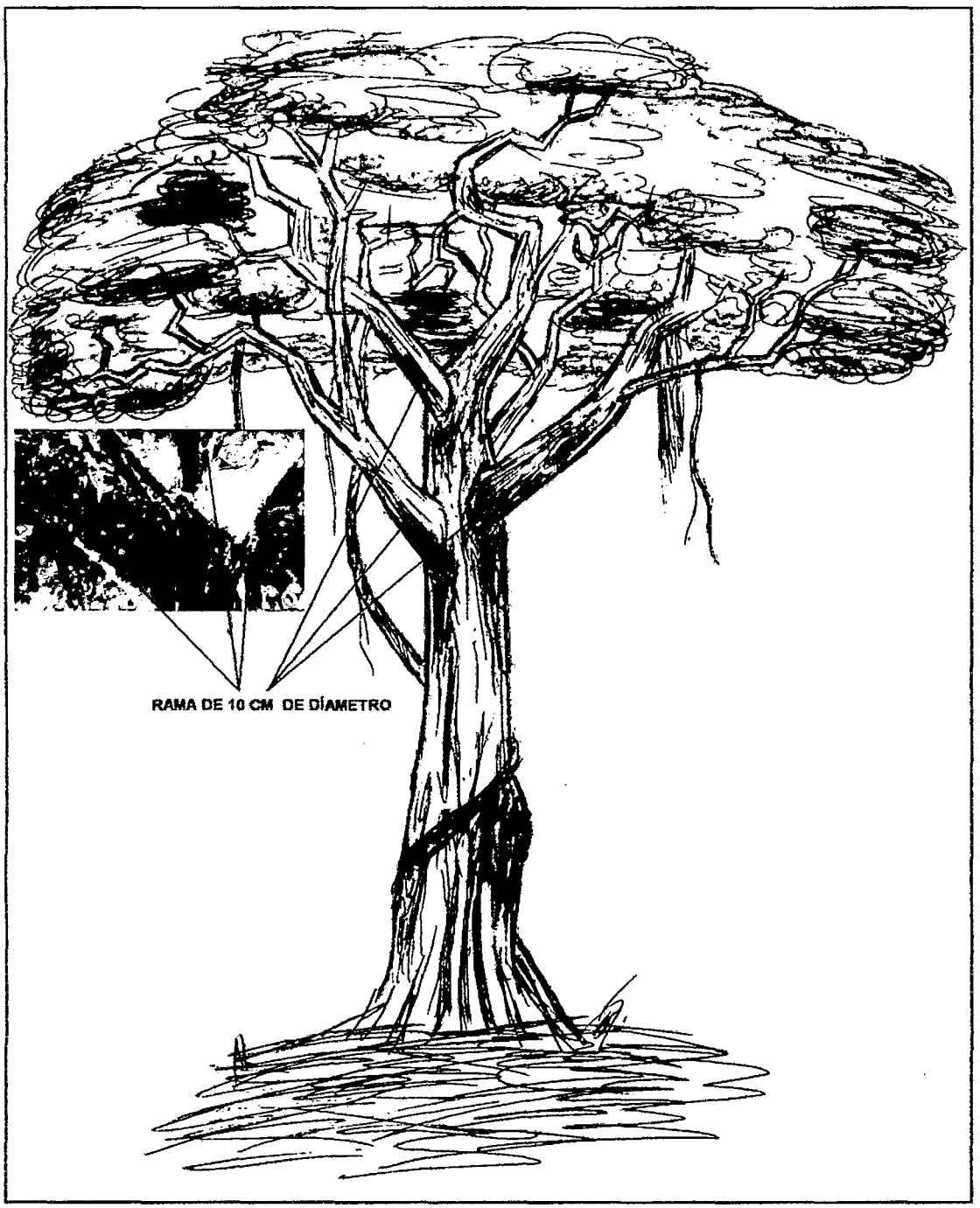
ANEXO 04. ESPECIES FORESTALES SELECCIONADAS EN EL ARBORETUM PARA SU CERTIFICACIÓN BOTÁNICA EN EL HERBARIUM AMAZONENSE

N° de MUESTRA BOTÁNICA	FAMILIA BOTÁNICA	NOMBRE VERNACULAR	NOMBRE CIENTÍFICO
1	EUPHORBIACEAE	Zancudo Caspi	*Alchorneatriplinervia* (Spreng.) Mull. Arg.
2	LECYTHIDACEAE	Castaña	*Bertholletia excelsa* H.& K.
3	CARYOCARACEAE	Almendro	*Caryocarglabrum* (Aubl.) Pers.
4	FABACEAE	Tornillo	*Cedrelingacateniformis* (Ducke) Ducke
5	SAPOTACEAE	Masato caspi	*Chrysophyllumsanguinolentum*(Pierre) Baehni.
6	BIGNONIACEAE	Huamanzamana	*Jacaranda copaiasspspectabilis*(Mart. Ex. A. DC) A. H. Gentry
7	VIOLACEAE	Tamara	*Leoniaglicycarpa.* R. & P.
8	SIMAROUBACEAE	Marupa	*Simarouba amara* Aubl.
9	ANACARDIACEAE	Azufre caspi	*Symphoniaglobulifera.*L..F.
10	ANACARDIACEAE	Huira caspi	*Tapiriraguianensis* Aubl.
11	LAURACEAE	Añuje rumo	*Anaueriabrasiliensis*Kosterm.
12	MORACEAE	Chingonga	*Brosimum utile* (Kunth) Pittier subsp. ovatifolium (Ducke) C. C. Berg
13	LECYTHIDACEAE	Papelillo caspi,	*Cariniana decandra*Ducke
14	LECYTHIDACEAE	Machimango negro	*Eschweilera grandiflora* (Aubl.) Sandwith
15	MYRISTICACEAE	Cumalilla	*Iryantheraparaensis* Huber
16	EUPHORBIACEAE	Shiringamasha	*Micrandraspruceana* (Baill.) R. E. Schult.
17	LAURACEAE	Shicshimoena	*Ocotea oblonga* (Meisn.) Mez
18	FABACEAE	Hairuro	*Ormosiacoccinea*var. sub simplex (Spruce ex Benth.) Rudd.
19	MYRISTICACEAE	Cumala blanca	*Osteophloeumplatyspermum* (A. DC.) Warb.
20	FABACEAE	Tangarana	*Tachigali poeppigiana* Tul.

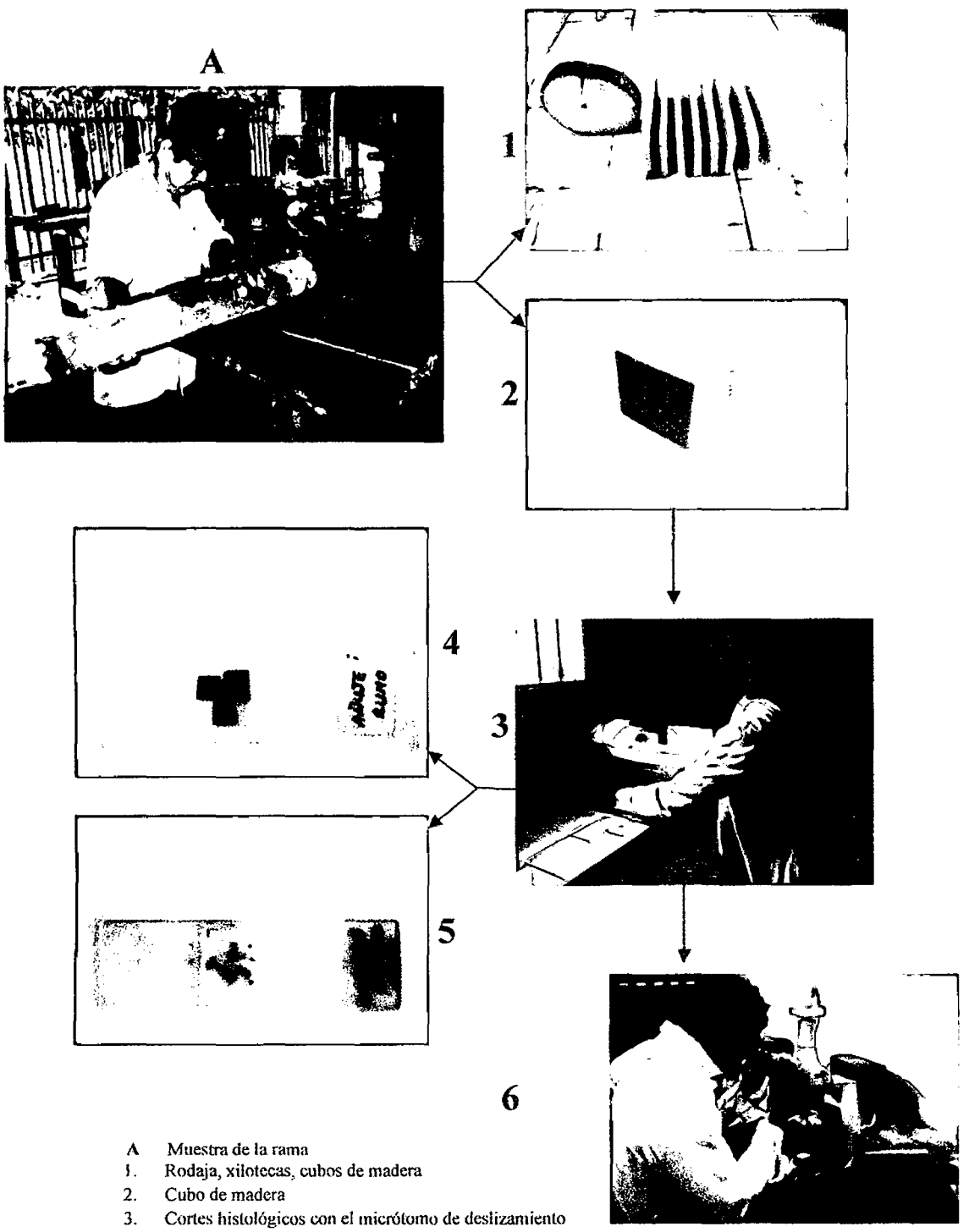
Fuente: Elaboración propia del tesista (2010)

ANEXO 05. COLECCIÓN DE MUESTRAS DE MADERA EN EL ÁRBOL.

(FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DEL TESISTA. 2010)



ANEXO 06. OBTENCIÓN DE MUESTRA DE LA RAMA, DE LÁMINAS CON CORTES HISTOLÓGICOS Y TEJIDO DISOCIADO



A Muestra de la rama
1. Rodaja, xilotecas, cubos de madera
2. Cubo de madera
3. Cortes histológicos con el micrótomo de deslizamiento
4. Lamina con cortes histológicos
5. Lamina con tejido disociado
6. Observación microscópica

Univ. Nac. de la Amazonia Peruana
Biblioteca Especializada
DIRECCIÓN
Facultad de Ciencias Biológicas

Anexo 07. TABULACIÓN DE DATOS DE LAS DIMENCIONES DE LAS CELULAS FIBROSAS POR CADA ESPECIE

Especies	N° de Mediciones	Fibras											
		Dt (µ)			Dl (µ)			Ep (µ)			Lf (µ)		
		X	S	CV%	X	S	CV%	X	S	CV%	X	S	CV%
Alchornea triplinervia	50	25,07	5,36	21,38	18,38	5,06	27,53	3,36	1,83	54,46	1248,47	240,66	19,28
Anaueria brasiliensis		29,90	4,87	16,3	16,02	3,73	23,28	7,06	1,7	24,09	1150,72	267,09	23,21
Bertholletia excelsa		14,15	3,9	27,56	10,29	0,83	8,07	1,99	0,83	41,71	1459,29	250	17,13
Brosimum utile		26,91	4,35	16,17	17,05	3,84	22,54	4,93	1,65	33,41	1016,60	177,07	17,42
Cariniana decandra		26,84	3,26	12,13	16,12	3,58	22,23	5,36	1,36	25,32	1093,58	179,28	16,39
Caryocar glabrum		20,08	4,33	21,56	12,45	4,2	33,73	3,83	1,03	26,89	1618,69	300	18,53
Cedrelinga cateniformis		18,78	24,5	130,3	11,77	41,7	354,3	3,5	25,7	734,6	1281,05	310	24,2
Chrysophyllum sanguinolentum		18,75	2,93	15,63	12,28	3,63	29,56	3,63	2,73	81,98	1080,83	265	24,52
Eschweilera grandiflora		20,91	3,69	17,63	5,93	2,45	41,38	7,43	1,4	18,79	1396,74	172,12	12,32
Iryanthera paraensis		25,51	3,55	13,92	14,19	3,37	23,74	5,66	1,12	19,71	1321,34	147,87	11,19
Jacaranda copaia ssp spectabilis		25,91	4,42	17,06	19,71	3,72	18,87	3,06	2,16	70,59	1197,43	186,87	15,61
Leonia glicycarpa		19,31	7,36	38,11	12,39	6,46	52,14	3,46	2,8	80,92	2095,31	350	16,7
Micrandra spruceana		23,51	4,62	19,65	11,19	3,95	35,32	6,23	1,5	24,04	994,38	341,47	34,34
Ocotea oblonga		25,74	3,91	15,2	13,89	3,6	25,93	5,73	1,22	21,31	989,62	72,77	7,35
Ormosia coccinea		21,31	4,31	20,21	5,29	2,32	43,87	8,09	2,15	26,62	1503,08	272,76	18,15
Osteophloeum platyspermum		37,96	6,13	16,15	24,31	5,31	21,84	6,96	1,15	16,53	1719,73	240,71	14
Simarouba amara		18,55	1,14	6,15	13,55	3,29	24,28	2,43	1,66	0,68	892,39	190	21,29
Symphonia globulifera		17,05	4,56	26,74	11,09	4,49	40,49	5,19	2.9	55,88	1404,33	250	17,8
Tachigali poeppigiana		20,71	3,87	18,67	12,35	3,64	29,46	4,20	1,18	28,05	1035,65	138,68	13,39
Tapirira guianensis		17,78	4,46	25,08	11,82	4,33	36,63	3	1,37	45,67	1111	240.00	21,6

Fuente : Elaboración propia del tesista (2010)

ANEXO 08. MICROFOTOGRAFÍA DE LOS CORTES HISTOLÓGICOS DE ALGUNAS ESPECIES.

Crysophyllum sanguinolentum (Pierre) Baehni. "masato caspi"

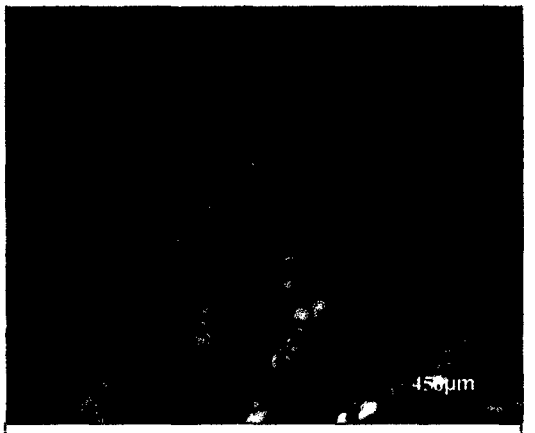


Foto 01. Microfotografía de la sección transversal. Presencia de Tylosis taponeando algunos poros.

***Leonia glicycarpa. Ruiz López & Pavon.* "Tamara"**

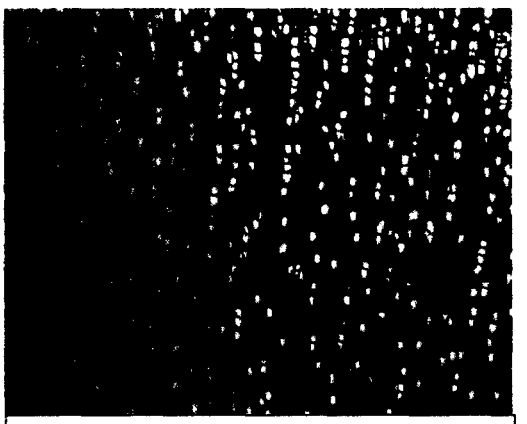


Foto 02. Microfotografía de la sección transversal. Existen algunos poros taponeados por poros.

Bertholletia excelsa H.& K. "castaña"

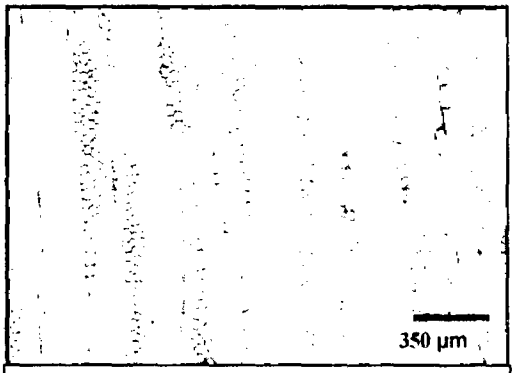


Foto 03. Microfotografía de la sección tangencial. Componentes orgánicos, cristales

Alchornea triplinervia (Spreng.)Muell. Arg. "zancudo caspi"

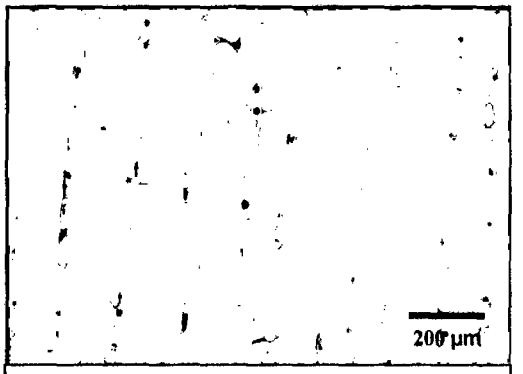


Foto 04. Microfotografía de la sección tangencial. Compuestos orgánicos no identificados en los radios.

***Cedrelinga catenaeformis Ducke* "tornillo"**

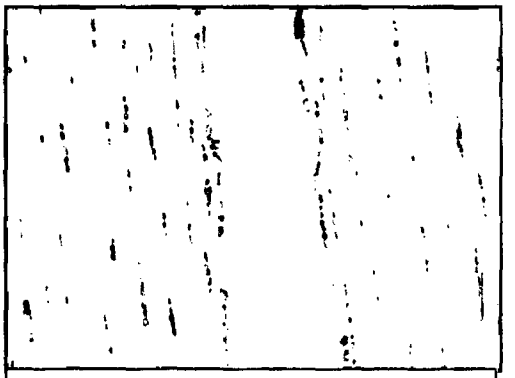


Foto 05. Microfotografía de la sección tangencial. Componentes orgánicos no identificados en algunas células de los vasos y radios

Crysophyllum sanguinolentum (Pierre) Baehni. "masato caspi"

Foto 06. Microfotografía de la sección tangencial. Componentes orgánicos no identificados obstruyendo perforaciones de algunos vasos

Jacaranda copaia ssp. Spectabilis (Mart. ex A.DC.) A.H. Gentry.

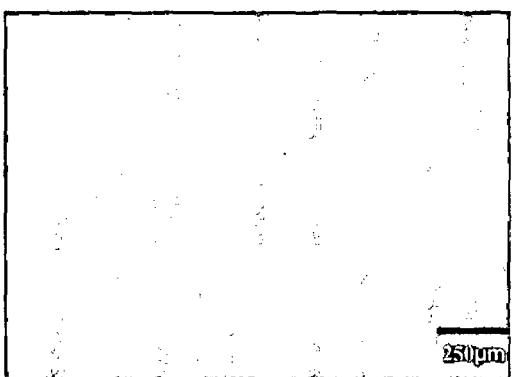


Foto 07 . Microfotografía de la sección tangencial. Sustancias oscuras no identificadas en células de radios, perforaciones de vasos

***Leonia glicycarpa. Ruiz López & Pavon.* "Tamara"**

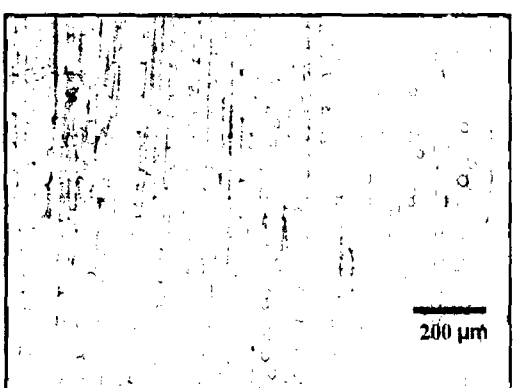


Foto 08 .Microfotografía de la sección tangencial. Componentes orgánicos no identificados

Tapirira guianensis. Aublet. **"Huira Caspi"**

Foto 09 **Microfotografía de la sección tangencial. Componentes orgánicos taponeando total o parcialmente algunos vasos.**

ANEXO 09. DESCRIPCIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS ANATÓMICAS CONSIDERADAS EN EL ESTUDIO Y QUE SE RELACIONAN CON EL COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO EN LA CALIDADE PULPA PARA PAPEL A BASE DE MADERA.

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Alchornea triplinervia (Spreng.) Mull. Arg.	**Cualitativas**	Olor y sabor	**Bueno**	Olor y sabor no definido	Bueno
		Abundancia de parénquima		Contenido en poros ausente	
		Inclusiones		Espesor de pared de fibras delgada	
		Brillo		Grano recto	
		Contenido de poros		Densidad básica baja	
		Textura		Factor Runkel: Buena para pulpa para papel	
		Dirección del grano		Fibras de buena calidad	
	Cuantitativas	Longitud de fibras. 1,248.47 . Medianos (100%)	**Regular**	Brillo medio	
		Espesor de la pared celular de fibras. 3.36 Delgada		Longitud de fibras medianos	
		Densidad básica. 0,35 g/cm^3		Textura media	
		Factor Runkel. 0,38. Muy buena		Parénquima medianamente abundante	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras. 103. Extremada mente Flexible		Fibras poco rígidas	
		Coeficiente de rigidez de la fibra. 73. Poco rigida	**Malo**	Componentes orgánicos en los radios	
		Fracción de pared celular de la fibra. 38. Buena		Poco flexible	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Anaueria brasiliensis Kosterm.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Malo a regular
		Abundancia de parénquima		Contenido de poros ausente	
		Inclusiones		Fibras de pared delgada	
		Brillo		Factor Runkel: Buena para papel	
		Contenido de poros	Regular	Parénquima axial medianamente abundante	
		Textura		Brillo medio	
		Dirección del grano		Fibras medias	
	Cuantitativas	Longitud de fibras.		Densidad básica media	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras poco rigidas	
		Densidad básica	Malo	Presencia de células oleíferas (aceites)	
		Factor Runkel		Textura fina	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Grano entrecruzado con tendencia al ondulado	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras poco flexibles	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Bertholletia excelsa H.& K.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Bueno a regular
		Abundancia de parénquima		Contenido de poros ausente	
		Inclusiones		Fibras con pared celular delgada	
		Brillo		Fibras extremadamente flexibles	
		Contenido de poros		Fibras de buena calidad	
		Textura		Factor Runkel: Buena para pulpa para papel	
		Dirección del grano	Regular	Brillo medio	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Fibras de longitud mediana	
		Espesor de la pared celular de fibras		Grano recto a entrecruzado	
		Densidad básica		Fibras poco rigidas	
		Factor Runkel		Textura media	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras	Malo	Parénquima axial abundante	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Presencia de componentes orgánicos y cristales	
		Fracción de pared celular de la fibra		Densidad básica alta	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Brosimum utile (Kunth) Pittier subsp. ovatifolium (Ducke) C. C. Berg	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Contenido de poros ausente	Regular a malo
		Abundancia de parénquima		Fibras de pared celular delgada	
		Inclusiones		Sabor no definido	
		Brillo		Factor Runkel: Buena para papel	
		Contenido de poros	Regular	Parénquima axial medianamente abundante	
		Textura		Fibras de longitud medianas	
		Dirección del grano		Brillo medio	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Densidad básica media	
		Espesor de la pared celular de fibras		Textura media	
		Densidad básica		Fibras poco rígidas	
		Factor Runkel	Malo	Olor desagradable	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Conductos laticíferos en los radios. Contenido de color oscuro en algunas células de los radios.	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Grano entrecruzado	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras poco flexibles	
Especie	**Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel**		**Clasificación**	**Descripcion**	**Calificación**
Cariniana decandra Ducke	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Malo
		Abundancia de parénquima		Inclusiones no observado	
		Inclusiones		Fibras de pared celular delgada	
		Brillo		Factor Runkel: Buena para papel	
		Contenido de poros	Regular	Fibras de longitud medianas	
		Textura		Densidad básica media	
		Dirección del grano		Grano ondulado	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Fibras poco rígidas	
		Espesor de la pared celular de fibras	Malo	Parénquima axial abundante	
		Densidad básica		Brillo elevado	
		Factor Runkel		Poros taponados con sustancias orgánicas	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Textura fina	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras poco flexibles	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Caryocar glabrum (Aubl.) Pers.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Bueno a regular
		Abundancia de parénquima		Contenido de poros ausente	
		Inclusiones		Fibras de pared delgada	
		Brillo		Fibras largas	
		Contenido de poros		Fibras muy flexibles	
		Textura		Factor Runkel: buena para pulpa para papel	
		Dirección del grano	Regular	Brillo medio	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Densidad básica media	
		Espesor de la pared celular de fibras		Textura media	
		Densidad básica		Fibras poco rígidas	
		Factor Runkel	Malo	Parénquima axial abundante	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Fibras de mala calidad	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Grano entrecruzado	
		Fracción de pared celular de la fibra		Componentes orgánicos en radios	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Chrysophyllum sanguinolentum (Pierre) Baehni.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Regular
		Abundancia de parénquima		Contenido de poros ausente	
		Inclusiones		Fibras con pared celular delgada	
		Brillo		Factor Runkell: Buena para pulpa para papel	
		Contenido de poros	Regular	Parénquima axial medianamente abundante	
		Textura		Brillo medio	
		Dirección del grano		Fibras de longitud mediana	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Densidad básica media	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras poco rígidas	
		Densidad básica		Fibras flexibles	
		Factor Runkel		Textura media	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras	Malo	Componentes orgánicos obstruyendo perforaciones de algunos vasos	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Presencia de tylosis en vasos	
		Fracción de pared celular de la fibra		Grano entrecruzado	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Bueno a regular
		Abundancia de parénquima		Contenido de poros ausente	
		Inclusiones		Fibras con pared delgada	
		Brillo		Parénquima axial escaso	
		Contenido de poros		Factor Runkel: buena para pulpa para papel	
		Textura	Regular	Brillo medio	
		Dirección del grano		Densidad básica media	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Fibras de longitud medianas	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras poco rígidas	
		Densidad básica		Grano recto a entrecruzado	
		Factor Runkel		Fibras flexibles	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Textura media	
		Coeficiente de rigidez de la fibra	Malo	Componentes orgánicos en algunos vasos y radios	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	
Especie	**Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel**		**Clasificación**	**Descripcion**	**Calificación**
Eschweilera grandiflora (Aubl.) Sandwith	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Malo
		Abundancia de parénquima		Inclusiones no observado	
		Inclusiones	Regular	Brillo medio	
		Brillo		Grano levemente recto a entrecruzado	
		Contenido de poros		Fibras flexibles	
		Textura	Malo	Parénquima axial abundante	
		Dirección del grano		Puntuaciones obstruidos por sustancias orgánicas oscuras. Presencia de tylosis en la mayoría de los poros	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Fibras angostas	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras de pared celular muy grueso	
		Densidad básica		Densidad básica alta	
		Factor Runkel		Textura fina	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Factor Runkel: Malo para papel	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras rígidas	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fi bras de mala calidad	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Iryanthera paraensis Huber	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no diferenciado	regular a bueno
		Abundancia de parénquima		Inclusiones no observado	
		Inclusiones		Contenido de poros ausente	
		Brillo		Fibras de pared celular delgada	
		Contenido de poros		Grano recto	
		Textura	Regular	Parénquima axial medianamente abundante	
		Dirección del grano		Brillo medio	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Fibras de longitud mediana	
		Espesor de la pared celular de fibras		Densidad básica media	
		Densidad básica		Textura media	
		Factor Runkel		Factor Runkel: Buena para papel	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Fibras flexibles	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras poco rígidas	
		Fracción de pared celular de la fibra	Malo	Fibras de mala calidad	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Jacaranda copaia ssp spectabilis (Mart. Ex. A. DC) A. H. Gentry	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Bueno
		Abundancia de parénquima		Contenido en poros ausente	
		Inclusiones		Fibras de pared celular muy delgada	
		Brillo		Grano recto	
		Contenido de poros		Densidad básica baja	
		Textura		Factor Runkel: Buena para pulpa para papel	
		Dirección del grano		Fibras de buena calidad	
	Cuantitativas	Longitud de fibras	Regular	Parénquima axial medianamente abundante	
		Espesor de la pared celular de fibras		Brillo medio	
		Densidad básica		Fibras de longitud mediana	
		Factor Runkel		Textura media	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Fibras poco rígidas	
		Coeficiente de rigidez de la fibra	Malo	Sustancias oscuras no identificadas en células de radios, perforaciones de vasos	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras poco flexibles	

DIRECCIÓN

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Leonia glicycarpa. R. & P.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Fibras largas	Regular
		Abundancia de parénquima		Fibras de pared celular delgada.	
		Inclusiones		Fibras extremadamente flexibles	
		Brillo		Grano recto	
		Contenido de poros		Factor Runkel: Buena para pulpa para papel	
		Textura	Regular	Parénquima axial medianamente abundante.	
		Dirección del grano		Brillo medio	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Textura media.	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras poco rígidas	
		Densidad básica		Densidad básica media	
		Factor Runkel	Malo	Olor aromático. Sabor amargo	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Existen algunos poros taponados por gomas	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras de mala calidad	
		Fracción de pared celular de la fibra		Presencia de componentes orgánicos no identificados	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Micrandra spruceana (Baill.) R. E. Schult.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no diferenciado	Malo
		Abundancia de parénquima	Regular	Brillo medio	
		Inclusiones		Textura media	
		Brillo		Fibras largas	
		Contenido de poros		Grano oblicuo a entrecruzado	
		Textura		Factor Runkel: Regular para papel	
		Dirección del grano	Malo	Parenquima axial abundante	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Componentes orgánicos de color amarillento en los radios	
		Espesor de la pared celular de fibras		Algunos poros obstruidos por sustancias orgánicas, probablemente látex. Presencia de tylosis escleróticas	
		Densidad básica		Fibras de pared celular grueso	
		Factor Runkel		Densidad básica alta	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Fibras poco flexibles	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras rígidas	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Ocotea oblonga (Meisn.) Mez	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Malo a regular
		Abundancia de parénquima		Parénquima axial escaso	
		Inclusiones		Fibras de pared delgada	
		Brillo		Factor Runkel: Buena para papel	
		Contenido de poros	Regular	Brillo medio	
		Textura		Fibras de longitud mediana	
		Dirección del grano		Densidad básica media	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Grano recto con tendencia al entrecruzado	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras poco rígidas	
		Densidad básica	Malo	Presencia de células oleíferas (aceite)	
		Factor Runkel		Algunos poros obstruidos por sustancias orgánicas (aceites)	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Textura fina	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras poco flexibles	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Ormosia coccinea var. sub simplex (Spruce ex Benth.) Rudd.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Malo
		Abundancia de parénquima		Inclusiones no observado	
		Inclusiones		Contenido de poros ausente	
		Brillo	Regular	Brillo medio	
		Contenido de poros		Fibras de longitud medianas	
		Textura		Textura media	
		Dirección del grano		Fibras flexibles	
	Cuantitativas	Longitud de fibras	Malo	Parénquima axial abundante	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras de pared celular gruesa	
		Densidad básica		Densidad básica alta	
		Factor Runkel		Grano entrecruzado	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Factor Runkel: Malo para papel	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras rígidas	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Osteophloeum platyspermum (A. DC.) Warb.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Bueno
		Abundancia de parénquima		Parénquima axial escaso	
		Inclusiones		Inclusiones no observado	
		Brillo		Contenido de poros ausente	
		Contenido de poros		Fibras largas	
		Textura		Fibras de pared delgada	
		Dirección del grano		Grano recto	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Factor Runkel: Buena para papel	
		Espesor de la pared celular de fibras	Regular	Densidad básica media	
		Densidad básica		Textura media	
		Factor Runkel		Fibras poco rígida	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras	Malo	Brillo elevado	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras poco flexible	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Simarouba amara Aubl.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Grano recto	Bueno a regular
		Abundancia de parénquima		Contenido de poros ausente	
		Inclusiones		Fibras de pared celular delgada	
		Brillo		Densidad básica baja	
		Contenido de poros		Factor Runkel: Buena para pulpa para papel	
		Textura		Fibras de buena calidad	
		Dirección del grano	Regular	Brillo medio	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Textura media	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras poco rígidas	
		Densidad básica	Malo	Fibras cortas	
		Factor Runkel		Parénquima axial abundante	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Inclusión de cristales en los radios	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Olor y sabor característico	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras poco flexibles	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Symphonia globulifera. L..F.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Factor Runkel: Buena para pulpa para papel	Malo a regular
		Abundancia de parénquima		Fibras de pared celular delgada	
		Inclusiones		Fibras muy flexibles	
		Brillo	Regular	Brillo medio	
		Contenido de poros		Fibras de longitud medianas	
		Textura		Densidad básica media	
		Dirección del grano		Textura media	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Fibras poco rígidas	
		Espesor de la pared celular de fibras	Malo	Olor y sabor característico	
		Densidad básica		Poros taponados por componentes orgánicos (almidones)	
		Factor Runkel		Grano entrecruzado	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Parénquima axial abundante	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras de mala calidad	
		Fracción de pared celular de la fibra		Sustancias orgánicas en radios, fibras y vasos	

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Tachigali poeppigiana Tul.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Bueno
		Abundancia de parénquima		Parénquima axial escaso	
		Inclusiones		Contenido de poros ausente	
		Brillo		Fibras de pared celular delgada	
		Contenido de poros		Grano recto	
		Textura		Factor Runkel: Buena para papel	
		Dirección del grano	Regular	Brillo medio	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Fibras de longitud mediana	
		Espesor de la pared celular de fibras		Densidad básica media	
		Densidad básica		Textura media	
		Factor Runkel		Fibras poco rígidas	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras	Malo	Componentes orgánicos en radios	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Fibras poco flexibles	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	

Universidad Autónoma de Nuevo León
Dirección General de Bibliotecas

Especie	Identificacion de las Caracteristicas que se relacionan con la Calidad de Pulpa para Papel		Clasificación	Descripcion	Calificación
Tapirira guianensis Aubl.	Cualitativas	Olor y sabor	Bueno	Olor y sabor no definido	Bueno a regular
		Abundancia de parénquima		Parénquima axial escaso	
		Inclusiones		Fibras de pared celular delgada	
		Brillo		Densidad básica baja	
		Contenido de poros		Factor Runkel: Muy buena para pulpa para papel	
		Textura	Regular	Brillo medio	
		Dirección del grano		Fibras de longitud mediana	
	Cuantitativas	Longitud de fibras		Fibras flexibles	
		Espesor de la pared celular de fibras		Fibras poco rígidas	
		Densidad básica		Textura media	
		Factor Runkel	Malo	Presencia de células laticíferas y componentes orgánicos de color oscuro en los radios.	
		Coeficiente de flexibilidad de fibras		Componentes orgánicos taponando total o parcialmente algunos vasos	
		Coeficiente de rigidez de la fibra		Grano entrecruzado	
		Fracción de pared celular de la fibra		Fibras de mala calidad	